

APPROCHE PRATIQUE EN ORTHOPÉDIE • TRAUMATOLOGIE

Fractures du genou

Christian Fontaine, Alain Vannineuse



 Springer

Fractures du genou

Springer

Paris

Berlin

Heidelberg

New York

Hong Kong

London

Milan

Tokyo

Christian Fontaine, Alain Vannineuse

Fractures du genou

Christian Fontaine
CHRU de Lille
Hôpital Roger-Salengro
Clinique de chirurgie orthopédique et traumatologie
Rue du Pr Émile Laine
59037 Lille

Alain Vannineuse
Centre hospitalier de Chauny
94, rue des Anciens Combattants
02303 Chauny Cedex

ISBN-10 : 2-287-59732-8 Springer Paris Berlin Heidelberg New York

ISBN-13 : 978-2-287-59732-9 Springer Paris Berlin Heidelberg New York

© Springer-Verlag France, 2005
Imprimé en France

Springer-Verlag France est membre du groupe Springer Science +
Business Media

Cet ouvrage est soumis au copyright. Tous droits réservés, notamment la reproduction et la représentation la traduction, la réimpression, l'exposé, la reproduction des illustrations et des tableaux, la transmission par voie d'enregistrement sonore ou visuel, la reproduction par microfilm ou tout autre moyen ainsi que la conservation des banques de données. La loi française sur le copyright du 9 septembre 1965 dans la version en vigueur n'autorise une reproduction intégrale ou partielle que dans certains cas, et en principe moyennant le paiement de droits. Toute représentation, reproduction, contrefaçon ou conservation dans une banque de données par quelque procédé que ce soit est sanctionné par la loi pénale sur le copyright.

L'utilisation dans cet ouvrage de désignations, dénominations commerciales, marques de fabrique, etc. même sans spécification ne signifie pas que ces termes soient libres de la législation sur les marques de fabrique et la protection des marques et qu'ils puissent être utilisés par chacun.

La maison d'édition décline toute responsabilité quant à l'exactitude des indications de dosage et des modes d'emploi. Dans chaque cas, il incombe à l'utilisateur de vérifier les informations données par comparaison à la littérature existante.

SPIN : 10833968

Liste des auteurs

Abrassart S.

Chirurgie 1, Centre hospitalier
Avenue Pierre-de-Coubertin, BP 126
73208 Allevard Cedex, France

Ait Si Selmi T.

Centre Livet, 8, rue de Margnolles
69300 Caluire, France

Badet R.

Clinique Saint-Vincent-de-Paul
98, rue de la Libération, BP 148
38304 Bourgoin-Jallieu, France

Babst R.

Leitender Arzt Traumatologie,
Chirurgie A, Kantonsspital Luzern
6000 Luzern 16, Suisse

Ballmer F.T.

Clinique de chirurgie orthopédique
Université de Berne, Hôpital de l'Île
3010 Berne, Suisse

Bouattour K.

Centre Livet, 8, rue de Margnolles
69300 Caluire, France

Bauer G.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique,
Hôpital d'Instruction des Armées Percy
101, avenue Henri-Barbusse, BP 406
92141 Clamart Cedex, France

Béguin L.

Centre d'orthopédie-traumatologie,
Pavillon 1-3, Hôpital Bellevue,
CHRU de Saint-Étienne
42055 Saint-Étienne Cedex 2, France

Besombes Ch.

CHU Rangueil,
1, avenue Jean-Poulhes,
31403 Toulouse Cedex 4, France

Bel J.C.

Service de chirurgie d'urgence
orthopédique et traumatologique,
Hôpital Édouard-Herriot,
CHU de Lyon
69437 Lyon Cedex 03, France

Belmouden B.

Orthopédie-Traumatologie
Hôpital Nord, Chemin des Bourrellys
13915 Marseille Cedex 20, France

Bérard J.

Service de chirurgie orthopédique
de l'enfant et de l'adolescent
Hôpital Debrousse, 29, rue Bouvier
69322 Lyon Cedex 05, France

Boileau P.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique, CHU de Nice,
Hôpital de l'Archet,
151, route de Saint-Antoine de Ginestière
06202 Nice, France

Carret J.-P.

Service orthopédie, Pavillon T
Hôpital Édouard-Herriot, CHU de Lyon
69003 Lyon, France

Chalenson F.

Centre d'orthopédie-traumatologie,
Pavillon 1-3, Hôpital Bellevue
CHRU de Saint-Étienne
42055 Saint-Étienne Cedex 2, France

Châtain F.

Centre Livet, 8, rue de Margnolles
69300 Caluire, France

Chavane H.

Chirurgie orthopédique, Pavillon T
Hôpital Édouard-Herriot
Place d'Arsonval, 69008 Lyon, France

Chélius P.

Orthopédie-Traumatologie
Hôpital des Hauts-Clos
101, avenue Anatole-France
10000 Troyes, France
AOAA Chapitre français

Chiron Ph.

CHU de Rangueil
1, avenue Jean-Poulhes
31403 Toulouse Cedex 4, France

Chotel F.

Service de chirurgie orthopédique
de l'enfant et de l'adolescent

Hôpital Debrousse, 29, rue Bouvier
69322 Lyon Cedex 05, France

Clouet d'Orval B.

Orthopédie-Traumatologie
Hôpital Nord, Chemin des Bourrellys
13915 Marseille Cedex 20, France

Cole P.A.

University of Minnesota,
Dept Orthopedic Surgery
Regions Hospital, 540 Jackson Street
St Paul MN 55127, États-Unis

Cotten A.

Service de radiologie ostéo-articulaire
Hôpital Roger-Salengro
59037 Lille Cedex, France

Dalzotto G.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
Hôpital d'Instruction des Armées Percy
101, avenue Henri-Barbusse, BP 406
92141 Clamart Cedex, France

Debroucker M.J.

Orthopédie D, Hôpital Roger-Salengro
CHRU de Lille
59037 Lille Cedex, France

De Groof E.

Algemeen Centrum Ziekenhuis Antwerpen
Campus Stuyvenberg,
Lange Beeldekensstraat 267
2060 Antwerpen, Belgium

Dischino M.

Service de chirurgie orthopédique et
traumatologique
Hôpital d'Instruction des Armées Percy
101, avenue Henri-Barbusse, BP 406,
92141 Clamart Cedex, France

Durand J.M.

Service de chirurgie orthopédique
de l'enfant et de l'adolescent
Hôpital Debrousse, 29, rue Bouvier
69322 Lyon Cedex 05, France

Fabre A.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
Hôpital d'Instruction des Armées Percy

101, avenue Henri-Barbusse, BP 406,
92141 Clamart Cedex, France

Fessy M.H.

Centre d'orthopédie-traumatologie,
Pavillon 1-3, Hôpital Bellevue,
CHRU de Saint-Étienne
42055 Saint-Étienne Cedex 2, France

Fontaine C.

Orthopédie B, Hôpital Roger-Salengro
CHRU de Lille,
59037 Lille Cedex, France
AOAA Chapitre français

Garbuio P.

Centre de traumatologie-orthopédie
Hôpital Jean-Minjoz
25000 Besançon, France

Gautier E.

Service de chirurgie orthopédique
Hôpital cantonal de Fribourg
1708 Fribourg, Suisse

Giordano G.

CHU de Rangueil
1, avenue Jean-Poulhes
31403 Toulouse Cedex 4, France

Gougeon F.

Orthopédie D
Hôpital Roger-Salengro
CHRU de Lille
59037 Lille Cedex, France

Hertel R.

Clinique de chirurgie orthopédique
Université de Berne, Hôpital de l'Île
3010 Berne, Suisse

Hoffmeyer P.

Clinique et polyclinique d'orthopédie
et de chirurgie de l'appareil moteur
Département de chirurgie,
Hôpitaux universitaires de Genève
24, rue Micheli-du-Crest
1211 Genève 14, Suisse

Jacquot N.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
CHU de Nice, Hôpital de l'Archet
151, route de Saint-Antoine de Ginestière
06202 Nice, France

Kregor P.J.

Division of Orthopaedic Trauma
Vanderbilt University Medical Center
131 Medical Center South,
2100 Pierce Avenue
Nashville TN 37232-3450, États-Unis

Le Brédonchel Th.

Service de chirurgie orthopédique
et de traumatologie du sport
CHU de Grenoble, Hôpital Sud
38130 Échirolles, France

Lemaire M.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
CHU de Nice, Hôpital de l'Archet
151, route de Saint-Antoine de Ginestière
06202 Nice, France

McCoy G.F.

Waterford Regional Hospital
Waterford, Ireland
The Royal Victoria Hospital
Belfast, Northern Ireland

Masmejean E.

Chirurgie orthopédique
Hôpital européen Georges-Pompidou
20, rue Leblanc
75908 Paris Cedex 15, France
AOAA Chapitre français

Masquelet A.C.

13, rue Scipion, 75005 Paris

Ménétreay J.

Clinique et policlinique d'orthopédie
et de chirurgie de l'appareil moteur
Département de chirurgie,
Hôpitaux universitaires de Genève
24, rue Micheli-du-Crest
1211 Genève 14, Suisse

Nazarian S.

Orthopédie-Traumatologie
Hôpital de la Conception
147, boulevard Baille
13385 Marseille Cedex 5, France
AOAA Chapitre français

Neyret Ph.

Centre Livet, 8, rue de Margnolles
69300 Caluire, France

Noetzli H.P.

Clinique de chirurgie orthopédique
Université de Berne, Hôpital de l'Île
3010 Berne, Suisse

Paris P.

Orthopédie-Traumatologie, Hôpital Nord
Chemin des Bourrellys
13915 Marseille Cedex 20, France

Parot R.

Service de chirurgie orthopédique
de l'enfant et de l'adolescent
Hôpital Debrousse
29, rue Bouvier
69322 Lyon Cedex 05, France

Peretti (de) F.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
CHU de Nice, Hôpital de l'Archet
151, route de Saint-Antoine de Ginestière
06202 Nice, France

Pichon H.

Centre de traumatologie-orthopédie
Hôpital Jean-Minjoz
25000 Besançon, France

Poichotte A.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
Hôpital d'Instruction des Armées Percy
101, avenue Henri-Barbusse, BP 406,
92141 Clamart Cedex, France

Poitout D.G.

Orthopédie-Traumatologie, Hôpital Nord
Chemin des Bourrellys
13915 Marseille Cedex 20, France
AOAA Chapitre français

Puget J.

Orthopédie, CHU Rangueil
1, avenue Jean-Poulhes
31403 Toulouse Cedex 4, France
AOAA Chapitre français

Quélar B.

Médecine physique
et réadaptation fonctionnelle
Centre interdépartemental
01110 Hauteville, France

Rachet O.

Médecine physique
et réadaptation fonctionnelle
Centre interdépartemental
01110 Hauteville, France

Ralaimiaramanana F.

Service d'urgences
Centre hospitalier de Chauny
94, rue des Anciens Combattants
02303 Chauny Cedex, France

Rémy F.

Orthopédie D
Hôpital Roger-Salengro
CHRU de Lille
59037 Lille Cedex, France

Rigal S.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
Hôpital d'Instruction des Armées Percy
101, avenue Henri-Barbusse, BP 406,
92141 Clamart Cedex, France
AOAA Chapitre français

Rongieras F.

Hôpital d'instruction des armées Desgenettes
108, boulevard Pinel, BP 25
69998 Lyon Armées

Sadri H.

Clinique de chirurgie orthopédique
Université de Berne, Hôpital de l'Île
3010 Berne, Suisse

Saraglia D.

Service de chirurgie orthopédique
et de traumatologie du sport
CHU de Grenoble, Hôpital Sud
38130 Echirolles, France
AOAA Chapitre français

Sockeel P.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
Hôpital d'Instruction des Armées Percy
101, avenue Henri-Barbusse, BP 406,
92141 Clamart Cedex, France

Tabutin J.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
Centre hospitalier
13, avenue des Broussailles
06401 Cannes Cedex, France

Tourné Y.

Service de chirurgie orthopédique
et de traumatologie du sport
CHU de Grenoble, Hôpital Sud
38130 Échirolles, France

Tricoire J.L.

CHU de Rangueil
1, avenue Jean-Poulhes
31403 Toulouse Cedex 4, France

Trojani C.

Service de chirurgie orthopédique
et traumatologique
CHU de Nice, Hôpital de l'Archet
151, route de Saint-Antoine de Ginestière
06202 Nice, France

Tropiano P.

Orthopédie-Traumatologie, Hôpital Nord
Chemin des Bourrellys
13915 Marseille Cedex 20, France

Vannineuse A.

Orthopédie-traumatologie,
Centre hospitalier de Chauny
94, rue des Anciens Combattants
02303 Chauny Cedex, France
AOAA Chapitre français

Vaz G.

Chirurgie orthopédique, Pavillon T
Hôpital Édouard-Herriot
Place d'Arsonval
69008 Lyon, France

Vichard Ph.

Centre de traumatologie-orthopédie
Hôpital Jean-Minjoz
25000 Besançon, France
AOAA Chapitre français

Wendt K.W.

Department of Traumatology,
Groningen University Hospital
PO Box 30.001
NL-9700 RB Groningen (Netherlands)

Zlowodzki M.

Department Orthopedic Surgery,
Division of Orthopedic Trauma
Vanderbilt University Medical Center
2100 Pierce Avenue, Nashville TN
37232-3450 (États-Unis)

Table des matières

Avant-propos	15
A. Vannineuse et Ch. Fontaine	
Analyse critique et stratégie de prescription des différents moyens d'imagerie dans les traumatismes du genou	17
A. Cotten et Ch. Fontaine	
Extrémité distale du fémur	
Épidémiologie, variétés anatomiques et classification des fractures de l'extrémité distale du fémur	27
S. Nazarian	
Fractures de l'extrémité distale du fémur. Techniques opératoires à foyer ouvert	37
M.-H. Fessy, L. Béguin et F. Chalençon	
Ostéosynthèse par la vis-plaque condylienne de Judet–Chiron. À propos d'une série continue de 364 fractures récentes	45
Ph. Chiron, G. Giordano, Ch. Besombes, J.-L. Tricoire et J. Puget	
Utilisation des lames-plaques 95° dans le traitement des fractures de l'extrémité distale du fémur	67
D.G. Poitout, B. Belmouden et P. Paris	
Vis-plaque condylienne DCS (<i>Dynamic Condylar Screw</i>)	77
P. Chélius	
Enclouages centromédullaires dans le traitement des fractures distales du fémur	83
Ph. Vichard, H. Pichon et P. Garbuio	
Clou DFN (<i>Distal Femoral Nail</i>)	99
K. W. Wendt	
Place et indications du fixateur externe dans les fractures de l'extrémité distale du fémur	105
S. Rigal, A. Fabre, A. Poichotte et P. Sockeel	

Système LISS-Distal Femur (<i>Less Invasive Stabilising System-Distal Femur</i>).....	113
R. Babst	
Technique mini-invasive utilisant les implants standard AO	121
E. Gautier	
Étude critique des matériels d'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité distale du fémur	135
D. Saragaglia, Th. Le Bredonchel et Y. Tourné	
Fracture de l'extrémité distale du fémur - Place du traitement orthopédique	143
L. Béguin, F. Chalençon et M.-H. Fessy	
Complications mécaniques, pseudarthroses et cals vicieux.....	147
Th. Le Bredonchel	

Extrémité proximale du tibia

Épidémiologie, mécanisme, variétés anatomiques et classification des fractures des plateaux tibiaux.....	157
S. Nazarian	
Ostéosynthèse par vissage isolé des fractures des plateaux tibiaux..	171
S. Abrassart	
L'ostéosynthèse des fractures des plateaux tibiaux par plaques AO pour petits fragments : indications, technique opératoire et résultats.	177
F.T. Ballmer, H. Sadri, R. Hertel et H.-P. Noetzi	
Fractures des plateaux tibiaux traitées sous contrôle arthroscopique	187
R. Badet et Ph. Neyret	
Système LISS (<i>Less Invasive Stabilization System</i>) appliqué aux fractures proximales du tibia. Indications, technique chirurgicale et résultats préliminaires de l'essai clinique UMC.....	197
P.A. Cole, M. Zlowodzki et P.J. Kregor	
Fixateur externe dans les fractures des plateaux tibiaux.....	213
S. Rigal, G. Dalzotto, B. Bauer, A. Poichotte et M. Dischino	

Place du traitement orthopédique et fonctionnel des fractures des plateaux tibiaux	229
J.-P. Carret, G. Vaz et H. Chavane	

Traitement des séquelles des fractures du plateau tibial	231
D. Saragaglia, Th. Le Bredonchel et Y. Tourné	

Appareil extenseur

Épidémiologie, mécanisme, variétés anatomiques et classification des fractures de la patella	239
S. Nazarian	

Fractures de la patella – Principes techniques, biomécaniques et particularités des ostéosynthèses	247
P. Hoffmeyer	

Techniques et résultats des patellectomies partielles et totales ..	255
J. Ménétrey	

Fractures de la patella – Place du traitement orthopédique et fonctionnel	265
A. Vannineuse et F. Ralaimiaramanana	

Ruptures du tendon quadricipital	273
F. Rémy, F. Gougeon, M.-J. Debroucker et Ch. Fontaine	

Ruptures aiguës du ligament patellaire	279
T. Ait Si Selim, Ph. Neyret et F. Rongieras	

Patella basse après fracture de patella	287
F. Châtain, K. Bouattour, R. Badet, T. Aït Si Selmi et Ph. Neyret	

Problèmes particuliers

Fractures autour du genou chez l'enfant	297
J. Bérard, F. Chotel, R. Parot et J.-M. Durand	

Fractures fémorales et tibiales autour des prothèses du genou ..	317
C. Trojani, J. Tabutin, T. Aït Si Selmi, P. Boileau et P. Neyret	

Cas particulier des genoux flottants	331
J.-C. Bel	

Fractures balistiques du genou (<i>Gunshot Fractures around the Knee</i>)	333
G. F. McCoy (traduit de l'anglais par A. Vannineuse)	
Traitement des fractures du genou par arthroplastie primaire (<i>Immediate use of a prosthesis for the treatment of periarticular knee fractures</i>)	351
E. de Groof (traduit de l'anglais par A. Vannineuse)	
Allogreffe articulaire ostéo-cartilagineuse utilisée en comblement d'une perte de substance traumatique ou d'une ostéonécrose aseptique du condyle fémoral ou du plateau tibial	363
D. Poitout, P. Tropicano, P. Paris et B. Clouet d'Orval	
Lésions ménisco-ligamentaires associées	369
Ch. Trojani, M. Lemaire, N. Jacquot, F. de Peretti et P. Boileau	
Prise en charge des lésions vasculonerveuses	379
E. Masméjean et H. Chavanne	
Pertes de substance cutanée du genou	387
A.-C. Masquelet	
Rééducation des fractures articulaires et extra-articulaires du genou : la prévention de la raideur	399
B. Quélard et O. Rachet	
Traitement chirurgical des raideurs après fracture du genou	407
R. Badet et Ph. Neyret	
Conclusion	
Quelle est la bonne pratique?	421
A. Vannineuse et Ch. Fontaine	

Collection *Approche pratique en orthopédie – traumatologie*
dirigée par Christian Fontaine et Alain Vannineuse

Dans la même collection :

– *Fractures de l'extrémité proximale du fémur*

A. Vannineuse, Ch. Fontaine, Springer-Verlag France, 2000

– *La gonarthrose*

M. Bonnin, P. Chambat, Springer-Verlag France, 2003

– *Pathologie ligamentaire du genou*

Ph. Landreau, P. Christel, Ph. Djian, Springer-Verlag France, 2003

Remerciements

Il est agréable de souligner l'importante et précieuse collaboration des professeurs P. Neyret, D. Saragaglia et M.-H. Fessy ainsi que du docteur R. Badet dans la mise en chantier de ce livre. Qu'ils en soient remerciés tout particulièrement ici.

Avant-propos

A. Vannineuse et Ch. Fontaine

Le genou se caractérise par l'organisation anatomique et fonctionnelle de trois composants réunis par des structures capsulo-ligamentaires complexes. Ces trois compartiments sont à la fois distincts et intimement liés. Que la fracture touche la structure articulaire ou non, toute désorganisation anatomique peut induire des conséquences mécaniques et biomécaniques qui agissent sur le pronostic à court et long termes. Les lésions associées des tissus mous en aggravent encore le devenir fonctionnel. Il est donc important d'assurer la restauration anatomique des composants osseux sans négliger les autres.

Le large éventail des voies d'abord et des implants doit être intégré dans la stratégie du traitement, afin de permettre un choix judicieux et adapté à chaque lésion : il faut rechercher un compromis acceptable entre la stabilité et l'agression tissulaire. La description des différents implants, leurs indications, avantages et inconvénients, la connaissance des complications spécifiques éventuelles, doivent permettre un choix éclectique qui concourt à la qualité du résultat, tant anatomique que fonctionnel.

L'effort de classification n'est pas un simple exercice sémantique. Outre son intérêt scientifique, il s'agit d'un travail d'analyse qui clarifie les options thérapeutiques. Chaque compartiment osseux a ses exigences et ses particularités. Aux niveaux fémoral et tibial, une place est faite aux techniques mini-invasives : leur réalisation exige une parfaite maîtrise des problèmes, car leur mise en œuvre est plus difficile, mais probablement au profit de conséquences tissulaires moindres. Au niveau de la patella, il n'était pas possible d'ignorer les différents composants de l'appareil extenseur. Si, dans le domaine de l'ostéosynthèse, la contribution de l'AO ne fut pas des moindres, d'autres implants méritaient d'être connus et décrits, car susceptibles de rendre de grands services.

La qualité du résultat se fonde sur une stratégie pré- et postopératoire qui intègre l'analyse clinique, l'imagerie, la surveillance et la rééducation. La bonne connaissance des techniques de rééducation et de leurs indications est également indispensable. Mal appliquées, elles peuvent conduire à un échec fonctionnel dont la responsabilité sera d'abord attribuée au chirurgien. Il doit donc asseoir sa collaboration et son rôle de « chef d'orchestre » au sein de l'équipe thérapeutique.

Il doit aussi connaître les complications et les échecs, malheureusement non exceptionnels dans la prise en charge de ces lésions, afin de les dépister et de les traiter à temps par une prise en charge adaptée. Au rang de ces compli-

cations, la raideur, si elle n'est pas spécifique au genou, a des implications fonctionnelles majeures dont le traitement doit être rationnel. Une analyse minutieuse des séquelles anatomiques est nécessaire. Si la prothèse est une solution facile à court terme, elle n'est qu'un élément d'un catalogue, dans une approche sur le long cours. La patella basse est à l'évidence une complication absolument spécifique mais rare. Cette rareté implique qu'elle soit connue pour n'être négligée, ni dans sa prévention, ni dans sa prise en charge.

Enfin, il existe des problèmes particuliers, rares ou fréquents, qui ne pouvaient être omis, dans le souci d'être complet :

- les fractures de l'enfant sont une entité à part qui méritait un chapitre exhaustif ;

- les fractures périprothétiques posent toujours un problème, leur fréquence va en s'accroissant avec l'âge des patients et le nombre de prothèses posées ;

- combien d'entre nous n'ont-ils jamais évoqué le problème de l'usage immédiat de la prothèse du genou dans le traitement de la fracture du vieillard ? À l'image de ce qui se fait à la hanche, cette solution peut sembler élégante afin de réduire l'incidence d'une réintervention que l'on sait inéluctable mais devant laquelle, à froid, on reculera du fait du risque qu'impliquent l'ablation du matériel d'ostéosynthèse et la pose d'une prothèse sur un terrain fortement remanié, chez un patient âgé et souvent polytaré. Nous avons confié à M. de Groof le soin de conduire cette réflexion pour ouvrir le débat, mais on ne pouvait négliger l'alternative exposée par M. Poitout, celle de l'allogreffe ostéocartilagineuse massive ;

- la conduite à tenir devant une plaie du genou par projectile devait également être abordée. Peu fréquente dans nos régions, elle suscite malheureusement une grosse expérience dont certains pays ont le privilège à travers les lésions dites de « punishment ». C'est pourquoi nous avons demandé à M. McCoy de nous en faire part, afin que notre approche, non seulement sauve le membre lésé, mais préserve au mieux un avenir fonctionnel lourdement hypothéqué ;

- dans le même cadre, il faut intégrer le genou flottant, association de fractures, lourde aussi de pronostic fonctionnel ;

- enfin, les lésions ménisco-ligamentaires associées aux fractures constituent toujours un défi, car il faut intégrer les impératifs liés à l'os et ceux qui sont spécifiques à ces lésions, qui contribuent à assombrir le pronostic fonctionnel.

Ainsi, à travers cet ouvrage, fidèles aux principes de l'AO, avons-nous cherché à fournir un outil de travail pratique et indispensable à la prise en charge des traumatismes du genou, en dehors des lésions ménisco-ligamentaires pures, dont les impératifs très spécifiques font l'objet d'un autre volume (1).

1. Landreau P, Christel P, Djian P (2003) Pathologie ligamentaire du genou. Paris, Springer-Verlag.

Analyse critique et stratégie de prescription des différents moyens d'imagerie dans les traumatismes du genou

A. Cotten et Ch. Fontaine

Face à un traumatisme du genou, les circonstances économiques obligent à un choix judicieux entre les différentes techniques d'imagerie : le but est d'obtenir la meilleure efficacité diagnostique et thérapeutique au moindre coût. Il faut tout d'abord rappeler que l'imagerie doit être guidée par une suspicion de diagnostic clinique, et que sa prescription ne saurait s'abstraire de cette étape préalable essentielle. Nous envisagerons dans un premier temps l'apport et les limites de chaque technique d'imagerie dans l'exploration d'un genou traumatique, puis proposerons une stratégie de prescription en imagerie.

Radiographies standard

Elles constituent le premier temps de l'imagerie car elles permettent l'analyse de la corticale et de la trame osseuse à la recherche de fractures, d'impactions ou d'arrachements. Un épanchement intra-articulaire ou une lipo-hémarthrose peuvent également être mis en évidence. Chez le jeune, en raison de la fréquence d'irrégularités épiphysaires physiologiques à cet âge, les radiographies seront comparatives au moindre doute.

Le plus souvent, elles sont suffisantes pour confirmer le diagnostic clinique des fractures déplacées de l'extrémité distale du fémur, de l'extrémité proximale du tibia ou de la patella.

La fréquence des traumatismes *a minima* du genou pose cependant le problème de la réalisation systématique de radiographies. En effet, dans une étude américaine (1) ayant porté sur 1,3 millions de patients, une fracture n'était découverte en radiographie que dans 6 % des cas. Les règles d'Ottawa ont été proposées dans le but d'individualiser les patients fortement suspects de fracture et nécessitant par conséquent la réalisation de radiographies à la phase aiguë : patient de plus de 55 ans, sensibilité de la tête de la fibula, sensibilité patellaire, flexion à 90° impossible, et/ou incapacité à se mettre en charge et à réaliser quatre pas. Dans les autres cas, les radiographies ne seraient pas indiquées à la phase aiguë. Les patients doivent cependant être informés que celles-ci peuvent être nécessaires si les symptômes ne s'amélio-

rent pas en 5 à 7 jours. Stiell *et al.* (2) ont rapporté que l'application de ces règles pouvait réduire le nombre de radiographies de genoux de 28 % sans risque de méconnaître une fracture significative. Dans l'étude de Tigges *et al.* (378 patients) (3), les critères d'Ottawa possédaient une sensibilité de 98 % et une spécificité de 19 %. Une diminution de 17 % des radiographies aurait pu être réalisée en respectant ces règles. L'intérêt et la valeur de ces règles doivent cependant être confirmés en Europe. Dans le contexte actuel de revendication médico-légale des patients, il convient cependant de manier ces règles avec prudence.

Le type et le nombre d'incidences à réaliser restent par contre discutés (4). Pour Cockshott *et al.* (5), les incidences de face et de profil sont suffisantes pour la détection des fractures du genou, les incidences obliques ne devant être réalisées qu'en présence d'anomalies détectées sur les deux incidences précédentes (épanchement intra-articulaire notamment). Gray *et al.* (6) préconisent en revanche la réalisation systématique des quatre incidences, car ils ont rapporté, sur une série de 92 patients présentant un traumatisme aigu du genou, une sensibilité plus importante de détection des fractures avec quatre clichés qu'avec les seuls clichés de face et de profil (85 % *versus* 79 %). Dans leur étude, une fracture patellaire n'était détectée que sur les incidences obliques dans trois cas. Dans un de ces cas, il n'y avait d'ailleurs pas d'épanchement intra-articulaire associé.

Une alternative aux incidences obliques est l'incidence patellaire axiale de Merchant. Certains auteurs la préconisent en cas d'épanchement intra-articulaire ou de sensibilité patellaire. Cependant, dans la série de Gray *et al.* (6), une fracture intercondylienne sans épanchement radiographiquement décelable n'était détectée chez un patient que sur une vue oblique.

Les données de l'interrogatoire et de l'examen clinique semblent ici retrouver toute leur place. En cas d'épanchement intra-articulaire sans fracture décelable sur les clichés standard de face et de profil, l'incidence axiale doit être réalisée si les douleurs siègent sur les bords de la patella ou si le mécanisme est celui d'une luxation de la patella, ou un choc direct sur le bord médial de la patella. Les incidences obliques sont, en revanche, à réaliser si les points douloureux sont situés sur les condyles fémoraux ou les plateaux tibiaux.

Il faut par ailleurs noter que certaines fractures de la patella (transversales ou sagittales) apparaissent peu déplacées sur les incidences de face et de profil ; si le surtout fibreux prépatellaire est intact (extension active du genou encore possible), le traitement non opératoire de ces lésions est indiqué. Avant d'opter pour un tel traitement orthopédique, la réalisation d'une incidence axiale est souhaitable pour vérifier qu'il n'existe pas de marche d'escalier articulaire.

Tomodensitométrie

L'intérêt du scanner se résume à la précision du siège et de l'extension des fractures, notamment articulaires (fractures par enfoncement des plateaux tibiaux, dislocations tibio-fibulaires...) pour la planification opératoire. Il peut

également trouver sa place en cas de fracture de l'extrémité distale du fémur lorsque l'on envisage un vissage percutané sous amplificateur de brillance (fracture unicondylienne) ou un vissage percutané du trait intercondylien et un enclouage centro-médullaire verrouillé du trait supracondylien (fracture sus- et intercondylienne haute en apparence simple), pour vérifier qu'on ne va pas pérenniser un déplacement articulaire inacceptable. La qualité des reconstructions osseuses dans les plans sagittal et coronal obtenues sur les scanners à rotation hélicoïdale explique que les tomographies ne soient plus guère réalisées (fig. 1). L'examen tomodensitométrique montre souvent que la complexité de la fracture est bien supérieure à ce que l'on pouvait déduire des clichés standards de face et de profil. La résolution en contraste des scanners est en revanche insuffisante pour une analyse précise des structures tendino-musculaires, hormis la mise en évidence d'hématomes, qui sont par ailleurs très bien objectivés en échographie.



Fig. 1 – Reconstruction TDM sagittale : fracture de plateau tibial.

Échographie

L'échographie est une technique de réalisation simple, peu coûteuse, mais très opérateur-dépendant. Elle demande en effet un radiologue expérimenté, habitué à ce genre d'exploration, d'autant que ne sont consultables que les quelques clichés pris en des endroits précis choisis par lui durant l'examen. Cette imagerie nécessite également un équipement de qualité comprenant des sondes de haute fréquence et une exploration Doppler.

L'échographie permet une étude satisfaisante de la morphologie et de l'écho-structure des tendons et muscles superficiels (7). Elle présente également l'avantage de pouvoir être comparative avec le côté sain, et permettre une étude dynamique par le biais de contractions musculaires. Ceci peut notamment être utile pour différencier une rupture tendineuse partielle d'une atteinte complète (8). Elle permet enfin la recherche d'hématomes dont elle peut guider la ponction, et l'étude de leur retentissement potentiel sur les structures vasculaires adjacentes grâce à l'écho-Doppler.

Son intérêt dans le bilan de fractures n'est pas évident.

IRM

Les avantages de cette technique sont nombreux : absence d'irradiation, possibilité de coupes dans tous les plans de l'espace, vision globale du genou permettant une étude anatomique remarquable (structures ménisco-ligamentaires, tendons et muscles péri-articulaires, moelle osseuse, plaque épiphysaire chez l'enfant). Ses inconvénients restent le coût élevé de l'examen et la disponibilité encore faible des appareils.

Un apport très intéressant de l'IRM est l'identification de lésions osseuses occultes en radiographie. Non seulement il peut s'agir de fractures de stress ou par insuffisance osseuse, mais également de petites fractures non objectivées sur les clichés standard par manque de tangence aux rayons X (fig. 2, 3). L'IRM, plus spécifique que la scintigraphie, démontre clairement le trait de fracture au sein d'un œdème. Des microfractures trabéculaires se traduisant par des anomalies de signal épiphysaires ou métaphysaires peuvent également être observées. Lorsqu'elles siègent dans l'os sous-chondral, des lésions cartilagineuses seraient observées dans 67 % des cas 6 à 12 mois après l'accident traumatique (9).

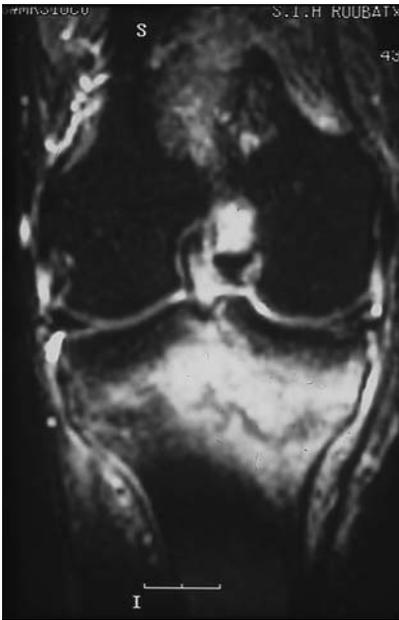


Fig. 2 – Coupe frontale pondérée en T2 : fracture de contrainte de l'extrémité proximale du tibia en hyposignal, entourée d'un œdème hyperintense.

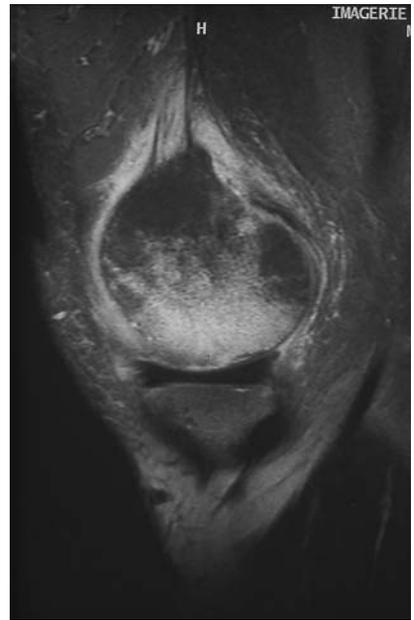


Fig. 3 – Coupe sagittale pondérée en T2 : fracture fémorale sous-chondrale avec important œdème osseux adjacent.

Chez le jeune, l'IRM est extrêmement intéressante pour l'étude de la plaque épiphysaire, permettant aisément la mise en évidence de fractures épiphysaires de diagnostic parfois difficile sur les radiographies standard (10). Elle permet également leur suivi avec notamment la détection précoce des épiphysiodèses (fig. 4).

L'IRM permet également une étude remarquable des muscles et des tendons, notamment de l'appareil extenseur (11, 12). Les contusions et l'étendue exacte des ruptures partielles et complètes sont parfaitement analysées (fig. 5). Un piège classique est cependant l'aspect ondulé du tendon quadricipital et du ligament patellaire (tendon rotulien) lorsque le genou est en hyperextension ou en récurvatum. En raison du phénomène d'angle magique, ces tendons peuvent alors présenter un signal hétérogène. Si l'IRM est probablement supérieure à l'échographie pour l'étude des tendons et muscles postérieurs, notamment des points d'angle, le caractère superficiel de l'appareil extenseur explique que l'échographie soit parfaitement suffisante pour leur analyse. L'IRM pourra en revanche être prescrite en complément lors du bilan préopératoire afin d'analyser plus finement la qualité du tendon restant et le degré de rétraction musculaire.

L'IRM pourrait encore permettre le bilan préopératoire des lésions ligamentaires (ligaments croisés, ligaments collatéraux) associées aux fractures, notamment celles de l'extrémité proximale du tibia, pour permettre une meilleure planification de l'intervention (réparation ligamentaire à conduire en même temps que l'ostéosynthèse), éviter ou limiter le testing ligamentaire en fin d'ostéosynthèse (surtout si elle est fragile).



Fig. 4 – Coupe frontale en densité de protons : épiphysiodèse fémorale et tibiale.



Fig. 5 – Coupe sagittale pondérée en T1 : rupture complète du tendon quadricipital. Notez la rétraction tendineuse.



Fig. 6 – Coupe sagittale pondérée en T1 : fracture déplacée de l’aire intercondyloaire antérieure (surface préspinale). Le ligament croisé antérieur est inséré sur le fragment osseux.

Stratégie de prescription

L’examen clinique, complété par un bilan radiographique simple lorsque c’est nécessaire, est suffisant au diagnostic chez la majorité des patients. La réalisation d’une imagerie de seconde intention ne dépend que de la nécessité diagnostique et thérapeutique propre à chaque patient. Selon la suspicion clinique (fracture, lésion tendino-musculaire ou vasculaire), différents examens complémentaires peuvent être prescrits (tableaux I à III).

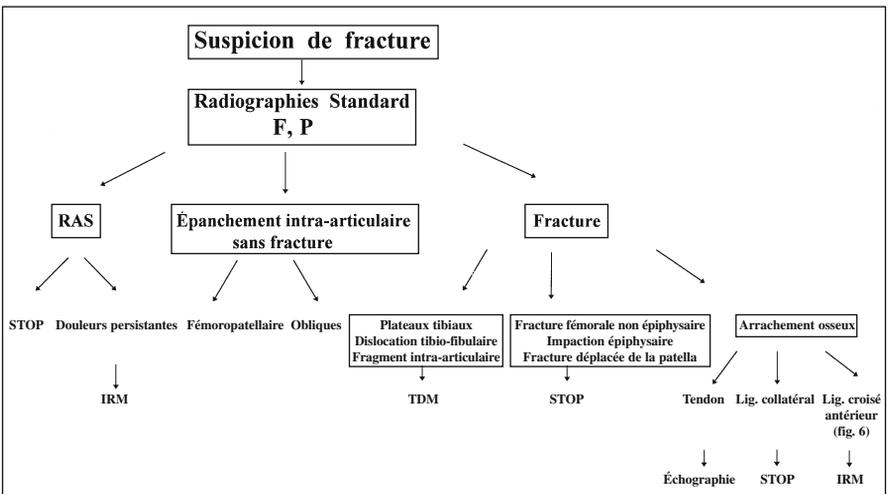


Tableau I

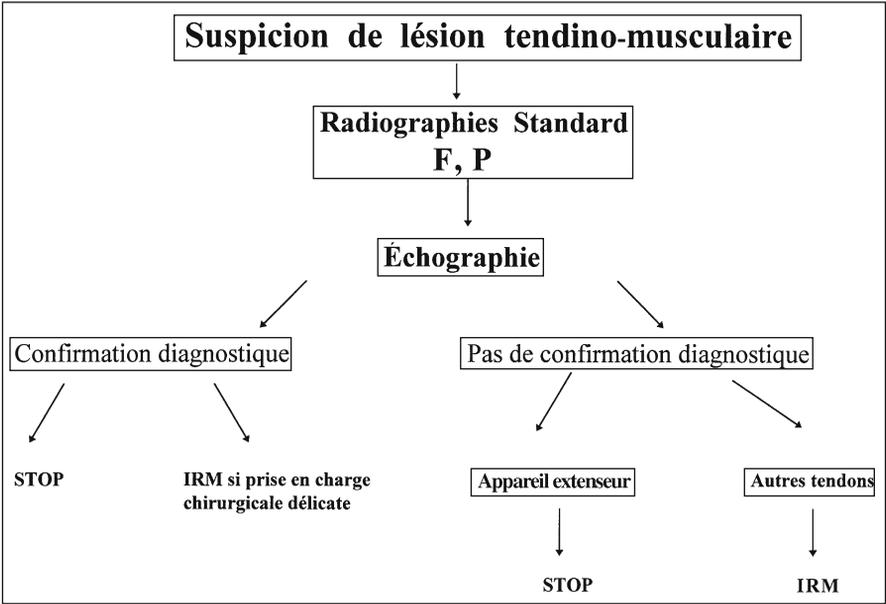


Tableau II

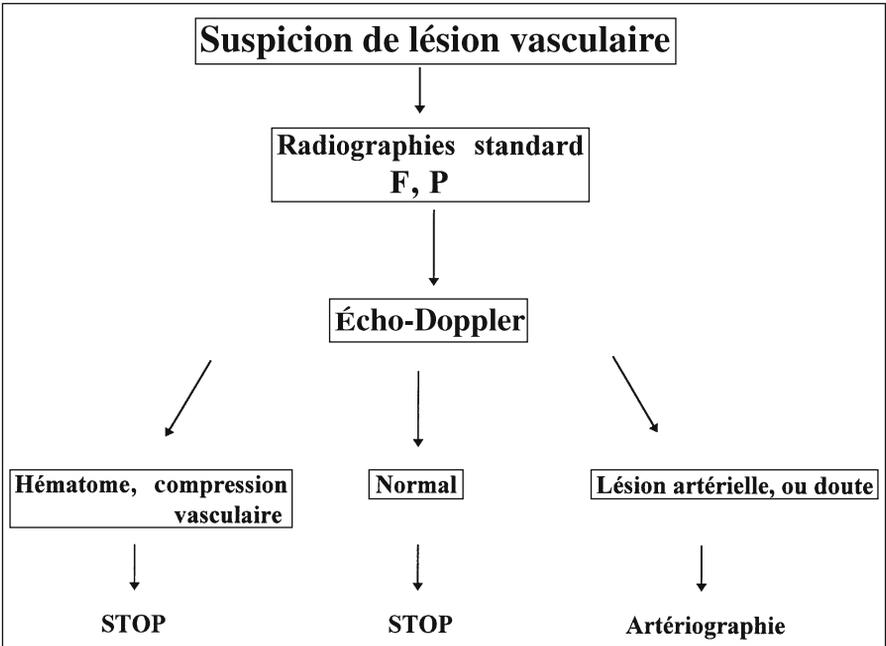


Tableau III

Références

1. National Center for Health Statistics (1994) National hospital ambulatory medical care survey 1992. Hyattsville MD : National Center for Health Statistics.
2. Stiell IG *et al.* (1999) Prospective validation of a decision rule for the use of radiography in acute knee injuries. *JAMA* 275: 611-5
3. Tigges S *et al.* (1999) External validation of the Ottawa knee rules in an urban trauma center in the United States. *AJR* 172: 1069-71
4. Daffner RH, Tabas JH (1987) Trauma oblique radiographs of the knee. *J Bone Joint Surg* 69A: 568-72
5. Cockshott WP *et al.* (1985) Use of radiographic projections of the knee. *Skeletal Radiol* 13: 131-3
6. Gray SD *et al.* (1997) Acute knee trauma: how many plain film views are necessary for the initial examination? *Skeletal Radiol* 26: 298-302
7. Brasseur JL, Tardieu M (1999) Échographie du genou. In: Échographie du système locomoteur, Masson, Paris, p. 163-70
8. Bianchi S *et al.* (1994) Diagnosis of the tear of the quadriceps tendon of the knee: value of sonography. *AJR* 162: 1137-40
9. Vellet AD *et al.* (1991) Occult posttraumatic osteochondral lesions of the knee: prevalence, classification, and short-term sequelae evaluated with MR imaging. *Radiology* 178: 271-6
10. Cotten A, Demondion X, Gougeon F (1998) Imagerie du genou sportif : démarche diagnostique. *Rev Rhum* 65 (7): 131SP-138SP
11. Yu JS *et al.* (1994) MR Imaging of injuries of the extensor mechanism of the knee. *RadioGraphics* 14: 541-51
12. Sonin AH *et al.* (1995) MR Imaging appearance of the extensor mechanism of the knee: functional anatomy and injury patterns. *RadioGraphics* 15: 367-82

PARTIE I
EXTRÉMITÉ DISTALE
DU FÉMUR

Épidémiologie, variétés anatomiques et classification des fractures de l'extrémité distale du fémur

S. Nazarian

Introduction

Les fractures de l'extrémité distale du fémur se définissent comme « toutes les fractures du fémur dont le centre du foyer se projette dans l'aire épiphysométaphysaire distale délimitée par le « carré épiphysaire » de Heim » (fig. 1).

Leur intérêt est lié à leur gravité, qui relève de leur complexité, des difficultés thérapeutiques qui s'y rattachent et de la lourdeur des suites opératoires, et à leur pronostic, entaché d'un pourcentage non négligeable de raideurs et de cals vicieux, ainsi que de quelques pseudarthroses.

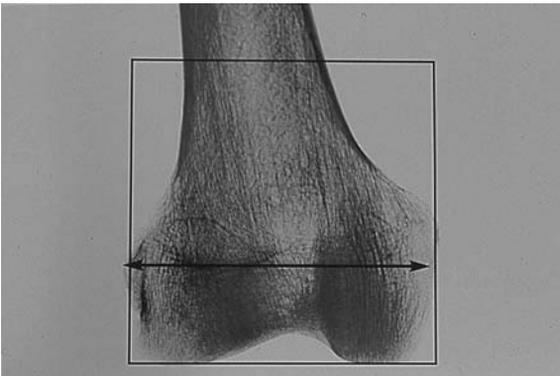


Fig. 1 – Construction et limites du carré épiphysométaphysaire.

Épidémiologie

Fréquence

Sur une statistique portant sur 54 280 fractures, établie par Orozco *et al.* sur le matériel de la Fondation Müller, les fractures distales du fémur représentent 3,5 % de l'ensemble des fractures et 6 % des fractures du fémur.

Âge, sexe, circonstances

Avant l'âge de 30 ans, il s'agit habituellement d'une fracture complexe faisant souvent partie d'un polytraumatisme survenant dans le cadre d'un accident de la voie publique (auto ou moto), chez un sujet de sexe masculin.

Après 65 ans, il s'agit le plus souvent d'une fracture simple survenue chez une femme ostéoporotique, lors d'une chute de sa hauteur survenue à son domicile.

Lésions associées

Les fractures distales du fémur sont ouvertes dans 20 à 40 % des cas. Il s'agit le plus souvent d'une ouverture de dedans en dehors de type Cauchoix I ou II. Les lésions vasculaires ou/et nerveuses sont relativement rares (moins de 10 %). Les atteintes vasculaires sont surtout le fait d'une compression par un hématome ou un fragment osseux. Les atteintes nerveuses sont essentiellement représentées par un étirement du nerf fibulaire commun (sciatique poplité externe).

Des lésions ligamentaires sont présentes dans 20 % des cas. Elles concernent les ligaments croisés ou les ligaments collatéraux, mais restent mal systématisées. Elles passent souvent inaperçues en première analyse.

Des fractures du membre inférieur ipsilatéral sont associées dans 50 % des cas. Elles concernent la patella, la diaphyse ou la métaphyse proximale du tibia, le bassin, la partie proximale du fémur, ou encore la cheville ou le pied. Dans 20 % des cas, les fractures distales du fémur surviennent dans le cadre d'un polytraumatisme.

Variétés anatomiques

Les fractures distales du fémur sont classiquement subdivisées en :

- supracondylières : ce sont des fractures extra-articulaires de la métaphyse distale ; elles peuvent être simples, à troisième fragment ou complexes ;
- unicondylières : ce sont des fractures articulaires qui ne concernent qu'un seul condyle ; elles peuvent être médiales, latérales ou postérieures ;
- bicondylières : ce sont des fractures articulaires qui détachent les deux condyles du bloc métaphyso-diaphysaire ; elles peuvent être simples, à comminution métaphysaire ou/et à comminution articulaire.

Classifications autres que celle de l'AO

L'identification et la classification d'une lésion osseuse sont les deux démarches fondamentales qui conditionnent l'adéquation et la qualité de sa prise en charge thérapeutique. Elles découlent d'un bilan diagnostique dans lequel l'imagerie tient la place essentielle. La classification d'une lésion permet d'éva-

luer sa gravité et son pronostic et d'en choisir le traitement le plus adapté. De nombreuses classifications ont été proposées en fonction du siège et de la nature du trait.

Classification de la table ronde de la SOFCOT

La classification retenue pour la table ronde de la SOFCOT en 1988 (fig. 2) (1, 2) comporte sept variétés.

Type I : fractures supracondylaires simples.

Type II : fractures supracondylaires comminutives, mais conservant une console de stabilité.

Type III : fractures supracondylaires complexes sans console de stabilité.

Type IV : fractures sus- et intercondylaires simples.

Type V : fractures sus- et intercondylaires à trait intercondylien simple, et à trait métaphysaire comminutif.

Type VI : fractures sus- et intercondylaires à comminution métaphysaire et épiphysaire.

Type VII : fracas diaphyso-métaphyso-épiphysaires.

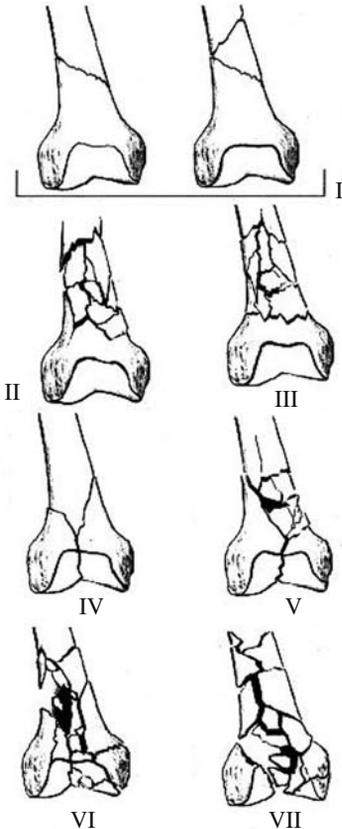


Fig. 2 – Classification de la table ronde de la SOFCOT. *Type I*, fractures supracondylaires simples; *Type II*, fractures supracondylaires comminutives mais conservant une console de stabilité; *Type III*, fractures supracondylaires complexes sans console de stabilité; *Type IV*, fractures sus- et intercondylaires simples; *Type V*, fractures sus- et intercondylaires, à trait intercondylien simple et à trait métaphysaire comminutif; *Type VI*, fractures sus- et intercondylaires à comminution métaphysaire et épiphysaire; *Type VII*, fracas diaphyso-métaphyso-épiphysaires.

Classification de la table ronde de la SO.T.EST.

La classification retenue pour la table ronde de la SO.T.EST. (3) individualise, au sein de deux grands groupes (supracondyliques et sus- et intercondyliques), trois sous-groupes selon la complexité du trait.

Classification de Chiron

La classification de Chiron (4) individualise, au sein de trois grands groupes (fractures simples, à comminution métaphysaire, à comminution épiphysaire), de nombreux sous-groupes selon le siège et la gravité du trait, tout en individualisant au sein des fractures à comminution épiphysaire, des traits condyliques médiaux et latéraux.

En pratique, ces classifications sont de très bonnes études analytiques, mais :

- aucune n'appartient à un système global ;
- la gradation lésionnelle ne transparait pas le plus souvent ;
- aucune n'est interactive ;
- il s'agit de catalogues plutôt que de véritables outils diagnostiques.

Système de classification des fractures de Müller, adopté par l'AO (5)

Sa spécificité essentielle réside dans le fait qu'elle s'associe à une démarche diagnostique originale fondée sur l'analyse de l'imagerie lésionnelle au travers d'une série de questions à réponse binaire, dont la mise en jeu à la fois ludique et efficace en font un outil de travail très convivial. Dans le cadre actuel des démarches d'évaluation de la qualité des soins, cette classification se présente comme une base fondamentale indispensable aux études comparatives.

Cette classification obéit à deux principes, un principe structurel et un principe opérationnel.

Principe structurel

Il se traduit par une structure en triades hiérarchisées. Toutes les fractures de chaque segment osseux sont d'abord divisées en *trois types* (A, B, C), chaque type étant lui-même subdivisé en *trois groupes* (A1, A2 et A3; B1, B2 et B3; C1, C2 et C3); et chaque groupe en *trois sous-groupes* (.1, .2, .3) et d'éventuelles *qualifications*.

Les types et les groupes sont classés dans un ordre croissant de gravité. Le terme de « *gravité* » recouvre les difficultés présumées, les complications probables liées au traitement et au pronostic, selon la complexité morphologique de la fracture. Les couleurs conventionnelles inspirées des feux de signalisation (vert, orange et rouge), indiquent la progression dans la gravité.

L'identification des sous-groupes et des qualifications requiert parfois des investigations complémentaires d'imagerie ; elle n'est quelquefois possible qu'à ciel ouvert, lorsque des détails plus fins ont été identifiés.

Principe opérationnel

Il se traduit par une démarche permettant de déterminer un des trois types, groupes et sous-groupes, par un système de questions spécifiques dont chacune n'a que deux possibilités préétablies de réponse.

Que recherche-t-on par cette démarche ? Le *diagnostic*, qui peut s'établir à plusieurs niveaux. *L'essentiel* est obtenu avec la *localisation* et le *type*. Une notion *importante* pour le traitement et le pronostic est apportée avec le *groupe*. Des données intéressantes pour la recherche sont fournies par le *sous-groupe* et ses *variétés*.

Comment le recherche-t-on ? Par un *système de questions simples, binaires et successives*, qui permettent de progresser dans le système des triades pour aboutir au diagnostic en trois à six coups.

Classification des fractures de l'extrémité distale du fémur selon le système des triades

33. Fémur Distal (Types et Groupes) (fig. 3)

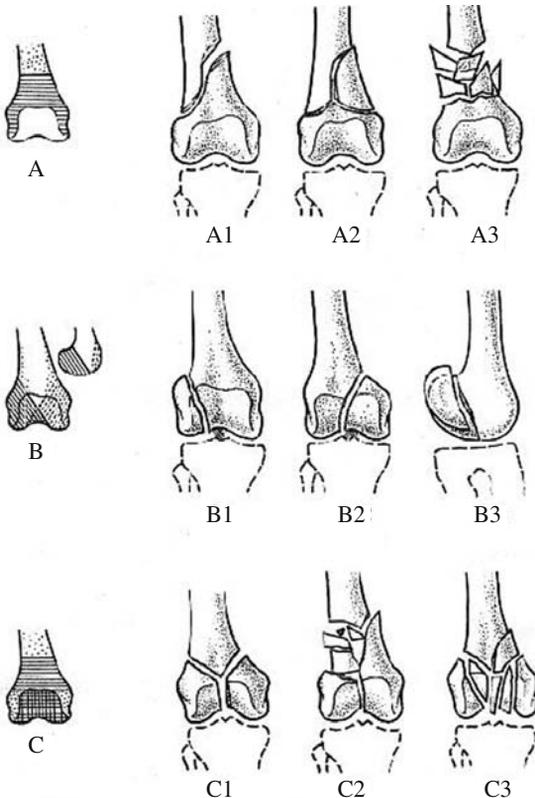
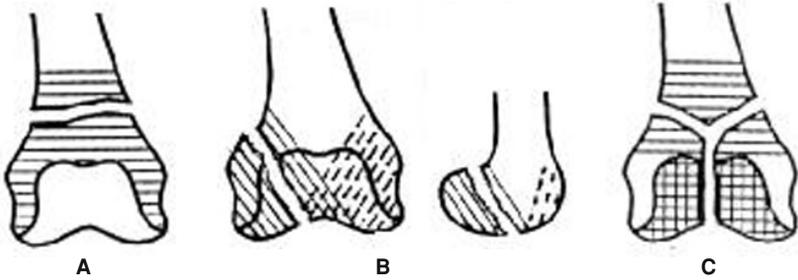


Fig. 3 - Classification de Müller reprise par l'AO. Les types et les groupes. *Type A*, Fracture extra-articulaire; *A1*, simple; *A2*, métaphysaire à coin; *A3*, métaphysaire complexe. *Type B*, Fracture articulaire partielle; *B1*, sagittale latérale; *B2*, sagittale médiale; *B3*, frontale. *Type C*, Fracture articulaire complète; *C1*, articulaire simple, métaphysaire simple; *C2*, articulaire simple, métaphysaire plurifragmentaire; *C3*, plurifragmentaire.

Essence : Les fractures du segment distal sont divisées en trois types :
 A, extra-articulaire ; B, articulaire partielle ; C, articulaire complète.



Fracture extra-articulaire

ou

articulaire

Fr. articulaire partielle

ou

Fr. articulaire complète

Les fractures extra-articulaires (ou supracondylières) distales du fémur sont divisées en trois groupes de gravité croissante selon le degré de fragmentation

simple ou plurifragmentaire

- ①
- ② à coin
- ③ complexe

- A 1
Fr. extra-articulaire simple
- A 2
Fr. extra-articulaire métaphysaire à coin
- A 3
Fr. extra-articulaire métaphysaire complexe

Les fractures articulaires partielles distales du fémur sont classifiées selon le plan de la fracture et la direction du trait

sagittale ou frontale

- ① latérale
- ② médiale
- ③

- B 1
Fr. articulaire partielle, sagittale latérale (unicondylo-latérale)
- B 2
Fr. articulaire partielle, sagittale médiale (unicondylo-médiale)
- B 3
Fr. articulaire partielle frontale

Les fractures articulaires complètes distales du fémur sont classifiées selon le modèle des composants articulaires et métaphysaires

articulaire simple ou articulaire plurifragmentaire

- ① ↓ métaphysaire simple
- ② ↓ plurifragmentaire
- ③

- C 1
Fr. articulaire complète, articulaire simple, métaphysaire simple
- C 2
Fr. articulaire complète, articulaire simple et métaphysaire plurifragmentaire
- C 3
Fr. articulaire complète, plurifragmentaire.

Définitions

Fracture extra-articulaire : les fractures extra-articulaires (ou supracondylaires) ne concernent pas la surface articulaire bien qu'elles puissent être intracapsulaires.

simple : comporte également l'arrachement apophysaire d'un épicondyle.

métaphysaire à coin : le coin peut être intact ou lui-même fragmenté.

métaphysaire complexe : fracture sans contact entre les fragments principaux après réduction.

Fracture articulaire partielle : elle ne concerne qu'une partie de la surface articulaire, tandis que le reste de cette surface reste attaché à la diaphyse.

sagittale latérale (unicondylaire) : le trait de fracture se dirige obliquement en haut et en dehors et détache le condyle latéral.

sagittale médiale (unicondylaire) : le trait de fracture se dirige obliquement en haut et en dedans et détache le condyle médial.

frontale : le trait de fracture se situe principalement dans le plan frontal et sépare une portion de la surface articulaire du reste de l'articulation.

Fracture articulaire complète : la surface articulaire est fracturée et chacun des fragments articulaires se trouve séparé de la diaphyse.

articulaire simple, métaphysaire simple : solution de continuité simple de la surface articulaire et de la métaphyse.

articulaire simple, métaphysaire plurifragmentaire : solution de continuité simple de la surface articulaire et plurifragmentaire de la métaphyse.

articulaire plurifragmentaire : solution de continuité plurifragmentaire de la surface articulaire, quel que soit l'état de la métaphyse.

33. Fémur Distal (sous-groupes et leurs qualifications) (fig. 4)

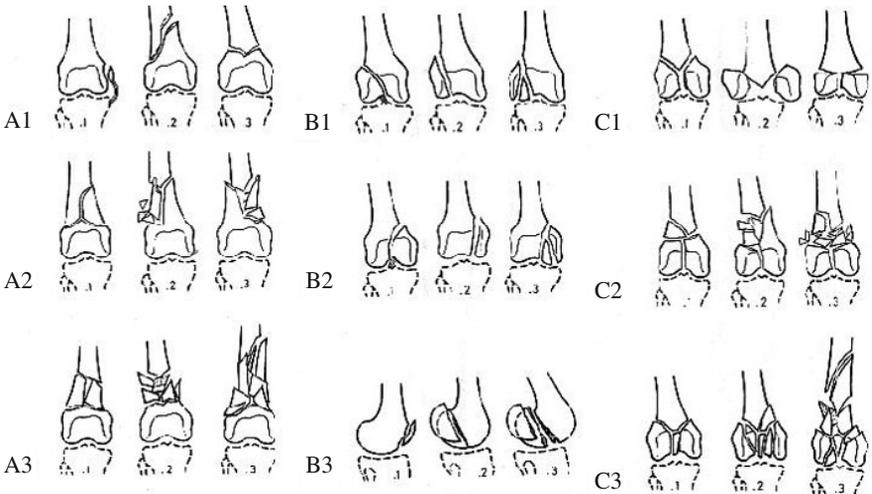
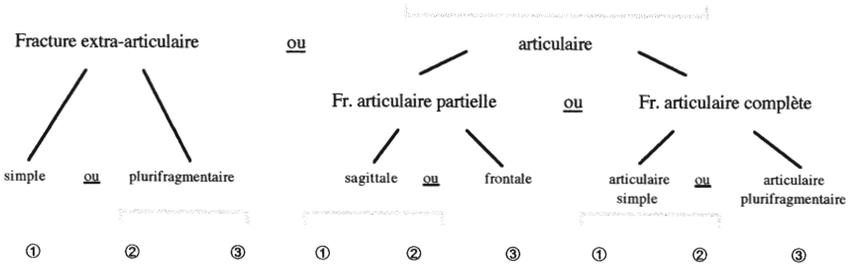
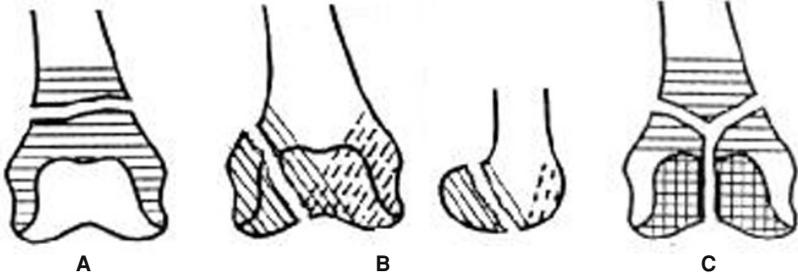


Fig. 4 – Classification de Müller reprise par l'AO. Les groupes et leurs sous-groupes.

Essence : Les fractures du segment distal sont divisées en trois types :
 A, extra-articulaire ; B, articulaire partielle ; C, articulaire complète.



A	B	C
A 1 Fr. extra-articulaire, simple .1 arrachement apophysaire + Q .2 métaphysaire oblique ou spiroïde .3 métaphysaire transversale	B 1 Fr. articulaire partielle, sagittale latérale (unicondylo-latérale) .1 simple, passant par l'incisure .2 simple, passant à travers la surface portante .3 plurifragmentaire	C 1 Fr. articulaire totale, articulaire simple et métaphysaire simple .1 en T ou en Y, peu déplacée .2 en T ou en Y, très déplacée .3 en T épiphysaire
A 2 Fr. extra-articulaire, métaphysaire à coin .1 intact + Q .2 fragmenté, latéral .3 fragmenté, médial	B 2 Fr. articulaire partielle, sagittale médiale (unicondylo-médiale) .1 simple, passant par l'incisure .2 simple, passant à travers la surface portante .3 plurifragmentaire	C 2 Fr. articulaire complète, articulaire simple et métaphysaire plurifragmentaire .1 à coin intact + Q .2 à coin fragmenté + Q .3 complexe
A 3 Fr. extra-articulaire, métaphysaire complexe .1 à segment intermédiaire refendu .2 irrégulière, limitée à la métaphyse .3 irrégulière, étendue à la diaphyse	B 3 Fracture articulaire partielle, frontale .1 antéro-latérale, ostéochondrale .2 unicondylo-postérieure (Hoffa) + Q .3 bicondylo-postérieure	C 3 Fr. articulaire complète et articulaire plurifragmentaire .1 métaphysaire simple .2 métaphysaire plurifragmentaire .3 métaphyso-diaphysaire plurifragmentaire

Qualification Q

A 1.1 :
 arrachement de l'épicondyle latéral
 arrachement de l'épicondyle médial
A 2.1 :
 latéral
 médial
 diaphyso-métaphysaire distal

B 3.2 :
 latéral
 médial
 à traits transversal et oblique

C 2.1/C 2.2 :
 latéral
 médial

Qualifications générales : 7) perte de substance osseuse 8) amputation partielle 9) amputation

Démarche diagnostique et classification (fig. 5)



Fig. 5 – Exemple radiologique destiné à illustrer la démarche.

Détermination du type

S'agit-il d'une fracture
extra-articulaire ?

Non

A

ou articulaire ?

OUI

B ou C

S'agit-il d'une fracture
articulaire partielle ?

Non

B

ou articulaire totale ?

OUI

C

Détermination du groupe

S'agit-il d'une fracture
articulaire simple ?

OUI

C 1 ? ou C 2 ?

ou articulaire plurifragmentaire ?

Non

C3

La composante métaphysaire est-elle
simple ?

Non

C1

ou plurifragmentaire ?

OUI

C 2

Conclusion

Le système de classification des fractures proposé par Müller et adopté par l'AO est un système de classification intégrale de toutes les fractures, hiérarchisé selon la gravité de la lésion osseuse et directement lié au pronostic et aux possibilités thérapeutiques actuelles.

Le système ternaire, choisi pour son organigramme, obéit à une logique anatomique et lésionnelle qui facilite considérablement sa compréhension, son apprentissage et son enseignement, d'où son grand intérêt pédagogique.

L'indice alphanumérique affecté à chaque lésion est un code informatique nécessaire au traitement des données. Il ne remplace en aucune façon la nomenclature traditionnelle des fractures. Mais, la diversité des nomenclatures traditionnelles justifie l'utilisation d'un tel code, véritable langage commun universel facilitant les échanges scientifiques internationaux.

Le système de classification proposé ici n'est pas un simple catalogue des lésions osseuses, mais un système interactif d'identification lésionnelle et de décision thérapeutique adaptée.

Références

1. Ascensio G (1989) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Table ronde SOFCOT. Rev Chir Orthop 75 (suppl 1): 168-183
2. Ascensio G, Bertin R, Megy B (1995) Fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Éditions Techniques, Encycl Méd Chir (Paris-France) Appareil locomoteur. 14-080-A-10, 12 p
3. SOTEST. 15^e réunion (1985) Table ronde consacrée aux fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Ann Orthop Trauma Est 8: 55-56
4. Chiron P, Utheza G (1989) La vis-plaque condylienne. Rev Chir Orthop 75 (suppl 1): 47
5. Müller ME, Nazarian S, Koch P (1987) Classification AO des fractures. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York

Fractures de l'extrémité distale du fémur.

Techniques opératoires à foyer ouvert

M.-H. Fessy, L. Béguin et F. Chalençon

Les fractures de l'extrémité distale du fémur sont rares (10 % des fractures du fémur) mais graves, car il s'agit d'une lésion articulaire sur un membre portant. De ce fait, elles nécessitent une réduction anatomique de l'articulation et la restauration des axes du membre inférieur. Elles nécessitent par ailleurs une fixation solide pour permettre une mobilisation précoce et ainsi prévenir la raideur articulaire. Elles sont enfin exposées au risque de non-consolidation, du fait de la vascularisation précaire de la région. Cette fracture met en jeu non seulement le pronostic fonctionnel chez l'adulte jeune, mais aussi le pronostic vital chez le sujet plus âgé.

En pratique, il faut distinguer deux entités anatomopathologiques qui nécessitent une prise en charge différente :

- les fractures sus- et intercondyliennes (type A et type C de la classification AO),
- les fractures unicondyliennes (type B).

Nous excluons de cet exposé les fractures de l'enfant qui posent des problèmes spécifiques liés aux cartilages de conjugaison de l'extrémité distale du fémur. Ces aspects sont traités dans un autre chapitre de cet ouvrage.

Fractures sus- et intercondyliennes (type A et type C)

Implants

Il existe trois grands groupes de matériel d'ostéosynthèse.

Lame-plaque AO à 95°

C'est une plaque prémoulée monobloc qui assure la stabilité de l'épiphyse distale par une lame quadrangulaire rigide introduite et fixée dans le massif des condyles ; la plaque se fixe sur la diaphyse par des vis bicorticales. La lame-plaque de l'AO est une lame-plaque à 95°, son introduction se fait à l'aide d'un couteau introduit parallèlement à la surface portante des condyles et perpendiculairement à l'axe de la diaphyse fémorale. La lame est introduite un centimètre au-dessus de l'interligne articulaire à travers les condyles. Parce que

la diaphyse du fémur va en s'évasant, lorsque le plan du genou et la lame sont parallèles, la plaque est dessinée pour s'adapter automatiquement à la diaphyse fémorale et autorise donc, en principe, la réduction sur la plaque. La lame doit être introduite parallèlement à la surface articulaire distale du fémur. L'angle entre l'axe anatomique du fémur et le genou mesure en moyenne 81° sur le condyle latéral et 99° sur le condyle médial ; l'angle de la plaque est de 95° ; lorsque l'on tend la plaque, cet angle de 95° tend à s'ouvrir jusqu'à 100° permettant ainsi de retrouver l'angle physiologique de 99° entre l'axe anatomique du fémur et le plan articulaire du genou. Son caractère monobloc lui confère une très grande stabilité au montage. En revanche, l'impaction de la lame dans une épiphyse souvent fracturée peut être dangereuse et pourrait entraîner un démontage de la reconstruction épiphysaire. Le caractère monobloc de cette lame-plaque impose enfin d'avoir en stock un nombre important de modèles (longueur de la lame, longueur de la plaque).

Vis-plaques de Judet, de Letournel et de Chiron

Elles ont subi de multiples évolutions.

La *vis-plaque de Judet* est une plaque conçue initialement pour l'ostéosynthèse de l'extrémité proximale du fémur ; elle peut être utilisée pour les fractures condyliennes de l'extrémité distale du fémur à condition de mettre une plaque D à gauche et une plaque G à droite. Cette plaque, peu coudée à son extrémité distale, épouse mal le relief du condyle latéral. Elle présente un renforcement à son extrémité distale sous forme d'une palette et trois trous coniques pour mettre en place des vis de 7,4 mm de diamètre dont la longueur va de 60 à 110 mm. Ces trois vis assurent un montage en triangulation qui confère une grande solidité au montage grâce à une prise excellente dans les condyles. Les deux vis distales sont parallèles et orientées à 105° par rapport à l'axe de la plaque. Elles peuvent être mises parallèlement à l'interligne articulaire. La troisième vis de 7,4 mm, plus proximale, est antéversée par rapport aux deux autres et les croise par devant. La plaque comprend 4 à 21 trous ; elle est cintrée pour s'adapter à la courbure fémorale sagittale. Le modèle original présente, à la partie supérieure, une encoche entre les deux derniers trous permettant de réaliser la compression du foyer à l'aide d'un davier spécial.

La *plaque de Letournel* fut quelque peu modifiée par rapport à la plaque de Judet afin d'avoir un caractère plus anatomique sur l'épiphyse fémorale distale. Elle présente notamment une convexité dans sa partie distale pour épouser parfaitement la forme du condyle latéral. La palette est galbée pour s'adapter à l'encoche métaphysaire entre la diaphyse et le condyle latéral et est orientée de 10° vers l'arrière. Les deux vis distales sont positionnées à 105° par rapport à l'axe de la plaque, parallèlement à l'interligne articulaire mais orientées de 10° en avant : il existe donc 20° entre elles et la vis de la palette. Celle-ci forme un angle de 135° par rapport à la plaque et croise les deux vis distales en arrière.

Dans la *plaque de Chiron*, la partie distale conserve son caractère anatomique pour s'appliquer sur la face latérale du condyle latéral. L'extrémité distale

de la plaque a perdu sa palette. Les vis distales sont orientées à 92° par rapport à l'axe de la plaque et sont positionnées parallèlement à l'interligne. L'absence de recul des vis est assurée par un système de tronc de cône des vis sur la plaque. Les vis épiphysaires distales sont rétroversées alors que la vis proximale, orientée toujours à 135° , croise les deux vis distales par devant. La partie proximale de la plaque conserve son caractère anatomique pour reproduire la courbure sagittale du fémur. Les vis de 7,4 mm de diamètre sont disponibles de 55 à 120 mm de longueur. Les plaques droites et gauches sont disponibles de 7 à 21 trous. Il existe enfin des vis épiphysaires à compression stable avec une partie filetée de 35 mm ; ces vis sont disponibles en longueur de 75 à 90 mm.

Système AO Dynamic Condylar Screw (DCS)

Il reprend le principe de la DHS à la hanche. La prise épiphysaire est assurée par une vis unique dont le filetage volumineux assure la compression. La vis fait un angle de 95° par rapport à la plaque et doit être parallèle à l'interligne articulaire. La mise en place de la vis impose le recours à l'amplificateur de brillance.

Installation

L'utilisation du garrot n'est possible que pour les fractures très distales. Dès l'anesthésie réalisée, le premier temps consiste en un bilan radiographique en traction de face et de profil pour préciser l'analyse du foyer de fracture et classer la lésion. Ce bilan radiographique va conditionner le choix du matériel et celui de l'installation qui peut se faire sur table ordinaire ou orthopédique. Nous préférons la table ordinaire et l'installation en décubitus dorsal : la jambe opérée pend en bout de table afin de pouvoir manipuler le genou en flexion-extension et obtenir une réduction plus facile. Le décubitus latéral sur table ordinaire permet également les mouvements de flexion-extension ; toutefois cette traction dans l'axe du membre entraîne souvent un recurvatum du fragment distal du fémur par la mise en tension du muscle gastrocnémien et favorise le valgus du foyer de fracture. Quelle que soit l'installation retenue, la crête iliaque doit être incluse dans le champ stérile. Il faut également pouvoir réaliser les radiographies et contrôles en scopie. Il s'agit d'une opération toujours hémorragique, et dans la mesure du possible, il faut privilégier les méthodes de récupération sanguine.

Voies d'abord

Plusieurs voies d'abord peuvent être utilisées, mais pour nous, la voie de choix est latérale. Dès lors qu'une fracture articulaire est suspectée, l'arthrotomie est pour nous systématique, c'est la seule façon de faire un bilan articulaire précis. On peut discuter d'une éventuelle voie médiale associée, voire une voie antérieure médiane en relevant la tubérosité du tibia.

Voie latérale

Il s'agit de la voie habituelle. L'incision se fait sur une ligne tendue entre le bord postérieur du grand trochanter et la tubérosité du tibia. Le fascia lata est incisé de haut en bas de la cicatrice jusqu'à son insertion distale. Le muscle vaste latéral est libéré de haut en bas du septum intermusculaire latéral et récliné en avant. Un écarteur contre-coudé est placé sous le vaste, sur le fémur sain et au-dessus de la fracture. Les rameaux perforants de l'artère profonde de la cuisse sont liés de proche en proche. L'os est exposé de manière sous-périostée. En bas, l'arthrotomie est réalisée par abord parapatellaire latéral.

Voie médiale

La peau puis le fascia sont incisés en avant du muscle sartorius. Le muscle vaste médial est décollé du septum intermusculaire médial et relevé en avant, l'artère descendante du genou (grande anastomotique) est liée. Un écarteur contre-coudé expose alors la partie distale de la diaphyse. Cette voie peut être prolongée en bas pour réaliser une arthrotomie médiale. Le danger n'est pas représenté par les vaisseaux fémoraux qui ont déjà pénétré dans la fosse poplitée à la face postérieure du genou, au niveau de l'anneau du grand adducteur, mais celui de la ligature de l'artère descendante du genou. Cette artère irrigue la peau de la face antérieure du genou, mais surtout le condyle médial.

Voie médiane

Cette voie médiane antérieure permet de relever en bloc la tubérosité du tibia et l'appareil extenseur. Elle met en évidence l'ensemble de l'articulation, la métaphyse et la partie basse de la diaphyse fémorale. Elle est une voie utilisée de façon exceptionnelle dans ce type de chirurgie et pose le problème de la fixation de la tubérosité du tibia et ceux inhérents de la mobilisation précoce du genou.

Bilan lésionnel

L'arthrotomie doit permettre le bilan lésionnel de la fracture intercondylienne, de la patella et de la trochlée car, dans les syndromes du tableau de bord, des lésions cartilagineuses peuvent y être rencontrées. Il faut rechercher les fractures ostéochondrales et explorer à titre systématique le pivot central et les ménisques.

Réduction*Réduction épiphysaire*

Elle se fait genou en flexion. La fracture articulaire impose une réduction aussi parfaite que possible. Les repères de réduction sont représentés bien sûr par les surfaces articulaires elles-mêmes, mais aussi par la courbure de l'incisure intercondyalaire (échancrure intercondylienne). Le foyer réduit doit être sta-

bilisé par des broches temporaires, puis par un vissage en compression des fragments à l'aide de vis à os spongieux à filetage partiel.

Réduction métaphyso-diaphysaire

Elle se fait sur la plaque, genou en extension, car cette position permet de détendre l'appareil extenseur et facilite la réduction. Le premier temps consiste à poser le matériel d'ostéosynthèse sur l'épiphyse réduite et fixée. Quel que soit le matériel choisi, l'implant épiphysaire (lame de la lame-plaque, vis spongieuse de la DCS, vis distale de la plaque de Chiron) doit toujours être parallèle à l'interligne articulaire. Ce temps est fondamental pour espérer restaurer les axes. La radiographie peropératoire permet d'assurer une bonne position épiphysaire du matériel. Le point d'entrée condylien et l'orientation du matériel est spécifique à chaque implant et doivent être scrupuleusement respectés.

Le matériel ayant une prise épiphysaire dans le massif des condyles, la fracture est, selon l'expression, « réduite sur la plaque ». Une fois la longueur restaurée, la plaque est fixée sur la diaphyse saine par un davier, puis les défauts d'axe (notamment en rotation) sont corrigés par appréciation clinique, genou fléchi. Une éventuelle bascule postérieure des condyles est réduite par un davier appuyé entre la face postérieure des condyles et la face antérieure de la plaque. La longueur de la plaque doit permettre de poser quatre vis bicorticales au-dessus du foyer de fracture, voire six, en cas de grande perte de substance.

Si exceptionnellement il s'agit d'une fracture simple, la réduction est faite selon les principes habituels de l'ostéosynthèse et stabilisée par une plaque de neutralisation de Chiron, DCS ou lame-plaque.

Problème de la greffe

La pseudarthrose reste une complication habituelle des fractures complexes de l'extrémité distale du fémur et peut atteindre un taux de 14 %. Elle est favorisée par la comminution, la fréquente ouverture cutanée et la vascularisation précaire de cette partie du fémur. Ce risque élevé de complications peut faire discuter la nécessité d'une greffe cortico-spongieuse systématique. Elle doit être envisagée devant chaque cas particulier en cas de perte de substance, car elle permet de tout régler en un temps.

Suites

Habituellement, l'appui ne sera pas repris avant la consolidation (trois mois) mais insistons surtout sur la nécessité d'une mobilisation précoce du genou. Elle est entamée le jour même de l'intervention sur arthromoteur ou par rééducation manuelle, et facilitée par les nouvelles méthodes d'analgésie postopératoire. Il faut insister aussi sur le réveil musculaire.

Fractures unicondyliennes (type B)

Implants

L'ostéosynthèse des fractures unicondyliennes fait appel au principe du vissage en compression selon la technique de l'AO, de préférence à l'aide de vis à os spongieux à filetage partiel. Les vis canulées peuvent être utilisées dans ces indications.

Installation

Le patient est toujours installé sur table ordinaire, en décubitus dorsal, genou en bout de table de façon à pouvoir le porter en flexion ou extension. L'usage du garrot pneumatique est possible.

Abord

Pour les fractures unicondyliennes du genou, on choisira une voie d'abord en regard du condyle lésé, respectivement antéro-latérale ou antéro-médiale.

Pour les fractures de Hoffa, la voie postéro-latérale, parfois préconisée, nécessite une libération capsulaire postérieure et expose à la nécrose du fragment osseux. Elle ne permet pas de faire un bilan intra-articulaire précis (ménisques, ligaments croisés, patella). Elle oblige à travailler sur un genou en extension, ce qui ne facilite pas la réduction. Si la voie antérieure est insuffisante, il faut discuter une voie rétroligamentaire associée pour permettre une parfaite réduction.

Réduction

Elle se fait toujours sur un genou fléchi à 90°, voire plus, et doit être parfaite car il s'agit d'une fracture articulaire. Un enfoncement ostéochondral devra être relevé. La réduction d'une fracture de Hoffa est parfois facilitée par un crochet de Lambotte introduit dans l'incisure intercondyloire pour ramener le condyle en avant.

Ostéosynthèse

La technique du vissage en rappel permet d'assurer la fixation de la réduction épiphysaire. Les vis doivent être perpendiculaires au foyer de fracture. Il faut tout faire pour éviter l'introduction des vis par la surface cartilagineuse. Dans les fractures de Trelat (types B1 et B2 de la classification de l'AO), le point d'introduction des vis se situe à la périphérie de la trochlée. Pour les fractures de Hoffa (type B3 de la classification de l'AO), le point d'introduction idéal se trouve en pleine joue trochléenne; il faut essayer de rester en périphérie du cartilage. En cas d'introduction en pleine trochlée, la tête de vis doit être enfouie dans l'épaisseur du cartilage; il faut alors préconiser son ablation dès la guérison acquise.

Fermeture

Après lavage, l'arthrotomie est fermée sur un drain de Redon intra-articulaire.

Suites

L'appui n'est pas autorisé pendant trois mois. La mobilisation du genou est commencée dès le soir de l'intervention.

Bibliographie

- Asencio G (1989) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Table ronde de la SOFCOT. Rev Chir Orthop 75 (suppl. 1) 168-83
- Blanchard JP, Samuel P (1984) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Éditions techniques, Encycl Med Chir (Paris, France) – Techniques chirurgicales, orthopédie-traumatologie, 44 800, 4.6.04, 10 p
- Chiron P, Utheza G (1990) Fractures de l'extrémité inférieure du fémur : un matériel spécifique, la vis plaque condylienne. Encycl Méd Chir 10-1990, 1^{re} éd. 1-44 800
- Chiron P, Utheza G (1989) La vis-plaque condylienne. Rev Chir Orthop 75 (suppl. 1) 188
- Honnart F, Jouan JP (1971) La vis-plaque dans le traitement des fractures de l'extrémité inférieure du fémur. À propos de 105 cas. Actualités de Chirurgie orthopédique (Hôpital Raymond Poincaré) sous la direction de Judet R. Masson, Paris, Tome XII, 52-7
- Letournel E (1979) Ostéosynthèse par vis-plaque de Judet. Journées lyonnaises d'orthopédie, 6-8 décembre
- Muller ME, Nazarian S, Koch P (1987) Classification AO des fractures des os longs. Springer Verlag, Paris, Berlin, Heidelberg
- Schatzker J *et al.* (1989) Dynamic condylar screw : a new device. A preliminary report. J Orthop Trauma 3: 124-32
- Schewing DJ, Meggitt BF (1992) Fracture of the distal femur treated with the AO dynamic condylar screw. J Bone Joint Surg 74B: 122-5
- SOTEST, 15^e réunion (1985) Table ronde consacrée aux fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Ann Orthop Trauma Est 8: 55-6
- Trillat A *et al.* (1975) Les fractures unicondyliennes du fémur. Rev Chir Orthop 61: 611-26
- Vidal J, Marchand L (1966) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Traitement et résultats. Rev Chir Orthop 52: 533-50
- Vives P *et al.* (1981) Étude critique et résultats de 86 fractures de l'extrémité inférieure du fémur traitées par lame-plaque monobloc. Rev Chir Orthop 67: 451-60

Ostéosynthèse par la vis-plaque condylienne de Judet-Chiron. À propos d'une série continue de 364 fractures récentes

Ph. Chiron, G. Giordano, Ch. Besombes, J.-L. Tricoire et J. Puget

Le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité distale du fémur ne doit pas s'écarter du principe général du traitement de toutes les fractures articulaires : une réduction anatomique de l'épiphyse et des axes du membre, stabilisée par un montage stable, autorisant une rééducation immédiate. Le cahier des charges d'un matériel de synthèse adapté doit tenir compte des particularités de ces fractures, souvent comminutives et ouvertes, touchant une articulation portante complexe.

Pour limiter le risque d'arthrose :

- le matériel de synthèse doit être anatomique, afin de ne pas modifier une réduction satisfaisante d'une fracture simple, ou au contraire de servir de modèle à une structure osseuse qui a perdu ses repères afin d'assurer un bon alignement des axes dans tous les plans ;

- il doit être orientable par rapport à l'interligne fémoro-tibial et autoriser une correction des axes après fixation épiphysaire, afin de limiter le risque d'erreur humaine et le temps opératoire ;

- sa pose doit être peu traumatisante, afin de ne pas déplacer la réduction de fragments articulaires stabilisés par de simples broches ou des vis.

Pour limiter les risques de pseudarthrose et de raideur, il doit assurer un ancrage épiphysaire solide, alors que la console métaphysaire est souvent instable et l'épiphyse réduite en hauteur, parfois ostéoporotique, à la jonction des deux bras de levier les plus longs du squelette. La rééducation précoce des amplitudes articulaires permet ainsi de limiter l'accolement des muscles de la cuisse au cal.

Le principe d'une plaque vissée nous paraît remplir ce cahier des charges, à condition d'utiliser un matériel anatomique et résistant, avec un système de vissage stabilisé et un matériel de pose fiable guidé par des repères fixes. C'est pourquoi, nous avons adapté, depuis 1983, la forme et le matériel de pose de la vis-plaque de Judet à l'extrémité distale du fémur, tout en conservant le principe de la jonction vis/plaque par un système conique. Pour argumenter les avantages et les limites de ce matériel, nous nous appuyons sur une série continue de 364 fractures de l'extrémité distale du fémur, traitées entre 1986 et 1997 avec un recul minimum de douze mois. Cette longue série homo-

gène nous permet également d'étudier les facteurs associés conditionnant le résultat fonctionnel final.

Présentation du matériel

Vis-plaque de Judet (4, 5, 17)

La vis-plaque de Judet, née dans les années 1960, a une forme anatomique prémoulée et un ancrage épiphysaire en triangulation par trois vis de 7,4 mm avec jonction vis/plaque par système conique. Les deux vis épiphysaires proximales sont orientées à 120° par rapport à l'axe de la plaque.

L'ancrage épiphysaire en triangulation assure une stabilité dans tous les plans. Le système de jonction conique est stable sans être rigide et autorise une certaine correction peropératoire secondaire des axes après pose d'une première vis. La résistance à l'arrachement est bonne sur os porotique, la surface fileté des trois vis étant importante.

Le modèle initial a été dessiné pour l'extrémité proximale du fémur. La forme de la plaque et la direction des vis ne sont pas adaptées à l'extrémité distale et sont à l'origine de cal vicieux ou d'instabilité (fig. 1) ; si l'opérateur pose la plaque en position haute (fig. 1 a), zone de bonne congruence avec la jonction métaphyso-épiphysaire, et oriente les vis vers leur direction originelle, les fractures bas situées restent instables et les vis sont dirigées vers la surface articulaire du condyle ; s'il abaisse la plaque et oriente les vis vers la corticale médiale du condyle médial, lors du serrage des vis la prise du cône entraîne automatiquement un déplacement en valgus et une médialisation (fig. 1 a) ; s'il oriente vers l'arrière l'ensemble des vis épiphysaires pour éviter la zone trochléenne souvent comminutive, il se produit par le même principe un déplacement en rotation externe (fig. 1 b). Enfin la présence d'un sabot antirecul rend la plaque volumineuse pour cette localisation anatomique. Le matériel mis au point par Letournel dans les années 1980, spécifiquement adapté à l'extrémité distale, a une forme plus anatomique, mais conserve la direction initiale des vis.

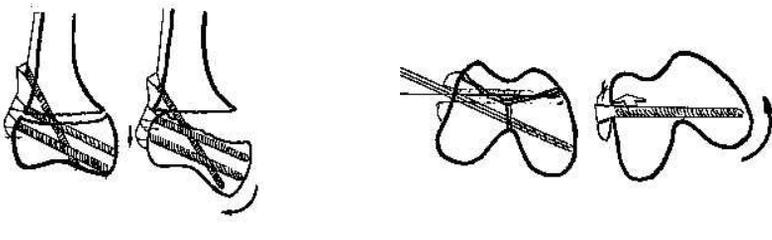


Fig. 1 – La forme de la plaque et la direction des vis induisent instabilité ou cal vicieux. a) Instabilité en valgus. b) Rotation externe.

Vis-plaque condylienne de Chiron (7-9)

La nouvelle forme de la plaque respecte la courbure anatomique métaphyso-épiphysaire pour éviter tout effet de médialisation. La palette condylienne descend très bas afin d'assurer une prise efficace des trois vis épiphysaires, même lorsqu'il existe une fracture métaphysaire basse supratrochléenne. Elle tient compte de la convexité antérieure de la diaphyse et de la rectitude de la métaphyse distale, afin de permettre une réduction de la fracture sur la plaque avec, à tous les niveaux, une prise bicorticale des vis diaphyso-métaphysaires (fig. 2).



Fig. 2 – Ostéosynthèse par VPC Chiron d'une fracture sus- et intercondylienne. a, b) Vue frontale. c, d) Vue sagittale.

Les vis épiphysaires distales, à système conique, de 7,4 mm de diamètre, ont une nouvelle orientation à 95° par rapport à l'axe de la plaque pour obtenir la meilleure prise possible dans le condyle médial et s'aider du repère de l'interligne dans le plan frontal pour placer la vis distale qui conditionne l'axe frontal; l'absence de recul des vis, due à cette nouvelle orientation, rend inutile le sabot qui entrerait en conflit avec le fascia lata. L'ensemble des vis est rétroversé pour éviter la zone antérieure du massif condylien souvent comminutive; la vis épiphysaire la plus proximale passe en avant des deux autres (fig. 3).

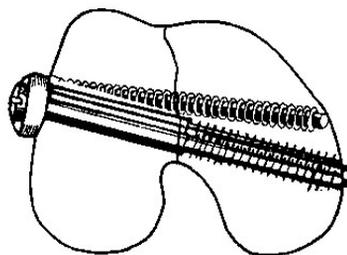


Fig. 3 – Orientation postérieure.

Des vis spéciales, dites « vis épiphysaires à compression stable ou VECS » (fig. 4) permettent d'obtenir une meilleure stabilité de la jonction vis-plaque tout en assurant la compression du foyer intercondylien. Selon le principe des vis à bois, le corps latéral est plein, ce qui favorise la mise en compression du foyer grâce à un trou à glissement latéral, permet une meilleure stabilité de la jonction entre la vis et la plaque, et évite une déformation de la vis lors de la mise en charge, ainsi que la formation d'os en retrait du pas de vis, ce qui facilite son ablation.

Le positionnement des vis est guidé par broches. Une mèche spéciale perforée, à double niveau, permet de forer le trou de glissement et le trou fileté en un temps, guidée par une broche.

Le matériel est actuellement en acier inoxydable.



Fig. 4 – Vis épiphysaire à compression et matériel.

Technique opératoire

Nous utilisons une technique opératoire bien codifiée, tant en ce qui concerne l'installation et la voie d'abord qui sont univoques, que le choix de la technique de réduction sur plaque et des gestes complémentaires en fonction du type de fracture.

Installation

Pour la pose d'une vis-plaque distale, le malade est installé dans tous les cas sur table normale, en décubitus dorsal strict, l'ensemble de l'hémicorps fracturé au bord de la table de manière à pouvoir fléchir le genou, hanche en abduction, jambe dans le vide. Cette position permet de mobiliser le genou en flexion pour contrôler l'articulation (fig. 5 b) et en extension lors de la réduction de l'épiphyse sur la métaphyse pour détendre l'appareil extenseur (fig. 5 a). Elle permet un contrôle des axes dans le plan frontal, en rotation en analysant l'amplitude articulaire de la hanche, en longueur en la comparant à celle du membre

opposé. Il est nécessaire de disposer de deux aides, l'un pour maintenir le membre en flexion, l'autre pour exposer les lésions. Le contrôle du plan frontal et de l'interligne articulaire sous amplificateur de brillance est facilité ; une vue en incidence de profil n'est pas utile pour la pose d'une VPC.



a b

Fig. 5 – Décubitus dorsal, table normale. a) Genou en extension. b) Genou en flexion.

Les autres types d'installation ont des inconvénients :

- sur table orthopédique en décubitus dorsal avec traction transtibiale : théoriquement la table orthopédique devrait permettre un alignement préopératoire des axes frontaux afin de faciliter la pose du matériel. Ce principe n'est en fait applicable que lorsque la fracture est haute, avec un fragment distal long, sans fracture articulaire, c'est-à-dire une indication idéale de système endomédullaire. La table orthopédique ne laisse pas libre le genou qui est stabilisé à 20° de flexion. La voie d'abord est bridée par la mise en tension du système extenseur. Le contrôle des fractures articulaires est difficile, même pour un simple trait intercondylien, et impossible pour les fractures articulaires complexes. Une traction modérée peut être à l'origine d'allongements intempêtes ; cette installation est à réserver aux fractures extra-articulaires hautes ;

- sur table normale en décubitus latéral : cette position facilite la voie d'abord et l'exposition de la face latérale du fémur. Elle permet de contrôler les rotations. Nous lui reprocherons de rendre difficile l'accès au condyle médial et surtout de ne pas permettre de bien contrôler les axes sur le plan frontal.

Voie d'abord

Voie latérale unique

Cette voie est indiquée dans tous les cas : elle débute à la face postéro-latérale de l'extrémité distale de la cuisse, puis se prolonge vers en bas et l'avant, le long du rétinaculum patellaire latéral et le bord latéral du ligament patellaire (fig. 6). Après incision du fascia lata, la diaphyse n'est abordée que sur son bord latéral, de manière à ne pas dévitaliser les fragments intermédiaires.

Le repli synovial latéral est libéré d'arrière en avant en regard du condyle latéral, et récliné en avant de manière à ce que la plaque soit extra-articulaire et que la synoviale ne s'interpose pas entre la plaque et l'os; si la fracture est extra-articulaire, la voie est à ce stade suffisante; si la fracture est articulaire, la synoviale est alors ouverte en regard de l'interligne fémoro-patellaire latéral, en laissant un lambeau postérieur pour faciliter la fermeture. La graisse supratrochléenne doit être préservée, solidaire du lambeau synovial médial en la désinsérant de la métaphyse; elle aide en effet à protéger et à positionner la patella lors de l'engagement dans la gorge trochléenne ainsi qu'à vasculariser la zone métaphysaire. La patella est repoussée en dedans par un écarteur contrecoudé appuyé sur le condyle médial. À ce stade, le genou est fléchi, ce qui donne un excellent jour sur les fractures articulaires et permet de faire le bilan des lésions intra-articulaires. Les voies d'abord élargies sont inutiles.

Double voie latérale et médiale

Elle a pour but de mieux exposer le condyle médial. Cependant le jour reste faible et cette deuxième voie est bien souvent inutile si la voie latérale est bien faite. Elle a pour inconvénient de fragiliser le lambeau cutané médian, et de favoriser les raideurs péri-articulaires.

Ostéotomie de la tubérosité tibiale

Par une voie médiane, la tubérosité est détachée avec une longue baguette pour favoriser sa réinsertion transosseuse par vis. Elle est également utilisée lors d'une voie postéro-latérale, lorsque le jour médial paraît insuffisant. Elle a pour but d'exposer les condyles. Elle est surtout utilisée par les partisans de la table orthopédique; la traction tend l'appareil extenseur, ce qui empêche le déplacement médial de la patella; le jour obtenu après libération de la tubérosité, sur table orthopédique, reste insuffisant sur un genou en extension, la partie antérieure de plateaux tibiaux masquant la partie intermédiaire et postérieure des condyles. Nous n'avons jamais eu à utiliser cet artifice.

Réduction et synthèse

Nous décrivons les temps essentiels de la fixation d'une fracture articulaire à comminution métaphysaire (fig. 6).

Réduction du massif épiphysaire

Lorsqu'il existe une ou plusieurs fractures articulaires, la réduction du massif épiphysaire est la première étape du traitement. L'exposition des traits de fracture se fait sur un genou maintenu fléchi par l'aide. Après un bilan des lésions méniscales et ligamentaires, en fait très rares en raison de la loi de Bistolfi et Hulthen, qui s'applique aussi à l'extrémité distale du fémur, la fracture inter-

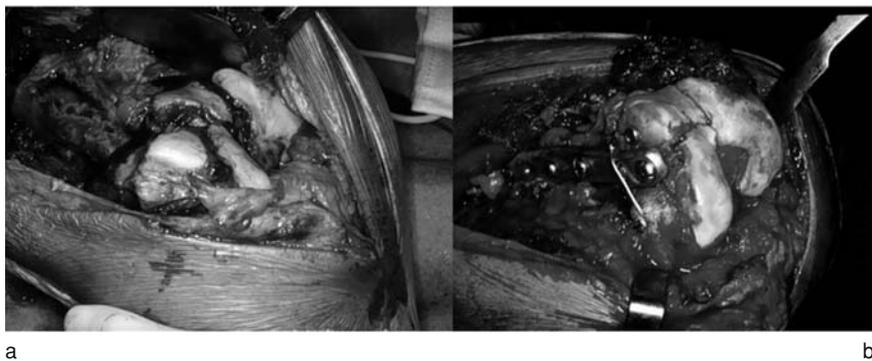


Fig. 6 – Fracture épiphysaire complexe. a) Fracture intercondylienne + double Hoffa. b) Réduction des fragments épiphysaires.

condylienne est réduite en s'aidant de deux daviers à pointe pris sur chaque condyle. La difficulté de la réduction consiste à régler la rotation des condyles dans un plan sagittal (*cf.* discussion, fractures du groupe I) ; il convient pour cela de bien dégager la partie proximale de l'épiphysaire. Le foyer réduit est stabilisé par des broches temporaires de 20 mm introduites de dehors en dedans, au ras de la trochlée pour ne pas gêner la mise en place ultérieure du matériel de synthèse. Dans le cadre des fractures articulaires complexes, les fractures associées sont ensuite réduites. Par exemple, il faut toujours réduire une fracture de Hoffa sur un genou hyperfléchi ; l'abaissement de la partie postérieure du condyle est favorisé par la poussée du plateau tibial qui passe au-dessus ; la stabilisation est obtenue par une vis spongieuse à petit fragment, bien centrée, la tête au ras du cartilage trochléen ; la totalité du filetage doit se trouver au-delà du trait de fracture.

Pose de la plaque sur l'épiphysaire

Après réduction de l'épiphysaire, la plaque est positionnée à la face latérale du condyle latéral, le bord distal de la plaque au ras du cartilage, le bord postérieur au milieu du condyle, en recherchant la meilleure adaptation de la forme de plaque à celle du condyle (fig. 7 a). Le point d'entrée de la vis épiphysaire distale est repéré ; la plaque peut être retirée. Sur un genou en extension qui repose sur le plan de la table, à partir de ce point d'entrée, la broche-guide distale est placée, sous contrôle de l'amplificateur de brillance, dans le plan frontal parallèlement à l'interligne fémoro-tibial et vers l'arrière selon un angle de 15°. La longueur intra-osseuse de la broche est mesurée. Le massif est alors perforé grâce à la mèche à double étage, jusqu'à la corticale opposée ; une vis de 7,4 mm de diamètre, de longueur correspondant à celle mesurée sur la broche, stabilise alors la plaque sur l'épiphysaire par le trou distal ; elle ne doit pas être serrée afin de laisser un certain jeu (fig. 7 b).

Réduction de l'épiphyse sur la métaphyse

L'épiphyse ainsi stabilisée est alors réduite sur la métaphyse, genou en extension pour détendre l'appareil extenseur. Une traction par le pied aligne l'axe frontal, la partie proximale de la plaque est positionnée à la face latérale de la partie proximale du fémur, sous le muscle vaste latéral. Un davier pris sur la diaphyse stabilise l'ensemble (fig. 7 c).

Correction des défauts d'axe

Dans le plan frontal, il est possible de corriger une erreur jusqu'à 10° en jouant sur le jeu autorisé par le cône de la vis non serrée. L'existence d'une bascule postérieure des condyles s'apprécie en analysant l'amplitude en recurvatum qui ne doit pas dépasser 5° ; la correction se fait en pivotant l'épiphyse autour de la vis, grâce à un davier appuyé sur la plaque et la face postérieure des condyles (fig. 7 d). Une erreur en rotation, appréciée, sur l'amplitude de la hanche en rotation, comparativement au côté opposé, est corrigée en déplaçant la partie proximale de la plaque en avant ou en arrière. Une erreur en longueur appréciée comparativement au côté opposé en extension, se corrige en montant ou descendant la partie proximale de la plaque.

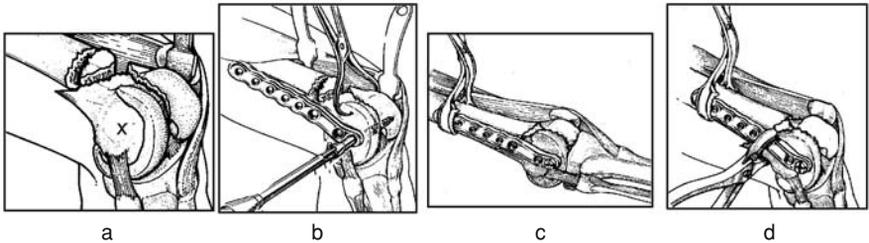


Fig. 7 – Principales étapes de l'ostéosynthèse. a) Point d'entrée. b) Stabilisation de l'épiphyse, genou fléchi. c) Réduction de l'épiphyse sur la diaphyse, genou en extension. d) Correction de la bascule de l'épiphyse.

Stabilisation par vissage

Après correction de tous les défauts, la mise en place des deux dernières vis épiphysaires, bien centrées grâce au centreur de la broche-guide, et le serrage de la première vis stabilisent l'ensemble, sans déplacement des axes épiphysaires. L'ostéosynthèse d'un système par plaque se termine par la mise en place de quatre vis bicorticales au minimum, cinq ou six s'il existe une comminution de la zone métaphysaire.

Cas particuliers*Fractures supracondyliennes ou intercondyliennes sans comminution métaphysaire*

Certaines fractures dont la console métaphysaire est conservée restent stables après réduction de l'épiphyse sur la métaphyse. Il est alors possible de réduire

l'épiphyse sur la métaphyse dans un premier temps, avant de stabiliser le foyer par la plaque.

Fractures diaphyso-métaphysaires

L'abord des fragments métaphysaires risque de les dévasculariser sans qu'il soit possible d'obtenir une réduction plus stable. Il est utile alors de réaliser un pontage biologique de la zone métaphysaire. L'incision basse est courte, ne dépassant pas en haut la zone épiphysaire, afin de réduire l'épiphyse selon la technique décrite plus haut ; une contre-incision de 6 cm est réalisée en regard de l'extrémité proximale du foyer de fracture. Une lacette est nouée à travers le premier trou proximal de la plaque, puis passée sous le muscle vaste latéral de bas en haut grâce à un passe-fil ; la plaque est glissée de haut en bas, guidée par la traction de la lacette ; la stabilisation de l'épiphyse est réalisée selon la technique classique, suivie du vissage de la partie proximale de la plaque sur la diaphyse par au moins quatre vis (fig. 8).



Fig. 8 – Pontage d'une fracture à comminution métaphysaire.

Suites opératoires

Fermeture

Dans tous les cas le matériel de synthèse doit être extra-articulaire. Dès l'incision, il faut penser à la fermeture en réclinant en avant le cul-de-sac synovial latéral et en conservant un lambeau suffisant pour autoriser une fermeture étanche par un surjet. Nous préconisons la fermeture du fascia lata sur un genou fléchi, ce qui facilite la rééducation ultérieure.

Rééducation

C'est une étape fondamentale qui ne doit surtout pas être négligée. Un séjour en centre de rééducation, dès que l'état général du malade le permet, paraît

judicieux. Il est indispensable de commencer très précocement la mobilisation du genou, sur attelle dynamique, sous couvert d'une anesthésie péridurale les premiers jours si possible, dans des amplitudes atteignant d'emblée 90°. L'appui partiel est autorisé entre un et deux mois en fonction du type de fracture, en tenant compte de l'aspect radiographique du cal.

Méthode d'analyse des résultats

Classification

La classification de l'AO (22) a le mérite d'être universelle, internationale et bien adaptée au codage informatique. Cependant, dans le cadre des fractures de l'extrémité distale du fémur, les formes sont trop nombreuses (36) et les fractures articulaires complexes ne sont pas détaillées, alors qu'elles représentent plus d'un tiers des cas. Les résultats ont été analysés en conservant les formes déjà parfaitement décrites auxquelles nous ajoutons la description des formes articulaires complexes; nous les regroupons en trois groupes qui posent des problèmes mécaniques et techniques semblables, avec un pronostic fonctionnel comparable (7).

Groupe I : fractures simples (fig. 2, 9)

Le groupe I comprend les fractures dont la réduction chirurgicale permet une mise en contact stable des différents fragments; cette condition peut être remplie lorsqu'il n'existe pas de comminution métaphysaire et que le massif épiphysaire est intact ou est séparé uniquement par le trait intercondylien.

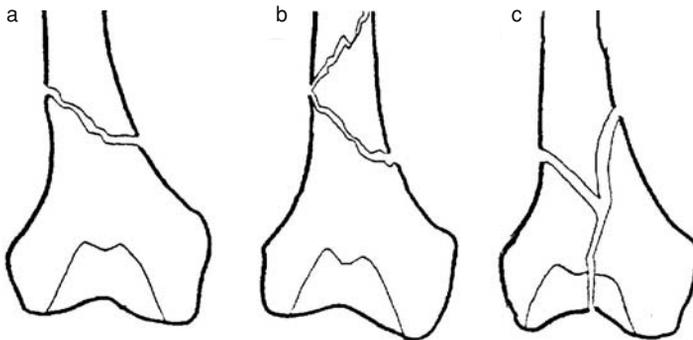


Fig. 9 – Groupe I des fractures simples. a) Fracture supracondylienne à trait unique (17 % de la série globale, 63 % du groupe I). b) Fracture supracondylienne à trois fragments (2 % de la série globale, 7 % du groupe I). c) Fracture sus- et intercondylienne simple (8 % de la série globale, 30 % du groupe I).

Groupe II : fractures à comminution métaphysaire prépondérante (fig. 8, 10)

Le groupe II comprend toutes les fractures dont la comminution de la zone métaphysaire rend difficile l'analyse des axes (frontal, sagittal et en rotation) et de la

longueur. La réduction des formes conservant un repère osseux sur la corticale latérale ou un fragment distal long est plus simple que celles dont la comminution latérale est complète avec instabilité de la métaphyse. Le point essentiel est que l'épiphysse soit intacte, ou séparée seulement par un trait intercondylien.

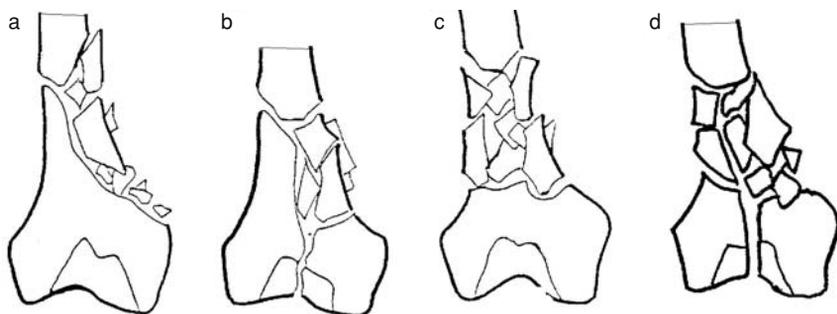


Fig. 10 – Groupe II des fractures à comminution métaphysaire prépondérante. a) Fracture supracondylienne à comminution médiale (9 % de la série globale, 20 % du groupe II). b) Fracture sus- et intercondylienne à comminution médiale (10 % de la série globale, 22 % du groupe II). c) Fracture supracondylienne comminutive (9 % de la série globale, 20 % du groupe II). d) Fracture sus- et intercondylienne comminutive (17 % de la série globale, 38 % du groupe II).

Groupe III : fractures à comminution épiphysaire (fig. 6, 11)

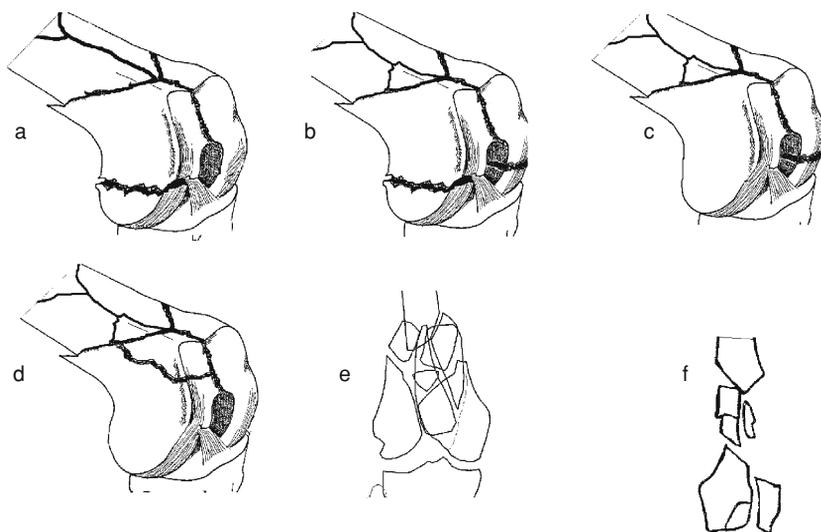


Fig. 11 – Groupe III des fractures à comminution épiphysaire. a) Traits sus- et intercondyliens + Hoffa latéral (11 % de la série globale, 39 % du groupe III). b) Traits supra- et intercondyliens + Hoffa latéral + Hoffa médial (6 % de la série globale, 22 % du groupe III). c) Traits supra- et intercondyliens + Hoffa médial (4 % de la série globale, 17 % du groupe III). d) Traits supra- et intercondyliens + trochlée latérale (3 % de la série globale, 11 % du groupe III). e) Fractures transtrochléennes comminutives (2 % de la série globale, 7 % du groupe III). f) Perte de substance articulaire (1 % de la série globale, 4 % du groupe III).

Le groupe III comprend les fractures dont la réduction chirurgicale de l'épiphyse doit tenir compte de traits multiples. Dans toutes les classifications existant déjà, ce groupe est mal différencié. C'est l'arthrotomie systématique de toutes les fractures articulaires qui nous a permis de constater qu'au trait intercondylien, présent dans 97 % des fractures articulaires, se surajoute un trait uni- ou bicondylien simple. La zone métaphysaire de ces fractures du groupe III est comminutive dans 89 % des cas.

Équivalence avec la classification de l'AO (22) (tableau I)

	1	2	3	4	5	6
I	A12 A13	A21	C1 C2 C3	–	–	–
II	A22	C21 C22 A33	A31 A32	C23	–	–
III	C33	C33	C33	C33	C31 C32	?

Tableau I – Équivalence avec la classification de l'AO.

Critères d'analyse

Nous avons utilisé les critères d'analyse dérivés de ceux de Vidal et Marchand (32), déjà utilisés pour la révision de la table ronde de la SOFCOT de 1988 (1). Ces critères sont anciens et certainement peu précis, mais ils ont l'avantage de la simplicité (tableaux 2, 3). Ce choix nous permet d'analyser une série sur plusieurs décennies sans perdre les cas les plus anciens et de comparer les résultats avec ceux des plus longues séries publiées...

TRÈS BONS	Axes normaux, restitution <i>ad integrum</i>
BONS	Déviations minimes de 5° dans le plan frontal ou 10° dans le plan sagittal
MOYENS	Déviations de 10° dans le plan frontal ou 15° dans le plan sagittal ou rotation 10°
MAUVAIS	Déviations supérieures à 15° dans le plan frontal ou 20° dans le plan sagittal ou rotation supérieure à 15°

Tableau II – Critères d'évaluation anatomique.

TRÈS BONS	Restitution <i>ad integrum</i> , pas de douleur, marche normale, genou stable, flexion supérieure à 120°
BONS	Pas de douleur sauf météorologie, marche normale, genou stable, flexion 90°
MOYENS	Douleur à l'effort ou genou instable ou flexion comprise entre 60 et 90°
MAUVAIS	Douleurs fréquentes ou flexion inférieure à 60° ou genou instable ou défaut d'extension 15°

Tableau III – Critères d'évaluation fonctionnelle.

Présentation de la série

Il s'agit d'une série continue de 364 cas opérés au CHU Rangueil de Toulouse entre 1986 et 1997 et revus avec un recul minimum d'un an. Les accidents de la voie publique représentent 70 % des traumatismes, les chutes 22 %, les fractures spontanées 5 %, les accidents de sport 3 %. Toutes les populations d'âge sont bien réparties avec un pic d'accidents à haute énergie chez les hommes jeunes et un pic d'accidents à basse énergie chez les femmes de plus de 60 ans (fig. 12).

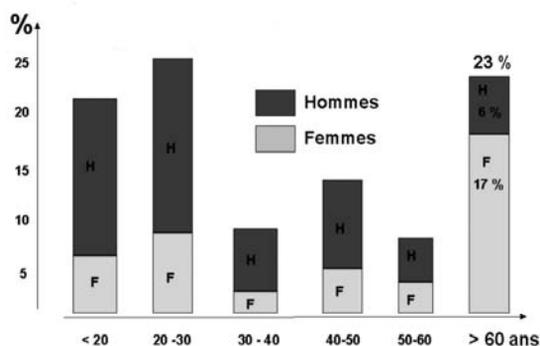


Fig. 12 – Histogramme de répartition de la série selon l'âge et le sexe.

Résultats

Résultats anatomiques et fonctionnels (tableaux 4, 5)

Résultats en %	TRÈS BONS	BONS	MOYENS	MAUVAIS
Toutes fractures confondues	57 %	32 %	7 %	4 %
GROUPE I - 30 %	89 %	11 %	0	0
GROUPE II - 42 %	53 %	38 %	9 %	0
GROUPE III - 28 %	36 %	43 %	14 %	7 %

Tableau IV – Résultats anatomiques.

Résultats en %	TRÈS BONS	BONS	MOYENS	MAUVAIS
Toutes fractures confondues	28 %	43 %	17 %	12 %
GROUPE I	48 %	38 %	11 %	3 %
GROUPE II	31 %	47 %	13 %	9 %
GROUPE III	28 %	43 %	17 %	12 %
RÉÉDUCATION avant J 15	39 %	53 %	8	0
RÉÉDUCATION après J 15	0	48 %	26 %	26 %
POLYFRACTURÉS DU GENOU	20 %	27 %	12 %	41 %

Tableau V – Résultats fonctionnels.

Analyse des résultats

L'analyse des résultats anatomiques globaux montre 85 % de bonnes et très bonnes réductions, toutes formes confondues. Celle des résultats fonctionnels ne retrouve que 71 % de bons et très bons résultats, avec prédominance des bons, c'est-à-dire, en fait, la persistance de séquelles mineures. La qualité de la réduction est fonction du type de fracture : 100 % de réductions satisfaisantes pour le groupe I, 91 % pour le groupe II, 79 % pour le groupe III. Toutes les fractures mal réduites, classées « moyen » ou « mauvais », conduisent à un résultat fonctionnel « moyen » ou « mauvais ». Une réduction anatomique est donc indispensable, mais non suffisante ; dans chaque groupe, le nombre de mauvais résultats fonctionnels est nettement supérieur à celui des mauvais résultats anatomiques. Ce décalage entre la qualité du résultat anatomique, qui dépend essentiellement de l'acte chirurgical, et le résultat fonctionnel doit nous faire individualiser les facteurs aggravants.

Les facteurs aggravants

Ouverture du foyer

Vingt-neuf pour cent des cas de notre série étaient ouverts. Le taux d'infection après fracture ouverte était de 4,5 %, alors que le taux d'infection de la série totale était de 2,2 %. Les fractures ouvertes non compliquées ont des résultats anatomiques et fonctionnels identiques à ceux de la série globale. L'ouverture du foyer augmente le risque septique, mais ne suffit pas à expliquer le décalage des résultats fonctionnels.

Fractures sur os pathologique

Vingt-neuf pour cent des fractures de notre série sont survenues sur un os pathologique et peuvent être considérées soit comme des fractures spontanées, soit comme des fractures après traumatisme minime.

Ostéoporose

Vingt-quatre pour cent des fractures de la série totale surviennent sur un ostéoporotique. La moyenne d'âge de ces malades est de 76 ans et dans les deux tiers des cas, il s'agissait de simples chutes de leur hauteur. Dans les autres cas, il s'agissait d'accidents de la voie publique. Les fractures sur os porotique appartiennent aux trois groupes, mais le groupe II prédomine. Le pourcentage de très bons et de bons résultats anatomiques est de 95 %, c'est-à-dire au-dessus de la moyenne de la série. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'un traumatisme à basse énergie. Les résultats fonctionnels sont moins bons puisqu'il existe simplement 69 % de très bons et de bons résultats ; cela peut s'expliquer par les difficultés de la rééducation chez des personnes âgées et un terrain arthrosique préexistant dans 18 % des cas. Nous n'avons pas été conduits à augmenter les indications de greffes, ni à utiliser un comblement des pertes osseuses métaphysaires par du ciment comme cela a pu être

préconisé (3, 29). Un tiers des malades présentant une fracture sur os porotique présentait une arthroplastie de la hanche ou du genou. Dans le cas des fractures sous prothèses, une plaque peut être stabilisée en haut par un vissage de part et d'autre de la tige de prothèse ; lorsqu'il existe une prothèse du genou un matériel vissé est particulièrement adapté pour ne pas desceller l'arthroplastie (2, 10, 20, 33).

Tumeurs

Cinq pour cent des malades de la série totale présentaient une tumeur de l'extrémité distale du fémur. Il s'agissait dans tous les cas d'une métastase. Dans tous les cas, nous avons utilisé la vis-plaque condylienne en pontage, associé dans un cas à un clou verrouillé. La remise en charge a été immédiate sans complication locale particulière. Le foyer tumoral a été comblé au ciment à foyer ouvert (19).

Précocité de la rééducation

Un facteur essentiel influençant le résultat fonctionnel est la précocité de la rééducation. Si nous analysons les résultats fonctionnels des blessés qui ont été rééduqués précocement par rapport à ceux qui, pour des raisons diverses (séjour dans un service de réanimation, malades pusillanimes, chirurgiens trop prudents, retour à domicile trop précoce), n'ont été rééduqués qu'après 15 jours, nous constatons une grande disparité. Nous ne retrouvons pas de très bons résultats parmi ceux qui ont été rééduqués après le 15^e jour, en revanche dans ce groupe, il apparaît un nombre important de mauvais résultats, bien supérieur à celui des mauvaises réductions anatomiques de toute la série. Dans ce groupe des malades rééduqués tardivement, nous retrouvons cependant, à décharge, un certain nombre de malades qui présentaient une autre fracture du genou, ce qui est un autre facteur aggravant. Si la rééducation a été commencée trop tardivement et qu'à la 3^e semaine postopératoire le malade ne dépasse pas 30° de flexion, il est licite de lui proposer une mobilisation sous anesthésie.

Polyfracturés du genou

Trente pour cent des malades de notre série étaient des polyfracturés du membre ipsilatéral. Les réductions anatomiques très bonnes et bonnes sont de 85 % dans ce groupe, ce qui est comparable à la série globale. Cependant, les résultats fonctionnels sont nettement moins bons. Lorsqu'il s'agissait d'un polyfracturé avec fracture ipsilatérale du plateau tibial ou de la patella, les résultats fonctionnels ne sont plus favorables que dans 47 %, jamais cotés très bons, avec 41 % de mauvais résultats. En revanche, lorsque les fractures touchent le côté controlatéral, les bons résultats fonctionnels sont de 82 %, pourcentage supérieur à celui de la série globale, chez un malade certainement mieux médicalisé. Ce n'est donc pas directement la notion de polytraumatisme ou de polyfracture qui modifie le résultat fonctionnel, mais l'existence d'une autre fracture associée du même genou. Bien entendu, dans ces cas,

l'ostéosynthèse de la patella ou du plateau tibial doit être d'aussi bonne qualité que celle du fémur. Les mauvais résultats fonctionnels s'expliquent bien souvent par des adhérences majeures fémoro-patellaires pouvant aller jusqu'à la synostose qui entraîne une perte de l'extension active. Une arthrolyse peut être tentée, mais les résultats en sont souvent décevants; il faut alors porter l'indication soit d'une prothèse patellaire isolée, soit d'une patellectomie. Pour notre part, nous avons choisi dans tous les cas la solution prothétique avec des résultats intermédiaires.

RÉINTERVENTIONS	17 %
MOBILISATIONS SOUS AG	22 %
INFECTIONS	3,2 %
PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES	2 %
PSEUDARTHROSES SEPTIQUES	2 %
CAL VICIEUX	11 %
RAIDEURS MAJEURES SÉQUELLAIRES	
< 80 ° flexion	8 %
> 15° flessum	
ARTHRODÈSES	3 %
AMPUTATIONS	0 %
ARTHROSE	6 %

Tableau VI – Complications et séquelles.

Complications et séquelles

Complications

Le taux de pseudarthroses aseptiques est faible alors que nous n'avons eu recours à une greffe osseuse que dans 6 % des cas, même lorsqu'il existait une importante comminution métaphysaire. La stabilité du matériel non mono-bloc utilisé semble être l'un des facteurs favorables. Il faut signaler que, dans notre série, 6 % de nos malades ont présenté des douleurs liées à la présence du matériel à la face latérale du fémur, qui ont disparu après ablation du matériel.

Séquelles

Vingt pour cent de nos malades ont présenté une séquelle résiduelle importante. Ce sont les mêmes malades, dans la plupart des cas, qui ont présenté à la fois un cal vicieux et une raideur majeure et une arthrose, ce qui explique le chiffre global de séquelles majeures de 12 %.

Cal vicieux

Il existait 11 % de cal vicieux : 2 % en valgus, 1 % en varus, 4 % en recurvatum, 4 % avec incongruence articulaire résiduelle. Il s'agissait de malades des groupes II et III. Ces cals vicieux étaient liés bien souvent à l'existence

de fractures particulièrement complexes, mais il existait également des malfractures liées à une malposition du matériel d'ostéosynthèse. Dans la plupart des cas, celui-ci était posé trop haut et trop en avant.

Raideur majeure

Huit pour cent de nos malades présentaient une raideur majeure ne dépassant pas 60° de flexion ou un flexum résiduel de plus de 15°. Ce pourcentage rend compte de la raideur après chirurgie mobilisatrice selon Judet. Bien entendu, un certain nombre de malades ont présenté une raideur au cours de la rééducation qui a pu être vaincue grâce à une mobilisation sous anesthésie générale (22 %) que nous préconisons dès la fin du 1^{er} mois postopératoire pour qu'elle ne soit pas agressive pour le cartilage.

Arthrose

Le taux de 6 % n'est pas significatif, la série présentée ayant un recul insuffisant pour chaque malade.

Discussion

À propos de la série

La série que nous présentons est une des plus longues publiée sur ce sujet avec un matériel unique. De nombreuses publications se contentent de séries courtes, au maximum une centaine de cas, et surtout ne rapportent que des cas simples ou à comminution métaphysaire, en évitant de rapporter les résultats particuliers des fractures articulaires complexes. Elle correspond à la clientèle de services de traumatologie de centres hospitaliers universitaires qui reçoivent la totalité des urgences sans tri particulier. La courbe des âges est homogène. L'analyse globale des résultats montre une nette progression des résultats satisfaisants par rapport aux séries publiées dans les années 1980, notamment celle de la table ronde de la SOFCOT (1).

Ostéosynthèse par vis-plaque condylienne

Avantages

Il s'agit d'une ostéosynthèse qui permet une prise basse sur l'épiphyse, stable et peu traumatisante avec possibilité de correction secondaire des axes. En cela elle s'oppose par certains points à la lame-plaque ou à la plaque condylienne dynamique DCS qui, si elles permettent également une prise basse sur l'épiphyse, sont traumatisantes lors de la pose et, surtout, ne permettent pas une correction secondaire des axes lorsqu'il y a une erreur de positionnement initiale. Un système par vis-plaque avec jonction conique permet une certaine transmission des contraintes par l'os lui-même alors que la lame-plaque ou la vis-plaque dynamique de l'AO entraîne souvent un pontage des contraintes responsables de pseudarthroses (11-15, 18, 21, 24-28).

Inconvénients

L'ostéosynthèse par vis-plaque condylienne DCS ou par lame-plaque est une ostéosynthèse par foyer ouvert, même s'il est possible de réaliser un pontage biologique des foyers de fracture métaphysaire. Chaque fois que cela est possible avec une réduction parfaite de l'épiphyse et une aussi bonne stabilité, il vaut mieux utiliser un système d'ostéosynthèse endomédullaire (6, 16, 34). Celui-ci a cependant des limites lorsque la comminution métaphysaire est basse et qu'il existe un trait de fracture intercondylien dont la réduction pose des problèmes particuliers qui seront discutés au chapitre des indications dans le cadre des fractures du groupe I.

Indications

Toutes les fractures supracondyliennes hautes dont la longueur du fragment distal est égale à au moins la largeur des condyles doivent pouvoir être traitées par un clou centromédullaire verrouillé par voie haute (14). Seules les fractures supracondyliennes hautes sous prothèses de hanche devraient être traitées par une plaque épiphysaire.

Tous les autres types de fractures de l'extrémité distale du fémur peuvent être traités par une vis-plaque condylienne, comme en attestent les résultats de cette série. Cependant, dans certains types de fracture, ce matériel entre en compétition avec d'autres matériels performants.

Fractures du groupe I

Les fractures du groupe I sont des fractures simples et *a priori* tous les matériels existants adaptés à l'extrémité distale du fémur devraient être efficaces. Cependant une étude scanner 3D (fig. 13) et l'arthrotomie systématique de toutes les fractures articulaires de notre série ont montré un certain nombre de pièges dans le cadre des fractures intercondyliennes *a priori* simples, pouvant conduire à un résultat anatomique et fonctionnel insuffisant. Ainsi, il existe systématiquement une rotation des condyles l'un par rapport à l'autre, due à l'asymétrie de forme de chacun d'entre eux (fig. 13). Cette rotation ne peut pas être réduite par des manœuvres externes, car elle est fixée par la pression du plateau tibial sur les condyles et par la congruence des fragments l'un par rapport à l'autre. Il existe également fréquemment une bascule latérale des condyles, impossible à apprécier sur des clichés standards ou sous contrôle d'amplificateur de brillance (fig. 13 b, c). Enfin, la réduction de la trochlée doit être parfaite pour éviter un syndrome fémoro-patellaire ultérieur. Il existe d'ailleurs souvent, même dans les fractures simples, une comminution de la trochlée qui peut conduire à un mauvais résultat fonctionnel (fig. 13 b, c). Par conséquent la réduction percutanée des fractures intercondyliennes simples est, à notre avis, à exclure puisqu'il existe un déplacement à réduire. Les résultats de la vis-plaque condylienne sur les fractures simples sont excellents puisqu'il existe 100 % de bonne réduction à foyer ouvert. Par sa forme anatomique, elle permet de ne pas déplacer la réduction obtenue.

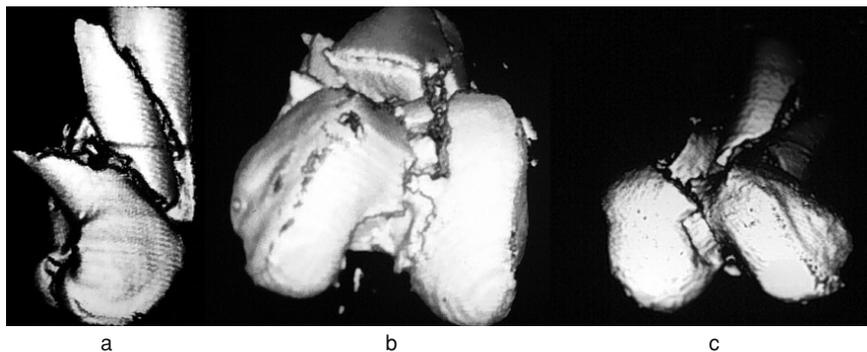


Fig. 13 – Vue 3D du déplacement de fractures intercondyliennes. a) Rotation sagittale. b) Rotation frontale + fracture de la trochlée. c) Condyles « couchés ».

Fractures du groupe II

La vis-plaque permet d'obtenir également de bons résultats anatomiques dans les fractures métaphysaires complexes. Ces fractures posent un problème de réduction des axes. La vis-plaque condylienne le résout assez facilement, grâce à la réduction automatique autorisée par l'orientation de la vis basse à 95° par rapport à la plaque, qui conduit automatiquement à une bonne réduction des axes. La possibilité d'une correction secondaire permet d'optimiser la réduction initiale, ce qui n'est pas possible avec une lame-plaque ou une plaque DCS. La stabilité du montage en compression et en rotation compense la perte de la stabilité de la console métaphysaire et autorise une rééducation précoce. Dans notre série nous avons très peu utilisé de greffes secondaires (6 %) et jamais de greffes précoces. Si la technique du pontage biologique est souvent souhaitable, il faut savoir réduire un fragment volumineux métaphysaire médial. Le clou centromédullaire par voie rétrograde a de bonnes indications dans les formes de ce groupe extra-articulaires (16).

Fractures du groupe III

Il est très difficile de comparer les résultats de notre série avec ceux de la littérature qui ne précisent pas les résultats dans les fractures de ce type. Les résultats anatomiques sont liés directement à l'expérience qu'a le chirurgien de ce type de fracture, qui reste forcément limitée. C'est cependant dans cette indication que la vis-plaque condylienne a une indication élective. Le vissage peu traumatisant par des vis de 7,4 mm de diamètre évite le déplacement secondaire des fragments articulaires ostéosynthésés. La pose d'une lame-plaque est comparativement plus traumatisante. Le trou de pénétration du canon d'une plaque DCS est volumineux et se situe dans la zone des traits de fracture type Hoffa. Dans ce type de fracture, la difficulté réside au diagnostic. Les clichés réalisés en urgence sont souvent difficilement interprétables. Une étude scanner en 3D est souvent utile mais non indispensable, et ne peut être

réalisée si le malade doit être opéré en urgence. Il faut réaliser de nouveaux clichés peropératoires en traction de face et de profil, sous anesthésie. Cependant l'arthrotomie systématique de toutes les fractures articulaires complexes permet de faire un bilan complet des lésions et de ne pas « oublier » de réaliser l'ostéosynthèse d'une fracture sagittale.

Planification

La qualité des résultats des traitements des fractures de l'extrémité distale du fémur ne dépend pas que du matériel (7, 23, 30, 31). Dans tous les cas, les fractures ouvertes ont été parées dans des délais raisonnables. Nous avons opté chaque fois que possible pour une ostéosynthèse différée, qui permet d'affiner le bilan des lésions, de compléter l'équipe chirurgicale en nombre et en compétence, de réaliser un double paragraphe à quelques jours de distance, de laisser passer le cap du choc traumatique lors des traumatismes à haute énergie. Les fractures associées du même genou, de la patella et du plateau tibial, doivent être réduites et ostéosynthésées dans le même temps opératoire que la fracture de l'extrémité distale du fémur. Bien entendu, leur réduction, comme pour toute fracture articulaire, doit être la plus anatomique possible. L'existence de fractures associées ne doit pas conduire à une immobilisation postopératoire, mais au contraire à une intensification de la rééducation précoce pour éviter une synostose. Une fracture de la patella, même simple, peut conduire à un mauvais résultat. Nous avons été conduit six fois à mettre en place une prothèse fémoro-patellaire.

Conclusion

La vis-plaque condylienne est une plaque anatomique spécifique pour les fractures de l'extrémité distale du fémur. Elle a maintenant un long recul. Elle peut être utilisée dans tous les cas de fractures basses de l'extrémité distale du fémur. Ses indications électives sont les fractures métaphysaires complexes et articulaires complexes. Quel que soit le type de matériel utilisé, la mobilisation du genou dès les premiers jours postopératoires est indispensable pour obtenir un résultat fonctionnel à la hauteur des résultats anatomiques.

Références

1. Asencio G (1989) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Table ronde de la SOFCOT. Rev Chir Orthop Sup n° 1, 75: 168-83
2. Ayers DC (1997) Supracondylar fracture of the distal femur proximal to a total knee replacement. Instr Course Lect 46: 197-203
3. Benum P (1987) The use of bone cement as an adjunct to internal fixation of supra condylar fractures of osteoporotic femurs. Acta Orth Scand 48, 52-56
4. Blanchard JP, Samuel P (1995) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Encycl Méd Chir Éditions Techniques, 3 44.800 10

5. Borroni M *et al.* (1980) [Treatment of supracondyloid fractures of the femur with Judet's bone plate and screws]. *Chir Ital* 32: 52-60
6. Chi-chuan W, Chun-hsiung S (1991) Interlocking nailing of distal femoral fractures. *Acta Orthop Scand* 62 (4): 342-5
7. Chiron P (1995) Fractures récentes de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* 52: 147-65
8. Chiron P, Utheza G (1990) Fractures de l'extrémité inférieure du fémur : un matériel spécifique la vis-plaque condylienne. *Encycl Méd Chir* 1: 44.800
9. Chiron P, Uthéza G (1989) La vis-plaque condylienne : résultats d'une étude multicentrique sur les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. *Rev Chir Orthop* 75: 47
10. Courpied JB, Watin-Augouard L, Postel M (1987) [Femoral fractures in subjects with total prostheses of the hip or knee]. *Int Orthop* 11: 109-15
11. Dai KR, Ni C, Wu XT (1994) [An experimental study and preliminary clinical report of shape-memory sawtooth-arm embracing internal fixator]. *Chung Hua Wai Ko Tsa Chih* 32: 629-32
12. Daum WJ *et al.* (1988) Regional alterations in long bone produced by internal fixation devices. Part I. 85Sr clearance. *J Orthop Trauma* 2: 241-4
13. Davenport SR *et al.* (1988) Dynamic compression plate fixation: a biomechanical comparison of unicortical vs bicortical distal screw fixation. *J Orthop Trauma* 2: 146-50
14. David SM *et al.* (1997) Comparative biomechanical analysis of supracondylar femur fracture fixation: locked intramedullary nail versus 95-degree angled plate. *J Orthop Trauma* 11: 344-50
15. de Pablos J, Villas C, Canadell J (1986) Bone lengthening by physial distraction. An experimental study. *Int Orthop* 10: 163-70
16. Henry S *et al.* (1995) Management of Supracondylar fractures of the femur with the GHS Intramedullary nail : preliminary report. *J Arthroplasty* 10, 1: 40-2
17. Honnart F, Jouan JP (1971) La vis-plaque dans le traitement des fractures de l'extrémité inférieure du fémur. À propos de 105 cas. Paris, Masson, *Actual Chir Orthop* 12: 52-7
18. Ito K, Grass R, Zwipp H (1998) Internal fixation of supracondylar femoral fractures: comparative biomechanical performance of the 95-degree blade plate and two retrograde nails. *J Orthop Trauma* 12: 259-66
19. Korkala OL, Karaharju EO (1991) Metastatic fractures of long bones. *Int Orthop* 15: 105-9
20. Lowenhielm G, Hansson L, Karrholm J (1989) Fractures of the lower extremity after total hip replacement. *Arch Orthop Trauma Surg* 108 (3): 141-3
21. Merchan EC, Maestu PR, Blanco RP (1992) Blade-plating of closed displaced supracondylar fractures of the distal femur with the AO system. *J Trauma* 32: 174-8
22. Muller ME, Nazarian S, Koch (1987) Classification AO des fractures des os longs. Springer-Verlag
23. Nordin JY (1989) L'ostéosynthèse précoce de principe. *Rev Chir Orthop* 75, Sup n° 1: 180-1
24. Nordin JY *et al.* (1992) Ostéosynthèse par lame-plaque monobloc des fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Polycopié du jubilé J Duparc, 34-44
- 25.- Radford PJ, Howell CJ (1992) The AO dynamic condylar screw for fractures of the femur. *Injury* 23: 89-93
26. Sanders R, Regazzoni P, Ruedi TP (1989) Treatment of supracondylar-intracondylar fractures of the femur using the dynamic condylar screw. *J Orthop Trauma* 3, 2: 14-22
27. Schatzker J *et al.* (1989) Dynamic condylar screw: a new device. A preliminary report. *J Orthop Trauma* 3: 124-32
28. Shewring DJ, Meggit BF (1992) Fracture of the distal femur treated with the AO dynamic condylar screw. *J Bone Joint Surg* 74-B: 122-25
29. Struhl S, Szporn MN, Cobelli NJ *et al.* (1990) Cemented internal fixation for supracondylar femur fractures in osteoporotic patients. *J Orthop Trauma* 4: 151-7
30. Templeman D (1993) Fractures of the distal femur. *Livre de Ramon Gustillo RF Kyle (ex)*
31. Vichard P *et al.* (1989) Ostéosynthèse différée : son intérêt est ses limites. *Rev Chir Orthop* 75, Sup n° 1: 179-80

32. Vidal J, Marchand L (1966) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Traitement et résultats. *Rev Chir Orthop* 522: 533-50
33. Walter E, Holz U (1985) [Reconstructive interventions following femoral fractures]. *Aktuelle Traumatol* 15: 17-24
34. Wu HJ, Cheng YM, Lin SY (1990) Ipsilateral hip and femoral shaft fractures treated with compression hip screw and long side-plate. *Kao Hsiung I Hsueh Ko Hsueh Tsa Chih*, 6: 251-6

Utilisation des lames-plaques 95° dans le traitement des fractures de l'extrémité distale du fémur

D.G. Poitout, B. Belmouden et P. Paris

Le développement de la traumatologie routière au cours de ces dernières années, a considérablement accru le nombre des fractures de l'extrémité distale du fémur. La violence du traumatisme est responsable du caractère souvent comminutif de ce type de fractures qui surviennent fréquemment chez des polytraumatisés jeunes, ce qui ne facilite pas leur traitement et justifie amplement leur réputation de gravité. L'ostéoporose sénile par ailleurs est un facteur favorisant les fractures chez le sujet âgé.

Le but de leur traitement est d'obtenir la réduction la plus anatomique possible afin d'éviter la survenue de cals vicieux articulaires et de défauts d'axe.

La rééducation doit être précoce afin de prévenir une raideur articulaire qui se constitue rapidement au niveau de cette articulation.

Malades et méthode

Nous avons analysé les quarante-huit dossiers des blessés traités dans notre service et ayant été victime d'une fracture de l'extrémité distale du fémur entre 1994 à 1999. Le matériel utilisé est repris au tableau I. L'utilisation d'une lame-plaque assure la réduction anatomique de la fracture et permet par sa stabilité une mobilisation précoce de celle-ci. Toutes les fractures ont été opérées en urgence.

Lame-plaque AO monobloc 95°	14
Plaque de soutien condylien AO	24
Plaque DCP	3
Clou centromédullaire	2
Plaque Maconor	2
Fixateur externe	1
DCS	1
Plaque à trous décalés	1
Total	48

Tableau I – Fractures de l'extrémité distale du fémur. Matériel utilisé.

Technique opératoire

Le malade est installé en décubitus dorsal sur table ordinaire, le genou légèrement fléchi. Le membre est préparé en entier, le champ doit inclure la crête iliaque ipsilatérale si une greffe cortico-spongieuse s'avère nécessaire.

La voie d'abord est postéro-latérale. Elle se recourbe en avant vers la tubérosité tibiale (TT). L'existence de lésions articulaires peut nécessiter le relèvement de la TT ou un abord antéro-médial complémentaire dans les cas complexes, mais ceci ne facilite pas toujours la réduction ou la contention des fractures. La priorité est donnée à la réduction articulaire maintenue par des daviers et des broches avant le vissage. Une vis à compression est mise en premier au ras de la surface sous-chondrale après réduction parfaite de la surface articulaire. L'alignement diaphysaire est réalisé dans un second temps sur le matériel d'ostéosynthèse mis en place dans les condyles.

Le trajet de la lame est préparé en avant à 3 mm sous la trochlée parallèlement à la surface articulaire condylienne ou légèrement descendante selon l'obliquité de la fracture. La lame-plaque est ensuite placée après forage de ce pré-trou au ciseau frappé. La réalisation d'une compression est possible, éventuellement avec le tendeur de plaque. L'utilisation d'un greffon autologue de crête iliaque en appui médial, est fréquente s'il existe le moindre défaut à ce niveau.

Cas particuliers

Quelques points particuliers doivent être soulignés :

- dans les fractures comminutives avec défaut d'appui médial, il est préférable de réaliser une greffe cortico-spongieuse d'emblée (trois cas) ;
- le comblement de la zone fracturaire avec du ciment peut être nécessaire comme ce fut le cas chez deux patients âgés dont l'ostéoporose rendrait la tenue du matériel incertaine ;
- en cas d'ouverture du foyer, il faut pratiquer un nettoyage soigneux et une ostéosynthèse en urgence. La fixation stable de la fracture est l'un des facteurs de prévention de l'infection ;
- les fractures associées doivent être traitées dans le même temps opératoire.

Suites postopératoires

Elles sont déterminées par l'âge du patient et le type de fracture. Les anticoagulants sont prescrits systématiquement ainsi qu'une antibioprofylaxie qui est débutée au moment de l'intervention. La rééducation du genou est entreprise dès le 4^e jour, elle doit s'attacher à récupérer une extension complète et une flexion normale.

Résultats

L'analyse de nos quatorze lames-plaques 95° permet quelques constatations pertinentes :

Étiologie – Fréquence

Deux pics de fréquence confirment les étiologies différentes (tableau II) :

- chez le jeune, d'origine traumatique ;
- la personne âgée, d'origine ostéoporotique.

Avec 64 %, les accidents de la circulation (AVP) prédominent. Le choc, en règle générale, est responsable d'un traumatisme à haute énergie.

Étiologie	Nombre	Fréquence
AVP	9	64 %
Chute	3	22 %
Arme à feu	1	7 %
Accident de travail	1	7 %

Tableau II – Étiologie – Fréquence.

Anatomie-pathologique

Côté de la fracture

Le côté gauche est plus souvent atteint, douze cas sur quatorze. Dans un cas, la fracture était bilatérale.

Classification (selon AO)

On différencie les fractures de type A, et les sus- et intercondyliennes de type C qui associaient un trait sus-articulaire et un trait vertical intra-articulaire (C2-1 et C2-2) (tableau III).

L'embrochage du cul-de-sac synovial par le fragment fémoral proximal doit être noté et pris en compte du fait des risques de raideur articulaire en rapport avec un hématome sous-quadricipital et intra-articulaire entraînant des adhérences locales capsulaires et articulaires.

Fracture		Type AO	Nombre	%
Supracondylienne simple	fig. 1	A 2.1	5	35 %
Supracondylienne comminutive	fig. 2-3	A 3.1	4	28 %
Fracture sus- et intercondylienne simple		C 2.1	1	7 %
Fracture sus- et intercondylienne comminutive	fig. 4	C 2.2	4	28 %

Tableau III – Classe et répartition des fractures.

Résultats anatomiques et fonctionnels*Résultats anatomiques*

Les critères d'appréciation choisis furent les suivants :

- très bon : axes parfaits ;
- bon : déviation minimale avec 5° dans le plan frontal, et 10° dans le plan sagittal ;
- moyen : déviation inférieure à 15° dans le plan sagittal, et 10° dans le plan frontal ;
- mauvais : cals vicieux supérieur à 15°.

Les résultats (tableau IV) dans notre série sont satisfaisants puisque 12 de nos malades ont récupéré un axe anatomique correct (93 %). Une pseudarthrose a nécessité une reprise chirurgicale avec mise en place d'une autogreffe avec compression sur du nouveau matériel d'ostéosynthèse.

Très bon	13	93 %
Bon	–	–
Moyen	–	–
Mauvais	1	7 %

Tableau IV – Résultats anatomiques.

Cas	Description	Flexion active/passive	Extension
N° 1	Fracture sus- et intercondylienne comminutive	25° (mobilisation sous AG)	
N° 2	Fracture sus- et intercondylienne simple	140°/100° – très bon	Complète
N° 3	Fracture sus-condylienne simple	140°/100° – très bon	Complète
N° 4	Fracture sus-condylienne comminutive	140°/100° – très bon	Complète
N° 5	Fracture sus-condylienne comminutive ouverte	75°/70° – très bon	– 10°
N° 6	Fracture sus-condylienne simple	120°	Complète
N° 7	Fracture sus- et intercondylienne comminutive	10° (PTG) – mauvais	
N° 8	Fracture sus-condylienne comminutive	120° – bon	Complète
N° 9	Fracture sus-condylienne comminutive	120° – bon	Complète
N° 10	Fracture sus condylienne simple	120° – bon	Complète
N° 11	Fracture sus-condylienne simple	120° – bon	Complète
N° 12	Fracture sus-condylienne	130° – bon	Complète
N° 13	Fracture sus- et intercondylienne comminutive	130° – bon	– 5°
N° 14	Fracture sus- et intercondylienne comminutive	130° – bon	– 5°

Tableau V – Résultats fonctionnels.

Résultats fonctionnels (tableau V)

Les critères du résultat fonctionnel sont basés sur la mobilité du genou, l'instabilité du genou, la douleur et l'étude de la marche. Ils se répartissent en quatre classes :

- très bon : restitution *ad integrum*; flexion > 120° ;
- bon : flexion > 90° ;
- moyen : flexion comprise entre 60° et 90° ;
- mauvais : flexion < 60° ou défaut d'extension > 5°.

Douze de nos patients ont récupéré un genou compatible avec une vie active normale. Deux raideurs de genou sont à déplorer.

Consolidation osseuse (fig. 1)

Le délai moyen de consolidation était de quatre mois. Le délai de mise en appui partiel avec deux cannes anglaises était de trois mois. L'appui complet a été autorisé en moyenne à quatre mois et demi.

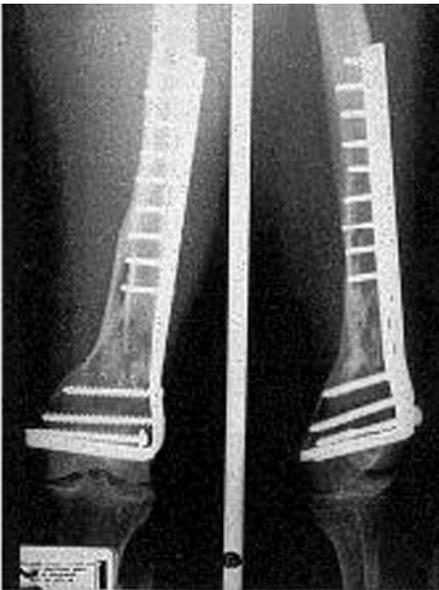


Fig. 1 – Consolidation d'une fracture sus- et intercondylienne comminutive.

Complications

Il faut distinguer les complications spécifiques et les complications d'ordre général.

Complications spécifiques

Pseudarthrose : nous déplorons un cas de fracture supracondylienne à comminution métaphysaire médiale (fig. 2) qui a évolué de la sorte. Le diagnostic de non-consolidation est souvent malaisé à poser dans ces fractures complexes, qui entraînent des remaniements osseux, difficiles à analyser. Nous considé-

rons comme pseudarthrose un défaut de consolidation à cinq mois pour une fracture simple, à six mois pour une fracture complexe.

D'une manière générale certains facteurs favorisant la survenue de pseudarthrose :

- le type de fracture : il y a plus de pseudarthrose dans les fractures comminutives que dans les fractures simples ;
- l'ouverture du foyer ;
- le défaut d'appui cortical médial a une importance primordiale, d'où l'intérêt des greffes cortico-spongieuses de complément et d'apposition corticale médiale.

Un seul cas de pseudarthrose a été réopéré : décortication, mise en place d'un nouveau matériel, associée à une greffe cortico-spongieuse ;

– raideur du genou : nous comptabilisons deux cas. Les adhérences péri- et intra-articulaires, et l'adhérence musculaire du quadriceps au foyer de fracture et à la diaphyse fémorale en sont les causes principales. Les facteurs favorisant la raideur du genou sont : la gravité du traumatisme, l'atteinte articulaire des fractures, en particulier l'embrochage du cul-de-sac sous-quadricipital, l'ouverture du foyer et surtout la comminution fracturaire.

La prévention de la raideur nécessite une rééducation fonctionnelle immédiate postopératoire et donc la stabilité de l'ostéosynthèse. Une mobilisation sous analgésie doit être envisagée rapidement si les amplitudes articulaires ne progressent pas. Cette mobilisation sous analgésie doit être réalisée précocement, avant le deuxième mois postopératoire si la flexion ne dépasse pas 90°. Nos deux patients ont eu une mobilisation sous anesthésie générale, ce qui a nettement amélioré leur mobilité et facilité leur rééducation.

Complications d'ordre général

Elles sont le fait de l'acte chirurgical en général. En cours d'hospitalisation un malade a présenté une pneumopathie et un autre une embolie pulmonaire malgré un traitement anticoagulant préventif.

Discussion

Compte tenu des fractures étudiées et par comparaison avec les autres possibilités thérapeutiques, nous considérons que les résultats obtenus avec la lame-plaque sont satisfaisants.

L'ostéosynthèse avec ce matériel est solide. Dans tous les cas (100 %), le montage réalisé fut stable, et la lame-plaque permit de réaliser une ostéosynthèse correcte.

L'intérêt de l'utilisation de la lame-plaque AO à 95° peut être discuté en fonction de différents éléments.

– Ouverture cutanée : elle ne constitue pas une contre-indication à l'utilisation du matériel. L'immobilisation absolue du foyer est la meilleure prévention de la nécrose cutanée et de l'infection. Le seul cas de fracture ouverte bilatérale de notre série n'a pas présenté de problème septique postopératoire.

– Le faible encombrement de la lame-plaque monobloc n’empêche jamais la fermeture cutanée en fin d’intervention. En cas de perte de substance cutanéomusculaire latérale ou de comminution de la corticale latérale, la lame-plaque peut être introduite au niveau de la face médiale du fémur en diminuant son angle à 80°/85°.

– Comminution : la supériorité de la lame-plaque par rapport aux autres matériels d’ostéosynthèse est particulièrement nette en cas de comminution métaphysaire. Il est possible de restituer des axes corrects au membre inférieur. Grâce à son caractère monobloc, la lame-plaque AO 95° assure une excellente cohésion diaphyso-épiphyssaire et permet la mise en compression du trait de fracture ou du greffon.

Il convient d’insister ici sur l’intérêt mécanique et ostéogénique d’associer systématiquement une greffe cortico-spongieuse en cas de perte de substance du pilier métaphysaire médial.

Quant à nos quatre cas de fractures supracondyliennes comminutives, de type A 3.1 (figs. 2 et 3), il fut possible de reconstituer un massif épiphysaire dans lequel la lame-plaque prend un appui correct.

Pour les quatre cas de fractures sus- et intercondyliennes comminutives de type C 2.2 (fig. 4) où les éclats siégeaient dans la majorité des cas à la jonction diaphyso-épiphyssaire, la réduction obtenue fut satisfaisante avec adjonction de greffons cortico-spongieux dans trois cas.



Fig. 2 – Fracture supracondylienne comminutive : autogreffe iliaque et lame-plaque 9 trous.



Fig. 3 – Fracture supracondylienne, ostéoporose majeure : lame-plaque 12 trous et ciment chirurgical de renfort.

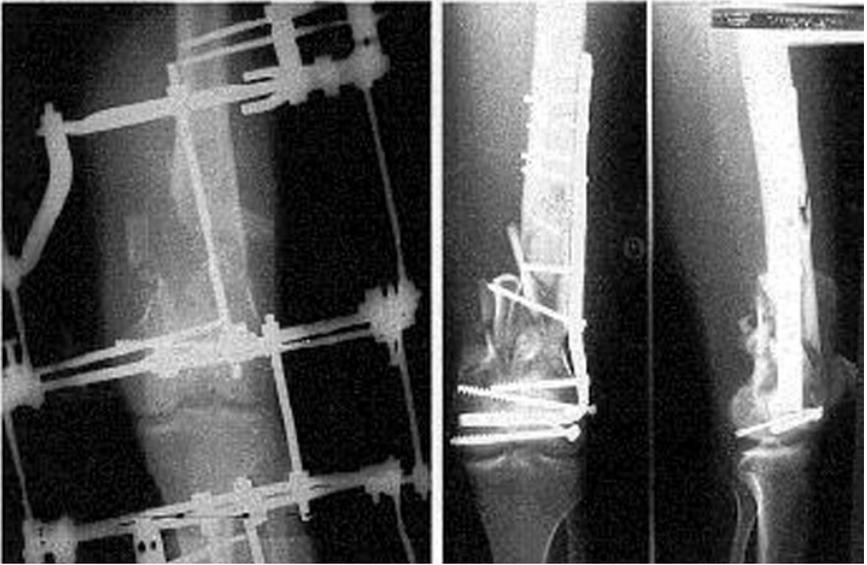


Fig. 4 – Fracture sus- et intercondylienne comminutive : montage initial par fixateur externe ; lame-plaque 12 trous et autogreffe iliaque.

Indications

Le but du traitement des fractures de l'extrémité distale du fémur est d'obtenir le résultat anatomique et fonctionnel le meilleur possible. L'ostéosynthèse doit être solide et stable, surtout en rotation, pour permettre une rééducation précoce.

Pour les fractures supracondyliennes simples (fig. 5), nous utilisons la lame AO à 95°, la lame doit être strictement parallèle à l'interligne pour éviter le défaut d'axe frontal.

Si le foyer est comminutif, l'ostéosynthèse est plus difficile, le bon positionnement de la lame permet l'alignement de la diaphyse sur la plaque, en évitant tout dépériostage abusif.



Fig. 5 – Fracture supracondylienne spiroïde simple : vissage en compression et neutralisation par lame-plaque 9 trous.

Dans les fractures sus- et intercondyliennes simples, la lame-plaque a également notre préférence, après fixation du bloc épiphysaire par une ou deux vis à compression. En cas de comminution, la priorité est à la reconstitution de la surface cartilagineuse épiphysaire qui donne un point d'appui à la lame-plaque qui assure une excellente cohésion diaphyso-épiphysaire.

Conclusion

L'étude de notre série confirme l'intérêt de l'ostéosynthèse par lame-plaque. Ce matériel permet de réaliser une ostéosynthèse solide, de commencer précocement la rééducation du genou et donc de diminuer les séquelles fonctionnelles. Grâce à son caractère monobloc, le problème majeur représenté par la solidarisation de la diaphyse au massif épiphysaire, est résolu au mieux. Elle permet de rétablir des axes anatomiques. L'existence d'une ouverture cutanée ne représente pas une contre-indication à l'utilisation de ce matériel, monobloc, peu encombrant, garant d'une parfaite immobilisation du foyer. Il constitue à notre avis l'un des principaux facteurs de prévention de l'infection.

Vis-plaque condylienne DCS (*Dynamic Condylar Screw*)

P. Chélius

La DCS ou vis-plaque condylienne est un implant conçu pour la fixation spécifique des fractures épiphysa-métaphysa-diaphysaires du fémur. Il répond par son dessin et sa résistance, aux principes de l'ostéosynthèse qui sont :

- obtenir une stabilisation du foyer de fracture en position anatomique ;
- permettre une mobilisation immédiate des articulations sus- et sous-jacentes ;
- favoriser la mise en charge précoce, propice à une récupération fonctionnelle optimale.

Notons que, si cet implant est plus spécialement destiné aux fractures de l'extrémité distale du fémur, il peut être, dans certains cas, utilisé dans le traitement des fractures de l'extrémité proximale de cet os.

Matériel

Implant

Il comporte deux parties (fig. 1), une plaque et une vis, réunies par un canon appartenant à la plaque, et qui les rend solidaires et insensibles aux contraintes mécaniques transmises de l'épiphyse vers la diaphyse : en pratique, il s'agit bien d'un implant monobloc.



Fig. 1 – Assemblée, la vis-plaque DCS se comporte comme un implant monobloc.

Plaque métaphysa-diaphysaire

Épaisse, elle s'applique sur la face latérale de l'épiphyse distale. Elle est de longueur variable, 6 à 22 trous, et porte le canon épiphysaire qui guide la vis

inclinée à 95°. Cet angle répond aux données anatomiques et biomécaniques du membre inférieur. Ce canon mesure 25 mm de long et présente deux méplats. Les orifices métaphyso-diaphysaires de la plaque sont conçus selon le principe DC, qui permet la mise en compression du foyer supracondylien dès le serrage des vis. Ces orifices acceptent les vis à corticale de 4,5 mm. Deux orifices épiphysaires, ronds peuvent recevoir des vis à os spongieux de 6,5 mm. En outre, l'extrémité proximale de la plaque comporte une échancrure qui permet l'utilisation d'un tendeur de plaque. Celui-ci assure une éventuelle mise en compression du foyer supracondylien après solidarisation épiphysaire.

Vis épiphysaire

Commune à la DHS, elle a une longueur qui va de 50 mm à 115 mm, par 5 mm. Elle présente un filetage partiel dont le diamètre est de 12,5 mm, l'âme de 8 mm, sur une longueur de 22 mm. Ses deux méplats correspondent à ceux du canon. Le filetage est asymétrique extractible de type spongieux. Le seul degré de liberté est la translation transversale, mise en jeu lors de l'utilisation de la vis à compression, pour assurer un meilleur contact dans le foyer intercondylien.

Vis

Les différentes vis utilisées sont les vis à corticale de 4,5 mm, les vis à spongieux de 6,5 mm, et la vis à compression de 36 mm de long.

Matériel ancillaire

Outre l'instrumentation générale standard nécessaire à l'ostéosynthèse, on utilise l'instrumentation DHS-DCS de base et une instrumentation plus spécifique à la DCS :

- le viseur à 95° ;
- la mèche à trois niveaux propre à la DCS (fig. 2).



Fig. 2 – La mèche à trois niveaux, assemblée et calibrée en fonction de l'épaisseur condylienne mesurée.

Technique

Le patient est en décubitus dorsal ou latéral. L'abord chirurgical est le plus souvent latéral, bien que certains proposent, dans les fractures très distales, une voie analogue à celle des prothèses de genou.

Le temps d'arthrotomie est primordial, d'abord pour préciser le bilan lésionnel, ensuite pour assurer la reconstruction articulaire contrôlée, à l'aide de vis, canulées ou non, voire de broches. Leur mise en place doit tenir compte de l'encombrement de la vis-plaque et de sa future position. La reconstruction épiphysaire est donc le premier temps de l'ostéosynthèse.

La position de la vis-plaque est déterminée sur une broche-guide. Cette broche-guide doit être parallèle aux deux interlignes fémoro-patellaire et fémoro-tibial qui seront repérés par deux broches (fig. 3). Il faut bien noter que, de la précision de ce repérage, dépend la qualité de l'alignement épiphysio-diaphysaire qui permet d'éviter ainsi les cals vicieux en varus ou valgus.



Fig. 3 – Les broches-guides sont posées sur leurs interlignes articulaires respectifs.

La broche-guide est orientée par le viseur DCS appliqué sur la face latérale du condyle latéral. Son point d'introduction est situé dans l'alignement de la diaphyse en respectant au moins 2 cm d'espace avec l'interligne fémoro-tibial. La broche-guide, dont l'extrémité est filetée, doit atteindre la corticale opposée et sa position doit être contrôlée radiologiquement de face et de profil. On procède à la mesure de longueur avec la jauge spécifique montée sur cette broche.

La mèche à trois niveaux DCS est calibrée à la largeur épiphysaire ainsi mesurée, diminuée de 1 cm. Le taraudage sur la broche guide dépend de la qualité de l'os. La vis DCS est choisie de même longueur que le forage. L'implantation de l'ensemble vis et plaque se fait facilement sur l'ancillaire de pose grâce au guidage de la douille centreuse à baïonnette amovible (fig. 4).

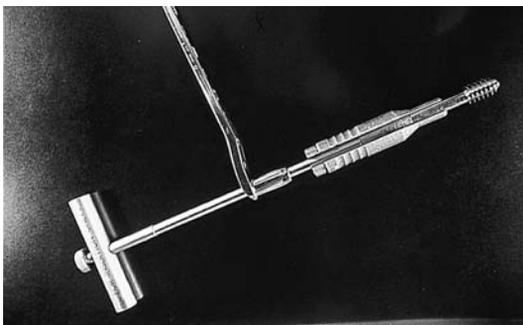


Fig. 4 – L'implant est prêt à être posé.

Après avoir bien appliqué la plaque sur la face latérale du condyle, on procède ensuite au complément de fixation épiphysaire par les orifices distaux qui accueillent les vis à os spongieux (fig. 5). On est parfois amené à aménager cette face pour obtenir une congruence idéale. La compression intercondylienne peut être améliorée par la mise en place de la vis à compression.

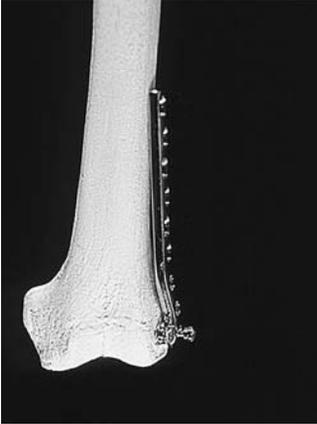


Fig. 5 – La fixation complémentaire est commencée lorsque la plaque est bien appuyée contre la diaphyse.

Ensuite, la solidarisation à la diaphyse se fait par des vis corticales. Le viseur asymétrique est nécessaire si l'on veut utiliser la technologie DC pour les vis qui sont situées en amont du trait de fracture supracondylienne. Une autre technique de mise en compression, très efficace, consiste à utiliser le tendeur de plaque s'appuyant sur une vis complémentaire temporaire proximale.

Ainsi reconstituée et stabilisée (fig. 6), l'extrémité distale du fémur va pouvoir supporter la mobilisation précoce.

Lorsque la consolidation est bien acquise, le retrait de l'implant se fait aisément, d'abord par l'ablation de la plaque. Pour l'ablation de la vis, il faut utiliser exclusivement la clé d'extraction qui est le seul instrument suffisamment solide pour éviter le bris d'ancillaire.

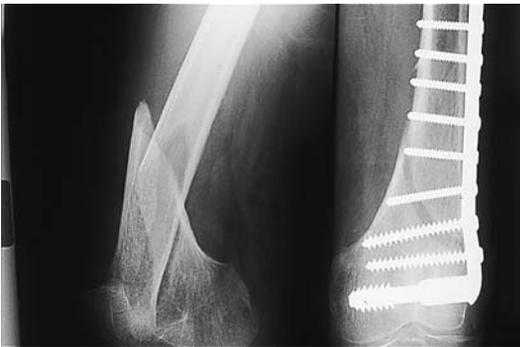


Fig. 6 – Fracture type AO 33 A1. L'épiphysse est fixée par des vis spongieuses de complément.

Indications

Selon la classification de l'AO, les indications de la DCS sont reprises dans la figure 7.

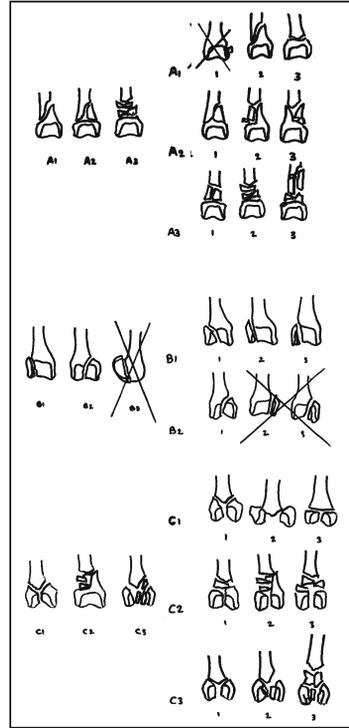
Fig. 7 – Indications et contre-indications de l'implant DCS.

Elles portent sur toutes les fractures des groupes :

- A1 (2, 3)
- A2 (1, 2, 3)
- A3 (1, 2, 3)
- B1 (1, 2, 3)
- B2 (1, 2, 3)
- C1 (1, 2, 3)

Pour être plus simple :

- c'est la comminution médiale épiphysaire et la taille des fragments du condyle médial qui déterminent l'indication en fonction de la qualité de la « prise » osseuse ;
- c'est la comminution métaphysaire qui détermine la longueur de la plaque et le nombre de vis en sachant respecter les traits trop comminutifs, sans y mettre de vis, en passant « en pont » vers le segment solide d'amont.



Problèmes rencontrés

Les cals vicieux sont le fait d'erreur de position de la broche-guide : cela justifie largement l'utilisation des contrôles radiologiques peropératoires.

La forte comminution métaphysaire peut faire préférer des techniques par enclouage rétrograde, plus rapide et réduisant ainsi les risques de surinfection, d'autant que l'on n'est pas contraint à un déperiostage extensif, encore que l'ostéosynthèse dite « en pont » soit utilisable avec la DCS (fig. 8).



Fig. 8 – La fracture articulaire de type 33 C1 est associée à une comminution métaphysaire importante. Les prises de vis sont restreintes dans cette zone.

La perte de substance osseuse doit être prise en compte lors de l'intervention : l'apport de greffon doit être prévu. Cet apport de greffe est parfois réalisé dans un second temps opératoire, à la 6^e semaine. Il faut noter qu'un espace persistant par défaut de réduction, dans le trait supracondylien peut être « effacé » par l'utilisation du tendeur de plaque.

L'ostéoporose est fréquemment rencontrée et pose le problème de la tenue des vis. Dans des cas bien particuliers, on peut être amené à injecter du ciment dans le canal médullaire sur un foyer réduit et maintenu par quelques vis, avant de compléter l'ostéosynthèse par les dernières vis du montage s'appuyant sur le ciment déjà solidifié (fig. 9).

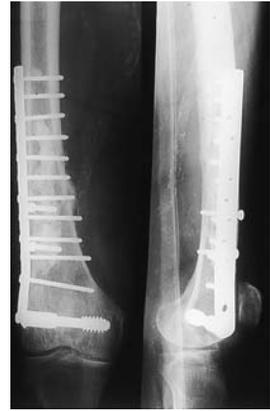


Fig. 9. – Lors de l'intervention, l'importance de l'ostéoporose et le risque de démontage de l'ostéosynthèse ont conduit à l'adjonction de ciment.

Fractures sur prothèses de genou

Leur fréquence est en augmentation et il faut s'attacher à déterminer si la stabilité de la prothèse est compromise par la fracture, même en cas de consolidation osseuse. Le choix de l'ostéosynthèse est conditionné par :

- le trait de fracture ;
- la taille des fragments restant attachés à la prothèse ;
- la possibilité de faire passer la vis DCS dans l'os et au-dessus des reliefs de la prothèse fémorale ;
- la taille de la prothèse ;
- la qualité de l'os.

Dans cette indication, la DCS fait partie de l'arsenal thérapeutique (fig. 10), au même titre que l'ostéosynthèse par plaque simple ou par enclouage rétrograde selon les cas.

Conclusion

Au total, on peut considérer que la DCS occupe une place de choix dans l'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité distale du fémur. C'est un implant simple qui, au prix d'une technique bien comprise, permet d'obtenir un foyer suffisamment stable pour autoriser l'indispensable mobilisation précoce qui seule, permet d'éviter les raideurs du genou sous-jacent.



Fig. 10. – Utilisation d'une DCS dans le traitement d'une fracture sur prothèse unicompartmentale.

Enclouages centromédullaires dans le traitement des fractures distales du fémur

Ph. Vichard, H. Pichon et P. Garbuio

Les deux grandes modalités d'enclouage centromédullaire du fémur, antérograde et rétrograde, ont de nombreux points communs dont chacun mériterait une discussion : l'intérêt du foyer fermé, la possibilité d'utiliser des clous creux ou pleins, en titane ou en acier, l'alésage ou non, constituent une pratique abondamment controversée. Nous nous bornerons à traiter les particularités de chacune.

Techniques

Enclouage antérograde

Il ne peut pas être utilisé dans tous les cas de fractures distales du fémur.

Installation

Il peut être réalisé sur table orthopédique ou sur table normale grâce au secours d'un distracteur (29). Dans les deux cas, le chirurgien a recours à l'amplificateur de brillance, l'ouverture du foyer ne se pratique qu'en cas de nécessité : tentatives répétées et infructueuses d'enclouage à foyer fermé. La plupart des chirurgiens installent l'opéré en décubitus dorsal, mais le décubitus latéral avec ou sans table orthopédique peut être utilisé.

Abord du massif trochantérien

Nous avons l'habitude de forer le sommet du grand trochanter (fig. 1) à l'aide d'une broche-guide de gros calibre qui guide le (ou les) foret(s) nécessaire(s). Les parties molles sont protégées à l'aide d'une chemise métallique.

Centrage distal du clou et son verrouillage

Le centrage distal du clou peut être obtenu immédiatement. Il faut alors verrouiller sans délai pour éviter le balayage du clou en direction d'un condyle. Le plus souvent, le clou plein ou le guide des clous creux se dirige vers l'un des condyles, responsable d'une angulation dans le plan frontal si l'on enclouait

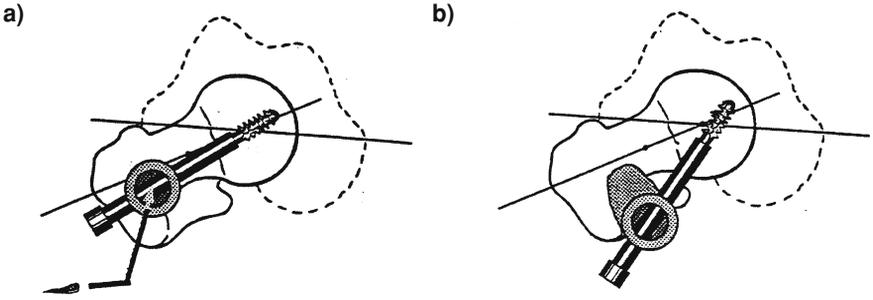


Fig. 1. – L'introduction du clou par le sommet du grand trochanter rend possible la mise en place de vis dans l'axe du col (clou Recon, par exemple). Schéma d'après G. Ascencio (Nîmes). a) point d'entrée correct antéro-médial; b) point d'entrée incorrect postérieur.

dans cette situation. Il faut alors retirer le clou jusqu'à l'entrée du fragment distal, relâcher la traction obtenue par la table orthopédique, exercer une poussée sur le foyer destinée à corriger la déformation, puis pousser rapidement le clou ou le guide et verrouiller. La table orthopédique rend ainsi plus difficile la manipulation du foyer de fracture surtout si la traction est importante. En cas de fracture très distale, on peut scier le clou en aval du dernier conduit de verrouillage, pour obtenir un enclouage et des verrouillages les plus distaux possibles. Les deux vis de verrouillage sont impératives.

Enclouage rétrograde

Cette technique est plus intéressante pour les fractures fémorales distales.

Installation

La plupart des auteurs installent l'opéré sur une table normale avec une barre à genou. Le chirurgien se place à droite, son premier aide à gauche de l'opéré. Le membre sain est posé sur une jambière comme pour une intervention périnéale. Le plateau de la table ne dépasse pas l'interligne du genou. Le deuxième aide est en bout de table : il est chargé de la réduction de la fracture grâce à la manipulation de la jambe emballée dans un sac stérile. On peut également utiliser un étrier adapté à une broche de Kirchner, transfibulaire ou transcondylienne, postérieure et distale pour ne pas gêner le passage du clou. L'utilisation d'un garrot est facultative (fig. 2).

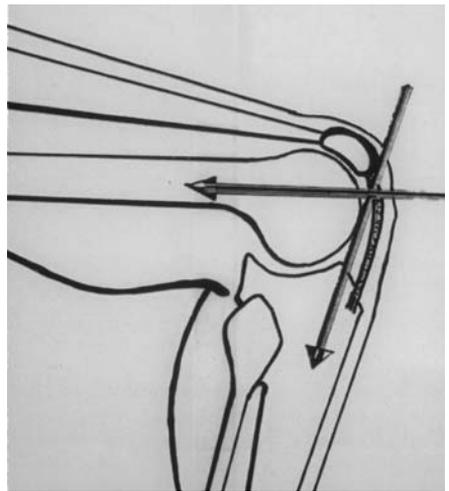


Fig. 2 – L'enclouage fémoral rétrograde et l'enclouage tibial sont possibles par la même voie, dans le même temps opératoire.

Choix de clou

Il dépend des habitudes et de l'expérience du chirurgien :

– le clou GHS court : ce premier modèle historique (16, 26) se terminait à hauteur du sablier intra-fémoral. Il était multiperforé pour permettre un verrouillage à hauteur variable selon les cas. Sa brièveté était responsable de montages instables (fig. 3).



Fig. 3 – Clou rétrograde GHS. Noter le montage instable.



Fig. 4 – Clou rétrograde personnel. a) Détails de l'extrémité sous-trochantérienne. b) Le clou dans son ensemble (en réduction).

– le clou GHS long : Il s'oppose à ce premier clou (45) (fig. 4). Il comporte deux orifices de verrouillage très proches de l'interligne du genou et quatre, proches du massif trochantérien : deux sagittaux dont un ovale, et deux transversaux. Le verrouillage sous-trochantérien est réalisé à main levée. Le verrouillage antéro-postérieur est beaucoup plus aisé sur un blessé en décubitus dorsal et, pour notre part, a été rapidement le seul utilisé.

Notre adoption du clou long pauciperforé, plein et en titane, reposait sur plusieurs arguments :

– l'introduction du clou au-delà du « sablier » réduit automatiquement le foyer de fracture dans les plans frontal et sagittal. Les problèmes restants sont la rotation et, en cas de fractures comminutives, la longueur ;

– d'une manière générale, le comblement de la diaphyse sur toute sa hauteur, prémunit contre les fractures itératives au-delà du matériel ; l'utilisation de clous courts s'impose si l'extrémité proximale du fémur est porteuse d'une prothèse ou d'un matériel d'ostéosynthèse ;

– les trous multiples fragilisent le matériel, exposent à des fractures itératives de la diaphyse, après le retrait éventuel du clou ;

– le frottement du clou long et ses trois points d'appui permettent l'utilisation de clous de plus faible diamètre, moins agressifs pour le genou, et évitent l'alésage.

Voie d'abord

Voie transtendineuse

Pour nous, c'est la voie royale (45) (fig. 5). L'incision cutanée transversale est plus esthétique.

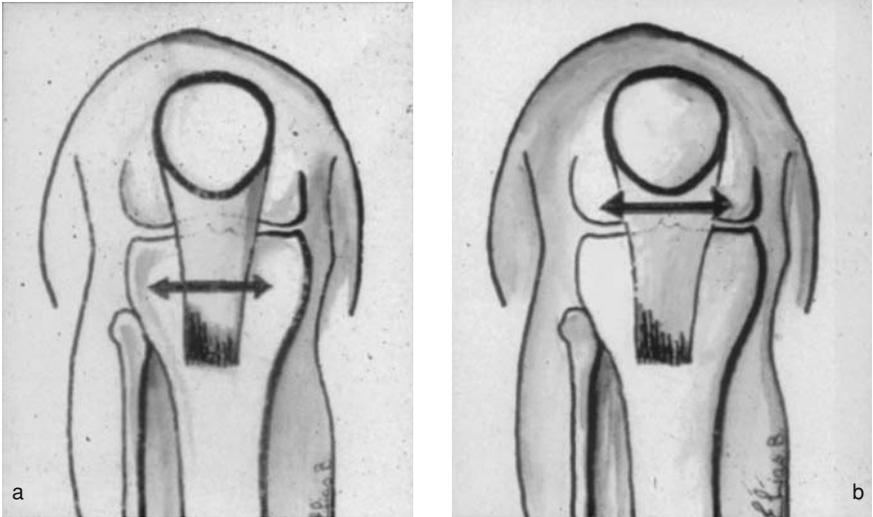


Fig. 5 – La voie transtendineuse. a) Notre incision. b) Incision classique.

Comme pour le tibia, elle est nettement proximale, à hauteur de l'apex de la patella. Le ligament patellaire (tendon rotulien) est dissocié à l'endroit où il s'insère sur l'apex de la patella. À travers le corps adipeux infrapatellaire, l'index de l'opérateur reconnaît le nœud sutural de Chevrier (38) entre les deux condyles cartilagineux. Il ne faut pas s'égarer plus en arrière, dans l'incisure intercondyalaire, sous peine de léser les ligaments croisés. Une broche-guide fore le cartilage (fig. 6). Sa position est contrôlée à l'amplificateur de brillance qui permet de reconnaître la ligne de Blumensaat (fig. 7). Les ciseaux ou un fin bistouri pointu permettent d'agrandir l'orifice synovial réalisé par la broche. Jusqu'à présent, nous utilisons une mèche canulée de diamètre identique ou légèrement supérieure au clou choisi. Dans l'avenir, nous réaliserons l'orifice intercondyalaire grâce à une tréphine et le fragment ostéo-cartilagineux sera reposé en fin d'opération comme dans une greffe en mosaïque. Grâce à son incision cutanée très proximale, la voie transtendineuse permet aussi un enclouage tibial par la partie antérieure de l'aire intercondyalaire antérieure (surface préspinale). Il est alors pratique, chez un polytraumatisé notamment, d'enclouer les deux diaphyses par la même incision, en décubitus dorsal avec une déperdition sanguine minimale.

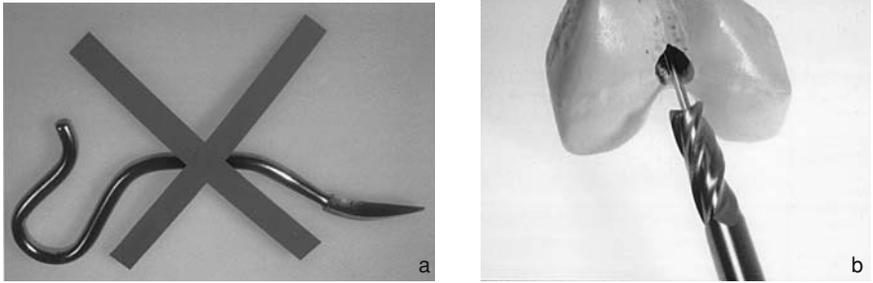


Fig. 6 – a) La pointe carrée est proscrite. b) Le forage se fait à l'aide d'une mèche canulée.

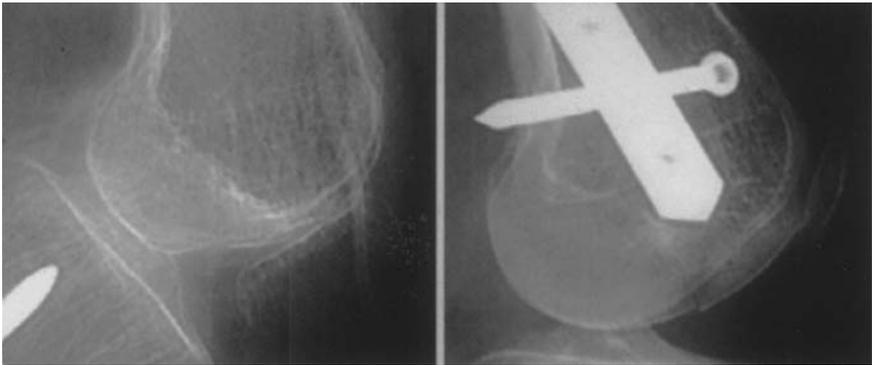


Fig. 7 – Position de l'extrémité du clou rétrograde par rapport à la ligne de Blumensaat (vue de profil).

Voie parapatellaire, médiale ou latérale

Elle n'est pour nous qu'une voie de nécessité imposée par une ouverture traumatique siégeant au niveau des fractures intercondyliennes ou condyliennes majeures ou plus simplement par une plaie articulaire du genou. À l'issue du parage, après changements de gants et de matériel, la patella est repoussée en dedans ou en dehors, et l'enclouage est réalisé comme précédemment. On peut également utiliser un foyer de fracture patellaire pour introduire le clou et on termine par l'ostéosynthèse de la patella. En cas de fracture sus- et intercondylienne peu déplacée, la voie transtendineuse reste possible à la condition de solidariser préalablement les condyles par vissage « miss-a-nail » réalisable grâce à notre canon de visée ou par utilisation d'un davier de Heim de grande taille (fig. 8). En cas de trait de refend au niveau d'un des condyles, il nous est arrivé d'utiliser la voie parapatellaire latéralisée de son côté, d'enclouer, puis de fixer le condyle sain par le verrouillage du clou tandis que le condyle fragmenté était reconstitué par rapport à l'autre condyle et la métaphyse par vissage (fig. 9).

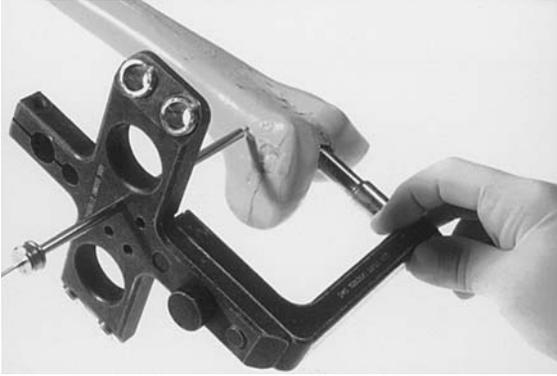


Fig. 8 – Avant de mettre en place le clou, on procède au vissage « miss-a-nail » des condyles. Il faut voir l'orifice qui est destiné aux vis et à leur mèche dans le guide de verrouillage et de vissage.



Fig. 9 – Observation d'enclouage rétrograde par voie parapatellaire médiale avec vissage condylien médial complémentaire. a, b) Radiographies à l'arrivée (avec l'attelle). c, d) Radiographies à 3 ans. e, f) Radiographie après ablation du matériel.

Enclouage

À l'introduction, on sent le clou qui racle les parois du canal médullaire. Bien souvent, il passe le foyer de fracture sans le secours de l'amplificateur de brillance. À mesure que le clou avance, la réduction se complète. Son extrémité distale doit être noyée sous le cartilage et l'os spongieux. À ce stade, le verrouillage condylien mécanique peut être réalisé (fig. 10). Du côté sous-trochantérien, c'est un verrouillage à main levée, réalisé lorsqu'on a la certitude d'une bonne réduction dans le plan transversal et d'une égalisation la plus parfaite possible des deux fémurs.

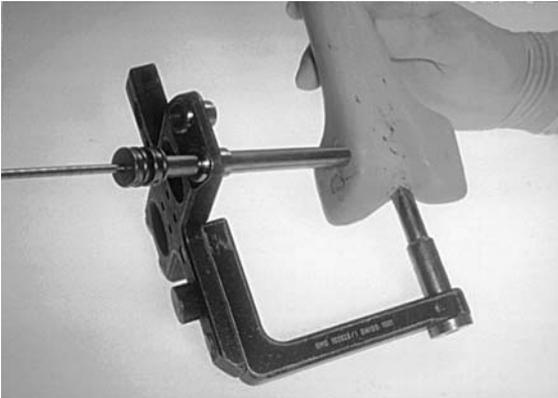


Fig. 10 – Le clou rétrograde est en place. Verrouillage mécanique.

Soins postopératoires

Pour ne pas méconnaître une lésion ligamentaire associée, l'ostéosynthèse terminée, sur table d'opération, il faut tester la stabilité du genou. Des radiographies de face et de profil du foyer de fracture et de l'interligne du genou sont indispensables. Les derniers clichés permettent de vérifier que l'extrémité distale du clou est au-dessus de la ligne de Blumensaat. S'il n'en était pas ainsi, il en résulterait un conflit : en flexion du genou avec la face postérieure de la patella ; en extension avec le tibia. Après avoir fait la toilette articulaire, un drain de Redon peut être mis en place, il est enlevé après 48 heures, lors du premier pansement. Un pansement compressif est mis en place 48 heures. La mécanothérapie est encouragée et entamée sur une attelle motorisée.

Résultats

Certains auteurs, surtout américains (36), utilisent exclusivement l'enclouage rétrograde pour les fractures médio-diaphysaires. Dans l'état actuel de notre expérience, nos indications sont éclectiques et non extensives. Nous nous bornerons à comparer les résultats des enclouages rétrogrades et antérogrades et des ostéosyntheses par plaque dans les fractures du tiers distal.

Clou rétrograde

Notre série (tableau I)

Siège, description et classification de la fracture	Nombre	Classe AO	Classe « Chiron »
<i>Fractures diaphysaires</i>			
Diaphysaire tiers moyen	1	32 B.2	-
Diaphyse tiers distal	8	32 A.3 et B.3	-
<i>Fractures sus- et intercondyliennes</i>			
Supracondylienne simple	6	33 A.1	Groupe 1
Supracondylienne comminutive	1	33 A.3	Groupe 2
Sus- et intercondylienne non déplacée	7	33 C.1	Groupe 1
Sus- et intercondylienne déplacée	5	33 C.2	Groupe 2
Sus- et intercondylienne plurifragmentaire	3	33 C.3	Groupe 3

Tableau I – Les lésions osseuses.

L'expérience du service a été exposée dans la thèse de H. Pichon (37). Les patients (fig. 11 et 12) avaient un âge moyen de 53 ans, une médiane de 51 ans avec des extrêmes de 13 à 98 ans. Il y avait 17 femmes et 14 hommes. Les femmes présentaient surtout des fractures à basse énergie (11) au-delà de 68 ans (10), alors que les hommes présentaient surtout des fractures à haute énergie, survenues avant 30 ans (7). Trente-cinq pour cent étaient des polytraumatisés. Parmi les antécédents, on notait six diabètes, huit ostéoporoses, une ankylose de hanche, une maladie de Paget, quatre fractures de l'extrémité proximale du fémur, deux prothèses totales de genou non postéro-stabilisées. La série comportait 23 fractures fermées et 8 fractures ouvertes, 2 de type I de Cauchoix et 6 de type II, traitées en urgence. L'intervention fut faite en moyenne au 9^e jour avec un extrême au 26^e jour après transfert secondaire. Il n'y eut pas de greffe osseuse. La durée opératoire moyenne fut de 1 heure 40. L'abord fut transtendineux (20 cas), parapatellaire médial (6 cas) ou latéral (4 cas), et médian itératif (1 cas).

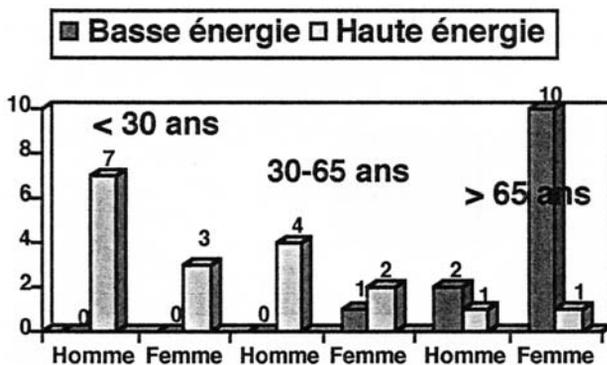


Fig. 11 – Basse énergie, haute énergie: répartition par âge, sexe et mécanisme.

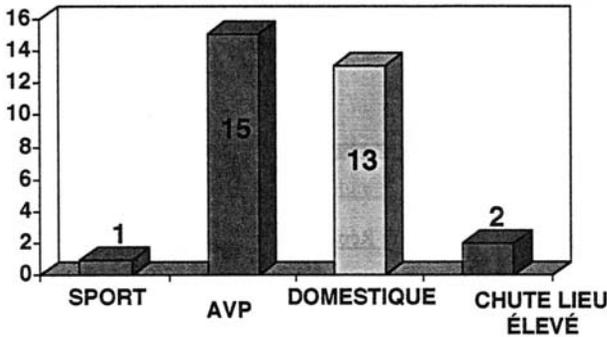


Fig. 12 – Répartition par type d'accident.

Huit patients ont nécessité des réinterventions, pour dynamisation après non-consolidation (1 cas), pour rupture de clou (1 cas), pour ablation de vis de verrouillage (2 cas), pour changement de clou pour malfaçon (1 cas). Certaines reprises, jugées inutiles par nous, avaient été faites ailleurs. Une mobilisation sous anesthésie générale a été programmée huit fois, éventuellement en même temps que l'ablation des vis. Nous sommes partisans de ce type de manipulation à condition d'être très doux et prudents.

Le tableau II reprend la mobilité à la révision. La reprise de l'appui était intervenue 11 fois entre 1 et 3 mois, 7 fois au-delà du 3^e mois; la consolidation radiologique fut acquise en moyenne à 5 mois, avec des extrêmes entre 2 et 11 mois (fig. 13). Nous déplorons 2 pseudarthroses chez 2 blessés, perdus de vue car pris en charge par une autre équipe, et 4 décès : 1 polytraumatisé, 1 avant consolidation osseuse et 2 après consolidation osseuse; un blessé avait été évalué avant son décès. Les résultats fonctionnels donnés au tableau III tiennent compte de l'état fonctionnel préfracturaire.

Extension

0°	5-10°	> 10°
21	5	2

Flexion

40°	75°	80°	90°	100-110°	110-130°	> 130°
2	1	1	3	12	4	5

Tableau II – Mobilité.

	Très bon	Bon	Moyen	Mauvais
Score ou état fonctionnel*	15	11 à 14	8 à 10	4 à 7
Nombre	idem	- 1 point	- 2 points	- 3 points
Score	4	13	8	3
Mobilité	4	3	2	1
Douleur	7	11	7	3
Stabilité	11	11	4	22
Marche**	22	4	2	
	10	2	5	6

* L'état fonctionnel a été évalué par rapport à la situation antérieure à l'accident.

** La marche n'a pas pu être étudiée chez 5 patients.

Tableau III – Score fonctionnel SOFCOT.

Les résultats radiologiques évaluaient l'évolution du déplacement frontal (fig. 14) et sagittal (fig. 15) et étaient cotés selon Vidal et Marchand (tableau IV). Il n'y avait pas d'arthrose postopératoire.

Très bon	Bon	Moyen	Mauvais
17	9	1	0

Tableau IV – Résultats radiologiques selon Vidal et Marchand.

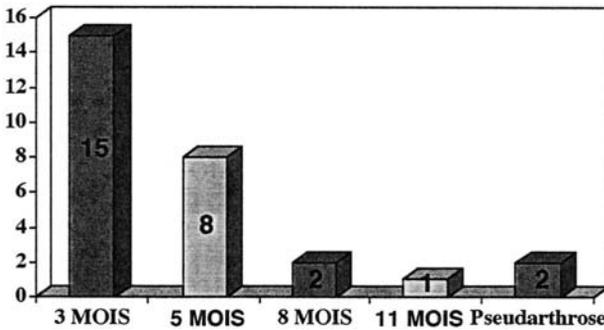


Fig. 13 – Durée de consolidation osseuse.

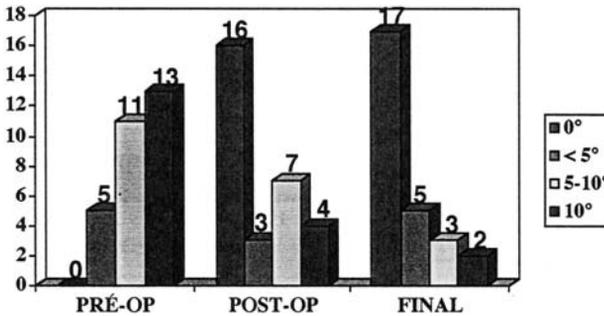


Fig. 14 – Évolution du déplacement frontal.

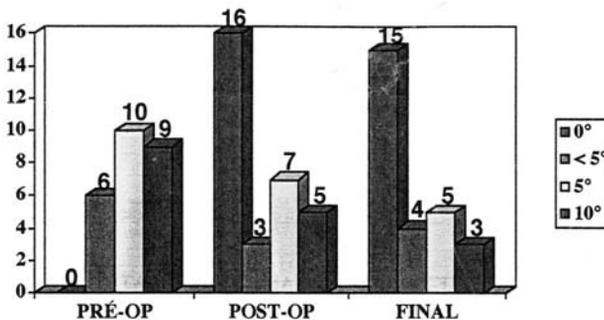


Fig. 15 – Évolution du déplacement sagittal.

Expérience d'autres services

Lucas (26) a rapporté 34 cas chez 33 patients dont 9 perdus de vue (6 types A et 16 types C). La durée opératoire moyenne fut de 2 heures 36 minutes. La flexion moyenne était de 100°, le flexum de 4°. Il rapportait un déplacement en varus supérieur à 10°, un raccourcissement majeur, une arthrite du genou après plusieurs interventions abdominales, et sept ablations précoces de vis.

Iannaccone (18) a rapporté 41 fractures chez 38 patients, dont 19 types A, 22 types B, et 22 fractures ouvertes. Il avait 32 consolidations à 4 mois, 4 greffes précoces, 5 consolidations retardées, 4 pseudarthroses. Trente-sept fois, la réduction était anatomique. Seulement 5 patients avaient une flexion inférieure à 90°.

Ostermann (35) a rapporté une série de 18 blessés, dont 8 types A et 10 types C. Un patient était perdu de vue, 16 avaient un retour à l'état antérieur. Un patient fut repris pour un cal vicieux en varus.

Gellman (10) a rapporté 26 fractures dont 24 revues, avec 11 types A et 13 types C. Il n'y avait pas de pseudarthrose. La flexion moyenne du genou était de 106° et le flexum de 2°. Il y avait un mauvais résultat. L'ablation du clou fut faite trois fois pour un syndrome fémoro-patellaire.

Janzing (20) a rapporté 26 cas chez des vieillards comprenant 20 types A et 6 types C. Vingt-cinq patients avaient été revus, leur score de Neer modifié était le suivant : 18 excellents résultats, 5 bons, 1 moyen et 1 mauvais avec 18 mois de recul.

Clou antérograde

Nous n'en avons pas l'expérience dans ces indications. La technique impose la table orthopédique, un clou de Steinman ou une broche de Kirchner en avant et en bas dans les condyles. Seules les fractures supracondyliennes avec un trait à plus de 4 cm de l'articulation du genou autorisent cette technique sur des fractures sus- et intercondyliennes peu déplacées.

Dominguez (7) a rapporté 35 fractures avec un score HSS moyen de 87 sur 100, avec 1 pseudarthrose et aucune rupture d'implant, mais il n'a revu qu'un tiers de ses patients.

Leung (24) a revu 37 patients sur 37 et a rapporté 13 excellents, 22 bons et 2 mauvais résultats. Vingt-six blessés avaient une flexion de plus de 110°. Trente-cinq n'avaient aucune douleur de repos et 24 n'avaient pas de limitation d'activité. Il concluait à l'excellence de la méthode pour les fractures diaphysaires du tiers distal et les fractures sus- et intercondyliennes peu déplacées.

Papagiannopoulos (37) a rapporté 26 patients. Selon les critères de Schatzker, il avait 21 excellents, 3 bons et 2 résultats moyens, sans rupture de clou ni pseudarthrose. 17 des 18 blessés en âge de travailler avaient repris leur activité.

Wu (46) avec les mêmes critères a rapporté 38 blessés avec 85 % de bons et excellents résultats, mais 4 pseudarthroses avec 3 ruptures d'implants.

Pour les fractures étagées, Butler (4) distingue deux cas :

- l'association de fractures diaphysaire et supracondylienne ; sur 12 observations, il avait 2 réductions anatomiques insuffisantes, 1 valgus de 10° et

1 recurvatum de 26° ; la mobilité du genou était normale ; 11 blessés avaient un faible déficit fonctionnel et 10 n'avaient pas de douleur ;

– la fracture diaphysaire, associée à une fracture sus- et intercondylienne, est péjorative puisque sur 11 cas, il y avait 4 mauvaises réductions, 2 réinterventions, 10 résultats fonctionnels satisfaisants pour 1 insuffisant.

Ces considérations militent en faveur d'un enclouage rétrograde dans ces indications.

Plaque coudée et vis-plaque

C'est actuellement la méthode de référence, mais les publications sont anciennes.

La série de la SOFCOT (1) comportait 126 cas avec 14 % de pseudarthrose, 9 % d'infection. Les résultats étaient très bons (15 %), bons (51 %), moyens (17 %) ou mauvais (17 %). La mobilité en flexion était inférieure à 90° dans un tiers des cas.

Chiron (5) a rapporté 264 cas opérés entre 1986 et 1993 avec des cals vicieux (11 %), des raideurs (8 %), des pseudarthroses (4 %) et 3 % d'infection. Les résultats étaient très bons (28 %), bons (43 %), moyens (17 %) ou mauvais (12 %). Les meilleurs résultats étaient obtenus avec les fractures extra-articulaires.

D'autres séries ont rapporté des résultats pour la DCS, avec 14 raideurs séquellaires (30) ou pour la plaque coudée de l'AO : 80 % avaient de bons et très bons résultats et 20 % des patients étaient perdus de vue (40).

Que conclure de ces comparaisons ?

L'extrême hétérogénéité des séries, des grilles de résultats, les rend quasi incomparables. Dans l'état actuel des choses, il n'y a pas d'argument majeur pour éliminer l'enclouage antérograde pour les fractures diaphysaires, sauf situation particulière ou terrain défaillant. Dans les fractures juxtacondyliennes, il semble que l'appui distal du clou rétrograde est plus facilement et efficacement obtenu. Ce sont donc ces fractures distales qui constituent ses indications les meilleures, d'autant que ses résultats ne sont certainement pas inférieurs à ceux du clou antérograde et de la plaque.

Indications

Les auteurs américains (36), préoccupés par l'obésité majeure de certains de leurs patients, préfèrent le clou rétrograde dans toutes les indications classiques du clou antérograde. Nous avons opté pour des indications plus éclectiques qui tiennent compte du siège de la fracture, des circonstances particulières et du terrain.

Siège de la fracture

Pour nous, le clou rétrograde est indiqué dans :

- les fractures du tiers distal avec refend intercondylien (7) ;
- les fractures étagées associant un trait au tiers distal et un autre trait médiodiaphysaire ou proximal ;
- les fractures sus- et intercondyliennes lorsque les condyles ne sont pas le siège de fracture et lorsque l'interligne articulaire est satisfaisant ;
- les fractures complexes qui associent ces différents types de fractures constituent une excellente indication (fig. 16).

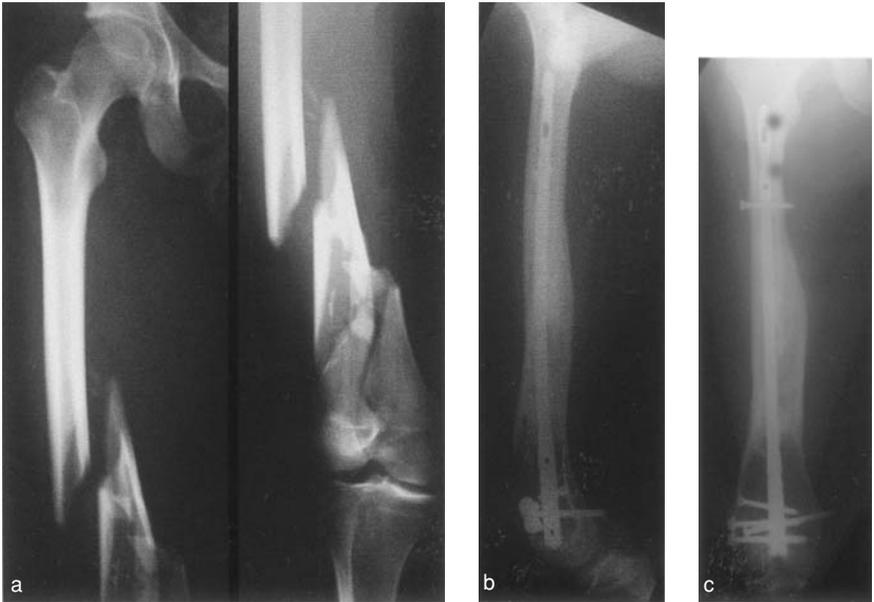


Fig. 16 – Fracture complexe épiphyseo-métaphyse-diaphysaire.

Circonstances particulières

Mentionnons encore :

- le blessé porteur d'une prothèse totale de genou non postéro-stabilisée, indication classique (13, 15, 28) ;
- les fractures étagées du membre inférieur associant le tibia et le fémur ipsilatéraux (4, 11, 39, 43) ;
- les patients présentant une désarticulation récente ou ancienne du genou (39) ;
- les fractures de patella ou les plaies articulaires du genou associées à une diaphyse fémorale (39) ;
- les fractures sus- et intercondyliennes où l'un des condyles est refendu sont, pour nous, une indication récente. Ce sont des fractures souvent ouvertes. La voie parapatellaire du côté du condyle lésé est commode (39) ;

- les fractures du fémur sur maladie de Paget, car dans certaines déformations, il est plus facile d'utiliser un clou rétrograde (39, 41);
- les fractures du fémur en aval d'une prothèse ou d'une ostéosynthèse ancienne, qui peuvent bénéficier d'un clou GHS (39, 41);
- les fractures du fémur en aval d'une arthrodèse de hanche.

Terrain

Dans certains cas, celui-ci favorise l'utilisation du clou rétrograde. Mentionnons les polytraumatisés, les diabétiques, les vieillards tarés.

L'avenir

La place du clou rétrograde est maintenant admise. Nous pensons que le modèle long peut être amélioré : verrouillage sous-trochantérien mécanique, extraction du clou par le massif trochantérien, forage bipolaire pour contrôler la pression intramédullaire lors de l'introduction.

Références

1. Ascensio G (1989) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. SOFCOT, Journées de Printemps de Montpellier, mai 1988. Rev Chir Orthop 75 (suppl. 1): 168-83
2. Bankston AB, Keating EM, Saha S (1992) The biomechanical evaluation of intramedullary nails in distal femoral shaft fractures. Clin Orthop 276: 277-82
3. Brunner CF, Weber BG (1982) Special techniques in internal fixation. Springer-Verlag, Berlin
4. Butler MS *et al.* (1991) Interlocking intramedullary nailing for ipsilateral fractures of the femoral shaft and distal part of the femur. J Bone Joint Surg 73A: 1492-502
5. Chiron P (1995) Fractures récentes de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT, n° 52. Conférences d'Enseignement 1995. Expansion Scientifique Française, Paris, p 147-65
6. David SM *et al.* (1997) Comparative biomechanical analysis of supracondylar femur fracture fixation: locked intramedullary nail versus 95-degree angled plate. J Orthop Trauma 11: 344-50
7. Dominguez I *et al.* (1998) Antegrade nailing for fractures of the distal femur. Clin Orthop 350: 74-9
8. Firoozbakhsh K *et al.* (1995) Mechanics of retrograde nail versus plate fixation for supracondylar femur fractures. J Orthop Trauma 9: 152-7
9. Garbuio P, Bertin R, Elias BE (1997) L'enclouage centromédullaire verrouillé rétrograde dans les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Chirurgie 122: 178-80
10. Gellman RE *et al.* (1997) Treatment of supracondylar femoral fractures with a retrograde intramedullary nail. Clin Orthop 332: 90-7
11. Gregory P *et al.* (1996) Ipsilateral fractures of the femur and tibia: treatment with retrograde femoral and unreamed tibial nailing. J Orthop Trauma 10: 309-16
12. Gregory Jr PR (1997) Removal of a broken solid-core intramedullary femoral nail using both antegrade and retrograde starting points. Orthopedics 20: 1087-9
13. Hanks GA *et al.* (1989) Supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty. J Arthroplasty 4: 289-92

14. Helfet DL, Lorich DG (1998) Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femoral fractures. *Clin Orthop* 350: 80-4
15. Henry SL, Booth RE (1995) Management of supracondylar fractures above total knee prostheses. *Techn Orthop* 9: 243-52
16. Henry SL *et al.* (1991) Management of supracondylar fractures of the femur with the GSH intramedullary nail: preliminary report. *Contemp Orthop* 22: 631-40
17. Herscovici Jr D, Whiteman KW (1996) Retrograde nailing of the femur using an intercondylar approach. *Clin Orthop* 332: 98-104
18. Iannacone WM *et al.* (1994) Initial experience with the treatment of supracondylar femoral fractures using the supracondylar intramedullary nail: a preliminary report. *J Orthop Trauma* 8: 322-7
19. Ito K, Grass R, Zwipp H (1998) Internal fixation of supracondylar femoral fractures: comparative biomechanical performance of the 95-degree blade plate and two retrograde nails. *J Orthop Trauma* 12: 259-66
20. Janzing GM *et al.* (1998) Treatment of distal femoral fractures in the elderly. Results with the retrograde intramedullary supracondylar nail. *Unfallchirurgie* 24: 55-9
21. Kempf I, Jenny JY (1990) L'enclouage centromédullaire à foyer fermé selon Kuntscher. Principes de base. Apport du verrouillage. *Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT*, n°39. Expansion Scientifique Française, Paris, p 5-12
22. Klemm K, Schellmann W (1972) Dynamische und Statische Verriegelung des Marknagels. *Monatsschr Unfallheilkunde* 75: 568-75
23. Koval KJ *et al.* (1996) Distal femoral fixation: a laboratory comparison of the 95° plate, antegrade and retrograde inserted reamed intramedullary nails. *J Orthop Trauma* 10: 378-82
24. Leung KS *et al.* (1991) Interlocking intramedullary nailing for supracondylar and intercondylar fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg* 73-A: 332-40
25. Lonner BS *et al.* (1995) Retrograde femoral nailing between an ankylosed hip and a stiff knee. *J Orthop Trauma* 9: 266-9
26. Lucas SE, Seligson D, Henry SL (1993) Intramedullary supracondylar nailing of femoral fractures. A preliminary report of the GSH supracondylar nail. *Clin Orthop* 296: 200-6
27. McLaren AC, Dupont JA, Schroeber DC (1992) Open reduction internal fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties using the intramedullary supracondylar rod. *Clin Orthop* 302: 194-8
28. Maniar RN *et al.* (1996) Supracondylar femoral fractures above a PFC posterior cruciate-substituting total knee arthroplasty treated with supracondylar nailing. A unique technical problem. *J Arthroplasty* 11: 637-9
29. Mast J, Jakob R, Ganz R (1989) Planning and reduction technique in fracture surgery. Springer-Verlag, Berlin
30. Mize RD (1989) Surgical management of complex fractures of the distal femur. *Clin Orthop* 240: 77-86
31. Moed BR, Tracy Watson J (1995) Retrograde intramedullary nailing without reaming of fractures of the femoral shaft in multiply injured patients. *J Bone Joint Surg* 77-A: 1520-7
32. Moran MC *et al.* (1996) Supracondylar femoral fracture following total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 324: 196-209
33. Murrell GAC, Nunley JA (1995) Interlocked supracondylar intramedullary nails for supracondylar fractures after total knee arthroplasty. A new treatment method. *J Arthroplasty* 10: 37-42
34. Neudeck F *et al.* (1996) Nailing versus plating in thoracic trauma: an experimental study in sheep. *J Trauma* 40: 980-4
35. Ostermann PA *et al.* (1996) Die retrograde Verriegelungsnagelung distaler Femurfrakturen mit dem GSH Nagel. *Chirurg* 67: 1135-40
36. Ostrum RF *et al.* (1998) Retrograde intramedullary nailing of the femoral diaphyseal fractures. *J Orthop Trauma* 12: 464-8
37. Papagiannopoulos G, Clement DA (1987) Treatment of fractures of the distal third of the femur. A prospective trial of the DERBY intramedullary nail. *J Bone Joint Surg* 69-B: 67-70

38. Pheline Y *et al.* (1986) La région supracondylienne du fémur. Bull Assoc Anat, mars 1984
39. Pichon H (1999) L'enclouage rétrograde du fémur : technique, résultats, indications. Thèse Médecine, Besançon, n° 99-003, 137 p
40. Silisji JM, Mahring M, Peter Hofer H (1989) Supracondylar-intercondylar fractures of the femur. Treatment by internal fixation. J Bone Joint Surg 71-A: 95-104
41. Sinha AK, Mani GV (1996) Retrograde nailing for distal femoral fractures in Paget's disease. Injury 27: 514-5
42. Smith WJ, Martin SL, Mabrey JD (1996) Use of a supracondylar nail for treatment of a supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty. J Arthroplasty 11: 210-3
43. Verburg AD (1998) Retrograde nailing of femoral fracture below a hip prosthesis. A case report. J Bone Joint Surg 80-B: 282-3
44. Vichard Ph *et al.* (1996) L'enclouage centromédullaire ascendant et verrouillé du fémur. Technique, premiers résultats, esquisse des indications. Chirurgie 121: 137-42
45. Vichard Ph *et al.* (1997) Intérêt de la voie transtendineuse sous-rotulienne pour l'enclouage des diaphyses du membre inférieur. Rev Chir Orthop 83: 739-42
46. Wu CC, Shih CH (1992) Treatment of femoral supracondylar unstable comminuted fractures. Comparisons between plating and Grosse-Kempf interlocking nailing techniques. Arch Orthop Trauma Surg 111: 232-6
47. Wurst CH, Seligson D (1995) The treatment of supracondylar fractures of the femur with an interlocking nail: initial case experience. Osteo Int 3: 204-8

Clou DFN (*Distal Femoral Nail*)

K.W. Wendt

Le clou DFN (*Distal Femoral Nail*) est un clou rétrograde verrouillable du genou mis au point par l'AO. L'enclouage du fémur est connu de longue date. Un certain nombre de points sont encore sujets à discussion à propos de son utilisation :

- l'alésage de la cavité médullaire ;
- la position sur la table opératoire, chez des patients polytraumatisés graves qui nécessitent une stabilisation intramédullaire du fémur, peut être source de problèmes. L'usage d'une table d'extension, ou une intervention réalisée en décubitus latéral peut provoquer des lésions aux hanches, à l'abdomen, au thorax et au membre controlatéral.

L'enclouage antérograde n'est pas possible pour les fractures très distales et notamment intra-articulaires (33 A et 33 C de la classification AO). Ces lésions peuvent toutefois être stabilisées par voie rétrograde intramédullaire : Le clou DFN est une alternative à la lame-plaque, à la vis-plaque DCS (*Dynamic Condylar Screw*) ou au système LISS (*Less Invasive Stabilization System*).

Cette technique présente un certain nombre d'avantages :

- intervention en décubitus dorsal ;
- abord limité à une petite incision parapatellaire médiale. Celle-ci permet ensuite un éventuel enclouage antérograde d'une fracture ipsilatérale du tibia. La stabilisation d'une fracture du condyle ipsilatéral, à l'aide de vis canulées par exemple, est également possible.

La technique rétrograde a comme désavantages :

- l'arthrotomie du genou, avec son risque d'arthrite ;
- de créer en outre une lésion d'un diamètre de 13 mm, du cartilage de la fosse intercondyloire qui participe de l'articulation fémoro-patellaire (fig. 1).



Fig. 1 – Vue arthroscopique de l'abord du cartilage intercondylien.

Implants

Le DFN est un clou en titane. Il existe en versions courte et longue, selon trois diamètres pour chacun (fig. 2 a, b) : les clous de 9 et 10 mm sont pleins, celui de 12 mm est canulé.

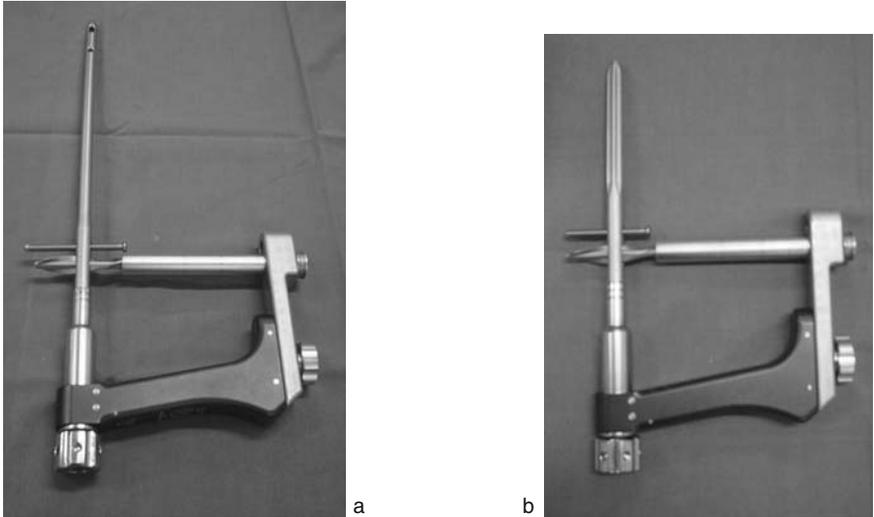


Fig. 2 – a) Version longue du DFN. b) Version courte du DFN. Remarquez la vis hélicoïdale.

Le clou court est disponible en longueurs de 160, 200 et 240 mm avec deux possibilités de verrouillage statique proximal dans le plan frontal, latéro-médial. Ce clou est notamment prévu pour le traitement des fractures distales du fémur, supra-, sus- et intercondyliennes (33A, 33C).

Le clou long est disponible en longueurs de 300, 340, 380 et 420 mm. Ce clou présente deux possibilités de verrouillage proximal :

- statique en direction latéro-médiale ;
- dynamique en direction antéro-postérieure.

Le verrouillage se fait selon une technique *free hand* sous amplificateur de brillance. Tous les clous peuvent être verrouillés distalement à deux niveaux avec un viseur. En terrain ostéoporotique, une vis hélicoïdale de meilleure tenue peut être utilisée pour le verrouillage.

Technique opératoire

Le patient est opéré en décubitus dorsal, genou fléchi à 30° (fig. 3). L'articulation est ouverte par une petite incision parapatellaire médiale. Un accès direct à travers le ligament patellaire est possible. Sous contrôle de l'amplificateur de brillance, une broche-guide est insérée dans l'axe du fémur (fig. 4)



Fig. 3 – Position en décubitus dorsal.



Fig. 4 – Introduction de la broche-guide.

et la cavité médullaire est abordée par la partie ventrale de la fosse intercondyloire à l'aide d'une mèche canulée de 13 mm. Le clou DFN est inséré à l'aide du viseur, après que la fracture a été réduite. Il n'y a pas lieu de procéder à un alésage, sauf pour la version canulée de 12 mm. Il est très important d'orienter le clou exactement dans l'axe du fémur, afin d'éviter les cals vicieux en valgus ou en varus. Pour les fractures très distales, on peut orienter le clou en posant deux broches de Kirschner dans une direction antéro-postérieure. Il faut insérer le clou assez profondément, pour éviter un conflit intra-articulaire sur l'extrémité distale, susceptible d'entraîner des lésions de l'articulation fémoro-patellaire et des limitations fonctionnelles conséquentes.

Le clou DFN long est verrouillé au niveau proximal en direction antéro-postérieure (fig. 5). Il existe un risque de lésion artérielle (a. fémorale profonde), ou nerveuse (n. fémoral). Pour cette raison, le clou doit être choisi le plus long possible, afin que le verrouillage proximal soit à la hauteur ou au-dessus du petit trochanter. Ce risque demeure néanmoins minime.

En cas de fracture intra-articulaire distale du fémur, il faut reconstruire la surface articulaire avant l'insertion du clou. L'utilisation de deux vis à spongieux de 6,5 mm



Fig. 5 – Verrouillage proximal.

suffit souvent, en veillant à ce que leur position n'entre pas en conflit avec le clou lors de son insertion. La tactique opératoire ne diffère pas de celle utilisée pour les autres techniques d'ostéosynthèse, telle la lame-plaque ou la vis-plaque DCS. Pour les fractures intra-articulaires simples, la réduction peut être faite par la petite arthrotomie, les vis sont alors posées par des incisions punctiformes. Pour les fractures du type AO 33C3, il faut recourir à une incision parapatellaire plus large.

Soins postopératoires

En principe, la technique ainsi décrite permet d'obtenir un montage stable, qui permet, après quelques jours, de commencer la rééducation du genou. Comme pour les autres techniques, la fracture intra-articulaire est mise en décharge pendant 6 semaines. Une fracture diaphysaire avec une stabilité axiale peut être mise charge plus tôt. En cas de retard de consolidation, le clou peut être dynamisé.

Résultats

Dans notre service, entre novembre 1997 et mars 2001 inclus, nous avons traité 50 fractures du fémur chez 47 patients par enclouage rétrograde. Nous avons utilisé deux sortes de clou, le DFN et le ACE. Dans la plupart des cas, il s'agissait d'un accident de la circulation (tableau I) : 12 femmes et 35 hommes, avec une moyenne d'âge de 37 ans (8 à 82 ans). Nous dénombrons 30 polytraumatisés graves (tableau II). Dans 15 cas, il s'agissait d'une fracture isolée. Deux fractures pathologiques ont également été stabilisées par voie rétrograde. Leur répartition selon la classification AO est indiquée au tableau III. Quatre fractures étaient ouvertes.

Voiture	22
Moto	9
Chute d'une hauteur importante	6
Vélo	3
Piéton	2
Autres	5

Tableau I – Causes d'accident.

Traumatisme du thorax	7
Rupture hépatique	2
Lésion du bassin	6
Lésion de la colonne vertébrale	4
Fracture bilatérale des fémurs	5
Fracture de jambe	12
Fracture du col de fémur ipsilatérale médiale	1

Tableau II – Les associations lésionnelles.

type 33A	12
type 33B	22
type 33C	14

Tableau III – Leur répartition selon la classification AO.

Analyse des complications

Les cals vicieux sont détaillés au tableau IV.

	5-10 degrés	> 10 degrés
Valgus	–	–
Varus	–	1
Antecurvatum	1	–
Recurvatum	5	–

Tableau IV – Analyse des cals vicieux.

Au titre de complications de la technique d'enclouage rétrograde du genou, nous avons enregistré :

- un décès peropératoire chez un homme âgé de 26 ans, lié à un choc irréversible et à un œdème pulmonaire ;
- un décès postopératoire chez un homme âgé de 46 ans pour un traumatisme crânien avec lésion cérébrale ;
- une réintervention pour une hémorragie d'une branche de l'artère fémorale profonde, à hauteur du verrouillage proximal ;
- un remplacement de clou à 8 mois chez un patient âgé de 23 ans, polytraumatisé, pour cause de rupture ;
- un autre remplacement de clou chez une femme de 144 kg. Du fait de la surcharge pondérale, le clou de 9 mm s'est courbé et a été remplacé par un clou de 12 mm. À ce jour, la fracture n'est pas encore consolidée ;
- un retard de consolidation à un an. Après dynamisation du clou, la fracture a consolidé ;
- quatre patients se sont plaints de douleur médiale, à la hauteur des vis de verrouillage distales ;
- une arthrite du genou chez un polytraumatisé, deux ans après l'opération ; l'ablation du clou a permis la guérison de l'infection.

Deux clous rétrogrades n'ont pas été insérés assez profondément. Les patients se plaignaient de douleurs et de limitation de la flexion du genou. Un clou fut enlevé après consolidation de la fracture et un clou fut inséré plus profondément au cours d'une réintervention. Chez deux patients nous avons mesuré une perte d'extension de 5 et 10 degrés, respectivement. Chez le dernier patient, une patellectomie avait été réalisée du fait de l'accident.

Conclusion

Sur la base de notre expérience pratique dans un « *trauma center* », il nous semble que la stabilisation rétrograde du fémur, notamment chez les patients polytraumatisés, a des avantages certains. La grande adaptabilité du matériel permet de traiter avec succès des situations extrêmement complexes (fig. 6 et 7). Toutefois, pour l'avenir, il importe de réévaluer le devenir du genou.

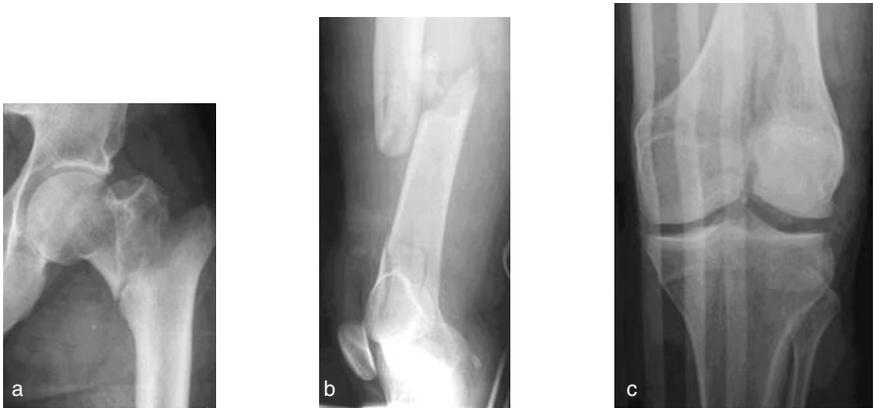


Fig. 6 – Aspect radiographique d'une fracture étagée complexe du fémur associant des lésions trochantérienne (a), médio-diaphysaire (b) et intercondylienne du genou (c). La stratégie opératoire fut : la restauration première de la surface articulaire du genou par des vis à spongieux ; l'enclouage rétrograde diaphysaire du fémur et la stabilisation de la fracture intertrochantérienne par une vis-plaque DHS.



Fig. 7 – Aspect radiographique après traitement du cas décrit à la fig. 6. a) De face, vissage du genou. b) De profil, la restauration diaphysaire par l'enclouage. c) La hanche de face, DHS pour la fracture intertrochantérienne et verrouillage proximal du clou.

Place et indications du fixateur externe dans les fractures de l'extrémité distale du fémur

S. Rigal, A. Fabre, A. Poichotte et P. Sockeel

Introduction

Le traitement résolument chirurgical des fractures supracondyliennes ou sus- et intercondyliennes du fémur est actuellement communément admis, d'autant que le développement des techniques d'enclouage centromédullaire verrouillé ou la mise au point de vis-plaques anatomiques sont venus systématiser une démarche thérapeutique jusque là jugée difficile et aléatoire. Mais, contrairement à d'autres localisations, la fixation externe n'occupe qu'une place extrêmement limitée dans le traitement de ces fractures, une simple revue de la littérature suffit pour s'en convaincre (2, 5, 7, 10). Tout au plus lui reconnaît-on un intérêt dans les grands délabrements des parties molles qui peuvent accompagner ces fractures ou certaines situations particulières comme les plaies vasculaires ou les infections secondaires. Les auteurs insistent bien chaque fois sur les contraintes importantes qui grevent son utilisation, atteignant souvent les limites des possibilités généralement créditées à ce mode de fixation. Bien que les premières tentatives d'ostéosynthèse aient reposé sur l'utilisation de clous transcondyliens et de broches percutanées (11), elles ont progressivement fait place aux avantages incontestables des techniques d'enclouage centromédullaire ou de synthèse par plaques spécifiques, y compris dans les lésions limitées des parties molles. Dans ce contexte, il ne paraît donc pas inutile de souligner la difficulté rencontrée pour tenter de proposer la place et les indications du fixateur externe dans ce type de fractures. Après avoir rappelé les impératifs d'une telle stabilisation et défini un cahier des charges de la fixation externe au niveau de l'extrémité distale du fémur, nous tenterons de dégager quelques grands principes d'utilisation.

Cahier des charges

Impératifs de traitement

Les impératifs de traitement sont ceux tels que définis par l'AO : « une réduction anatomique de l'épiphyse, avec de bons axes du membre et un montage stable autorisant une rééducation immédiate. »

Le principal problème est donc celui de la réduction articulaire, qui, lorsqu'elle est incomplète, est responsable d'arthrose dans 50 % de ces cas (2).

Contraintes anatomiques

L'articulation du genou offre des surfaces articulaires incongruentes dont la stabilité est assurée par un système capsulo-ligamentaire associant des formations médiales, latérales, postérieures et centrales. De l'intégrité et du libre jeu de ces éléments dépendra le secteur de mobilité post-traumatique, encore faut-il que le système musculaire du genou vienne mobiliser correctement les segments articulaires. L'extrémité distale du fémur, volumineuse, se compose de deux condyles réunis en avant par la trochlée et séparés en bas et en arrière par l'incisure intercondyloire. La structure et la forme du condyle en font un élément très résistant, en effet l'épiphyse est composée d'os spongieux compact, organisé en travées ogivales déterminant une zone de faiblesse à la jonction intercondylienne, délimité par une fine corticale en avant qui devient plus épaisse en arrière. La capsule articulaire, tapissée sur sa face profonde par la synoviale, est un manchon fibreux fémoro-tibial ménageant en avant un orifice pour la patella. Son insertion fémorale se situe classiquement à un centimètre du bord supérieur de la trochlée, elle se porte ensuite sur les faces latérales des condyles pour s'infléchir dans l'incisure intercondyloire.

Les régions accessibles à la mise en place de fiches percutanées sont la face latérale, barrée par le fascia lata et l'expansion du muscle vaste latéral, et la partie distale du condyle médial, barrée par la présence du muscle vaste médial. L'accès à la face postérieure n'est pas envisageable en raison de la présence des axes vasculo-nerveux, de même que la région suprapatellaire par le cul-de-sac sous-quadricipital qui dépasse légèrement la patella. Pour ce qui est de l'implantation diaphysaire sur le fémur, l'utilisation du classique secteur postéro-latéral n'autorise l'insertion des fiches que dans un seul plan parallèle au septum intermusculaire.

La partie épiphysaire utile pour l'ancrage des fiches se situe dans la région antérieure des condyles, l'incisure les séparant en arrière; cette région antérieure est moins large que la région postérieure et limite donc la longueur de prise des fiches.

Contraintes mécaniques

La technique va consister à stabiliser grâce à un fixateur externe un volumineux massif épiphysaire, le plus souvent refendu dans le plan sagittal, détaché de la diaphyse fémorale qui constitue un premier bras de levier, mais solidaire du segment jambier, deuxième bras de levier, par des insertions tendino-musculaires, ligamentaires et capsulaires.

Les contraintes anatomiques sont telles qu'il ne paraît pas possible de mettre en place plus de deux fiches aussi bien horizontalement que verticalement, que ce soit sur le versant médial ou le versant latéral de l'épiphyse. Dans le cas où un montage biplan est retenu, il faut être particulièrement vigilant sur

les axes d'implantation, car la multiplication des ancrages dans un pavé osseux spongieux augmente le risque de contact entre les fiches et de balayage de celles-ci. Bien que la marge soit réduite et si le fixateur externe l'autorise, un ancrage triangulé peut donc être envisagé.

Les fiches épiphysaires doivent impérativement solidariser les deux condyles entre eux, surtout en présence d'un refend sagittal, et si possible en bonne position sous peine de majorer les déplacements lors de la mise en contrainte.

Dès lors que l'épiphyse est réduite, deux possibilités s'offrent à l'opérateur : le montage diaphyso-épiphysaire fémoral ou le pontage du genou avec ancrage tibial.

Le montage fémoral pur est séduisant par son respect de l'articulation, mais exigeant sur le plan de sa réalisation. Les contraintes supportées par les fiches épiphysaires, trop peu nombreuses et trop rapprochées, sont majeures et amplifiées par la démultiplication du levier jambier. Seul un ancrage biplan épiphysaire peut éventuellement autoriser un tel montage.

La neutralisation du levier jambier par un pontage du genou, bien qu'il enraidisse par nature, décharge les fiches épiphysaires en terme de contraintes et offre plus de modulation en fonction des possibilités du fixateur pour la qualité de la réduction. La principale difficulté sera d'obtenir un ancrage épiphysaire solidarissant les deux condyles en présence d'un refend sagittal, car même en supposant que la fracture soit réduite, les fiches n'autorisent pas une compression efficace du foyer. Force sera donc de recourir à une réduction première par davier plus ou moins associée à une ostéosynthèse interne élektive, par vis par exemple.

L'ancrage diaphysaire ne pose pas de problème particulier sous réserve de respecter une implantation postéro-latérale pour le fémur et antérieure ou antéro-médiale pour le tibia. La qualité de l'ancrage osseux bicortical diaphysaire n'est plus à démontrer, et trois fiches suffisamment espacées assurent en général rigidité et stabilité.

Les fiches à pas de vis spongieux (6 mm) ont une âme d'un diamètre plus faible (4,5 mm) ce qui diminue leur rigidité et expose à la torsion. Les fiches corticales, plus rigides, augmentent les contraintes dans l'os, favorisant ainsi l'ostéolyse. Une amélioration pourrait venir des fiches recouvertes sur leur pas de vis par de l'hydroxyapatite (9). La liaison entre ces fiches d'ancrage devra être particulièrement rigide, surtout si l'articulation doit être pontée.

Contraintes fonctionnelles

Deux contraintes fonctionnelles doivent être au mieux respectées :

– la liberté de mouvement du genou : c'est une contrainte majeure, l'intérêt d'une ostéosynthèse étant justement de pouvoir mobiliser rapidement une articulation. Cette contrainte impose de réaliser un ancrage épiphysaire. La qualité mécanique de cet ancrage, comme nous l'avons vu, est très limitée, d'autant plus que les contraintes dues au ballant de la jambe seront majeures. La transfixion du fascia lata et du vaste latéral aggrave encore la limitation fonctionnelle ;

– la déambulation doit être possible, sans difficulté. Cela impose pratiquement un matériel latéral ou antérieur : des fiches médiales, souvent agressives pour la peau, imposent une abduction permanente trop gênante du membre inférieur.

De nombreux fixateurs sont commercialisés, aucun ne répond à la totalité du cahier des charges.

On distinguera les fixateurs à fiche et les fixateurs à broche (circulaires ou semi-circulaires), chacun pouvant ou non ponter le genou. Très souvent, une synthèse *a minima* (broches perdues, vis canulées...) sera nécessaire pour reconstruire l'épiphyse :

– le fixateur à fiche a fait la preuve de ses qualités pour l'ancrage fémoral haut, en monoplan postéro-latéral (12). En revanche, on ne peut que très rarement l'aligner avec deux fiches épiphysaire, ce qui impose une liaison mécanique entre les ancrages proximal et distal, diminuant ses qualités mécaniques ;

– le fixateur à broches permet une bonne prise épiphysaire, avec quatre broches en deux plans parallèles à l'interligne de face. Cet ancrage permet d'aligner, dans tous les plans, le massif épiphysaire, tout en laissant libre le genou. Il est en revanche trop dangereux d'utilisation, et trop encombrant, à la partie moyenne du fémur.

Un bon compromis reste donc un montage hybride associant un montage circulaire épiphysaire et un montage monoplan diaphysaire. Plusieurs fixateurs le proposent : Fessa® + Sequoia®, Hoffmann II®, Orthofix® et le nouveau fixateur AO, chacun avec leur pièce semi-circulaire spécifique.

Indications

Les indications de pose d'un fixateur externe à la partie distale du fémur sont limitées. En fait, le fixateur vit des contre-indications des synthèses internes (2, 5, 11).

La seule indication absolue, pour un traitement à foyer fermé, est la réalisation d'un alignement rapide et stable permettant un abord vasculaire médial, en cas de lésion associée.

Les fracas ouverts (traumatologie routière ou balistiques essentiellement) restent l'indication habituelle de l'exofixation. Du fait de la très bonne couverture musculaire, les indications de synthèse interne sont souvent poussées très loin (2, 11), avec succès dans cette localisation. Il n'a pas sa place en cas de fracture simple, jusqu'à une ouverture de stade II de Cauchoix et Duparc. Il peut avoir un intérêt en cas de fractures associées, aboutissant à un traumatisme étagé, ou à un genou flottant. Un fixateur pontant le genou permet une synthèse rapide, d'autant que ces traumatismes graves entrent souvent dans le cadre de polytraumatismes (7). Dans ce contexte particulier, les lésions vitales associées peuvent interdire tout geste interne, qui pourrait aggraver une hémorragie. Le fixateur externe entre alors en compétition avec la simple trac-

tion. Cette dernière pose des problèmes d'installation en réanimation, est sujette à des complications de type compression pouvant générer des escarres.

Le fixateur externe se comporte alors comme une « traction portable », facilitant grandement le nursing et le transport de ces blessés nécessitant souvent une imagerie itérative TDM ou IRM.

Il peut dans ce cas être utilisé pour passer le cap de la cicatrisation de parties molles, avant une reprise par fixation interne (1).

Le fixateur externe a aussi quelques indications en fonction du terrain. Chez la personne âgée, à l'os ostéoporotique, les vis corticales ont une faible tenue, et le terrain débilite nécessite des anesthésies de courte durée, et des interventions peu hémorragiques (5). L'exofixation reste alors la technique la moins agressive. Le traitement orthopédique par plâtre est inadapté du fait des contraintes de nursing, et avec un plus grand risque de cal vicieux. Le pontage articulaire quasi obligatoire enraidira le genou, mais peut être accepté chez des patients aux besoins fonctionnels limités.

Les complications septiques (pseudarthrose septique, arthrite) des synthèses internes sont une indication reconnue (2, 3). Elle n'est pas spécifique à l'extrémité distale du fémur.

Enfin, les rares fractures sur prothèse totale de genou peuvent être traitées par fixateur externe (8, 13), pour les prothèses à carter. En cas d'incisure intercondyloire libre, le clou centromédullaire rétrograde reste une possibilité séduisante.

Exemples de montages type

Beaucoup de fixateurs sont commercialisés, mais la réalisation d'un montage est assez stéréotypée, qu'il s'agisse d'un montage « monoplan articulé » ou d'un montage « hybride ».

La description du montage correspond à une mise en place une fois la synthèse épiphysaire réalisée, pour se retrouver dans le cas d'une fracture supracondylienne. Il faut cependant penser au montage final dans le positionnement des broches perdues ou des vis de compression intercondylienne, pour ne pas gêner la mise en place des broches ou des fiches du fixateur.

L'installation se fait en décubitus dorsal. La table simple permet la flexion du genou, ce qui aide souvent à la réduction du massif condylien. Mais l'utilisation d'une table orthopédique permet un alignement du membre et un accès bien plus aisé à l'amplificateur de brillance pour les contrôles de profil, importants compte tenu du déplacement habituel.

Ancrage épiphysaire

Monoplan articulé

Après moucheture cutanée et dissection à la pincette, une fiche corticale de 5 mm de diamètre est insérée. Cette fiche passe au-dessus de l'incisure intercondyloire, juste en arrière de la trochlée. Un mini-abord peut aider à refouler

le cul-de-sac synovial, et un guide-mèche repoussant les parties molles s'impose. L'amplificateur de brillance est d'une grande aide pour parfaitement positionner la fiche. Une deuxième fiche sera placée de la même manière. Sa position dépend de la synthèse épiphysaire. Elle sera soit parallèle à la première, de face, et au-dessus, soit parallèle de face en arrière, sans perforer l'incisure intercondyloire. L'écart doit être maximum pour augmenter la rigidité de l'ancrage. Un tube, ou une barre, court sera fixé sur ces deux fiches, en gardant une portion libre pour la liaison avec la barre ou le tube diaphysaire.

Hybride

Une première broche, de 18/10 en règle, sera placée, de dedans en dehors, parallèlement à l'interligne, au-dessus de l'incisure intercondyloire. Son point d'entrée est antéro-médial pour ressortir postéro-latéral. Une deuxième broche sera placée de dedans en dehors, dans le même plan que la première, en la croisant le plus près possible de 90°, en respectant la fosse poplitée et l'appareil extenseur. Deux autres broches seront placées parallèlement aux premières, au-dessus de ces dernières, un centimètre sous le trait supracondylien. L'utilisation de broches à olive permet de mettre en compression un éventuel trait de fracture intercondylien. Le demi-cercle, antérieur, sera lié aux broches, dans un plan intermédiaire. Les broches seront mise en tension avec l'ancillaire adapté avant fixation complète du demi-cercle.

Ancrage diaphysaire

C'est celui d'un fixateur monoplan classique de fémur. Il se fera de façon optimale par trois fiches de 5 mm, la plus basse étant un centimètre au-dessus du trait supracondylien, dans le plan postéro-latéral, en avant du septum intermusculaire, pour respecter au mieux les fibres du vaste latéral. L'écart entre les fiches extrêmes sera de 15 cm environ.

On utilisera au mieux des fiches autoperforantes et autotaraudeuses, protégées par un guide refoulant les parties molles, après moucheture sur un centimètre de la peau et du fascia lata. Les fiches seront liées par un tube ou par une barre, en fonction du fixateur utilisé. Sa longueur doit être évaluée en fonction de sa liaison future avec l'ancrage épiphysaire. Il sera placé au plus près de la peau pour une meilleure rigidité, mais en laissant suffisamment de place pour effectuer les soins de fiche.

Réduction

Les manœuvres de réduction se font par l'intermédiaire de l'ancrage épiphysaire, sous amplificateur de brillance, après avoir prépositionné les moyens de liaison entre les deux prises.

Fixation définitive

Une fois la réduction satisfaisante, la liaison entre les tubes ou barres, ou entre tubes et demi-cercle, est définitivement bloquée. Compte tenu du volume du genou, il n'est pas possible d'augmenter la rigidité du montage par une triangulation, quel que soit ce montage.

Variante

La variante essentielle est celle d'un montage pontant le genou. On réalise alors une prise diaphysaire tibiale, antérieure, sur la crête tibiale, sous la tubérosité tibiale. Certains fixateurs (FEP[®], Hoffmann II[®]) permettent un montage fémoro-tibial monoplan, avec des fiches antéro-latérales tibiales. Les tubes ou barres de liaison pontent alors le genou. Une prise intermédiaire dans le massif condylien fémoral, latérale, permet de contrôler la réduction de celui-ci.

Suites

Il est important d'insister sur la prise en charge et le suivi d'un fixateur externe, qui conditionne son efficacité. Les soins locaux sont fondamentaux, et avant tous les soins des fiches. Une fois les écoulements postopératoires taris, aucune compresse, ni sèche, et encore moins grasse, ne doit venir obstruer la jonction fiche/peau, sous peine de voir se constituer un abcès. Les fiches seront simplement lavées à l'eau et au savon, directement sous la douche. Le corps du fixateur sera lui aussi régulièrement lavé.

Le fixateur sera régulièrement resserré, surtout s'il ne ponte pas le genou, compte tenu des grandes contraintes qu'il subit.

La surveillance radiologique sera régulière, en surveillant particulièrement les fiches épiphysaires et celles près du foyer, à la recherche d'une ostéolyse.

Rééducation

La rééducation doit être précoce, indolore et atraumatique. Si le fixateur ne ponte pas le genou, les amplitudes articulaires seront recherchées passivement et activement, en fonction de la stabilité de la synthèse épiphysaire, sans oublier la hanche et la cheville. Le travail musculaire isométrique est systématique, pour devenir dynamique dès que possible. La marche en pas simulé sera entreprise au plus tôt.

Ablation

Trop de cas de figure et trop de montages sont possibles pour chiffrer un délai moyen avant démontage. La dynamisation d'un montage est fonction de l'évo-

lution radiologique, les patients devant être suivis de près, ce qui permet par ailleurs la surveillance de l'entretien du dispositif.

Conclusion

La place du fixateur externe à l'extrémité distale du fémur est limitée, même dans le cas de fractures ouvertes. La réduction articulaire anatomique, à foyer fermé, de ces fractures est souvent impossible. Si l'abord chirurgical s'impose, une ostéosynthèse interne sera préférée, en raison de ses qualités. Néanmoins, c'est lors de situations exceptionnelles que la fixation externe s'impose comme seule solution possible. La maîtrise complète de cette technique prend alors toute son importance.

Références

1. Anglen J, Aletto T (1998) Temporary transarticular external fixation of the knee and ankle. *J Trauma* 12-6: 431-4
2. Chiron P (1995) Fractures récentes de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte. In: Cahiers d'enseignement de la SOFCOT, Conférences d'enseignement 1995, Expansion Scientifique Publications, Paris, p 147
3. Hedley A, Bernstein M (1983) External fixation as a secondary procedure. *Clin Orthop* 173: 209-15
4. Herzenberg J *et al.* (1994) Knee range of motion in isolated femoral lengthening. *Clin Orthop Rel Reseach* 301: 49-54
5. Hurter E (1970) Traitement de la fracture basse du fémur par fixateur externe. *Acta Orthop Belg* 36-6: 620-3
6. Iannacone W *et al.* (1994) Early exchange intramedullary nailing of distal femoral fractures with vascular injury initially stabilized with external fixation. *J Trauma* 37-3: 446-51
7. Karaharju C, Santavirta S (1979) Treatment of complicated fractures of the lower leg by osteotaxis. *J Trauma* 19-10: 719-23
8. Merkel K, Johnson E (1986) Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 68-A: 29-43
9. Moroni A *et al.* (1998) A comparison of hydroxyapatite-coated, titanium-coated, and uncoted tapered external-fixation pins. *J Bone Joint Surg* 80-A: 547-54
10. Parkhill C (1898) Further observations regarding the use of the bone-clamp in ununited fractures, fractures with malunion, and recent fractures with a tendency to displacement. *Ann Surg* 27: 553-70
11. Ruter A, Kotter A (1996) Frakturen des distalen Femurs. *Unfallchir* 99: 5 10-519
12. Seligson D, Kristiansen T (1978) Use of the Wagner apparatus in complicated fractures of the distal femur. *J Trauma* 18-12: 795-9
13. Simon R, Brinker M (1999) Use of Ilizarov external fixation for a periprosthetic supracondylar femur fracture. *J Arthroplasty* 14-1: 118-21

Système LISS-Distal Femur

(Less Invasive Stabilising System-Distal Femur)

R. Babst

Indépendamment de l'implant utilisé, la réduction et la fixation par ostéosynthèse de la partie distale du fémur comportent plusieurs problèmes qui rendent ces ostéosyntheses difficiles :

- l'axe anatomique ne correspond pas à l'axe mécanique : l'un des principaux problèmes est de déterminer les axes corrects pendant l'opération pour en éviter les défauts, complication bien connue avec une fréquence qui atteint 75 % en varus/valgus (11) ;
- la population concernée est de deux types :
 - jeune dans le cadre de fractures plurifragmentaires à haute énergie ;
 - âgée avec des fractures moins comminutives, mais sur des os ostéoporotiques ;
- les retards de consolidation sont rencontrés dans 15 à 84 % des séries rapportées et nécessitent des greffes spongieuses autologues secondaires (2, 8).

L'abord à ciel ouvert comporte une dévascularisation importante de l'os pendant la réduction et la fixation. Ces dernières années, pour éviter les retards de consolidation et les pseudarthroses diaphysaires, un abord moins invasif a été utilisé. Il préserve mieux la vascularisation des parties molles et de l'os. S'il est techniquement plus difficile, cet abord semble apporter des résultats encourageants (1, 4, 5) sur la guérison primaire de la fracture, sans greffe autologue secondaire.

Le système LISS est fondé sur ce concept d'ostéosynthèse moins invasive ou biologique, tel qu'il fut décrit par le groupe de Ganz (3). Dans le cadre des fractures distales du fémur, l'intérêt de l'abord moins invasif, par rapport au traitement à foyer ouvert, a été bien démontré par Krettek (5). Entre temps, une étude prospective multicentrique a déterminé les avantages et les problèmes liés à ce système (9, 10).

Système LISS

Le système LISS-DF est un fixateur interne pour la fixation des fractures du tiers distal du fémur. Il se compose d'une plaque adaptée à la partie latérale du fémur et des vis autoforantes fixées dans la plaque. Les vis, équivalents des

broches du fixateur, représentent les éléments principaux de transmission des charges et sont verrouillées dans la plaque qui est le cadre de ce fixateur, de sorte que les forces sont transmises de l'os au fixateur à travers le collet de la vis (fig. 1).

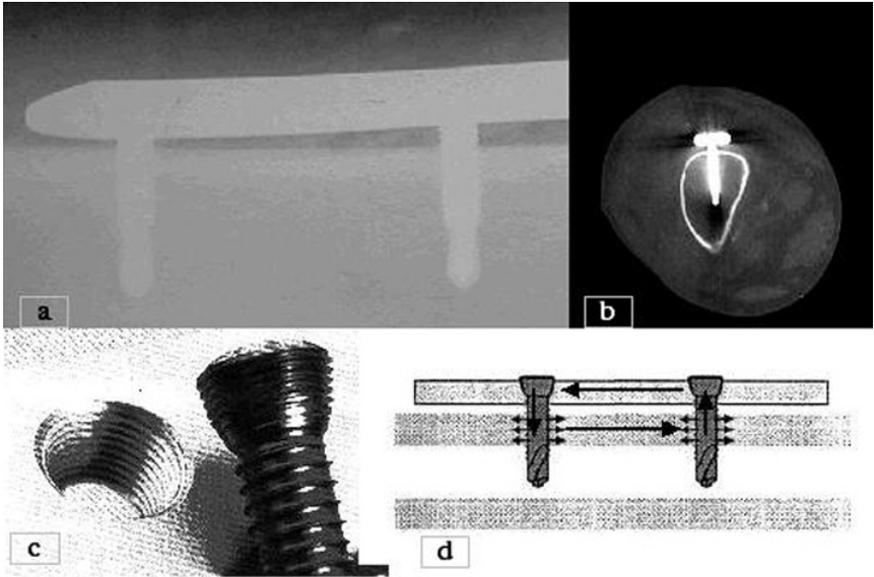


Fig. 1 – a et b) La plaque LISS n'est pas au contact de l'os. Les vis verrouillées dans la plaque constituent un endofixateur.

c) Le verrouillage est assuré par le filetage de la tête de la vis qui s'insère dans un filetage correspondant de la plaque.

d) L'ensemble plaque-vis-corticale constitue un cadre rigide qui assure la transmission des forces, sans qu'il faille nécessairement une prise bi-corticale.

Mesures préopératoires

Dans les fractures distales du fémur, Zehntner (11) a bien démontré que la détermination des axes corrects est difficile, même en utilisant la lame-plaque AO à 95° lors d'un abord à ciel ouvert. Un défaut d'axe de 5° était plutôt la règle que l'exception. Pour cette raison, la planification préopératoire est indispensable, surtout dans des lésions plurifragmentaires : l'étude du côté sain permet d'avoir une idée de l'axe anatomique normal du patient.

À l'aide de l'amplificateur de brillance, les points de repère de l'axe mécanique sont marqués au niveau de la tête fémorale et de la cheville. Sur l'amplificateur de brillance, on mémorise la partie proximale du fémur controlatéral, avec la patella centrée. Cette image va aider à déterminer la rotation du fémur après la réduction, en comparant la configuration du petit trochanter avec celle du côté sain.

Installation

Nous préférons installer le patient en décubitus dorsal sur table radiotransparente avec une flexion du genou entre 30 et 60°. La jambe controlatérale peut être mise sur un support obstétrical. Lorsqu'il s'agit de lésions pluri-fragmentaires, le membre inférieur sain n'est pas drapé pour comparer l'axe et la rotation après réduction.

Voies d'abord (fig. 2)

Fractures extra-articulaires

L'incision de 6-8 cm est postéro-latérale, sur le tractus ilio-tibial, à partir du tubercule infracondyloïde de Gerdy, en direction proximale. Le tractus ilio-tibial est fendu en suivant l'axe de ses fibres. L'espace entre le muscle vaste latéral et le fût fémoral est ouvert.



Fig. 2 – La voie d'abord latérale est limitée.

Fracture intra-articulaire de type AO 3.3.C

Une arthrotomie antéro-latérale permet de contrôler la réduction anatomique de l'articulation.

Réduction et la mise en place du fixateur interne

Dans les fractures intra-articulaires (fig. 3)

Le bloc épiphysaire est solidarisé au moyen de vis de traction de 3,5 mm ou de vis à os spongieux de 6,5 mm, avant la réduction du fût fémoral (fig. 7). Cette arthrotomie permet de fixer les traits de refend de type Hoffa par des vis antéro-postérieures.

Traitement de la fracture supracondylienne

Il est indispensable de réduire d'abord la fracture. Les axes sont contrôlés. À cette fin, on peut très simplement se servir du câble du bistouri électrique tendu sous l'amplificateur de brillance ou comparer avec le côté non lésé.

La réduction peut être maintenue au moyen d'un fixateur externe temporaire ou d'un distracteur. Une vis de Schanz ou un davier peut aider à la manipulation du fragment distal.



Fig. 3 – Une fracture du condyle médial sur os très ostéoporotique, type AO 33 B.2.

Lorsque la fracture est réduite et ses axes bien contrôlés à amplificateur de brillance, le fixateur interne peut être introduit entre le muscle vaste latéral et le périoste à l'aide l'arceau viseur (fig. 4). Un nouveau contrôle peropératoire permet d'éviter les défauts d'axe avant de fixer la plaque au moyen de broches de Kirschner (fig. 5). Si la position de la plaque est satisfaisante en scopie, elle définitivement fixée avec des vis monocorticales (fig. 6 et 7). Il est important de savoir que les possibilités de réduire la fracture sur le fixateur sont limitées. Dans des lésions plurifragmentaires, il est préférable de fixer le fixateur d'abord au fût fémoral avec une vis autoforeuse avant de placer les vis distales. Chez les patients ostéoporotiques surtout, l'expérience clinique a montré qu'il faut utiliser des plaques longues.



Fig. 4 – La plaque LISS-DF solidement montée sur l'arceau viseur est facilement introduite au contact de l'os, sous les muscles.

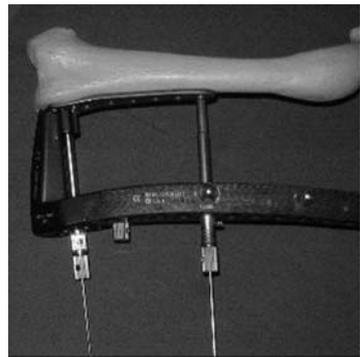


Fig. 5 – La plaque LISS-DF est positionnée contre le fût. L'ensemble est fixé provisoirement par des broches de Kirchner. L'arceau viseur permettra l'introduction percutanée précise des vis.



Fig. 6 – Le LISS-DF en place, radiographie de face, résultat à 2 ans de la fracture illustrée sur la figure 3. L'importante comminution a imposé un abord médial limité pour réduire et assurer la fixation par une vis spongieuse préalable.



Fig. 7 – Le LISS-DF en place, vue de profil.

Résultats

Le LISS-DF a fait l'objet d'une étude prospective multicentrique durant l'année 1998 comportant 112 cas (tableaux I et II) (9). Par ailleurs, dans la série de l'université de Hanovre (10) portant sur 32 fractures, représentant 23 lésions type AO 3.3.C et 9 types AO 3.3.A, on retrouve les 3 cas infectés déjà colligés dans l'étude multicentrique : il s'agissait dans tous des cas de fractures ouvertes, deux fois du 3^e degré et une fois du 2^e degré. Un défaut d'axe ou de rotation a été découvert dans 30 % des cas sur des radiographies comparatives des deux membres inférieurs. Aucun patient n'a bénéficié d'une greffe d'os spongieux. L'arc de mobilité était de 121° et le score de Neer chiffré à 69 points.

	Effectif
Nombre de cas	112
Fractures isolées	60
Polytraumatisés	37
Fractures ouvertes	34
Fractures périprothétiques	14

Tableau I – Effectif de l'étude prospective multicentrique de 1998.

Paramètre	Moyenne	Durée
Opération	121 min	40 - 300 min
Amplificateur de brillance	5,4 min	0,5 - 30 min
<i>Position du LISS</i>		
Correcte	88 %	
Trop distale	4 cas	
Trop antérieure	8 cas	
<i>Réinterventions</i>		
Greffes spongieuses	6	
Démontage	5	
Infection	3	
Rupture du fixateur	2	
Longueur d'implant incorrecte	1	
Correction d'axe	1	
Total	18	

Tableau II – Résultats de l'étude prospective multicentrique de 1998.

Dans notre série de 13 cas, il n'y a pas eu d'infection. Le temps de consolidation a été de 12,8 semaines. Aucune greffe spongieuse n'a été nécessaire. Comme complication, nous avons vu un arrachement de la plaque. Sur des clichés standards, 23 % de défaut d'axe ont été découverts.

Discussion

L'abord mini-invasif ou moins invasif a permis de diminuer le nombre des greffes spongieuses dans les fractures distales du fémur (1, 4, 5). Le système LISS permet cet abord mini-invasif. Il préserve la vascularisation du périoste et réduit les greffes spongieuses secondaires et l'incidence des infections dans le cadre de fractures difficiles à traiter. Le problème de défaut de l'axe est bien connu lors de l'usage de la lame-plaque ou de la DCS (11) à ciel ouvert. La difficulté de déterminer les axes à ciel ouvert est encore accrue par les techniques mini-invasives.

Les problèmes qui doivent être améliorés, se situent au niveau :

- de la contention provisoire de la fracture ;
- de l'utilisation de l'amplificateur de brillance, pour réduire la durée d'irradiation et les défauts d'axe et rotation.

Face à une guérison primaire sans infection et un moindre recours à la greffe spongieuse, une correction secondaire de l'axe semble un moindre risque. Elle comporte probablement moins de morbidité que le retard de consolidation, la pseudarthrose ou l'infection.

Aucun déplacement secondaire en varus ne fut découvert, ni dans des fractures plurifragmentaires avec défaut d'appui médial, ni sur des os ostéoporotiques. La stabilité angulaire entre les vis autoforantes et la plaque semble prévenir cette complication bien connue (6, 7).

Conclusion

Grâce à une instrumentation bien étudiée, le système LISS permet l'exécution d'une ostéosynthèse par abord mini-invasif. Une étude multicentrique a montré les avantages et les problèmes de ce fixateur interne, qui vont certainement diminuer avec l'expérience acquise. La philosophie sous-jacente à cet implant impose une profonde modification de nos habitudes. D'un point de vue théorique, il s'appuie sur les principes de la consolidation secondaire et d'un point de vue pratique, il ne peut pas être utilisé pour assurer la réduction. Celle-ci doit être obtenue et maintenue préalablement à la fixation de la plaque. Cette évolution conduit pour l'instant à une courbe d'apprentissage qui est longue.

Références

1. Bolhofner BB, Carmen B, Clifford P (1996) The results of open reduction and internal fixation of distal femur fractures using a biologic (indirect) reduction technique. *J Orthop Trauma* 6: 372-7
2. Babst R *et al.* (1991) 6 years experience with the « dynamic condylar screw » in supra- and intercondylar fractures. *Helv Chir Acta* 57: 821-4
3. Gerber C, Mast JW, Ganz R (1990) Biological internal fixation of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 109: 295-303

4. Krettek C *et al.* (1998) Distale Femurfrakturen. *Swiss Surg* 6: 263-78
5. Krettek C, Schandelmaier P, Tscherne H (1996) Distale Femurfrakturen. *Unfallchir* 99: 2-10
6. Sanders R *et al.* (1991) Double-plating of comminuted, unstable fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg* 73-A: 341-6
7. Struhl S *et al.* (1990) Cemented internal fixation for supracondylar femur fractures in osteoporotic patients. *J Orthop Trauma* 4: 151-7
8. Schatzker J (1998) Fractures of the distal femur revisited. *Clin Orthop* 347: 43-56
9. Schütz M *et al.* (1999) Minimal invasive Frakturstabilisierung von distalen Femurfrakturen mit dem LISS System - Ergebnisse der prospektiven Multicenterstudie. (Abstract S 94). Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgie
10. Stephan C *et al.* (1999) Erfahrungen mit der LISS-Platte bei 32 distalen Femurfrakturen (Abstract S 403). 63 Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie
11. Zehntner MK *et al.* (1992) Alignment of supracondylar/intracondylar fractures of the femur after internal fixation by AO/ASIF technique. *J Orthop Trauma* 6: 318-26

Technique mini-invasive utilisant les implants standard AO

E. Gautier

L'incidence des fractures distales du fémur est d'environ 4 à 5 pour cent de toutes les fractures fémorales (13). Quel que soit l'implant utilisé, le but du traitement reste inchangé :

- la reconstruction anatomique de la surface articulaire ;
- la restitution de la longueur, des axes et de la torsion anatomique du fémur ;
- une fixation de la fracture suffisamment stable pour permettre la mobilisation du patient en charge partielle (19).

La mobilisation active assistée du genou peut améliorer le remodelage du cartilage. Sous réserve d'une bonne indication et d'une technique chirurgicale appropriée, l'ostéosynthèse apporte de meilleurs résultats par rapport au traitement conservateur (2, 24).

Si le chirurgien orthopédiste dispose d'un large spectre d'implants (tableau I) (11, 14), le succès de l'opération dépend, en premier lieu, de la technique utilisée. Le respect de la vascularisation et de la vitalité des fragments osseux et des tissus mous est beaucoup plus important que la stabilisation purement mécanique (22, 26, 28). L'ostéosynthèse par pontage suivant une technique *no-touch* du foyer de fracture, respecte la vitalité résiduelle fondée sur les connexions périostées et musculaires de tous les fragments (4, 15, 17, 18). Elle permet d'une part une guérison rapide de la fracture par la formation d'un cal périosté et diminue d'autre part les complications tardives difficiles à traiter telles l'infection profonde, la consolidation retardée ou la non-consolidation (1, 6-8, 10). Le développement récent de nouveaux implants qui réduisent notablement le contact entre la surface osseuse et la plaque (LC-DCP : *Limited Contact Dynamic Compression Plate*) fait partie de ce concept de l'ostéosynthèse biologique (5, 21). Des systèmes de stabilisation fondés sur le verrouillage de la vis dans la plaque ont été introduite en clinique ces dernières années (plaque LISS). Ces systèmes n'ont pas besoin d'une surface de contact entre os et implant, parce que le transfert de force et de moment ne se fait pas par le frottement entre implant et os, mais par le mécanisme de verrouillage comparable à celui d'un fixateur interne.

Plaque condylienne
 Plaque DCS
 Plaque de soutien des condyles
 Plaque LISS-DF (*Less Invasive Stabilization System - Distal Femur*)
 Clou pour fémur distal (DFN)

Tableau I – Les implants AO spécifiques de l'extrémité distale du fémur.

Indications

Les indications optimales pour l'utilisation de la plaque condylienne au niveau de l'extrémité distale du fémur (types et groupes selon la classification AO des fractures [20]) sont regroupées au tableau 2. En plus, il existe des circonstances liées au patient ou des combinaisons de fractures pour lesquelles la stabilisation d'une fracture distale du fémur par plaque (condylienne, DCS, LISS) peut être une solution souhaitable :

- patient polytraumatisé avec un ISS > 40 (25) ;
- contusion thoracique sévère avec un risque d'embolie graisseuse (3, 27) ;
- traumatisme crânio-cérébral important pour éviter l'hypotension et l'hypoxémie (12, 23) ;
- fracture distale du fémur associée à une fracture ipsilatérale de la patella ;
- fracture distale du fémur ou de la diaphyse du fémur associée à une fracture ipsilatérale du col fémoral ;
- fractures ouvertes nécessitant un débridement soigneux.

Fractures extra-articulaires	groupes A1-A3
Fractures articulaires partielles, unicondylières latérales	groupe B1
Fractures articulaires totales, bicondylaires sans trait de fracture dans le plan frontal (Hoffa)	groupes C1-C3
Fractures péri-prothétiques après :	
– prothèse totale de hanche	
– prothèse totale du genou sans tige centro-médullaire sur l'implant fémoral	

Tableau II – Les indications de la plaque condylienne au niveau de l'extrémité distale du fémur suivant la classification AO (20).

Contre-indications

Toute fracture distale du fémur qui présente un trait de fracture dans le plan frontal d'un condyle médial ou latéral, ou fracture de Hoffa, est une contre-indication à l'usage d'une plaque condylienne. La préparation et l'introduction de la lame-plaque entraîne un déplacement de ce trait de fracture frontal. De plus, le fragment postérieur du condyle reste instable.

Ajoutons encore les fracture articulaires partielles, unicondyliennes des groupes B2 et B3.

On ne saurait recommander l'usage de la méthode par un chirurgien peu expérimenté à la technique d'ostéosynthèse par plaque condylienne.

Technique opératoire : les points importants

Installation du patient

Le patient est installé en décubitus dorsal avec un appui sous le genou à opérer qui peut être retiré à la demande. L'opération se fait habituellement sans garrot pneumatique.

Voies d'abord

Une voie d'abord latérale sous le vaste est utilisée avec une incision cutanée légèrement courbe d'une longueur de 8 à 10 cm entre la tubérosité tibiale et la face latérale de la cuisse. Une arthrotomie latérale permet l'inspection du genou, la réduction directe des fragments articulaires, le contrôle visuel de la réduction, ainsi que la mise en place des daviers réducteurs. La fixation préliminaire du massif articulaire est effectuée avec des broches de Kirschner remplacées ultérieurement par des vis.

En cas de fracture articulaire bicondylienne complexe, l'exposition peut se faire alternativement par une incision cutanée et une arthrotomie parapatellaire latérale qui permettent, après une luxation médiale de la patella, la vision complète de la surface articulaire des condyles fémoraux latéral et médial (16).

Préparation de l'assise de la lame

La plaque condylienne est un implant d'alignement automatique dans le plan frontal. En condition physiologique, la plaque condylienne s'applique exactement contre la diaphyse fémorale lorsque la lame est parallèle à l'interligne articulaire (fig. 1 a, b).

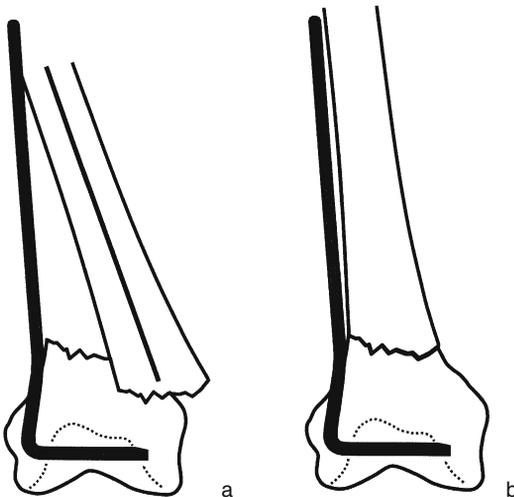


Fig. 1 a, b – Plaque condylienne : si la lame est parallèle à l'interligne articulaire et la diaphyse réduite sur la plaque, le valgus physiologique du genou est reconstruit.

La vraie difficulté réside dans le positionnement correct de la lame par rapport au plan sagittal (fig. 2). En cas de fracture avec un fragment articulaire relativement court aucune orientation n'est évidente. Pour éviter toute dévascularisation osseuse, une réduction indirecte doit être effectuée.

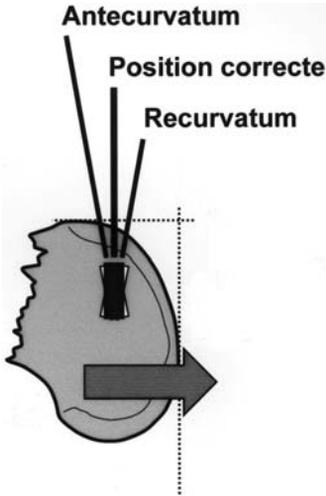


Fig. 2 – Positionnement de la lame dans le plan sagittal : si le fragment distal est très court, aucun repère n'est présent pour le bon alignement dans le plan sagittal (flexion-extension).

En raison de la traction du gastrocnémien, le fragment distal se déplace fréquemment en extension et le genou se trouve en légère flexion (fig. 3 a). Pour trouver la bonne orientation pour le ciseau conducteur dans le plan sagittal, il faut solidariser d'abord le bloc articulaire distal du fémur avec le tibia en extension complète du genou. Habituellement le ligament croisé antérieur empêche toute hyperextension. Cette position est ensuite maintenue par un système de fixation externe : des vis de Schanz sont introduites au niveau de la tubérosité tibiale et du fragment distal. La vis de Schanz dans l'épiphyse distale du fémur est utilisée comme « joystick » et permet d'étendre le fragment articulaire par rapport au genou. Une fois le fragment distal du fémur fixé avec le tibia, l'axe de la jambe donne exactement la direction de la plaque condylienne et celle du ciseau conducteur (fig. 3 b).

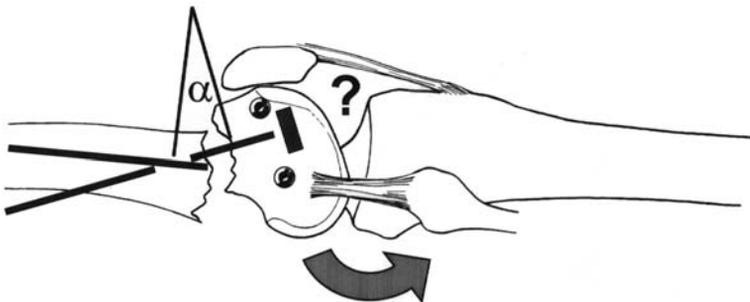


Fig. 3 a – Déplacement du fragment distal. La traction du gastrocnémien crée régulièrement une extension au niveau de la fracture et une position de flexion dans le genou.

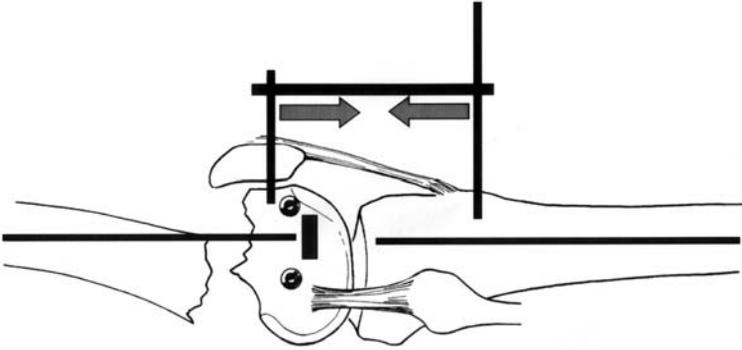


Fig. 3 b – Réduction du fragment distal. Une vis de Schanz est introduite comme un « joystick » dans le bloc artriculaire après ostéosynthèse des fragments articulaires. Une deuxième vis de Schanz dans la tubérosité tibiale est reliée à la première par un système fixateur externe et évite la flexion du fragment artriculaire au niveau du genou. L'axe de la jambe donne une orientation parfaite pour l'introduction de la lame.

L'orifice du ciseau conducteur se trouve à une distance de 10-15 mm en arrière du bord antérieur du condyle fémoral latéral et à 15-20 mm au-dessus de l'interligne articulaire fémoro-tibial (fig. 4). Pour que l'endroit correct de l'orifice puisse être trouvé, il faut que le fragment distal du fémur se trouve dans une position connue : en extension complète par rapport au genou.

Pour définir la direction de la lame dans le troisième plan, transversal, il existe deux techniques possibles.

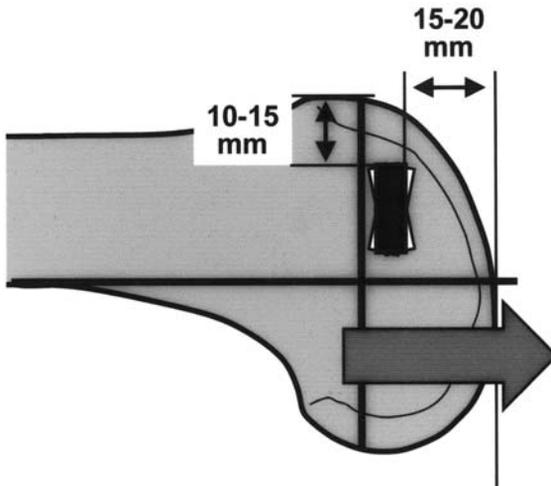


Fig. 4 – Position de l'orifice pour le ciseau conducteur. L'orifice se trouve à une distance de 10-15 mm en arrière du bord antérieur du condyle fémoral latéral et à 15-20 mm au-dessus de l'interligne articulaire fémoro-tibial.

Selon la technique classique de l'AO, l'interligne articulaire fémoro-tibial est repérée avec une première broche de Kirschner. Une deuxième broche de Kirschner sert pour définir l'inclinaison de l'articulation fémoro-patellaire. Une troisième broche de Kirschner est alors introduite parallèle à la deuxième broche dans le plan transversal et parallèle également à la première broche dans

le plan frontal (fig. 5 a, b). Cette technique n'est pas seulement difficile à décrire, mais encore plus difficile à réaliser en salle d'opération. Elle peut même faire reculer le chirurgien qui souhaite utiliser la plaque condylienne pour de telles fractures distales du fémur.

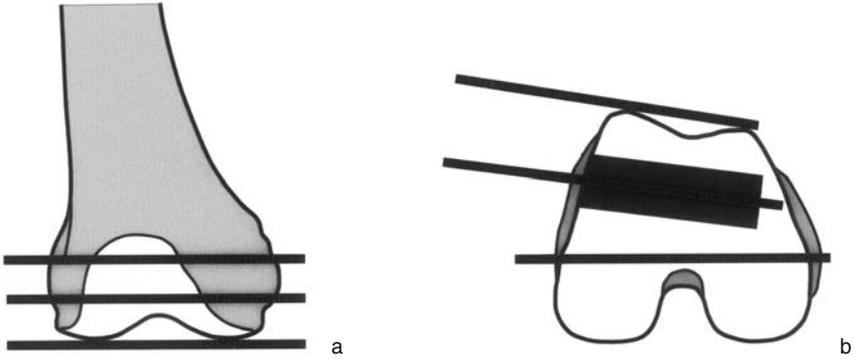


Fig. 5 – Définition de la direction de la lame (technique classique). a) Les plans de l'interligne articulaire fémoro-tibial ainsi que fémoro-patellaire sont définis à l'aide de deux broches de Kirschner. b) Une troisième, parallèle aux deux autres indique la direction de la lame.

Heureusement, il existe une technique beaucoup plus facile pour laquelle l'opérateur n'est pas obligé d'introduire trois broches de repérage différentes. Sur des coupes transversales de l'extrémité distale du fémur, par exemple des coupes de CT-scan, on s'aperçoit qu'il n'y a pas nécessité d'introduire la lame exactement parallèle à l'articulation fémoro-patellaire. Il existe dans le massif condylien de l'extrémité distale du fémur une zone de sécurité assez large en ce qui concerne le plan transversal (fig. 6 a, b).

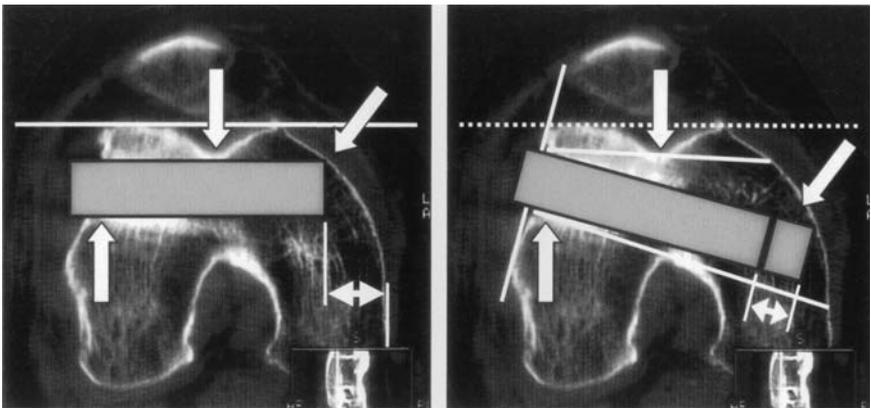


Fig. 6 – Direction de la lame : a) des coupes CT-scan de l'extrémité distale du fémur montrent que la direction de la lame ne doit pas d'office être parallèle à l'articulation fémoro-patellaire. b) Il existe une assez grande zone de sécurité pour la lame et on peut se permettre de l'introduire plus inclinée médialement. Cela permet même l'utilisation d'une lame plus longue sans risque de perforation médiale.

On peut alors introduire la lame plutôt perpendiculaire à la joue du condyle fémoral latéral en respectant uniquement le parallélisme avec l'articulation fémoro-tibiale, repéré à l'aide d'une seule broche de Kirschner (fig. 7). Cette approche présente un risque de la perforation dans la région intercondylienne avec une lésion conséquente de l'insertion fémorale du ligament croisé postérieur. Toutefois, une telle lésion est facile à surveiller et à éviter pendant la préparation du canal. L'avantage de la technique décrite est de diminuer le risque de perforation de l'articulation fémoro-patellaire et la possibilité d'utiliser une lame plus longue sans perforation médiale. Cette même technique est utile en cas d'introduction d'une plaque DCS (9). Pour augmenter la sécurité, la position du ciseau conducteur peut être contrôlée à l'écran de l'amplificateur de brillance avant l'introduction de la plaque condylienne et avant la réduction définitive de la fracture.

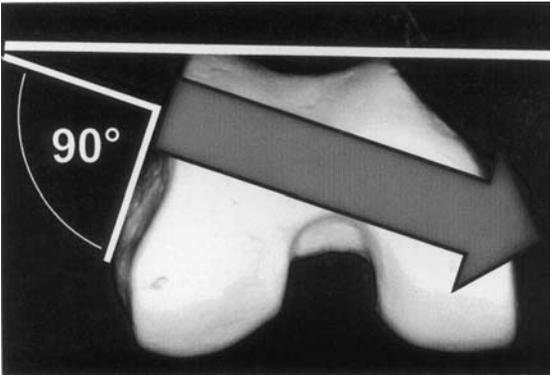


Fig. 7 – Direction de la lame. On peut introduire la lame perpendiculairement à la joue latérale du condyle fémoral. Le risque de perforation de l'articulation fémoro-patellaire est diminué.

Introduction sous-musculaire de la plaque

Pour effectuer la technique sous-musculaire, la technique de pose de la plaque condylienne est inversée ; la plaque est introduite avec la lame qui pointe vers l'extérieur. Habituellement, la plaque glisse facilement entre la surface osseuse du fémur et le vaste latéral. Une fois arrivée à la hauteur souhaitée, il faut retourner la plaque de 180 degrés pour que la lame pointe contre le canal préparé. Ce geste entraîne une certaine tension dans le vaste médial et durant ce geste tout traumatisme musculaire doit être évité (fig. 8 a, b). La direction de la lame est alors divergente par rapport à la direction du canal préparé (fig. 8 c). Il faut tirer le fragment distal latéralement en position d'abduction de la jambe pour avoir la bonne coïncidence de la direction de la lame et du canal pour pouvoir introduire la lame sans risquer une fausse-route (fig. 8 d). Durant ce geste, la broche de Kirschner, laissée en place, montre la direction du canal préparé.

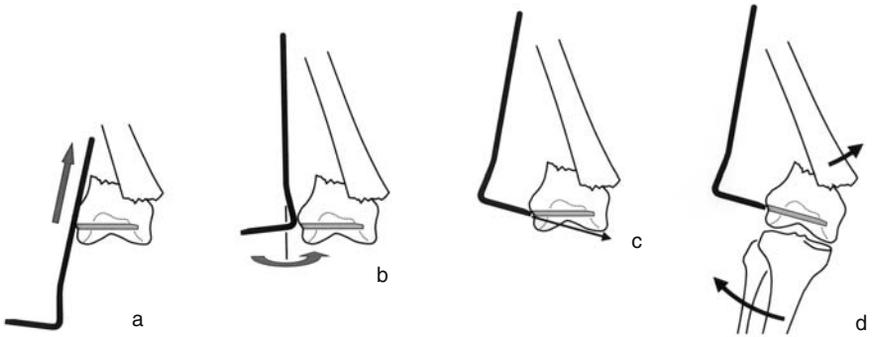


Fig. 8 – a) Introduction sous-musculaire d'une plaque condylienne; b) la plaque condylienne est introduite sous le vaste avec la lame pointant vers le dehors; c) puis elle est tournée de 180 degrés; d) après cette manœuvre, la lame et son trajet préparé sont divergents : on risque une fausse-route de la lame; par une abduction de la jambe, la coïncidence des deux est obtenue et la lame peut être introduite facilement.

Le distracteur fémoral permet ensuite de récupérer la longueur originelle du fémur (fig. 9). La plaque est alors fixée définitivement dans le fragment distal avec une vis. Puis, une vis est introduite de manière percutanée dans le fragment proximal et le distracteur fémoral est enlevé. Ensuite, la torsion correcte est contrôlée en mesurant cliniquement la rotation interne et externe de la hanche et en comparant les valeurs obtenues avec les valeurs correspondantes de la hanche opposée (à déterminer avant l'opération). Si on ne dispose pas des valeurs de la hanche opposée, la rotation externe et interne de la hanche doit être balancée (rotation externe identique à la rotation interne, fig. 10). En plus un contrôle radiographique avec des clichés longs dans les deux plans est nécessaire pour juger de l'alignement correct de la fracture avant d'introduire les dernières vis dans le fragment proximal.

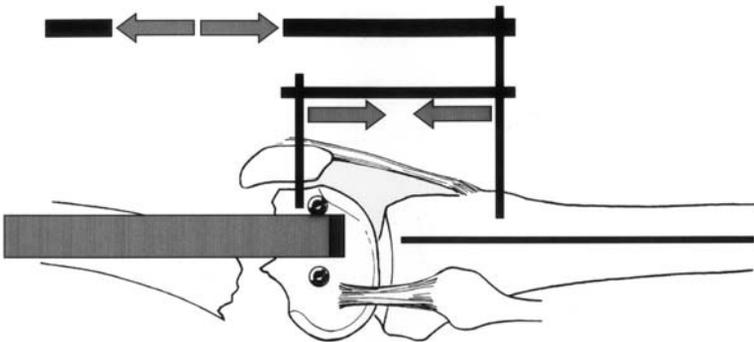


Fig. 9 – Réduction à la diaphyse. À l'aide du grand distracteur, la longueur et les axes du fémur sont reconstruits; la plaque est fixée à la diaphyse avec une vis. L'alignement axial est contrôlé cliniquement et radiologiquement.

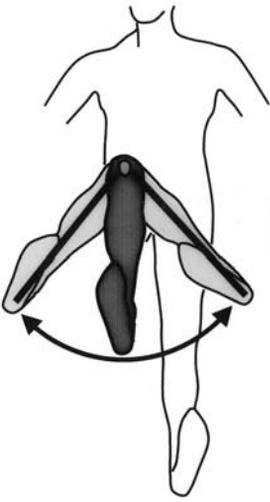


Fig. 10 – Contrôle de la torsion. Après la fixation provisoire de la plaque au fragment proximal, le distracteur est enlevé et la torsion est contrôlée cliniquement. Une rotation externe-interne harmonieuse de la hanche fléchie est en faveur d'une torsion fémorale physiologique.

Illustration clinique

Un agriculteur de 66 ans chute d'une hauteur de trois mètres (figs. 11 à 15).



Fig. 11 a, b – Fracture du 3^e degré ouverte de l'extrémité distale du fémur gauche.



Fig. 12 – a, b) Débridement des tissus mous et fixation provisoire avec un fixateur externe antérieur bloquant temporairement le genou.



Fig. 13 – a, b) Radiographies peropératoires montrant le bon alignement de la fracture dans les deux plans.



Fig. 14 – Radiographies postopératoires à 10 mois. a) La consolidation osseuse est bien visible par la formation d'un grand cal osseux du côté antérieur du fémur. b) Tous les fragments dans la zone comminutive de la métaphyse sont bien intégrés.



Fig. 15 – a, b) Résultats radiologiques deux ans après l'accident. La structure osseuse est presque complètement normalisée. Le patient est indolore et ne souhaite pas une ablation du matériel d'ostéosynthèse.

Une patiente de 83 ans chute à domicile avec choc sur la hanche droite. Il s'agit d'une fracture à énergie basse chez une patiente âgée avec une ostéoporose marquée (figs. 16 a, b).



Fig. 16 – a, b) Fracture péri-prothétique spiroïde déplacée sur ostéoporose marquée.

Le traitement est assuré par une plaque condylienne 60 mm, 16 trous. La réduction et l'ostéosynthèse sont faciles à effectuer. En raison de la qualité médiocre de l'os, la tenue des vis a dû être renforcée par du ciment introduit autour des vis (figs. 17 a, b et 18).



Fig. 17 – a, b) Alignement correct après ostéosynthèse par plaque condylienne 16 trous par voie mini-invasive. En raison de la qualité médiocre de l'os dans la partie distale, la tenue des vis a dû être renforcée par du ciment introduit autour des vis.

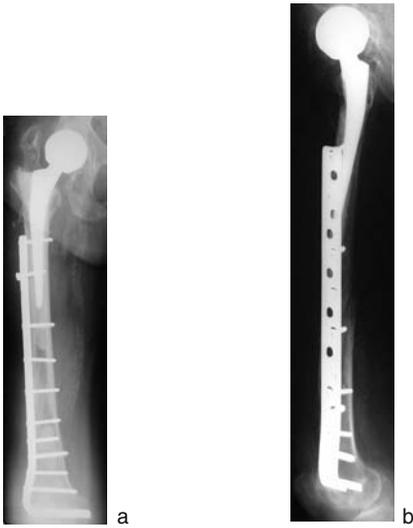


Fig. 18 – a, b) Résultat avec guérison osseuse à 6 mois après l'intervention.

Soins postopératoires

Régulièrement, une antibiothérapie prophylactique, par céphalosporine de deuxième ou troisième génération, est administrée durant 48 heures. Comme le vaste latéral est peu traumatisé et, en particulier, non désinséré durant l'intervention mini-invasive, le patient peut être mis en extension complète de la hanche et du genou sans recours à une attelle de Hess. À partir du deuxième jour, la mobilisation du patient en charge partielle de 10 à 15 kg est possible. La mobilisation de genou est effectuée sur une attelle motorisée en fonction de la douleur. Une protection antithrombotique par une héparine de bas poids moléculaire ou par antivitamine K est nécessaire jusqu'à ce qu'un appui de plus que 25 kg soit autorisé. Des contrôles radiographiques pour suivre la consolidation osseuse sont effectués à deux et à quatre mois. La charge complète est possible après consolidation complète, dans la plupart des cas à quatre mois. L'ablation du matériel d'ostéosynthèse n'est pas obligatoire.

Conclusion

L'ostéosynthèse par plaque est le traitement de choix généralement admis pour la plupart des fractures articulaires et pour la majorité des fractures métaphysaires. Depuis plus de vingt ans, l'évolution des techniques d'ostéosynthèse et le développement de nouveaux implants ont permis d'améliorer nettement les résultats. Le principe de la fixation biologique préserve au maximum la vascularisation des fragments osseux et permet d'obtenir une meilleure consolidation, de diminuer le recours aux greffes osseuses et de réduire l'incidence des infections.

La technique chirurgicale mini-invasive en utilisant des implants standard AO (plaque condylienne, plaque DCS) permet de stabiliser les fractures dis-

tales du fémur. La réduction de la fracture est obtenue de manière indirecte. Mécaniquement, il s'agit d'une ostéosynthèse de pontage sans application de compression interfragmentaire. Pour cette raison, une plaque très longue est nécessaire mais fixée aux fragments proximal et distal avec deux à trois vis seulement. Il est clair que cette technique est plus difficile que la technique à ciel ouvert. L'utilisation de l'amplificateur de brillance est un désavantage. En revanche, la préservation biologique des tissus conduit régulièrement à une guérison rapide par la formation d'un cal périosté et les complications biologiques, comme l'infection profonde, le retard de consolidation ou la pseudarthrose, sont rares. Cette technique peu invasive d'ostéosynthèse par plaque est sûrement un traitement fiable des fractures intra- et extra-articulaires de l'extrémité distale du fémur.

Références

1. Arens S *et al.* (1999) Susceptibility to local infection in biological internal fixation. Experimental study of open vs minimally invasive plate osteosynthesis in rabbits. *Arch Orthop Trauma Surg* 119: 82-5
2. Butt MS, Krikler SJ, Ali MS (1996) Displaced fractures of the distal femur in elderly patients. *J Bone Joint Surg* 78-B: 110-4
3. Christie J *et al.* (1995) Transcardiac echocardiography during invasive intramedullary procedures. *J Bone Joint Surg* 77-B: 450-5
4. Farouk O *et al.* (1999) Minimally invasive plate osteosynthesis : does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? *J Orthop Trauma* 13: 401-6
5. Gautier E *et al.* (1983) Knochenumbau nach Verplattung – Biologische oder mechanische Ursache? *Hefte Unfallheilkd* 165: 13-5
6. Gautier E, Perren SM, Ganz R (1992) Principles of internal fixation. *Curr Orthop* 6: 220-32
7. Gautier E, Rahn BA, Perren SM (1995) Vascular remodelling. *Injury* 26 Suppl 2: S11-9
8. Gerber C, Mast JW, Ganz R (1990) Biological internal fixation of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 109: 295-303
9. Guy P *et al.* (1998) CT-based analysis of the geometry of the distal femur. *Injury* 29 Suppl 3: S16-21
10. Heitemeyer U, Hierholzer G, Terhorst J (1986) Der Stellenwert der überbrückenden Plattenosteosynthese bei Mehrfragmentbruchschädigung des Femur im klinischen Vergleich. *Unfallchirurg* 89, 12: 533-8
11. Iannacone WM *et al.* (1994) Initial experience with the treatment of supracondylar femoral fractures using the supracondylar intramedullary nail: a preliminary report. *J Orthop Trauma* 8: 322-7
12. Jaicks RR, Cohn SM, Moller BA (1997) Early fracture fixation may be deleterious after head injury. *J Trauma* 42: 1-5
13. Kolmert L, Wulff K (1982) Epidemiology and treatment of distal femoral fractures in adults. *Acta Orthop Scand* 53: 957-62
14. Krettek C, Schandelmaier P, Tscherne H (1996) Distale Femurfrakturen. *Unfallchirurg* 99: 2-10
15. Krettek C *et al.* (1997) Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury* 28 Suppl 1: S20-30
16. Krettek C *et al.* (1997) Transarticular joint reconstruction and indirect plate osteosynthesis for complex distal supracondylar femoral fractures. *Injury* 28 Suppl 1: S31-41
17. Mast JW, Jakob RP, Ganz R (1989) Planning and reduction technique in fracture surgery. Springer, Berlin, Heidelberg, New York

18. Miclau T, Martin RE (1997) The evolution of modern plate osteosynthesis. *Injury* 28 Suppl 1: S3-6
19. Müller ME *et al.* (1977) *Manual der Osteosynthese*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
20. Müller ME, Nazarian S, Koch P (1987) *Classification AO des fractures. Les os longs*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo
- 21.- Perren SM (1991) The concept of biological plating using the limited contact dynamic compression plate (LC-DCP). *Injury* 22 Suppl 1: S1-41
- 22.- Rozbruch SR, Müller U, Gautier E, Ganz R (1998) The evolution of femoral shaft plating technique. *Clin Orthop* 354: 195-208
23. Scalea TM *et al.* (1999) Early fracture fixation may be « just fine » after head injury: no difference in central nervous system outcomes. *J Trauma* 46: 839-46
24. Schatzker J, Lampert DC (1979) Supracondylar fractures of the femur. *Clin Orthop* 138: 77-83
25. Trentz O (2000) The polytrauma patient: when to fix? 73rd AO Course, *Advances in Fracture Management*, Davos 10-15.12
26. Weller S, Höntzsch D, Frigg R (1998) Die epiperostale, perkutane Plattenosteosynthese. Eine minimal-invasive Technik unter dem Aspekt der « biologischen Osteosynthese ». *Unfallchirurg* 101: 115-21
27. Wenda K *et al.* (1993) Pathogenesis and clinical relevance of bone marrow embolism in medullary nailing – demonstrated by intraoperative echocardiography. *Injury* 24 Suppl 3: S73-81
28. Wenda K *et al.* (1997) Minimally invasive plate fixation in femoral shaft fractures. *Injury* 28 Suppl 1: S13-9

Étude critique des matériels d'ostéosynthèse des fractures de l'extrémité distale du fémur

D. Saragaglia, Th. Le Bredonchel et Y. Tourné

Comme pour les autres fractures, les ostéosynthèses des fractures de l'extrémité distale du fémur ont connu, au cours de la dernière décennie, l'influence des courants de pensée « modernes » qui prônent les ostéosynthèses biologiques, la chirurgie mini-invasive, la chirurgie percutanée, la chirurgie *a minima*, comme si l'ouverture d'un foyer de fracture ou une ostéosynthèse anatomique était l'abomination de la désolation.

« Une ostéosynthèse n'est satisfaisante que si elle permet de se passer d'une contention externe et qu'elle rend possible une mobilisation active et indolore de tous les muscles et de toutes les articulations. »

Cette phrase issue d'une des premières éditions du manuel de l'AO (1) semblait avoir résumé toute la philosophie des ostéosynthèses et correspondait à l'époque au balayage de toutes les ostéosynthèses approximatives, *a minima*, voire percutanées, sources de « débricolage », de pseudarthrose souvent septique et d'invalidité majeure.

Devant cet engouement frénétique pour les techniques modernes d'ostéosynthèse où une large place est faite à l'amplificateur de brillance et aux abords chirurgicaux *a minima*, nous avons voulu faire une étude critique des matériels d'ostéosynthèse classiques et modernes, en essayant de dégager leurs avantages et leurs inconvénients, sans entrer cependant dans des notions de coût et d'efficacité toujours très difficiles à évaluer.

Complications des ostéosynthèses insuffisantes

Comme pour d'autres localisations, la rançon des ostéosynthèses insuffisantes des fractures de l'extrémité distale du fémur est représentée par le cal vicieux, la pseudarthrose et la raideur engendrée par une immobilisation externe complémentaire qui va bloquer le genou dans l'espoir d'une consolidation.

Les cals vicieux sont la conséquence :

- d'une insuffisance de réduction et cela correspond à une erreur technique ;
- du démontage secondaire qui est le corollaire d'une erreur technique ou du choix d'un matériel mal adapté, incapable de stabiliser correctement une fracture qui était initialement bien réduite. Il s'agit de cals vicieux en valgus, en varus, en recurvatum ou en flexum. Les cals vicieux en rotation ne sont

pas rares non plus. Ils peuvent se voir au décours d'une ostéosynthèse à ciel ouvert lorsqu'existe une comminution métaphysaire et que les fragments osseux ne sont pas géométriquement assemblables. Ils se voient également dans les ostéosynthèses à foyer fermé où le risque est majoré par l'absence du contrôle du foyer de fracture : l'amplificateur de brillance, c'est bien, mais il ne saurait remplacer l'encastrement anatomique d'une esquille dans une autre, ce qui est le garant d'une restitution *ad integrum*.

Les pseudarthroses sont la conséquence :

- d'une réduction insuffisante, parfois imposée par le caractère comminutif d'une fracture ;
- d'une dévascularisation des fragments osseux à ostéosynthésés, spontanée ou provoquée par un geste chirurgical inadapté. En cas d'ostéosynthèse par plaque vissée, l'évolution se fera vers la rupture de plaque, ce qui pourrait paraître à notre époque comme étant un défaut de fabrication mettant en cause la responsabilité du fabricant. Le clou centromédullaire ne préserve pas de la pseudarthrose, surtout si les écarts interfragmentaires sont importants, ce qui n'est pas rare, mais ils ont l'avantage de ne pas casser dans la grande majorité des cas, ce qui décharge le fabricant de tout vice de fabrication éventuel en reportant la responsabilité sur le chirurgien ou le blessé.

Les raideurs ne sont pas rares dans les fractures sus- et intercondyliennes complexes, même lorsqu'elles ont été opérées correctement. Cependant, elles sont la règle en cas de montage instable conduisant à l'immobilisation plâtrée complémentaire, ou à la traction-suspension, ou enfin à une rééducation douloureuse par mobilité excessive des fragments ostéosynthésés.

Stabilité des fractures

Fractures à « fragments assemblables »

Ce sont des fractures *a priori* stables, dans la mesure où la réduction anatomique a pu être réalisée par une technique opératoire classique. L'utilisation des daviers réducteurs permet la réduction préalable des fragments qui seront ensuite ostéosynthésés par des vis en compression. La plaque de neutralisation viendra compléter le montage et assurera la stabilité définitive de l'ostéosynthèse. Sauf utilisation d'une plaque inadaptée, l'évolution est habituellement favorable et permet une rééducation immédiate et une remise en charge vers le 90^e jour.

Fractures à « fragments non assemblables »

Dans ce type de fractures, les fragments sont trop petits pour être réduits par des daviers et fixés secondairement, soit par des vis isolées, soit par des vis de la plaque. Par ailleurs, ces fragments sont habituellement complètement libres et voués à la nécrose. L'instabilité de la fracture est majeure et, une fois l'os-

téosynthèse réalisée, toutes les contraintes passent par le matériel d'ostéosynthèse. Cela expose au déplacement secondaire de la fracture en cas de matériel inadapté (déplacement en varus +++), soit à une rupture du matériel, si la durée de la consolidation dépasse la durée de résistance du matériel (rupture de fatigue).

Matériels d'ostéosynthèse

On peut considérer qu'il existe quatre grands types de matériels d'ostéosynthèse : les plaques vissées, les lames-plaques monoblocs, les plaques vissées « combinées » et les clous centromédullaires.

Plaques vissées

Les plus connues en France sont les plaques de soutien des condyles de l'AO (fig. 1), la plaque de Judet et plus récemment la plaque de Chiron (fig. 2), modification de la plaque de Judet.

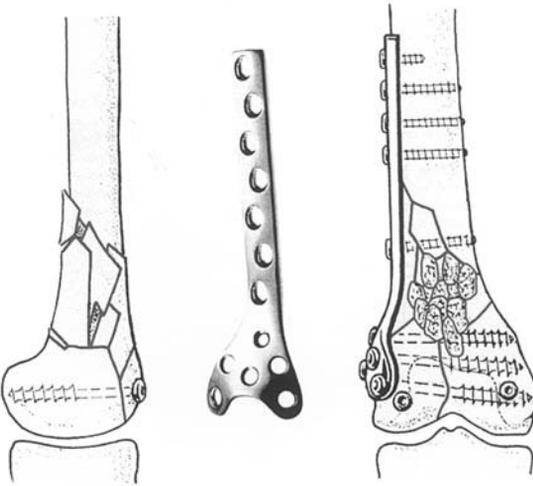


Fig. 1 – Plaque condylienne de soutien AO.

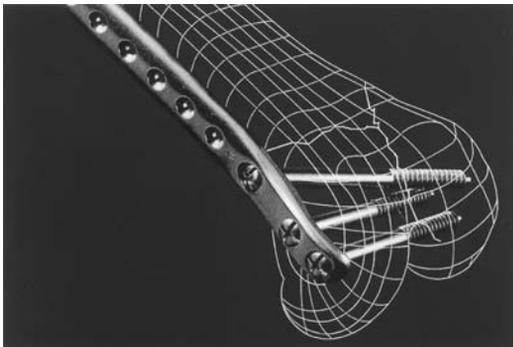


Fig. 2 – Plaque de Chiron.

L'avantage des plaques vissées simples est leur « facilité » de pose et l'absence d'ancillaire sophistiqué.

Leurs inconvénients sont loin d'être négligeables. En premier lieu, les « débricolages » secondaires se voient dans les fractures comminutives à fragments « non assemblables » ; on assiste progressivement à un dévissage des vis épiphysaires et métaphysaires, conduisant à une instabilité du montage et à une varisation secondaire ; dans le meilleur des cas, la fracture va consolider en varus et dans le pire des cas, on pourra assister à une pseudarthrose dont le corollaire est la rupture de plaque. Le deuxième risque est la fixation de la fracture en varus ou en valgus (installation en décubitus latéral) du fait de l'impossibilité d'une réduction anatomique et de la nécessité d'une réduction « à la volée » ; dans ce contexte une réduction avec un axe normal est plus le fait du hasard que d'une maîtrise parfaite du geste chirurgical.

En fait, pour qu'un montage par plaque vissée simple soit stable, il faudrait reconstruire la console opposée par une autre plaque vissée ce qui nous semble particulièrement invasif (fig. 3).

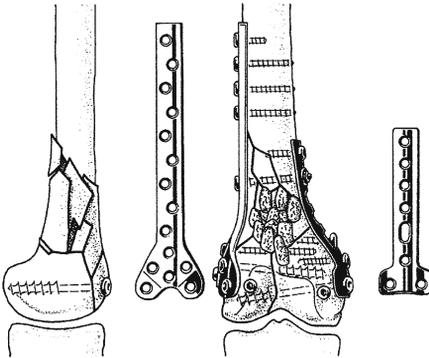


Fig. 3 – Plaque de soutien des condyles avec plaque du côté opposé (Manuel AO).

Lame-plaque condylienne coudée à 95° (fig. 4)

Le caractère monobloc de cette plaque lui confère une certaine rigidité et lui donne des avantages indéniables : elle donne automatiquement l'orientation des condyles dans le plan frontal et une « réduction sur plaque » est possible dans les fractures à fragments non assemblables. En effet, dans ce cas-là, il suffit de positionner parfaitement la lame dans les condyles et de ramener ensuite la plaque sur la diaphyse pour avoir un alignement tout à fait correct de la fracture.

L'inconvénient majeur de cette plaque est son impaction à coups de marteau, ce qui est toujours gênant et tout particulièrement dans les fractures sus et inter-condyliennes où un vissage préalable peut être mis à mal si la préparation à la mèche et au ciseau guide n'a pas été très soignée.

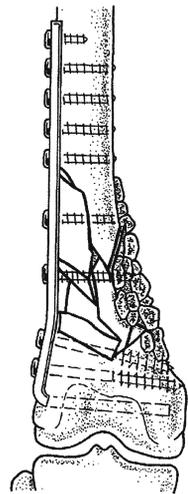


Fig. 4 – Lame-plaque condylienne coudée à 95°.

Plaques vissées « combinées »

Il s'agit de plaques composées d'un système monobloc, mais qui se posent comme des plaques vissées simples à condition d'avoir un ancillaire adapté. Trois plaques remplissent ces conditions :

- la plaque DCS (*Dynamic Condylar Screw*) (fig. 5) ;
- la plaque VPER (Vis Plaque Épiphysaire Renforcée, que nous avons mise au point en 1988) (fig. 6) ;
- le système LISS (*Less Invasive Stabilisation System*) (fig. 7 a) récemment développé par l'AO.

Ces plaques possèdent les avantages des plaques vissées (absence de coups de marteau pour impacter la plaque) et des systèmes coudés monoblocs avec augmentation de la rigidité et diminution des débricolages secondaires en varus.

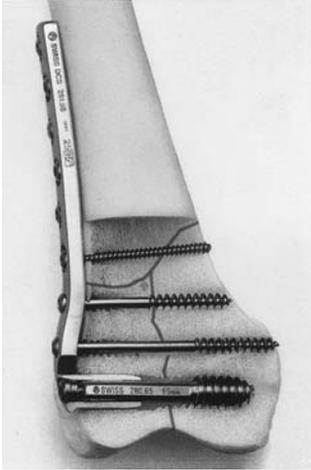
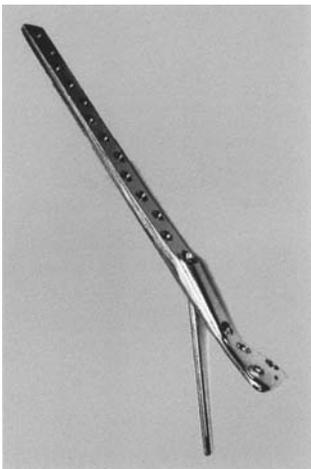
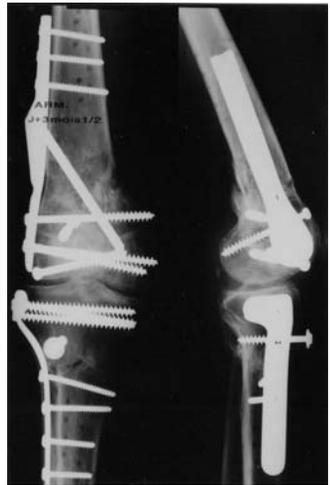


Fig. 5 – Plaque DCS.



a

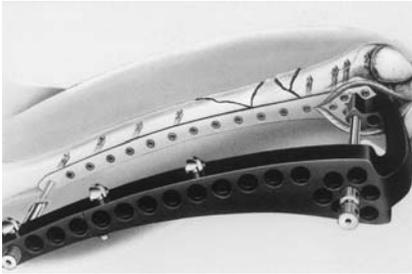


b

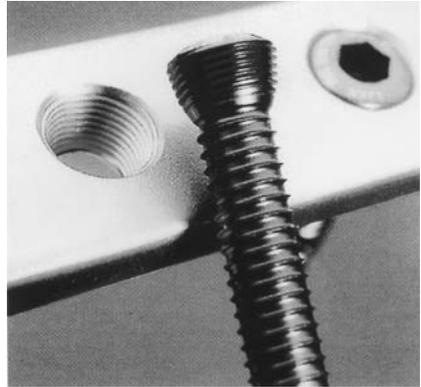
Fig. 6 – a) Plaque VPER. b) Contrôle RX d'une plaque VPER.

Malheureusement, ces implants possèdent également quelques inconvénients. En ce qui concerne la plaque DCS, la « réduction sur plaque » est plus difficile du fait du risque de rotation autour de la vis épiphysaire, d'où la nécessité de mettre une vis complémentaire ; l'ostéoporose peut être à l'origine d'une prise insuffisante dans le segment distal. Pour ce qui est de la plaque VPER, si elle préserve d'un déplacement en varus grâce à son étai monobloc qui va se ficher dans le condyle médial, le risque de montage en valgus existe, notamment dans les fractures à fragments non assemblables. Pour ce qui est enfin du LISS, nous n'insisterons pas sur le fait qu'il a été conçu pour être mis en place par des boutonnières cutanées. Nous ferons remarquer qu'il n'est pas toujours facile de réduire correctement une fracture sus- et intercondylienne par un abord « normal » (nécessité parfois de détacher la tubérosité tibiale) et qu'il nous paraît hasardeux, voire dangereux, de réduire de telles fractures par l'intermédiaire d'un « trou de serrure ».

Pour en revenir au matériel lui-même, le vissage des têtes de vis dans la plaque (fig. 7 b) transforme le matériel en système monobloc qui pourrait être intéressant. Cependant, malgré toute la complexité de l'ancillaire, le fait de visser « droit devant » sans aucun débattement peut être un inconvénient et conduira inéluctablement au foirage de certaines vis. Enfin qu'en sera-t-il de l'ablation du matériel ? Sera-t-on toujours dans le domaine de la chirurgie mini-invasive ?



a



b

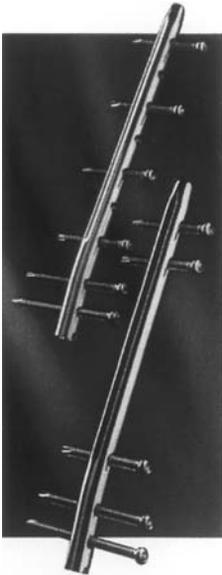
Fig. 7 – a) Le système LISS. b) Vissage des têtes de vis dans la plaque (LISS).

Clous centromédullaires rétrogrades (fig. 8)

Les avantages théoriques du clou centromédullaire sont la chirurgie à foyer fermé (mais ne faut-il pas ouvrir le genou pour entrer le clou ?) et le risque mineur de rupture du matériel.

Les inconvénients sont à notre avis loin d'être négligeables. La réduction ne peut être qu'approximative : ceci n'a pas une grosse importance si les axes sont respectés ; cela est bien plus grave en cas de trouble de rotation, de bascule en recurvatum ou en flexum du massif condylien ou de fixation en varus ou en valgus.

Faire un trou gros comme le pouce dans le cartilage trochléen nous paraît également dommageable surtout s'il est intact (fractures supracondyliennes) et surtout s'il faut en faire un, encore plus gros, au moment de l'ablation du matériel. Enfin, l'utilisation abusive de l'amplificateur de brillance, même avec les appareils modernes, doit être une préoccupation permanente des chirurgiens qui peuvent être amenés à l'utiliser 15 à 20 fois par semaine.



a



b

Fig. 8 – a) Clou centromédullaire rétrograde. b) Remarquez l'entrée du clou dans la trochlée.

Conclusion

L'étude critique des différents matériels disponibles à l'heure actuelle montre qu'il n'y a pas de moyen idéal pour ostéosynthéser les fractures de l'extrémité distale du fémur. En cas de fracture simple de l'adulte jeune, à « fragments assemblables », tous les matériels sont valables. Il y a peu de problèmes si la technique opératoire est rigoureuse. En cas de fracture sus- et intercondylienne comminutive à fragments « non assemblables », il faut préférer les plaques « combinées ». En l'absence d'évaluation correcte des ostéosynthèses modernes (LISS ou clou rétrograde), la plaque DCS nous paraît avoir un bon rapport qualité/prix. Chez le vieillard, tout particulièrement lorsqu'il existe une ostéoporose évidente, la lame-plaque condylienne garde toute sa place.

Il faut se méfier des techniques opératoires mini-invasives qui sont souvent un cache-misère ; il ne faut pas faire de chirurgie « à la sauvette », source d'échecs retentissants ; méthode, rigueur, efficacité immédiate sont les garants d'un bon résultat anatomique et fonctionnel. L'expérience du chirurgien est fondamentale et toute improvisation, même à « foyer fermé », risque d'être lourde de conséquence.

Enfin il est dommage de faire une ostéosynthèse parfaite qui risque de se débricoler si le bon matériel n'a pas été choisi.

Références

1. Müller ME *et al.* (1980) Manuel d'ostéosynthèse. Technique AO Deuxième édition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Fracture de l'extrémité distale du fémur

Place du traitement orthopédique

L. Béguin, F. Chalença et M.-H. Fessy

Les fractures de l'extrémité distale du fémur sont rares et graves et ont des formes très diverses. Elles relèvent, habituellement, d'un traitement chirurgical (1-3). Leur gravité tient au fait que ce sont souvent des fractures comminutives et ouvertes qui touchent une articulation portante à la mécanique complexe. Elles exposent à un taux élevé de complications et de séquelles.

Ces fractures touchent deux types de populations :

- les sujets jeunes sont victimes de traumatismes à haute énergie, le plus souvent par « syndrome du tableau de bord » lors de traumatismes indirects. Le pronostic est fonctionnel et met en jeu l'avenir socioprofessionnel ;

- les sujets âgés ostéoporotiques sont victimes de traumatismes à faible énergie ; l'existence d'une arthroplastie totale de hanche ou de genou est un facteur favorisant supplémentaire. Ces fractures du sujet âgé représentent 15 à 25 % des cas. Chez ces patients, le pronostic est vital.

Technique du traitement

Dans la prise en charge de ces fractures, deux éléments ne peuvent être négligés : le déplacement et les complications spécifiques.

Déplacement

L'analyse du déplacement de la fracture est indispensable à la bonne mise en œuvre du traitement orthopédique. Le déplacement est complexe mais stéréotypé (fig. 1). Le fragment distal passe en arrière du fragment proximal, il remonte sous l'action des différents muscles de la cuisse et notamment des ischiojambiers. De façon concomitante, il bascule en arrière sous l'action du gastrocnémien, de telle façon que sa surface fracturaire regarde en arrière ; le genou est alors fléchi, bien que le membre paraisse en extension. Enfin il se met en rotation externe, et le plus souvent en adduction plus qu'en abduction.

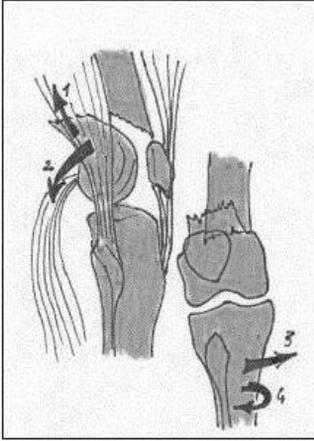


Fig. 1 – Déplacement des fractures supracondyliennes du fémur.

- 1 : ascension sous l'action des ischiojambiers.
 2 : bascule sous l'action du gastrocnémien.
 3 : adduction.
 4 : rotation externe.

Complications

Le déplacement fracturaire explique les complications précoces. L'ouverture cutanée, le plus souvent de dedans en dehors (8), résulte de la perforation par le fragment proximal du quadriceps et de la peau. L'artère poplitée peut être comprimée, contuse ou déchirée par la bascule du fragment distal, lésions d'autant plus fréquentes que l'artère reste fixée au niveau de l'anneau des adducteurs. Le nerf fibulaire commun peut être également étiré lors de l'adduction et de la rotation externe du segment distal. L'examen des territoires sensitifs et moteurs sous-jacents, ainsi que la palpation des pouls pédiés et tibial postérieur s'imposent donc systématiquement.

Réduction

La réduction première du foyer fracturaire est une urgence thérapeutique (6) dans le traitement des fractures de l'extrémité distale du fémur.

En 1957, Merle d'Aubigné a exposé les principes du traitement orthopédique et précisé ses limites :

« Après avoir, par traction, corrigé le chevauchement et dégagé le fragment des masses musculaires, il faut :

- réduire la bascule du fragment en arrière, et pour cela, détendre les jumeaux, donc fléchir le genou ;
- rendre l'interligne du genou perpendiculaire à l'axe de la cuisse. Or, il est impossible de contrôler un varus ou un valgus lorsque le genou est fléchi. Cette contradiction rend le traitement orthopédique très difficile » (4).

Dans tous les cas, le patient doit être conduit au bloc opératoire où pourra être réalisée une anesthésie générale pour un relâchement musculaire indispensable à la réduction de la fracture. Des clichés radiologiques de l'extrémité distale du fémur seront réalisés sur le malade endormi. Ils permettent d'avoir des images de meilleure qualité et plus précises que celles faites au service des urgences. La

ponction préalable du genou pour vider l'hémarthrose peut s'envisager dans des conditions d'asepsie strictes. Les manœuvres de réduction effectuées, un contrôle radiologique est réalisé par des clichés de face et de profil, le patient est alors installé sur une attelle de Braun, après avoir placé une broche transtubérositaire tibiale. La traction doit s'exercer suivant la bissectrice de l'angle formé par la jambe et le prolongement de la cuisse (fig. 2). La flexion du genou doit être de 40 ° pour Merle d'Aubigné; elle est idéale à 20 ° pour Neer. L'angle de l'attelle doit répondre non à l'interligne, mais au foyer de fracture (figs. 3 et 4). Si la réduction reste imparfaite, on peut tenter de la corriger par une broche placée dans le fragment fémoral distal en exerçant une traction au zénith. Il est préférable de maintenir une extension continue sur ces broches, que de les noyer immédiatement dans un plâtre. Un contrôle radiologique de face et profil est systématiquement réalisé au 8^e jour, 15^e jour et 21^e jour. Selon Merle d'Aubigné, une contention par plâtre cruro-malléolaire en extension peut être posée au bout de trois semaines. Il faut corriger à ce moment, la déviation latérale si elle existe.

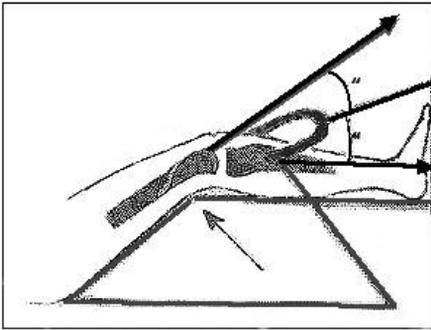


Fig. 2 – Traction selon l'axe de la bissectrice de l'angle fémur tibia.

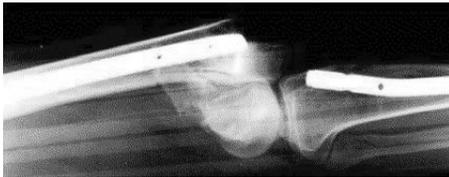


Fig. 3 – Fracture supracondylienne chez un patient porteur de clous de fémur et de tibia.



Fig. 4 – Traction dans l'attente du geste chirurgical.

Enfin, en cas de traitement d'attente de l'ostéosynthèse chirurgicale, il faut garder à l'esprit que le relèvement de la tubérosité tibiale reste une éventualité peropératoire et il ne faut pas hésiter à placer la broche de traction au-delà des 4 cm classiques sous l'interligne articulaire lorsqu'il s'agit de fractures complexes et comminutives.

Avantages et inconvénients

Neer, au décours d'une série de 110 fractures de l'extrémité distale du fémur, a précisé le traitement orthopédique définitif et a décrit les erreurs par excès

de flexion du genou lors de la traction transtibiale. Il proposait une traction dans l'axe de la diaphyse fémorale avec 20° de flexion du genou seulement, mais reconnaissait qu'une apposition anatomique parfaite des segments osseux était rarement obtenue. Un grand nombre de déformation en rotation interne et varus était effectivement répertorié. Le taux d'infection, de pseudarthroses et de retard de consolidation dans le groupe des ostéosynthèses laissaient penser, en 1967, qu'il fallait privilégier le traitement fonctionnel même au prix de déviation d'axes et de raideurs articulaires importantes (5).

Toutefois, dès 1966, Vidal et Marchand ont montré que les résultats du traitement orthopédique par traction continue ou immobilisation plâtrée restaient en dessous de ceux de la chirurgie (7). On pouvait déjà noter que, malgré le matériel utilisé à cette époque, le délai moyen de consolidation après chirurgie s'en trouvaient raccourci ; les raideurs restaient l'apanage de l'immobilisation et le taux d'instabilité était identique dans les deux groupes.

Conclusion

Quelle place reste-t-il au traitement orthopédique ?

En tant que prise en charge définitive, il ne peut vivre que des très rares contre-indications absolues à la chirurgie et à l'anesthésie ou encore du refus catégorique de l'intervention par le patient, alors qu'une information claire a été fournie. Il pourrait être préconisé dans quelques cas de fracas majeur avec écrasement, mais il entre alors en compétition avec les indications du fixateur externe. Il apparaît difficile en cas de fractures étagées du même membre réalisant un tableau de « genou flottant ».

La traction reste en revanche, la base efficace du traitement temporaire en cas d'intervention différée ; son but est de lutter contre la douleur, source de choc. Mal conduit, il peut compromettre gravement le pronostic de ces fractures.

Références

1. Blanchard JP, Samuel P. Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur, Editions Techniques, Encycl Méd Chir (Paris, France) – Techniques chirurgicales, orthopédie-traumatologies, 44 800, 4.6.04, 10 p
2. Chiron Ph, Utheza G (1990) Fractures de l'extrémité inférieure du fémur : un matériel spécifique, la vis plaque condylienne. Encycl Méd Chir 10-1990, 1^{re} éd. 1-44 800
3. Chiron Ph, Utheza G (1989) La vis plaque condylienne : résultats d'une étude multicentrique sur les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Rev Chir Orthop Sup n° 1, vol. 75, p 47
4. Merle d'Aubigné R (1951) Fractures supracondyliennes. Éd médicales Flammarion. Affections traumatiques p 843
5. Neer CS III, Grantham SA, Shelton ML (1967) Supracondylar fracture of the adult femur. A study of 110 cases. J Bone Joint Surg 49: 591-693
6. Vichard Ph *et al.* (1989) L'ostéosynthèse différée : son intérêt et ses limites. Rev Chir Orthop Sup. n° 1: 75 ; 179-80
7. Vidal J, Marchand L (1966) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Traitement et résultats. Rev Chir Orthop 52, 533-50
8. Vives P *et al.* (1981) Étude critique et résultats de 86 fractures de l'extrémité inférieure du fémur traitées par lame-plaque monobloc. Rev Chir Orthop 67, 451-60

Complications mécaniques, pseudarthroses et cals vicieux

Th. Le Bredonchel

Les fractures de l'extrémité distale du fémur sont des fractures graves qui mettent directement en jeu l'avenir fonctionnel du genou. Le traitement orthopédique, longtemps recommandé du fait de la complexité de ces fractures, a été progressivement supplanté depuis les années 1970 par le traitement chirurgical qui, en termes de résultats, a fait la preuve de sa supériorité. L'ostéosynthèse permet une réduction plus anatomique, qui rétablit mieux les axes mécaniques du membre et la congruence articulaire. En outre, par sa stabilité, elle autorise une rééducation précoce, indispensable à la récupération d'une mobilité satisfaisante. Malgré cette orientation thérapeutique résolument chirurgicale, le pronostic de ces fractures demeure sévère. Le caractère portant de l'articulation du genou et les difficultés techniques du geste chirurgical expliquent la fréquence encore élevée des complications. En dehors des démontages précoces, qui sont le résultat d'ostéosynthèses insuffisantes, les complications mécaniques sont dominées par les risques de pseudarthrose et de cal vicieux.

Pseudarthroses

Définies classiquement comme une absence de consolidation à 6 mois, le taux de pseudarthroses aseptiques varie de 2 % à 14 % en fonction des études et du matériel utilisé (1, 4, 7, 20). Leur diagnostic n'est pas toujours évident sur de simples radiographies, la persistance d'un trait de fracture ou la pauvreté du cal osseux sont difficiles à analyser dans ces fractures complexes où les remaniements osseux sont importants. Le plus souvent, le diagnostic n'est fait qu'après la période de remise en charge. L'absence de consolidation se manifeste alors de deux façons : soit par un démontage brutal du foyer (rupture ou inflexion du matériel, déchaussement de la fixation épiphysaire), soit plus insidieusement par la persistance de douleurs à l'appui ou une varisation progressive du massif épiphysaire. En règle générale, il s'agit d'une pseudarthrose atrophique qui siège toujours en zone supracondylienne (20), le plus souvent à la jonction métaphyso-diaphysaire (7). L'épiphyse, quant à elle, est protégée par sa structure spongieuse qui lui autorise une consolidation rapide.

Facteurs favorisants

À l'origine de ces pseudarthroses, on retrouve fréquemment l'association de plusieurs facteurs qui vont conjuguer leurs effets pour aboutir à un défaut de consolidation. L'âge du patient intervient. Ascencio et Martin (1) retrouvent deux fois plus de pseudarthroses chez les sujets de plus de 65 ans (26,5 % des cas) que chez les sujets de moins de 30 ans (12 % des cas). La qualité de l'os, et notamment la présence d'un os porotique, est un facteur péjoratif retenu par Vivès (20). Le type de fracture, et principalement la comminution métaphysaire, apparaît comme un facteur déterminant. Toujours en se référant à l'étude multicentrique de la SOFCOT 1988 (1), on observe trois fois plus de pseudarthroses dans les fractures comminutives (21 % des cas) que dans les fractures simples (7 % des cas). En revanche, le caractère articulaire de la fracture n'a pas d'influence. De même, l'ouverture du foyer, pourtant considérée comme une cause classique de retard de consolidation, intervient peu.

La qualité du montage et surtout la stabilité de l'ostéosynthèse jouent un rôle primordial : Ascencio et Martin (1) retrouvent deux fois plus de pseudarthroses dans les montages jugés instables (27,5 % des cas) que dans ceux dont la stabilité est jugée satisfaisante (12,5 % des cas). Deux éléments sont à prendre en compte pour la stabilité : le matériel d'ostéosynthèse lui-même et la qualité de la reconstruction métaphysaire. En ce qui concerne le matériel, l'insuffisance mécanique des plaques vissées est connue (17), elles doivent être abandonnées au profit de montages plus rigides type « vis-plaque » ou « lame-plaque » ; pour les clous centromédullaires, Bucholz (3) recommande des clous de gros diamètre, descendus le plus bas possible pour éviter une fracture de fatigue sur les trous de verrouillage distal. En ce qui concerne la reconstruction métaphysaire, son analyse montre que la stabilité de la colonne médiale, siège des plus grandes comminutions, est déterminante pour la qualité mécanique du montage. La persistance d'une perte de substance métaphysaire, avec défaut d'appui cortical médial, s'accompagne d'une pseudarthrose dans près d'un cas sur deux (1).

Intérêt de la greffe osseuse

Compte tenu des risques majeurs de pseudarthrose en cas de perte de substance métaphysaire, certains proposent de réaliser une greffe spongieuse ou cortico-spongieuse d'emblée en complément de l'ostéosynthèse. Dans leur série, Vivès *et al.* (20), qui ont réalisé ce geste 31 fois, n'a eu à déplorer aucun défaut de consolidation. Cependant, Chiron (4) pense que cette attitude systématique conduit souvent à des greffes en excès, l'os spongieux métaphysaire ayant un potentiel de consolidation parfois étonnant. Il semble plus judicieux (1, 4, 13), pour prévenir une pseudarthrose, de réaliser une greffe osseuse secondaire, entre le 2^e et 5^e mois, si la consolidation radiologique paraît insuffisante. On choisira alors le greffon osseux en fonction de la situation : simple greffe spongieuse de comblement ou greffe cortico-spongieuse d'apposition venant ponter une perte de substance corticale médiale.

Traitement

La présence d'une pseudarthrose impose une reprise chirurgicale : ablation du matériel en place, excision des tissus d'interposition fibreux et nouvelle ostéosynthèse. Le matériel utilisé sera le même que dans les fractures récentes, en privilégiant bien sûr les systèmes qui autorisent un montage stable. Les pseudarthroses hypertrophiques répondent généralement bien à une nouvelle ostéosynthèse avec compression du foyer (22). En cas de perte de substance ou de pseudarthrose atrophique, un apport osseux est indispensable en complément de l'ostéosynthèse : greffe spongieuse de comblement ou greffe cortico-spongieuse d'apposition. Certains préconisent, en plus, une décortication à la manière de Judet. La greffe sera alors placée sous les copeaux osseux détachés lors de l'abord du foyer (14).

Évolution

La consolidation est généralement obtenue avec des délais longs : 11 mois pour Vives (20), 13 mois pour Favre (7). Les séquelles fonctionnelles sont souvent lourdes ; les pseudarthroses et les reprises chirurgicales favorisent la raideur du genou. Dans l'étude multicentrique de la SOFCOT 1988 (1), le résultat fonctionnel de l'ensemble des pseudarthroses était moyen ou mauvais dans 60 % des cas : deux patients ont fini en ankylose et un autre a dû être amputé après plusieurs tentatives infructueuses de consolidation d'une pseudarthrose atrophique.

Cals vicieux

Complication classique du traitement orthopédique, les cals vicieux n'ont malheureusement pas disparu avec le traitement chirurgical. En fonction des séries et des critères anatomiques retenus, leur fréquence varie de 5,5 % à 11 % (1, 4, 7, 11). Ils sont la conséquence d'un défaut initial de réduction, et sont bien sûr favorisés par la complexité de la fracture ; la présence d'une comminution métaphysaire apparaît plus déterminante que le caractère articulaire de la fracture. La technique chirurgicale peut aussi être en cause : lors de l'utilisation de systèmes type « lame-plaque » ou « vis-plaque », toute erreur dans le positionnement de l'ancrage épiphysaire va conduire à un défaut de réduction métaphysaire lors du vissage de la plaque sur la diaphyse. Enfin, l'ostéosynthèse différée à la 3^e semaine, dont le principe est de respecter au maximum le cal osseux primitif qui englobe les fragments libres, favorise les défauts de réduction et les cals vicieux (19). Articulaires ou extra-articulaires, ces cals vicieux pourront être à l'origine d'une incongruence articulaire, d'une déviation des axes mécaniques et/ou d'un raccourcissement du membre.

Incongruence articulaire

Elle est le fait des cals vicieux articulaires où la réduction a laissé persister un « décalage en marche d'escalier » au niveau des surfaces articulaires condyliennes ou trochléennes. La tolérance de ces décalages articulaires semble bonne tant qu'ils ne dépassent pas 2 mm (1). Au-delà, ils sont arthrogènes : Egund et Kolmert (6) ont mis en évidence une corrélation statistiquement significative entre la survenue d'une arthrose et la présence d'un décalage supérieur à 3 mm.

Déviations axiales

Ces déformations sont secondaires aux cals vicieux extra-articulaires, mais peuvent aussi se voir avec des cals vicieux articulaires si la consolidation s'est faite avec une ascension ou une bascule d'un des deux condyles (2). Parmi les déformations le plus souvent rencontrées (6), les fractures unicondyliennes sont à l'origine de cals vicieux en varus pour les unicondyliennes médiales, et en valgus pour les unicondyliennes latérales. Parmi les fractures supracondyliennes, les cals vicieux en varus sont les plus fréquents ; pour les fractures sus- et intercondyliennes ce sont les cals vicieux en varus et en recurvatum. La tolérance fonctionnelle d'un défaut d'axe est variable en fonction de son importance et du plan dans lequel il se développe. Dans le plan sagittal, la persistance fréquente d'un recurvatum épiphysaire va être à l'origine d'une hyperextension du genou ; un recurvatum inférieur à 10° n'est pas gênant (20), il sera d'ailleurs souvent compensé par un flessum articulaire. Dans le plan horizontal, les cals vicieux en rotation externe ou interne vont induire soit une exo-, soit une endorotation du segment jambier à la marche (2). Ils seront souvent estompés par compensation au niveau de la hanche. Dans le plan frontal, les cals vicieux en varus ou en valgus vont être responsables d'un déséquilibre des contraintes entre les deux compartiments fémoro-tibiaux. À terme, ils pourront favoriser une arthrose mécanique fémoro-tibiale unicompartimentale (2).

Raccourcissement

Il est secondaire à un cal vicieux extra-articulaire par impaction métaphyso-épiphysaire. Sa tolérance fonctionnelle est bonne s'il reste inférieur à 2 cm, il pourra alors être facilement compensé orthopédiquement.

Évolution et arthrose

Le faible recul des séries publiées et leur petit nombre font qu'il est difficile d'apprécier réellement la fréquence de l'arthrose après fracture de l'extrémité distale du fémur. Pour Volpin (21), cette atteinte dégénérative surviendrait dans les 6 ou 8 premières années après le traumatisme ; passé ce délai, la dégradation serait plus lente. L'arthrose fémoro-patellaire est la plus fréquente ;

Egund et Kolmert (6) la retrouvent dans 27 % des cas avec un recul moyen de 5 ans, l'étude multicentrique de la SOFCOT (1) la retrouve dans 46 % des cas avec un recul moyen de 6 ans. Elle est essentiellement le fait de la contusion cartilagineuse trochléo-patellaire contemporaine du traumatisme et des défauts de réduction articulaire (1). L'arthrose fémoro-tibiale est beaucoup plus rare : 6 % des cas pour Egund et Kolmert (6) et 17 % des cas pour l'étude de la SOFCOT (1). Elle peut être secondaire à une décompensation mécanique sur un défaut d'axe, à une chondropathie post-contusive ou à un cal vicieux articulaire. Si l'atteinte cartilagineuse post-traumatique et la persistance d'un cal vicieux articulaire semblent déterminantes, l'étude de la SOFCOT (1) n'a pas permis de retrouver de parallélisme entre l'arthrose fémoro-tibiale et le cal vicieux frontal, tel qu'il existe dans les gonarthroses primitives.

Traitement

La présence d'une chondropathie contusive post-traumatique et l'absence de parallélisme entre arthrose et défaut d'axe doit inciter à une certaine prudence dans la correction de ces cals vicieux (1). Leur traitement n'est justifié qu'en cas de retentissement fonctionnel ou d'arthrose débutante avérée. Les cals vicieux articulaires sont de traitement difficile. L'ostéotomie dans le cal, fixée par un vissage isolé, comme a pu le proposer Trillat (18), donne des résultats aléatoires avec un important taux de raideur. Chez le sujet âgé, on lui préférera une prothèse unicompartimentale ou tricompartmentale.

Pour les cals vicieux extra-articulaires, il faut corriger le défaut d'axe par ostéotomie supracondylienne dans le cal. Ces ostéotomies peuvent être fixées par tous les matériels utilisés dans les fractures fraîches (4) ; il semble cependant préférable d'utiliser un matériel monobloc, type « lame-plaque » dont la prise épiphysaire est parallèle à l'interligne, ce qui permet une correction d'axe automatique et autorise une mobilisation précoce.

Corrections dans le plan frontal

Les ostéotomies fémorales de varisation sont réalisables par ouverture latérale et utilisation d'une lame-plaque à 95° pour des corrections inférieures à 20°. Au-delà, l'ouverture devient trop importante, il y a un risque de démontage et de non-consolidation qui lui font préférer une ostéotomie de soustraction médiale, fixée alors par une lame-plaque à 90° avec un déport de 15 mm du fait de la marche d'escalier qu'entraîne la résection cunéiforme médiale. Les ostéotomies fémorales de valgisation sont des ostéotomies de soustraction latérale. Elles sont à réaliser avec prudence car la chondropathie contusive prédomine généralement sur le compartiment latéral et la correction d'un cal vicieux en varus risque de décompenser une arthrose latérale (deux cas dans la série de la SOFCOT (1)).

Corrections dans le plan sagittal

La correction d'un flexum se fera par une ostéotomie de soustraction avec résection cunéiforme à base antérieure, celle d'un récurvatum par résection cunéiforme à base postérieure. Dans les deux cas, l'ostéotomie sera fixée par une lame-plaque à 95° et il faudra veiller à ce que le trait d'ostéotomie n'intéresse jamais la surface articulaire trochléenne et reste au-dessus des coques condyliennes pour ne pas modifier leur tension.

Correction dans le plan horizontal

Les ostéotomies de dérotation seront aussi réalisées en zone supracondyliennes. Après une coupe horizontale, elles seront fixées par une lame-plaque à 95°. Ces ostéotomies fémorales supracondyliennes corrigent efficacement des défauts d'axes qui peuvent être sévères. Toute la difficulté technique réside dans le fait qu'il s'agit souvent de cals vicieux mixtes nécessitant une correction simultanée dans plusieurs plans.

Conclusion

Pseudarthroses et cals vicieux restent des complications fréquentes du traitement chirurgical des fractures de l'extrémité distale du fémur. La comminution métaphysaire, souvent présente, est la principale source de complications mécaniques. C'est elle qui va favoriser les défauts de réduction et altérer la stabilité de l'ostéosynthèse. Pour les pseudarthroses, il faut retenir l'intérêt d'une greffe osseuse secondaire entre le 2^e et le 5^e mois en présence d'une pseudarthrose potentielle radiologique. En ce qui concerne les cals vicieux, il faut se rappeler l'importance du positionnement de l'ancrage épiphysaire lors de l'ostéosynthèse de la fracture : toute erreur sur le point d'entrée ou la direction de cet ancrage va conduire à un défaut d'axe.

Références

1. Ascencio G (1989) Les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. Table ronde de la SOFCOT. Rev Chir Orthop 75 (suppl. 1): 168-83
2. Bonneville P, Mansat C, Mansat M (1989) Classification des fractures du fémur distal et principes thérapeutiques. In: « Le genou traumatique », Mansat C, Jaeger JH, Bonnel F. Masson, Paris, p 127-38
3. Bucholz RW, Ross SE, Lawrence KL (1987) Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft. J Bone Joint Surg 69: 1391-9
4. Chiron Ph (1995) Fractures récentes de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement, p 147-65
5. Chiron Ph, Uthéza G (1989) La vis-plaque condylienne. Rev Chir Orthop 75 (suppl 1): 147
6. Egund N, Kolmert L (1982) Deformities gonarthrosis and function after distal femoral fractures. Acta Orthop Scand 53: 963-74

7. Fabre L *et al.* (1986) Fractures récentes de l'extrémité inférieure du fémur. À propos de 87 cas. *J Chir* 123: 178-85
8. Giles JB, Delee JC, Heckman JD, Keever JE (1982) Supracondylar, intercondylar fractures of the femur treated with a supracondylar plate and lag screw. *J Bone Joint Surg* 64A: 864-70
- 9.- Leung KS *et al.* (1991) Interlocking intramedullary nailing for supracondylar and intercondylar fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg* 73A: 332-40
10. Mazas F, Capron M, de La Cafinière JY (1973) Les éléments de gravité dans les fractures de l'extrémité inférieure du fémur. *Rev Chir Orthop* 59: 415-26
11. Mize RD, Bucholz RW, Grogan DP (1982) Surgical treatment of displaced comminuted fracture of the distal end of the femur. *J Bone Joint Surg* 64A: 871-9
- 12.- Moore TJ *et al.* (1987) Complications of surgically treated supracondylar fractures of the femur. *J Trauma* 27: 402-6
13. Nordin JY (1989) L'ostéosynthèse précoce de principe. *Rev Chir Orthop* 75(suppl 1): 180-1
14. Ochsnser PE (1999) Ostéosynthèse et ostéogénèse. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement, p 1-18
15. Seligson D, Kristiansen TK (1978) Use of the Wagner apparatus in complicated fractures of the distal femur. *J Trauma* 18: 795-9
16. Shewring DJ, Meggit BF (1992) Fracture of the distal femur treated with the AO dynamic condylar screw. *J Bone Joint Surg* 74B: 122-5
17. SOTEST: 15^e réunion (1985) Table ronde consacrée aux fractures de l'extrémité inférieure du fémur. *Ann Orthop Trauma Est* 8: 55-6
18. Trillat A *et al.* (1975) Les fractures unicondyliennes du fémur. *Rev Chir Orthop* 61: 611-26
19. Vichard P *et al.* (1989) L'ostéosynthèse différée, son intérêt et ses limites. *Rev Chir Orthop* 75 (suppl 1): 179-80
20. Vivès P *et al.* (1981) Étude critique et résultats de 86 fractures de l'extrémité inférieure du fémur traitées par lame-plaque monobloc. *Rev Chir Orthop* 67: 451-60
21. Volpin G *et al.* (1990) Degenerative arthritis after intraarticular fracture of the knee. *J Bone Joint Surg* 72B: 634-8
22. Wiss A. (1991) Supracondylar and intercondylar fractures of the femur. In: Fractures in adults, Rockwood and Greens eds, vol 2, 3rd ed. JB Lippincott Co, Philadelphia, 11: 1778-97

PARTIE II
EXTRÉMITÉ PROXIMALE
DU TIBIA

Épidémiologie, mécanisme, variétés anatomiques et classification des fractures des plateaux tibiaux

S. Nazarian

Les fractures des plateaux tibiaux sont représentées par toutes les fractures articulaires de l'extrémité proximale du tibia, à l'exception des fractures de l'éminence intercondylaire (épines tibiales).

Leur intérêt est lié à leur gravité, qui relève de leur localisation articulaire et de leur complexité qui conditionne les difficultés diagnostiques et des thérapeutiques, et à leur pronostic, marqué par le risque de raideur et surtout de cal vicieux évoluant vers l'arthrose post-traumatique.

Épidémiologie

Fréquence

Sur une statistique portant sur 54 280 fractures, établie par Orozco *et al.* sur le matériel de la Fondation Müller, les fractures proximales du tibia représentent 4,8 % de l'ensemble des fractures et 25 % des fractures tibiales.

Âge et circonstances

Avant l'âge de 30 ans, il s'agit habituellement de fractures complexes survenant lors d'un accident de la voie publique (auto ou moto) ou parfois d'un accident de sport, chez un sujet de sexe masculin. Après 65 ans, il s'agit le plus souvent d'une fracture simple, chez un sujet de sexe féminin ostéoporotique, lors d'une chute de sa hauteur survenue à son domicile.

Lésions associées

Les lésions cutanées sont peu fréquentes mais graves, du fait de leur survenue lors d'un traumatisme à haute énergie. Elles nécessitent alors le recours à la fixation externe, avec un risque accru d'enraidissement.

Les lésions ligamentaires sont fréquentes, mais souvent méconnues. Elles concernent les ligaments collatéraux et croisés. L'atteinte méniscale est également fréquente.

Les lésions vasculaires ou/et nerveuses sont exceptionnelles. Le paquet vasculo-nerveux poplité peut être lésé dans les traumatismes à haute énergie. Le nerf fibulaire commun (sciatique poplité externe) peut être lésé lors d'une fracture simultanée du col de la fibula.

Les fractures des plateaux tibiaux peuvent survenir dans le cadre d'un polytraumatisme. Elles peuvent alors, dans certains cas, passer inaperçues.

Mécanismes

Les consoles tubérositaires et l'architecture de l'extrémité proximale du tibia expliquent la morphologie de la plupart des fractures articulaires (fig. 1). Une compression axiale entraîne une fracture-séparation des deux condyles (fig. 2). Le débord du plateau tibial latéral et le valgus physiologique expliquent la fréquence et la morphologie des fractures du plateau latéral (fig. 3). La compression latérale est due à un traumatisme latéral. Le plateau tibial latéral se fracture si le ligament collatéral médial résiste lors du valgus forcé créé par le choc latéral (fig. 4). L'hyperextension appuyée entraîne une fracture antérieure des plateaux si les coques condyliennes résistent (fig. 5). La compression axiale latéralisée entraîne une fracture spino-tubérositaire (fig. 6).

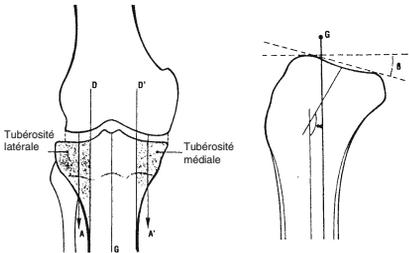


Fig. 1 – Le porte-à-faux des consoles latérales et postérieure.

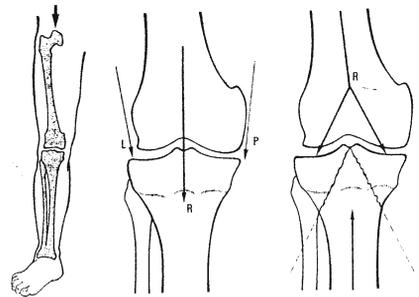


Fig. 2 – La compression axiale entraîne une fracture-séparation des deux condyles.

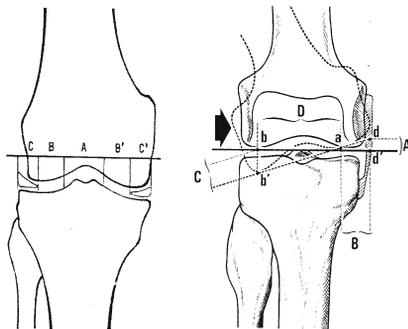


Fig. 3 – Le débord du plateau tibial latéral et le valgus physiologique expliquent la fréquence et la morphologie des fractures du plateau latéral.

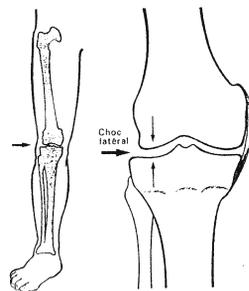


Fig. 4 – La compression latérale est due à un traumatisme latéral. Le plateau tibial latéral se fracture si le ligament collatéral médial résiste lors du valgus forcé créé par le choc latéral.

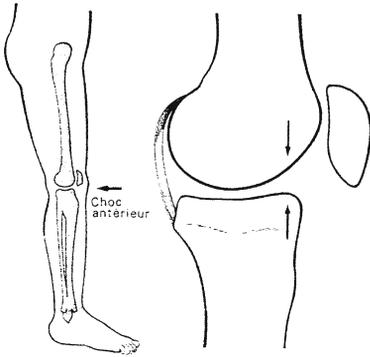


Fig. 5 – L’hyperextension appuyée entraîne une fracture antérieure des plateaux si les coques condyliennes résistent.

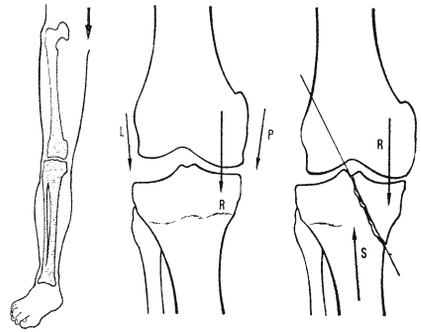


Fig. 6 – La compression axiale latéralisée entraîne une fracture spino-tubérotarsaire.

Variétés anatomiques

Les fractures des plateaux tibiaux sont classiquement subdivisées en :

- unitubérotarsaire ou unicondylaire (plus souvent latérale que médiale) : ce sont des fractures articulaires qui ne concernent qu’un des deux condyles ;
- bitubérotarsaire ou bicondylaire (simple, complexe ou comminutive) : ce sont des fractures articulaires qui détachent les deux condyles. Il ne reste plus aucun fragment articulaire rattaché à la diaphyse par une continuité osseuse naturelle, ce qui rend leur reconstruction particulièrement difficile ;
- spino-tubérotarsaire (latérale ou médiale) : il s’agit de fractures-séparation obliques, emportant un condyle et l’éminence intercondylaire (massif des épines) ;
- postérieure : le trait de séparation frontal et postérieur peut concerner l’un ou les deux plateaux.

Les lésions anatomiques élémentaires (fig. 7) sont représentées par la fracture-séparation, la fracture-tassement et la fracture mixte.

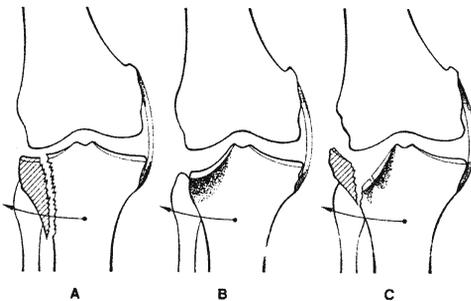


Fig. 7 – Les lésions anatomiques élémentaires sont représentées par A, la fracture-séparation B, la fracture-tassement C, la fracture mixte

Classifications autres que celle de l'AO

L'identification et la classification d'une lésion osseuse sont les deux démarches fondamentales qui conditionnent l'adéquation et la qualité de sa prise en charge thérapeutique. Elles découlent d'un bilan diagnostique dans lequel l'imagerie tient la place essentielle. La classification d'une lésion permet d'évaluer sa gravité et son pronostic et d'en choisir le traitement le plus adapté. De nombreuses classifications ont été proposées en fonction du siège et de la nature du trait.

Classification de Hohl (1967)

- Type I : déplacement minime
- Type II : tassement localisé
- Type III : séparation-tassement
- Type IV : tassement global
- Type V : bicondytaire

Classification de Hohl et Moore (1983)

- Type A : fracture-séparation
- Type B : fracture de tout le plateau
- Type C : arrachement marginal
- Type D : tassement marginal
- Type E : à quatre fragments

Classification de Duparc et Ficat (1960) (1)

Elle est fondée sur le siège et le type des lésions élémentaires. Elle a été complétée par celles des fractures spino-tubérositaires (2) et des fractures-séparation postérieures (6).

Fractures unitubérositaires

Latérales (60 %)

- Type I : fractures mixtes, tassement-séparation, les plus fréquentes
- Type II : fractures-séparation, plus rares
- Type III : fractures-tassement, rares

Médiales, plus rares (10 %), le plus souvent fractures-séparation.

Fractures bitubérositaires (fig. 8).

- Type I : simple
- Type II : complexe
- Type III : comminutive

Fractures spino-tubérositaires (fig. 9).

Médiale

- Type I
- Type II
- Type III

Latérale

Postérieure

Fracture-séparation postéro-médiale (fig. 10).

Fracture-séparation + fracture spino-tubérositaire.

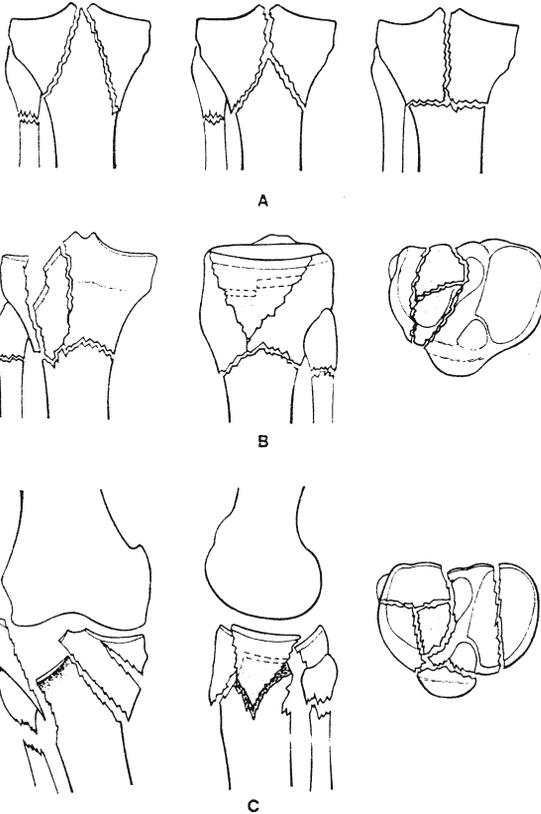


Fig. 8 - Les fractures bitubérositaires
A, type I, simple
B, type II, complexe
C, type II, comminutive

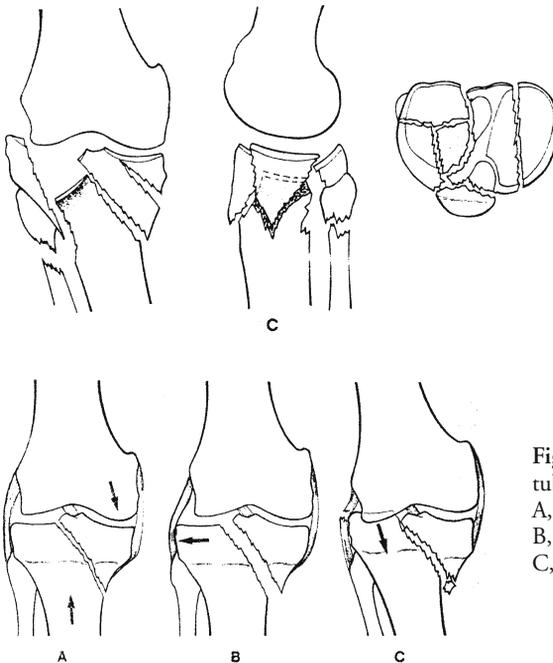


Fig. 9 - Les fractures spino-tubérositaires médiales
A, type I
B, type II
C, type III

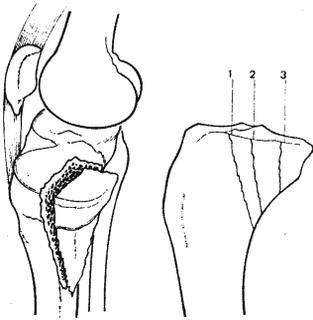


Fig. 10 – Fracture-séparation postéro-médiale

En pratique, ces classifications sont de très bonnes études analytiques, mais aucune n'appartient à un système global, la gradation lésionnelle ne transparaît le plus souvent pas, aucune n'est interactive et il s'agit de catalogues plutôt que de véritables outils diagnostiques.

Système de classification des fractures de Müller, adopté par l'AO (5)

Sa spécificité essentielle réside dans le fait qu'elle s'associe à une démarche diagnostique originale fondée sur l'analyse de l'imagerie lésionnelle au travers d'une série de questions à réponse binaire dont la mise en jeu à la fois ludique et efficace en font un outil de travail très convivial. Dans le cadre actuel des démarches d'évaluation de la qualité des soins, cette classification se présente comme une base fondamentale indispensable aux études comparatives.

Cette classification obéit à deux principes, un principe structurel et un principe opérationnel.

Principe structurel

Il se traduit par une structure en triades hiérarchisées. Toutes les fractures de chaque segment osseux sont d'abord divisées en trois types (A, B, C), chaque type étant lui-même subdivisé en trois groupes (A1, A2 et A3; B1, B2 et B3; C1, C2 et C3); et chaque groupe en trois sous-groupes (.1, .2, .3) et d'éventuelles qualifications.

Les types et les groupes sont classés dans un ordre croissant de gravité. Le terme de « gravité » recouvre les difficultés présumées, les complications probables liées au traitement et au pronostic, selon la complexité morphologique de la fracture. Les couleurs conventionnelles inspirées des feux de signalisation (vert, orange et rouge) indiquent la progression dans la gravité.

L'identification des sous-groupes et des qualifications requiert parfois des investigations complémentaires d'imagerie; elle n'est quelquefois possible qu'à ciel ouvert, lorsque des détails plus fins ont été identifiés.

Principe opérationnel

Il se traduit par une démarche permettant de déterminer un des trois types, groupes et sous-groupes, par un système de questions spécifiques dont chacune n'a que deux possibilités préétablies de réponse.

Que recherche-t-on par cette démarche? Le diagnostic, qui peut s'établir à plusieurs niveaux. L'essentiel est obtenu avec la localisation et le type. Une notion importante pour le traitement et le pronostic est apportée avec le groupe. Des données intéressantes pour la recherche sont fournies par le sous-groupe et ses variétés.

Comment le recherche-t-on? Par un système de questions simples, binaires et successives, qui permettent de progresser dans le système des triades pour aboutir au diagnostic en 3 à 6 coups.

Dans ce système, la classification des fractures des plateaux tibiaux s'intègre dans la classification des fractures de l'extrémité proximale du tibia qui comporte en outre les fractures extra-articulaires.

Classification des fractures de l'extrémité proximale du tibia selon le système des triades

41 Tibia/Fibula Extrémité proximale (types et groupes) (fig. 11)

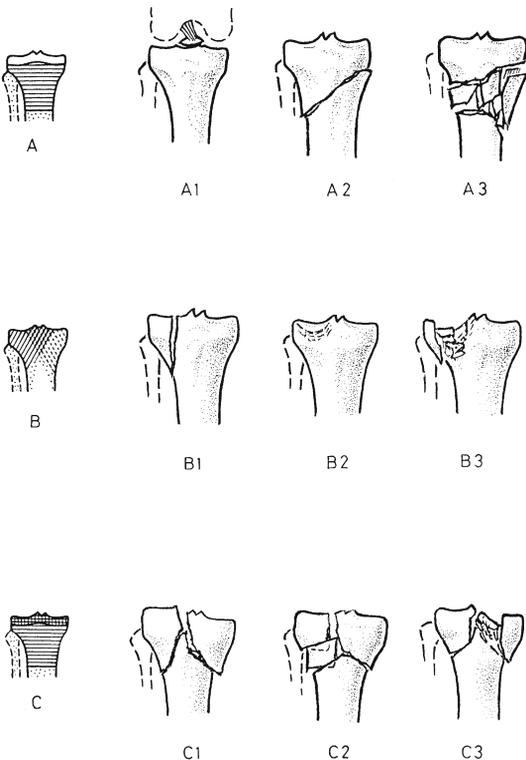


Fig. 11 – Classification de Müller reprise par l'AO. Les types et les groupes.

Type A, fracture extra-articulaire :

- A1, arrachement
- A2, métaphysaire simple
- A3, métaphysaire plurifragmentaire

Type B, fracture articulaire partielle :

- B1, séparation pure
- B2, tassement pur
- B3, tassement-séparation

Type C, fracture articulaire complète :

- C1, articulaire simple, métaphysaire simple
- C2, articulaire simple, métaphysaire plurifragmentaire
- C3, plurifragmentaire

Esence

Les fractures du segment proximal sont divisées en trois types :

- A, extra-articulaire ;
- B, articulaire partielle ;
- C, articulaire complète.



A

B

C

Fr. extra-articulaire

ou

articulaire

Fr. articulaire partielle

ou Fr. articulaire complète

fractures extra-articulaires complètes

proximales des tibia/fibula sont subdivisées en

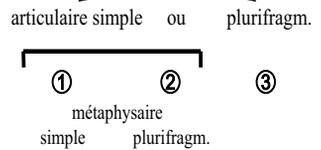
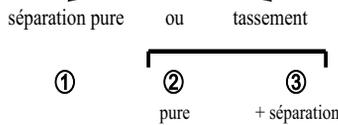
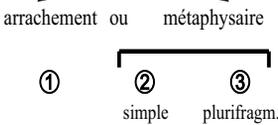
- . fractures arrachement des ligaments principaux
- . fracture métaphysaire simple
- . fracture métaphysaire plurifragmentaire

fractures articulaires partielles

proximales des tibia/fibula sont classifiées selon la gravité des lésions articulaires

fractures articulaires

proximales des tibia/fibula sont classifiées selon le modèle des composants articulaires et métaphysaires



A1
Fr. extra-articulaire arrachement

A2
Fr. extra-articulaire métaphysaire simple

A3
Fr. extra-articulaire métaphysaire plurifragm.

B1
Fr. articulaire partielle séparation pure

B2
Fr. articulaire partielle tassement pur

B3
Fr. articulaire partielle tassement séparation

C1
Fr. articulaire complète articulaire simple métaphysaire simple

C2
Fr. articulaire complète articulaire simple métaphysaire plurifragm.

C3
Fr. articulaire complète articulaire plurifragmentaire

Définitions

Fracture extra-articulaire

Le trait de fracture peut être métaphysaire ou épiphysaire, mais il épargne toujours la surface articulaire bien qu'il puisse être intra-capsulaire :

– avulsion : arrachement osseux de l'insertion des ligaments principaux de l'articulation du genou.

Fractures articulaires partielles

La fracture n'intéresse qu'une partie de la surface articulaire, tandis que l'autre partie de la surface reste attachée à la diaphyse

- séparation pure : fracture résultant d'une force de cisaillement, dans laquelle la direction du trait de séparation est habituellement longitudinale ;
- tassement pur : fracture articulaire dans laquelle il y a un tassement pur de la surface articulaire, sans séparation. Le tassement peut être central ou périphérique ;
- tassement-séparation : combinaison d'un tassement et d'une séparation, dans laquelle les fragments articulaires sont habituellement séparés.

Fractures articulaires complètes

La surface articulaire est fracturée et chaque fragment articulaire est séparé de la diaphyse

- simple : solution de continuité circonférencielle simple d'une surface articulaire ;
- multifragmentaire : fracture à un ou plusieurs fragments intermédiaires complètement séparés de la diaphyse.

41 Tibia/Fibula Extrémité proximale (sous-groupes et leurs qualifications) (fig. 12 page suivante)

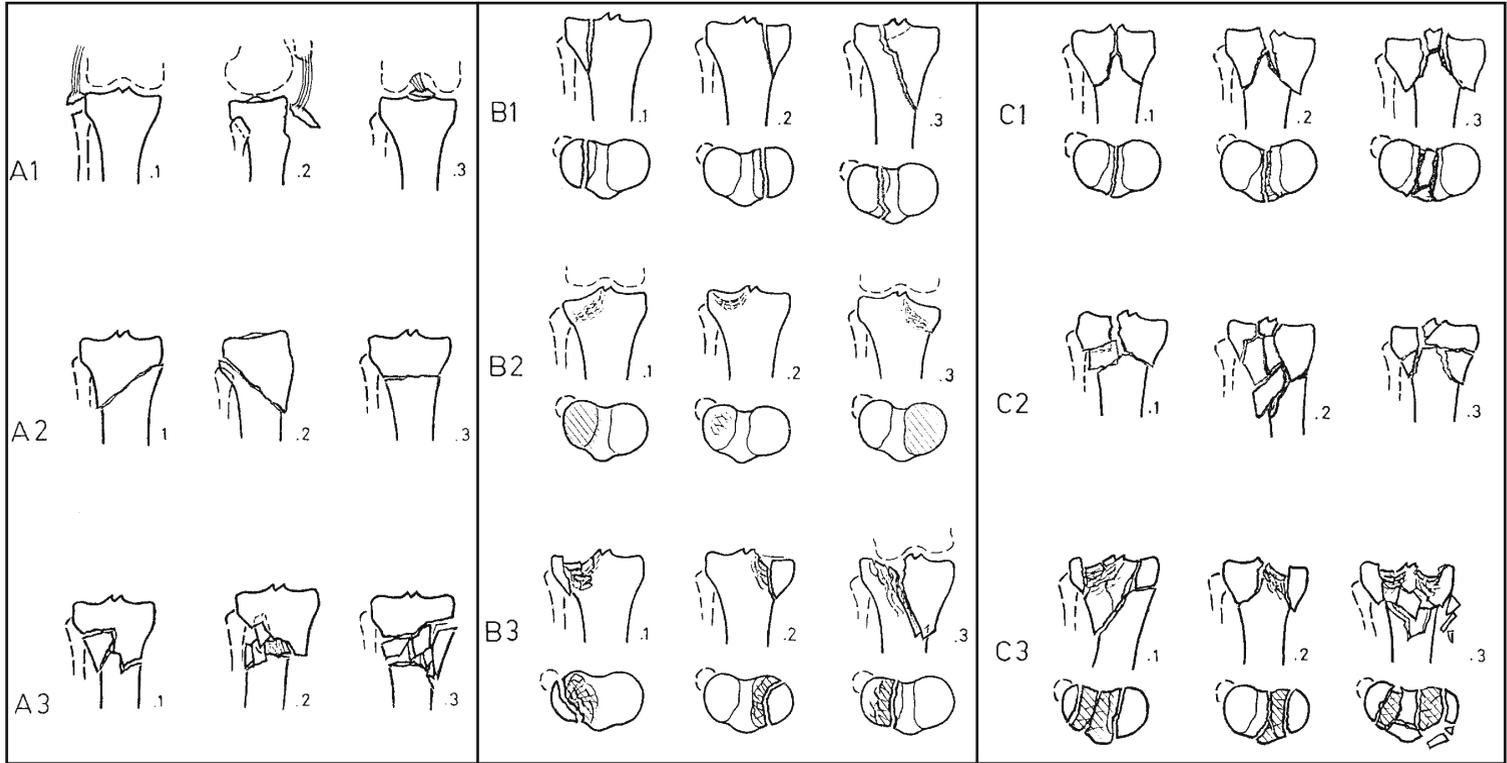


Fig. 12 – Classification de Müller reprise par l'AO. Les groupes et leurs sous-groupes.



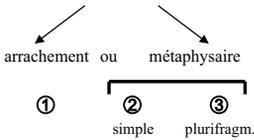
A

Fr. extra-articulaire

fractures extra-articulaires complètes

proximales des tibia/fibula sont subdivisées en

- . fractures arrachement des ligaments principaux
- . fracture métaphysaire simple
- . fracture métaphysaire plurifragmentaire



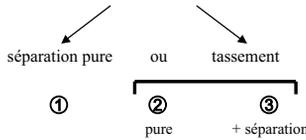
B

ou

Fr. articulaire partielle

fractures articulaires partielles

proximales des tibia/fibula sont classifiées selon la gravité des lésions articulaires



C

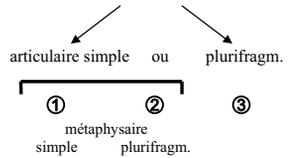
articulaire

ou

Fr. articulaire complète

fractures articulaires

proximales des tibia/fibula sont classifiées selon le modèle des composants articulaires et métaphysaires



Diagnostic complet

A

A1
Fr. extra-articulaire, arrachement

- .1 de la tête de la fibula
- .2 de la tubérosité tibiale
- .3 de l'éminence intercondyloilaire + Q

A2
Fr. extra-articulaire métaphysaire simple

- .1 oblique dans le plan sagittal
- .2 oblique dans le plan frontal
- .3 transversale

A3
Fr. extra-articulaire, métaphysaire plurifragmentaire

- .1 à coin entier + Q
- .2 à coin fragmenté + Q
- .3 complexe + Q

B

B1
Fr. articulaire partielle, séparation pure

- .1 de la surface latérale + Q
- .2 de la surface médiale + Q
- .3 oblique, spino-tubérositaire + Q

B2
Fr. articulaire partielle, tassement pur

- .1 latérale globale + Q
- .2 latérale limitée + Q
- .3 médiale + Q

B3
Fracture articulaire partielle, tassement-séparation

- .1 latérale + Q
- .2 médiale + Q
- .3 oblique, spino-tubérositaire + Q

C

C1
Fr. articulaire complète, articulaire simple, métaphysaire simple + Q pour tous les sous-groupes

- .1 peu déplacée
- .2 un condyle déplacé
- .3 les deux condyles déplacés

C2
Fr. articulaire complète, articulaire simple, métaphysaire plurifragment.

- .1 à coin intact + Q
- .2 à coin fragmenté + Q
- .3 complexe

C3
Fr. articulaire complète, articulaire plurifragmentaire

- .1 latérale
- .2 médiale
- .3 latérale et médiale

Qualification Q

A	B	C
<p>A1.3 1) antérieure 2) postérieure</p> <p>A3.1/A3.2 1) latéral 2) médial</p> <p>A3.3 1) déplacement minime 2) déplacement significatif</p>	<p>B1.1/ B1.2 1) marginale 2) sagittale 3) frontale antérieure 4) frontale postérieure</p> <p>B1.3 1) latérale 2) médiale</p> <p>B2.1 1) tassement mono-fragmentaire 2) tassement en mosaïque</p> <p>B2.2 1) périphérique 2) centrale 3) antérieure 4) postérieure</p> <p>B2.3 1) centrale 2) antérieure 3) postérieure 4) totale</p> <p>B3.1/B3.2 1) enfoncement antéro-latéral 2) enfoncement postéro-latéral 3) enfoncement antéro-médial 4) enfoncement postéro-médial</p> <p>B3.3 1) latéral 2) médial</p>	<p>C1 1) tubérosité tibiale et éminence intercondyloire intacts 2) arrachement de la tubérosité tibiale 3) arrachement de l'éminence intercondyloire</p> <p>C2.1/C2.2 1) latéral 2) médial</p> <p>C3 1) métaphysaire simple 2) métaphysaire latéral 3) à coin métaphysaire médial 4) métaphysaire complexe 5) métaphyso-diaphysaire complexe</p>

Qualifications générales

- 7) perte de substance osseuse
- 8) amputation partielle
- 9) amputation

Démarche diagnostique et classification (fig. 13)

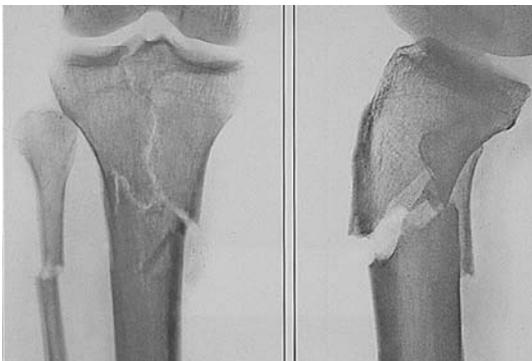


Fig. 13 – Exemple radiologique destiné à illustrer la démarche.

Un exemple clinique permet d'illustrer la méthode au départ d'une radiographie.

Détermination du type

S'agit-il d'une fracture
extra-articulaire?

Non

A

ou articulaire?

OUI

B ou C

S'agit-il d'une fracture
articulaire partielle?

Non

B

ou articulaire totale?

OUI

C

Détermination du groupe

S'agit-il d'une fracture
articulaire simple?

OUI

C1? ou C2?

ou articulaire plurifragmentaire?

Non

C3

La composante métaphysaire est-elle
simple?

OUI

C1

ou plurifragmentaire?

Non

C2

Conclusion

Le système de classification des fractures proposé par Müller et adopté par l'AO est un système de classification intégrale de toutes les fractures, hiérarchisé selon la gravité de la lésion osseuse et directement lié au pronostic et aux possibilités thérapeutiques actuelles.

Le système ternaire, choisi pour son organigramme, obéit à une logique anatomique et lésionnelle qui facilite considérablement sa compréhension, son apprentissage et son enseignement, d'où son grand intérêt pédagogique.

L'indice alphanumérique affecté à chaque lésion est un code informatique nécessaire au traitement des données. Il ne remplace en aucune façon la nomenclature traditionnelle des fractures, mais la diversité des nomenclatures

traditionnelles justifie l'utilisation d'un tel code, véritable langage commun universel facilitant les échanges scientifiques internationaux.

Le système de classification proposé ici n'est pas un simple catalogue des lésions osseuses, mais un système interactif d'identification lésionnelle et de décision thérapeutique adaptée.

Références

1. Duparc J, Ficat P (1960) Les fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia. *Rev Chir Orthop* 46: 399-486
2. Duparc J (1975) Les fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Les fractures du genou. Expansion Scientifique Française, Paris, p 93-106
3. Duparc J, Filipe G (1975) Fractures spino-tubérositaires ou fractures avec subluxation de l'extrémité supérieure du tibia. *Rev Chir Orthop* 61: 706-16
4. Hutten D, Duparc J, Cavagna R (1990) Fractures des plateaux tibiaux de l'adulte. Éditions Techniques – Encycl Méd Chir (Paris, France) Appareil locomoteur. 14082 A10
5. Müller ME, Nazarian S, Koch P (1987) Classification AO des fractures. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
6. Postel M, Mazas S, de La Caffinière JY (1974) Fracture-séparation postérieure des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 80 (suppl 2): 317-23
7. Bistolfi S (1931) Contribution à l'étude du mécanisme de la fracture unitubérositaire du tibia de cause indirecte. *Chir Organi Mov* 16: 451

Ostéosynthèse par vissage isolé des fractures des plateaux tibiaux

S. Abrassart

Introduction

Le traitement des fractures des plateaux tibiaux est possible selon de nombreuses modalités. Parmi celles-ci, le vissage isolé est susceptible de trouver sa place dans des indications bien spécifiques. Elle apporte pour le patient le bénéfice d'une technique le plus souvent mini-invasive.

Indications (tableau I)

La meilleure indication est représentée par la fracture séparation simple :

- fractures unitubérositaires : les formes latérales sont plus fréquentes (60 %) que les atteintes médiales (10 %) (fig. 1) (1, 6, 3, 10) ;
- fractures postéro-médiales (fig. 2).

D'autres indications peuvent en bénéficier (5, 10) :

- fracture spino-tubérositaire de type I peu déplacée ;
- fracture spino-glénoïdienne de Gerard-Marchand (ou spino-tubérositaire haute) (sujets jeunes) ;
- fractures complexes en association avec un autre moyen d'ostéosynthèse (fig. 3), dans le cadre d'une ostéosynthèse dite « composite ».

Il trouvera une indication particulière dans le décollement épiphysaire proximal du tibia (décollements purs et décollements fractures) de l'adolescent dû à un choc antérieur sur la partie haute de la jambe (fig. 4, 5). Au-delà de 10 ans, le vissage en croix évite le risque du déplacement secondaire (fig. 6) (9).

Indications principales	Indications accessoires	Indications particulières
Fractures-séparation simple latérale ou médiale	Fracture spino-tubérositaire type I peu déplacée	Décollement épiphysaire tibial proximal de l'adolescent
Fracture postéro-médiale	Fracture spino-glénoïdienne de Gerard-Marchand	
	Fractures complexes + synthèse composite	

Tableau I – Indications du vissage isolé.



Fig. 1 – Vissage unitubérositaire latéral.

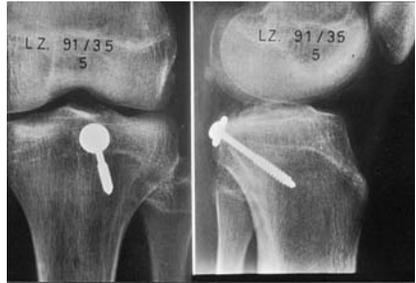


Fig. 2 – Vissage postéro-médial d'une fracture, type AO B1.2.



Fig. 3 – Ostéosynthèse composite d'une fracture comminutive complexe, type AO C3.3.



Fig. 4 – Fracture-décollement épiphysaire Salter type IV.

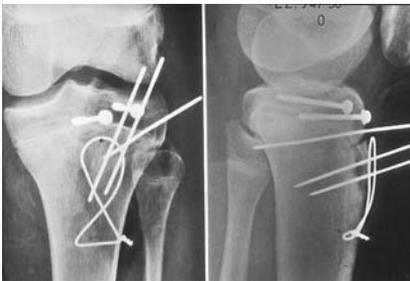


Fig. 5 – Ostéosynthèse par vissage épiphysaire et broches traversant le cartilage de conjugaison. Un cerclage prend appui dans le ligament patellaire.



Fig. 6 – Le vissage en croix.

Contre-indications

Elles sont représentées par les fractures spino-tubérositaires, bitubérositaires et mixtes (séparation-enfoncement). Une lésion comminutive ou un os ostéoporotique peuvent constituer les limites des vissages isolés. Il faut éviter de trop serrer les vis et utiliser des rondelles (8), surtout dans un terrain d'ostéoporose. Le recours à une plaque-console devient souvent l'alternative obliquée.

Implants (7)

Pour les fractures simples, l'utilisation de vis creuses de 7,3 mm de diamètre, voire l'association de plusieurs vis de diamètre 4,5 mm, est pratique, car le vissage peut se faire directement sur la broche qui maintient le fragment réduit en bonne position.

Technique opératoire

La technique de référence décrite reprend la forme la plus complète de l'intervention. Très souvent, elle peut être simplifiée en fonction du tableau clinique et radiologique.

Voie d'abord (fig. 7) (11)

La voie antéro-latérale est la plus fréquemment utilisée. Elle doit rester adaptée au type de fracture (antéro-latérale, antéro-médiale). L'abord est direct pour les fractures postéro-médiales (12).

Technique

Le patient est installé en décubitus dorsal, un garrot à la racine du membre, genou fléchi à 45°, un coussin sous la fesse et un appui sous la cuisse.

L'incision est longitudinale, antéro-latérale à deux travers de doigt de la patella jusqu'au tubercule infracondyloire (de Gerdy). Le tractus ilio-tibial est relevé et le muscle tibial antérieur est

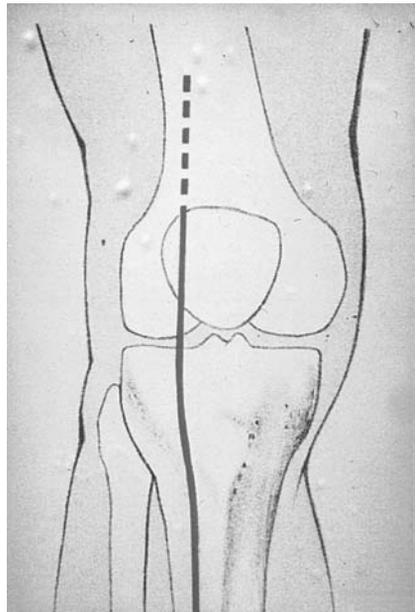


Fig. 7 – La voie antéro-latérale classique.

désinséré. Après avoir identifié le foyer de fracture, une arthrotomie sus-méniscale parapatellaire ou sous-méniscale est réalisée, pour évacuation de l'hémarthrose et vérification de l'éminence intercondyloire (épines tibiales) et du ménisque.

L'écaille corticale est réclinée sur une charnière postérieure. Le degré d'enfoncement du fragment est vérifié et une spatule, introduite dans l'os sous-chondral, permet de soulever le fragment (fig. 8). Il sera maintenu par une ou plusieurs broches de Kirchner en rayon de roue (fig. 9). En cas de grosse perte de substance, il peut être nécessaire de combler le vide dû au soulèvement par un greffon (os de banque, os lyophilisé ou greffe iliaque). On peut également être amené à pratiquer une fenêtre corticale de 2 ou 3 cm sous la fracture pour relever un fragment très enfoncé à l'aide d'un chasse-greffon.

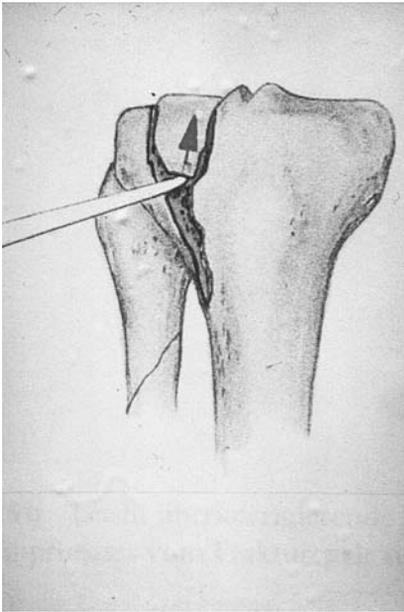


Fig. 8 – Un fragment enfoncé est soulevé à l'aide de la spatule.

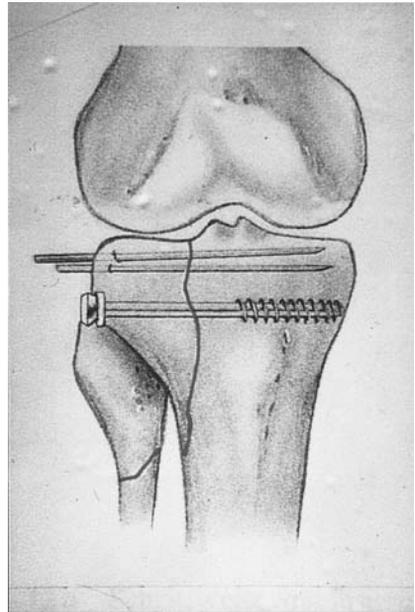


Fig. 9 – Des broches de Kirschner provisoires fixent le fragment à visser.

L'écaille corticale est rabattue et fixée par une vis corticale sur rondelle qui s'appuie sur la corticale opposée. Pour l'ostéosynthèse, on peut utiliser des vis AO à os spongieux perforées, de diamètre 7,3 ou 4,5 mm, selon l'importance des fragments; cette technique est plus facile, car elle permet d'utiliser les broches en place. Pour une fracture séparation simple, deux vis en compression suffisent le plus souvent; en cas de fracture spino-tubérositaire de type I, un vissage est également nécessaire, même en cas de très faible déplacement, car ces fractures sont très instables; le vissage des fractures postéro-médiales sera réalisé par abord direct postéro-médial. S'il existe une lésion articulaire associée, il faut y associer une voie antérieure.

Dans tous les cas, il faut veiller à réinsérer le ménisque ou à le suturer et traiter les lésions ligamentaires associées éventuelles.

Faut-il toujours ouvrir l'articulation ?

La synthèse peut être conduite en technique percutanée si, scanner à l'appui, la fracture est très simple sans enfoncement, ou en cas de fracture isolée de l'éminence intercondyloïde chez l'adulte (fig. 10, 11). Le vissage isolé percutané peut être associé à d'autres techniques, tels un fixateur latéral ou une traction ; ce procédé a été préconisé par Merle d'Aubigné et Decoux en cas de fractures complexes (fig. 3) chez les personnes âgées ou en cas de lésion cutanée (4). Cette technique se pratique sous contrôle à l'amplificateur de brillance, le patient sur table de traction orthopédique avec le genou fléchi à 30° et un appui sous la cuisse. La réduction s'effectue par une incision réduite ; un poinçon soulève le fragment déplacé par mouvement de levier pour permettre le vissage des fragments par des incisions punctiformes.

Une courte arthrotomie d'évacuation peut parfois être nécessaire pour évacuer une importante hémarthrose douloureuse sous tension.



Fig. 10 – Fracture de l'éminence intercondyloïde (épines tibiales), type AO A1.3.

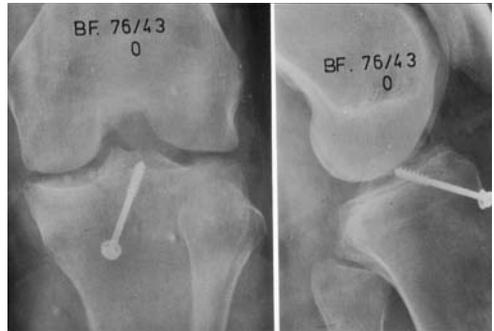


Fig. 11 – Réinsertion par vissage simple.

Suites opératoires

Le montage doit être solide pour mettre la mobilisation précoce du genou, à partir du 1^{er} jour au 3^e jour. Si le montage est instable, une attelle est laissée en place pendant 3 à 4 semaines. En général, l'appui est autorisé à partir du 60^e jour (14, 15).

Complications

La fracture peut se déplacer secondairement lorsque l'appui est trop précoce ou le montage insuffisant (15).

Conclusion

Dans des cas bien sélectionnés, le vissage isolé offre les avantages d'un abord et d'un matériel minimes. Ceci permet de réduire la gêne fonctionnelle et les problèmes cutanés. L'arthrotomie large peut ainsi être évitée, avec son risque de raideur secondaire à la fibrose. Toutefois le mauvais contrôle articulaire est source d'erreur dans la qualité de la réduction. L'arthroscopie associée (13) permet de réduire ce risque en même temps qu'elle offre l'avantage de laver l'articulation. Cette option est détaillée dans un autre chapitre.

Les indications de choix sont certainement les fractures A1.2 et A1.3, ainsi que toutes les fractures B1 de la classification AO.

Références

1. Benedetto KP (1999) Knee joint haemarthrosis. Differential diagnosis for planning operation. *Orthopäde* 19(2): 69-76
2. Blokker CP, Rorabeck CH, Bourne RB (1984) Tibial plateau fractures : an analysis of the results of treatment in 60 patients. *Clin Orthop* 182: 193-9
3. Courvoisier C (1975) Fractures des plateaux tibiaux, traitement opératoire ou traitement conservateur? (49^e réunion SOFCOT, Paris novembre 1974) *Rev Chir Orthop, suppl* 2: 280-5
4. Decoulx J, Capron JC (1974) Traitement chirurgical à foyer fermé de certaines fractures de l'extrémité supérieure du tibia. *Rev Chir Orthop* 60: 324-30
5. Duparc J (1975) Les fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia. In: Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 1: Les fractures du genou. Expansion scientifique éd, Paris, p 93-106
6. Hutten D, Duparc J, Cavayna R (1990) Fractures récentes des plateaux tibiaux de l'adulte. Editions techniques, EMC (Paris, France), Appareil locomoteur, 14082 A10, 12, 12 p
7. Keogh P *et al.* (1992) Percutaneous screw fixation of tibial plateau fractures. *Br J Accident Surg* 23: 387-9
8. Larson RL (1985) Overview and philosophy of knee injuries. *Clin Sport Med* 4 (2): 209-15
9. Mestdagh H, Butruille G, Vigier P (1989) Les traumatismes épiphysaires supérieurs du tibia à propos de 20 cas. *Acta Orthop Belg* 55, 2: 167-76
10. Müller MEM, Nazarian S, Koch P (1987) Classification AO des fractures. Partie 1 : Les os longs. Springer-Verlag éd, Berlin, p 148-57
11. Perry CR *et al.* (1984) A new surgical approach to fractures of the lateral tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 66A: 1236-40
12. Postel M, Mazas F, de La Caffinière JY (1974) Fracture-séparation postérieure des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop suppl. II* 60: 317-23
13. Richter D *et al.* (1999) Minimally invasive therapeutic concepts in fracture surgery. *Z Artz Fortbild Qualitätsforsch*, 93(4): 245-51
14. Schatzker J, Mc Broom R, Bruce D (1979) The tibial plateau fractures. The Toronto experience 1968-75. *Clin Orthop* 138: 94-104
15. Thomine JM (1989) Les difficultés thérapeutiques dans le traitement des fractures des plateaux tibiaux. Table ronde de la SOFCOT. *Rev Chir Orthop* 75: 137-56

L'ostéosynthèse des fractures des plateaux tibiaux par plaques AO pour petits fragments : indications, technique opératoire et résultats

F.T. Ballmer, H. Sadri, R. Hertel et H.-P. Noetzi

Le traitement des fractures des plateaux tibiaux a pour buts de rétablir la congruence articulaire, de restaurer l'axe du membre lésé et de permettre la guérison adéquate des tissus mous. Il faut maintenir une mobilité articulaire satisfaisante et prévenir l'arthrose post-traumatique. Le traitement optimal de ces fractures est controversé. Les options thérapeutiques proposées sont nombreuses : mobilisation précoce sous traction, guêtre plâtrée, fixateur externe, réduction ouverte et ostéosynthèse, ostéosynthèse mini-invasive, mais aussi ostéosynthèse percutanée après réduction indirecte et/ou assistée par arthroscopie (1-3, 6-12, 15-20, 22, 26-30, 33). Pour des fractures qui présentent un déplacement significatif, ou associées à une laxité articulaire notable, l'ostéosynthèse à foyer ouvert est le traitement habituel (2, 6, 21, 22, 26, 30). Un taux de complications élevé, notamment infectieuses, dans certains types de fractures, entre autres à haute énergie, ou après certains traitements, tels les doubles plaques médiale et latérale (6, 18, 21, 26, 28, 31, 32), a conduit quelques auteurs à des traitements moins invasifs ; la diminution des taux de complications septiques et la préservation des tissus par ces méthodes dites mini-invasives se paient en contrepartie par une réduction moins précise de la fracture (7, 11, 15, 16, 20, 24).

Devant l'importance primordiale de la réduction anatomique dans le traitement des fractures intra-articulaires (4-6, 14, 17, 21, 29), nous avons tenté de combiner l'ostéosynthèse à foyer ouvert avec les principes de l'ostéosynthèse biologique : nous utilisons depuis 1993, dans les fractures complexes du plateau tibial, des plaques AO pour petits fragments. Selon la perte de substance et la qualité osseuses, une greffe spongieuse autologue ou une cimentation de soutien est associée. Les fractures des deux plateaux tibiaux bénéficient d'une ostéosynthèse par plaque, associée à un fixateur externe du plateau opposé.

Technique opératoire

Nous utilisons une incision latérale centrée sur le tubercule infracondyloire (de Gerdy) ou une incision médiane rectiligne. Le lambeau cutané est mobilisé. La musculature proximale de la loge antéro-latérale est décollée de la face latérale de l'extrémité proximale du tibia de manière épipériostée. Une arthrotomie est effectuée par voie sous-méniscale (fig. 1 b). Dans les fractures de type enfoncement-séparation, l'exposition des fragments articulaires enfoncés est améliorée par la mobilisation d'un fragment périphérique : nous utilisons les attaches des tissus mous, par exemple postérieures, comme charnière. La réduction des fragments déprimés qui se trouvent dans l'os spongieux métaphyso-épiphysaire est faite à l'aide d'un ciseau inséré dans le trait de fracture à 1-1,5 cm sous de la surface articulaire des fragments. Ces derniers sont soulevés en masse jusqu'à obtenir une réduction satisfaisante. Dans les fractures de type enfoncement pur, la zone déprimée est abordée par en dessous grâce à une fenêtre corticale ; un poussoir est inséré dans cette fenêtre et les fragments sont réduits par de légers coups de marteau. Les fragments articulaires sont fixés provisoirement par des broches de Kirchner de 1,4 mm insérées juste distalement à l'os sous-chondral (fig. 1 b). Si la cavité métaphyso-épiphysaire résiduelle après réduction est significative, elle est comblée par un greffon autologue de la crête iliaque. Si la qualité osseuse est mauvaise, cette cavité peut être éventuellement remplie par du ciment aux antibiotiques pour assurer le soutien mécanique. Pour les fractures complexes de type séparation ou enfoncement-séparation, une plaque AO en « T » à six trous (système 3,5 mm) est façonnée. La partie transverse de la plaque avec 3 ou 4 trous se plie facilement pour s'appliquer sur la courbure périphérique du plateau tibial. En revanche, la partie longitudinale de la plaque doit être doublement pliée, de façon à ce que sa courbure soit moins importante que celle de la partie proximale du tibia (fig. 1 b et c). Cela permet à la plaque d'agir en ressort (« spring plate ») et aide ainsi à mieux soutenir les fragments fracturaires. La première vis 3,5 mm corticale doit être mise dans le trou ovale : la plaque peut ensuite être glissée proximale ou distale avant de la fixer définitivement. La partie transverse de la plaque doit être placée juste sous le ligament ménisco-tibial. Pour réduire une fracture touchant les deux plateaux tibiaux, une pince de type « King Tong », habituellement utilisée pour réduire les fractures du bassin, peut être utilisée. Les appuis de cette pince se font latéralement sur la plaque d'un côté et sur le plateau tibial médial de l'autre, en pratiquant une contre-incision médiale (fig. 1 b). Chez tous les patients, des radiographies peropératoires de face et de profil sont effectuées pour juger la qualité de la réduction et comparer la largeur du plateau tibial par rapport au côté opposé. La partie transverse de la plaque permet de placer trois ou quatre vis corticales 3,5 mm légèrement divergentes, idéalement sous contrôle de l'amplificateur de brillance. Ces vis permettent de soutenir les fragments articulaires et en même temps permettent une certaine compression en direction latéro-médiale (fig. 3). En cas de fractures de type enfoncement pur, une plaque tiers ou quart de tube peut remplacer la plaque en T (fig. 2 c). Ces



Fig. 1 a – Fracture de type enfoncement-séparation du plateau tibial latéral avec un enfoncement important de la surface articulaire.



Fig. 1 b – Photographie peropératoire montrant une voie sous-méniscale, fixation provisoire des fragments réduits à l'aide de broches de Kirschner et une pince « King Tong » qui prend appui latéralement sur une plaque AO en T pour petits fragments.



Fig. 1 c – Radiographies de contrôle à 18 mois qui révèlent une consolidation fracturaire en position anatomique sans signe radiologique d'atteinte dégénérative.



Fig. 2 a – Fracture de type enfoncement-séparation du plateau tibial latéral touchant essentiellement la surface antéro-latérale avec un léger élargissement du plateau tibial.

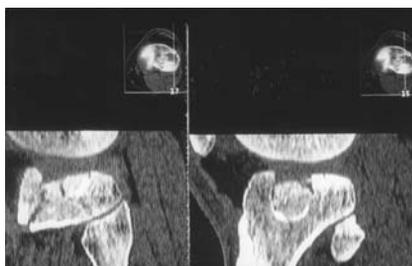


Fig. 2 b – Les images du CT-scan montrent l'enfoncement important de la surface articulaire et le trait fracturaire vertical antéro-latéral.



Fig. 2 c – Radiographies de contrôle à 6 mois qui révèlent une consolidation osseuse en position anatomique. Les vis corticales 3,5 mm placées à travers une plaque quart de tube soutiennent efficacement les fragments articulaires.

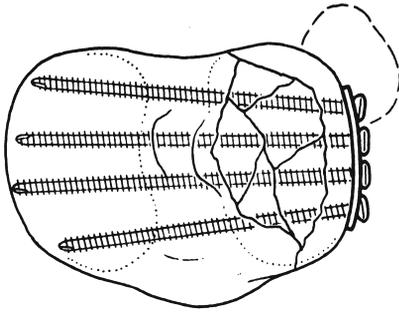


Fig. 3 – Vue supérieure d'un plateau tibial latéral gauche : jusqu'à quatre vis corticales 3,5 mm peuvent être placées à travers la partie transverse de la plaque. Elles permettent de soutenir les fragments articulaires.

fixateur externe médial est limité aux fractures ne présentant pas de comminution à ce niveau.

En fin d'opération, le ménisque est suturé à sa place. En période postopératoire, les patients qui présentent un genou stable, un bon contrôle musculaire ainsi qu'une bonne compliance, sont traités sans immobilisation plâtrée. Le genou est mobilisé dans ce cas entre 0° et 90° de flexion. La rééducation à la marche se fait à l'aide de deux cannes anglaises en charge partielle maximale de 15 kg pour une durée de 8 à 12 semaines. Les genoux qui présentent des lésions ligamentaires concomitantes et/ou les patients de compliance douteuse sont immobilisés dans une attelle amovible.

Résultats

L'indication opératoire est posée devant un enfoncement des fragments et/ou un élargissement du plateau tibial fracturé de plus de 2 mm, comparé au plateau controlatéral.

Dix-sept fractures du plateau tibial ont été traitées par la technique décrite ci-dessus. Quinze patients ont été revus avec un suivi moyen de 42 mois (extrêmes de 24 à 75 mois). Par ailleurs, un patient a encore été suivi jusqu'à la consolidation. Un patient a été perdu de vue. Il s'agissait de 10 hommes et 7 femmes âgés de 17 à 67 ans avec un âge moyen de 39,5 ans. Il y avait deux fractures ouvertes respectivement de grade I et II de Gustilo (13). Trois lésions méniscales latérales ont été trouvées; deux cas ont été traitées par suture, et une par ménissectomie partielle. Des lésions ligamentaires étaient présentes chez trois patients, dont deux avaient des déchirures isolées et un présentait une avulsion osseuse du ligament croisé antérieur (LCA). Seule l'avulsion osseuse du LCA a été réinsérée lors de l'ostéosynthèse.

plaques peuvent être façonnées et appliquées de manière transverse. Si cette dernière solution est utilisée, les vis remplissent la même fonction de soutien que celles décrites précédemment.

Chez les patients présentant des fractures articulaires de type C qui touchent donc les deux plateaux, un fixateur externe simple sera appliqué à l'aide de vis de Schanz 5,0 mm du côté médial (22). La combinaison d'une plaque latérale et d'un fixateur externe médial neutralise les forces de flexion sur la plaque. Ainsi une stabilité satisfaisante est obtenue en préservant les tissus mous. L'emploi du

Les fractures ont été classées selon la classification AO (23) (tableau I). L'analyse radiologique a été faite par des clichés de face et de profil en charge. L'évaluation anatomique a été faite sur les radiographies selon les critères du tableau 2. La fonction et le résultat final ont été évalués selon les critères de Rasmussen (25). Il n'y a pas eu de complications peropératoires. Chez six patients (cinq type B3 et un type C3), une greffe osseuse autologue a été effectuée.

Type de fracture	Nombre de cas
B1	1
B2	2
B3	11
C1	3
C3	1

Tableau I – Répartition des lésions selon la classification AO.

A. Incongruence articulaire

Absente	Anatomique
< 2 mm	Presque anatomique
2-5 mm	Incongruente
> 5 mm	Très incongruente

B. Élargissement ou amincissement des plateaux

Absent	Anatomique
< 2 mm	Presque anatomique
2-5 mm	Incongruente
> 5 mm	Très incongruente

C. Angulation (varus/valgus)

Absente	Anatomique
< 5 degrés	Déformation angulaire faible
5-10 degrés	Déformation angulaire moyenne
> 10 degrés	Déformation angulaire sévère

Tableau II – Classification anatomique.

Les radiographies postopératoires révélèrent 86,7 % de réduction anatomique ou presque anatomique en considérant la surface articulaire (tableau II). Néanmoins, en comparant les radiographies avec le côté sain controlatéral, on notait dans un cas un élargissement d'un plateau de 6 mm et dans un autre cas une diminution de la largeur du plateau de 3 mm. Chez un patient qui avait une fracture de type C3, on constatait une déformation de 8° en varus par rapport au genou controlatéral ainsi qu'un enfoncement résiduel de la surface articulaire de 5 mm.

Des radiographies effectuées à 12 mois postopératoires révélèrent une dépression inférieure à 2 mm chez un patient. La largeur du plateau tibial et

l'axe anatomique du genou déterminés après l'intervention n'étaient pas modifiés. La guérison des tissus mous s'est faite sans problème. Il n'y a pas eu d'infection. Toutes les fractures montraient des signes de consolidation à 3 mois postopératoires. Au dernier contrôle, un patient présentait un amincissement de l'interligne articulaire. Toutes les autres radiographies sont restées inchangées.

Les résultats cliniques au dernier contrôle selon les critères de Rasmussen (25) sont repris au tableau III. Deux patients ont été évalués comme seulement bons malgré une consolidation en position anatomique. En effet, un patient était connu pour une polyarthrite rhumatoïde et présentait déjà des lésions préopératoires. Le deuxième patient présentait une symptomatologie fémoro-patellaire due à des séquelles d'une fracture patellaire concomitante à la fracture du plateau tibial. Un patient avait un résultat moyen avec un enfoncement résiduel de 5 mm et 8° de varus. L'autre résultat moyen est aussi expliqué par une réduction non anatomique et un enfoncement articulaire résiduel de 5 mm. Ce patient avait par ailleurs une arthrose de stade I du genou en raison d'une laxité ancienne du LCA et une séquelle de méniscectomie médiale. Chez ces deux patients, on n'a pas noté de perte de la réduction durant la période de consolidation osseuse.

Score	Nombre de cas
Excellents	8 (53,3 %)
Bons	5 (33,3 %)
Moyens	2 (13,3 %)

Tableau III – Résultats.

Exemples

Cas 1

Patient âgé de 33 ans présentant une fracture de type enfoncement-séparation du plateau tibial latéral avec un enfoncement important de la surface articulaire (fig. 1 a). La photographie peropératoire montre une voie sous-méniscale (fig. 1 b). Le ménisque est soulevé à l'aide de fils de traction. L'utilisation du grand distracteur AO est facultative. Les fragments enfoncés sont réduits, puis fixés préalablement à l'aide de broches de Kirchner. La largeur du plateau tibial est corrigée par une compression contrôlée dans le plan frontal à l'aide d'une pince « King Tong » qui prend appui latéralement sur une plaque en T pour petits fragments et par une contre-incision cutanée sur le plateau tibial médial. En raison du bon soutien des fragments par les vis corticales 3,5 mm, une greffe spongieuse n'est pas nécessaire dans ce cas. Les radiographies de contrôle à 18 mois révèlent une consolidation en position anatomique. Il n'y a pas de signes radiologiques d'une atteinte dégénérative (fig. 1 c).

Cas 2

Patient âgé de 25 ans présentant une fracture de type enfoncement-séparation du plateau tibial latéral touchant essentiellement la surface antéro-latérale associée à un trait de fracture vertical qui provoque un léger élargissement du plateau tibial latéral (fig. 2 a et b). Les radiographies de contrôle à 6 mois postopératoires révèlent une consolidation osseuse en position anatomique (fig. 2 c). Les fragments articulaires réduits sont soutenus efficacement par des vis corticales 3,5 mm placées juste en dessous de la zone sous-chondrale et de manière divergente. Dans ce cas aussi, un soutien supplémentaire par greffe spongieuse autologue n'a pas été nécessaire. Une plaque quart de tube est utilisée en tant qu' « implant de soutien ». Cet implant empêche les têtes de vis de s'enfoncer dans l'os, même si elles sont serrées énergiquement.

Discussion

Durant ces dernières années, en raison d'un taux de complications élevé, le traitement des fractures des plateaux tibiaux s'est éloigné du principe de l'ostéosynthèse effectuée par abord large et réduction directe à foyer ouvert. Les techniques dites de réduction indirecte, réduction ouverte limitée ou encore fixation percutanée, sont préférées. Le taux de complications a diminué lors de l'utilisation des techniques mini-invasives, au prix d'un taux d'imprécision plus élevé dans la réduction de la surface articulaire (7, 11, 15, 16, 20, 24).

Dans notre série, la vaste majorité des fractures (86,7 %) était réduite anatomiquement ou presque. Nous pensons que ce succès est principalement dû à l'utilisation d'une technique ouverte associée à des radiographies peropératoires systématiques (6, 30). Par ailleurs, dans tous les cas sauf un, la réduction s'est maintenue jusqu'à la guérison.

Dans 6 cas sur 15, une greffe de crête iliaque a été nécessaire pour fournir un appui biologique aux fragments articulaires. Cinq de ces 6 cas présentaient des fractures de type B3. Néanmoins ce chiffre représente seulement la moitié des fractures de type B3 de cette série. Le faible taux d'utilisation de greffe spongieuse peut être attribué à la capacité des vis à soutenir efficacement les fragments articulaires telles des planches en bois qui soutiennent le plancher d'un radeau pneumatique. En effet, la plaque en T du système 3,5 mm est de petite dimension et facilement malléable, ce qui facilite son application. La plaque permet de placer les vis corticales de 3,5 mm très près de la surface articulaire à travers sa portion transverse courte. Jusqu'à 4 vis corticales peuvent ainsi être mises à travers cette portion de la plaque dans le plateau tibial et de manière divergente (fig. 3).

L'absence d'infection ou de complications au niveau des tissus mous dans cette série se compare favorablement avec d'autres séries utilisant des techniques invasives minimales (7, 8, 11, 12, 16, 17, 27). La chirurgie assistée par arthroscopie semble avoir un taux inquiétant de neurapraxie iatrogène (3, 7, 12). Le traitement par fixateur externe peut se compliquer de l'in-

fection des broches et éventuellement évoluer vers une arthrite septique du genou (11, 18-20, 28, 33). Bernischke *et al* rapportent un taux d'infection de 1 % lors de réduction ouverte et ostéosynthèse immédiates de fractures complexes du plateau tibial associées à de grandes plaies. Dans ces cas il souligne l'importance d'une manipulation douce des tissus mous et encourage l'utilisation de techniques de réduction indirectes (2).

Conclusion

Dans nos mains, la réduction ouverte combinée à une dissection atraumatique, et l'utilisation des implants pour petits fragments AO sont une excellente option thérapeutique dans le traitement des fractures des plateaux tibiaux. En effet, cette méthode se compare favorablement par son taux de complications faible à des méthodes dites minimalement invasives, tout en permettant une réduction anatomique et le maintien de celle-ci jusqu'à la consolidation.

Références

1. Apley AG (1979) Fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin North Am* 10: 61-74
2. Benirschke SK *et al.* (1992) Immediate internal fixation of open, complex tibial plateau fractures: treatment by a standard protocol. *J Orthop Trauma* 6: 78-86
3. Bernfeld B, Kligman M, Roffman M (1996) Arthroscopic assistance for unselected tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 12: 598-602
4. Blokker CP, Rorabeck CH, Bourne RB (1984) Tibial plateau fractures. An analysis of the results of treatment in 60 patients. *Clin Orthop* 182: 193-9
5. Brown TD *et al.* (1988) Contact stress aberrations following imprecise reduction of simple tibial plateau fractures. *J Orthop Res* 6: 851-62
6. Burri C *et al.* (1979) Fractures of the tibial plateau. *Clin Orthop* 138: 84-93
7. Caspari RB *et al.* (1985) The role of arthroscopy in the management of tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 1: 76-82
8. Cassard X *et al.* (1999) Ostéosynthèse sous contrôle arthroscopique des fractures séparation-enfoncement des plateaux tibiaux. À propos de 26 cas. *Arthroscopic treatment of tibial plateau fractures. Report on 26 cases. Rev Chir Orthop* 85: 257-66
9. Delamarter R, Hohl M (1989) The cast brace and tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 242: 26-31
10. Duwelius PJ, Connolly JF (1988) Closed reduction of tibial plateau fractures. A comparison of functional and roentgenographic end results. *Clin Orthop* 230: 116-26
11. Duwelius PJ *et al.* (1997) Treatment of tibial plateau fractures by limited internal fixation. *Clin Orthop* 339: 47-57
12. Fowble CD, Zimmer JW, Schepsis AA (1993) The role of arthroscopy in the assessment and treatment of tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 9: 584-90
13. Gustilo RB, Anderson JT (1976) Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. Retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg* 58A: 453-8
14. Honkonen SE (1994) Indications for surgical treatment of tibial condyle fractures. *Clin Orthop* 302: 199-205
15. Jennings JE (1985) Arthroscopic management of tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 1: 160-8
16. Koval KJ *et al.* (1992) Indirect reduction and percutaneous screw fixation of displaced tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 6: 340-6

17. Lobenhoffer P *et al.* (1999) Closed reduction/percutaneous fixation of tibial plateau fractures: Arthroscopic versus fluoroscopic control of reduction. *J Orthop Trauma* 13: 426-31
18. Mallik AR, Covall DJ, Whitelaw GP (1992) Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fractures. *Orthop Rev* 21: 1433-6
19. Marsh JL, Smith ST, Do TT (1995) External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 77A: 661-73
20. Mikulak SA, Gold SM, Zinar DM (1998) Small wire external fixation of high energy tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 356: 230-8
21. Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP (1987) Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. *J Orthop Trauma* 1: 97-119
22. Müller ME *et al.* (1991) *Manual of internal fixation. Techniques recommended by the AO-ASIF group.* Third ed. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hongkong, Barcelona
23. Müller ME *et al.* (1990) *The comprehensive classification of fractures of long bones.* Springer, Berlin, Heidelberg, New York
24. Pankovich A (1986) Letter to the Editor. *Arthroscopy* 2: 132-4
25. Rasmussen PS (1973) Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg* 55A: 1331-50
26. Schatzker J, McBroom R, Bruce D (1979) The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop* 138: 94-104
27. Scheerlinck T *et al.* (1998) Medium-term results of percutaneous, arthroscopically-assisted osteosynthesis of fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 80B: 959-64
28. Stamer DT *et al.* (1994) Bicondylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: A preliminary study. *J Orthop Trauma* 8: 455-61
29. Touliafos AS *et al.* (1997) Surgical management of tibial plateau fractures. *Acta Orthop Scand (Suppl 275)* 68: 92-6
30. Tscherne H, Lobenhoffer P (1993) Tibial plateau fractures. Management and expected results. *Clin Orthop* 292: 87-100
31. Wagner HE, Jakob RP (1986) Zur Problematik der Plattenosteosynthese bei den bikondylären Tibiakopffrakturen. *Unfallchirurg* 89: 304-11
32. Watson JT (1994) High-energy fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin North Am* 25: 723-52
33. Watson JT, Coufal C (1998) Treatment of complex lateral plateau fractures using Ilizarov techniques. *Clin Orthop* 353: 97-106

Fractures des plateaux tibiaux traitées sous contrôle arthroscopique

R. Badet et Ph. Neyret

Les fractures des plateaux tibiaux sont graves, car elles touchent les surfaces articulaires, associant à des degrés variables séparation et enfoncement. Elles menacent la mobilité du genou et peuvent en limiter sa fonction par la survenue d'une arthrose secondaire. Comme pour toute fracture articulaire, la prévention de ces complications passe par une reconstruction articulaire anatomique, stable et rigide, qui permet une rééducation précoce et une limitation des raideurs postopératoires. En dehors des fracas majeurs, ces deux impératifs laissent peu de place au traitement orthopédique par immobilisation ou fonctionnel par traction mobilisation selon De Mourgues (1) ; l'ostéosynthèse constitue le traitement de choix. Les techniques d'ostéosynthèses sont multiples et l'abord direct du foyer de fracture peut entraîner des difficultés d'exposition et de vision. En confrontant la littérature et notre expérience (2), nous allons analyser la place de l'arthroscopie dans l'arsenal thérapeutique proposé lors des fractures des plateaux tibiaux, en insistant sur les modalités techniques, ses risques, ses limites et ses avantages.

Problèmes

Analyse préopératoire des lésions osseuses et des lésions associées

La décision et la programmation du geste chirurgical sont largement guidées par l'examen radiologique standard (fig. 1 a) et le scanner (fig. 1 b). Toutefois, les radiographies sont peu fiables pour une analyse fine : dans leur série, Bobic *et al.* (3) ne retrouvent que 29 % de corrélation radio-anatomique. Pour améliorer la mesure de l'enfoncement, Moore *et al.* (4) ont proposé la réalisation de clichés spéciaux. Le scanner, pour les lésions osseuses, et l'IRM, pour les lésions associées, sont plus performants mais restent eux aussi insuffisants. Les examens complémentaires ne permettent donc pas de connaître très précisément ni la topographie ni l'étendue des lésions ostéo-chondrales et méniscoligamentaires.

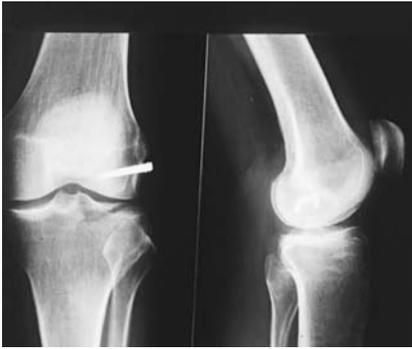


Fig. 1 a – Radiographies simples. Fracture enfoncement antérieur du plateau tibial latéral (noter les antécédents de chirurgie ligamentaire latérale).

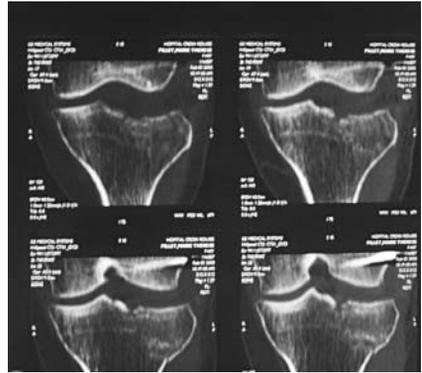


Fig. 1 b – Coupe scanographique frontale.

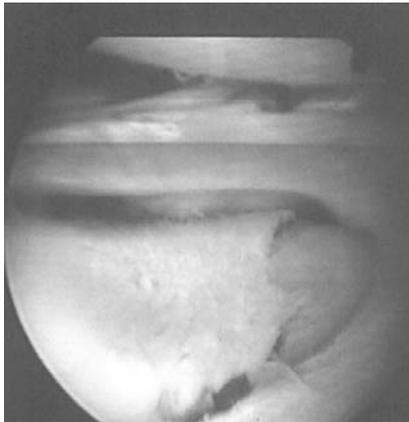


Fig. 1 c – Vue arthroscopique de l'enfoncement tibial latéral. Noter la désinsertion périphérique de la corne postérieure du ménisque latéral.

Voie d'abord

Son objectif est d'aboutir à une exposition optimale de la fracture pour permettre un bilan complet des lésions intra-articulaires et une réduction la plus anatomique possible, sachant qu'une étude multicentrique de Simon *et al.* (5) a montré moins de 25 % de réductions anatomiques satisfaisantes, que les auteurs expliquaient par une difficulté d'exposition.

La vision intra-articulaire correcte nécessite une arthrotomie parapatellaire, et l'arthrotomie sous-méniscale est souvent insuffisante pour faire un bilan précis des lésions ostéocondrales. Un enfoncement antérieur est bien visible, mais il peut être difficile de préciser les limites d'une fracture postérieure. Certaines fractures passées inaperçues laissent persister un enfoncement caché

par la corne postérieure des ménisques, à l'origine d'un cal vicieux. Ainsi, pour améliorer la vision opératoire lors de l'abord, certains auteurs proposent une méniscectomie de principe (6) ou, de façon plus économique, une section de la corne antérieure du ménisque (7). Par ailleurs, le diagnostic et le traitement des lésions ménisco-ligamentaires et cartilagineuses postérieures restent particulièrement difficiles à ciel ouvert. Dans ces cas-là, l'arthrotomie est mal adaptée au traitement économique du ménisque, et les lésions méniscales moyennes ou postérieures sont bien souvent traitées par excision complète! D'autre part, ces abords exposent à une dévascularisation osseuse et à des problèmes cutanés. L'arthroscopie (fig. 1 c), moins invasive que l'arthrotomie, paraît donc intéressante pour améliorer le contrôle et le traitement des lésions ostéo-chondrales ainsi que des lésions associées, méniscales et ligamentaires. L'ostéosynthèse peut aller du vissage isolé à la fixation externe (8, 9).

Technique opératoire

Le patient est installé en décubitus dorsal, un garrot pneumatique est placé à la racine de la cuisse, qui repose sur une cale et un appui latéral. Cela permet de maintenir le genou fléchi à 90°. L'arthroscopie s'effectue par des points d'entrée inféro-latéral et inféro-médial. Un point d'entrée supéro-latéral est parfois réalisé pour mettre en place une canule de lavage. Un système de lavage à pression continue bien contrôlée (arthropompe) peut être utilisé. Après évacuation de l'hématome et des fragments ostéo-cartilagineux, le bilan des lésions permet de préciser la localisation de la fracture, l'importance de l'enfoncement, le status méniscal et ligamentaire.



Fig. 2 – Réduction du plateau tibial latéral par manœuvre externe.

Lorsqu'il existe une fracture-séparation pure, la réduction est obtenue par manœuvres externes à l'aide d'un poinçon (fig. 2). L'ostéosynthèse est réalisée par une ou plusieurs vis perforées guidées sur une broche préalablement placée en technique percutanée (fig. 3). L'arthroscopie permet un contrôle visuel de la réduction et une radiographie peropératoire est systématiquement réalisée (fig. 4).

En cas d'enfoncement, le relèvement du fragment ostéo-cartilagineux peut faire appel à différentes techniques. Perez (10) et Bernfeld (11) *et al.* suggèrent de réduire le fragment enfoncé grâce à une spatule courbe introduite par un des points d'arthroscopie. Après qu'elle a été glissée suffisamment loin sous le fragment, elle permet de réduire l'enfoncement par un mouvement de levier; le relèvement peut être

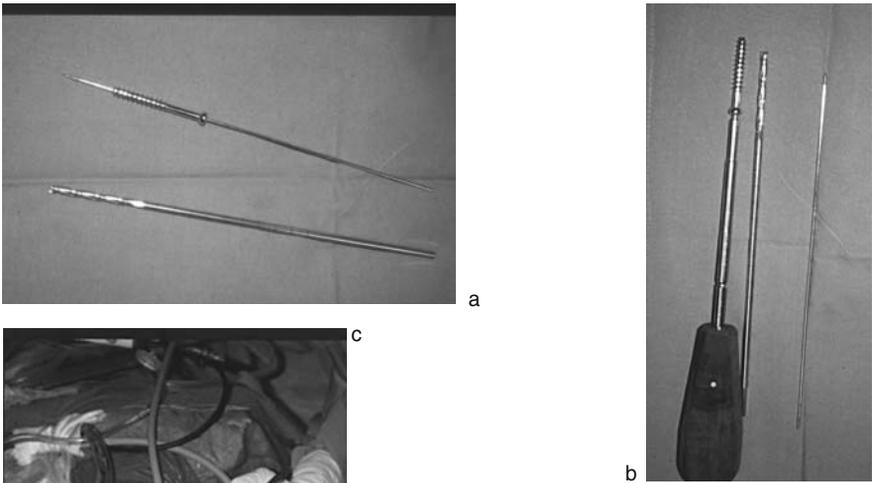


Fig. 3 – Vissage isolé percutané sur une broche guide.

a) La vis perforée ou canulée sur sa broche, la mèche est également creuse pour être enfilée sur la broche.

b) La vis sur son tournevis perforé, la mèche et la broche dont l'extrémité fileté permet de la maintenir en place pendant les manœuvres de préparation.

c) L'aspect peropératoire.



Fig. 4 – Contrôle radiographique de la réduction.

effectué à l'aide d'un chasse-griffon introduit sous le plateau tibial par une courte incision et une fenêtre osseuse métaphysaire. Buchko et Johnson (12) proposent de prélever à la tréphine une « carotte » osseuse qui pourra ensuite être utilisée comme greffe, poussée au contact du fragment relevé. En cas de perte osseuse importante, nous utilisons une autogreffe spongieuse plutôt que des substituts osseux de comblement à la manière de Itokazu (13).

La difficulté est de placer le chasse-greffon dans l'axe du fragment à relever. Certains auteurs (10, 12, 14) utilisent un viseur de ligamentoplastie. Avec Nicklaus et Friederich, nous avons mis au point un matériel ancillaire spécifique qui comporte un viseur et un chasse-greffon creux coulissant sur la broche filetée en son extrémité (fig. 5). La partie du viseur introduite dans l'articulation est placée au centre du fragment enfoncé, cela permet de mettre en place la broche filetée par une courte incision. Elle sert de guide au chasse-greffon canulé qui permet le relèvement optimal de l'ensemble du fragment.

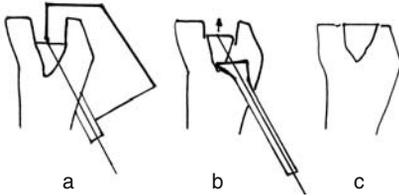


Fig. 5 – a) Mise en place d'une broche-guide grâce à un viseur intra-articulaire.
b, c) Réduction du fragment enfoncé grâce à un chasse greffon-canulé.

Dans tous les cas, l'arthroscopie apprécie la qualité de la réduction et contrôle la mise en place du matériel d'ostéosynthèse (3, 10, 15).

Les suites postopératoires nécessitent une rééducation immédiate, dès le lendemain de l'intervention. Nous avons l'habitude de mettre nos patients dans une attelle à 30° pour éviter la constitution d'une patella basse. L'appui n'est autorisé qu'après le deuxième mois postopératoire.

Discussion

Apport de l'arthroscopie

Le choix de la technique chirurgicale utilisée, et en particulier celui d'un traitement à foyer ouvert ou à foyer fermé, reste très controversé. La littérature ne permet pas de dégager précisément quel degré d'incongruence articulaire peut être toléré. Holh (16) fait état de résultats satisfaisants jusqu'à 8 mm d'incongruence articulaire. Comme Brown (17), nous pensons que seule une réduction parfaite permet de limiter la survenue d'une arthrose et d'obtenir un résultat durable dans le temps. Aussi, notre seuil de tolérance est-il fixé à 2 mm.

Le traitement arthroscopique des fractures du plateau tibial a été initié par Jennings (18) et Caspari (15), qui présentent respectivement les résultats de 21 et 20 ostéosynthèses à foyer fermé sous contrôle arthroscopique. La plus grosse série publiée est celle de Bobic (3) qui ne présente aucun résultat à long terme. Fowble (19) présente la seule étude comparant l'arthroscopie (12 cas) à l'arthrotomie (11 cas). Il s'agit d'une étude rétrospective. Malgré leur hétérogénéité, il ressort de l'analyse de ces séries que l'arthroscopie peut améliorer la prise en charge de ces fractures en optimisant les gestes chirurgicaux, osseux et ménisco-ligamentaires, et en diminuant la morbidité postopératoire.

Optimisation des gestes chirurgicaux

Gestes osseux

Comme l'ont souligné plusieurs auteurs (3, 11, 12, 14, 15, 18), l'arthroscopie permet une exploration et une réduction plus précise des traits de fracture, de l'impaction ostéochondrale, des lésions cartilagineuses fémoro-tibiales et fémoro-patellaire associées, qui ont une valeur pronostique. Cassar *et al.* (14) ont remarqué que la cavité articulaire étant fermée, les fragments articulaires se réduisent plus facilement. Le contrôle de la réduction est particulièrement amélioré dans les lésions postérieures des plateaux tibiaux, dont l'exploration est difficile par arthrotomie : sur une série de 279 fractures, Postel (20) recense 11 cas de fractures postérieures isolées des plateaux tibiaux. La méconnaissance de ces fractures peut conduire à un cal vicieux et à une arthrose prématurée. Bobic (3), Caspari (15) et Perez (10) insistent sur le contrôle simultané parfait de la réduction et de l'ostéosynthèse.

Le traitement arthroscopique trouve ses limites dans les différents types anatomiques. Si l'on prend comme référence la classification de Schatzker (21) (fig. 6) qui est la plus utilisée, Buchko (12), Jennings (18), Caspari (15) et Cassar (14) réservent le traitement arthroscopique aux fractures séparation-enfoncement mixtes ou isolées (type I, II, III, IV). L'ostéosynthèse utilisée dans ces cas est légère, le plus souvent un vissage isolé guidé sur broche, qui ne nécessite pas d'abord direct. Les types II et III, où existe un enfoncement, sont de traitement plus délicat (3). Les difficultés de réduction de l'enfoncement ostéo-chondral peuvent aboutir, lors de mouvements de réduction répétés, à un détachement du fragment tout entier, voire au clivage du cartilage de son soutien spongieux : cela expose à un risque d'enfoncement secondaire, de cal vicieux ou de nécrose (2). Pour Bobic (3) et Holth, sur une série de 805 cas (22), respectivement, 60 % et 71 % des fractures du plateau tibial pourraient être traitées sous contrôle arthroscopique.

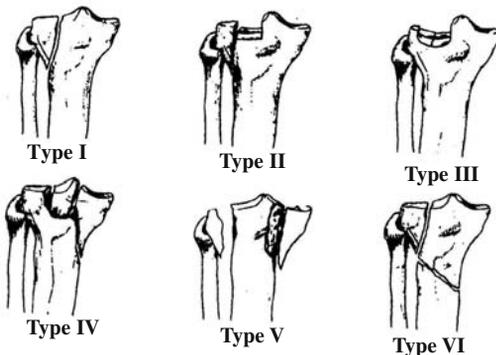


Fig. 6 – Classification de Schatzker.

Notre expérience (2) ne concerne que les fractures enfoncement-séparation unitubérositaires (type I à III) qui constituent les indications de choix du traitement arthroscopique (14). D'autres (11) élargissent leurs indications aux fractures spino-tubérositaires ou bitubérositaires et proposent de mettre en

place un matériel plus encombrant. Dans ces cas, l'ostéosynthèse peut être faite par un abord direct du foyer de fracture avec contrôle arthroscopique de la réduction articulaire. Elle peut être obtenue par fixation externe (22 cas pour Behrens *et al.* (8)) ou par ostéosynthèse directe, plus invasive, qui parfois nécessite une arthrotomie secondaire (15). Ici l'arthroscopie trouve sa place dans l'exploration des lésions articulaires ostéocondrales et ménisco-ligamentaires.

Gestes ménisco-ligamentaires

L'arthroscopie évite les abords extensifs et la méniscectomie d'exposition (6) qui nous paraît préjudiciable et à proscrire (2) ou la section de la corne antérieure du ménisque (5, 7) qui permet d'ouvrir la fracture comme un livre et dont la corne antérieure est suturée en fin d'intervention.

Lorsque la lésion ostéocondrale est en partie masquée par les structures méniscales, l'artifice de Perez *et al.* (10), qui consiste à passer sous contrôle arthroscopique un fil tracteur autour du ménisque, peut être particulièrement utile. Un ménisque « piégé » dans la fracture peut être facilement dégagé sous arthroscopie pour permettre la réduction du plateau tibial (12).

Les lésions méniscales associées sont fréquentes, de 20 % à 40 % selon les auteurs (3, 5, 6, 11, 14, 15). Ces lésions sont plus facilement explorées et réparées sous arthroscopie puisque, le plus souvent, l'arthrotomie ne donne pas un jour suffisant pour en effectuer un traitement conservateur. Aucun résultat de réparation méniscale n'est rapporté par la littérature mais, après fracture du plateau tibial, les douleurs résiduelles et l'évolution arthrosique des genoux méniscectomisés incitent Simon *et al.* (5) à promouvoir le plus possible la conservation des ménisques. Ils considèrent que les méniscectomies réalisées pour améliorer l'abord et celles réalisées pour des lésions périphériques suturables (76 % dans leur série) sont abusives.

Les lésions ligamentaires associées aux fractures des plateaux tibiaux sont bien recensées dans la littérature (tableau I). L'arthroscopie permet de faire le diagnostic de ces lésions et de choisir un traitement adapté. Leur réparation sera le plus souvent différée (voir *Les lésions ménisco-ligamentaires associées*).

Localisation	Fréquence	Références
Ligament croisé antérieur	4,5 % à 33 %	(3, 6, 11, 22)
Ligament croisé postérieur	3 %	(3, 15)
Lésions périphériques	3 % à 8 %	(6, 15)

Tableau I – Les lésions ligamentaires associées aux fractures des plateaux tibiaux.

Diminution de la morbidité

Lors de l'arthrotomie, les abords doivent être larges (antéro-médial, antéro-latéral, mixtes). L'abord antéro-latéral nécessite parfois un relèvement du tubercule infra-condyloire de Gerdy, à la manière de Trillat, et une désinsertion

haute du muscle tibial antérieur (jambier antérieur). Leur réinsertion sur une zone osseuse remaniée par la fracture est souvent malaisée, source de douleurs et de difficultés de rééducation postopératoire (2). L'abord direct du foyer de fracture expose à divers inconvénients (12) :

- la déstabilisation de la sangle fibreuse périphérique qui assure la continuité des fragments osseux et maintient leur réduction ;
- la perte de l'hématome fracturaire, riche en éléments ostéogènes dont on connaît l'importance lors de la consolidation osseuse ;
- la cicatrice toujours importante de tels abords ; ici, l'arthroscopie apporte un bénéfice cutané et trophique incontestable.

Il existe en outre un risque de nécrose cutanée, d'autant plus grand que la peau est contuse, et le risque infectieux est majoré par un état général précaire (10 % pour Chaix (6)). Trois pour cent de complications infectieuses sont rapportées lors du traitement arthroscopique (3, 14). Cette amélioration qu'apporte l'arthroscopie peut s'expliquer par le lavage permanent de l'articulation, qui évite ou minimise les contaminations bactériennes.

La conséquence directe d'un geste moins invasif est sa moindre morbidité postopératoire. Jennings (18) insiste sur le bénéfice antalgique très important que procure le lavage arthroscopique : l'évacuation du sang et des débris ostéo-cartilagineux évite les réactions de synovite et de chondrite liée à l'hémarthrose.

Les résultats à court terme sont meilleurs avec une rééducation plus simple et plus précoce (tableau II). La mobilisation est possible dès les premiers jours (3, 14). Fowble (19) a été le seul à comparer l'arthroscopie et l'arthrotomie sur une série continue avec un recul de 6 mois : il notait une hospitalisation moins longue, moins de douleurs, une meilleure réduction et un appui plus précoce.

Critère	Arthroscopie	Arthrotomie
Récupération des amplitudes articulaires	45 jours	120 jours
Hospitalisation	10 jours	27 jours
Consolidation	2,2 mois	4 mois

Tableau II – Fractures des plateaux tibiaux. Comparaison des résultats selon Caspari (15).

Les résultats à moyen terme sont aussi améliorés et le gain subjectif est significatif (14). Il est lié, entre autres, à la précocité de la rééducation, à une cicatrice minime, à l'amélioration des douleurs postopératoires (tableau III).

Auteurs	Excellents et bons résultats en %	Référence
Reynaud	83 %	(2)
Jennings	88 %	(18)
Bernfeld	89 %	(11)
Itokazu	100 %	(13)

Tableau III – Fractures des plateaux tibiaux. Résultats cliniques à moyen terme.

L'ostéosynthèse, nécessairement plus légère, expose-t-elle à des risques d'enfoncement secondaire? Non seulement l'analyse des radiographies, mais aussi des arthroscopies itératives, est intéressante. Elle permet de bien contrôler la réduction osseuse dans le temps. Des arthroscopies de contrôle, réalisées parfois pour douleurs et gonflement, ont permis de noter un affaissement secondaire minime dans un cas (11), voire aucun affaissement secondaire, mais une chondromalacie en regard de l'ancienne zone de fracture (2, 15, 18).

L'analyse radiologique des séries est rassurante. Cassar *et al.* (14) n'ont observé aucun enfoncement secondaire avec un recul de 32,7 mois. Ils utilisent l'échelle KS et obtiennent dans leur série un score « fonction » moyen de 94,7 et un score « genou » moyen de 94,1 à 32,7 mois de recul. Aucune série ne présente néanmoins de résultats à long terme.

Cette moindre morbidité ne doit pas faire oublier qu'il existe des complications, dont certaines sont particulièrement graves. La réalisation d'une arthroscopie gazeuse est à proscrire formellement. Gruenwald (23) et Habegger (24), qui l'avaient pratiquée afin d'éviter la diffusion liquidienne dans les tissus en prévision d'un abord chirurgical, ont publié deux cas d'embolie gazeuse mortelle survenus au lâcher de garrot. L'utilisation d'une arthropompe reste discutée : Peek (25) et Perez (10) la déconseillent fortement, compte tenu du risque de syndrome de loge, tandis que Buchko (12) et Reynaud (2) y trouvent un avantage sans la trouver indispensable. Son utilisation nécessite une surveillance rigoureuse des pressions tout au long de l'intervention. Différents artifices permettent en outre un drainage permanent qui évite les hyperpressions et limite la diffusion liquidienne dans les loges :

- une incision cutanée en regard du foyer de fracture (12) ;
- un drainage supéro-latéral par une canule (14, 15, 18).

Bernfeld (11) et Caspari (15) rapportent par ailleurs respectivement un et deux cas de paralysie complète du nerf fibulaire commun (sciatique poplité externe) qui ont toujours été régressives 4 à 10 mois après l'intervention.

Conclusion

Lors du traitement des fractures du plateau tibial, l'assistance arthroscopique constitue un apport important sur la qualité du résultat à court et à moyen termes. Le traitement chirurgical ne se conçoit que s'il permet un meilleur résultat que le traitement orthopédique ou fonctionnel. La faible morbidité de l'arthroscopie, qui a des suites postopératoires beaucoup plus simples, le contrôle parfait des lésions ostéochondrales et ménisco-ligamentaires, les bons résultats anatomiques obtenus font de l'arthroscopie une technique de choix dans la prise en charge de ces fractures. Ceci nécessite toutefois une solide expérience arthroscopique pour cerner au mieux les indications d'un geste techniquement difficile. La publication de séries au long cours manque encore pour la valider complètement.

Références

1. De Mourgues G, Chaix D (1984) Traitement des fractures des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 50: 103-22
2. Reynaud P, Neyret P (1999) Fractures du plateau tibial externe. Ostéosynthèse à foyer fermé assistée par arthroscopie, a propos de 6 cas. *Lyon Chir* 93: 16-9
3. Bobic V, O'Dwyer KJ (1993) Tibial plateau fracture: the arthroscopic option. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthroscopy* 1: 239-42
4. Moore TM, Harvey JP (1974) Roentgenographic measurement of tibial plateau depression due to fracture. *J Bone Joint Surg* 56A: 155-60
5. Simon P, Kempf JF, Hammer D (1989) Les difficultés dans le traitement chirurgical dans les fractures unitubérositaires complexes. *Rev Chir Orthop* 75: 138-40
6. Chaix O *et al.* (1982) Ostéosynthèse par plaque épiphysaire dans les fractures des plateaux tibiaux à propos de 111 cas. *Rev Chir Orthop* 68: 189-97
7. Perry CR *et al.* (1984) A new lateral approach to fracture of the lateral tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 66A: 1236-40
8. Behrens FF, Stamer DT, Schenk RC (1994) Bicondylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: a preliminary study. *J Orthop Trauma* 8: 455-61
9. Decoulx J, Capron JC (1974) Traitement chirurgical à foyer fermé de certaines fractures de l'extrémité supérieure du tibia. *Rev Chir Orthop* 60 (suppl. 2): 324-30
10. Perez Carro L (1997) Arthroscopic management of tibial plateau fractures: special techniques. *Arthroscopy* 13: 265-7
11. Bernfeld B, Klingman M, Rofmann M (1996) Arthroscopic assistance for unselected tibia plateau fracture. *Arthroscopy* 12: 598-602
12. Buchko GB, Johnson DH (1996) Arthroscopy assisted operative management of the tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 332: 29-36
13. Itokazu M, Matsunaga T (1993) Arthroscopic restoration of depressed tibial plateau using bone and hydroxyapatite grafts. *Arthroscopy* 9: 103-8
14. Cassar D *et al.* (1999) Ostéosynthèse sous contrôle arthroscopique des fractures séparation-enfoncement des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 85: 257-66
15. Caspari RB *et al.* (1985) The role of arthroscopy in the management of tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 1: 76-82
16. Hohl M, Luck JV (1956) Fracture of the tibia condyle: a clinical and experimental study. *J Bone Joint Surg* 38A: 1001-18
17. Brown TD, Anderson DD, Nepola JV (1988) Contact stress aberrations: improve reduction of simple tibial plateau fractures. *J Orthop Res* 6: 851-62
18. Jennings JE (1985) Arthroscopic management of tibial plateau fracture. *Arthroscopy* 1: 160-8
19. Fowble CD, Zimmer JW, Schepsis AA (1993) The role of arthroscopy in assessment and treatment of tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 9: 584-90
20. Postel M, Mazas F, de la Caffinière JY (1974) Fractures-séparation postérieure des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 60 (suppl II): 317-23
21. Schatzker J, Mc Broom R, Bruce D (1979) The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Arthroscopy* 138: 94-104
22. Hohl M (1967) Tibial condylar fracture. *J Bone Joint Surg* 49A: 1455-67
23. Gruenwald JM (1990) Fatal air embolism during arthroscopy. *J Bone Joint Surg* 72B: 929
24. Habegger R, Siebenmann R, Kieser CH (1989) Lethal air embolism during arthroscopy. *J Bone Joint Surg* 71B: 314-6
25. Peek RD, Haynes DW (1984) Compartment syndrome as a complication of arthroscopy. *Am J Sport Med* 12: 132-4

Système LISS

(Less Invasive Stabilization System)

appliqué aux fractures proximales du tibia.

Indications, technique chirurgicale et résultats préliminaires de l'essai clinique UMC⁽¹⁾

P. A. Cole, M. Zlowodzki et P. J. Kregor

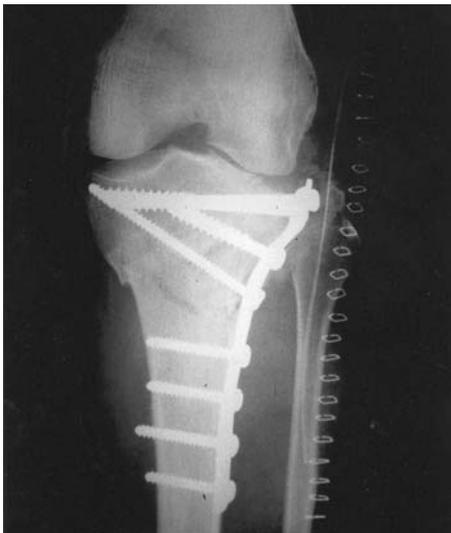
Le traitement chirurgical des fractures proximales du tibia, avec ou sans atteinte articulaire, est encore grevé d'un taux significatif d'échec et de complications. La fracture du tiers proximal du tibia montre une propension spécifique pour les déformations en valgus et flexion (apex antérieur). Cela est dû aux forces musculaires transmises par le quadriceps et le tractus ilio-tibial (fig. 1 a, b). On note aussi une fréquence prévisible de douleurs antérieures du genou après enclouage centro-médullaire des fractures diaphysaires du tibia (1-3). Les frac-



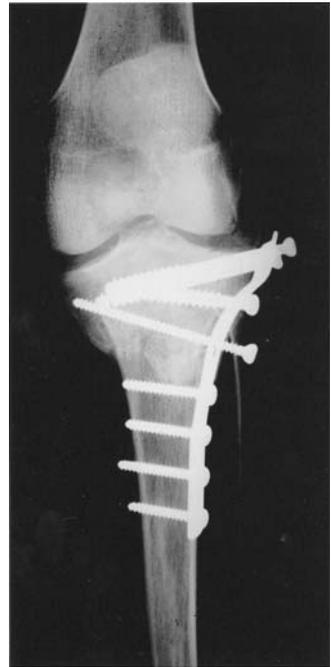
Fig. 1 – a) Radiographie de face du tibia montrant une déformation en valgus d'une fracture proximale, liée aux contraintes transmises principalement par le tractus ilio-tibial. b) Radiographie de profil, après synthèse par un clou centro-médullaire. La déformation en flexion au niveau de la fracture proximale est due aux contraintes transmises par le quadriceps à la tubérosité tibiale.



tures articulaires des deux plateaux tibiaux sont difficiles à réduire par un abord unique et une ostéosynthèse traditionnelle : une plaque mise par voie latérale ne peut éviter un tassement en varus dû à un manque de soutien de la corticale médiale (fig. 2 a, b). Les abords combinés ou larges pour assurer ce soutien médial sont associés à une incidence significative de déhiscences de plaie et d'infection (4-7). La fixation externe a également été proposée pour prévenir ces complications et ces types d'échec; toutefois ces techniques peuvent compromettre la réduction articulaire anatomique et sont associées à des infections des trajets de broche et à des arthrites septiques (8-11). Enfin, la durée prolongée de la fixation externe génère un taux élevé d'insatisfaction chez le patient.



a



b

Fig. 2 – a) Radiographie de face d'un genou montrant une fracture bicondylienne proximale du tibia après ostéosynthèse latérale par plaque et vis. b) Radiographie de face du même genou, quatre semaines après l'intervention. On note un tassement en varus dû à un défaut de soutien au niveau de la colonne médiale.

La méthode LISS a l'avantage d'une réduction indirecte de la fracture et celui de l'insertion percutanée, submusculaire de l'implant. Elle utilise une technique de pose percutanée de vis autotaraudeuses et autoforeuses. Ces vis ont des têtes filetées; de ce fait, elles sont orientées suivant un angle prédéterminé par le trou fileté correspondant du fixateur. La pose de ces vis, à angle fixe dans des positions multiples et stratégiques, stabilise le segment articulaire. Les vis autoforeuses et autotaraudeuses sont placées au niveau distal, le long de la queue de l'implant pour le solidariser à la diaphyse tibiale.

L'objectif de ce chapitre est de revoir les indications du LISS pour les fractures proximales du tibia et d'en décrire la technique chirurgicale. Les artifices techniques pour les fractures à problème et les défis typiquement chirurgicaux seront abordés. Nous insisterons sur les techniques de réduction à foyer fermé pour bien mettre en évidence les principes qui distinguent le LISS de la fixation traditionnelle par vis et plaque. Nous terminerons par les résultats préliminaires d'un essai clinique portant sur le traitement des fractures de l'extrémité proximale du tibia par le LISS.

Indications

Une des caractéristiques remarquables du fixateur interne LISS est l'existence d'une position des vis selon un angle pré-établi. Appliqué sur la face latérale du tibia, il prévient l'effondrement en varus des fractures de la métaphyse ou du plateau tibial sur le versant médial.

Pour cette raison, l'emploi du LISS tibial est indiqué pour les fractures proximales du tibia qui impliquent les deux parties médiale et latérale (fig. 3 a-k). Seront donc incluses, les fractures de type AO 41A2, A3, C1, C2, C3 et toutes les lésions proximales de type 42. Dans la classification de Schatzker des fractures des plateaux tibiaux, les indications sont les lésions de type V et VI. Le fixateur LISS n'est pas spécifiquement indiqué pour les fractures médio-diaphysaires du tibia, nous l'avons cependant trouvé très utile pour les lésions du tiers proximal (fig. 4 a-f), ainsi que pour les lésions ipsilatérales qui associent une atteinte de la diaphyse et des deux plateaux. Un fixateur externe d'attente permet une immobilisation provisoire, lorsque l'utilisation immédiate du LISS n'est pas possible (fig. 5).

Actuellement, il y a d'autres types d'implants qui peuvent être utilisés selon des techniques mini-invasives pour les fractures de la diaphyse tibiale. L'indication respective de chaque implant par rapport à l'enclouage centro-médullaire reste à définir.

Le LISS tibial a encore été utilisé dans d'autres circonstances moins usuelles, notamment les lésions pathologiques avec menace de fracture proximale du tibia.

Technique

Stratégie et abords

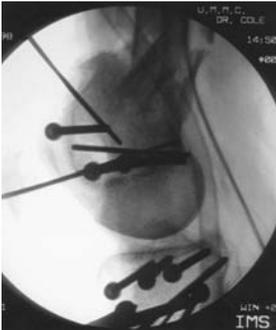
L'un des points qui distingue spécifiquement le système LISS des plaques et des vis conventionnelles, réside dans le fait que la réduction de la fracture doit être obtenue avant la fixation. Cela est indispensable car les vis se verrouillent dans l'implant et en font un « fixateur externe interne » (fig. 6 a, b). Il en résulte que le LISS ne peut être utilisé pour améliorer la qualité de la réduction.



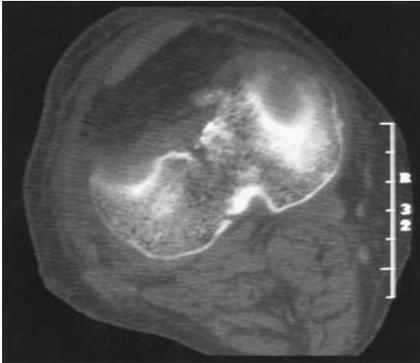
a



b



e



c



d



f



g



Fig. 3 – a) Radiographie de face d'un genou montrant une fracture type AO 41 C2 du plateau tibial et une fracture supracondylienne du fémur AO 33 C2 avec un fragment diaphysaire. b) Le même genou en vue de profil. c) Le scanner du plateau tibial montre les traits de fractures pour la planification préopératoire. d) Le scanner des condyles fémoraux montre un trait simple intercondylien sagittal. e) Cliché de profil à l'amplificateur de brillance peropératoire du genou qui montre la fixation par vis de rappel du plateau tibial et de l'extrémité distale du fémur. f) Vue peropératoire de l'extrémité inférieure montrant les artifices de réduction et la fixation provisoire par broches de Kirschner, des fragments articulaires du plateau tibial et supracondylienne du fémur. g) Vue peropératoire du membre inférieur après fixation « traditionnelle » des fragments articulaires par des vis de traction suivie d'une fixation par LISS du tibia et du fémur. L'image est prise peu avant l'ablation du guide d'insertion du LISS fémoral. h) Radiographie postopératoire de face de ce genou montrant la réduction et l'alignement satisfaisant des fragments fracturaires. i) Le cliché de profil du même genou. j) Le même genou, de profil à 6 semaines postopératoires, montrant une poussée de formation du cal. k) Cliché de face à 20 semaines postopératoires, montrant le processus de consolidation.

Lors du traitement des fractures du plateau tibial, la réduction anatomique de l'articulation et sa fixation doivent être réalisées avant l'implantation du LISS. S'il persiste un hiatus ou un décalage, on l'aborde par une incision latérale qui part d'un point plus proximal que l'interligne articulaire dans l'axe du fémur, qui s'incurve fortement en avant du tubercule infracondyalaire de Gerdy puis, progressivement, distalement à un centimètre de la crête tibiale, dessinant un « S » discret. Le tractus ilio-tibial est fendu vers l'avant, et dis-

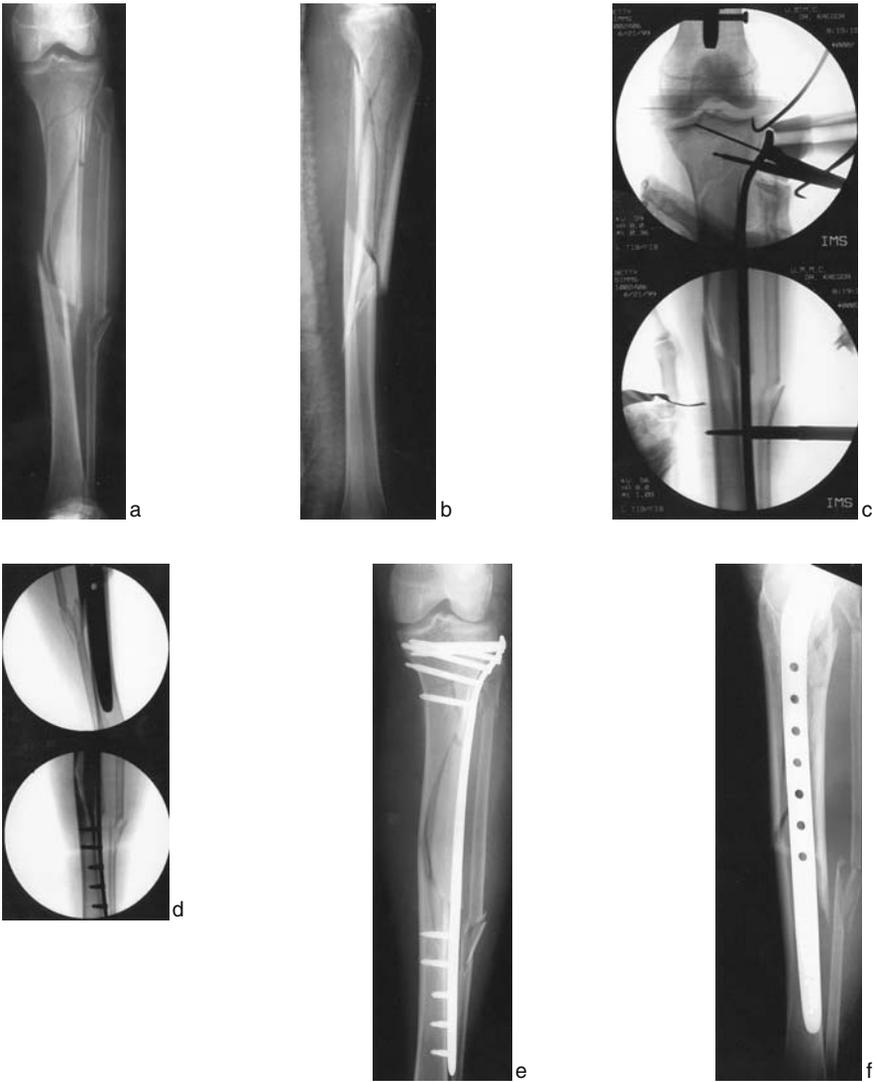


Fig. 4 – a) Cliché de face d’une fracture diaphysaire de la moitié proximale du tibia associée à une fracture segmentaire associée de la fibula au même niveau (type AO 42 C3.3). b) Cliché de profil du même genou. c) Cliché à l’ampli peropératoire du tibia montrant l’instrument de réduction dans le fragment distal du tibia. L’instrument de réduction attire les fragments fracturaires sur la plaque, corrigeant de la sorte toute déformation en varus ou valgus, et assurant le meilleur alignement possible dans le plan frontal. d) Image peropératoire à l’amplificateur de brillance, de face et de profil, montrant la position souhaitée du fixateur. e) Sur la radiographie postopératoire de face du tibia, la réduction et l’alignement des fragments sont satisfaisants. f) Constatations identiques sur le cliché de profil.

talement, l’incision du fascia est menée jusqu’au périoste sur le tubercule infracondylaire de Gerdy. Lors de la dissection distale, les muscles du compartiment antérieur sont refoulés en arrière en préservant le fascia du compartiment



Fig. 5 – Fixation provisoire initiale d'une fracture du plateau tibial par un fixateur externe.



Fig. 6 – a) Schéma d'une vis LISS autoforeuse et autotaraudeuse. Notez la tête de vis conique et filetée ainsi que sa pointe cannelée. b) Vue du fixateur LISS et d'une vis. Notez le filetage de l'orifice et de la tête de vis qui lui correspond exactement. Ce concept confère à la vis une position selon un angle préétabli, rigide, qui accroît la stabilité.

ment crural antérieur pour la fermeture. Il faut insister sur le respect des lambeaux cutanéopériostés. Il est alors possible de pratiquer une arthrotomie sous méniscale qui préserve un lambeau des ligaments coronaires (ligament ménisco-tibial) qui servira de renfort lors de la fermeture. La surface articulaire est ensuite soigneusement explorée, réduite et fixée de manière provisoire à l'aide de broches de Kirschner. Nous préconisons l'usage d'un distracteur fémoral et d'une lampe frontale pour assurer une vision de qualité lors de l'inspection et de la réduction.

Habituellement, pour l'ostéosynthèse de l'articulation, des vis corticales de 3,5 mm sont utilisées pour attraper les fragments articulaires et assurer un

support mécanique pour le plateau. Des vis plus larges peuvent être préférées sur un os ostéoporotique. La pose de ces implants péri-articulaires doit prévoir la localisation ultérieure des vis du LISS dont l'orientation est prédéterminée. On procède ensuite à la fixation du bloc articulaire sur le segment diaphysaire.

Une comminution ou un déplacement médial doivent être adéquatement abordés par une incision médiale en fonction de l'analyse radiographique pré-opératoire. Il est rare qu'il faille utiliser une plaque médiale de soutien. Néanmoins, lorsque la comminution médiale est très proximale, il est prudent d'utiliser cette plaque de soutien, car les vis les plus proximales utilisables sur le fixateur LISS ne remontent pas assez proximement.

L'incision utilisée pour la synthèse du plateau latéral convient pour l'insertion de l'implant. Si la fracture est de type AO 42 (métaphyso-diaphysaire proximale), une incision de quatre centimètres sur la face antéro-latérale proximale du tibia suffit (fig. 7).



Fig. 7 – L'incision antéro-latérale au niveau d'un genou droit, utilisée pour l'insertion du LISS.

Assemblage du guide et de l'implant

Les fixateurs LISS existent en trois tailles : cinq, neuf et treize trous, qui correspondent respectivement à une longueur de 14, 22 et 30 cm, pour le côté gauche ou droit. À l'aide d'un calque fantôme pré-opératoire, un implant de taille adéquate est choisi et fixé sur le guide d'insertion grâce à un boulon de fixation posé dans le trou « A », les petits plots sur le guide s'insèrent dans les logettes correspondantes à la face externe du fixateur.

Réduction de la fracture

Dans la prise en charge d'une fracture récente, il est vraisemblable que la réduction puisse être obtenue par une traction appliquée à la cheville. Toutefois un ou deux supports larges, stratégiquement placés en arrière de la fosse poplitée et de la partie proximale du mollet, sont préalablement nécessaires. L'assistant

doit habituellement appliquer une traction vers le bas, « dans le lit ». Au même moment, l'alignement peut être obtenu par des manipulations simples. L'utilisation peropératoire de l'amplificateur de brillance est indispensable pour vérifier et restaurer la longueur, l'alignement et la rotation. Une fois la réduction obtenue, un aide maintient simplement la position pendant l'insertion de l'implant. Dans quelques cas, un « joystick », un davier, voire le distracteur fémoral, peuvent apporter une aide à la réduction. Ces particularités cliniques seront développées au paragraphe *Situations particulières et artifices techniques*.

Mise en place de l'implant

Le fixateur est introduit par l'incision et glissé sous les éléments du compartiment antérieur en gardant bien le contact avec l'os pendant la manœuvre. Le pouce posé sur la crête tibiale permet de sentir et d'apprécier si l'implant est bien au contact de l'os. Un autre moyen consiste à suivre simplement sa progression à l'amplificateur. L'insertion est poursuivie jusqu'à ce qu'il existe une adéquation entre la conformation métaphyso-diaphysaire de l'implant et celle de l'os. La réduction doit être conservée durant toute cette phase de la technique.

Position de l'implant

À ce stade, la fracture devrait être grossièrement alignée et l'implant devrait s'adapter au contour du tibia. Nous essayons d'obtenir une adaptation à quelques millimètres près, ce qui est tout à fait suffisant, car cet implant ne doit pas épouser absolument la forme du tibia. Un cliché peropératoire vérifie la position de l'implant sur la face latérale de l'os aux niveaux proximal et distal (fig. 8).

Mise en place correcte de la plaque



Mise en place incorrecte de la plaque



Fig. 8 – La malposition de vis dans le plan sagittal est une complication potentielle. Si le fixateur ne se situe pas à la partie moyenne de la face latérale du tibia, les vis ne trouveront pas une assise appropriée dans la corticale.

Une fois qu'il a été vérifié que le fixateur s'adapte bien au tibia sur le cliché de face et qu'il est correctement placé en vue de profil, deux broches de Kirschner sont insérées dans les orifices *ad hoc* du guide, aux niveaux proximal et distal, pour maintenir l'assemblage réciproque du guide d'implantation et du tibia (fig. 9, 10). De plus, un boulon de stabilisation est posé grâce à une douille posée dans l'orifice du guide d'insertion correspondant à la partie la plus distale du fixateur. Cela est possible à travers une incision cutanée punctiforme ; la douille munie d'un trocart est ensuite amenée jusqu'à l'os par dissociation des tissus.

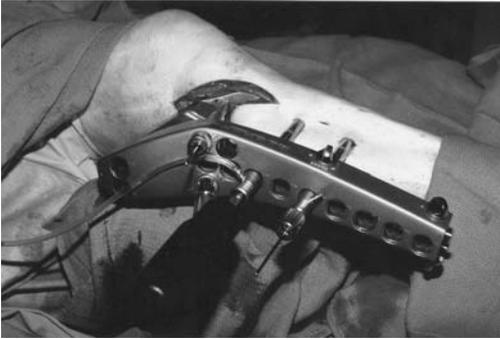
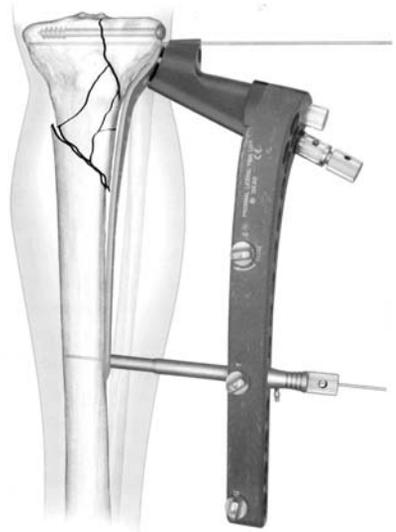


Fig. 9 – Vue après insertion du fixateur LISS, correction du raccourcissement, insertion des broches de Kirschner proximale et distale par rapport à la fracture, suivie par la réduction à foyer fermé de la fracture et insertion de la première vis.

Fig. 10 – Schéma montrant l'insertion des broches de Kirschner, après le rétablissement de la longueur du tibia et la pose sous-musculaire du fixateur LISS.



De principe, une incision distale sur la face latérale de la jambe est recommandée pour permettre une palpation digitale de l'os : ceci permet de vérifier que l'implant se trouve au contact direct de la face latérale d'une part, et d'autre part, de protéger les structures neurovasculaires lors de l'insertion des vis distales. Cela est possible à travers une boutonnière cutanée, dont le trajet

est ensuite préparé à l'aide d'une canule montée sur son trocart. Cette étape, qui s'appuie sur des dissections anatomiques (12), est un élément important dans la pose distale des vis sur le fixateur à 13 trous.

L'instrument de réduction

Quoique la pression manuelle soit habituellement suffisante pour obtenir une adaptation réciproque du tibia et de l'implant, il est possible d'affiner la réduction de la fracture. À cette fin ou pour une meilleure adaptation du fixateur, on peut se servir de l'instrument de réduction : il s'agit d'une fine tige de 4 mm de diamètre qui peut être vissée dans l'os à travers le guide d'insertion et une canule fixée sur l'un des trous de vis ; elle possède une mollette à son extrémité distale qui prenant appui sur le guide d'insertion, permet de ramener l'os sur le fixateur. Cette phase doit être menée sous amplificateur en position antéro-postérieure (fig. 11 a, b).

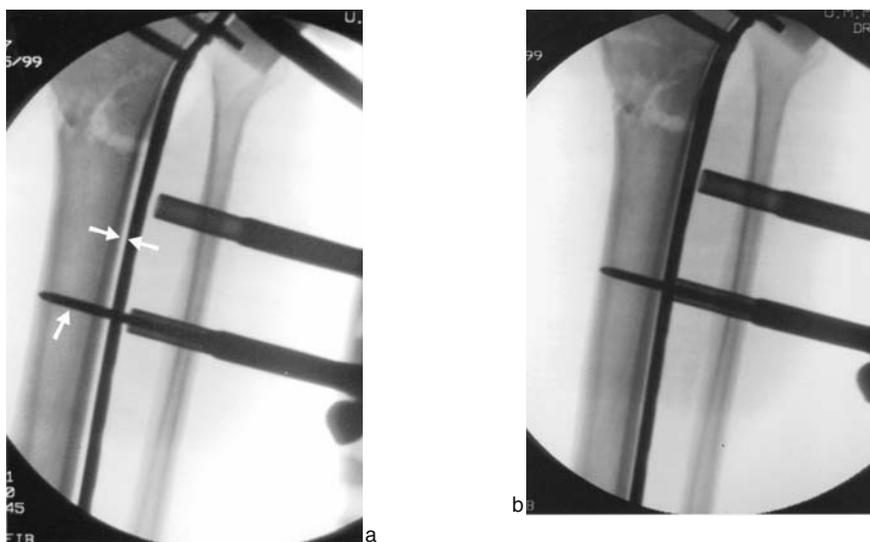


Fig. 11 – a) Image peropératoire à l'amplificateur de brillance montrant un hiatus entre le fixateur et le fragment distal du tibia, indiquée par les *flèches*. Un instrument de réduction est inséré à travers un guide de forage et prend appui sur les deux corticales, afin de tirer le tibia sur le fixateur. b) La même incidence, après l'action de l'instrument de réduction, montre le parfait alignement de la fracture et du tibia.

Fixation de la fracture

Des vis autoforeuses et autotaraudeuses sont ensuite insérées (fig. 12). Le schéma que nous avons préféré durant notre essai clinique fut la pose de quatre

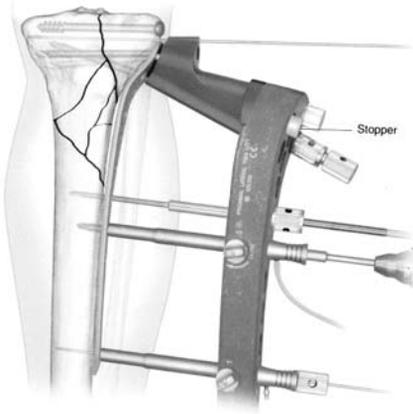


Fig. 12 – Schéma montrant l'insertion de la première vis dans le fragment distal, après la correction de la déformation en valgus.

vis proximales et distales de part et d'autre de la fracture, chaque fois que ce fut possible. La longueur des vis proximales est basée sur l'estimation par rapport à une broche-guide placée à travers le plateau. Les deux vis les plus proximales divergent vers le bas, d'environ dix degrés. La longueur appropriée pour les vis diaphysaires est de 18 à 26 mm.

Le boulon de stabilisation peut alors être enlevé et une vis est placée à travers cet orifice. Enfin, le guide d'insertion, les broches de Kirschner et le boulon de fixation peuvent tous être enlevés. Une vis peut alors être posée à main levée, à la place du boulon de fixation à travers l'orifice « A » : une vis de 40 mm est adaptée pour cette localisation, elle se dirigera vers l'éminence intercondyloïde (épines tibiales) et se termine au niveau de l'interligne articulaire.

Lors de la pose à main levée des vis autoforeuses et autotaraudeuses, le chirurgien bénéficie de 11° de liberté dans chaque direction : au-delà des 11°, l'interface vis/implant qui procure l'orientation angulaire prédéterminée, est détruit. Une autre option consiste à placer des vis conventionnelles à travers le fixateur. Nous l'avons fait de première intention, chaque fois que les implants péri-articulaires constituaient un obstacle au passage des vis autoforeuses et autotaraudeuses.

Situations particulières et artifices techniques

Fractures étagées

Les fractures étagées sont une circonstance où la réduction à foyer fermé peut s'avérer relativement difficile. Souvent, le fragment intermédiaire tend à se comporter indépendamment des fragments distal et proximal sur lesquels on peut exercer un peu plus de contrôle. Plusieurs stratagèmes peuvent être envisagés pour résoudre ce problème. Le premier consiste à placer des appuis de taille adéquate derrière la fosse poplitée et la partie proximale du mollet sous

contrôle fluoroscopique, jusqu'à ce que le fragment intermédiaire ait grossièrement retrouvé sa longueur et son alignement. Une traction sur le segment distal est toujours nécessaire, habituellement confiée à une paire de mains bienveillantes. Si l'usage des appuis ne permet pas d'obtenir et de maintenir la réduction, une vis de Schantz placée par une courte incision permet d'assurer le contrôle du fragment. Une pression adéquatement exercée à l'aide d'un repoussoir appliqué à travers une incision sur la face médiale, peut également apporter une aide à cette phase de la réduction. Enfin, le fixateur LISS peut être d'abord placé dans cette position dans le compartiment antérieur et un ou deux instruments de réduction permettent ensuite de ramener le segment intermédiaire sur le fixateur.

Les comminutions très proximales

Dans certaines circonstances, la comminution médiale s'étend vers l'épiphyse, parfois jusque dans le dernier centimètre sous le plateau tibial. Il est alors nécessaire de glisser le fixateur LISS en position très proximale, quasi en regard de l'interligne latéral. Cela conduit les vis les plus proximales, dont l'orientation se fait vers le bas avec un angle de 10°, juste sous l'os sous-chondral médial. Il en résulte une incongruence entre le dessin du plateau tibial latéral et celui du fixateur. De plus, ceci conduit l'implant à être décalé du plateau latéral jusqu'à un demi-centimètre, voire plus. Nous estimons que cette situation, bien qu'esthétiquement gênante à la vue des radiographies, est nécessaire à l'obtention d'un soutien adapté de la colonne médiale. L'alternative à ce cas de figure consiste à l'aborder comme il en a été discuté ci-dessus.

Fracture de la tubérosité tibiale

Dans certaines variantes comminutives, la tubérosité tibiale peut représenter une fracture autonome. Comme dans ce cas, ni l'ostéosynthèse de l'articulation, ni la fixation par le LISS ne procurent en soi un traitement de la tubérosité, la traction du quadriceps sur le ligament patellaire tend à en provoquer le déplacement. Nous recommandons alors de pratiquer une fixation élective de la tubérosité, obtenue par une vis corticale de traction en position antéro-postérieure. Elle ne devrait pas être posée à travers la jonction méta-physo-diaphysaire vers le segment distal, mais bien d'une position antéro-distale en direction postéro-proximale.

Fixation différée

Un petit nombre de fractures proximales du tibia ne sont pas opérées précocement du fait des conditions locales, de matériel indisponible ou du transfert tardif du patient. Nous préférons la pose d'un fixateur externe qui ponte

le genou, car ces fractures ont une propension au raccourcissement lié aux forces musculaires qui s'exercent sur le genou. Lorsqu'une ostéosynthèse a été différée, la réduction à foyer fermée est plus difficile, autant par l'organisation de l'hématome et du cal que par la rétraction des parties molles avoisinantes. Dans ces circonstances, la réduction à foyer fermé ne peut pas toujours être obtenue avec succès, par la simple traction manuelle et l'alignement. Nous avons alors recours à des vis de Schantz, des daviers et, dans de rares circonstances, au distracteur fémoral pour obtenir la réduction préalable et nécessaire avant la pose du fixateur. Pour ces raisons, il est recommandé de pratiquer la synthèse définitive en essayant de concilier précocité et sécurité.

Fractures ouvertes

Pour les fractures ouvertes proximales du tibia, une fixation interne immédiate est envisageable après une irrigation intensive et un débridement. Classiquement, la plaie de fracture ouverte se trouve en position médiale. Après que la fracture ouverte a été abordée par la plaie, la fermeture primaire est réalisée si possible. La face latérale est alors exposée pour la pose du fixateur LISS. Si la couverture primaire de la fracture ouverte n'est pas possible, nous sommes en faveur d'un régime d'irrigation et débridement itératif associé à des billes imprégnées d'antibiotiques, jusqu'à ce qu'une couverture des parties molles puisse être effectuée par un lambeau vascularisé à distance, avec anastomoses vasculaires microchirurgicales.

Essai clinique UMC

Cette étude porte sur l'expérience chirurgicale et l'évolution clinique de 45 patients consécutifs, traités pour des fractures proximales du tibia à l'aide du LISS. Les fractures incluaient les types AO 41 (A2, A3, C1, C2, C3) et 42 associés à une fracture du plateau ipsilatéral. Entre novembre 1998 et mars 2000, 46 fractures proximales du tibia furent ainsi traitées par le LISS. Parmi ces 46 fractures, 22 étaient de type 41, 11 de type 42 et 13 étaient une combinaison des types 41 et 42. Vingt-huit de ces 46 fractures impliquaient la surface articulaire. L'âge moyen des patients allait de 16 à 82 ans avec une moyenne de 44 ans. Seize (35 %) fractures étaient ouvertes (2 types I, 3 types II, 5 types IIIA et 6 types IIIB selon Gustillo). Les défauts de réduction sont représentés par des hyperflexions (apex antérieur) de plus de 5° dans 4 cas, un varus de 8°, mais aucun autre cas de varus ni valgus de plus de 3°. Il faut dénombrer 2 cas de translation antérieure du fragment proximal de un centimètre, dont l'un a nécessité une reprise chirurgicale. Toutes les fractures ont guéri avec une seule greffe osseuse et la mise en charge fut acquise en moyenne à trois semaines. L'amplitude moyenne de flexion allait de 1° (0 à 5°) à 116° (60° à 140°). Il n'y eut aucun tassement en varus ni balayage, et un seul patient a développé une infection qui a été traitée avec succès par

débridement et irrigation. Cette série montre l'apport d'une technique et d'une technologie nouvelle, le LISS : il permet d'obtenir une fixation stable des fractures proximales du tibia dans 96 % des cas, un taux élevé de consolidation (96 %) et un faible taux d'infection (2 %).

Conclusion

Le traitement chirurgical des fractures de l'extrémité proximale du tibia, avec ou sans atteinte de l'articulation, est associé à des types d'échec bien décrits et à un taux de complications significatif. Le LISS peut se concevoir comme un fixateur « externe interne ». Son usage dans le traitement des fractures bicondyliennes des plateaux tibiaux, prévient d'un tassement en varus du plateau médial grâce à l'usage de vis fixées selon un angle prédéterminé et qui, de ce fait, procurent de multiples points d'appui dans le segment articulaire proximal. Pour les fractures diaphysaires très hautes, il permet une fixation maximale du fragment proximal, et prévient ainsi des défauts de réductions associés à l'enclouage centro-médullaire.

Le système guide du LISS, qui permet une technique percutanée submusculaire, réduit l'agression des parties molles, usuelle dans ce type de lésion. Notre expérience initiale avec la technique et la technologie LISS, dans le traitement des fractures de l'extrémité proximale du tibia, semble indiquer qu'il donne un taux élevé de fixation stable et de consolidation pour un faible taux d'infection.

Références

1. Toivanen JA, Vaisto O, Kannus P *et al.* (2002) Anterior knee pain after intramedullary nailing of fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study comparing two different nail-insertion techniques. *J Bone Joint Surg* 84A: 580-5
2. Keating JF, Orfaly R, O'Brien PJ (1997) Knee pain after tibial nailing. *J Ortho Trauma* 11: 10-3
3. Court-Brown CM, Christie J, McQueen MM (1990) Closed intramedullary tibial nailing. Its use in closed and type I open fractures. *J Bone Joint Surg* 72B: 605-11
4. Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP (1987) Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. *J Ortho Trauma* 1 97-119
5. Perry CR, Evans LG, Rice S *et al.* (1984) A new surgical approach to fractures of the lateral tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 66A: 1236-40
6. Stokel EA, Sadasivan KK (1991) Tibial plateau fractures: standardized evaluation of operative results. *Orthopedics* 14: 263-70
7. Young MJ, Barrack RL (1994) Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthop Rev* 23: 149-54
8. Weiner LS, Kelley M, Yang E *et al.* (1995) The use of combination internal fixation and hybrid external fixation in severe proximal tibia fractures. *J Orthop Trauma* 9: 244-50
9. Bolhofner BR (1995) Indirect reduction and composite fixation of extraarticular proximal tibial fractures. *Clin Orthop* 315: 75-83

10. Gaudinez RF, Mallik AR, Szporn M (1996) Hybrid external fixation of comminuted tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 328: 203-10
11. Bal GK, Kuo RS, Chapman JR *et al.* (2000) The anterior T-frame external fixator for high-energy proximal tibial fractures. *Clin Orthop* 380: 234-40
12. Kregor P, Christensen R, Nemecek D *et al.* (2001) Neurovascular risk associated with sub-muscular fixation of the proximal tibia: A cadaveric study. In: 17th annual meeting of the Orthopedic Trauma Association, San Diego, CA

Le lecteur intéressé par le sujet du LISS appliqué aux lésions proximales du tibia, lira avec profit la revue Injury (2003), 34, suppl 1, consacré exclusivement à ce sujet.

(1) Le présent chapitre est une traduction de l'article de Cole *et al.*, intitulé « Less invasive stabilization system (LISS) for fractures of the proximal tibia: Indication, Surgical Technique and Preliminary Results of the UMC Clinical Trial » publié dans *Injury* 2003, Vol. 34, Suppl. 1, p. 16-29, © Elsevier Limited, et reproduit avec l'aimable autorisation de Elsevier. Cette traduction n'a pas fait l'objet d'une révision par Elsevier, préalablement à l'impression.

Fixateur externe dans les fractures des plateaux tibiaux

S. Rigal, G. Dalzotto, B. Bauer, A. Poichotte et M. Dischino

De nombreux traitements, chirurgicaux ou non, ont été proposés pour la prise en charge des fractures des plateaux tibiaux. La réduction à foyer ouvert et la stabilisation par ostéosynthèse interne est la méthode la plus communément admise pour les fractures déplaçées (18, 26, 27). Pour certaines fractures comminutives, instables, et avec souffrance tégumentaire, ce traitement est difficile et a un fort taux de complications. La fixation externe associée à des techniques de réduction à foyer fermé offre une alternative de stabilisation en limitant l'agression des parties molles. Elle est utilisée seule ou en complément d'ostéosynthèse interne par de nombreux auteurs (3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 17, 20-22, 24, 25, 28, 29). Ces techniques sont proposées soit sous forme de fixateurs circulaires, choisis en particulier pour le faible encombrement intra-osseux des broches, ou sous forme de fixateurs à fiches qui, par leur plasticité, autorisent des prises épiphysaires de bonne qualité.

Nous définirons les fractures complexes des plateaux tibiaux qui constituent l'indication principale de l'exofixation, analyserons les contraintes d'implantation du fixateur et préciserons les modes d'utilisation. La mise en place d'un appareil à broches et d'un appareil à fiches sera décrite. Les indications seront précisées, ainsi que les résultats de ce mode de traitement.

Particularités des fractures complexes fermées

Les fractures des plateaux tibiaux désignent un ensemble de lésions qui affectent la zone épiphyso-métaphysaire proximale du tibia. Le trait de fracture intéresse les surfaces articulaires, il est plus ou moins complexe, associant séparation et enfoncement. Il s'étend vers la zone métaphysaire, voire au-delà vers la diaphyse. Les lésions osseuses sont associées à des lésions des parties molles de voisinage (1) : enveloppe tégumentaire, ligaments stabilisateurs du genou, voire axes vasculonerveux.

Ces différentes formations anatomiques peuvent être simultanément affectées lors de traumatismes à haute vélocité chez des patients jeunes souvent polytraumatisés, ou au contraire lors de traumatisme à basse énergie chez des patients âgés ostéoporotiques, au statut vasculaire périphérique précaire.

Pour Tschérne (26) l'altération simultanée d'au moins deux de ces structures anatomiques définit le caractère complexe de ces fractures. Pour

Watson (27) une fracture complexe à haute énergie des plateaux tibiaux est la conjonction de quatre facteurs : le degré d'enfoncement articulaire, l'aspect multidirectionnel des traits de fracture dans le plan sagittal et frontal, la dissociation de la jonction métaphyso-diaphysaire et l'altération des téguments.

Il faut apprécier ces fractures complexes dans leurs deux composantes, osseuse et tégumentaire. Les lésions osseuses de traitement difficile sont constituées par les fractures bicondyliennes et des fractures qui dissocient la métaphyse de la diaphyse, elles correspondent aux types V et VI de la classification de Schatzker (23), aux types C1 C2 et C3 de la classification AO, aux fractures bitubérositaires complexes de type II et comminutives de type III de Hutten et Duparc (6).

Les lésions tégumentaires sont constantes dans les traumatismes à haute énergie, en raison de la situation superficielle du squelette osseux sur les faces antérieure, latérale et médiale. L'appréciation des lésions des tissus de recouvrement est essentielle, la classification de Tscherne et Gotzen (26) en quatre grades est adaptée à une approche pronostique des lésions fermées. Les grades 2 (abrasion associée à une contusion musculaire) et 3 (écrasement avec des lésions musculaires sévères et décollement sous-cutané) ont un risque évolutif de nécrose et/ou d'infection. Le revêtement cutané peut être ouvert avec exposition du foyer de fracture, cela nécessite le recours à l'exofixation, d'autant qu'il existe des lésions musculaires et vasculaires, mais cette indication est à la limite de ce chapitre sur l'utilisation de l'exofixation à foyer fermé.

La fixation externe à foyer fermé, dans notre expérience et pour de nombreux auteurs (5, 7, 8, 10, 11, 13, 17, 20-22, 24, 25, 28, 29), prend tout son intérêt dans le traitement des fractures complexes des plateaux tibiaux où existent des difficultés de réduction, en raison de traits multiples et de comminution, des difficultés de contention de foyer instable, et où l'on désire éviter un abord étendu à travers des tissus de revêtement à la vitalité précaire.

Impératifs du traitement

Le choix thérapeutique dans ces fractures intra- et juxta-articulaires doit assurer :

- une restauration exacte des surfaces articulaires, indispensable pour rétablir la stabilité et le roulement-glissement ;
 - un rétablissement de l'alignement axial ;
 - une fixation solide, qui autorise une mobilisation précoce, élément de lutte contre l'enraidissement, et cela sans risque de déplacement secondaire.
- Ces impératifs doivent être remplis en limitant les complications classiques que sont l'infection ou les problèmes cutanés, et en privilégiant une approche biologique, plus que mécanique, de la consolidation. Celle-ci sera recherchée autant que possible suivant les principes du foyer fermé.

L'immobilisation plâtrée ne s'adresse qu'aux fractures sans déplacement ; ailleurs, elle est source de cal vicieux, de pseudarthrose, et est difficilement utilisable s'il existe des lésions des parties molles.

La méthode fonctionnelle par traction-mobilisation, suivie d'une immobilisation plâtrée, s'adresse aux fractures complexes fermées, lors de contre-indication à la chirurgie. Celle-ci n'autorise pas une restauration articulaire, et impose un alitement prolongé.

L'ostéosynthèse percutanée, assistée par contrôle intra-articulaire arthroscopique ou par vérification péropératoire radiographique, est appropriée aux fractures-séparation simples et enfoncements localisés, mais ne peut assurer seule la stabilité de fractures complexes (6, 21).

Les fractures complexes avec comminution et extension distale du trait de fracture sous une peau contuse ne poussent pas vers la fixation interne par plaque. Si l'abord direct permet la réduction à ciel ouvert des surfaces articulaires, une ostéosynthèse rigide nécessite l'utilisation de deux plaques (matériel volumineux sous des tissus fragiles), et un abord extensif souvent bilatéral qui dévitalise encore plus les fragments. Ces techniques sont source de complications nombreuses : raideur, pseudarthrose, désunion, nécrose cutanée et infection.

L'enclouage centromédullaire verrouillé ne confère pas de stabilité à des traits de fracture trop proximaux, situés près de l'introduction du clou. La réduction à foyer fermé est difficile, l'enfoncement du clou va déplacer le foyer et une ou deux vis de verrouillage situées trop près du foyer ne peuvent le stabiliser.

Le fixateur externe est une alternative qui trouve sa place dans les limites de l'ostéosynthèse intrafocale fermée (difficultés mécaniques de stabilisation) et ouverte (complication des parties molles).

L'utilisation de la fixation externe est proposée pour les avantages que sont l'agression limitée des parties molles (la fracture est alignée et stabilisée sans abord extensif et décollement des parties molles), la stabilisation efficace si l'on respecte une bonne technique d'implantation, la possibilité de mobilisation de l'articulation et d'appui partiel précoce.

Les limites de son utilisation de façon isolée sont liées aux difficultés de réduction des surfaces articulaires. Mais l'exofixation est compatible avec une réduction réalisée par des manœuvres à foyer fermé, sous contrôle radiographique et arthroscopique, comme dans l'expérience de Scheerlinck (24). La mise en compression des traits de séparation, difficilement réalisée par la fixation externe, peut être confiée à une ostéosynthèse percutanée *a minima*.

Cahier des charges du fixateur externe

Le système de fixation externe doit répondre à des exigences anatomiques, fonctionnelles, mécaniques et anatomopathologiques.

Contraintes anatomiques

La face postérieure et la région postéro-latérale sont interdites par les éléments vasculonerveux. À la face antérieure, la transfixion du ligament patellaire doit

être évitée. La cavité articulaire doit être respectée en évitant de traverser la synoviale grâce à une implantation sous contrôle radiographique, qui respecte une distance de sécurité de 20 mm par rapport à l'interligne articulaire. L'implantation aux faces latérale et antéro-latérale doit être privilégiée. La transfixion des plans de glissement est ici minimale, et l'os, superficiel, est facilement palpable.

Contraintes fonctionnelles

L'appareil doit, dans la mesure du possible, sauvegarder la liberté de mouvement du genou qui est un élément de lutte contre l'enraidissement. Le pontage de l'articulation, lorsqu'il s'impose, augmente les contraintes au niveau du foyer par un bras de levier plus important. L'implantation diaphysaire doit éviter les transfixions de la loge antérieure de jambe pour ne pas retentir sur la mobilité de la cheville.

L'encombrement de l'appareil doit être diminué, tout en restant compatible avec son rendement mécanique. Il ne doit pas gêner la flexion dans la région postérieure, ni la déambulation à la face médiale.

Contraintes mécaniques

L'ancrage de fiches, ou de broches, en zone juxta-articulaire se fait dans l'os spongieux, dans lequel la tenue est plus aléatoire, d'autant que le matériel doit à la fois stabiliser la réduction du trait articulaire, et servir d'appui à l'ancrage diaphysaire, avec un bras de levier important représenté par le segment jambier. Cela impose de choisir un système qui autorise une prise transversale horizontale assez étendue sur la circonférence de l'épiphyse tibiale, et une solidarisation solide, entre la prise épiphysaire et diaphysaire, sous forme de triangulation pour un fixateur à fiches, ou de cylindre pour un circulaire.

Contraintes anatomopathologiques

Les traits de fractures sont parfois multiples, difficiles à comprimer, les fragments osseux à stabiliser sont de petite taille, parfois simple volet cortical. L'association d'une comminution métaphysaire peut limiter la hauteur d'implantation. Cela impose d'une part de connaître par les moyens radiologiques et tomodynamométriques la taille, le volume, et la position des fragments osseux, pour une planification préopératoire de l'implantation du matériel, et d'autre part de disposer de plusieurs systèmes (fixateur à fiches et fixateur circulaire à broches) pour un choix éclectique en fonction de la fracture.

Réponses au cahier des charges

Plusieurs systèmes répondent à ce cahier des charges. La fixation externe pour le traitement des fractures des plateaux tibiaux se décline en fixateurs à broches

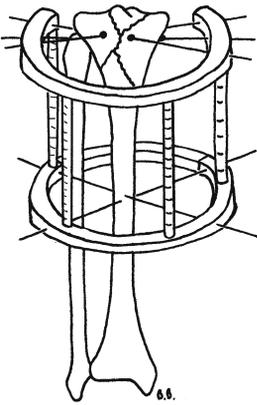


Fig. 1 – Schéma d'un fixateur circulaire à broches.

et fixateur à fiches, fixateur seul ou combiné avec une ostéosynthèse interne la moins encombrante possible.

Le fixateur circulaire à broches, utilisé seul ou combiné avec une ostéosynthèse percutanée, est retenu pour ses qualités mécaniques de prise épiphysaire. Le faible volume du matériel intra-osseux épiphysaire permet de fixer des fragments de petite taille. La compression du foyer de fracture est assurée par des broches à olive (fig. 1).

Dans notre expérience et celle d'autres auteurs (10, 16), les appareils à fiches, qui autorisent une prise épiphysaire transversale hémicircconférentielle, avec une grande liberté d'orientation des fiches et une solidarisation épiphysio-diaphysaire multiplan, sont utilisés isolément (fig. 2). Le fixateur à fiches est parfois utilisé seul en monoplan comme dans

l'expérience de Bonneville (3) ou de Scheerlinck (24).

Le fixateur externe en montage « composite » associe une ostéosynthèse intrafocale. Celle-ci est plutôt percutanée par vis canulées, pour d'autres un fixateur médial à fiches est le moyen de neutralisation d'une ostéosynthèse interne par plaque latérale (8) (fig. 3).

Les fixateurs « hybrides » conjuguent une prise épiphysaire circulaire par broches et un ancrage diaphysaire monoplan par fiches. Il offre l'alternative d'un matériel proximal moins volumineux par rapport à des fiches de gros diamètre et évite, par une implantation monolatérale médiale ou antérieure, l'inconvénient de la transfixion tendino-musculaire par les broches diaphysaires du fixateur circulaire (fig. 4).

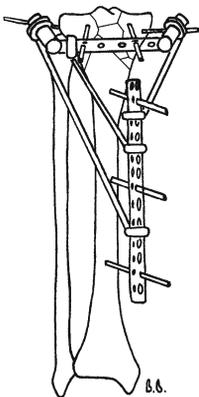


Fig. 2 – Schéma d'un fixateur à fiches.

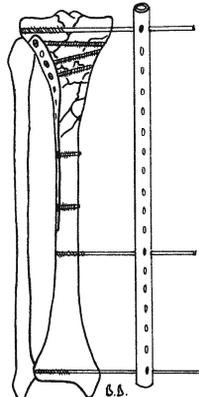


Fig. 3 – Schéma d'une fixation composite.

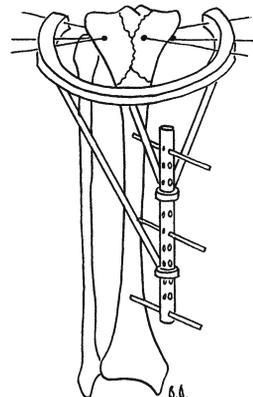


Fig. 4 – Schéma d'un fixateur hybride.

Le pontage du genou, lorsqu'il s'impose, est réalisé par un fixateur à fiches. Il est utilisé soit comme moyen de stabilisation temporaire en attente d'un autre geste d'ostéosynthèse à l'exemple de Morandi (19), soit comme mode de traitement définitif associé à une ostéosynthèse interne percutanée (13).

Intérêts et principes de chaque système

Principes biomécaniques d'un montage circulaire

Dans la fixation externe circulaire, tout le poids du corps est transmis, de manière amortie, au foyer de fracture, par tension progressive des broches. À la levée de l'appui, le phénomène inverse actif se produit. Il s'agit d'un système oscillant, où le report de forces est théoriquement complet par l'intermédiaire des cercles qui entourent le membre (4). Selon ces principes biomécaniques, la méthode d'Ilizarov offre aux fractures épiphysaires la garantie d'une consolidation rapide, tout en permettant mobilisation et appui immédiat, donc hospitalisation courte, au prix d'une intervention généralement non sanglante (4). Ce fixateur externe élastique peut être mis seul en distraction, utilisant alors l'effet d'ostéotaxis, ou bien en neutralisation, associé à une ostéosynthèse interne *a minima* réalisée par de courtes incisions.

La mise en place d'un fixateur externe circulaire, de type Ilizarov, en région épiphysaire, obéit à quelques règles (4, 14, 15, 20) :

- le respect de l'environnement vasculaire : on n'ouvre jamais une fracture initialement fermée, on ne dépérioste jamais une fracture ouverte plus qu'elle ne l'est ;

- l'utilisation de broches fines de 1,8-1,5 mm de diamètre, en raison de la proximité de la cavité articulaire, de la petite taille, et parfois du caractère ostéoporotique des fragments épiphysaires intra- ou juxta-articulaires, et de l'état précaire du revêtement cutané ;

- le faible diamètre des broches ne permet pas d'assurer le même niveau de rigidité que des fiches de plus gros diamètre. C'est dire qu'il faut mettre en place en région épiphysaire trois ou quatre broches fines au minimum, parmi lesquelles des broches à olive qui permettent une compression interfragmentaire. La broche à olive est positionnée en fonction des impératifs opératoires, et soumise à une tension modérée, surtout s'il s'agit d'un os ostéoporotique ;

- ces broches sont parallèles à la surface articulaire, et placées à 20 mm de cette dernière, pour prévenir tout risque de fistule synoviale et d'infection articulaire ;

- trois anneaux sont nécessaires à une stabilisation de qualité, dont le diamètre doit être le plus petit possible, tout en laissant un libre accès pour les soins locaux, voire une plastie de recouvrement. Pour supprimer toute entrave à la flexion du genou on préfère les 3/4 ou 4/5 d'anneau en zone proximale ;

- le croisement des broches dans l'os doit être le plus orthogonal possible, toutefois selon des trajets respectant les structures vasculonerveuses ;

- les moyens d'union doivent être solides et nombreux, quatre tiges au minimum ;
- le centrage du fixateur par rapport à l'axe du tibia doit être assuré ;
- la tension des broches à un niveau convenable (100 daN) est indispensable, et doit être entretenue pour pérenniser le niveau de rigidité initial.

Ainsi, le respect de l'ensemble de ces critères, est le garant d'une stabilité en flexion, torsion, et translation, tout en assurant les mouvements de compression-distraction essentiels à la consolidation osseuse.

Principes et réalisation d'un montage circulaire

Un bilan radiographique, et surtout tomodensitométrie préopératoire, est un préalable indispensable pour planifier le montage d'exofixation.

La fracture épiphysio-métaphysaire proximale du tibia est réduite par ostéotaxis, sous contrôle de l'amplificateur de brillance, en exerçant une simple traction transcalcaneenne, sur table orthopédique, avec un contre-appui sous la cuisse qui permet de fléchir le genou. De petits enfoncements sont relevés par simple poinçonnage transcutané. Lorsque la réduction est satisfaisante, on procède à la mise en place première des broches, selon une cartographie, tenant compte des impératifs anatomiques, qui précise leurs points d'entrée et de sortie.

Les points d'entrée perforent l'angle postéro-médial du tibia, dont les repères sont facilement accessibles sous la peau. Cet angle peut être suivi jusqu'à la malléole tibiale. Les points de sortie sont situés sur la face latérale du tibia, et se projettent sur une ligne passant 2 cm en dehors de la tubérosité tibiale. De même, en région sous-tubérositaire, les broches perforent la corticale 2 cm en dehors de la crête tibiale jusqu'à l'articulation tibio-fibulaire distale.

Il faut exiger une réduction la plus parfaite possible, pour ne se contenter que d'un fixateur externe en distraction longitudinale. En cas d'échec de la réduction de fractures très déplacées par manœuvres externes, un mini-abord, le moins délabrant possible, est parfois nécessaire, pour s'assurer une réduction de qualité avec relèvement des enfoncements, mise en place d'une greffe osseuse de soutènement, et/ou d'une ostéosynthèse interne de moindre encombrement.

Principes biomécaniques d'un fixateur externe à fiches

Certains auteurs font le choix d'un fixateur à prise épiphysaire transversale monoplan avec des fiches parallèles, comme Bonneville (3) ou Marsh (13). Dans notre expérience, la réalisation d'une prise épiphysaire transversale étendue, élément essentiel pour la qualité mécanique du montage, est indispensable. Elle est autorisée par de nombreux fixateurs actuellement disponibles qui, par leur plasticité, permettent de réaliser l'implantation épiphysaire sans se soucier de la réduction métaphysio-diaphysaire.

La fixation épiphysaire par fiches doit respecter certains principes :

- des fiches d'un diamètre suffisant, 5 voire 6 mm, mais tenant compte de la taille des fragments. Pour Lortat-Jacob (11) la tenue dans l'os spongieux dépend de la différence entre le diamètre extérieur du filet et le diamètre de l'âme de la fiche, ce qui lui fait proposer l'utilisation de fiches ayant un pas de vis spongieux. L'utilisation de fiches à revêtement d'hydroxyapatite pourrait apporter une meilleure stabilité secondaire et une meilleure tolérance ;
- une prise transversale par rapport à la prise diaphysaire ;
- une implantation dont la stabilité en torsion est conditionnée par la notion d'angle épiphysaire défini par Lortat-Jacob (11). Cet angle, sur une épiphyse en vue supérieure, est réalisé par deux lignes tracées entre les points d'entrée des fiches les plus opposées et le centre de l'épiphyse. Cet angle doit être égal ou supérieur aux 180° qui sont réalisés par une fiche transfixiante qui passe par le centre de l'épiphyse. Entre ces fiches extrêmes, la mise en place de fiches intermédiaires accroît théoriquement la stabilité en varus, valgus et compression. Mais la hauteur d'implantation limitée n'autorise pas toujours des plans de croisement multiples, et le grand nombre de fiches de diamètre important détruit le capital osseux, fragilise la prise osseuse, et augmente le risque infectieux. Quatre fiches sont, dans notre expérience clinique, suffisantes pour réaliser cette implantation.

La prise diaphysaire est monolatérale, étendue en longueur, et comporte au moins trois fiches.

La solidarisation est réalisée, en triangulation, par au moins trois barres d'union épiphysa-diaphysaires. Ce nombre est essentiel pour Lortat-Jacob (10) afin de diminuer le déplacement en rotation et en cisaillement.

Principes et réalisation d'un montage à fiches

Nous effectuons ce montage avec un fixateur externe du service de santé des armées (FESSA). Mais celui-ci reste réalisable avec tous les fixateurs qui autorisent un montage autour de l'épiphyse, à fiches indépendantes. Le FESSA est constitué d'un tube perforé au travers duquel passent des fiches de 5 mm de diamètre, solidarisées au tube par des vis de blocage. Pour les prises épiphysaires, les fiches sont reliées au tube par un collier tournant autour de celui-ci. Les fiches peuvent ainsi être disposées dans des plans différents au-dessus ou au-dessous du tube et dans des directions indépendantes. Nous ne décrivons pas les temps de réduction articulaire, ni de synthèse par vissage percutané, qui sont exposés dans d'autres chapitres de cet ouvrage.

Les séquences s'enchaînent comme suit : reconstruction articulaire anatomique, mise en place des fiches épiphysaires, réalisation de l'ancrage diaphysaire, alignement axial et solidarisation des deux systèmes. L'intervention doit être planifiée sur le bilan radiographique préopératoire comprenant des radiographies simples de face de profil et de $3/4$ (éventuellement répétées juste avant l'opération sous anesthésie en traction), et un examen tomodensitométrie avec reconstructions coronales et sagittales.

L'installation doit autoriser un contrôle radiologique peropératoire (dans les deux plans) voire arthroscopique, le décubitus dorsal sur table radiotransparente est préféré à la table orthopédique. Un appui, à mi-cuisse, permet de mobiliser le genou et dégage le segment jambier du plan de la table et du membre controlatéral.

Le premier temps consiste à transformer l'épiphyse en un bloc solide. Avant toute implantation de fiche, il faut réduire anatomiquement l'articulation. En forte traction axiale, l'aspect de l'articulation est contrôlé en radioscopie. Si l'anatomie n'est pas satisfaisante, il faut essayer de l'améliorer par poinçonnage pour les enfoncements, par resserrage par un davier « dents de lion » dans les séparations. La mise en place de fiche est réalisée sur un foyer réduit ou mieux stabilisé au préalable par une ostéosynthèse percutanée par vis canulée. Il n'existe en effet aucune possibilité de mise en compression d'un foyer de séparation par une fiche. La fiche la plus proximale est mise aussi loin que possible de l'interligne repéré en radioscopie. L'implantation est réalisée à la main, ou au moteur lent, après une incision d'un centimètre jusqu'au plan osseux, et préforage à la mèche. Elle est disposée perpendiculaire au foyer principal à stabiliser, au ras de l'articulation sans traverser le cul-de-sac synovial, parallèle à l'interligne et dans le plan frontal. Le tube support des autres fiches épiphysaires est positionné sur cette fiche qui sert de point d'appui. La deuxième fiche mise en place doit idéalement être disposée avec l'angle le plus ouvert possible par rapport à la première fiche, afin de respecter les impératifs biomécaniques de la prise épiphysaire définis par Lortat-Jacob (11). Cette fiche, positionnée la plus distale sur le bloc épiphysaire, est immédiatement sus-jacente au foyer métaphyso-diaphysaire. Les deux autres fiches seront disposées avec un trajet plutôt sagittal entre les deux premières (fig. 5).

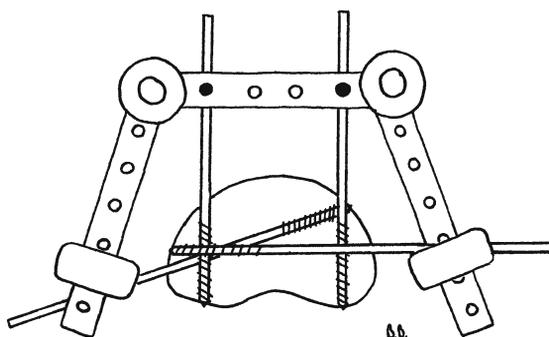


Fig. 5 – Schéma d'une prise épiphysaire par fiches.

L'implantation diaphysaire est antérieure ou antéro-médiale, monolatérale. Même si la plasticité des moyens de solidarisation autorise une implantation totalement indépendante, il faut privilégier la pose sur un foyer métaphyso-épiphysaire réduit ou au moins aligné en traction, pour préserver le parallélisme entre fiches épiphysaires et diaphysaires, en veillant à l'orthogonalité entre les plans des fiches corticales et la corticale diaphysaire. Les deux fiches

extrêmes sont mises en place, une près du foyer, une éloignée au tiers inférieur de la jambe, une troisième intermédiaire.

La solidarisation est réalisée par une union temporaire à l'aide d'une barre en carbone, radiotransparente, de 12 mm de diamètre qui assure le maintien de la traction et autorise la vérification de la réduction du foyer et la modification de celle-ci sans manipulations nombreuses. Cependant, si elle assure une stabilité suffisante à un contrôle peropératoire, elle doit impérativement être complétée par l'adjonction de deux barres supplémentaires.

Autres utilisations d'un fixateur à fiches

Des auteurs ont développé des montages « composites » où le fixateur est un complément de stabilité d'une plaque latérale. Bolhofner (2) pour des fractures proximales du tibia non articulaires, mais d'autres, Ries et Meinhard (22), Gerber et Ganz (8) les ont aussi utilisés pour des fractures articulaires. Cette philosophie du fixateur composite est à la limite de cette étude, puisque le foyer est abordé, mais son intérêt justifie que nous la décrivions. Pour tous ces auteurs, le fixateur composite est retenu pour le traitement de fractures complexes. La plaque réalise un apport de stabilité qui autorise l'ablation du fixateur plus précocement que lorsqu'il est utilisé seul. Le fixateur évite une deuxième plaque interne, ce qui diminue les problèmes des parties molles. Les capacités mécaniques du fixateur permettent de réduire la taille de la plaque et le nombre de vis. Pour Gerber (8) un système élastique est créé et entraîne une modification des qualités mécaniques de tension-compression, ainsi qu'une possibilité de modifications de l'alignement axial après l'opération. La justification mécanique est trouvée dans une étude réalisée par Gerber (8), d'un modèle expérimental qui comporte un défaut médial métaphysaire, réalisé sur os artificiel, et dont les résultats montrent une stabilité très proche pour la double plaque et le montage composite.

La réduction et la stabilisation épiphysaire sont réalisées en technique percutanée. La technique de la stabilisation métaphyso-diaphysaire est bien exposée par Bolhofner (2). Schématiquement, une fiche proximale et une fiche distale sont placées dans un plan frontal, parallèles à l'articulation du genou et de la cheville. Le foyer est stabilisé, aligné en distraction modérée. Par une incision latérale, une plaque adaptée à la face latérale du tibia est solidarisée, d'abord au fragment épiphysaire, puis au fragment diaphysaire, après réduction de la translation du fragment distal, et mise en compression ou au contraire distraction du foyer. Deux vis sont disposées de part et d'autre du foyer. Si un complément de stabilisation est nécessaire une troisième fiche de fixateur est implantée à courte distance de la partie distale de la plaque. Un apport osseux dans le même temps opératoire est possible (2, 8).

Suites spécifiques

Soins locaux

Ils sont essentiels, ils intéressent le corps du fixateur qui doit être maintenu propre, ainsi que la jonction entre fiche (ou broche) et peau. La cicatrisation spontanée au contact de la fiche isole l'os de l'extérieur, mais cette jonction doit être nettoyée. Les fiches « dangereuses » situées à proximité de l'articulation, celles qui traversent le foyer de fracture doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les soins quotidiens sont les plus simples possibles : lavage non agressif à l'eau et au savon, orifices de fiches à l'air libre, éviter de maintenir en place des compresses, véritable carcan qui irrite la peau. La surveillance clinique et radiographique des fiches « précieuses » épiphysaires, celles dont la suppression rendrait le montage instable, est une priorité. La tenue mécanique des fiches est liée au maintien de leur asepsie par des soins bien respectés. Les conduites spécifiques sont bien codifiées face à des situations parfaitement individualisées (rougeur localisée, rougeur plus écoulement sans ostéolyse, rougeur plus écoulement accompagné d'ostéolyse), et permettent de gagner la course-poursuite entre consolidation et ostéite synonyme de déstabilisation.

Rééducation

Le patient porteur d'un fixateur externe posé au plus près du genou, ou qui porte celui-ci, peut et doit bénéficier de soins de rééducation et réadaptation fonctionnelle.

Les principes sont :

- la préparation tissulaire à visée de drainage vasculaire (prévention de la maladie thromboembolique), de mobilisation des plans de glissement (prévention des rétractions tendino-musculaires et capsulo-ligamentaires, ainsi que de la fibrose adhésive), et de recrutement musculaire (prévention du gommage moteur) ;
- le maintien, voire la récupération des amplitudes articulaires (si le genou n'est pas ponté), en tenant compte de l'encombrement du fixateur ;
- le contrôle de l'autonomie, en particulier dans les transferts, chez un patient souvent encombré par le matériel ;
- l'entretien d'un schéma de marche correct en appui contact ou soulagé, pour lutter contre l'exclusion segmentaire du membre traité.

Ablation du fixateur

Elle est précédée en fonction du matériel utilisé par une dérigidification axiale ou progressive multidirectionnelle. Cette modification du fixateur cherche à induire des forces favorables à la consolidation et protège les fiches de contraintes excessives.

Indications

La constatation de nombreuses complications de l'ostéosynthèse interne classique, dans certaines fractures fermées des plateaux tibiaux, a conduit à l'essor de l'exofixation à foyer fermé au cours des dix dernières années.

À côté de l'indication principale des fractures fermées complexes à haute énergie, où la fixation externe permet de régler, à moindre risque, le problème de la dissociation métaphyso-diaphysaire et celui de l'altération de l'état cutané, l'usage du fixateur externe peut être étendu à des situations diverses liées à la lésion osseuse, aux lésions associées et au contexte. Ce sont :

- les foyers comminutifs étendus, pour lesquels l'ostéosynthèse intrafocale n'offre pas un appui mécanique satisfaisant ;
- les fractures à trait plus simple de type I et II de Schatzker, ou unitubérositaires de Hutten et Duparc, qui relèvent de l'exofixation lors de contusions cutanées graves associées, grade 2 et 3 de Tscherne et Gotzen (28) ;
- les traumatismes ostéo-vasculaires, pour lesquels le fixateur autorise d'une part un geste de stabilisation rapide à foyer fermé, et d'autre part évite de détériorer la circulation collatérale ;
- les polytraumatisés, où l'urgence vitale prime, et où le traitement idéal immédiat de la lésion osseuse n'est pas nécessaire. Le fixateur externe assure alors une immobilisation rapide. Sa stabilité facilite les soins dans la période critique de réanimation. Ce premier fixateur sera secondairement repris par ostéosynthèse interne ou par un second fixateur ;
- les fractures étagées du membre inférieur, qui posent des problèmes de tactique autant que de choix technique. La stabilisation primaire par le fixateur à la jambe autorise avec plus de confort le traitement des fractures du segment fémoral (12). Lors de fractures diaphysaires associées, le fixateur peut éviter des abords extensifs ;
- les patients âgés ostéoporotiques, parfois artéritiques, à l'état vasculaire périphérique précaire. Le fixateur est utilisé pour sa faible agressivité, et préserve une certaine autonomie ;
- les fractures ouvertes, à la limite de notre propos où l'utilisation du fixateur externe répond aux impératifs déjà exposés. Son implantation doit tenir compte de gestes de recouvrement par des lambeaux.

Discussion et résultats

La difficulté et les complications de la réduction à ciel ouvert avec ostéosynthèse interne (18, 23, 24) contribuent à la promotion de l'exofixation dans les fractures complexes des plateaux tibiaux. La fixation externe dans ces indications est un geste difficile, qui demande un savoir-faire et nécessite un apprentissage. Les mauvais résultats sont liés à une erreur de pose et une insuffisance de réduction.

Les résultats anatomiques et fonctionnels sont satisfaisants pour les promoteurs de ces techniques (5, 7, 8, 13, 17, 19, 21, 24, 25, 27, 28), et les cas

rapportés constituent des séries assez importantes à l'exemple de celle de Weiner (29).

La fixation circulaire par broches seules est utilisée par Murphy (20) et Dendrinis (5), d'autres auteurs Mikulak (17), Weiner (29) associent pour certaines lésions le vissage percutané. Le fixateur hybride est utilisé par Stamer (25), Gaudinez (5) et Raschke (21). Le fixateur à fiches seul est rapporté par Lortat-Jacob (10) et Bonneville (3), ou associé à une ostéosynthèse *a minima* par Marsh (13) et Scheerlinck (24). Le montage composite avec une plaque latérale est proposé par Gerber (8) et Ries (22).

Murphy (20) à propos de 5 fractures complexes traitées avec un fixateur circulaire, et un abord minimal pour la réduction de fractures très déplacées, a obtenu la consolidation entre 4 et 5 mois, alors que le fixateur était maintenu en moyenne 3 mois. L'appui partiel a été débuté à la huitième semaine. Une arthrite est survenue sur broche située à moins de 15 mm de l'interligne articulaire.

Dendrinis (5) a traité 24 fractures complexes. L'abord fut limité dans 7 cas et large dans 5 cas. Il n'y a eu aucune lésion vasculonerveuse opératoire. Toutes les fractures ont consolidé dans un délai moyen de 14,4 semaines. Le fixateur a été enlevé à 13 semaines en moyenne, avec un appui complet à 14,4 semaines. Aucun cas d'infection n'est survenu. Dix-sept patients ont un résultat bon ou excellent.

Mikulak (17) rapporte une série de 24 fractures de type VI de Schatzker qui ont toutes consolidé dans un délai moyen de 17,7 semaines. La reprise d'appui total est réalisée en moyenne à 14,7 semaines. Deux types de complications sont rapportés : 2 lésions du nerf fibulaire commun (sciatique poplitée externe) par enroulement, et 3 évolutions septiques (1 arthrite, et 2 infections sur vis). Les résultats fonctionnels excellents sont attribués à la mobilisation précoce autorisée par le montage.

Weiner (29) a traité 50 fractures complexes. La consolidation a été obtenue en 12 semaines pour 48 fractures. Deux pseudarthroses ont nécessité une greffe osseuse complémentaire. Deux arthrites sont survenues sur des broches intracapsulaires. Les résultats anatomiques et fonctionnels sont bons et excellents dans 82 % des cas.

Stamer (25) a traité 23 fractures de type VI de Schatzker par un fixateur hybride associé à une réduction par mini-abord dans 8 cas, et vissage percutané dans 16 cas. La consolidation a été effective pour toutes les fractures après un délai moyen de 4,4 mois. Les résultats fonctionnels sont excellents et bons chez 17 patients. Les mauvais résultats sont observés chez des patients qui ont présenté des complications infectieuses profondes.

Gaudinez (5) rapporte 16 fractures type V et VI de Schatzker. La consolidation a demandé 4,5 mois en moyenne. Le fixateur a été maintenu durant 15,5 semaines. Onze infections superficielles sont survenues chez 4 patients.

Raschke (21) souligne que la stabilisation des fractures des plateaux tibiaux, par simple vissage percutané, nécessite un haut niveau de coopération de la part des patients. Ce n'est pas toujours garanti, surtout chez les sujets âgés, pour lesquels il préconise, ainsi que pour les fractures complexes, la méthode

combinée avec un fixateur externe hybride. Douze fractures complexes sont ainsi traitées. Le fixateur est maintenu 16 semaines en moyenne. Des infections sur broches sont observées chez tous les patients, surtout en zone métaphysaire. Une arthrite s'est développée sur une broche intra-articulaire.

Lortat-Jacob (10) rapporte 20 fractures de l'extrémité proximale du tibia, dont 12 articulaires. Cette méthode a été réservée aux fractures peu déplacées. S'il était impossible par manœuvre externe d'avoir une congruence articulaire satisfaisante, les auteurs renonçaient à ce mode de traitement. Il n'y a pas eu de déplacement secondaire des fractures articulaires malgré une mobilisation précoce.

Bonnevialle (3) a rapporté 38 fractures du quart proximal du tibia, dont 12 fractures articulaires, traitées à l'aide d'un fixateur monoplan à fiches non transfixiantes. Il insiste sur une mise en place rigoureuse, car les échecs de cette méthode sont le plus souvent secondaires à un défaut technique.

Marsh (13) a traité 21 fractures complexes par vissage percutané et fixateur monolatéral à fiches. La consolidation a été obtenue dans tous les cas. Le fixateur a été maintenu 12 semaines. La durée de consolidation est de 15 semaines. Sept infections profondes sur fiches et 2 arthrites se sont développées.

Scheerlinck (24) a utilisé un fixateur externe à fiches chez 8 patients, en complément d'une réduction sous contrôle arthroscopique. Il rapporte deux déplacements secondaires pour des fractures de type C, ce qui souligne les limites de stabilisation du fixateur externe monolatéral à fiches dans les fractures métaphysaires comminutives.

Gerber (8) rapporte le traitement de 18 fractures complexes de l'extrémité proximale du tibia par plaque latérale et fixateur médial. Toutes les fractures ont consolidé. Le fixateur a été enlevé à 11 semaines pour 16 patients, dès l'apparition de signes radiologiques de consolidation. Une infection profonde est survenue, chez un patient âgé et alcoolique, et a nécessité une mise à plat et l'ablation du matériel.

Ries (22) a traité 6 fractures dont 3 ouvertes par montage composite. Une infection profonde de la plaque a nécessité son ablation, et une infection superficielle d'une fiche proximale est restée sans conséquence.

Cette analyse de la littérature souligne la difficulté de traiter correctement les fractures complexes à haute énergie de l'extrémité proximale du tibia. Le fixateur externe, sous toutes ses formes, garantit pour l'ensemble des séries, de bons résultats anatomiques et fonctionnels. La consolidation survient vers le quatrième mois en moyenne avec une remise en charge partielle à la huitième semaine. Aussi séduisante soit-elle, cette méthode thérapeutique comporte des risques :

- de lésions vasculonerveuses, certes rares dans la littérature, qui imposent le respect d'une cartographie précise de mise en place des broches ou des fiches ;

- d'infection sur broches ou fiches, et surtout d'arthrites du genou. L'arthrite peut survenir soit par infection gagnant l'articulation par le trait de fracture articulaire, soit par infection sur une fiche qui traverse la synoviale. Le trait

de fracture articulaire est très rapidement colmaté et le risque de propagation infectieuse par cette voie est probablement faible. Le risque d'infection lorsque la fiche traverse le cul-de-sac paraît plus grand. L'implantation doit être strictement extracapsulaire et toute inflammation ou infection des orifices des broches ou des fiches, doit être évitée et/ou traitée grâce à des soins locaux quotidiens et rigoureux ;

- d'enraidissement articulaire, imposant une prise en charge précoce en rééducation fonctionnelle ;

- d'arthrose précoce, si la réduction articulaire est insuffisante ou s'il persiste un défaut d'axe du segment jambier.

Conclusion

Lorsque les lésions des tissus de revêtement et la qualité osseuse n'autorisent pas une ostéosynthèse interne, le fixateur externe est une alternative. Il offre une solution adaptée dans la prise en charge thérapeutique difficile des fractures complexes à haute énergie de l'extrémité proximale du tibia.

Son utilisation éclectique implique de maîtriser à la fois les différentes techniques d'exofixation, et les méthodes de réduction et d'ostéosynthèse à foyer fermé.

Références

1. Bennett WF, Browner B (1994) Tibial plateau fractures: A study of associated soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 8: 183-8
2. Bolhofner BR (1995) Indirect reduction and composite fixation of extra-articular proximal tibial fractures. *Clin Orthop* 315: 75-83
3. Bonnevalle *et al.* (1997) Intérêt de la fixation externe dans les fractures du quart proximal du tibia. *Rev Chir Orthop* 83: 602-12
4. Borrione F, Hardy JM (1990) Le fixateur externe circulaire Séquoia. Technique et applications. Springer-Verlag, Paris
5. Dendrinou GK *et al.* (1996) Treatment of high energy tibial plateau fractures by the Ilizarov circular fixator. *J Bone Joint Surg* 78-B: 710-7
6. Duwelius PJ *et al.* (1997) Treatment of tibial plateau fractures by limited internal fixation. *Clin Orthop* 339: 47-57
7. Gaudinez RF, Mallik AR, Szporn M (1996) Hybrid external fixation of comminuted tibial plateau fracture. *Clin Orthop* 328: 203-10
8. Gerber A, Ganz R (1998) Combined internal and external osteosynthesis. A biological approach to the treatment of complex fractures of the proximal tibia. *Injury* 29 (Suppl 3): S-C22-S-C28
9. Hutten D, Duparc J, Cavagna R (1990) Fractures des plateaux tibiaux de l'adulte. In: *Encycl Méd Chir, Appareil Locomoteur*, 14082 A10, Elsevier, Paris, 12 p
10. Lortat-Jacob A, Dinh A (1996) Fixation externe épiphysaire par le matériel ALJ. In: *Fixation externe du squelette. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 58*. Expansion Scientifique Française, Paris, p 215
11. Lortat-Jacob A, Boisrenoult P (1999) Technique de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte. In: *Encycl Méd Chir, Techniques chirurgicales Orthopédie-Traumatologie*, 44-020, Elsevier, Paris, 13 p

12. Mainard D, Reynier A, Delagoutte JP (1990) Traitement des fractures métaphyso-épiphyssaires supérieures du tibia par la méthode d'Ilizarov. *Rev Chir Orthop* 76: 336-41
13. Marsh JL, Smith ST, Do TT (1995) External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 77-A: 661-72
14. Merloz Ph, Eid A (1996) Fixation externe circulaire en région épiphysaire (sans pontage articulaire). In: *Fixation externe du squelette. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 58. Expansion Scientifique Française, Paris, p 228*
15. Merloz Ph (1996) Bases mécaniques de la fixation externe circulaire. In: *Fixation externe du squelette. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 58. Expansion Scientifique Française, Paris, p 54*
16. Meyrueis J P, Zimmermann R, Masselot A (1996) Le FESSA dans les fixations épiphysaires et métaphysaires. In: *Fixation externe du squelette Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 58. Expansion Scientifique Française, Paris, p 223*
17. Mikulak S A, Gold S M, Zinar D M (1998) Small wire external fixation of high energy tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 356: 230-8
18. Moore TM, Patzakis MJ, Harvey P (1987) Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rational and long-term results of closed traction management or operative reduction. *J Orthop Trauma* 1: 97-119
19. Morandi MM *et al.* (1997) Schatzker type VI tibial fractures and the Ilizarov circular external fixator. *Bull Hosp Joint Dis* 56: 46-8
20. Murphy C, D'Ambrosia R, Dabezies E (1991) The small pin circular fixator for proximal tibial fractures with soft tissue compromise. *Orthopedics* 14: 273-80
21. Raschke MJ *et al.* (1996) Supportive composite-hybrid fixation of percutaneous screw fixation of tibial head fractures. *Unfallchir* 99: 855-60
22. Ries MD, Meinhard BP (1990) Medial external fixation with lateral plate internal fixation in metaphyseal tibia fractures. A report of eight cases associated with severe soft tissue injury. *Clin Orthop* 256: 215-23
23. Schatzker J, Mc Broom R, Bruce D (1979) The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop* 138: 94-104
24. Scheerlinck T, Handelberg F, Casteleyn PP (1998) Medium term results of percutaneous arthroscopically assisted osteosynthesis of fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 80-B: 959-64
25. Stamer DT *et al.* (1994) Bicondylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: A preliminary study. *J Orthop Trauma* 8: 455-61
26. Tscherne H, Lobenhoffer P (1993) Tibial plateau fractures. Management and expected results. *Clin Orthop* 292: 87-100
27. Watson JT (1994) High-energy fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin N Am* 25: 723-52
28. Watson JT, Coufal Ch (1998) Treatment of complex lateral plateau fractures using Ilizarov techniques. *Clin Orthop* 353: 97-106
29. Weiner LS *et al.* (1995) The use of combination internal fixation and hybrid external fixation in severe proximal tibia fractures. *J Orthop Trauma* 9: 244-50

Place du traitement orthopédique et fonctionnel des fractures des plateaux tibiaux

J.-P. Carret, G. Vaz et H. Chavane

Le traitement orthopédique par méthode fonctionnelle des fractures des plateaux tibiaux a été largement utilisé par l'École lyonnaise et particulièrement défendu par Creyssel et De Mourgues. Sa place dans le traitement des fractures des plateaux tibiaux est devenue de plus en plus réduite, du fait des perfectionnements des techniques chirurgicales qui donnent d'excellents résultats. Elle garde cependant quelques indications.

Modalités

La technique thérapeutique consiste à mettre le malade sur un plan incliné en traction transcalcanéenne avec un poids de 3 kg (quel que soit le poids du malade) et à mobiliser le genou en flexion active dès le 2^e ou le 3^e jour après le traumatisme. La traction doit être maintenue pendant 45 jours. Il faut veiller à éviter l'équinisme du pied en le suspendant par une chaussette en jersey. Cette traction est supprimée au 45^e jour, le malade peut ensuite se lever et l'appui n'est autorisé qu'au troisième mois après le traumatisme.

Résultats

Dans l'ensemble, lorsqu'on regarde les données de la littérature, les résultats étaient relativement bons sur le plan fonctionnel, même si à long terme apparaissait une arthrose post-traumatique, longtemps bien supportée. Venouil a pratiqué des arthrographies chez des patients volontaires après un traitement orthopédique bien conduit, et retrouvait un interligne tout à fait correct, les pertes de substance et enfoncements étaient comblés par un tissu fibreux satisfaisant. Il existe certes des cals vicieux avec des déviations dans les plans frontal ou sagittal, mais relativement bien supportés et paradoxalement minimes.

Indications

Les indications sont bien sûr devenues rares et ce traitement ne peut actuellement être envisagé que dans les fractures extrêmement comminutives qui

rendent toute reconstruction anatomique impossible ; elle peut être utilisée dans certains cas où la réduction n'est pas parfaite et où les lésions cartilagineuses sont telles qu'elles ne permettent pas une mise en charge précoce des surfaces articulaires ; c'est là un moyen d'éviter les contraintes au niveau d'une surface articulaire imparfaite. Ce peut donc être un complément d'un traitement chirurgical dans certains cas bien particuliers.

Traitement des séquelles des fractures du plateau tibial

D. Saragaglia, Th. Lebredonchel et Y. Tourné

Les fractures du plateau tibial, comme toute fracture articulaire, nécessitent une réduction anatomique et une fixation stable et solide pour permettre une rééducation immédiate. Si, la plupart du temps, entre des mains expérimentées, leur ostéosynthèse donne des résultats satisfaisants, il n'en reste pas moins que certaines fractures sont difficiles à ostéosynthéser et qu'elles exposent soit à une réduction insuffisante, soit à un déplacement secondaire, à l'origine de cals vicieux particulièrement invalidants.

Dans un autre ordre d'idée, il n'est pas rare d'avoir à traiter des fractures passées inaperçues ou traitées « à la sauvette » chez des polytraumatisés où toute l'attention a été attirée par une lésion du crâne, du thorax ou de l'abdomen particulièrement inquiétante, reléguant au deuxième plan les lésions de l'appareil locomoteur.

Notre propos est de faire le point sur le traitement des séquelles précoces des fractures du plateau tibial diagnostiquées dans l'année ou les deux ans qui suivent le traumatisme. Nous ne parlerons ni de la gonarthrose post-traumatique, ni des raideurs du genou, qui seront abordées dans d'autres chapitres.

Séquelles des fractures des plateaux tibiaux

Hormis les raideurs (en flexion, en extension ou mixtes), les cals vicieux sont les complications les plus fréquentes (1), et à un degré moindre, les nécroses du plateau tibial latéral ; les pseudarthroses sont exceptionnelles.

Cals vicieux intra-articulaires

Ce sont ceux qui retentissent sur la congruence fémoro-tibiale avec défaut de contact entre le condyle fémoral et le plateau tibial. Ce sont habituellement des séquelles du traitement orthopédique, des fractures passées inaperçues (polytraumatisés) ou d'un défaut de réduction après traitement chirurgical. Il peut s'agir de séquelles de fracture-séparation, de fracture-enfoncement ou de fracture enfoncement-séparation. La plupart du temps, cette lésion séquellaire siège au niveau du plateau tibial latéral et il s'agit volontiers d'une fracture-enfoncement (fig. 1).



Fig. 1 – Fracture-enfoncement du plateau tibial latéral passée inaperçue en urgence chez un polytraumatisé.

Cals vicieux extra-articulaires

Ils sont de quatre ordres : en varus, en valgus, en flexum ou en recurvatum.

- les cals vicieux en varus sont volontiers la conséquence d’une fracture spino-glénoïdienne médiale, d’une fracture bitubérositaire mal réduite, ou d’un déplacement secondaire en varus d’une fracture bitubérositaire mal stabilisée (fig. 2) :

- les cals vicieux en valgus correspondent habituellement soit à un défaut de réduction, soit à un enfoncement secondaire du plateau tibial latéral fracturé. Après une fracture du plateau tibial latéral, il existe volontiers un valgus résiduel modéré (2 à 3 degrés) souvent bien toléré ;

- les cals vicieux en flexum sont plus rares et ils sont souvent la conséquence d’un défaut de réduction d’une fracture bitubérositaire. Cette déformation résiduelle peut être particulièrement invalidante lorsqu’il existe une lésion associée du ligament croisé antérieur. L’exagération de la pente tibiale entraîne une subluxation antérieure du tibia, à l’origine d’une instabilité mal tolérée (fig. 3) ;

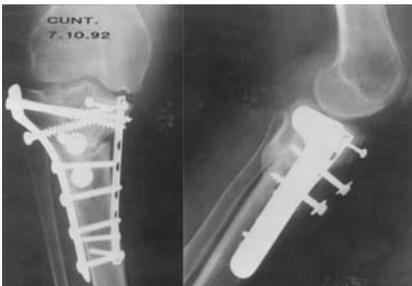


Fig. 2 – Déplacement en varus d’une fracture bitubérositaire mal stabilisée.



Fig. 3 – Pente tibiale postérieure résiduelle, excessive après réduction d’une fracture bitubérositaire avec rupture du ligament croisé antérieur. Noter la subluxation antérieure du tibia à l’origine d’une instabilité +++.

- les cals vicieux en recurvatum sont plus volontiers la conséquence d’un traitement orthopédique mal conduit, parfois d’un défaut de réduction d’une fracture traitée à ciel ouvert. Le handicap est majeur lorsqu’il existe une rupture associée du ligament croisé postérieur. L’inversion de la pente tibiale met les condyles fémoraux sur un plan incliné qui entraîne une subluxation postérieure permanente du tibia (fig. 4).



Fig. 4 – Pente antérieure excessive après traitement orthopédique d'une fracture bitubérositaire. Noter la sublaxation postérieure du tibia par rupture du ligament croisé postérieur à l'origine d'une impossibilité de marcher sans cannes.

Nécroses du plateau tibial

Elles se voient volontiers au niveau du plateau tibial latéral de sujets âgés. Au décours d'une ostéosynthèse, à la remise en charge (90 à 120 jours), on assiste à une déformation progressive en valgus. Les radiographies montrent une nécrose plus ou moins complète du plateau tibial opéré (fig. 5).



a



b



c



d

Fig. 5 – a) Fracture du plateau tibial latéral chez un homme de 72 ans. b) Relèvement et ostéosynthèse par une plaque de Kerboull. c) Nécrose secondaire du plateau tibial. d) Radiographie après ablation du matériel.

Traitement des séquelles des fractures du plateau tibial

Il est habituellement chirurgical et il dépend de la gêne, de l'âge et du type de lésion. Plus le sujet est jeune (moins de 60-65 ans) et plus on essaiera d'être conservateur dans la mesure où cela est possible; plus le sujet est âgé et plus l'on s'orientera vers une chirurgie prothétique. Il faut par ailleurs bien évaluer

la gêne par une cotation stricte des symptômes et ne pas se contenter de traiter des radiographies.

Cals vicieux intra-articulaires

Enfoncement isolé

Il est difficile de faire raisonnablement une ostéotomie de relèvement sans créer des dégâts parfois plus importants. Lorsque cet enfoncement est inférieur à 2 ou 3 mm et qu'il est gênant, on peut proposer en dessous de 60 ans une ostéotomie sous-tubérositaire de relèvement (2). Nous n'avons pas l'expérience des greffes en mosaïques, mais cela pourrait être théoriquement une bonne indication. Au-delà de 60 ans, la prothèse unicompartimentaire latérale est certainement une solution très intéressante. Lorsque l'enfoncement est supérieur à 5 mm, l'ostéotomie créerait un cal vicieux de l'extrémité supérieure du tibia particulièrement gênant pour la mise en place ultérieure d'une prothèse. La seule solution viable est la mise en place d'une prothèse unicompartimentaire latérale (fig. 6) ou une prothèse totale pour les plus âgés.



Fig. 6 – a) Séquelle d'enfoncement du plateau tibial latéral. b) Mise en place d'une prothèse unicompartimentaire latérale.

Enfoncement-séparation

Il existe dans ce cas-là un élargissement de l'épiphyse qui autorise une ostéotomie. Avec une scie oscillante, on peut en effet réséquer la zone enfoncée et faire une nouvelle ostéosynthèse en resserrant l'épiphyse proximale du tibia (fig. 7). Ce geste peut être réalisé jusqu'à 50-60 ans; au-delà, il peut être pré-



Fig. 7 – a) Séquelle de fracture enfoncement-séparation du plateau tibial latéral. b) Résection de l'enfoncement, « resserrage » de la séparation et ostéosynthèse par plaque de Kerbol.

férable de mettre en place une prothèse partielle ou une prothèse totale du genou. Une diminution des amplitudes du genou (moins de 110° de flexion) orientera plutôt vers une prothèse totale.

Séparation pure

Cette éventualité est relativement rare. L'ostéotomie est possible en reprenant la fracture initiale. Il faut de plus réséquer l'os qui comble le trait de fracture et faire une ostéosynthèse en bonne position. Il s'agit d'une ostéotomie uni-tubérositaire qui mérite d'être tentée chez un sujet jeune handicapé par un genu valgum ou genu varum post-traumatique.

Cals vicieux extra-articulaires

Dans ce contexte, les ostéotomies sont toujours possibles. Au-dessous de 60-65 ans, il faut toujours tenter une ostéotomie. Elle doit siéger au niveau de la déformation, c'est-à-dire à la partie proximale du tibia : ostéotomie tibiale de valgisation d'ouverture médiale en cas de cal vicieux en varus, ostéotomie de varisation de fermeture médiale (de préférence) en cas de genu valgum, ostéotomie de correction de la pente tibiale en cas de flexum ou de recurvatum de l'épiphyse proximale du tibia (fig. 8, 9). Au-delà de 60-65 ans, il

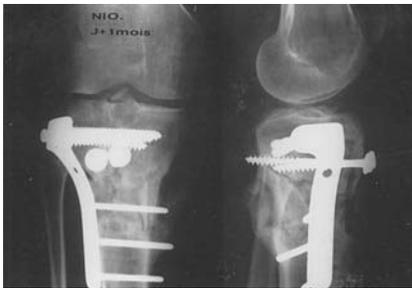


Fig. 8 – Ostéotomie de déflexion par fermeture antérieure de l'extrémité proximale du tibia (dossier de la fig. 3).



Fig. 9 – Ostéotomie de flexion de l'extrémité proximale du tibia : ouverture antérieure + greffe (dossier de la fig. 4). Remarquer la diminution de la subluxation postérieure. Marche possible sans cannes et sans réparation du LCP.



Fig. 10 – a) Cal vicieux extra-articulaire après fracture bitubérositaire. b) Prothèse totale du genou avec cale métallique médiale pour compenser la bascule en varus.

peut être judicieux de mettre en place une prothèse totale du genou. Il faut cependant savoir qu'il peut être nécessaire de faire une ostéotomie de correction dans le même temps opératoire (3) pour aligner correctement la prothèse sans perturber la balance ligamentaire et nuire ainsi à sa stabilité (fig. 10).

Nécroses du plateau tibial

Étant donné qu'il s'agit souvent de sujet âgés, l'indication de prothèse totale du genou est tout à fait raisonnable. Il faut alors utiliser des prothèses avec cale métallique de rattrapage que l'on place sous le plateau nécrosé pour éviter de réséquer trop de plateau sain (fig. 11). Si la nécrose est majeure, une allogreffe de comblement peut être utilisée (rondelle de tête fémorale de banque) avec un plateau métallique à tige longue.



Fig. 11 – Prothèse totale du genou avec cale métallique sous le plateau tibial latéral après nécrose du plateau tibial (dossier fig. 5).

Conclusion

Les séquelles anatomiques des fractures du plateau tibial sont difficiles à traiter surtout chez le jeune (moins de 50 ans). La chirurgie conservatrice, même si elle est possible, est une chirurgie palliative qui conduira de toute façon à la gonarthrose. Avant de poser une indication, il faut bien reconstituer la fracture initiale, en s'aidant chaque fois que possible des clichés initiaux. Les cals vicieux extra-articulaires sont les plus faciles à traiter ; ils doivent bénéficier dans la plupart des cas d'une ostéotomie correctrice ce qui facilitera grandement la mise en place d'une prothèse de genou le cas échéant.

Références

1. Hutten D *et al.* (1989) Les fractures anciennes des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 75: 149-56
2. Ruedi TP, Murphy WM (2000) *AO principles of fracture management*. Thieme, Stuttgart, New York, p 790
3. Ait Si Selmi T, Zanone X, Neyret P (1999) Prothèses du genou sur cal vicieux. In: « Chirurgie prothétique du genou ». Sauramps Médical, Montpellier, p 221-39

PARTIE III
APPAREIL EXTENSEUR

Épidémiologie, mécanisme, variétés anatomiques et classification des fractures de la patella

S. Nazarian

Les fractures de la patella entrent dans le cadre plus vaste des interruptions de l'appareil extenseur du genou dont elles représentent la variété anatomique la plus fréquente. Elles se définissent par une solution de continuité ostéo-articulaire dans le système ostéo-tendino-musculaire qui assure l'extension de la jambe sur la cuisse, à l'endroit où le plus volumineux os sésamoïde du corps humain coulisse dans la surface patellaire du fémur (trochlée fémorale) par une articulation synoviale bien particulière qui s'intègre à l'articulation du genou.

Leur intérêt est lié à leur gravité, due aux conséquences fonctionnelles de la rupture de l'appareil extenseur du genou sur la station debout et la marche, et à leur pronostic : ce sont des fractures articulaires, d'où un certain pourcentage de cas se compliquent de raideur post-traumatique et surtout d'arthrose fémoro-patellaire résultant d'un défaut de réduction.

Épidémiologie

Fréquence

Sur une statistique portant sur 54 280 fractures, établie par Orozco *et al.* sur le matériel de la Fondation Müller, les fractures de la patella représentent 1 % de l'ensemble des fractures.

Âge et circonstances

Chez le sujet jeune, elles résultent habituellement d'un accident de sport, d'un accident d'auto par choc sur le tableau de bord, ou d'un accident de moto lors d'une collision frontale. Chez le sujet d'âge mûr, il s'agit le plus souvent d'un accident domestique, lors d'une chute sur place.

Lésions associées

Elles sont fréquentes.

Les lésions cutanées sont très fréquentes. Elles existent dans 25 % des cas. Dans 6 % des cas, il s'agit d'une fracture ouverte vraie, et dans 19 % il s'agit de dermabrasion ou de contusion cutanée.

Les lésions ligamentaires ne sont pas rares, en particulier celles du ligament croisé postérieur, trouvées dans 5 % des cas.

Des lésions ostéochondrales condylo-trochléaires en miroir ne sont pas rares.

Des fractures étagées du même membre sont retrouvées dans 12 % des cas.

Mécanismes

Les fractures de la patella surviennent le plus souvent par un mécanisme direct, lors d'une chute ou d'un choc sur le genou fléchi. Les fractures par mécanisme indirect sont plus rares. Elles surviennent lors d'une extension contrariée du genou ou lors d'une flexion forcée alors que le quadriceps est contracté. Les mécanismes direct et indirect peuvent être combinés.

Classifications autres que celle de l'AO

Classification morphologique (selon Neyret) (fig. 1) (1)

Type A : fracture transversale

Type B : fracture verticale

Type C : fracture comminutive

Type D : fracture ostéochondrale

Type E : fracture-décalotement de l'apex (pointe)

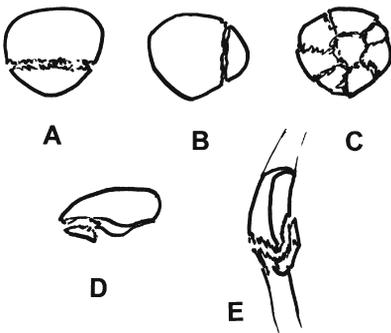


Fig. 1 – Classification morphologique.

Type A : fracture transversale.

Type B : fracture verticale.

Type C : fracture comminutive.

Type D : fracture ostéochondrale.

Type E : fracture-décalotement de l'apex.

Classification fonctionnelle

A) Fractures respectant la continuité de l'appareil extenseur

a) fracture angulaire

b) fracture marginale verticale

c) fracture en étoile

d) fracture verticale à trait sagittal

- B) Fractures interrompant l'appareil extenseur
- a) fracture de la base
 - b) fracture de l'apex
 - c) fracture totale déplacée

Classification de Duparc (fig. 2)

Type A : fracture déplacée simple

Type B : fracture plurifragmentaire avec comminution

d'un fragment inférieur

d'un fragment intercalé

d'un fragment latéral

Type C : fracture plurifragmentaire complexe

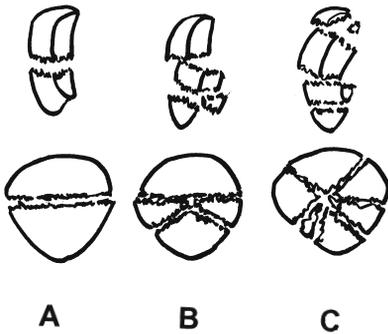


Fig. 2 – Classification de Duparc.

Type A : fracture déplacée simple.

Type B : fracture plurifragmentaire + comminution.

Type C : fracture plurifragmentaire complexe.

Système de classification des fractures de Müller, adopté par l'AO (2)

Sa spécificité essentielle réside dans le fait qu'elle s'associe à une démarche diagnostique originale fondée sur l'analyse de l'imagerie lésionnelle au travers d'une série de questions à réponse binaire dont la mise en jeu à la fois ludique et efficace en font un outil de travail très convivial. Dans le cadre actuel des démarches d'évaluation de la qualité des soins, cette classification se présente comme une base fondamentale indispensable aux études comparatives.

Dans ce système les fractures de la patella constituent le sous-segment .1 du segment 91. qui comporte par ailleurs les sous-segments .2 (clavicule) et .3 (scapula) :

91. = patella/clavicule/scapula

91.1- = patella

91.2- = clavicule

91.3- = scapula

Le segment 91. fait partie de l'ensemble d'os 9 qui comporte par ailleurs les segments 92- (mandibule) et 93- (crâne)

9 = (patella/clavicule/scapula) / mandibule / crâne

91. = patella/clavicule/scapula

92- = mandibule

93- = crâne

Dans ce système, les fractures de la patella sont divisées en trois types (fig. 3) :

- A) Fracture simple
- B) Fracture à coin
- C) Fracture complexe

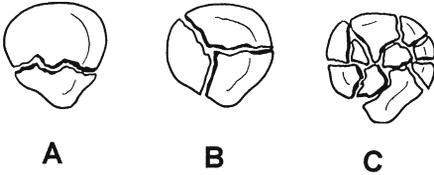


Fig. 3 – Classification de Müller reprise par l'AO. Les Types.
 Type A: fracture simple.
 Type B: fracture à coin.
 Type C: fracture complexe.

Fractures simples du type A

Elles se divisent en trois groupes, A1, A2 et A3 (fig. 4).

- A) Fracture simple
 - A1 fracture respectant la continuité de l'appareil extenseur
 - .1 angulaire/marginale
 - .2 verticale
 - .3 ostéochondrale
 - A2 arrachement de l'appareil extenseur
 - .1 à la base
 - .2 à l'apex
 - A3 fracture transversale
 - .1 zone proximale
 - .2 zone moyenne
 - .3 zone distale

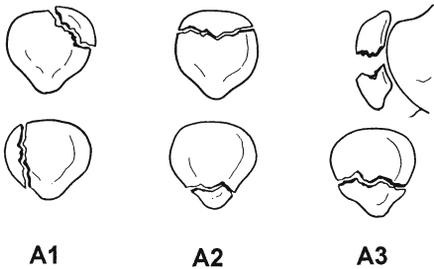


Fig. 4 – Classification de Müller reprise par l'AO. Les Groupes du type A.
 A1 : Fracture simple respectant la continuité de l'appareil extenseur.
 A2 : Fracture simple par arrachement de l'appareil extenseur.
 A3 : Fracture simple transversale.

Fractures à coin du type B

Elles se divisent en trois groupes B1, B2 et B3 (fig. 5).

- B) Fracture à coin
 - B1 coin entier
 - B2 coin fragmenté médial
 - B3 coin fragmenté latéral

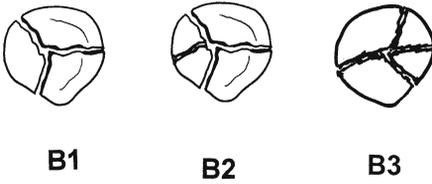


Fig. 5. – Classification de Müller reprise par l'AO. Les Groupes du type B.
 B1 : fracture à coin entier.
 B2 : fracture à coin fragmenté médial.
 B3 : fracture à coin fragmenté latéral.

Fractures complexes du type C

Elles se divisent en trois groupes, C1, C2 et C3 (fig. 6).

- C) Fracture complexe
 - C1 comminution inférieure
 - C2 3^e fragment intercalé
 - C3 comminution étendue

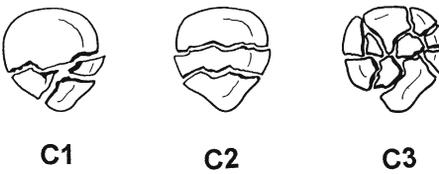
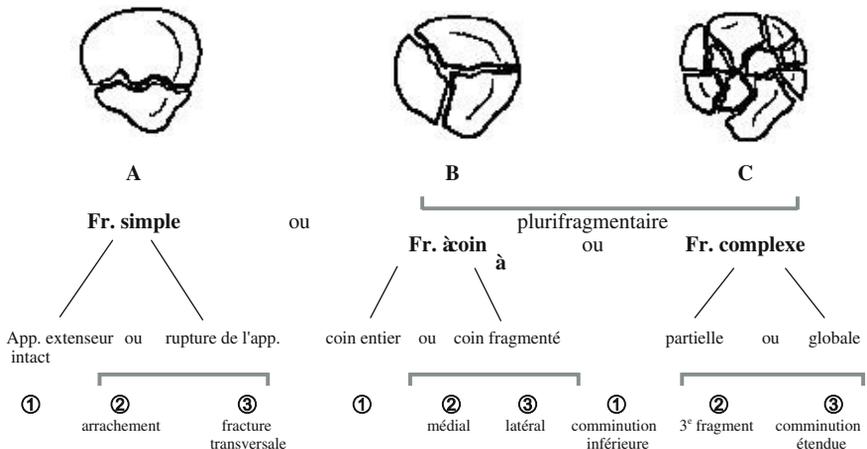


Fig. 6 – Classification de Müller reprise par l'AO. Les Groupes du type C.
 C1 : fracture complexe à comminution inférieure.
 C2 : fracture complexe à 3^e fragment intercalé.
 C3 : fracture complexe à comminution étendue.

Classification des fractures de la patella selon le système des triades

91.1 - Patella (Types, groupes et sous-groupes)



Diagnostic complet

A	B	C
A1) Fracture simple, respectant l'appareil extenseur .1 angulaire/marginale .2 verticale .3 avulsion ostéo-chondrale	B1) Fracture à coin, coin entier .1 médial .2 latéral	C1) Fracture complexe, comminution inférieure
A2) Fracture simple, arrachement de l'appareil extenseur .1 à la base .2 à l'apex	B2) Fracture à coin, coin fragmenté médial	C2) Fracture complexe, segmentaire .1 à segment intermédiaire entier .2 à segment intermédiaire fragmenté
A3) Fracture simple, transversale .1 zone proximale .2 zone moyenne .3 zone distale	B3) Fracture à coin, coin fragmenté latéral	C3) Fracture complexe, comminution étendue

Démarche diagnostique et classification (fig. 7)

Un exemple clinique permet d'illustrer la méthode au départ d'une radiographie.

Détermination du type

S'agit-il d'une fracture simple ?

OUI

A

ou plurifragmentaire ?

Non

B ou C

Détermination du groupe

S'agit-il d'une fracture respectant l'appareil extenseur ?

Non

A1

ou interrompant l'appareil extenseur ?

OUI

A2 ou A3 ?

S'agit-il d'un arrachement de l'appareil extenseur

Non

A2

ou une fracture transversale

OUI

A3



Fig. 7 – Exemple radiologique illustrant la démarche.

Conclusion

Le système de classification des fractures proposé par Müller et adopté par l'AO est un système de classification intégrale de toutes les fractures, hiérarchisé selon la gravité de la lésion osseuse et directement lié au pronostic et aux possibilités thérapeutiques actuelles.

Le système ternaire, choisi pour son organigramme, obéit à une logique anatomique et lésionnelle qui facilite considérablement sa compréhension, son apprentissage et son enseignement, d'où son grand intérêt pédagogique.

L'indice alphanumérique affecté à chaque lésion est un code informatique nécessaire au traitement des données. Il ne remplace en aucune façon la nomenclature traditionnelle des fractures. Toutefois, la diversité des nomenclatures traditionnelles justifie l'utilisation d'un tel code, véritable langage commun universel facilitant les échanges scientifiques internationaux.

Le système de classification proposé ici n'est pas un simple catalogue des lésions osseuses, mais un système interactif d'identification lésionnelle et de décision thérapeutique adaptée.

Références

1. Neyret P (1995) Les fractures de la patella (fractures sur prothèse exceptées). Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris. Expansion Scientifique Française, p 123-35
2. Müller ME, Nazarian S, Koch P (1987) Classification A.O. des fractures. 1 Les os longs. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

Fractures de la patella – Principes techniques, biomécaniques et particularités des ostéosynthèses

P. Hoffmeyer

La patella est la pièce squelettique qui permet la transmission des forces du quadriceps au tibia. Elle assure, d'une part, le relais de l'action d'extension du quadriceps et, d'autre part, un rôle de protection des éléments articulaires fémoro-tibiaux. Les fractures de la patella constituent 1 % de toutes les fractures. Elles sont de deux types principaux : celles qui entraînent une dysfonction de l'appareil extenseur et celles qui laissent intact cet appareil.

Typologie du patient

L'âge moyen se situe entre 40 et 50 ans, avec deux fois plus d'hommes que de femmes.

Anatomie chirurgicale

La patella, os sous-cutané, a-t-on coutume de dire, est le sésamoïde du tendon quadricipital. Parfois des anomalies d'ossification amènent à un centre d'ossification supéro-latéral qui donne naissance à une patella bipartita. Le diagnostic différentiel avec une fracture « fraîche », n'est pas toujours évident et parfois le recours à des techniques sophistiquées telles que l'IRM ou la scintigraphie au technétium, est nécessaire pour départager les opinions.

En extension, seule la partie inférieure du cartilage patellaire est au contact avec le fémur. Lors de la flexion, progressivement toute la surface patellaire se met au contact avec la région intercondyloïde. Selon Rockwood, le cartilage patellaire est séparé en faces latérale et médiale par une crête centrale. Chaque face a trois facettes : supérieure, moyenne et inférieure. La septième facette est une mince bande longitudinale médiale.

Le tendon quadricipital, en plus de ses attaches supérieures et latérales, passe par-dessus la patella en une mince bande pour rejoindre le ligament patellaire. Les rétinaculum patellaires ont, du côté latéral des fibres en continuité avec le fascia lata qui s'insère sur le tubercule infracondyloïde de Gerdy au

tibia. Cela explique la capacité de certains sujets à faire une extension active quoique faible malgré une fracture transverse de la patella.

La vascularisation patellaire provient des artères géniculées supérieures, médiales et inférieures. Une partie importante de la vascularisation vient du pôle inférieur, notamment au travers du corps adipeux infrapatellaire.

Tableau clinique

Les fractures non déplacées peuvent ne présenter que peu de signes cliniques, essentiellement la douleur à la palpation et à la mobilisation du genou. Pour juger de l'intégrité de l'appareil extenseur, une ponction-aspiration accompagnée d'une infiltration d'un agent anesthésique local peut être d'un grand secours. Parfois une bursite prépatellaire hémorragique provenant soit d'un choc direct, soit de l'hémarthrose fuyant au travers du trait fracturaire peut être sous tension et nécessiter un geste de ponction-évacuation rapide, voire une révision chirurgicale urgente pour éviter l'apparition d'une nécrose cutanée. Bien entendu, on en profitera pour réaliser l'ostéosynthèse qui s'impose.

Mécanisme fracturaire

Des forces directes ou indirectes peuvent être mises en cause :

- une contraction violente du quadriceps est susceptible d'entraîner une fracture patellaire et une chute consécutive. Dans ce cas, la comminution sera réduite;
- le contact brutal avec le tableau de bord ou une chute sur le genou fléchi peut fracturer la patella;
- une dermabrasion accompagne souvent cette lésion. Elle peut aussi être ouverte, ce qui se conçoit par la position sous-cutanée de la patella. La séparation des fragments témoigne de la contraction violente concomitante du quadriceps qui déchire les rétinaculum tandis que la comminution rend compte de la violence du choc direct.

Lésions associées

Il faut veiller à faire un examen précis de la hanche, une luxation ou une fracture du col fémoral ou de l'acétabulum sont possibles surtout dans les lésions dites de « tableau de bord ». Il faudra aussi examiner soigneusement le genou à la recherche des fractures chondrales et surtout des lésions ligamentaires parmi lesquelles, la rupture du ligament croisé postérieur.

Traitement

Il est conditionné par le type de fracture (tableau I)

Selon le déplacement	Selon la position	Selon l'aspect
Non déplacée Déplacée	Verticale	Stellaire
	Transverse	en biscuit
	Comminutive	(aplatissement ou tassement d'un fragment)
	Polaire	Fracture sur PTG
	Ostéochondrale	

Tableau I – Types de fracture de la patella – Classification. Les différents éléments peuvent se combiner entre eux.

Conservateur

Ce traitement s'applique aux fractures en général verticales ou non déplacées, qui ne menacent pas l'intégrité de l'appareil extenseur. On les estime à moins de 20 % des lésions. On peut accepter selon les auteurs (Böhler, Boström) une séparation de 3 mm et une marche d'escalier n'excédant pas 2 mm.

Il s'agit le plus souvent d'une immobilisation du genou en extension dans une attelle pendant 4 ou 6 semaines. Selon que l'on est un tenant de Böhler, Broström et Smillie, on autorise une charge complète, genou en extension avec deux cannes, ou si, au contraire, on est plus prudent, on recommande l'attitude de DePalma qui préconise un appui partiel. Les contractions isométriques en attelle sont encouragées précocement. On débutera ensuite une rééducation de mobilisation et de récupération de la force.

Chirurgical

Dans le cas d'une prise en charge chirurgicale, celle-ci s'appliquera :

- d'une part, aux fractures déplacées et dont le déplacement intra-articulaire est supérieur à 2 mm ou la séparation supérieur à 3 mm ;
- d'autre part, à celles qui entraînent une perte de l'intégrité de l'appareil extenseur.

La voie d'abord est faite par une incision longitudinale rectiligne, soit centrée sur la patella, soit parapatellaire. Il s'agit d'éviter les incisions transverses qui compromettraient l'avenir.

Trois situations sont possibles : ostéosynthèse, patellectomie partielle, patellectomie totale. L'ostéosynthèse est en général possible lorsque la comminution ne dépasse pas huit fragments. Deux cas de figure se présentent alors : les fractures médio-patellaires et les fractures polaires.

Fractures médio-patellaires, transverses, stellaires, comminutives

Elles représentent entre 50 et 80 % des fractures de la patella. L'ostéosynthèse, sera confiée à une combinaison de broches de Kirschner ou de vis, éventuellement canulées 3,5 mm, et de cerclages (1,25 ou 1,5 mm). Après nettoyage des fragments, les surfaces cartilagineuses de la patella et de la trochlée fémorale seront explorées à la recherche de fractures ostéochondrales ou de corps libres. La stabilité du genou sera vérifiée et notamment l'intégrité du ligament croisé postérieur. Pour les fractures comminutives, il peut être avantageux de procéder par étapes :

- reconstitution de deux fragments principaux, proximal et distal. Pour chacun d'entre eux, les fragments ont été réduits et maintenu entre eux par des broches de Kirschner ;
- réduction des fragments principaux. Ils seront solidarités par 4 broches de Kirschner, deux posées de proximal en distal et réciproquement. Ceci permet de régler au mieux la longueur de ces broches pour qu'elles ne dépassent pas excessivement dans les structures tendineuses du tendon quadriceps et du ligament patellaire et ne soient source de gêne pour le patient ;
- un cerclage en 8 est ensuite posé qui passe sous les broches aux deux pôles et se croise sur l'avant de la patella. Il fera office de hauban ;
- enfin, un cerclage peut être mis en place tout autour de la patella pour assurer une stabilité aux fragments périphériques. Il a pour fonction de « rassembler le troupeau ».

La réduction anatomique se teste au doigt au niveau de face articulaire de la patella. Des radiographies sont réalisées en salle d'opération de face et de profil. Dans certaines circonstances, on peut s'adjoindre un cliché axial genou fléchi à 45°. Les rétinaculum sont soigneusement reconstruits et suturés.

Plus récemment, une variante surtout utilisée dans les fractures transverses non comminutives propose l'utilisation de deux vis 4 mm canulées spongieuses à filetage partiel qui réunissent les deux fragments et au travers desquelles on passera un cerclage en 8 antérieur comme décrit précédemment. Ce montage est surtout réservé aux fractures de patella sur os non porotique, chez le jeune.

Fractures polaires

La règle première est de ne jamais exciser les fragments osseux aussi petits paraissent-ils. En effet ceux-ci ont un lit et il est relativement facile de les y replacer. Leur ablation enlève un repère anatomique fondamental pour l'opérateur qui ne saura plus où fixer le ligament patellaire. Il risque d'être mis en position trop antérieure ou trop postérieure sur la patella, ce qui la fera basculer dans sa course en flexion et en extension. Là aussi, les fragments sont fixés par broches et cerclages-haubanages ou par des fils non résorbables insérés en transpatellaire. On discutera ensuite de l'application d'un cerclage d'abaissement. La tension de celui-ci sera réglée genou fléchi à 45°. On passe un cerclage en « O », qui part de la base de la patella et qui s'appuie sur une vis corticale 4,5 mm de longueur appropriée mise en place juste en-dessous de la tubérosité tibiale. *Il faut être très attentif au fait que ces cerclages d'abaisse-*

ment sont susceptibles d'entraîner des patellas basses dans les suites. On ne les utilisera avec parcimonie, que dans les cas où aucune autre solution n'est satisfaisante. Il ne faut, *sous aucun prétexte*, les laisser en place plus de 4 à 6 semaines.

Fractures en « biscuit »

Lors de certaines fractures de la patella plutôt sur os porotique, un ou plusieurs fragments peuvent se tasser et s'aplatir sous la violence du traumatisme. On notera une incongruence articulaire sous la forme d'une importante marche d'escalier même si, par ailleurs, la réduction paraît correcte. Il faudra relever la surface articulaire impactée ou tassée et éventuellement la soutenir avec un petit greffon ou un substitut osseux. Le fragment, dont la hauteur est ainsi rétablie, sera remis en place et la fracture ostéosynthésée comme décrit plus haut.

Fractures ouvertes

Il faut procéder à un parage soigneux de la plaie cutanée, une excision partielle de la bourse et des tissus contaminés est nécessaire. On peut être amené à laisser la plaie ouverte et procéder à une fermeture en deux temps. C'est à ce moment-là que l'on fera l'ostéosynthèse. Il s'agit d'une situation rare. Le plus souvent on peut fermer après l'ostéosynthèse. Une couverture antibiotique prophylactique appropriée est indispensable dans ce cas.

Fracture de patella sur prothèse totale de genou (PTG)

La fracture de patella sur une prothèse totale de genou représente la fracture périprothétique la plus fréquente. Approximativement 1 % des PTG présentent cette complication. Soixante-quinze pour cent de ces fractures sont de type verticale et ne créent pas d'interruption de l'appareil extenseur. Les circonstances d'apparition de ces fractures sont multiples :

- per-opératoires au cours d'une opération primaire ou de révision ;
- au décours d'une PTG ;
- causées par une fracture de fatigue, sur contraction trop forte du quadriceps, lors d'un rattrapage de chute par exemple ;
- un traumatisme ;
- une nécrose aseptique ;
- le plus souvent une combinaison de ces éléments.

Les fractures per-opératoires sont peu fréquentes et souvent liées à des erreurs techniques. Vouloir resurfacer une patella de moins de 10 à 15 mm d'épaisseur prédispose à une fracture. Dans la règle, il faut éviter de resurfacer la patella lors d'une reprise.

Certaines fractures après PTG ne sont pas associées à un traumatisme. Les causes peuvent être imputées parfois au patient : ostéoporose, polyarthrite, sexe masculin, niveau d'activité trop élevé, trop belle mobilité. Souvent l'implant est en cause : dessin de l'implant, quille centrale, implant non cimenté,

prothèse substituant le ligament croisé postérieur, descellement et ostéolyse. Des facteurs techniques peuvent être incriminés : résection excessive, résection inadéquate, perforation patellaire antérieure, reprise, alignement insatisfaisant des implants, subluxation patellaire, dévascularisation de la patella. Ce dernier facteur est souvent le résultat d'une section du rétinaculum patellaire latéral concomitante à la pose de l'implant. Dans cette situation, Goldberg, classe les fractures en quatre types (tableau II), dont dépend le traitement.

Pour les fractures sans rupture de l'appareil extenseur, une immobilisation en extension de 4 à 6 semaines suivie d'une rééducation suffit.

Pour les fractures qui ont rompu l'appareil extenseur, le traitement est chirurgical : ostéosynthèse ou patellectomie. Il faut s'attendre à des résultats fonctionnels dans l'ensemble médiocres, selon les auteurs. Dans ce type de traumatisme, la prévention est de mise en respectant les impératifs techniques des implants et en utilisant une technique chirurgicale la moins dévascularisante possible pour la patella.

-
- Type 1 : Appareil extenseur intact
 Type 2 : Appareil extenseur rompu
 Type 3 : Pôle inférieur
 a) ligament patellaire intact
 b) ligament patellaire rompu
 Type 4 : Fracture-luxation.
-

Tableau II – Fractures de patella sur prothèse totale du genou – Classification de Goldberg.

Fractures ostéochondrales

Ces fractures touchent la surface articulaire et sont secondaires à une luxation patellaire latérale traumatique chez un jeune (15-20 ans). Le diagnostic est parfois difficile sur les radiographies standard. Un scanner ou une évaluation arthroscopique sont parfois nécessaires. Le fragment libre est soit excisé, soit remis en place et fixé selon sa taille.

Rééducation

Le schéma de rééducation est le même que pour le traitement conservateur, la marche genou tendu dans une attelle pendant 4-6 semaines est préconisée, assistée de deux cannes. La charge partielle sera encouragée. Ce qui diffère, c'est une mobilisation active hors attelle et en décharge dès le lendemain de l'intervention. On encouragera la flexion jusqu'à 50° et l'extension complète active. La suite, après 6 semaines, dépend des radiographies de contrôle. La guérison osseuse complète est attendue entre la 10^e et la 12^e semaines.

Résultats et complications

Dans les formes non comminutives, on peut s'attendre à de bons résultats fonctionnels, mais au prix d'une perte de force du quadriceps dans tous les cas. Celle-ci peut aller jusqu'à 50 % par rapport au côté opposé. La gravité de la fracture initiale n'est pas en corrélation directe avec cette perte de force. La patella basse est une complication redoutable qu'il faut combattre par une mobilisation précoce. Plus de la moitié des patients souffriront de séquelles arthrosiques qui sont plus ou moins gênantes. D'autres complications moins fréquentes existent :

- perte de réduction progressive ;
- non-consolidation ;
- nécrose avasculaire de la patella.

Elles se rencontrent dans moins de 5 % des cas. Bien que le matériel d'ostéosynthèse puisse rester asymptomatique, son ablation doit être prévue dans les deux ans, car les cerclages peuvent être difficile à enlever dans leur totalité au-delà.

Bibliographie

- Bourne RB (1999) Fractures of the patella after total knee replacement. *Orthop Clin N Am* 30: 287-91
- Johnson E (1996) Fractures of the patella. In : Rockwood and Green's Fractures in Adults. Fourth edition. Eds Rockwood CA, Green DP, Buchholz RW, Heckman JD. Lippincott-Raven Philadelphia, p 1956-72
- Mansat C, Bonnel F et Jaeger JH (1985) L'appareil extenseur du genou. Masson, Paris
- Muller ME *et al.* (1991) Manuel of Internal Fixation. Techniques recommended by the AO-ASIF group. Third edition. Springer-Verlag, Berlin
- Smillie IS (1978) Injuries to the knee joint. Fifth edition. Edinburgh, Churchill Livingstone

Techniques et résultats des patellectomies partielles et totales

J. Ménétrey

La controverse à propos de place de la patellectomie dans le traitement des fractures de la patella est ancienne. Dès 1909, Heineck (12) la condamnait : « Bien que la patella soit inutile à la locomotion, la patellectomie totale devrait être proscrite en cas de fracture transverse. » Recommandée ensuite par Brooke (2), Hey-Groves (13) et Watson-Jones (48), il fallut attendre 1940 pour que l'importance de l'appareil patellaire et de sa préservation fût souligné (7, 11, 18, 24). En 1942, Thomson (46) établissait les options thérapeutiques dans les fractures de la patella, qui n'ont pas sensiblement évolué depuis les années 50.

Anatomie fonctionnelle de la patella

La patella est le plus grand os sésamoïde du corps humain. Son centre d'ossification apparaît entre 2 et 3 ans, au plus tard, à 6 ans. Les anomalies d'ossification à son pôle supéro-latéral peuvent entraîner une *patella bipartita*. Si l'anomalie est bilatérale, le diagnostic est quasi certain.

On lui reconnaît comme fonction :

- aider à la nutrition du cartilage articulaire de la trochlée fémorale ;
- protéger les condyles fémoraux des traumatismes ;
- augmenter l'efficacité biomécanique du muscle quadriceps. La patella transmet les forces de tension du muscle quadriceps au ligament patellaire. En éloignant l'appareil extenseur de l'axe de rotation du genou (19), elle augmente le bras de levier du muscle quadriceps en le faisant agir à un plus grand angle.

Du point de vue biomécanique, les activités quotidiennes génèrent des forces en compression sur l'articulation fémoro-patellaire équivalent à trois fois le poids du corps et portée à plus de sept fois lors de la montée d'escalier et de l'accroupissement (37). Les tensions s'appliquant sur la patella peuvent atteindre 3000 N et même 6000 N chez les athlètes (14). Des travaux ont évalué le « contact stress » sur l'articulation fémoro-patellaire entre 2 et 10 N/mm², à savoir presque le double du « contact stress » estimé sur l'articulation fémoro-tibiale médiale qui est de 2 à 5 N/mm² (4, 28, 36, 40, 41). Ces chiffres démontrent l'importance fonctionnelle de l'articulation fémoro-

patellaire et le défi que représente sa reconstruction après un traumatisme sévère.

Après patellectomie totale, le bras de levier du muscle quadriceps est réduit de 30 à 40 % (19). La force d'extension du genou est diminuée de 30 à 54 % (19, 21, 30, 43, 44, 47). La vitesse de contraction du muscle quadriceps est plus lente, retardant la survenue du pic de force (47) et le temps de conversion flexion-extension est prolongé (47). Ces perturbations de la contractilité musculaire expliquent très certainement la difficulté que les patients éprouvent lors de la course à pied ou lors des activités en terrain inégal, après patellectomie totale, alors que la marche en terrain régulier, même prolongée, est peu affectée. En revanche, la mobilité de l'articulation du genou n'est que peu ou pas limitée après la patellectomie (44, 51).

Indication de la patellectomie

Rappelons en préambule que la restitution de l'anatomie est le but de la chirurgie des fractures.

Patellectomie partielle

La patellectomie partielle et la fixation de l'appareil extenseur à un large fragment patellaire ont été recommandées dans les fractures transverses (1, 15, 16). Cette technique ne devrait être réalisée que lorsqu'il est impossible d'obtenir une surface articulaire régulière ou lorsqu'il existe un large fragment associé à une comminution du pôle proximal ou distal, qui ne peut être ostéosynthésée par un cerclage.

La résection du pôle distal de la patella et la suture du ligament patellaire au fragment proximal, pour éviter une fixation os-os techniquement difficile, ne sont pas justifiées sauf si le pôle distal est très comminutif. En effet, elle peut être la cause d'une patella basse.

Dans une fracture très comminutive, la patellectomie partielle peut être indiquée si un large fragment peut être sauvegardé (1, 7, 44). La réduction indirecte des fractures comminutives par différents cerclages peut offrir une alternative valable à la patellectomie partielle ou totale. En revanche, les fractures marginales, déplacées et comminutives, constituées de fragments articulaires, et qui emportent moins de 30 % de la surface de l'articulation, devraient être excisées (fig. 1).

Patellectomie totale

Elle a été recommandée pour les fractures comminutives où il ne subsiste pas de fragment suffisamment grand pour assurer la reconstruction (2, 4, 12, 16, 20, 22). Les défenseurs de la patellectomie totale en ont noté les avantages :

- courte période d'immobilisation ;
- moindres complications postopératoires ;
- retour au travail plus rapide (1, 3, 8, 23).

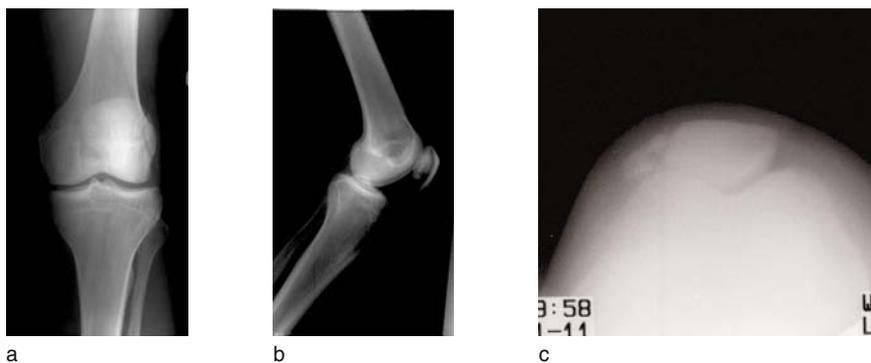


Fig. 1 – Fracture comminutive marginale latérale de la patella - Radiographies.
a) de face. b) de profil. c) en vue axiale.

Néanmoins, les mêmes travaux ont démontré une incidence élevée de mauvais résultats à long terme (3, 8, 16, 50) jusqu'à 39 % (50) voire 65 % (3).

Technique chirurgicale

Patellectomie partielle

Fracture à comminution centrale

La patella est exposée par une incision transverse ou longitudinale et médiane. Les différents fragments sont identifiés et les berges des fragments proximaux et distaux exposées. Les différents morceaux ostéocartilagineux centraux sont alors excisés et retirés. Les berges des deux morceaux principaux sont régularisées afin de permettre une réduction millimétrique et une excellente fixation. Dans la période postopératoire, le genou est protégé 3 à 4 semaines par une attelle en extension ou à 15° de flexion. La mobilisation en flexion progressive est débutée dès la première semaine postopératoire. La kinésithérapie doit aussi prévenir les adhérences et le développement d'une patella basse. Le réveil du muscle quadriceps doit débuter dès que possible.

Comminution du pôle proximal ou distal

Il est important de noter si des fragments osseux sont encore attachés au tendon. Si c'est le cas, ceux-ci sont inclus dans la suture : le contact os-os favorise la guérison et accélère la mobilisation. L'extrémité du tendon quadriceps doit être suturée et fixée proche de la surface articulaire du fragment restant, afin de prévenir la bascule du fragment lors de la flexion du genou (8). En ce qui concerne le ligament patellaire, il existe toujours une controverse quant à la position exacte de sa fixation. Pour Marder *et al.* (25),

une fixation plus antérieure que le bord libre de la surface articulaire de la fracture entraîne une bascule de la patella de moindre importance et, par conséquent, une meilleure congruence articulaire et une diminution du « contact stress ». Sur le versant tendineux, nous recommandons une suture par des points en cadre de type Kessler ou Kleinert. Les sutures devraient être mises en tension genou fléchi à 45°. Si la reconstruction concerne le pôle distal de la patella, un cerclage de protection en figure de huit est passé au-dessus de la patella et arrimé en transosseux dans le tibia. En postopératoire, le genou est maintenu dans une attelle aussi proche que possible de l'extension, pour une durée de 4 à 6 semaines. La mobilisation en flexion doit débuter dès la première semaine et les principes de kinésithérapie énoncés ci-dessus, devraient être appliqués.

Comminution marginale

L'incision cutanée est longitudinale et médiane, voire parapatellaire médiale ou latérale. Le rétinaculum patellaire médial ou latéral est incisé longitudinalement en prenant garde aux vaisseaux géniculés supéro-médiaux ou supéro-latéraux. Les fragments ostéocartilagineux sont alors énucléés en les disséquant au-dessous du rétinaculum pour préserver son insertion sur la patella. Les morceaux libres sont retirés et le rétinaculum soigneusement refermé. La mobilisation et la mise en charge sont immédiates et un retour au travail, rapide.

Patellectomie totale

De nombreuses techniques de patellectomies totales ont été décrites (5, 8, 34, 35, 42). Néanmoins, la technique de reconstruction cruciforme de l'appareil extenseur après patellectomie totale semble donner les meilleurs résultats fonctionnels (42, 51) : nous l'utilisons dans notre service (fig. 2).

L'incision cutanée est soit longitudinale et médiane, soit transverse, puis une incision longitudinale et centrale est créée sur les 4 cm distaux du tendon quadricipital, poursuivie sur la patella et sur les 3 cm proximaux du ligament patellaire. Puis, à mi-hauteur de la patella, une incision transverse est réalisée sur 3 cm dans les rétinaculum patellaires médial et latéral et la capsule. Une dissection soignée et précise permet alors de décoller les coins des quatre lambeaux et de les libérer des fragments osseux sous-jacents qui sont réséqués. De solides fils sont arrimés dans les lambeaux proximal-latéral et distal-médial de façon à réaliser une suture en paletot. La même technique est faite sur les lambeaux proximal-médial et distal-latéral. Le lambeau proximal-latéral est suturé sur le lambeau distal-médial, puis le lambeau proximal-médial est amené sur le lambeau distal-latéral et solidement fixé. De nombreuses sutures devraient être utilisées pour renforcer la fixation des lambeaux superficiels. Finalement, des points simples ou un surjet sont utilisés pour avancer distalement et médialement le muscle vaste médial. Cette technique permet de solidariser puissamment les quatre couches, dans le but de créer une « patella

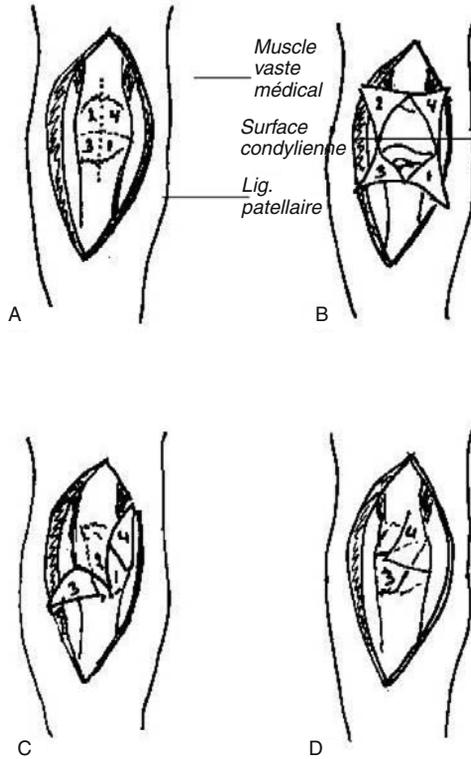


Fig. 2 – Reconstruction cruciforme de l'appareil extenseur d'après Ziran BH (51). A) Incision cruciforme de l'appareil extenseur et de l'enveloppe des tissus mous de la patella. B) Dissection et élévation des 4 lambeaux, puis énucléation des fragments patellaires. C) Reconstruction initiale par suture du lambeau proximal-latéral (2) sur le lambeau distal-médial (1). D) Reconstruction superficielle par suture du lambeau proximal-médial (4) sur le lambeau distal latéral (3).

en tissu mou » et de laisser le muscle vaste médial oblique (VMO) dans la partie la plus superficielle de la reconstruction, maximisant ainsi son action. En effet, le valgus naturel de l'appareil extenseur confère aux structures médiales du muscle quadriceps un rôle de force stabilisatrice, qui prévient la subluxation latérale de l'appareil dans les 30 premiers degrés de flexion. Les plans sous-cutanés et la peau sont refermés avec soin afin d'assurer une trophicité et un résultat esthétique optimaux.

Dans les suites postopératoires, le genou est immobilisé dans une attelle en extension ou à 15° de flexion pour 4 à 6 semaines, mais la mobilisation en flexion du genou sous contrôle d'un kinésithérapeute débute dès la deuxième semaine. La marche en charge partielle est autorisée dès le quatrième jour postopératoire et ce, pendant 6 semaines. Le travail isométrique du muscle quadriceps débute dès la deuxième semaine postopératoire et l'élévation de la jambe en extension est autorisée dès la troisième semaine. En revanche, la flexion et l'extension active sont différées jusqu'à la sixième semaine postopératoire.

Résultats

Patellectomies partielles

Les résultats sont excellents après une patellectomie verticale et marginale latérale ou médiale, bons après une patellectomie centrale et plus nuancés lorsqu'il s'agit des pôles distal ou proximal de la patella. Saltzman *et al.* (38) rapportaient 78 % de bons et excellents résultats après patellectomie partielle et confirmaient ainsi les résultats précédemment publiés (8, 29, 39, 45). Utilisant un score dont le maximum est 100 et basé sur la fonction du genou, les données objectives de l'examen clinique et les radiographies, les auteurs notaient un score de 85/100 (55-99) pour les fractures comminutives et de 93/100 (78-100) pour les fractures transverses (38). Dans cette étude, la force isocinétique du quadriceps était réduite de 15 %, comparée au muscle controlatéral. Soixante-seize pour cent des patients avaient repris une activité sportive dans l'année qui avait suivi l'intervention. Malgré ces excellents résultats, les auteurs (38) avouaient 53 % de lésions dégénératives sévères de l'articulation fémoro-patellaire avec un suivi moyen de 8,4 ans. Pandey *et al.* (33) notaient 80 % d'excellents et bons résultats dans une série importante de 175 patellectomies partielles évaluées par un score très proche de celui décrit ci-dessus.

Patellectomie totale

Si les résultats cliniques après patellectomie pour chondromalacie ou arthrose patellaire sont plus contrastés, ceux rapportés (tableau I) pour les fractures

		Effectif	Résultats			Suivi moyen (Année)
			Excellent ou Bon	Moyen	Mauvais	
Groupe « fracture »						
West (49)	(1962)	42	31 (70 %)	6	5	5
Misrha (27)	(1972)	26	18 (70 %)	5	3	5
Einola <i>et al.</i> (9)	(1976)	28	6 (20 %)	18	4	7
Peeples <i>et al.</i> (34)	(1978)	20	17 (85 %)	3	0	3,5
Wilkinson (50)	(1977)	31	22 (70 %)	0	9	8
Jakobsen <i>et al.</i> (16)	(1985)	28	22 (78 %)	6	0	20
Groupe « chondromalacie »						
Stougaard (43)	(1970)	48	15 (30 %)	14	18	6
Peeples <i>et al.</i> (34)	(1978)	14	11 (78 %)	2	1	3,5
Compere <i>et al.</i> (5)	(1979)	29	26 (90 %)	2	1	4,5
Steurer <i>et al.</i> (42)	(1979)	31	30 (90 %)	0	1	8
de La Caffinière (6)	(1984)	41	21 (57 %)	5	11	2
Jensen <i>et al.</i> (17)	(1989)	17	5 (29 %)	9	3	5,5
Ziran <i>et al.</i> (51)	(1994)	12	12 (100 %)	0	0	4,5
Lennox <i>et al.</i> (22)	(1994)	83	63 (76 %)	10	10	21

Tableau I – Résultats après patellectomie pour fracture et chondromalacie patellaire.

comminutives opérées sont excellents et bons dans 70 à 80 % des cas (2, 16, 27, 42, 49, 50), notamment les travaux de Jakobsen *et al.* (16), avec un suivi de 20 ans et 78 % d'excellents et bons résultats. L'expérience de notre service montre que les résultats tendent à se dégrader avec le temps. Einola *et al.* (9) confirme nos constatations avec seulement 21 % d'excellents et bons résultats, pour un suivi supérieur à 7 ans. Certains travaux résistent mal à une lecture critique : il semble difficile que l'on puisse qualifier un genou de normal lorsque celui-ci est partiellement raide, sujet à des troubles dégénératifs avancés et une perte de force lors de l'extension active de 50 % par rapport au genou controlatéral.

Einola (9) et Kuster (21) ont montré que le facteur prédictif le plus fiable, pour l'obtention d'un bon résultat après patellectomie totale, est la force du quadriceps : un déficit de la force du quadriceps supérieur à 40 % entraînait toujours de mauvais résultats. La force en flexion semble aussi être un facteur prédictif (21) lorsque le déficit des muscles ischiojambiers est supérieur à 30 %. Ces auteurs recommandent le ré-entraînement postopératoire en force isocinétique comme moyen de réhabilitation.

Complications

Complications immédiates

Dans la littérature, elles incluent l'infection postopératoire superficielle, la nécrose cutanée, les nevromes superficiels, les thromboses veineuses profondes du mollet, la rupture traumatique secondaire de l'appareil extenseur et l'ossification hétérotopique du tendon quadricipital ou du ligament patellaire. Ces ossifications ne semblent, d'ailleurs, pas perturber la fonction de l'appareil extenseur (9). Ces complications sont rapportées sans chiffre précis et il est difficile d'en déduire l'incidence réelle.

Complications tardives

Elles sont certainement plus graves. Nous avons déjà traité de la perte de force en extension et en flexion du genou et nous ne reviendrons pas sur le sujet.

Le développement d'arthrose dans les suites de patellectomie est maintenant bien démontré. Elle touche tous les compartiments : 53 % d'arthrose fémoro-patellaire, 35 % fémoro-tibiale médiale et 28 % fémoro-tibiale latérale pour Saltzman *et al.* (38). Feller et Bartlett (10) ont évalué par arthroscopie 16 genoux « patellectomisés » et avec un recul moyen de 15,4 ans. Quinze des seize genoux examinés montraient des signes d'arthrose de grade 3 à 4 selon Outerbridge (31). Après patellectomie partielle, les lésions siégeaient dans le compartiment fémoro-patellaire pour 53 % des genoux et dans le compartiment fémoro-tibial médial pour 40 % des cas (10). Le compartiment fémoro-tibial latéral était plus rarement atteint et de façon moins sévère. Les auteurs ont clairement montré une corrélation entre le temps écoulé depuis

la patellectomie et l'importance des dégâts cartilagineux (10). Le développement d'arthrose, notamment dans le compartiment fémoro-tibial médial, peut être expliqué par les perturbations de la cinématique du genou après patellectomie. En effet, au cours des 60 derniers degrés d'extension, la synchronisation de mouvement entre le fémur et le tibia est anormale dans un genou sans patella (42). Cette perte de synchronisation induit des forces de cisaillement-compression sur le cartilage du condyle fémoral médial et sur le plateau tibial médial (42) et entraîne une usure prématurée.

Enfin, les arthroplasties totales du genou après patellectomie ont des résultats moins satisfaisants que lorsqu'elles sont réalisées sur des genoux à patella conservée (26). Elles permettent, néanmoins, une réduction significative de la douleur et une légère augmentation de la fonction (26). Afin d'améliorer les résultats, Paletta *et al.* (32) recommandent l'utilisation de prothèses postéro-stabilisées, qui sacrifient le ligament croisé postérieur.

Conclusion

La prise en charge des fractures de la patella a pour but la restauration de l'anatomie. Certaines situations imposent une patellectomie. Les résultats sont bons si elle est menée dans le respect de l'anatomie fonctionnelle de l'articulation fémoro-patellaire et de l'appareil extenseur. La patellectomie totale doit rester exceptionnelle. Lorsqu'elle est nécessaire, elle ne donne que 50 % de bons résultats et a des conséquences durables sur la fonction du genou, sur ses surfaces cartilagineuses. Elle peut compromettre en partie les résultats d'une arthroplastie ultérieure.

Références

1. Anderson LD (1971) In Crenshaw AH (ed) Campbell's Operative Orthopaedics, 5th edition CV Mosby, St-Louis
2. Brooke R (1936-1937) The treatment of fractured patella by excision: A study of morphology and function. *Br J Surg* 24: 733-47
3. Burton VW (1972) Results of excision of the patella. *Surg Gynecol Obstet* 135: 753-5
4. Carpenter JE, Kasman R, Matthews LS (1993) Fractures of the Patella. *J Bone Joint Surg* 75-A: 1550-61
5. Compere CL *et al.* (1979) A new method of patellectomy for patello-femoral arthritis. *J Bone Joint Surg* 61-A : 714-19
6. De La Caffinière JY, Theis JC (1984) La patellectomie avec conservation du bras de levier et de la continuité de l'appareil extenseur pour chondropathie rotulienne. *Rev Chir Orthop* 70: 389-96
7. DePalma AF, Flynn JJ (1958) Joint changes following partial and total patellectomy. *J Bone Joint Surg* 40-A: 395-413
8. Duthie HL, Hutchinson JR (1958) The results of partial and total excision of the patella. *J Bone Joint Surg* 40-B: 75-81
9. Einola S, Aho AJ, Kallio P (1976) Patellectomy after fracture: Long-term follow-up results with special reference to functional disability. *Acta Orthop Scand* 7: 441-7

10. Feller JA et Bartlett RJ (1993) Patellectomy and osteoarthritis: arthroscopic findings following previous patellectomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 1: 159-61
11. Haxton H (1945) The function of the patella and effects of its excision. *Surg Gynecol Obstet* 80: 389-95
12. Heineck AP (1909) The modern operative treatment of fracture of the patella: I. Based on the study of other pathological states of this bone. II. An analytical review of over 1.100 cases treated during the last ten years, by open operative method. *Surg Gynecol Obstet* 9: 177-248
13. Hey-Groves EW (1937) A note on the extension apparatus of the knee joint. *Br J Surg* 24: 747-8
14. Huberti HH *et al.* (1984) Force ratios in the quadriceps tendon and ligamentum patellae. *J Orthop Res* 2: 49-54
15. Hung LK *et al.* (1993) Partial patellectomy for patellar fracture: tension band wiring and early mobilization. *J Orthop Trauma* 7: 252-260
16. Jakobsen J, Christensen KS, Rasmussen OS (1985) Patellectomy - A 20 year Follow-up. *Acta Orthop Scand* 56: 430-2
17. Jensen DB, Hansen LB (1989) Patellectomy for chondromalacia. *Acta Orthop Scand* 60: 17-19
18. Jensenius H (1951) On the results of excision of the fractured patella. *Acta Chir Scand* 102: 275-84
19. Kaufer H (1971) Mechanical function of the patella. *J Bone Joint Surg* 53-A: 1551-60
20. Kelly MA, Insall JA (1986) Patellectomy. *Orthop Clin North Am* 17: 289-95
21. Kuster M, Blatter G (1996) Knee joint muscle function after patellectomy : how important are the hamstrings? *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 4: 160-3
22. Lennox IA *et al.* (1994) Knee function after patellectomy: A 12-48 years Follow-up. *J Bone Joint Surg* 76-B: 485-7
23. Levack B, Flannagan JP, Hobbs S (1985) Results of surgical treatment of patellar fracture. *J Bone Joint Surg* 67-B: 416-9
24. McKeever DC (1955) Tibial plateau prosthesis. *Clin Orthop* 18: 86-95
25. Marder RA *et al.* (1993) Effects of partial patellectomy and reattachment of the patellar tendon on patellofemoral contact areas and pressures. *J Bone Joint Surg* 75-A: 35-45
26. Martin SD, Haas SB, Insall JN (1995) Primary total knee arthroplasty after patellectomy. *J Bone Joint Surg* 77-A: 1323-30
27. Mishra US (1972) Late results of patellectomy in fracture patella. *Acta Orthop Scand* 43: 256-63
28. Morrison JB (1970) The mechanics of muscle function in locomotion. *J Biomech* 3: 431-451
29. Nummi Juhani (1971) Operative treatment of patellar fractures. *Acta Orthop Scand* 42: 437-8
30. O'Donoghue DH *et al.* (1952) Strength of quadriceps function after patellectomy. *Western J Surg Obstet Gynec* 60: 159-67
31. Outerbridge RE (1961) The aetiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg* 43-B: 752-7
32. Paletta GA, Laskin RS (1995) Total knee arthroplasty after previous patellectomy. *J Bone Joint Surg* 77-A: 1708-12
33. Pandey AK, Pandey S, Pandey P (1991) Results of partial patellectomy. *Arch Orthop Trauma Surg* 110: 246-9
34. Peebles RE, Margo MK (1978) Function after patellectomy. *Clin Orthop* 132: 180-6
35. Pickett JC, Stoll DA (1979) Patellaplasty or patellectomy? *Clin Orthop* 144: 103-6
36. Reilly DJ, Martens M (1972) Experimental analysis of quadriceps muscle force and patellofemoral joint reaction force for various activities. *Acta Orthop Scand* 43: 126
37. Rorabek CH, Bobechno WP (1976) Acute dislocation of the patella with osteochondral fracture: A review of eighteen cases. *J Bone Joint Surg* 58-A: 237-40
38. Saltzman *et al.* (1990) Results of treatment of displaced patellar fractures by partial patellectomy. *J Bone Joint Surg* 72-A: 1279-85

39. Sanderson MC (1975) The fractured patella: A long-term follow-up study. *Austr New Zealand J Surg* 45: 49-54
40. Smidt GI (1973) Biomechanical analysis of knee flexion and extension. *J Biomech* 6: 790-2
41. Sorensen KH (1964) The late prognosis after fracture of the patella. *Acta Orthop Scand* 34: 198-212
42. Steurer PA *et al.* (1979) Patellectomy: A clinical study and biomechanical evaluation. *Clin Orthop* 144: 84-90
43. Stougaard J (1970) Patellectomy. *Acta Orthop Scandinavica* 41: 110-21
44. Sutton Jr FS *et al.* (1976) The effect of patellectomy on knee function. *J Bone Joint Surg* 58-A: 537-40
45. Thomson JEM (1935) Comminuted fractures of the patella: Treatment of cases presenting with one large fragment and several small fragments. *J Bone Joint Surg* 17: 431-4
46. Thomson JEM (1942) Comminuted fractures of the patella: removal of the loose fragments and plastic repair of the tendon: A study of 554 cases. *Surg Gynecol Obstet* 74: 860-6
47. Watkins MP *et al.* (1983) Effect of patellectomy on the function of the quadriceps and hamstring. *J Bone Joint Surg* 65-A: 390-5
48. Watson-Jones R, Roberts RE (1939) Significance of density of bone shadow. *Br J Surg* 21: 467
49. West FE (1962) End results of patellectomy. *J Bone Joint Surg* 44-A: 1089-8
50. Wilkinson J (1977) Fracture of the patella treated by total excision. *J Bone Joint Surg* 59-B: 352-4
51. Ziran BH *et al.* (1994) Knee function after patellectomy and cruciform repair of the extensor mechanism. *Clin Orthop* 302: 138-46

Fractures de la patella – Place du traitement orthopédique et fonctionnel

A. Vannineuse, F. Ralaimiaramanana

Les fractures de la patella ont été étudiées par Böhler (1), il y a déjà longtemps. La pertinence de ses observations fait qu'elles peuvent encore servir de base à notre approche.

Il distingue deux types de lésions de l'appareil extenseur :

- par choc direct. L'intégrité du tendon du quadriceps est préservée et, avec lui, l'extension active de la jambe ;
- par contraction musculaire. Le tendon quadricipital rompu entraîne la perte de l'extension active du genou.

Cette perte de l'extension active est, d'ailleurs, un élément sémiologique important (tableau I) qu'il intègre à la description de la rupture de tendon quadricipital ou, plus exactement dans notre conception anatomique actuelle, de l'appareil extenseur du genou. Néanmoins, la patella se caractérise par sa structure anatomique et biomécanique qui conditionne les particularités du traitement. Il est important de se souvenir que 30 % des contraintes nécessaires à l'extension du genou sont assurées par le surtout fibreux prépatellaire et ses extensions latérale et médiale (2). Le problème consiste donc d'abord à cerner les indications d'un traitement conservateur, de définir les différentes options de traitement et enfin, lorsqu'une solution a été choisie, de bien en préciser les modalités. La connaissance des pièges, échecs et complications

Douleur

Perte de l'extension active

Préservation de la mobilité passive dans la limite de la douleur

Perception du craquement

Épanchement hématique

Perception de l'hiatus interfragmentaire

Dépression tégumentaire visible. avant qu'elle ne soit comblée par l'hématome et l'œdème

Tableau I – Sémiologie de la rupture de l'appareil extenseur

doivent permettre de modifier la stratégie au moment opportun. Bien conduit, le traitement conservateur offre des perspectives extrêmement satisfaisantes, 98 % de bons résultats chez Boström (3).

Critères de choix

La décision thérapeutique doit s'appuyer sur trois éléments :

Le patient, avant tout :

- les contraintes médico-légales qui pèsent sur nous, ne permettent plus d'échapper à l'information loyale du patient. Si, en dépit d'une indication opératoire bien posée, le patient refuse l'intervention, nous n'avons que le traitement conservateur dont il faudra adapter les modalités. Dans un tel contexte, la plus grande prudence s'impose. On peut légitimement poser la question d'une information écrite, signée par le patient. Un exemplaire serait conservé au dossier médical, afin qu'à aucun moment, le défaut d'informations ne puisse être opposé au praticien. Le risque est grand, en effet, de voir les résultats du traitement ne pas toujours être à la hauteur des espérances du blessé ;

- la collaboration du patient et sa capacité à comprendre les limites et les impératifs de tout traitement, qu'il soit conservateur ou chirurgical, peuvent conditionner les choix du thérapeute. La non-collaboration fera opter plutôt pour une immobilisation simple, rigide mais plus sûre à un traitement fonctionnel actif avec ou sans chirurgie. Ces mêmes raisons peuvent conduire à hospitaliser en centre de rééducation, afin de garder un meilleur contrôle médical de la situation, car de plus en plus, il nous appartiendra d'apporter la preuve que nous avons rempli notre contrat thérapeutique. La collaboration du rééducateur devient fondamentale pour conduire au mieux le patient sur les chemins de la guérison. Les choix thérapeutiques sont, dans ce cas, guidés par l'expérience et la perception que le thérapeute a de la situation. Il n'y a pas de règle formelle ;

- les conditions générales et régionales peuvent conduire à privilégier une option plutôt qu'une autre. Ainsi l'existence de fractures associées à proximité est susceptible de modifier la stratégie.

Les éléments de la clinique :

- la perte de la flexion active signe la rupture de l'appareil extenseur. Lorsque la douleur rend le test difficile, l'examen sera renouvelé après quelques jours, et après une éventuelle ponction évacuatrice ;

- la perception de l'hiatus fracturaire ;

Le traitement orthopédique se nourrit *a contrario* des fondements de l'indication opératoire qui peut être approchée par deux questions (4) :

- existe-t-il une rupture du système extenseur ?
- quelle est la répercussion sur l'articulation fémoro-patellaire ? (fig. 1).

La réponse dépend du bilan radiologique.

L'état cutané intervient aussi dans la décision : si une fracture ouverte est une urgence opératoire, les lésions plus superficielles, érosions, excoriations, etc. inciteront au minimum à surseoir à l'intervention, voire même à opter d'emblée pour le traitement conservateur.

Les problèmes proviennent des cas limites pour lesquels le choix du traitement est difficile :

- lorsque la patella n'est plus maintenue que par les structures latérale et médiale de l'appareil extenseur (fig. 1). Le choix du traitement conservateur impliquerait une information et une surveillance très stricte du risque de rupture totale ;

- le genou arthrosique de la personne âgée chez qui, en général, aucune solution n'est anodine :

- la chirurgie est à risque ;
- l'aggravation de l'arthrose probable, quel que soit le traitement choisi ;
- l'immobilisation plâtrée est difficilement supportée et risque d'entraîner un confinement au lit préjudiciable à l'autonomie future ;
- le traitement fonctionnel en institution spécialisée est aléatoire ;
- la mobilisation à domicile par le kinésithérapeute sous couvert d'une attelle, demande une excellente collaboration de tous les intervenants.



Fig. 1 – Sur le cliché de face l'hiatus est limite. De profil, l'hiatus en périphérie est très large mais la congruence articulaire est parfaite. L'appareil extenseur n'est préservé qu'au niveau des expansions latérale et médiale.

Les éléments apportés par la radiographie :

- la position du trait, vertical ou transversal ;
- la localisation du trait, au pôle, articulaire ou non, ostéocondral ;
- le déplacement ;
- le degré de comminution.

Ces informations sont données par les clichés de face et de profil. Nous partageons l'avis de Braun *et al.* (5) qui recommandent de pratiquer l'incidence axiale. Elle dégage souvent bien les altérations de la surface articulaire. Mais contrairement à leur opinion, l'utilisation de l'arthroscopie pour lever

un doute, conduit à associer le traitement conservateur et l'approche chirurgicale. Le scanner semble moins invasif et apporte une iconographie fiable.

Risques et avantages du traitement conservateur

Sous l'impulsion du groupe AO (6), la prise en charge des fractures de la patella a été codifiée et leur traitement opératoire a beaucoup progressé. Celui-ci a apporté le bénéfice d'une mobilisation plus rapide avec son incidence sur la fonction. Le risque infectieux qui n'est jamais nul, représente la principale menace qui compromet parfois sévèrement la fonction articulaire. Le traitement conservateur, à l'inverse, est dénué de ce risque et de celui de l'anesthésie.

Les risques propres au traitement conservateur sont la perte de mobilité et la douleur liée à la non-consolidation du trait, la raideur en rapport surtout avec une immobilisation prolongée. Une surface articulaire non restaurée, par l'incongruence des fragments, en est également la cause. Pauwels (cité par Müller (6)), a bien montré le rôle de la capsule et du surtout prépatellaire dont l'intégrité ou la bonne reconstitution chirurgicale permet la mobilisation immédiate. Cette propriété peut être exploitée également dans le traitement conservateur.

Choix du traitement

Lorsque l'ensemble des éléments exposés ci-dessus a été réuni et pris en compte, la stratégie thérapeutique doit être arrêtée. Pour ce faire, le rapport risque/bénéfice est certainement le meilleur garant pour le chirurgien et le patient dûment informé.

Les bonnes indications du traitement conservateur sont (tableau II) :

- les fractures longitudinales sans incongruence articulaire et avec un écart interfragmentaire inférieur à 1mm ;
- les fractures transverses extra-articulaires (pôle inférieur) ;
- les fractures transverses intra-articulaires dont l'incongruence articulaire et l'écart interfragmentaire sont inférieurs à 1mm (fig. 2).

Toutefois, lorsque l'écart entre les fragments est faible, 2 à 3mm, une information utile est donnée par la radiographie genou mis en flexion (7) (fig. 3). Une aggravation de l'écart donnerait l'indication opératoire, dans le cas contraire, le traitement conservateur peut se discuter. La douleur, en urgence,

Extension active du genou conservée

Diastasis interfragmentaire réduit (1 à 3 mm maximum)

Parfaite congruence des surfaces articulaires

Tableau II – Les points-clés de la décision d'un traitement conservateur.



Fig. 2 – De face et de profil, l'hiatus minime et la congruence très satisfaisante sont en faveur d'un traitement conservateur orthopédique.

peut rendre pénible la réalisation de ce cliché et, dans ce cas, une immobilisation provisoire de quelques jours et une réévaluation ultérieure peuvent se révéler utiles.

Concernant les lésions du pôle inférieur, extra-articulaires, il faut s'assurer de l'intégrité de l'appareil extenseur avant de poser l'indication du traitement orthopédique (extension active).

Modalités thérapeutiques

La ponction du genou : effectué dans des conditions d'asepsie stricte, ce geste apporte souvent un soulagement de la douleur, car il supprime l'hémarthrose sous tension. Le soulagement est quasi immédiat. Ce geste est utile dans tous les cas de traitement conservateur.

Le plâtre circulaire : dans la mesure où l'appui est possible, le plâtre cruro-malléolaire est admis. Certains auteurs préconisent un appui partiel, d'autres, total. Pour notre part, nous permettons l'appui complet s'il n'y a pas d'autres contre-indications. La cheville laissée libre évite son ankylose. La durée de l'immobilisation va de quatre (7) à six semaines (8), quatre semaines dans notre pratique, prolongée éventuellement en fonction des données de la radiographie, mais surtout de la persistance de la douleur à la pression et à la mobilisation. Le problème au décours de cette immobilisation est celui de la raideur et de l'importante amyotrophie. Pour lutter contre cet aléa, dès que le plâtre est solide, Jones (7) recommande la marche avec un périmètre progressif : un kilomètre dans la première semaine, et un kilomètre de plus par semaine supplémentaire. Chaque jour, le blessé doit élever la jambe plusieurs fois, à



Fig. 3 – De profil, le cliché du genou en flexion montre un hiatus et une congruence préservés, en faveur d'un traitement conservateur orthopédique. L'attention doit être attirée par des signes d'arthrose déjà avancée dont le patient doit être averti.

l'horizontale, pour fortifier les muscles de la cuisse. Il faut encourager cette sollicitation car, en outre, les sollicitations biomécaniques ont un effet favorable sur la consolidation osseuse (9).

Quelques points importants doivent être respectés dans la réalisation du plâtre :

- bien protéger la région supramalléolaire et le tendon calcanéen ;
- monter le plâtre jusqu'au trochanter ;
- bien mouler le plâtre au-dessus du genou pour l'empêcher de glisser vers le bas.

Le plâtre complet trouvera surtout son indication chez le patient indiscipliné ou chez qui les conditions ne permettent pas la réalisation facile d'un traitement fonctionnel.

L'attelle plâtrée : c'est une solution d'attente, lorsque l'état cutané doit être surveillé ou en attendant de passer la période douloureuse, avant d'entamer le traitement fonctionnel.

Le traitement fonctionnel : il est contraignant et peut nécessiter l'hospitalisation (5) en service spécialisé. Il commencera dès que la phase douloureuse est passée et comportera :

- des mobilisations douces de la patella ;
- le réveil du quadriceps ;
- des flexions progressives, toujours guidées et limitées par la douleur, la mobilisation se fera à la main ou sur arthromoteur. Neyret (4) recommande de ne pas dépasser 90° jusqu'au 45^e jour ;
- le lever avec appui sous couvert d'une attelle en extension. L'usage de cannes de protection est souhaitable, pour prévenir les chutes et ses contraintes excessives sur le quadriceps ;

– une surveillance radiologique régulière : semaines 1, 2 et 6 pour Braun (5), 2, 4 et 6 pour Neyret (4). Un phénomène douloureux nouveau et intercurrent est dans tous les cas une indication au contrôle radiographique. La désunion fracturaire doit conduire à la chirurgie.

Comme on peut le voir, ce traitement, bien conduit peut certainement apporter des résultats encourageants, chez l'adulte jeune et le sportif surtout. Son coût économique n'est certainement pas anodin.

Chez la personne âgée mais collaborant, une variante peut être apportée par le port d'une attelle amovible d'immobilisation qui permettra au kinésithérapeute d'assurer, à domicile, une prise en charge partielle de ce traitement fonctionnel, car le plâtre n'est pas toujours supporté surtout à cet âge.

Pièges et complications

La fracture de fatigue (10), elle est rare, mais connue chez les sportifs. Lorsque la fracture est totale et déplacée, le diagnostic est évident et le traitement le plus souvent chirurgical s'impose. Parfois, on se situe dans un contexte dont l'anamnèse est caractéristique : une activité physique intense, inhabituelle qui déclenche la douleur. Celle-ci cède au repos. Le traitement fonctionnel simple y trouvera une bonne indication.

La patella bipartita : elle peut être une source de méprise au cours de l'examen d'un genou traumatisé. Sa situation supéro-latérale, généralement indolore, doit attirer l'attention car, en pratique (7), il n'y a jamais de fracture de la patella à ce niveau. De plus, l'hémarthrose est absente.

La non-consolidation : c'est une des complications du traitement conservateur, bien qu'elle existe aussi dans les traitements chirurgicaux. Elle semble plus fréquente dans les fractures longitudinales de la marge latérale (fig. 4),



Fig. 4 – Fracture longitudinale latérale typique. En dépit d'un potentiel de consolidation moins bon, le pronostic reste favorable.

mais répond bien à un nouveau traitement conservateur (11). Il faut y voir, à notre sens, l'action du rétinaculum patellaire latéral qui sollicite le fragment en traction.

La phlébite : possible sous plâtre, elle se rencontre aussi lors du traitement fonctionnel (5). La surveillance et la prévention de phlébite doivent être assurées.

La fracture itérative : elle est possible, mais elle peut aussi résulter d'un nouveau traumatisme significatif.

L'arthrose : c'est une éventualité qui est toujours possible, quelle que soit la nature de la fracture initiale et du traitement. La contusion du cartilage peut conduire à la dégénérescence articulaire (12) et à l'arthrose, d'autant plus que l'articulation était déjà initialement pathologique. Cela peut conduire à traiter parfois rapidement des conflits fémoro-patellaires décompensés voire même à l'arthroplastie totale sur un genou qui décompense totalement et très rapidement, en dépit d'une fracture sans incongruence articulaire.

Conclusion

Le traitement conservateur offre des possibilités valables. Il doit certainement être retenu en première intention dans les fractures non déplacées. Ses modalités doivent être appréciées en fonction du rapport risque/bénéfice/coût. Les options de traitement seront analysées non seulement en fonction des attentes du patient, mais aussi de la collaboration que l'on peut espérer. L'état initial du genou, la force du traumatisme doivent être analysés pour cerner le pronostic et la surveillance doit rester attentive. Une évolution péjorative dont le patient n'aura pas été prévenu est toujours mal vécue, qu'elle se produise à court ou à long terme. L'évolution arthrosique doit toujours rester présente à l'esprit.

Références

1. Böhler L (1951) Die Technik der Knochenbruch Behandlung. Wien, Bdl Maudrich
2. Kaufer H (1979) Patellar biomechanics - Clin. Orthop 144: 51-4
3. Boström A (1974) Longitudinal fractures of the patella. Reconstr Surg Traumatol 14: 136-46
4. Neyret P (1998) Les fractures de la patella, in SOFCOT / Pathologie du genou de l'adulte /2 L'Expansion Scientifique Publications, Paris, 51-63
5. Braun W *et al.* (1993) Indications and results of nonoperative treatment of patellar fractures. Clin Orthop 289: 197-201
6. Müller ME *et al.* (1991) Manual of internal fixation - 3d Edition. Springer-Verlag, Berlin
7. Watson Jones R, Wilson JN (1982) Watson-Jones Fractures and joint injuries. Churchill Livingstone, Edinburg
8. Freuler F, Wiedmer U, Bianchibni D (1979) Cast manual for adults and children. Springer-Verlag, Berlin, 248 p
9. Carter DR *et al.* (1998) Mechanobiology of skeletal regeneration. Clin Orthop 355S: S41-S55
10. Bernard J (1988) Pathologie d'adaptation de l'os à l'effort : douleurs osseuses d'effort et fractures de fatigue. Encycl Méd Chir. Appareil locomoteur, Paris, 15904 A10, 8 p
11. Klassen JF, Trousdale RT (1997) Treatment of delayed and nonunion of the patella. J Orthop Trauma, 11(3): 188-94
12. Ficat P, Arlet J (1977) Étiopathogénie de l'arthrose. Rev Rhum 44(11): 627-31

Ruptures du tendon quadricipital

F. Rémy, F. Gougeon, M.-J. Debroucker, G. Wavreille et Ch. Fontaine

L'appareil extenseur du genou est une entité fonctionnelle et anatomique constituée par le muscle quadriceps fémoral, le tendon quadricipital, la patella intégrée dans le plan fibreux prépatellaire et le ligament patellaire (tendon rotulien) qui se termine sur la tubérosité du tibia.

Les ruptures du muscle quadriceps fémoral doivent être scindées en différentes formes cliniques en fonction de la topographie de la lésion musculaire. Trois types de lésions doivent être différenciés :

- l'avulsion de l'insertion proximale du muscle droit fémoral de la cuisse ;
- la rupture du muscle quadriceps fémoral en plein corps musculaire ;
- la rupture du tendon quadricipital.

Nous ne traiterons ici que de cette dernière forme.

Rappel anatomique

Le muscle quadriceps fémoral constitue la loge antéro-latérale de la cuisse. Il est constitué de quatre muscles. Le plan profond est représenté par le muscle vaste intermédiaire (m. crural). Le plan intermédiaire est représenté par les muscles vaste latéral (m. vaste externe) et vaste médial (m. vaste interne). Le plan superficiel est formé par le muscle droit fémoral (m. droit de la cuisse).

Étiopathogénie et anatomie pathologique

Affection rare parmi les lésions traumatiques du système extenseur du genou, les lésions du tendon quadricipital viennent après les fractures de la patella et les ruptures du ligament patellaire.

Il s'agit d'une affection touchant le sujet sportif plus âgé, dans la plupart des cas après 40 ans (8, 11). La pathologie traumatique et masculine domine l'affection. Les sports les plus souvent évoqués sont non seulement le football (lésion quadricipitale du côté du shoot), mais aussi le ski (chute genou en flexion forcée) et le parachutisme (réception d'un saut). Le mécanisme est le plus souvent indirect (contraction brutale de l'appareil extenseur pour éviter la chute) et plus rarement direct à la suite d'un accident de la voie publique.

Deux types de lésions anatomiques ont été observés :

- la rupture du tendon quadricipital au bord supérieur de la patella ;

– le décalottement quadricipital bien défini par Trillat (13). Cette lésion survient chez l'adulte jeune ; elle correspond à un arrachement du capuchon ostéo-périosté comprenant le tendon extenseur et le surtout fibreux prépatellaire.

On reconnaît un certain nombre de facteurs prédisposant à cette lésion musculaire, non seulement liés à la pratique du sport (entraînement insuffisant, musculation mal adaptée, échauffement et étirement déficients), mais aussi dus à l'inobservance des règles hygiéno-diététiques (sommeil insuffisant, mauvaise diététique, dopage par produits anabolisants, foyer infectieux chronique). Un facteur anatomique constitutionnel ou acquis doit également être mentionné : la rétraction ou la raideur musculaire du quadriceps, facteur important de dysfonctionnement musculaire à l'effort (1, 4).

En dehors de l'étiologie traumatique, des circonstances favorisant notamment chirurgicales ont pu être retrouvées dans les lésions du tendon quadricipital : le prélèvement d'un greffon de fascia lata pour une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur selon Mac Intosh (11), des antécédents de section du rétinaculum patellaire latéral sous arthroscopie dans le traitement d'une instabilité fémoro-patellaire (2), ou encore une mobilisation de genou sous anesthésie générale pour raideur sur prothèse totale de genou.

Dans d'autres cas, une pathologie préexistante est retrouvée : le diabète, la polyarthrite rhumatoïde, les maladies nécessitant des traitements au long cours par corticothérapie (9, 14), ou encore une hyperparathyroïdie. Ces maladies métaboliques ont été incriminées dans les ruptures spontanées et bilatérales du muscle quadriceps (5, 6).

Clinique

Le tableau fonctionnel est bruyant, associant une douleur aiguë, syncopale, de siège suprapatellaire, entraînant la chute du sujet. La sensation de claquement ou de déchirure est habituelle. Il s'ensuit une impotence fonctionnelle immédiate en raison de la perte d'extension active qui rend le genou très instable (3).

À l'examen, on note une dépression suprapatellaire transversale, très sensible, visible essentiellement dans les premières heures suivant l'accident. Rapidement l'œdème masque la solution de continuité. La palpation retrouve une fluctuation suprapatellaire et un choc patellaire lié à l'hémarthrose, constante. La perte d'extension active de la jambe sur la cuisse permet d'affirmer le diagnostic.

Le bilan radiographique standard systématique permet d'écarter le diagnostic de fracture de la patella. Le cliché de profil confirme l'existence d'une patella basse et basculée dans le plan sagittal. Ce bilan radiographique devrait être comparatif. En cas de décalottement quadricipital, la radiographie de profil visualise l'existence d'un liseré dense suprapatellaire correspondant à un arrachement ostéo-périosté avec parfois *patella infera* lorsque la lésion s'étend aux rétinaculums.

L'échographie suprapatellaire et surtout l'IRM confirment le diagnostic avec certitude. Rarement réalisée dans la forme typique et à la phase aiguë, l'IRM est un examen déterminant dans le diagnostic des formes anciennes.

Il s'agit parfois d'un diagnostic rétrospectif chez un patient dont l'impotence fonctionnelle initiale était relative avec une simple gêne à la marche. L'examen met en évidence un flexum actif et un déficit d'extension active du genou. L'IRM confirme le diagnostic.

L'évolution en l'absence de traitement se fait vers la cicatrisation en rétraction, laissant persister une dépression et une tuméfaction contractile à la partie inférieure de la cuisse.

Traitement des ruptures récentes

Le traitement de la rupture récente du tendon quadricipital est uniquement chirurgical. Différentes techniques de sutures directes ont été décrites (10, 12). La technique que nous utilisons comporte une suture directe du tendon et une protection de cette suture par un laçage biologique (tendon du muscle semi-tendineux). L'intervention est terminée par une immobilisation sélective de la flexion.

Voies d'abord (fig. 1)

La voie d'abord est si possible médiane antérieure. S'il existe déjà une voie d'abord antérieure, il faut la reprendre mais bien veiller à réaliser le décollement dans le plan subfascial (sous-aponévrotique), ce qui est difficile, surtout si la rupture est ancienne. La voie d'abord sera prolongée 8 cm environ au-dessus du bord supérieur de la patella vers le haut, et jusqu'au bord inférieur de la patella vers le bas. L'incision du fascia (aponévrose) ouvre habituellement l'articulation et permet l'évacuation de l'épanchement.

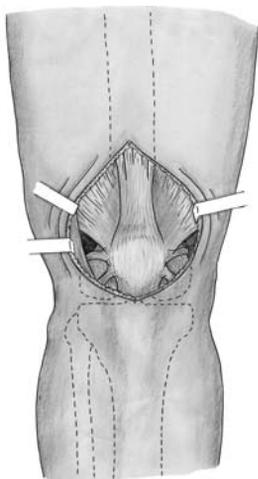


Fig. 1 – La voie d'abord. Les structures anatomiques sont montrées dans leur position normale.

Exploration (fig. 2)

La rupture de l'appareil extenseur au-dessus de la patella libère habituellement un lambeau médian comprenant le muscle vaste intermédiaire et le muscle droit de la cuisse dont les limites latérales se prolongent plus ou moins au travers des muscles vastes de chaque côté. Il est nécessaire de retrouver les limites exactes de la déchirure, non seulement en avant au contact du bord supérieur de la patella, mais également latéralement. Le plus souvent les berges latérales de la déchirure sont fixées par des adhérences au muscle voisin. Il est nécessaire de libérer ces adhérences pour permettre au lambeau médian de revenir au contact du bord supérieur de la patella. Il faudra exciser soigneusement, mais de façon économique, les berges du lambeau de chaque côté, mais surtout au niveau de son bord inférieur. Parfois l'arrachement s'est fait en emportant avec le lambeau proximal une cuticule osseuse, réalisant un véritable décalottement de la base (pôle supérieur) de la patella. Dans ce cas il faut aviver le fragment osseux à la curette en le conservant au maximum car il fournit un excellent point d'appui aux fils de suture. Le bord supérieur de la patella doit également être nettoyé.

Réparation

La remise en contact du lambeau musculo-tendineux et du pôle supérieur de la patella est réalisée par une rangée de point en « U » réalisés au travers du pôle supérieur de la patella et prenant en masse le tendon terminal commun du vaste intermédiaire et du droit de la cuisse. Quatre ou cinq points de fils résorbable de calibre 2 sont habituellement nécessaires. Les tunnels transosseux sont disposés de façon à ce qu'un tunnel donne passage aux fils de deux points voisins, sauf naturellement aux extrémités. Ce mode de fixation nous est apparu plus solide que l'utilisation d'ancres, même de forte dimension (fig. 3).

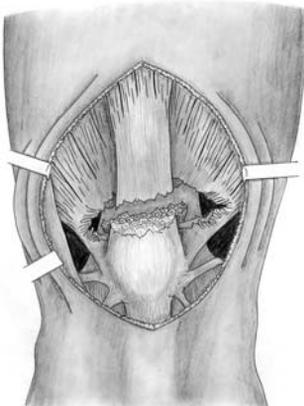


Fig. 2 – L'exploration. Aspect et position habituelle de la rupture.

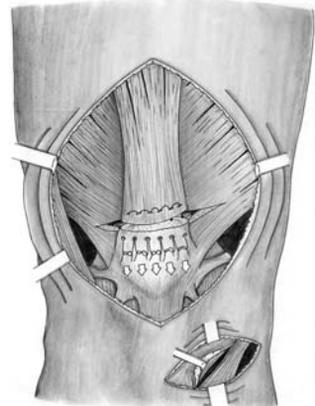


Fig. 3 – Réparation. La suture du tendon par points en « U ».

La protection de cette suture est réalisée par un cadrage que nous effectuons à l'aide d'un transplant libre de tendon du muscle semi-tendineux. Ce tendon est prélevé par une courte contre-incision horizontale pratiquée sur la face médiale du tibia, et en utilisant un stripper à tendon. Cette technique permet le prélèvement de plus de 20 cm de tendon. Un tunnel transosseux est ensuite réalisé dans le pôle supérieur de la patella, parallèlement au bord supérieur de celle-ci et à environ 15 mm de celui-ci, en utilisant une mèche de calibre 6 ou 8. Le tendon du muscle semi-tendineux est ensuite passé dans ce tunnel puis fauflilé dans le lambeau tendino-musculaire, 2 à 3 cm au-dessus de la rupture. Ce fauflilage est réalisé soit en utilisant une alêne de gros calibre, soit en utilisant un passe-fil et en agrandissant à chaque passage les orifices à la pince (fig. 4).

Les points en « U » sont serrés en premier de façon à appliquer la zone de déchirure sur le bord supérieur de la patella. Le cadrage est ensuite serré et fixé en suturant ensemble les deux brins sous tension modérée. La réparation est complétée en refermant par des points en « X » les déchirures musculaires de part et d'autre du lambeau et, si cela est possible, par une rangée de points simples antérieurs améliorant l'affrontement (fig. 5).

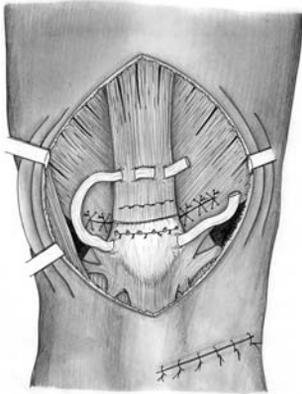


Fig. 4 – Réparation. Passage du semi tendineux pour assurer la protection biologique de la suture.

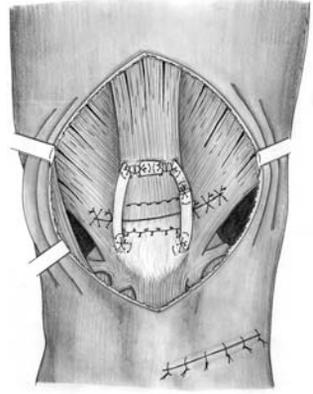


Fig. 5 – Réparation. Aspect en fin d'intervention.

Immobilisation (fig. 6)

La flexion du genou est ensuite testée pour déterminer l'angle maximal de flexion pouvant être atteint sans signe de tension excessif de la suture. La fermeture se fait sur drainage aspiratif. Un plâtre est mis en place les jours suivants. L'immobilisation fait appel à un appareil, décrit par l'un d'entre nous (CF). Nous réalisons un appareil cruro-pédieux en flexion à l'angle déterminé en fin d'intervention et la valve antérieure de ce plâtre est ouverte du genou au pied, et enlevée. Cet appareil permet ainsi une mobilisation passive entre l'extension complète et l'angle de flexion déterminé, mais évite au patient comme au kinésithérapeute de mettre en danger la suture par une flexion excessive. La rééducation est ainsi commencée dès les premiers jours. Le plâtre est laissé en place 45 jours.

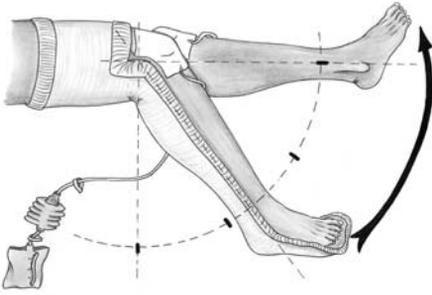


Fig. 6 – Immobilisation. L'angle de flexion a été déterminé en cours d'intervention.

Traitement des ruptures anciennes

La prise en charge des ruptures anciennes du tendon quadricipital est difficile. Des techniques d'allongement du quadriceps sont nécessaires, comme la plastie en « V-Y » de Codivilla ou la plastie de Mac Laughlin (7).

Conclusion

Les ruptures du muscle quadriceps fémoral se rencontrent essentiellement chez le sportif. Elles revêtent plusieurs formes cliniques en fonction du niveau anatomique de la lésion. Le diagnostic doit être fait précocement pour optimiser la prise en charge en milieu orthopédique.

Références

1. Benazet JP *et al.* (1990) La chirurgie des lésions musculo-aponévrotiques du membre inférieur du sportif. *J Traumatol Sport* 7: 80-9
2. Blasier RB, Ciullo JV (1986) Rupture of the quadriceps tendon after arthroscopic lateral release. *Arthroscopy* 2 (4): 262-3
3. Danowski R, Chanussot JC (1995) Ruptures de l'appareil extenseur du genou. In: *Traumatologie du sport*. Paris, Masson, 188-92
4. Donnezan B (1975) Accidents musculaires chez le sportif. Thèse, Montpellier
5. Lejeune G *et al.* (1980) Rupture spontanée bilatérale simultanée des tendons quadricipitaux chez un insuffisant rénal chronique présentant une hyperparathyroïdie secondaire. *Acta Orthop Belg* 46 (1): 44-8
6. Mac Eachern AG, Plewes JL (1984) Bilateral simultaneous spontaneous rupture of the quadriceps tendons. *J Bone Joint Surg* 66B (1): 81-3
7. Mac Laughlin HL (1947) Repair of rupture of patellar tendon. *Am J Surg* 74: 758-64
8. Mansat C (1985) Ruptures du système extenseur du genou. In: *L'appareil extenseur du genou*. Paris, Masson, 59-63
9. Norris MG (1977) Bilateral simultaneous rupture of the quadriceps tendon: a case report. *Injury* 8: 315-6
10. Scuderi C (1958) Ruptures of the quadriceps tendon. *Am J Surg* 95: 629-35
11. Segal P, Miraucourt T, Dehoux E (1990) Ruptures de l'appareil extenseur chez le sportif. *Rev Chir Orthop* 76 (suppl. 1): 143-4
12. Siwek CW, Rao JP (1981) Ruptures of the extensor mechanism of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 63A: 932-7
13. Trillat A, Dejour H, Jouvinroux P (1968) Décalottement ostéopériosté du tendon quadricipital chez l'adolescent. *Rev Chir Orthop* 54: 294
14. Walker LG, Glick H (1989) Bilateral spontaneous quadriceps tendon ruptures. A case report and review of literature. *Orthop Rev* 18: 867-87

Ruptures aiguës du ligament patellaire

T. Ait Si Selmi, Ph. Neyret et F. Rongieras

La rupture du ligament patellaire détermine une solution de continuité interrompant la chaîne de transmission de l'extension de la jambe sur la cuisse. Elle peut siéger en plein corps ou correspondre à une avulsion de la tubérosité tibiale ou de la pointe de la patella, en particulier chez l'enfant. Elle peut encore être iatrogène au décours d'une chirurgie ligamentaire ou prothétique (1).

Rappels anatomiques et biomécaniques

Le ligament patellaire s'étend de l'apex de la patella à la tubérosité du tibia. C'est un cordon fibreux épais de 5 à 7 mm, large d'environ 3 cm (5, 30) et de longueur variable de 43 mm en moyenne (19). Sa vascularisation est assurée par les artères articulaires distales, par l'artère transverse inférieure et par l'artère récurrente tibiale antérieure (4).

Les contraintes exercées sur la patella et l'appareil extenseur sont très importantes. Au cours de la flexion le ligament patellaire subit des forces allant de 614 kg/cm² à 5° à 1 039 kg/cm² à 90° (33). Si l'on diminue la longueur du ligament patellaire, les forces de compression R1 au niveau de la face postérieure de la patella augmentent du fait de la diminution du bras de levier.

Physiopathologie

La rupture du ligament patellaire est une éventualité rare. Elle est pratiquement toujours complète (97 % des cas), intéresse en général la pointe de la patella (43 %) et la région infrapatellaire (14 %), la partie moyenne et l'insertion distale du ligament sont plus rarement atteintes.

Dans 80 % des cas, il s'agit de sujets de moins de 40 ans dans un contexte traumatique [22, 31, 32] et la rupture survient :

- lors d'une contraction violente du quadriceps dans un effort sportif ;
- lors d'un choc direct sur un genou fléchi (20 % des cas) ;
- lors d'accident de la voie publique (50 %) (10).

Les ruptures spontanées (10 %) surviennent chez des patients possédant des altérations trophiques du ligament : lupus érythémateux disséminé, diabète, arthropathie goutteuse (7, 29, 32) ou sous corticothérapie prolongée.

Sur ces terrains, on peut observer des ruptures bilatérales (8, 11, 18). Par ailleurs, elle peut survenir au terme d'une histoire clinique de tendinopathie patellaire chronique (tendinite) réalisant le « jumper's knee » des Anglo-Saxons (16) : une sollicitation exagérée et répétée sur le ligament est à l'origine de micro-fractures de fatigue des fibres tendineuses ou à la jonction ostéo-ligamentaire. Le saut en hauteur, le basket en sont de grands pourvoyeurs. Il peut également s'agir d'une complication de prélèvement du tiers moyen du ligament dans le cadre des greffes du ligament croisé antérieur (3, 12) ou survenir pendant ou au décours d'une prothèse du genou, ce qui est alors redoutable.

Diagnostic

Rupture récente

Dans les ruptures récentes, on retrouve à l'interrogatoire la notion d'un traumatisme direct sur la région infra-patellaire, genou fléchi à 90° dans l'éventualité d'un choc direct, ou la notion d'une contraction musculaire brutale. On recherche l'existence d'une tendinite ou d'une maladie systémique. La douleur est vive, le patient a ressenti un claquement et l'impotence fonctionnelle est en général totale. À l'examen, il existe un flessum actif majeur, la patella paraît en position haute et elle est hypermobile. Le genou est augmenté de volume. Un sillon infra-patellaire douloureux est palpable. Lors d'un traumatisme violent, il peut exister des lésions ligamentaires majeures du genou avec rupture du ligament croisé postérieur dans 17 % des cas, pentade voire luxation postérieure du genou.

La radiographie de profil visualise une patella en position haute dans 50 % des cas. En cas de doute, une radiographie du genou de profil en flexion à 90° fera le diagnostic. L'arrachement d'un fragment osseux correspondant à l'apex de la patella est parfois visible. La vue axiale des patellas à 30° montre une image en coucher de soleil, la patella la plus haute étant masquée par le contour de la trochlée. L'échographie ainsi que l'IRM peuvent préciser la structure du ligament patellaire, montrer les lésions et affirmer la rupture (27).

L'évolution naturelle ne permet pas une cicatrisation spontanée satisfaisante : on assiste à une ascension progressive de la patella ainsi qu'à la rétraction du segment distal.

Rupture ancienne

Dans les ruptures anciennes négligées, l'examen clinique retrouve une instabilité importante du genou, une amyotrophie du quadriceps et l'existence d'un flessum actif important.

La radiographie montre une patella haute dans la majorité des cas. Parfois, on peut observer une ossification infrapatellaire réalisant un aspect en double patella.

Traitement

Le traitement est chirurgical et la technique varie selon l'ancienneté des lésions. L'installation peut se faire avec une cale en bout de table ou utiliser un support à ménisque qui maintient le genou fléchi à 45°. Lors de la suture, l'extension est obtenue facilement en posant le genou sur la table ou en faisant soutenir le pied par l'aide opératoire, afin de détendre transitoirement les berges. La voie d'abord est verticale médiane centrée sur le ligament patellaire. Une radiographie de contrôle de profil à 30° est toujours réalisée après réparation pour régler la hauteur patellaire par comparaison au côté sain : l'index de Caton et Deschamps doit être de $1 \pm 0,2$ (6).

Rupture récente

Dans les ruptures récentes, les extrémités dilacérées du ligament patellaire sont rapprochées par des points d'affrontement (2, 13, 14, 28). Un renforcement de cette suture précaire doit être effectué par une bandelette de PDS®, ou pour certains par un cadrage en Dacron (17). Une protection de la suture peut être assurée par un cadrage métallique transitoire, passé dans la tubérosité tibiale et dans la patella (21, 23) (fig. 1). Néanmoins le cadrage par fil métallique est peu satisfaisant du fait de :

- sa rigidité ;
- sa propension à se rompre ;
- la nécessité d'une réintervention pour l'ablation de matériel ;
- mais surtout de sa tendance à faire basculer la patella dans le plan sagittal, voire de l'abaisser.



Fig. 1 – À gauche : avulsion du ligament patellaire avec élévation de la patella. À droite : suture du ligament renforcée par un cadrage métallique.

Pour obtenir d'emblée une réparation solide, compatible avec une rééducation précoce sans avoir recours au cadrage métallique, il est préférable d'associer à la suture du ligament un renfort tendineux latéral constitué par une autogreffe de semi-tendineux et un renfort central constitué par le retournement sur lui-même du surtout prépatellaire (fig. 2). Le prélèvement du ligament du semi-tendineux nécessite d'agrandir un peu la cicatrice vers le bas et de décoller la berge médiale de la plaie pour se porter sur la patte d'oie. Le sartorius est récliné vers le bas. Le tendon du semi-tendineux est aisément repéré, un peu avant sa terminaison conjointe, sous le tendon du gracile. Il

est sectionné et son extrémité est fauflée par un fil tracteur. Ses connexions avec le chef médial du gastrocnémien et son insertion accessoire inférieure, présente dans deux tiers des cas, sont libérées. Un stripper spécial permet de détacher sa partie proximale, aponévrotique, du corps musculaire. On obtient ainsi un greffon d'environ 25 à 30 centimètres de long (26). Un tunnel transversal de 4,5 mm de diamètre est foré dans la tubérosité tibiale. Le greffon est passé dans le tunnel à égale longueur. Les deux brins sont tendus proximement et suturés bord à bord avec le ligament patellaire, le surtout prépatellaire et le tendon du quadriceps. La partie centrale de la suture est renforcée par un lambeau de retournement du tendon quadricipital et du surtout prépatellaire. Une bandelette de 15 mm de large est prélevée aux dépens du tiers central du tendon quadricipital, centrée sur le bord supérieur de la patella, sur 5 cm de long. Les fibres profondes doivent être respectées pour éviter une effraction articulaire. Dans le prolongement, le surtout fibreux est incisé jusqu'à la corticale antérieure de la patella réalisant une bandelette de 15 mm de large, sur toute la hauteur de la patella, en ménageant une charnière distale. Le surtout est décollé de la corticale antérieure, puis l'ensemble du greffon est retourné sous une forme d'un ruban recouvrant la suture du ligament patellaire. Il est suturé sur ses bords à ce dernier.

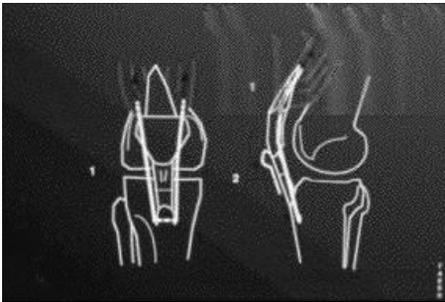


Fig. 2 – Technique de suture du ligament patellaire renforcée par un greffon de semi-tendineux (1) et par le retournement d'une bandelette de tendon quadricipital et du surtout fibreux prépatellaire (2).

Rupture ancienne

La prise en charge des lésions anciennes du ligament patellaire est plus difficile, car il faut vaincre la rétraction du quadriceps et obtenir, après réparation, une hauteur patellaire satisfaisante.

Pour cela, certains auteurs (10, 34) proposent la mise en place percutanée d'une traction trans-patellaire ou d'un fixateur externe qui permettra d'obtenir progressivement une descente préopératoire de la patella.

Dans ces ruptures anciennes, la qualité du ligament patellaire restant peut ne pas suffire et nécessite de recourir à une véritable reconstruction de celui-ci. De nombreux artifices techniques ont été proposés :

- reconstruction à l'aide d'un greffon de semi-tendineux isolé (15) ou associé à un greffon du gracile (10) ;
- renforcement par un lambeau aponévrotique, par du fascia lata (32) ;
- selon la technique du service décrite plus haut.

La protection temporaire de la reconstruction est nécessaire compte tenu de la tendance à la rétraction. Elle peut être confiée :

- à un cadrage métallique (21) ;
- à un cerclage au fil 12/10^e ou encore à du Dacron (20) ;
- à une bandelette de PDS®.

Cette dernière technique est plus simple : La bandelette est doublée et fixée distalement au moyen d'une agrafe sur la tubérosité tibiale. Les deux brins proximaux sont divergents en haut, formant un « V » à la face antérieure de la patella. Ils se terminent de part et d'autre du tendon quadricipital auquel ils sont suturés, genou fléchi à 60°, si bien qu'ils sont détendus en extension, limitant ainsi le risque d'abaisser la patella. Ce procédé de renfort n'a pas les inconvénients du cadrage métallique (bascule sagittale de la patella, effraction cutanée).

Lorsque la qualité du moignon tendineux restant est insuffisante ou en cas de reprise, l'utilisation d'une autogreffe controlatérale est la technique de choix (9, 25). Elle comporte un greffon composite, de 1 cm de large, avec de haut en bas : tendon quadricipital – baguette osseuse patellaire – ligament patellaire – baguette osseuse tibiale. La baguette patellaire est prélevée sous forme de « queue d'arronde », c'est-à-dire d'un trapèze de 20 mm de base et de 10 mm de sommet. Une tranchée analogue est ménagée à la face antérieure de la patella et de la tubérosité tibiale du genou receveur pour accueillir la greffe. Une fois en place, elle permet de restituer automatiquement la hauteur, vérifiée au cours de l'intervention par une radiographie de profil. Ce montage présente un intérêt biomécanique certain puisque les points d'application des contraintes sont physiologiques dans l'axe de la patella aussi bien dans le plan frontal que sagittal. La fixation proximale est assurée par une suture du greffon sur les berges du tendon quadricipital. La baguette patellaire taillée en « queue d'arronde » s'oppose à la rétraction proximale de la patella. Le greffon patellaire est suturé en regard du ligament patellaire restant. Distalement la baguette tibiale est logée dans la tranchée réceptrice et fixée au moyen d'un fil métallique amarrée sur une vis tibiale (fig. 3).

L'utilisation d'une allogreffe est possible (24), mais compte tenu du risque infectieux, il ne faut l'envisager qu'en cas de destruction étendue de l'appareil extenseur, lorsqu'une autogreffe n'est pas envisageable.

La fermeture s'effectue genou en flexion sur un drain aspiratif.

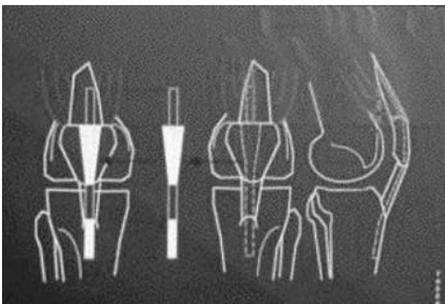


Fig. 3 – Reconstruction du ligament patellaire au moyen d'un greffon controlatéral os-ligament patellaire-os-tendon quadricipital.

Indications

La réparation chirurgicale doit être la règle quelle que soit l'ancienneté de la rupture. D'une manière générale, il ne faut pas se contenter d'une suture isolée du ligament, mais recourir à un renfort soit synthétique, soit utilisant le semi-tendineux et le surtout fibreux prépatellaire. Les résultats des ruptures fraîches du ligament patellaire sont satisfaisants puisqu'une reprise du sport est en général possible au 6^e mois avec un niveau sportif comparable au bout de 8 à 18 mois (16, 17). Dans les formes négligées, seule la reconstruction du ligament patellaire au moyen d'un transplant controlatéral est possible et donne de bons résultats dans ce contexte. Les reconstructions du ligament après prothèse du genou, en particulier lorsque la patella a été prothésée, sont les plus difficiles. Elles nécessitent parfois le recours à une arthrodeuse secondaire en cas d'échec.

Soins postopératoires

La rééducation doit prendre en compte des contraintes importantes exercées sur l'appareil extenseur.

Mesures générales

La surveillance de la cicatrice opératoire est indispensable. En flexion la vascularisation cutanée prépatellaire est nettement diminuée. Insistons sur le risque de nécrose cutanée en cas de chirurgie itérative, liée à la survenue d'un hématome prépatellaire et qui nous conduit à limiter l'emploi des anticoagulants, d'autant plus que l'appui précoce est le plus souvent autorisé. L'ablation des drains de Redon s'effectue entre le 3^e et le 5^e jours postopératoires. L'ablation des fils survient entre le douzième et le quinzième jours. Des anti-inflammatoires non stéroïdiens, des antalgiques, un glaçage, sont prescrits à la demande.

Rééducation

Le genou est immobilisé alternativement dans une attelle de repos à 30° empêchant l'abaissement de la patella et une attelle en extension pour la marche, pour limiter la flexion, source de contraintes excessives sur la réparation chirurgicale. La mobilisation est entreprise immédiatement sur attelle motorisée entre 0 et 60°. Elle permet d'obtenir progressivement 90° de flexion du genou au 45^e jour. La mobilisation sans restriction est alors entreprise. La reprise de l'appui est immédiate sous couvert d'une attelle en extension tant que le verrouillage actif du quadriceps n'est pas acquis, puis sans attelle. Les béquilles ne sont pas indispensables. La mobilisation quotidienne de la patella verticalement et transversalement est également nécessaire. La reprise du sport entre 3 et 6 mois débute progressivement, après renforcement du quadriceps et bon contrôle proprioceptif. L'ablation de matériel éventuel s'effectue entre le 6^e et le 18^e mois en fonction de la tolérance locale.

Conclusion

C'est du traitement initial que dépend l'avenir fonctionnel du genou. Imparfait, c'est le début d'une histoire longue et difficile. S'il existe un certain nombre de propositions thérapeutiques pour venir à bout de certaines complications, permettant de se tirer de situations compromises voire catastrophiques, elles ne permettent pas le plus souvent de garantir un résultat excellent. Lorsque le traitement est bien conduit d'emblée, les séquelles se limitent à quelques douleurs climatiques.

Références

1. Ait Si Selmi T *et al.* (1999) Ruptures de l'appareil extenseur du genou et fractures de patella. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales – Orthopédie – Traumatologie 44-730, 16 p
2. Badelon O, Saillant G, Roy-Camille R (1985) Les ruptures récentes du tendon rotulien : à propos de 9 cas. *J Chir (Paris)* 122 ; 10: 519-22
3. Bonamo JJ, Krinick RM, Sporn AA (1984) Rupture of the patellar ligament after use of its central third for anterior cruciate reconstruction. *J Bone J Surg (Am)* 66, 1294-7
4. Bonnel F *et al.* (1985) La vascularisation artérielle rotulienne et périrotulienne, in « L'appareil extenseur du genou », p 10-5, Masson, Paris
5. Bouchet A, Cuilleret J (1990) Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle. Tome : Le membre supérieur, le membre inférieur, Éd SIMEP
6. Caton J *et al.* (1982) Les patellas basses. À propos de 128 observations. *Rev Chir Orthop* 68: 317-25
7. Chalon JF (1976) La grande fragilité de l'appareil extenseur (fractures de patella exceptées) Thèse médecine n° 234 – Lyon
8. Dejong C, Van De Luytgaarden W, Vroemen JP (1991) Bilateral simultaneous rupture of the patellar ligament : case report and review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 110: 222-6
9. Dejour H, Denjean S, Neyret PH (1992) Traitement des ruptures anciennes ou itératives du tendon rotulien par autogreffe controlatérale. *Rev Chir Orthop* 78: 58-62
10. Ecker ML, Lotke PA, Glazer RM (1979) Late reconstruction of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg* 61A (6): 884-6
11. Emerson RH (1995) Extensor mechanism rupture. In: F Fu, C Harner, K Vince, *Knee Surgery*, vol 1, Chapter 81, p 1483-90, William and Wilkins, Baltimore
12. Hardin GT, Bach BR (1992) Distal rupture of the infrapatellar ligament after use of its central third for anterior cruciate ligament reconstruction. Case report. *Am J Knee Surg* 5: 140-3
13. Hsu KY *et al.* (1994) Traumatic patellar ligament ruptures : a follow-up study of primary repair and neutralization wire. *J Trauma* 36, 5: 658-60
14. Judet R, Judet J (1964) Rupture de l'appareil extenseur du genou. *Traité de thérapeutique chirurgicale. Tome 1 : Chirurgie orthopédique et traumatologique des membres*, Masson, Paris
15. Kelikian H, Riashi E, Gleason J (1957) Restoration of quadriceps function in neglected tear of the patellar ligament. *Surg Gynecol Obstet* 104: 200-4
16. Kelly DW, Carter V, Jobe F (1984) Patellar and quadriceps ligament ruptures jumper's knee. *Am J Sports Med* 12: 375-80
17. Kuechle DK, Stuart MJ (1994) Isolated rupture of the patellar ligament in athletes. *Am J Sports Med* 22 (5): 692-95.
18. Kuo R, Sonnabend D (1993) Simultaneous rupture of the patellar ligaments bilaterally: case report and review of the literature. *J Trauma* 34, 3: 458-60

19. Lapra C *et al.* (1997) Le tendon rotulien dans l'instabilité rotulienne : étude IRM. Dans le genou dégénératif, GETROA opus XXIV, Sauramps médical, p 227-32
20. Levy M, Goldstein J, Rosner M (1987) A method of repair for quadriceps ligament or patellar tendon (ligament) ruptures without cas immobilization. Preliminary report. Clin Orthop 218: 297-301
21. Mac Laughlin HL (1947) Repair of rupture of patellar ligament. Am J Surg 74: 758-64
22. Mansat Ch (1985) Ruptures du système extenseur du genou, in « L'appareil extenseur du genou », Masson, Paris
23. Muller ME *et al.* (1980) Le cerclage à effet de hauban de la patella. Manuel d'Ostéosynthèse, 2^e Éd, Springer Verlag, p 248-53
24. Munns SW, Galuk D, Jenkins WL. Patellar ligament reconstruction with allograft patellar ligament: a new technique. (Unpublished data).
25. Neyret Ph *et al.* (1994) Patellar ligament rupture treated by contralateral patellar ligament autograft and its application with tibial allografts. The Knee 1: 158-60
26. Pagnani MJ *et al.* (1993) Anatomic considerations in harvesting the semitendinosus and gracilis tendons and a technique of harvest. Am J Sports Med 21: 566-71
27. Pascal-Suisse P *et al.* (1990) Apport de l'imagerie dans les ruptures traumatiques des tendons et ligaments. Feuilles de radiologie, 30, 3: 227-36
28. Persson K *et al.* (1992) Patellar ligament rupture: description of a simplified operative method for a current therapeutic problem. Arch Orthop Trauma Surg 112: 47-9
29. Preston F, Adicoff A (1962) Hyperparathyroidism with avulsion of three major ligaments. N Engl J Med 266: 968
30. Reider B *et al.* (1981) The anterior aspect of the knee joint. J Bone J Surg 63A, 3: 351-6
31. Segal Ph, Deprey F (1992) Les ruptures de l'appareil extenseur : tendon quadricipital et tendon rotulien. In: Catonne Y, Saillant G. Lésions traumatiques des tendons chez le sportif, p 109-13, Masson, Paris
32. Siwek CW, Rao JP (1981) Ruptures of the extensor mechanism of the knee joint. J Bone Joint Surg 63A (6): 932-37
33. Smidt G (1973) Biomechanical analysis of knee flexion and extension. J Biomechanics 6: 79-92
34. Takebe K, Hirohata K (1985) Old rupture of the patellar ligament. A case report. Clin Orthop Rel Res 196: 253-55

Patella basse après fracture de patella

F. Châtain, K. Bouattour, R. Badet, T. Aït Si Selmi et Ph. Neyret

Introduction

La patella basse postopératoire est une complication peu fréquente, mais bien connue depuis les travaux de Caton (2) en 1982, puis de Linclau (5), Noyes (9), Paulos (10) et Dejour (3). La patella basse est avant tout un diagnostic radiologique qui s'accompagne parfois d'une symptomatologie clinique caractéristique associant :

- des douleurs péripatellaires, à type de brûlure ou en étau, volontiers nocturnes ;
- une difficulté lors de l'appui monopodal en flexion ;
- une raideur du genou en flexion ;
- un défaut d'extension active du genou avec une atrophie du quadriceps ;
- une diminution de la mobilité patellaire.

La fracture de la patella est une pathologie très fréquente (1 % des fractures), elle peut compromettre l'avenir fonctionnel du genou (8). Cependant la survenue d'une patella basse après fracture de la patella est une complication rarement évoquée dans la littérature (4, 6-8).

Matériel et méthode

Dix patellas basses après fracture de patella ont été étudiées de manière rétrospective. Nous avons exclu de cette étude les patellas basses apparues après chirurgie prothétique, ligamentaire ou pour instabilité patellaire. Il y avait 6 femmes et 4 hommes d'âge moyen 34 ans et demi (15 à 59 ans) au moment du traumatisme initial. Huit des dix fractures de la patella avaient été ostéosynthésées. Cinq patients ont été revus avec un bilan radiologique et cinq patients ont été contactés par téléphone.

Des signes évoquant une patella basse étaient apparus 6 fois dans les trois mois qui ont suivi le traumatisme et reconnus 4 fois un an après. Il s'agissait de douleurs péripatellaires dans tous les cas, parfois à type de brûlures (2 cas) ou de douleur en étau (1 cas). Quatre patients présentaient une atrophie importante du quadriceps. La flexion moyenne était de 110° (70 – 140).

La hauteur patellaire a été mesurée sur les clichés radiologiques de profil du genou couché à 30° de flexion selon l'index de Caton-Deschamps (2). L'index préopératoire était en moyenne de 0,64 (0,46 – 0,77). La vue axiale des patellas objectivait 5 fois le signe du « coucher de soleil ». La longueur du ligament patellaire (tendon rotulien), mesurée à l'IRM 5 fois, était en moyenne de 28,2 mm (23 – 32).

Huit patients ont été opérés par deux opérateurs (P.N. et T.A.S.S.) dans un délai moyen de 26 mois (2 – 84). Cinq patients ont subi un allongement du ligament patellaire, dont un quatre ans après un échec d'arthrolyse, et trois une arthrolyse (dont un sous arthroscopie). Deux patients n'ont pas été opérés.

Résultats

Le recul moyen des patients opérés était de 67 mois (16 mois – 25 ans). Les résultats ont été évalués en prenant en compte la douleur, la mobilité, la trophicité du quadriceps et la reprise des activités sportives. Il n'y a eu aucune complication.

Résultats de l'allongement du ligament patellaire

Cinq patients ont bénéficié d'un geste chirurgical. Un patient était très satisfait, trois étaient satisfaits et un était déçu. Tous les patients présentaient des douleurs modérées occasionnelles dans les escaliers, essentiellement à la descente. Quatre patients sur cinq gardaient une atrophie du quadriceps. Un patient a subi une arthrolyse 20 mois après l'allongement du ligament patellaire avec un très bon résultat sur la douleur et la mobilité du genou. La flexion moyenne était de 135° contre 118° avant l'intervention. Tous les patients avaient une extension active complète. L'index patellaire moyen était passé de 0,61 à 0,98. Il y avait deux remodelés fémoro-patellaires. L'allongement réalisé en cours d'intervention était de 20 à 25 mm. La longueur du ligament patellaire après allongement a été mesurée sur une IRM postopératoire dans trois cas. L'allongement effectif réalisé a été de 4 mm, 10 et 12 mm, soit deux fois moins que ce qui avait été programmé.

Résultats de l'arthrolyse

Trois patients ont bénéficié de ce geste chirurgical. Tous les patients étaient satisfaits, mais 2 sur 3 gardaient des douleurs modérées à type de brûlure, qui entraînaient une gêne essentiellement à la descente des escaliers. L'atrophie du quadriceps était constante. Un patient était particulièrement gêné en raison d'un mauvais verrouillage du genou. La flexion moyenne était de 135° contre 105° avant l'intervention. Le meilleur gain de mobilité a été obtenu quand l'arthrolyse avait été réalisée précocement au deuxième mois : flexion préopératoire à 70° contre 140° après l'intervention. L'index patellaire moyen avait

peu changé : 0,69 contre 0,62 avant l'intervention. Il y avait une arthrose et deux remodelés fémoro-patellaires.

Discussion

Physiopathologie et symptomatologie des patellas basses

La physiopathologie des patellas basses est encore mal comprise. Pour Paulos (10), la réaction inflammatoire avec rétraction secondaire des tissus péripatellaires (corps adipeux infrapatellaire rétro-tendineux et ligaments ménisco-rotuliens) associée à une immobilisation du genou serait le *primum movens* de la patella basse. Il évoque également un facteur génétique prédisposant (10). Pour Dejour (3), le ligament patellaire n'est pas le siège d'une réaction inflammatoire : la rétraction du ligament patellaire est secondaire à la patella basse.

La survenue d'une patella basse après sa fracture peut être favorisée par des lésions traumatiques du cartilage, une immobilisation souvent prolongée, surtout en cas de traitement orthopédique, un matériel mal toléré (dans 50 % à 70 % des cas (4)) ou une inhibition du quadriceps avec parfois une atrophie du muscle. La rééducation est souvent longue et difficile. Pour Graf (4), un des facteurs déterminants dans l'apparition ou la pérennisation d'une patella basse serait un déficit important de la force du quadriceps. Selon lui, les fractures de patella conduisent à un déficit majeur de la force du quadriceps de 35 % en moyenne, responsable de la non-reprise des activités sportives chez plus d'un patient sur deux. Dans sa série de 42 fractures ostéosynthésées, dont le recul moyen est de 4 ans, il y avait 14 patellas basses (33 %). La patella basse est associée dans cette série à un mauvais score clinique et à une insuffisance du quadriceps (4).

Une fois la patella basse établie, plusieurs mécanismes peuvent concourir à l'arthrose fémoro-patellaire et à l'aggravation de la symptomatologie : l'abaissement de la patella entraîne une hyperpression à sa partie proximale et une diminution du moment d'action du quadriceps. Il en résulte une augmentation des forces de placage fémoro-patellaires. Cette hyperpression serait responsable de douleurs et favoriserait le développement de l'arthrose fémoro-patellaire. Cependant, si l'abaissement est très important, les contraintes sont prises en charge par le tendon quadricipital, et la patella n'est pratiquement plus en appui, réalisant pratiquement une « patellectomie fonctionnelle » (2). La fibrose des tissus péripatellaires et la diminution de la mobilité patellaire contribuent aussi à augmenter les forces de placage fémoro-patellaires. Paulos (10) émet l'hypothèse qu'un bloc de fibro-sclérose du corps adipeux infrapatellaire peut entrer en conflit avec les condyles et entraîner des lésions d'ulcération du cartilage. Cependant, il s'agit de patella basse après chirurgie ligamentaire. Nous n'avons observé de telles lésions qu'en cas de « cyclops syndrom ». En outre, des synéchies articulaires, adhérences développées directement sur les surfaces cartilagineuses, peuvent arracher le cartilage en plaque lors de la mobilisation du genou. L'évolution vers l'arthrose sera plus rapide

si les lésions cartilagineuses dues au traumatisme initial étaient importantes et étendues. L'arthrose fémoro-patellaire est donc plurifactorielle.

Dans notre série, la prévalence de l'arthrose fémoro-patellaire est faible (1 cas sur 10) et ne semble pas liée à la hauteur patellaire. Le résultat clinique a été jugé satisfaisant chez cette patiente. Graf nous rappelle que l'arthrose fémoro-patellaire est retrouvée de façon variable dans la littérature (10 à 60 %), et qu'elle n'est pas toujours corrélée avec la clinique (4).

La symptomatologie des patellas basses dépend de quatre facteurs :

- la hauteur patellaire (3) ;
- la mobilité de la patella ;
- les lésions du cartilage et leur évolution vers l'arthrose fémoro-patellaire (8) ;
- l'atrophie du quadriceps (4).

Cela peut expliquer pourquoi elles sont mal tolérées après fracture de la patella, contrairement aux autres traumatismes extra-articulaires. En effet, après une fracture du fémur, elles peuvent provenir d'un simple raccourcissement du fémur. Dans ce cas le cartilage fémoro-patellaire n'est pas endommagé, le genou n'est pas le siège d'une réaction inflammatoire, la patella n'est pas fixée. Le genou est moins douloureux. Cependant les adhérences développées au niveau du foyer de fracture peuvent perturber le jeu musculaire du quadriceps et en conséquence, celui de la patella : à la contraction du quadriceps, l'ascension de la patella est limitée, ce qui favorise la survenue d'une patella basse. Les symptômes dépendent en fait de la capacité du quadriceps à compenser ou non l'abaissement de la patella. Si la capacité d'élongation du quadriceps est bonne, les symptômes cliniques sont modérés.

Bilan

La patella basse est un diagnostic radiographique sur la base de critères précis (fig. 1). Elle peut s'accompagner d'une symptomatologie clinique caractéristique :

- des douleurs péripatellaires, à type de brûlure ou en étau, volontiers nocturnes ;
- une difficulté lors de l'appui monopodal en flexion ;
- une diminution de la mobilité active mais surtout passive du genou avec une amyotrophie du quadriceps ;
- une diminution de la mobilité patellaire médio-latérale et longitudinale.

L'anamnèse et l'examen clinique en évaluent le retentissement fonctionnel : cette évaluation de la gêne fonctionnelle apportera une éventuelle indication opératoire.

Le bilan préopératoire doit être comparatif :

- radiographies de face et de profil, sujet couché, des deux genoux à 30° de flexion pour mesurer la hauteur patellaire avec l'index de Caton-Deschamps et apprécier une éventuelle déminéralisation osseuse ;



Fig. 1 – La mesure de l'index (I) selon Caton (2) est simple et fiable, toujours possible quel que soit le degré de flexion du genou, la taille du genou et du degré d'agrandissement du cliché de profil. Il s'agit du rapport de la hauteur de la surface articulaire (A) de la patella sur la distance entre l'extrémité distale de cette surface au bord antéro-supérieur du tibia (B). Si $I > 1,2$ on parle de patella haute; si $I < 0,6$, il s'agit d'une patella basse.

– vue axiale des deux patellas à 30° de flexion pour rechercher le signe du coucher de soleil.

L'index de Caton-Deschamps se situe normalement entre 0,8 et 1,2. En dessous de 0,6 on parle de patella basse. Un des reproches fait à cette méthode est la difficulté de repérage du point tibial. Noyes (9) a toutefois montré que cela n'entraînait pas de différence importante, mais plutôt que de recourir à un index, il propose de comparer la hauteur de la patella par rapport au côté controlatéral sain (9) : il s'agit d'une patella basse si elle est abaissée de plus de 15 % par rapport au côté sain. Pour lui, cela est plus précis et permet de prendre en compte les variations individuelles de la hauteur patellaire.

Une IRM nous paraît utile pour mesurer la longueur du ligament patellaire (en moyenne de 43,7 mm) et la hauteur de la tubérosité tibiale par rapport au bord supérieur des plateaux tibiaux (en moyenne de 29,3 mm) (1). L'apport de l'IRM est intéressant surtout si l'on envisage de faire un allongement du ligament patellaire. Elle objective la rétraction du ligament patellaire et permet d'apprécier la réalité de l'allongement après l'intervention.

Traitement

Le traitement de la patella basse post-traumatique symptomatique est chirurgical. Il dépend essentiellement du délai entre le traumatisme et l'apparition des symptômes.

Traitement précoce

C'est l'arthrolyse. Elle est indiquée dans les trois mois postopératoires. Le ligament patellaire n'est pas encore rétracté. Elle est réalisée par voie arthroscopique :

- section des synéchies articulaires ;
- libération des adhérences du cul de sac sous-quadricipital et des joues condyliennes médiale et latérale ;
- restauration de l'espace séparant le ligament patellaire du tibia en réalisant un petit décollement en arrière du ligament patellaire.

Nous recommandons de sectionner les rétinaculums patellaires médial et latéral par arthrotomie. Dans notre expérience, une fois la patella basse constituée, cette intervention n'a permis de restaurer une bonne hauteur patellaire que dans 1 cas sur 3. Les résultats cliniques objectifs sont acceptables : la flexion a été nettement améliorée mais des douleurs persistent, surtout à la descente des escaliers. Pour Paulos (10), l'arthrolyse doit être à ciel ouvert, antéro-latérale et jamais postérieure, même en cas de flexum, puisque pour lui, le problème est au corps adipeux infrapatellaire. Noyes (9) propose de faire une arthroscopie-lavage dans un premier temps et, en cas d'échec seulement, une arthrolyse.

La mobilisation sous anesthésie générale est à proscrire en raison des complications rapportées :

- rupture du ligament patellaire ou du tendon quadricipital ;
- démontage du matériel d'ostéosynthèse ;
- aggravation des lésions cartilagineuses, soit par arrachement des synéchies articulaires, soit par écrasement du cartilage patellaire sur la trochlée (1, 6).

Stade chronique

Le traitement de la patella basse est l'allongement du ligament patellaire (ALP). Il permet de traiter la rétraction du ligament patellaire (3, 8). L'intervention débute par une section large des rétinaculums patellaires et la libération du corps adipeux infrapatellaire. Au besoin, la libération se poursuit le long des bords inférieurs des vastes médial et latéral. Un lambeau de glissement est taillé sur la moitié latérale du ligament patellaire, prolongé par le surtout prépatellaire, en continuité avec une bandelette latérale de tendon quadricipital et laissé pédiculé sur la tubérosité tibiale (TT). La moitié médiale du ligament patellaire est ruginée et relevée au ras de la TT pour permettre la remontée de la patella. La bonne hauteur est vérifiée en cours d'intervention par un cliché de contrôle de profil à 30° de flexion. Le lambeau est suturé bord à bord sur toute la longueur avec le tendon quadricipital, le surtout prépatellaire et le tendon restant, le tout est renforcé par une bandelette de PDS®. Le rétinaculum patellaire latéral est en règle laissé ouvert. Une attelle de repos en flexion à 60° est gardée pendant un mois entre les séances de kinésithérapie.

Cet allongement doit être important et supérieur à la longueur prévue avant l'intervention car, dans notre expérience, il se produit manifestement un raccourcissement postopératoire : la valeur de l'allongement réalisé en cours d'intervention n'est pas celle retrouvée *in fine*. Deux fois, l'allongement du ligament patellaire a été réalisé alors que l'index de Caton était à la limite de la normale (0,77 et 0,75). Cependant, dans les deux cas, la plainte fonction-

nelle était importante. De plus, la longueur du ligament patellaire très court à l'évidence dans un cas (28 mm) et la comparaison par le rapport au côté opposé (68 %) dans le 2^e cas, comme le propose Noyes (9), nous ont amenés à intervenir. Les résultats cliniques objectifs montrent que les patients ont été améliorés, mais presque tous conservent des douleurs dans l'escalier. Il n'y a pas d'arthrose fémoro-patellaire au dernier recul. Les résultats de l'allongement du ligament patellaire sont meilleurs si le ligament patellaire préopératoire est court et l'index préopératoire $< 0,6$ (3).

Pour nous, l'ostéotomie d'ascension de la TT n'est pas une bonne indication, car la distance TT – bord supérieur des plateaux tibiaux n'est pas modifiée dans les fractures de patella, et ne résout pas le problème de la longueur fonctionnelle du ligament patellaire (8).

Prévention

D'après Paulos, 5 % des patients qui ont été opérés du genou ou qui ont eu un traumatisme du genou, présentent des modifications fibro-scléreuse des tissus péripatellaires, notamment le corps adipeux infrapatellaire. Ces modifications évolueraient en trois stades :

- un stade de début pendant les deux premiers mois, essentiellement inflammatoire ;
- un stade d'état jusqu'au 5^e mois, caractérisé par une diminution de la mobilité de la patella ;
- un stade évolué, caractérisé surtout par la raideur et l'insuffisance du quadriceps.

Partant de ces constatations, il paraît essentiel d'éviter la pérennisation des phénomènes inflammatoires et le passage à la phase d'état. Pour cela, il faut respecter certaines règles issues de notre expérience clinique et qui nous paraissent fondamentales pour prévenir la constitution d'une patella basse (3, 8) :

- ostéosynthèse techniquement irréprochable, non agressive pour les tissus mous ;
- traitement antalgique et anti-inflammatoire bien adapté ;
- mobilisation du genou douce, progressive et indolore ;
- éviter toute mobilisation agressive et douloureuse ;
- ne pas immobiliser le genou en extension ; le genou doit être mis dans une attelle de repos à 30° de flexion entre les périodes de rééducation ou de lever ;
- réveil précoce du quadriceps permettant d'obtenir une ascension de la patella efficace, quadriceps contracté, genou en extension, avec de la physiothérapie ;
- mobilisation précoce passive de la patella ;
- adapter la rééducation si des signes d'alertes apparaissent : exacerbation des douleurs, stagnation des amplitudes articulaires, augmentation des signes inflammatoires locaux ;

– dépister une algodystrophie : radiographie simple, scanner, scintigraphie, clinique, et la traiter (calcitonine).

Cependant ces mesures préventives n'ont pas fait, à l'heure actuelle, l'objet d'études visant à prouver leur efficacité et les valider. Elles restent empiriques.

Conclusion

La patella basse après sa fracture peut survenir après traitement orthopédique ou chirurgical, même si ce traitement chirurgical a été bien conduit. Cette complication rare est sûrement sous-estimée, car mal connue (4). Le traitement en est difficile. Le bilan préopératoire doit être rigoureux et complet pour évaluer la gêne fonctionnelle et déterminer le traitement à réaliser. Il faut savoir reconnaître cette complication dès son début devant des douleurs vives anormales qui rendent la mobilisation du genou très pénible. Nous recommandons l'arrêt de toute rééducation intempestive, la prescription d'une attelle de repos à 30° de flexion pour mettre le quadriceps en tension, de mobiliser passivement le genou sur arthromoteur, et de veiller à l'ascension de la patella lors de la contraction du quadriceps (3). La prévention reste son meilleur traitement. Au dernier contrôle, presque tous les patients présentaient une atrophie du quadriceps modérée ou sévère (9 sur 10). Au stade chronique, le traitement est chirurgical et consiste en l'allongement du ligament patellaire. Cet allongement est mesuré sur l'IRM préopératoire. Les résultats sont satisfaisants lorsque le ligament patellaire est court avant l'intervention avec un index préopératoire inférieur à 0,6 (3).

Références

1. Aït Si Selmi T *et al.* (1999) Rupture de l'appareil extenseur du genou et fracture de rotule. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales, Orthopédie-Traumatologie 44-730: 1-16
2. Caton J, Deschamps G, Chambat P *et al.* (1982) Les rotules basses. À propos de 128 observations. *Rev Chir Orthop* 68: 317-25
3. Dejour D, Levigne C, Dejour H (1995) La rotule basse postopératoire. Traitement par allongement du tendon rotulien. *Rev Chir Orthop* 81: 286-95
4. Graf V *et al.* (1999) Patellar fractures. Late results of surgical treatment. Communication orale. Congrès de l'AO, Davos, Suisse
5. Linclau L, Dokter G (1984) Iatrogenic patella baja. *Acta Orthop Belg* 50: 75-80
6. Neyret P (1995) Les fractures de la rotule. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Expansion Scientifique* 52: 123-35
7. Neyret P (1996) Patellar fracture. *Current Opinion in Orthopaedics* 7: 87-93
8. Neyret P *et al.* (1999) De la fracture de rotule à l'arthrose fémoro-patellaire. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Expansion Scientifique* 71: 103-15
9. Noyes F, Wojstys E, Marshall M (1991) The early diagnosis and treatment of developmental patella infera syndrome. *Clin Orthop* 265: 241-52
10. Paulos L, Rosenberg T, Drawbert J *et al.* (1987) Infrapatellar contracture syndrome. *Am J Sports Med* 15: 331-40

PARTIE IV
PROBLÈMES PARTICULIERS

Fractures autour du genou chez l'enfant

J. Bérard, F. Chotel, R. Parot et J.-M. Durand

Épidémiologie des fractures du genou chez l'enfant

Les fractures du genou représentent environ 30 % de la pathologie traumatique du genou de l'enfant, derrière les lésions ligamentaires (62 %) et devant les plaies articulaires.

Les fractures de l'éminence intercondyloire (28 %), et les fractures décollements épiphysaires (DE) de l'extrémité distale du fémur sont les plus fréquentes (tableau I) (16).

Tout traumatisme grave du genou pendant les premières années de vie est susceptible d'entraîner un raccourcissement sévère du membre inférieur : Le genou assure 65 % de la croissance du membre inférieur (fig. 1), c'est-à-dire environ 35 cm, dont 20 cm pour le fémur et 15 cm pour le tibia.

Localisation	Pourcentage
Fractures de l'éminence intercondyloire	28 %
Fractures décollements épiphysaires DE du fémur	23 %
Fractures ostéochondrales	16 %
Fractures et avulsions patellaires	16 %
Fractures décollements épiphysaires du tibia	12 %
Avulsion de la tubérosité tibiale	5 %

Tableau I – Fréquence relative des localisations anatomiques.

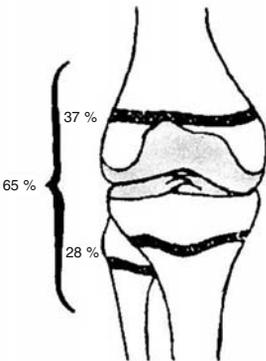


Fig. 1 – Activité du genou dans la croissance du membre inférieur (8).

La croissance du fémur est forte pendant les cinq premières années de vie : de 9 cm à la naissance, le fémur à l'âge de cinq ans mesurera 60 % de sa

taille finale. À partir de cinq ans, la croissance fémorale se ralentit à 2 cm/an et reste uniforme jusqu'à la puberté pour aboutir à une longueur en fin de croissance de 45 cm, soit cinq fois sa taille initiale.

La croissance du tibia est inférieure à celle du fémur, même si son profil de croissance est calqué sur celui du fémur : forte croissance pendant les cinq premières années de vie, puis net ralentissement à partir de cinq ans. À cet âge, le tibia grandit de 1,75 cm/an.

En fin de croissance des membres inférieurs, treize ans d'âge osseux chez la fille et quinze ans chez le garçon, la longueur du tibia est de 35 cm. Elle a été pratiquement multipliée par cinq (8).

Anatomie pathologique

Les fractures du genou de l'enfant regroupent :

- les fractures décollements épiphysaires de l'extrémité distale du fémur ;
- les fractures, avulsions et fractures ostéochondrales de la patella ;
- les fractures de l'éminence intercondyloire ;
- les fractures de l'extrémité proximale du tibia : fractures épiphysaires pures, décollements épiphysaires et fractures décollements apophysaires de la tubérosité tibiale (15).

La description des traits de fracture fait principalement appel à deux classifications : celle de Salter et Harris (fig. 2) (24), la plus utilisée, et celle d'Ogden.

La classification de Salter et Harris distingue (30) :

- le type I : les décollements épiphysaires purs, de pronostic habituellement favorable ;
- le type II : les fractures épiphyso-métaphysaires, les plus fréquentes ;
- le type III : les fractures épiphyso-épiphysaires, articulaires ;
- le type IV : les fractures métaphyso-épiphyso-épiphysaires, articulaires, peu fréquentes ;
- le type V : les fractures écrasement de la physe, graves, rares et méconnues.

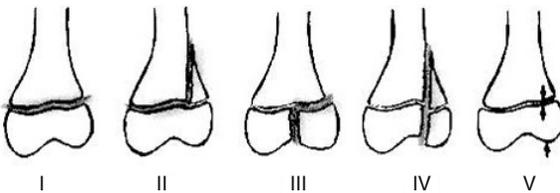


Fig. 2 – Classification de Salter et Harris (30).

Fractures décollements épiphysaires

Elles surviennent soit par mécanisme direct de choc (roues d'un véhicule), soit par mécanisme indirect d'abduction ou d'hyperextension forcée (34).

Le mécanisme de survenue permet de distinguer les fractures en hyperextension avec risque vasculaire lié à l'angulation à sinus antérieur, les fractures en valgus ou varus, consécutives à des forces en abduction ou adduction, les fractures en flexion, secondaires à un saut (34).

Elles sont déplacées dans 60 % des cas. Un déplacement postérieur important de la métaphyse peut être à l'origine de lésions du paquet vasculonerveux poplité (5), d'étirement nerveux, de lésions méniscales et ligamentaires, ou peut encore être à l'origine d'un syndrome de loge.

Le diagnostic des lésions non déplacées fait parfois appel à la radiographie dynamique sous anesthésie générale (fig. 3). Les fractures de type I ou II sont parfois stables, celles de type III ou IV sont plus souvent instables. Le traitement est conditionné par la variété anatomique de la fracture, son déplacement et sa stabilité.



Fig. 3 – Fracture-avulsion de l'éminence intercondyloire : mise en évidence par les clichés dynamiques préopératoires en valgus forcé d'une fracture décollement épiphysaire Salter III spino-tubérositaire médiale non déplacée.

Fractures décollements épiphysaires de l'extrémité distale du fémur

Epidémiologie

Ces fractures représentent environ 1 % des fractures de l'enfant. Dans 70 % des cas, elles intéressent l'adolescent (20, 28). Il s'agit de décollements épiphysaires Salter II dans 70 % des cas et Salter I dans 10 % des cas. La survenue se fait dans la moitié des cas au cours d'accidents sportifs et dans 25 % des cas lors de traumatismes de la voie publique (34).

Physiopathologie

Les mécanismes traumatiques peuvent être :

- le plus souvent liés à des contraintes latérales en varus ou valgus (DE Salter II) ;
- plus rarement, secondaires à un traumatisme en hyperextension avec bascule épiphysaire antérieure. La mise en tension des formations postérieures est à l'origine du risque neurovasculaire des fractures déplacées, essentiellement dans les DE Salter I (fig. 4) ;
- un choc direct à la face antérieure d'un genou fléchi est à l'origine des exceptionnelles fractures en flexion.



Fig. 4 – Association d'une fracture DE I du fémur et DE II du tibia.

Présentation clinique

L'enfant présente une impotence fonctionnelle avec une déformation plus ou moins importante. Dans les formes à grand déplacement, la déformation peut simuler une luxation du genou (fig. 5). L'hémarthrose oriente vers des lésions associées ou des fractures DE Salter III et IV.

Parfois, l'enfant se présente avec un diagnostic trompeur d'entorse du genou ; les clichés radiographiques standard sont normaux et seule la réalisation de clichés radiographiques dynamique sous anesthésie générale permet de mettre en évidence un DE non déplacé (37).

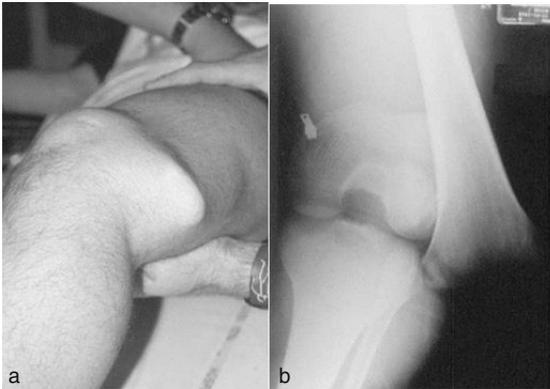


Fig. 5 – Fracture DE Salter I de l'extrémité distale du fémur à grand déplacement. a) Aspect clinique. b) Aspect radiographique.

Traitement

Les fractures en extension de type I ou II de Salter

Si elles sont stables et peu ou pas déplacées, l'immobilisation plâtrée cruro-pédieuse avec ou sans réduction est possible. Le plâtre est réalisé sous anesthésie générale, avec un aide. Le plâtre de Paris est préférable pour optimiser la qualité de moulage autour de la fracture, éventuellement complété par une résine. En absence de déplacement, le genou est immobilisé à 30° de flexion. Un contrôle radiographique du genou plâtré de face et de profil est réalisé avant de réveiller le patient. L'hospitalisation postopératoire courte permet

l'analgésie, la mise en route d'un traitement anti-inflammatoire :

- surélévation du membre inférieur ;
- vessie de glace au contact du plâtre ;
- traitement médicamenteux par anti-inflammatoires non stéroïdiens ;

et l'apprentissage de la marche sans appui avec cannes-béquilles sur terrain plat et dans les escaliers.

Après la sortie, des contrôles radiographiques du genou de face et de profil sont effectués à J7, J14 et J21. Le plâtre est laissé en place pendant 6 à 8 semaines.

La rééducation est débutée au déplâtrage par appui contact pendant 1 semaine, puis augmentation progressive de la charge en appui de 10 kg par semaine en l'absence de complication. Le sport est repris 3 mois environ après l'accident.

Les fractures Salter II en abduction ou adduction déplacée : leur réduction est obtenue par manœuvres douces, car il existe un risque d'étirement iatrogène du nerf fibulaire commun (SPE) par les manipulations en varus. Elle doit être anatomique, d'autant plus que la croissance résiduelle est faible. Un défaut de réduction doit faire discuter une possible incarceration périostée ou musculaire et donc une réduction à ciel ouvert avec un abord du côté du refend métaphysaire.

Lors de l'abord chirurgical direct, le risque d'épiphysiodèse asymétrique iatrogène impose le respect de la virole périchondrale.

Une lésion stable autorise un traitement orthopédique par plâtre cruro-pédieux en flexion à 10° pour 6 semaines ; cependant, le risque de déplacement secondaire est important : c'est pourquoi la surveillance doit être stricte (J8, J14, J21).

Une lésion instable peut être ostéosynthésée par une ou deux vis en compression ipsi- ou controlatérale au refend métaphysaire, selon qu'il y ait incarceration ou non. Les vis, qu'elles soient de 4,5 ou vis canulée de 7 mm, doivent être parallèles au cartilage de croissance.

Les fractures en hyperextension déplacées

Elles sont le plus souvent de type DE I. La manœuvre de réduction est réalisée par l'opérateur avec un ou deux aides. Après une éventuelle correction de la translation latérale, une traction axiale douce sur genou fléchi est exercée tandis que l'opérateur « recharge » l'épiphyse vers le bas et l'arrière (fig. 6) : cette manœuvre est généralement facile.



Fig. 6 – Manœuvre de réduction d'une fracture DE I en hyperextension déplacée de l'extrémité distale du fémur : traction axiale douce sur genou fléchi par l'aide, tandis que l'opérateur « recharge » l'épiphyse.

Une stabilité suffisante, genou fléchi, peut autoriser le traitement orthopédique, un plâtre cruro-pédieux de 60 à 80° de flexion sera confectionné pour 21 jours avec un relais cruro-pédieux en extension pour trois semaines.

Toute instabilité impose une ostéosynthèse qui sera fera le plus souvent par embrochage percutané en croix. Il faudra prendre soin d'éviter :

- le croisement des broches au niveau du cartilage de croissance, source de mauvais contrôle de la rotation,
- les passages répétés des broches lors de multiples tentatives de fixation.

Le brochage peut être ascendant en « tour Eiffel » ou descendant, limitant ainsi les conséquences d'un sepsis sur une broche articulaire. La stabilisation par broche autorise la confection d'un plâtre cruro-pédieux en légère flexion pour 45 jours, les broches sont enlevées précocement, dès l'ablation du plâtre à J45.

Surveillance

Évolution précoce (trois premiers mois)

On recherchera durant l'hospitalisation un éventuel syndrome de loge (19).

Les complications vasculonerveuses font l'objet d'une surveillance particulière (voir plus loin).

Un défaut d'axe par déplacement secondaire ou insuffisance de réduction sera mis en évidence au cours des contrôles précoces à J8 et J14 (3).

Évolution tardive

Raideur et troubles de croissance font la gravité et le pronostic des décollements épiphysaires de l'extrémité inférieure de fémur. Une épiphysiodèse périphérique ou un arrêt prématuré de croissance peuvent survenir aussi bien pour des fractures décollements épiphysaires de type I, II et III que sur des types IV et V (26).

Lors des différentes consultations, un cliché radiographique des deux membres inférieurs debout de face avec réglette et un âge osseux de la main et du coude seront réalisés de principe.

Prise en charge des complications tardives

Concernant l'inégalité de longueur

Son risque est de l'ordre de 25 % (1, 17, 20, 29, 36). Il est plus fréquent dans les décollements épiphysaires Salter I, pourtant réputés de bon pronostic.



Fig. 7 – Fermeture prématurée du cartilage de croissance séquellaire d'une fracture DE Salter I de l'extrémité distale du fémur. La prévision d'inégalité de longueur en fin de croissance est de deux centimètres (fille douze ans d'âge osseux) : une épiphysiodèse percutanée de l'extrémité inférieure du fémur controlatéral sera réalisée précocement.

Une épiphysiodèse symétrique doit être reconnue précocement. En cas d'inégalité de longueur prévisionnelle inférieure à 5 cm, chez l'adolescent, une épiphysiodèse controlatérale rapide sur le membre sain peut se justifier (fig. 7).

Chez l'enfant plus jeune, le pronostic d'inégalité de membres inférieurs peut être supérieur à 5 cm et un allongement du fémur lésé pourra se discuter ultérieurement.

Défauts d'axe

Le risque est d'environ 20 % (1, 17, 20, 29, 36). Les défauts de réduction dans le plan frontal ne bénéficient pas ou peu du remodelage osseux à l'adolescence d'où la nécessité d'une réduction anatomique. Une épiphysiodèse asymétrique peut survenir essentiellement dans les décollements épiphysaires Salter II avec une désaxation progressive en varus en cas d'écaille métaphysaire latérale, et en valgus en cas d'écaille métaphysaire médiale.

Des examens complémentaires spécifiques peuvent au besoin préciser l'atteinte du cartilage de croissance : un écrasement localisé de la plaque de croissance (DE Salter V) peut être vu en IRM ; une zone de cartilage de croissance détruite apparaîtra en hypofixation sur des tomo-scintigraphies osseuses.

Un complément d'épiphysiodèse peut limiter la déformation, mais provoquer une inégalité de longueur des membres inférieurs (34). Une désépiphysiodèse se discute si la croissance résiduelle est supérieure à deux ans et si le pont osseux représente moins de 30 % de la surface du cartilage de croissance (29).

La correction progressive par fixateur externe permet de corriger axe et longueur dans le même temps (13, 23).

Raideurs du genou secondaires

Elles intéressent environ 15 % de ces lésions (1, 17, 20, 29, 36). Le déficit d'amplitude articulaire est généralement fixé au-delà d'un an du traumatisme.

En conclusion, il s'agit de lésions rares non dénuées de séquelles. Outre les complications vasculonerveuses initiales possibles, les troubles de croissance sont fréquents (même en cas de décollement épiphysaire Salter I).

Fractures décollements épiphysaires de l'extrémité proximale du tibia (en dehors des fractures de l'éminence intercondyloire)

Epidémiologie

Ces fractures rares ne représentent que 1 % des fractures de l'enfant (18), 1 % des fractures du tibia, et 9 % des fractures du genou (33). Elles concernent les enfants en période pubertaire. Elles touchent plus les garçons que les filles.

Physiopathologie

La rareté de ces fractures est attribuée à la pauvreté des insertions ligamentaires épiphysaires de l'extrémité proximale du tibia. L'épiphysse est maintenue en

dehors par l'extrémité proximale de la fibula, en dedans par le ligament collatéral tibial, en arrière et en dedans par le tendon du semi-membraneux ; en avant, la tubérosité tibiale descend bas devant la métaphyse (34). Les décollements épiphysaires de l'extrémité proximale du tibia sont des avulsions épiphysaires par traction excessive sur les insertions ligamentaires périphériques (4). Dans la moitié des cas, elles sont consécutives à un accident de sport, et dans l'autre moitié à un traumatisme à haute énergie (deux roues) ou par écrasement.

Classification et description

On distingue :

- les fractures épiphysaires pures ;
- les décollements épiphysaires ;
- les fractures décollements épiphysaires de la tubérosité tibiale.

Les fractures épiphysaires pures

Elles n'intéressent pas l'éminence intercondyloïde et sont très rares. Elles réalisent un décollement épiphysaire type III de Salter et Harris. Le trait de fracture détache un fragment plus ou moins volumineux du plateau tibial (fig. 8). Le déplacement est variable, mais ces fractures instables demandent une réduction anatomique, souvent à foyer ouvert, suivie d'une ostéosynthèse. Étant donnée la faible hauteur de l'épiphysaire supérieure, le brochage est souvent préférable au vissage (4).

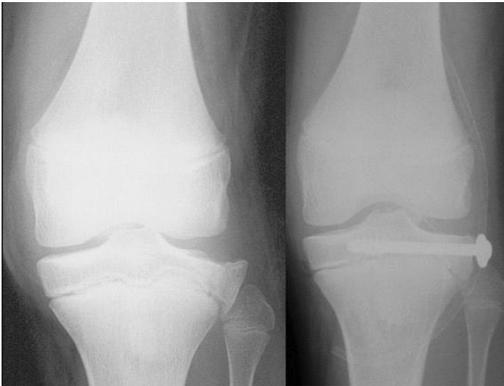


Fig. 8 – Fracture du plateau tibial latéral, déplacée et ostéosynthésée par une vis épiphysaire.

Les décollements épiphysaires de l'extrémité proximale du tibia

Ce sont aussi des fractures rares. Elles peuvent être de type I de Salter dans 23 % des cas (fig. 9), de type II dans 44 % des cas, de type III dans 26 %, de type IV dans seulement 8 % et exceptionnellement de type V, le diagnostic est alors fait de façon rétrospective devant l'installation d'un défaut d'axe ou d'une inégalité de longueur (32, 34). Elles représentent 0,8 % des fractures des cartilages de croissance de l'enfant (4).

Pour les fractures en extension de type I ou II de Salter stables et peu ou pas déplacées, la prise en charge est identique à celle des DE stables de l'extrémité distale du fémur.

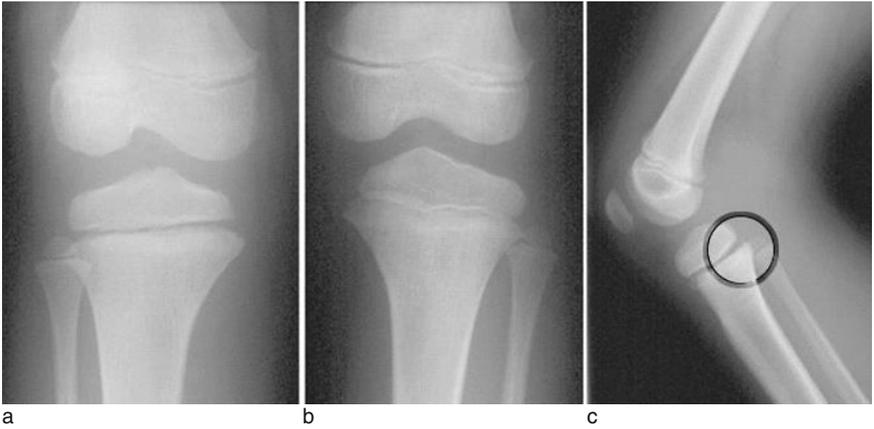


Fig. 9 – Une fracture DEI de l'extrémité proximale du tibia à faible déplacement peut être méconnue : a) À gauche, comparatif de face. b) Au centre, la fracture de face. Le cartilage de croissance est « soudé ». c) De profil, une discrète translation est visible au niveau du cartilage de croissance.

Les fractures de type I et II déplacées en hyperextension : la recherche de complication vasculonerveuse doit précéder tout geste orthopédique. Sous anesthésie générale, le patient est installé en décubitus dorsal. La hanche et le genou étant fléchis à 45°, on exerce une traction dans l'axe de la jambe ; la métaphyse proximale du tibia est poussée doucement vers l'avant alors que la flexion du genou est augmentée progressivement jusqu'à 90° (fig. 10). Si la vascularisation est conservée, un plâtre cruro-pédieux est réalisé genou fléchi à 60° et bivalvé de haut en bas. Le contrôle radiographique est réalisé en salle avant réveil du patient. Les contrôles ultérieurs sont réalisés à J7, J14 et J21. Après 3 ou 4 semaines, le plâtre est changé pour une immobilisation cruro-pédieuse, genou à 30°, pour une nouvelle période de 3 à 4 semaines, après laquelle la kinésithérapie peut débuter.



Fig. 10 – Manœuvre de réduction d'une fracture DE en hyperextension déplacée de l'extrémité proximale du tibia : contre-appui fémoral par l'aide, l'opérateur tracte la métaphyse tibiale vers l'avant et exerce une traction axiale sur le genou fléchi.

Les fractures en flexion de type I ou II de Salter déplacées

La réduction est obtenue dans les mêmes conditions par traction dans l'axe du membre inférieur et mise en extension du genou. Les fractures stables sont immobilisées 6 semaines dans un plâtre cruro-pédieux. Les fractures instables sont stabilisées par deux broches de Kirschner en croix (calibre 16 ou 18/100° de mm), mises en place de façon percutanée sous amplificateur de brillance, puis immobilisées dans un plâtre cruro-pédieux pour 6 semaines. Les broches peuvent être ôtées à 8 semaines.

Les fractures en abduction déplacées en valgus

La réduction est obtenue par traction dans l'axe et mise en adduction de la jambe. Il faut se méfier des lésions associées du ligament collatéral tibial et des ligaments croisés et ne pas hésiter à ponctionner une hémarthrose avant de réduire. Le plâtre cruro-pédieux est réalisé avec une contrainte varisante, genou en extension, pour une durée de 8 semaines.

Les fractures de type III et IV de Salter

Le plus souvent instables et déplacées, elles méritent un traitement chirurgical. En cas de déplacement peu important, il est tout à fait justifié de tenter une réduction orthopédique et, si la réduction est parfaite, de réaliser une ostéosynthèse percutanée par vissage guidé sur broches : elles sont introduites au niveau épiphysaire et/ou métaphysaire dans un plan transversal, en prenant soin de rester à distance du cartilage de croissance. Le diamètre des vis creuses est adapté à l'âge de l'enfant et à la zone à synthésier, 3,5 mm en général. Le montage est effectué en compression. L'immobilisation postopératoire se fait dans un plâtre cruro-pédieux genou fléchi à 10°, pendant 6 à 8 semaines. Le matériel d'ostéosynthèse peut être enlevé dès la consolidation acquise. L'appui n'est pas autorisé avant deux mois.

En cas de déplacement trop important, l'abord chirurgical du foyer de fracture permet de restituer l'anatomie des surfaces articulaires. L'ostéosynthèse se fait par broches de Kirschner ou vis épiphysaires et/ou métaphysaires, le plus souvent parallèles à la plaque de croissance. L'immobilisation et les consignes postopératoires sont les mêmes que précédemment.

Surveillance et pronostic

Avec 80 % de bons résultats, les fractures décollements épiphysaires de l'extrémité proximale du tibia ont un bon pronostic lorsqu'elles sont fermées.

Évolution précoce

Il est nécessaire de veiller :

- au syndrome de loge ;
- à l'ostéomyélite secondaire en cas d'ouverture cutanée ;
- à une surveillance particulière en cas de complications vasculaires (10 %) ou nerveuses (3 %) (voir plus loin) ;
- comme pour le fémur, à un défaut d'axe par déplacement secondaire ou insuffisance de réduction, mis en évidence au cours des contrôles précoces à J8 et J14.

Évolution tardive

Elle se caractérise par :

- Vingt pour cent d'instabilité du genou liée aux lésions ligamentaires et aux lésions dégénératives arthrosiques d'origine méniscale ;
- Dix pour cent de troubles de croissance, moins fréquents que pour le fémur : inégalités de longueur des membres inférieurs et déformations angulaires.

Fractures décollements épiphysaires de la tubérosité tibiale*Épidémiologie*

Les fractures décollements épiphysaires de la tubérosité tibiale, encore appelées « avulsions », représentent 0,4 à 2,7 % des traumatismes épiphysaires de l'enfant (5, 22).

Elles concernent surtout les garçons entre 13 et 17 ans (34).

Définition

Ces fractures se distinguent de la maladie d'Osgood Schlatter par leur survenue brutale, une douleur importante et une impotence fonctionnelle marquée, la nécessité d'un traitement chirurgical et une évolution favorable après traitement qui permet la reprise des activités sportives.

Cependant, de nombreux auteurs ont souligné la fréquence de symptômes de la maladie d'Osgood-Schlatter qui existaient avant la survenue de la fracture, parfois également sur le genou controlatéral.

Mécanisme de survenue

Les fractures avulsions de la tubérosité tibiale surviennent le plus souvent au cours d'activités sportives (football, basket-ball, etc.) :

- soit par contraction violente du quadriceps, le tibia étant fixe ; c'est le cas pour les sauts et les réceptions au cours de sports comme le basket-ball ;
- soit par flexion forcée du genou, le quadriceps étant contracté : mauvaise réception sur un saut ou une chute.

Classification

La classification d'Ogden (fig. 11) différencie trois types d'avulsion :

- Type I : le décollement apophysaire se prolonge par un trait de fracture qui passe par le noyau d'ossification secondaire de la tubérosité tibiale (fig. 12) ;
- Type II : le décollement apophysaire se prolonge par un trait de fracture qui passe par la zone reliant le noyau d'ossification de la tubérosité à l'épiphyse proximale du tibia ;
- Type III : le décollement apophysaire se prolonge par un trait de fracture qui passe dans la partie antérieure de l'épiphyse proximale du tibia (fig. 13).

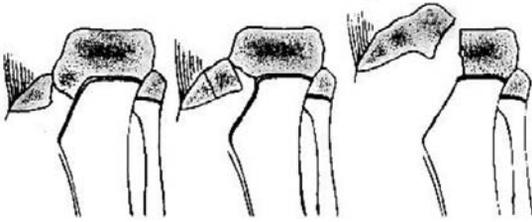


Fig. 11 – Classification des fractures décollements épiphysaires selon Ogden (34).



Fig. 12 – Fracture décollement apophysaire de la tubérosité tibiale type II de Ogden.



Fig. 13 – Fracture décollement apophysaire de la tubérosité tibiale type III de Ogden.

Présentation clinique

La douleur est localisée à la face antérieure de l'épiphyse proximale du tibia. On peut noter à l'inspection une ecchymose et/ou une hémarthrose. La palpation peut mettre en évidence un crépitement osseux et un fragment osseux mobile qui, s'il est retourné, peut pointer et soulever la peau. On peut en cas de déplacement palper la dépression osseuse sur le bord antérieur du tibia. Le genou est en flexion antalgique de 20 à 40°, avec une patella plus ou moins haute, parfois flottante à la face antérieure du fémur. L'extension active du genou est impossible sauf pour les fractures de type I.

Traitement

Les avulsions de petits fragments peu déplacés peuvent bénéficier d'un traitement orthopédique par plâtre cruro-pédieux genou en extension, bien moulé sur le bord supérieur de la patella.

Tous les autres types d'avulsion justifient un traitement chirurgical.

L'abord chirurgical est vertical et médian, centré sur la localisation anatomique de la tubérosité tibiale. Le foyer de fracture est nettoyé de tous les débris et lambeaux périostés pouvant s'interposer. La fracture est réduite par exten-

sion du genou. Le type d'ostéosynthèse, par broches ou vis, dépend de la taille du fragment avulsé. Le montage idéal se fait par deux vis spongieuses métaphysaires à filetage court, introduites d'avant en arrière dans un plan sagittal. L'utilisation de broches est préférable pour les rares cas survenus chez de jeunes enfants de moins de trois ans. Les expansions latérales du ligament patellaire et les lambeaux périostés sont suturés. Un plâtre cruro-pédieux moulé sur la patella et la tubérosité est laissé en place pour 4 à 6 semaines. Après ce délai, il est bivalvé pour commencer la rééducation, en gardant la partie postérieure comme attelle. L'extension du quadriceps contre résistance peut commencer 6 semaines après la fracture. Le sport est autorisé après récupération de tout le volume quadricipital.

Les avulsions de type III imposent, de principe, une vérification méniscale.

Complications

Précocement, un syndrome de loge, une infection ou des lésions méniscales peuvent survenir.

Plus tardivement, ces avulsions exposent :

- au risque de recurvatum par épiphysiodèse ou fermeture prématurée du cartilage de croissance de la tubérosité tibiale ;
- à une limitation de la flexion de genou ;
- à la récurrence de la fracture.

Surveillance et pronostic

L'évolution d'une fracture avulsion correctement traitée est souvent favorable.

Le recurvatum post-traumatique concerne les enfants de moins de onze ans ayant une croissance résiduelle. Cependant cette complication est rare : les fractures touchent essentiellement les enfants en fin de maturation osseuse.

Fractures métaphysaires proximales du tibia de l'enfant : une entité à part

Épidémiologie

Il s'agit de fractures du jeune enfant entre un et neuf ans, trois ans en moyenne. Ces fractures sont secondaires à des chocs directs à faible énergie.

Description

Le trait de fracture est métaphysaire supérieur (fig.14) (21) à distance du cartilage de croissance, réalisant une fracture fermée complète ou non, transversale ou oblique, ou une fracture en motte de beurre. La lésion est habituellement isolée, mais parfois associée à une fracture peu ou non déplacée de l'extrémité proximale de la fibula (27).

Le déplacement est absent ou modéré en valgus.



Fig. 14 – Évolution en genu valgum post-traumatique d’une fracture de la métaphyse proximale du tibia. Correction d’axe spontanée à cinq ans de recul, mais au prix d’une poussée de croissance tibiale : une épiphysiodèse percutanée de l’extrémité proximale du tibia concerné sera discutée. a) Aspect radiologique de la fracture métaphysaire. b) Aspect clinique du genu valgum. c) Goniométrie radiographique. d) Correction clinique spontanée. e) Scannométrie du membre inférieur montrant l’inégalité de longueur et l’excès de croissance du tibia fracturé.

Traitement

Il est presque toujours orthopédique par immobilisation plâtrée. Le plâtre est réalisé avec ou sans anesthésie selon qu’un geste de correction axiale est nécessaire ou non.

Évolution

L’apparition d’un genu valgum post-traumatique se fait en moyenne sur 10 mois, avec des extrêmes de 1 à 24 mois. La déviation tibiale en valgus est importante avec un écart intermalléolaire de 8 cm en moyenne et l’aspect clinique unilatéral particulier de la déformation.

La radiographie des deux membres inférieurs, debout et de face, met en évidence le caractère unilatéral de la déviation axiale, sa localisation tibiale et permet de chiffrer le valgus, 20° en moyenne. Elle permet aussi de constater un allongement modéré du tibia fracturé de l'ordre de 1 à 2 cm, alors que les fibulas sont de taille identique (fig. 14) (25).

Complications

C'est la déviation axiale mise en évidence au cours de la surveillance.

Pathogénie

Plusieurs mécanismes ont été évoqués :

- la stimulation de la croissance de l'extrémité proximale du tibia soumise à la contrainte mécanique d'une fibula intacte, réalisant alors une attelle latérale valgusante ;
- l'incarcération du périoste et d'une partie des muscles de la patte d'oie dans le foyer de fracture, avec aspect d'encoche radiographique sur la corticale interne (38).

Prévention

La prévention est préférable par une réduction anatomique de ce type de fracture. Devant une fracture métaphysaire proximale du tibia, même d'apparence banale, l'information des parents est indispensable et systématique sur le risque d'évolution vers une déviation axiale et la nécessité d'un suivi à moyen terme.

Traitement curatif

L'abstention thérapeutique est de règle pendant plusieurs années, car une correction spontanée est possible (fig.14) (21-25).

La chirurgie est proposée en cas de gêne fonctionnelle, c'est-à-dire lorsque la déformation en valgus est supérieure à 20°. Les enfants jeunes peuvent bénéficier d'une ostéotomie tibio-fibulaire au tiers moyen, fixée ou non, immobilisée dans un plâtre cruro-pédieux. Des gypsotomies secondaires seront possibles, lors des consultations, pour parfaire le résultat ou récupérer un déplacement secondaire. Cette chirurgie expose au risque de syndrome de loge (6, 35).

La réalisation d'une ostéotomie en zone métaphysaire haute expose au risque de récurrence rapide du valgus.

Les enfants plus âgés peuvent bénéficier d'une épiphysiodèse asymétrique médiale de l'extrémité proximale du tibia.

Fractures de patella, fractures ostéochondrales exclues

Incidence

Elles sont beaucoup rares que chez l'adulte et représentent moins de 2 % des fractures de l'enfant (7, 9, 10, 25, 31). Leur diagnostic est la difficulté majeure en pédiatrie, car la patella est partiellement ou totalement cartilagineuse selon

l'âge de l'enfant : le début d'ossification de la patella se situe entre trois et six ans. Toute hémarthrose du genou de l'enfant doit faire évoquer ce diagnostic.

Certaines variantes anatomiques (patella bipartita) peuvent prêter à confusion avec les fractures avulsions (2, 14).

Classification

Les classifications anatomopathologiques classiques chez l'adulte sont applicables à l'enfant. Il convient seulement d'y ajouter les fractures-avulsions de l'apex ou de la base de la patella :

- la fracture-avulsion de l'apex ou *sleeve-lesion* des Anglo-Saxons survient chez le jeune enfant, entre huit à douze ans (10). Il s'agit de l'avulsion d'un véritable manchon cartilagineux au pôle distal de la patella qui emporte le périoste, le surtout fibreux pré-patellaire et parfois une mince lamelle osseuse (fig. 15). La palpation d'un vide transversal au niveau de l'apex de la patella permet le diagnostic clinique. La radiographie peut n'objectiver qu'un aspect de patella haute. Le diagnostic différentiel radiologique d'une *sleeve-lesion* non déplacée est la maladie de Sinding-Larsen-Johansson ou apophysose de la pointe de la patella ;



Fig. 15 – *Sleeve-lesion* ou fracture-avulsion de l'apex de patella, à l'origine d'une importante ascension patellaire. a) À gauche, noter les petits fragments de l'apex de la patella. b) À droite, aspect agrandi.

- le décalottage quadricipital survient essentiellement chez l'adolescent, et concerne l'insertion ostéopériostée distale du quadriceps et une partie du tissu fibreux prépatellaire. La rupture en deux temps est classique. La présence d'un fin liseré radiologique suprapatellaire post-traumatique permet d'orienter le diagnostic et peut justifier d'une immobilisation précoce par attelle amovible.

Traitement

Le traitement des fractures de patella est proche de celui des adultes. Il peut être orthopédique après ponction évacuatrice dans les fractures non déplacées ; un plâtre cruro-malléolaire en extension est réalisé pour 4 à 6 semaines. Lorsque le déplacement dépasse les 3 mm sur les surfaces articulaires, un traitement chirurgical s'impose (34).

La *sleeve-fracture* déplacée nécessite une réduction attentive pour prévenir le risque de patella alta ou d'hypertrophie de l'apex. Parfois, il existe un aspect de double patella par calcification secondaire du fragment avulsé. Une ostéosynthèse par hauban sur broches peut être proposée.

La réinsertion précoce d'un décollement quadricipital assure de bons résultats et évite la production d'ossifications.

Complications vasculonerveuses des fractures décollements épiphysaires du genou

Troubles vasculaires

Diagnostic

Sont considérés comme des lésions à risque vasculaire (fig. 16) :

- les fractures à grand déplacement, fractures-DE, essentiellement Salter I ;
- les déplacements de la bascule antérieure épiphysaire, liés à un mécanisme d'hyperextension, plutôt DE Salter I (11, 12) ;
- les DE du tibia sont plus à risque (10 %) qu'au fémur (1 %) (34).



Fig. 16 – Compression mécanique de l'artère poplitée par déplacement de la métaphyse proximale du tibia (34).

Conduite à tenir

Un bilan vasculaire précis, avant l'intervention chirurgicale, présente un intérêt médico-légal. Toute perturbation vasculaire impose une réduction fracturaire urgente :

- si le pied est coloré, la simple abolition de pouls après réduction peut faire l'objet d'une surveillance sans autre investigation peropératoire : la réapparition du pouls peut se faire dans les 24 à 48 heures. Cependant, une telle situation impose une ostéosynthèse de principe, même en cas de lésion stable, pour permettre d'éventuels examens complémentaires ultérieurs ;

– un pied ischémique avant réduction, doit mettre en alerte une équipe de chirurgie vasculaire. La non-revascularisation après réduction impose la réalisation d'une artériographie sur table. L'ostéosynthèse précède le geste de réparation vasculaire par voie postérieure.

Troubles nerveux

Diagnostic

Le risque nerveux est identique pour les fractures fémorales et tibiales : il est présent dans environ 3 % des traumatismes (1, 17, 20, 29, 36).

Sont considérées comme des fractures à risque nerveux :

- pour le tronc commun sciatique ou le nerf tibial (SPI), les mêmes fractures que celles à risque vasculaire décrites plus haut ;
- pour le nerf fibulaire commun (SPE), les fractures DE Salter II, déplacées en varus.

Conduite à tenir

Il s'agit le plus souvent de neurapraxie d'étirement. Elles n'ont donc pas d'implication chirurgicale immédiate. Il faut les prévenir par des manœuvres de réduction douces, surtout lors de traction en varus. Après consolidation et en cas d'évolution clinique défavorable, on discutera la réalisation d'un électromyogramme, voire une exploration chirurgicale secondaire (34).

Conclusion

Les fractures autour du genou de l'enfant représentent des lésions rares, mais potentiellement graves de par les troubles de croissance qu'elles peuvent induire. Les parents doivent être informés des risques évolutifs dès la prise en charge initiale.

Références

1. Aitken AP, Magill HK (1952) Fractures involving the distal femoral epiphyseal cartilage. *J Bone Joint Surg* 34A : 96-108
2. Andersen PT (1958) Congenital deformities of the knee joint in dislocation of the patella and achondroplasia. *Acta Orthop Scand* 28: 27-50
3. Bassett FH III, Goldner JL (1962) Fractures involving the distal femoral epiphyseal growth Line. *South Med J* 55: 545-57
4. Bonnard C, Peres E (1990) Fractures du genou de l'enfant. In : Les fractures des membres chez l'enfant. Monographie du Groupe d'étude en orthopédie pédiatrique. Sauramps médical, Montpellier, p 329
5. Burkhart SS, Peterson HA (1979) Fractures of the proximal tibial epiphysis. *J Bone Joint Surg* 61A: 996-1002
6. Desgrappes Y, Bensahen (1975) Réflexions à propos du traitement chirurgical du genu valgum de l'enfant. *Ann Chir Inf* 16: 297-305

7. Diebold O (1927) Über Kniescheibenbrüche im Kindesalter. Arch Klin Chir 147: 664-81
8. Diméglio A (1998) Croissance des membres inférieurs. In: Les inégalités de longueur des membres inférieurs. Monographie du Groupe d'étude en orthopédie pédiatrique. Paris, Expansion scientifique française, Sauramps médical, Montpellier
9. Grogan DP *et al.* (1990) Avulsion fractures of the patella. J Pediatr Orthop 10: 721-30
10. Houghton GR, Ackroyd CE (1979) Sleeve fractures of the patella in children. J Bone Joint Surg 61B: 165-8
11. Hutchinson J Jr (1894) Lectures on injuries to the epiphyses and their results. Br Med J 1: 669-73
12. Hutchinson J Jr, Barnard HL (1898) An improved method of treatment of separation of the lower epiphysis of the femur. Lancet 2: 1630
13. Ilizarov GA, Deviatov AA (1969) Operative elongation of the leg with simultaneous correction of the deformities. Orthop Traumatol Prot 30: 32-7
14. Kohler A, Zimmer EA (1968) Borderlands of the normal and early pathologic in skeletal roentgenology, 3rd ed. New York, Grune and Stratton
15. Laumonier F (1993) Les lésions épiphysaires supérieures du tibia. In: Chirurgie et orthopédie du genou de l'enfant. Monographie du groupe d'étude en orthopédie pédiatrique. Sauramps médical, Montpellier, p 293
16. Lechevallier J (1993) Les traumatismes du genou chez l'enfant. In: Ortho-Pédiatrie 4 Traumatologie membre supérieur, membre inférieur, divers. Une sélection des conférences d'enseignement de la SOFCOT
17. Lombardo SJ, Harvey JP Jr (1977) Fractures of the distal femoral epiphyses. Factors influencing prognosis. A review of 34 cases. J Bone Joint Surg 59A: 742-51
18. Mizuta T, Benson WH, Foster BK (1987) Statistical analysis of the incidence of physeal injuries. J Pediatr Orthop 7: 518-23
19. Mubarak SJ *et al.* (1976) The Wick catheter technique for measurement of intramuscular pressure. J Bone Joint Surg 58A: 1016-20
20. Neer CS II (1960) Separation of the lower femoral epiphysis. Am J Surg 99: 756-61
21. Nicholson JT (1967) Epiphyseal Fractures About the Knee. AAOS. Instruct Course Lect 18: 74-83
22. Ogden JA, Tross RB, Murphy T (1980) Fractures of the tibial tuberosity in adolescents. J Bone Joint Surg 62A: 205-15
23. Paley D (1988) Current techniques of limb lengthening. J Pediatr Orthop 8: 73-92
24. Peterson HA (1994) Physeal Fractures : Part 3, Classification. J Bone Joint Surg 14: 439-48
25. Ray JM, Hendrix T (1992) Incidence, mechanism of injury and treatment of fractures of the patella in children. J Trauma 32: 464-7
26. Riseborough EJ, Barrett FR, Shapiro F (1983) Growth disturbances following distal femoral physeal fracture-separations. J Bone Joint Surg 65A: 885-93
27. Robert M *et al.* (1987) Fractures métaphysaires supérieures du tibia. J Péd Orthop 4: 444-9
28. Roberts JM (1973) Fracture separation of the distal femoral epiphysis. J Bone Joint Surg 55A: 1324
29. Roberts JM (1990) Operative treatment of fractures about the knee. Orthop Clin North Am 21: 365-79
30. Salter RB, Harris WR (1963) Injuries involving the epiphyseal plate. J Bone Joint Surg 45A: 587-622
31. Schoenbauer HR (1959) Brüche der Kniescheibe. Ergeb Chir Orthop 42: 56-79
32. Shelton WR, Canale ST (1979) Fractures of the tibia, through the proximal tibial epiphyseal cartilage. J Bone Joint Surg 61A: 167-73
33. Skak SV *et al.* (1987) Epidemiology of knee injuries in children. Acta Orthop Scand 57: 78-81
34. Sponseller PD, Beaty JH (1996) Fractures and dislocation about the knee. In: Rockwood CA, Fractures in children. Lippincott-Raven, Philadelphia, p 1231
35. Steel HH, Sandrow RE, Sullivan PD (1971) Complication of tibia osteotomy in children for genu varum or valgum. J Bone Joint Surg 53A: 1629-34

36. Stephens DC, Louis DS, Louis E (1974) Traumatic separation of the distal femoral epiphyseal cartilage plate. *J Bone Joint Surg* 56A: 1383-90
37. Torg J, Pavlov H, Morris VB (1981) Salter-Hariss type III fracture of the medial femoral condyle occurring in the adolescent athlete. *J Bone Joint Surg* 63A: 586-91
38. Weber BG (1977) Fibrous Interposition causing valgum deformity after fracture of the upper tibial metaphysis in children. *J Bone Joint Surg* 59B: 290-2
39. Wozasek GF *et al.* (1991) Trauma involving the proximal tibia epiphysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 110: 301-6

Fractures fémorales et tibiales autour des prothèses du genou

C. Trojani, J. Tabutin, T. Aït Si Selmi, P. Boileau et P. Neyret

Selon les données de la littérature, la fréquence des fractures autour des prothèses totales de genou (PTG) varie de 0,3 à 2,5 % (1, 9). Elles peuvent survenir tant en cours d'intervention que dans la période postopératoire parfois très éloignée, au fémur ou au tibia, en région diaphysaire ou métaphyso-épiphyssaire périprothétique. Ces paramètres interviennent dans la prise en charge des lésions, mais il faut également tenir compte du degré de déplacement de la fracture et de la stabilité de l'implant. L'étude de 45 dossiers représentant 35 fractures périprothétiques du fémur et 10 du tibia va permettre de préciser leurs caractéristiques et leur prise en charge.

Démembrement des fractures autour des prothèses du genou (tableau I)

Les classifications des fractures périprothétiques du genou existant à ce jour (6, 7) ne sont pas homogènes. Aussi, lors des Journées lyonnaises du genou de 1999 (26), Neyret a proposé de classer ces fractures en trois zones, valables aussi bien pour le fémur que pour le tibia. Il intègre les différents cas de figure qui peuvent se présenter au chirurgien orthopédiste. Cette classification trouve tout son intérêt dans les fractures survenant à distance de l'implantation de la prothèse.

Classe	État prothétique	Traitement
Zone 1	Stable	Ostéosynthèse conventionnelle
Zone 2	Instable, descellée	Remplacement prothétique
Zone 3	À préciser	Si stable, <i>cf.</i> zone 1 Si instable, <i>cf.</i> zone 2

Tableau I – Fracture périprothétique du genou. Classification de Neyret.

Fractures en zone extraprothétique : zone 1 (fig. 1)

Cette zone regroupe les fractures dont le trait se trouve à distance de la prothèse qui reste stable, non descellée. Le traitement sera celui d'une fracture classique du fémur ou du tibia. Il faut toutefois tenir compte de l'existence d'une quille ou d'un plot tibial ou fémoral dans le choix du matériel d'ostéosynthèse.

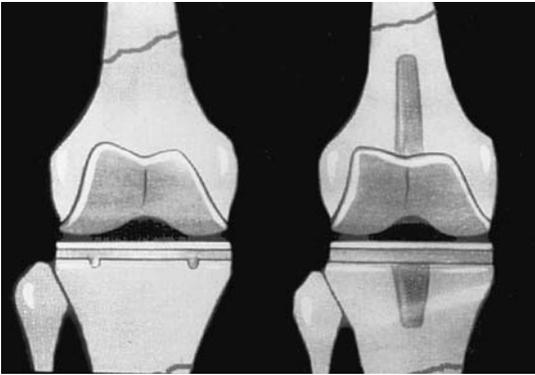


Fig. 1 – Fracture en zone extraprothétique. Prothèse toujours stable. Pas de descelllement traumatique.

Fractures en zone intraprothétique, à l'interface os-ciment : zone 2 (fig. 2)

Le trait de fracture intéresse l'interface os-prothèse. Dans tous les cas, la prothèse est descellée avant ou au cours du traumatisme, elle n'est plus stable. Le traitement passe par le changement de la prothèse. Ce changement de prothèse peut être immédiat, utilisant souvent une prothèse à tige longue, ou différée, mais il faut alors recourir à une ostéosynthèse transitoire.

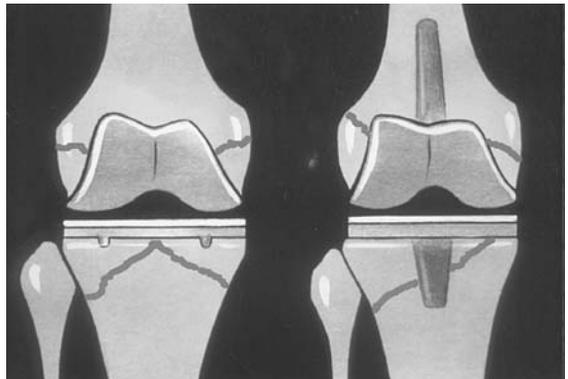


Fig. 2 – Fracture en zone intraprothétique. Prothèse toujours descellée.

Fractures au niveau de la quille : zone 3 (fig. 3)

Situées entre les deux précédentes, il s'agit de fractures en zone intraprothétique mais ne touchant pas l'interface os-ciment. Le problème est de savoir

si la prothèse est ou non descellée. Pour répondre à cette question, il est utile de connaître l'état clinique et radiographique antérieur à la fracture. Du point de vue thérapeutique, si la prothèse est stable, on se retrouve dans le cadre d'une fracture en zone extraprothétique. Si la prothèse est instable, on se retrouve dans le cadre d'une fracture en zone intraprothétique.

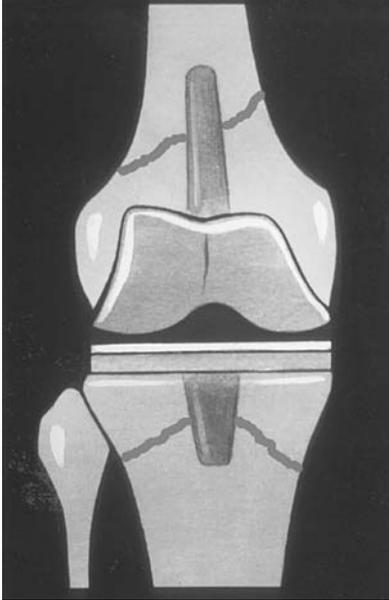


Fig. 3 – Fracture au niveau de la quille. Prothèse descellée ou non descellée?

Fractures du tibia sous une prothèse du genou

Félix (7) distinguait quatre types de fractures : les fractures à l'interface prothèse-plateau tibial, les fractures passant par la tige tibiale, les fractures n'intéressant pas la prothèse elle-même et les fractures de la tubérosité tibiale qui équivalent à une rupture de l'appareil extenseur. Dans le sous-type A, la prothèse est stable ; dans le sous-type B, la prothèse est descellée.

Fractures du tibia pendant la mise en place d'une prothèse de genou

Ces fractures sont caractérisées par le fait qu'il existe une bonne vascularisation, si bien que la consolidation survient dans des délais normaux. Un certain nombre de facteurs peuvent être incriminés dans la genèse de ces fractures :

- le relèvement de la tubérosité tibiale, souvent utile, fragilise la métaphyse supérieure du tibia et peut être à l'origine des fractures métaphysaires proximales. Des artifices techniques permettent de limiter ces risques, et notamment le raccord en pente douce de l'extrémité distale de la baguette osseuse prélevée sur le tibia ;

- les prothèses unicompartmentales à composant tibial métal-back dont les plots tibiaux peuvent être agressifs et sources de fracture du plateau tibial ;
- la prise de corticoïdes au long cours chez un patient atteint de polyarthrite rhumatoïde favorise la survenue d'une fracture peropératoire (fig. 4).



Fig. 4 – Fracture du plateau tibial médial au cours de la mise en place d'une PTG chez une patiente atteinte de polyarthrite rhumatoïde. Ostéosynthèse par deux vis (dossier P. Boileau).

Deux cas de figure se présentent. Si la prothèse a déjà été implantée lors de la fracture, il faut réaliser une synthèse stable d'emblée; celle-ci doit permettre une mobilisation précoce mais, par précaution, l'appui sera différé jusqu'à consolidation osseuse. Si la fracture survient en cours d'intervention, avant l'implantation, il faut réaliser une synthèse temporaire pour terminer les temps préparatoires de la prothèse. La mise en place d'une quille à tige longue (7), qui ponté le foyer de fracture, est utile car lorsque le montage est solide, il est alors possible de donner l'appui d'emblée.

Dans tous les cas, il est essentiel de s'exposer de manière parfaite pour bien analyser la fracture. Les radiographies peropératoires permettent de préciser l'étendue et la direction du trait de fracture.

Nous avons recensé trois dossiers : une fracture du plateau tibial latéral, au cours de la mise en place d'une prothèse unicompartmentale latérale avec relèvement de la tubérosité tibiale, ostéosynthésée par deux vis transversales ; une fracture du tiers proximal du tibia, au cours de la mise en place d'une PTG, ostéosynthésée par plaque DCP ; une fracture du plateau tibial médial, au cours de la mise en place d'une PTG, ostéosynthésée par deux vis transversales. Dans nos trois cas, l'ostéosynthèse solide a permis la mobilisation immédiate du genou opéré. L'appui a été différé jusqu'à consolidation osseuse, car une tige longue n'a jamais été utilisée.

Fractures du tibia après prothèse de genou

Elles se caractérisent par un intervalle libre entre la mise en place de l'implant et l'accident. Contrairement aux fractures peropératoires, elles surviennent sur un os souvent fragilisé et leur pronostic de consolidation est moins favorable (20, 27).

Une question est essentielle : la prothèse était-elle stable avant la fracture ? L'interrogatoire est crucial pour rechercher des douleurs ou une désaxation faisant soupçonner un descellement préalable. Les radiographies anciennes peuvent le confirmer. Elles doivent être demandées.

Les objectifs du traitement sont la consolidation de la fracture, un bon alignement du membre inférieur et la préservation la mobilité du genou.

Parmi les sept fractures du tibia recensées après prothèse du genou, six sont survenues moins d'un an après la pose de la prothèse. Dans cinq cas, il s'agissait d'une fracture du tibia sous une prothèse totale du genou :

- une fracture déplacée, en zone extraprothétique, est survenue deux mois après l'arthroplastie totale par voie latérale avec relèvement de la tubérosité tibiale. Elle a été traitée par plaque en T. Cela confirme le soin particulier qu'il faut apporter au relèvement de la tubérosité tibiale dont le rôle favorisant a déjà été souligné ;

- une fracture peu déplacée, en zone extraprothétique, a été traitée par réduction et plâtre ;

- une fracture diaphysaire, en zone 1, survenue six mois après une PTG, à été traitée secondairement par un enclouage centromédullaire (fig. 5). Une ostéosynthèse initiale par plaque avait abouti à un démontage par rupture du matériel. Il est intéressant de noter qu'un enclouage centromédullaire sous une prothèse totale de genou est réalisable à travers le ligament patellaire. Si le composant tibial de la prothèse n'a pas de quille centrale, le passage du clou ne pose pas de problème. Si le composant prothétique tibial est muni d'une quille, un calque préopératoire précis permet de savoir si un enclouage est possible, à la condition que la flexion du genou opéré dépasse 90° ;

- une fracture diaphysaire du tibia a été traitée par enclouage centromédullaire antérograde ;

- une fracture du plateau tibial médial, en zone intraprothétique, est survenue cinq ans après une PTG. Elle a été traitée par changement de prothèse et mise en place d'un composant tibial cimenté à tige longue. Il faut recommander l'utilisation d'une tige longue de forme tronconique qui agit comme un clou sans se bloquer dans la diaphyse. Une tige cylindrique peut buter sur la corticale distale et empêcher l'impaction du foyer de fracture.

- dans deux cas, il s'agissait d'une fracture du tibia sous une prothèse unicompartmentale. Une fracture transversale du quart proximal du tibia, en zone extraprothétique, a été traitée par plaque en « T ». La seconde est survenue en zone intraprothétique sur un plateau tibial médial qui avait bénéficié deux mois plus tôt d'une prothèse unicompartmentale, puis traitée par la conversion en prothèse totale. Dans ce cas, les plots métalliques trop volumineux du composant tibial pouvaient être incriminés. De plus, une ostéotomie tibiale

de valgisation avait été réalisée avant la prothèse unicompartimentale. Lors de son remplacement, la dégradation osseuse majeure et rapide du stock osseux tibial médial a conduit à utiliser une allogreffe de tête fémorale.

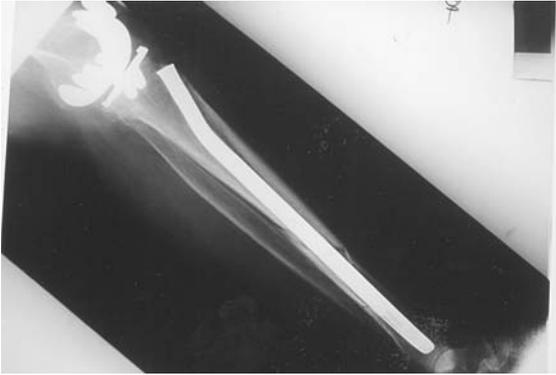


Fig. 5 – Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire antérograde verrouillé d'une fracture tibia après PTG non cimentée sans quille centrale (dossier J. Tabutin).

Pour obtenir une prothèse stable et de redonner une fonction correcte au genou, la stratégie de traitement des fractures périprothétique du tibia peut donc être résumée de la façon suivante :

- en cours d'intervention au cours de l'arthroplastie, elles sont ostéosynthésées d'emblée ;
- à distance de l'intervention :
 - une fracture non déplacée en zone 1 peut être traitée orthopédiquement,
 - une fracture déplacée en zone 1 bénéficiera d'une ostéosynthèse ;
 - en zone 3, on procédera au changement de prothèse.

Fractures du fémur au-dessus des prothèses du genou

Dans notre série, les fractures du fémur sont quatre fois plus fréquentes que les fractures du tibia. Elles peuvent également survenir au cours ou au décours de l'arthroplastie.

Fractures du fémur pendant la mise en place d'une prothèse de genou

Nous en avons colligé six. Dans tous les cas, il s'agissait de fractures unicondyliennes. Cinq de ces fractures ont été ostéosynthésées par deux vis transversales, corticales (4 cas) ou spongieuses (1 cas). Une fracture a été ostéosynthésée par une seule vis transversale.

Trois fractures unicondyliennes médiales et deux fractures unicondyliennes latérales sont survenues au cours de l'implantation d'une PTG (fig. 6). Certaines prothèses totales de genou (IB 2, CCK) ont une « cage » centrale de volume important. La coupe imposée de l'incisure intercondyloire est large et expose à un risque non négligeable de fragilisation des condyles (21), surtout

pour les genoux de petite taille. L'extraction de l'ancillaire fémoral représente un autre danger : le chirurgien doit en particulier proscrire tout mouvement de rotation ou de balancier. La réalisation du point d'entrée de l'ancillaire fémoral peut également être à l'origine de la fracture.

Une fracture unicondylienne médiale est survenue au cours de la pose d'une prothèse unicompartmentale médiale. L'utilisation d'une prothèse à plots fémoraux trop volumineux, ayant un effet de coin dans les condyles, peut être incriminée dans ce cas.

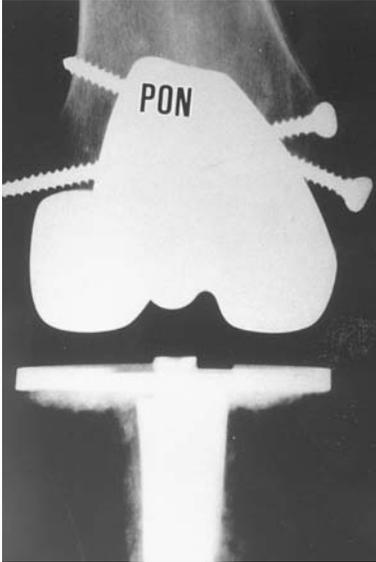


Fig. 6 – Fracture unicondylienne au cours de la mise en place d'une PTG. Ostéosynthèse par deux vis transversales. Radiographie de face.

Six fractures unicondyliennes sont survenues avant l'implantation de la prothèse définitive. Aucun chirurgien n'a changé de matériel prothétique en cours d'intervention. Aucune tige fémorale longue n'a été utilisée. Dans tous les cas, une ostéosynthèse immédiate et définitive par vis en compression avant la pose de la prothèse a permis de mener l'opération à son terme sans autre problème technique. Ces vis transversales peuvent être définitives si elles sont positionnées suffisamment en avant pour ne pas gêner la réalisation des coupes ni l'implantation d'un carter fémoral standard. Cette ostéosynthèse solide a permis dans tous les cas une mobilisation immédiate du genou opéré. Seul l'appui a été différé, partiellement ou complètement, jusqu'à la consolidation osseuse, c'est-à-dire 45 jours.

Le septième cas est particulier : l'accident est survenu moins d'une semaine après l'arthroplastie chez une patiente atteinte de polyarthrite rhumatoïde (fig. 7). Une effraction peropératoire de la corticale antérieure du fémur fut responsable d'une fracture oblique non déplacée du tiers distal du fémur. L'absence de déplacement et le terrain ont conduit à un traitement par plâtre. Le résultat fonctionnel est étonnement bon, avec une flexion du genou égale à 100°.



Fig. 7 – Fracture fémorale non déplacée survenue dans la première semaine après la mise en place d'une PTG (zone extraprothétique).

Fractures du fémur après prothèse du genou

Elles sont les plus fréquentes. Nous en avons recensé 28, dont 23 fractures (tableau II) au-dessus d'une prothèse totale. Le délai moyen entre l'implantation de la prothèse et la survenue de la fracture était de 5,5 ans.

Selon Engh (6), il existe trois types de fractures. Dans le type 1, la prothèse est stable et la fracture peu déplacée. Dans le type 2, la prothèse est stable mais la fracture est déplacée. Dans le type 3, la fracture est le plus souvent déplacée et la prothèse est instable. Dans les types 1 et 2, il faut traiter la fracture comme s'il n'y avait pas de prothèse. Dans les fractures de type 3, le traitement passe obligatoirement par le changement de la prothèse.

Pour nous, les fractures en zone 1 sont traitées comme s'il n'y avait pas de prothèse. Certains auteurs recommandent le traitement orthopédique en cas de fracture non déplacée (17, 25). L'inconvénient est de ne pas permettre une mobilisation précoce avec, à terme, un risque important de raideur. L'ostéosynthèse apparaît préférable pour ne pas compromettre la fonction du genou opéré (4, 8, 23).

Lame-plaque	11
Plaque	3
Enclouage antérograde	3
Enclouage rétrograde	2
Conversion en prothèse à tige fémorale longue	2
Plâtre	2

Tableau II – Traitement des 23 fractures du fémur sur prothèse totale du genou.

L'ostéosynthèse est indispensable si la fracture est déplacée. Elle peut faire appel à du matériel classique, par plaque ou lame-plaque (fig. 8). La fracture siège à distance de la prothèse et, même si la vascularisation de l'os est bonne, ses capacités de consolidation sont diminuées par l'ouverture du foyer de fracture lors de l'ostéosynthèse. Healy (9) rapporte 18 bons résultats sur 20 cas d'ostéosynthèse par plaque ou lame-plaque, avec une consolidation de première intention. Cependant, pour d'autres auteurs (1, 3, 16, 23), l'évolution peut être émaillée de complications à type de cals vicieux ou de pseudarthroses. Trois pseudarthroses sont survenues pour 14 ostéosyntheses dans notre série : deux fois après une ostéosynthèse par lame-plaque et une fois après synthèse par plaque. Dans ces cas, l'enclouage antérograde verrouillé associé à une décortication-greffe est une option intéressante (fig. 9) dont la faisabilité technique doit être appréciée par un planning préopératoire précis. Certains auteurs préconisent des « artifices » techniques pour pallier l'inconvénient d'un os de mauvaise qualité : Zehntner (28) recommande l'injection de ciment, Peyton (19) la mise en place d'une tige longue par le foyer de fracture. Cela est possible avec un certain type de prothèse. On peut également recourir à une allogreffe en sandwich. Une autogreffe tricorticale de crête iliaque, enchâssée en bilboquet, ayant un rôle de tuteur, a été proposée.

Devant la difficulté de consolidation de ces fractures, leur traitement par ostéosynthèse à foyer fermé s'est développé récemment, en particulier par enclouage centromédullaire rétrograde (10, 11, 15, 18, 22, 24). Il est réalisé sous amplificateur de brillance (fig. 10) sur table ordinaire. Il permet de traiter des fractures du fémur plus distales que par enclouage antérograde, mais il faut que l'interface os-ciment soit respecté et que la prothèse ne soit pas descellée. Le point d'introduction du clou fémoral rétrograde nécessite un espace intercondylien suffisant, au moins 12 mm, et une prothèse de genou en place à ligament croisé postérieur conservé. Parmi ces prothèses, seule la prothèse

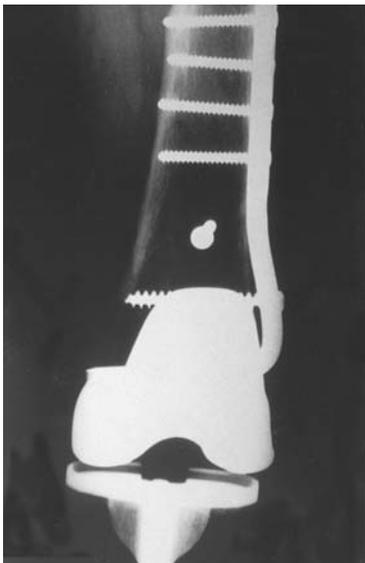


Fig. 8 – Fracture supracondylienne du fémur en zone extraprothétique, survenue cinq ans après la mise en place d'une PTG. Ostéosynthèse par lame-plaque à 95° (dossier P. Rivat).



Fig. 9 – Fracture du fémur en zone extraprothétique cinq ans après la mise en place d'une PTG. Pseudarthrose après ostéosynthèse par plaque de Chiron. Consolidation acquise après reprise chirurgicale par enclouage centromédullaire antérograde verrouillé (dossier J. Tabutin).

de Miller-Galante premier modèle de taille *small* ne permet pas le passage de ces clous puisque son échancrure est de 11 mm (6). Cette technique séduisante peut également être réalisée dans certains cas de prothèse totale du genou postéro-stabilisée, mais pas si la prothèse comporte un comblement métallique de l'incisure intercondylaire, comme par exemple un troisième condyle. Ce type de traitement est possible en cas de fracture au-dessus d'une prothèse unicompartimentale. Nous n'en avons pas dans cette série. L'enclouage fémoral rétrograde peut toutefois laisser persister des défauts d'axe en valgus.

En cas de fractures en zone 3, le traitement passe obligatoirement par le changement de la prothèse (fig. 11), immédiat ou différé. Le remplacement immédiat en un seul temps, associé si nécessaire à l'ostéosynthèse de la fracture, est le traitement de choix. Il fait appel à des prothèses de reprise qui comportent des tiges longues. Certains auteurs (12, 14) recommandent des allogreffes ou des prothèses de reconstruction qui permettent d'améliorer la survie des patients âgés et fragiles. Le changement différé de la prothèse ne dispense pas toujours d'une ostéosynthèse provisoire et impose ainsi une intervention supplémentaire chez des patients dont l'état général est souvent altéré.

Dans notre série, deux fractures supracondyliennes après prothèse unicompartimentale latérale ont été traitées, dans un cas par lame-plaque à 95° et dans l'autre par conversion en prothèse totale à charnière. Cette option ne nous semble plus souhaitable actuellement.

Cas particulier des fractures entre prothèses du genou et de hanche

Trois fractures du fémur sont survenues entre une PTG et une prothèse totale de hanche. Ces fractures représentent un cas particulier, car elles sont grevées



Fig. 10 – Radiographie de face d’une ostéosynthèse d’une fracture supracondylienne après prothèse totale de genou par enclouage centromédullaire rétrograde (dossier F. Vogt).

d’une morbidité et d’une mortalité majeures : Kenny (13), sur quatre cas, dénombre deux pseudarthroses et deux amputations de cuisse. Dans notre série, une ostéosynthèse par plaque a conduit à une reprise chirurgicale pour pseudarthrose ; après décortication-greffe et synthèse par une plaque, la conso-

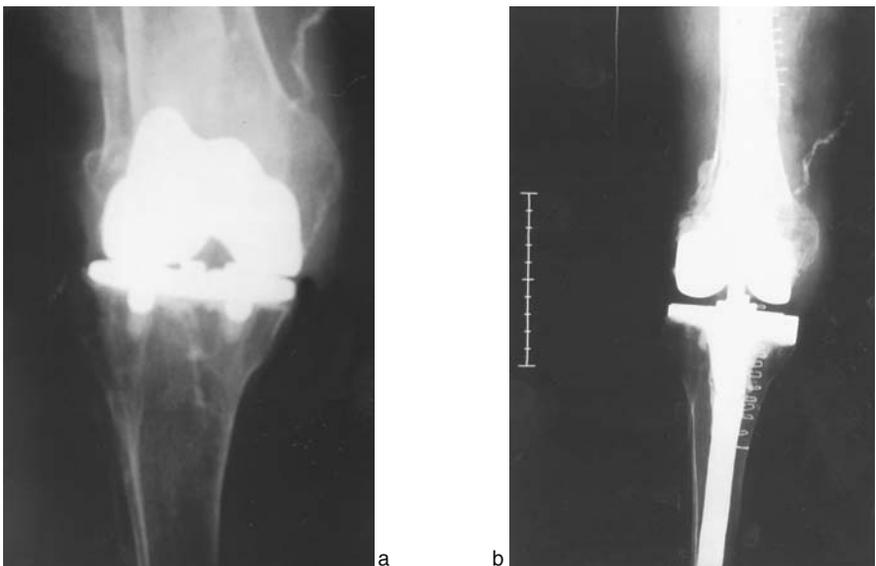


Fig. 11 – a) Prothèse totale de genou déstabilisée par une fracture du fémur en zone intra-prothétique (fracture survenue neuf ans après la prothèse). b) Changement de prothèse par prothèse totale semi-contrainte à tige longue (dossier M. Lemaire).

lidation a été obtenue. Un autre cas a été ostéosynthésé par une lame-plaque à 95° (fig. 12) avec une réduction anatomique sur un os de bonne qualité. Une greffe de première intention n'a pas été réalisée. Le recul est insuffisant pour juger de la consolidation.

Les difficultés prévisibles de consolidation peuvent être contournées par ostéosynthèse centromédullaire : ainsi, un cas de fracture du fémur en zone extraprothétique, entre une prothèse totale de hanche et une PTG à conservation du ligament croisé postérieur, a été traitée par enclouage rétrograde. La réaxation du membre est satisfaisante et la consolidation acquise.

La prise en charge d'une fracture du fémur entre une prothèse totale de genou et une prothèse totale de hanche est donc difficile, et cette situation clinique très rare devrait augmenter en fréquence du fait de la multiplication des arthroplasties. Devant le risque élevé de pseudarthrose lors d'une fracture entre PTH et PTG, une greffe iliaque doit être discutée d'emblée (13). De plus, les plaques à trous décalés de type Lefèvre, les plaques munies de pattes latérales de type Mennen (5) ou les plaques-cables sont utiles lorsque des tiges longues viennent encombrer le canal médullaire et gêner la mise en place des vis. Enfin, le choix des tiges prothétiques doit être réfléchi en pensant aussi à une éventuelle fracture fémorale secondaire. Il est donc logique d'éviter les tiges fémorales pour des prothèses totales de genou de première intention sous une prothèse totale de hanche. Quant aux prothèses totales de genou de reprise, leurs tiges ne doivent ni être trop longues ni trop larges.

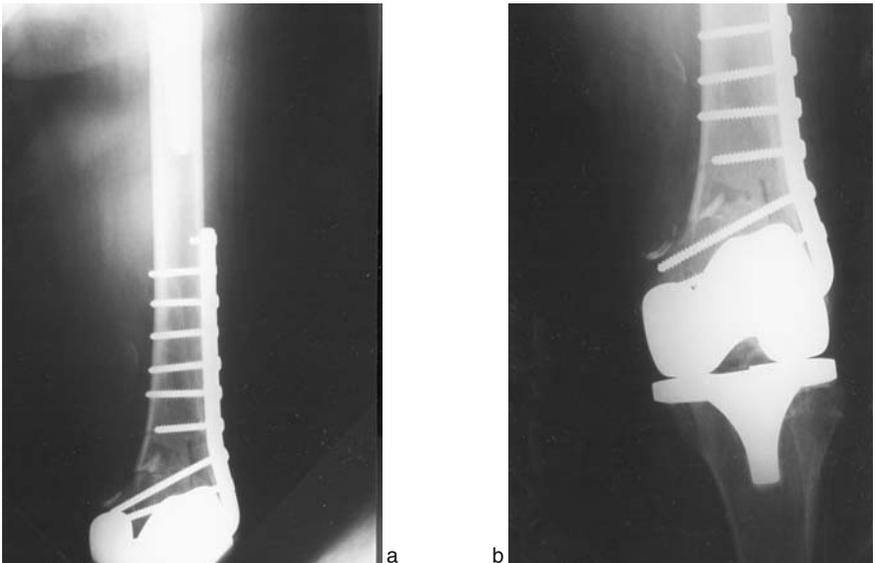


Fig. 12 – a) Fracture entre PTH et PTG. b) Ostéosynthèse par lame-plaque à 95° (dossier E. Hovorka).

Conclusion

Les fractures du fémur et du tibia survenues pendant la mise en place d'une prothèse de genou sont rares et de bon pronostic. Leur ostéosynthèse définitive d'emblée permet la mise en place d'une prothèse standard et la mobilisation immédiate du genou opéré.

Les fractures du fémur et du tibia après prothèse de genou peuvent être classées de manière homogène en trois zones distinctes. L'attitude thérapeutique (tableau I) découle de ce démembrement. Si la fracture survient en zone extraprothétique, il faut traiter la fracture sans tenir compte de la prothèse, en privilégiant l'ostéosynthèse à foyer fermé. En zone intraprothétique, le traitement passe par le changement de la prothèse. Au niveau de la quille, il faut analyser la stabilité de la prothèse.

Les fractures du fémur entre prothèse de hanche et de genou sont d'une plus grande complexité du fait d'un risque élevé de pseudarthroses.

Remerciements

Nous remercions les professeurs Boileau, H. Dejour et Neyret et les docteurs Bel, Chambat, D. Dejour, Fayard, Hovorka, Lemaire, Nourissat, Rivat, Schlatterer, Tabutin, Van de Velde, Vogt pour les dossiers qu'ils nous ont aimablement confiés.

Références

1. Aaron RK, Scott RD (1987) Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 219: 136-9
2. Ayers DC *et al.* (1997) Common complications of total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 79-A: 278-311
3. Bogoch E *et al.* (1988) Supracondylar fractures of the femur adjacent to resurfacing and Macintosh arthroplasties of the knee in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 229: 213-20
4. Culp PW, Schmidt RG, Hanks G *et al.* (1987) Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. *Clin Orthop* 222: 212-21
5. Dave DJ, Koka SR, James SE (1995) Mennen plate fixation for fracture of the femoral shaft with ipsilateral total hip and knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 10: 113-5
6. Engh GA, Ammeen DJ (1997) Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants. *J Bone Joint Surg* 79-A: 1100-13
7. Félix NA, Stuart MJ, Hanssen AD (1997) Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 345: 113-24
8. Figgie MP *et al.* (1990) The results of treatment of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 5: 267-76
9. Healy WL, Siliski JM, Incavo SJ (1993) Operative treatment of distal femoral fractures proximal to total knee replacements. *J Bone Joint Surg* 75-A: 25-34
10. Henry SL (1995) Management of supracondylar fractures proximal to total knee arthroplasty with the GSH supracondylar nail. *Contemp Orthop* 31: 231-8
11. Jabzenski FF, Crawford M (1995) Retrograde intramedullary nailing of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty. A preliminary report of four cases. *J Arthroplasty* 10: 95-101
12. Jacobs PM, Williams RP, Mabrey JD (1997) Segmental skeletal replacement for prosthetic fractures about knee in debilitated patients. AAOS, San Francisco, Knee Society, Paper 24

13. Kenny P, Rice J, Quinlan W (1998) Interprosthetic fracture of the femoral shaft. *J Arthroplasty* 13: 361-4
14. Kraay MJ *et al.* (1992) Distal femoral replacement with allograft /prosthetic reconstruction for the treatment of supracondylar fractures in patients with total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 7: 7-16
15. Mc Laren AC, Dupont JA, Schoeber DC (1994) Open reduction internal fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties using the intramedullary supracondylar rod. *Clin Orthop* 302: 194-8
16. Merkel KD, Johnson EW (1986) Supracondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 68-A: 29-43
17. Moran MC, Brick GW, Sledge CB *et al.* (1996) Supracondylar femoral fracture following total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 324: 169-209
18. Murrel GA, Nunley JA (1995) Interlocked supracondylar intramedullary nails for supracondylar fractures after total knee arthroplasty: a new treatment method. *J Arthroplasty* 10: 37-42
19. Peyton RS, Booth RE (1998) Supracondylar femur fractures above an Install-Burstein CCK total knee: a new method of intramedullary stem fixation. *J Arthroplasty* 13: 473-78
20. Rand JA (1994) Supracondylar fracture of the femur associated with polyethylene wear after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 76-A: 1389-93
21. Ritter MA, Faris PM, Keating EM (1988) Anterior femoral notching and ipsilateral supracondylar femur fracture in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 3: 185-7
22. Ritter MA *et al.* (1995) Rush rod fixation of supracondylar fractures above total knee arthroplasties. *J Arthroplasty* 10: 213-6
23. Sisto DJ, Lachiewicz PE, Insall JN (1985) Treatment of supracondylar fractures following prosthetic arthroplasty of the knee. *Clin Orthop* 196: 265-72
24. Smith WJ, Martin SL, Mabrey JD (1996) Use of supracondylar nail for treatment of a supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 11: 210-3
25. Sochart D, Hardinge K (1997) Non surgical management of supracondylar fracture above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 12: 830-4
26. Trojani Ch, Tabutin J, Ait Si Selmi T *et al.* (1999) Démembrement et prise en charge des fractures fémorales et tibiales autour des prothèses du genou. In « Chirurgie prothétique du genou ». Sauramps eds, Montpellier, p 293-304
27. Wiedel JD (1984) Management of fractures around total knee replacement. In « Total knee arthroplasty: a comprehensive approach ». Williams and Wilkins, Baltimore, p 258-67
28. Zehntner MK, Ganz R (1993) Internal fixation of supracondylar fractures after condylar knee arthroplasty. *Clin Orthop* 293: 219-24

Cas particulier des genoux flottants

J.-C. Bel

Le terme de « genou flottant » s'applique aux fractures ipsilatérales du fémur et du tibia : les fractures diaphysaires du tibia et du fémur définissent le type I ; si au moins un des traits de fractures atteint l'articulation du genou, il s'agit d'un type II.

Ces fractures graves touchent surtout des sujets jeunes, de sexe masculin, conducteurs ou passagers de deux roues. Elles sont associées à un délabrement des tissus mous, à des atteintes ligamentaires du genou et à des lésions dues au polytraumatisme (lésions vasculaires du membre, lésions viscérales, lésions neurologiques) responsables d'une mortalité de 5 à 15 %.

Ces fractures se caractérisent par leur difficulté de prise en charge et leurs complications : embolie graisseuse, amputation, infection, retard de consolidation, cals vicieux, raideur et instabilité du genou.

La prise en charge thérapeutique, d'autant qu'il s'agit de polytraumatisés, est controversée : elle comprend, pour nous, une stabilisation chirurgicale précoce des deux fractures pour éviter l'immobilisation prolongée et permettre une rééducation précoce, garante d'un meilleur résultat fonctionnel. Les tissus mous devraient être épargnés et des procédures minimalement invasives de réduction et de fixation de ces fractures, utilisées pour diminuer le taux de complications habituellement constaté.

Nous avons mené une étude prospective, pour évaluer les résultats d'une telle attitude et établir les indications optimales de cette approche chirurgicale.

Matériels et méthodes

Entre 1996 et 1998, 17 patients représentant 18 genoux flottants, ont été traités selon le même protocole. Huit (45 %) étaient des genoux flottants de type II avec atteinte articulaire. Il s'agissait de 16 hommes et de 1 femme. L'âge moyen était de 34 ans (15-60). Le score de gravité ISS était en moyenne de 32 (17-59).

L'ouverture cutanée était fréquente : 10 (55 %) fractures fémorales (90 % d'entre elles étaient de grade II ou III) et 14 (78 %) fractures tibiales (60 % d'entre elles étaient de grade II ou III selon la classification de Gustillo). Une atteinte de l'artère poplitée a été constatée deux (18 %) fois.

En urgence, les fractures ouvertes ont été lavées par jet pulsé et débridées. Cinq (28 %) fractures ouvertes du tibia de grade élevé et une (5 %) fracture ouverte de fémur ont été traitées par fixation externe. Cinq (28 %) fractures du tibia et 2 (10 %) fractures du fémur avec une fracture articulaire ont été ostéosynthésées par plaque. Huit (44 %) fractures du tibia et 15 (55 %) fractures du fémur ont été traitées par enclouage centromédullaire antérograde. Cinq (28 %) fractures du fémur avec fractures articulaires ont été traitées par enclouage fémoral rétrograde verrouillé à foyer fermé.

Les lésions vasculaires ont été traitées d'emblée, ainsi que les lésions ligamentaires.

La rééducation fut immédiate.

Tous les patients ont été suivi au moins douze mois après consolidation.

Résultats

Six (16 %) retards de consolidation, 4 (11 %) pseudarthroses guéries par une deuxième intervention chirurgicale ont été observés. Aucune rupture de matériel, aucune ostéite, aucune amputation, aucun décès n'ont été relevés.

Le délai moyen de consolidation a été de 32 semaines (12 à 50).

Cinq cals vicieux (2 en valgus, 2 en varus, 1 raccourcissement) ont été notés.

La mobilité moyenne du genou obtenue à consolidation, était de 110 degrés (60 à 130).

Les résultats fonctionnels ont été 5 (30 %) excellents, 5 (30 %) bons, 4 (24 %) moyens et 3 (16 %) médiocres.

Conclusion

Une attitude chirurgicale précoce et systématique permet d'obtenir un bon résultat fonctionnel final sans complications significatives. La fixation interne rigide permet une bonne évaluation des atteintes ligamentaires du genou et leur réparation ; elle permet de simplifier le traitement des lésions des tissus mous.

Le traitement du fémur en premier nous semble préférable.

L'enclouage fémoral rétrograde verrouillé est une technique chirurgicale versatile qui s'applique à de multiples fractures du fémur chez les polytraumatisés. De plus, le fémur et le tibia peuvent être traités par un même abord chirurgical en décubitus dorsal.

Nous corrélons les faibles taux de morbidité, d'infection, de consolidation, de mobilité articulaire au fait que la prise en charge a toujours été chirurgicale, minimalement invasive et biologique.

Fractures balistiques du genou (*Gunshot Fractures around the Knee*)*

G. F. McCoy

Le conflit politique en Irlande du Nord, qui compte 1,6 millions d'habitants, a fait en trois décennies environ 4 000 morts et 50 000 blessés, dus essentiellement à des explosions et des plaies par balles. Près de la moitié d'entre eux fut traitée au *Royal Victoria Hospital* de Belfast, le centre régional de traumatologie. La situation de l'hôpital dans la zone de conflit a permis de réduire le délai entre le traumatisme et l'admission, à moins de 30 minutes en moyenne, faisant du *Royal Victoria Hospital* un centre de traumatologie en zone de guerre. Cela nous a permis d'acquérir une expérience incomparable.

Au cours de ce conflit, les blessures balistiques furent responsables des deux tiers des tués et près de la moitié des blessés. Plusieurs milliers furent atteints aux membres inférieurs et, parmi eux, quelques milliers souffrirent de fractures balistiques du genou, aussi bien à haute qu'à basse vitesse. En particulier, les lésions à haute vitesse représentent le principal défi thérapeutique. L'expérience acquise dans le traitement de ces fractures difficiles est un appoint d'une immense valeur pour la prise en charge des fractures ouvertes en traumatologie civile.

Rappel historique

Depuis sa partition en 1922, l'histoire de l'Irlande du Nord est caractérisée par un conflit intermittent où se mêlent des problèmes tant de nationalités différentes, britannique et irlandaise, que de religions. La période de conflit la plus récente a commencé en 1969 de manière ininterrompue jusqu'au cessez-le-feu de 1994 et continue encore de manière moins intense depuis lors. La période de 1971-1976 fut la plus violente : rien qu'en 1972, il y eut presque 500 tués et 10 000 blessés. Au début du conflit, tandis qu'un grand nombre fut blessé par l'explosion de bombes, plusieurs milliers subirent des dommages par blessures balistiques dont 40 % aux membres, principalement le membre inférieur (2). Durant cette période, presque la moitié des lésions importantes fut traitée au *Royal Victoria Hospital* de Belfast, soit plus de 15 000 personnes pendant les trois décennies du conflit. L'hôpital était situé dans la zone de conflit la plus peuplée d'Irlande du Nord (Belfast ouest), ce qui a permis de réduire le temps d'accès à l'hôpital à moins de 30 minutes (4), grâce à un

* Traduit de l'anglais par A. Vannineuse.

service d'ambulance efficace et un transport par hélicoptère qui, combinés, ramènent le temps d'évacuation à un minimum. Ce délai inférieur à 30 minutes rivalise sans complexe avec les 10,5 heures de la Seconde Guerre mondiale, les 6,3 heures de la guerre de Corée et les 2,8 heures au Vietnam (29).

Au cours du conflit de l'Irlande du Nord, l'éventail des plaies pénétrantes des membres inférieurs, et spécifiquement du genou, fut vaste. Bien qu'elles puissent résulter d'éclats de bombes, la grande majorité fut d'origine balistique, à haute et basse vitesse, ou encore par souffle. Pour comprendre l'évaluation et le traitement de telles blessures, il est nécessaire d'apprécier l'importance du transfert d'énergie et des autres facteurs qui interviennent dans la sévérité et le pronostic des lésions par projectile.

Balistique et dommages par projectile

Les armes à feu sont principalement classées en fonction de la vitesse élevée ou basse du projectile. La description se réfère à la vitesse de sortie, ou vitesse initiale de la balle. Elle est influencée par la masse du projectile, la quantité de poudre utilisée dans la cartouche et la longueur du canon (12). Ainsi les fusils, avec leurs canons plus longs, peuvent atteindre des vitesses initiales plus élevées que les armes de poing. Dès que la balle sort du canon, elle est freinée par la résistance atmosphérique, qui détermine finalement la portée de l'arme.

Énergie cinétique

Un des principaux facteurs dans l'ampleur des dégâts tissulaires est le dégagement d'énergie cinétique dans les tissus du membre (8). L'énergie cinétique (KE) d'un projectile est définie comme étant sa masse multipliée par le carré de sa vitesse ($KE = MV^2$). L'énergie libérée à la cible (ΔKE) est représentée par KE (entrée)-KE (sortie). Ainsi, plus l'énergie cinétique à l'entrée est haute, plus le potentiel vulnérant est grand (7). Si cependant l'énergie cinétique de sortie est encore élevée, les dégâts tissulaires seront significativement moindres.

Le transfert d'énergie cinétique ne détermine pas, à lui seul, les lésions tissulaires. Certaines interactions entre le projectile et les tissus y jouent un rôle également important. Lorsque la cible est atteinte, trois phénomènes s'y produisent :

- l'onde de choc ;
- la formation d'une cavité permanente ;
- la cavitation, ou cavité provisoire.

Onde de choc

Il a été démontré que l'onde de choc semble avoir peu d'effet sur la plupart des tissus (17), mais contribue à l'interruption de la fonction nerveuse, même à distance de l'impact de la balle (27).

Cavité permanente

Elle est produite par la balle aux dépens des tissus directement écrasés par le projectile (fig. 1). La taille de la cavité permanente est augmentée par la largeur et les déformations de la trajectoire du projectile, qui peut être animée de mouvements complexes, mais aussi par sa fragmentation. En effet, cette fragmentation dans les tissus mous est susceptible d'augmenter considérablement le diamètre de la cavité permanente et les dégâts tissulaires conséquents (fig. 2).

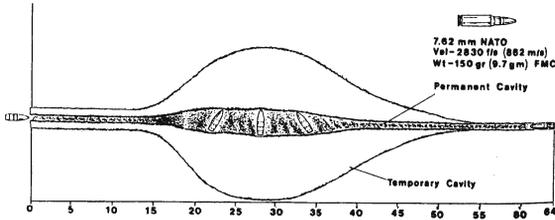


Fig. 1 – Aspect d'une plaie par balle à haute vitesse et recouverte d'une coque métallique, tirée à travers un bloc de gélatine : en l'absence de fragmentation de la balle, la cavité permanente n'est pas plus grande en diamètre que la longueur du projectile.

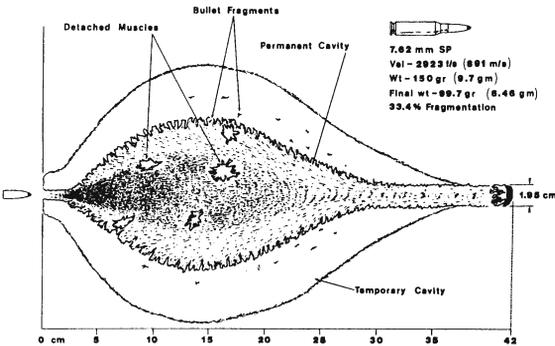


Fig. 2 – Aspect d'une plaie par balle à haute vitesse tirée à travers un bloc de gélatine : lorsque la pointe de la balle n'est pas renforcée, la fragmentation au sein de la gélatine augmente la cavité permanente et les dommages conséquents.

Cavitation

Elle est provoquée par le dégagement d'énergie qui écarte les structures entourant le trajet de la balle. La cavité ainsi créée en arrière du projectile se caractérise par des pressions qui vont d'un niveau infra-atmosphérique à plusieurs atmosphères. La taille de la cavité provisoire est liée à la vitesse du projectile, elle peut atteindre jusqu'à trente fois son volume (10). L'effet de cavitation dépend de l'élasticité des tissus traversés. Les tissus élastiques, comme le poumon, s'adaptent facilement à cette déformation provisoire. Les structures moins élastiques, comme le muscle strié, ou celles qui sont contenues dans des enveloppes rigides, comme le cerveau, sont sévèrement endommagées par cette onde. L'effet de cavitation à proximité immédiate de l'os peut causer sa fracture sans contact direct avec le projectile. Cet éclatement de l'os peut propulser « des projectiles secondaires » qui produisent, eux aussi des dommages aux tissus. Le composant infra-atmosphérique de la cavité provisoire aspire des agents contaminants extérieurs au sein de la blessure.

Conception de la balle

Elle a également un effet significatif sur l'ampleur des dommages tissulaires. Les balles militaires sont entourées par un manchon en métal qui leur permet d'être tirées à vitesse élevée (> 800 m/sec). Ces balles ont moins tendance à se fragmenter lors de l'impact. Les balles utilisées dans des incidents « civils » ne sont pas revêtues de la sorte et sont fréquemment modifiées à leur extrémité, suivant le concept de la balle dite « dum-dum » : ces balles tendent à se fragmenter dans les tissus mous et entraînent des blessures plus étendues. Les fusils de chasse, particulièrement à bout portant, peuvent endommager massivement les tissus et entraîner une contamination importante.

Caractéristiques des plaies balistiques

Dans la pratique clinique, les plaies balistiques peuvent être classées comme des lésions à basse ou à haute vélocité.

Projectiles à basse vélocité

Sont considérées comme des blessures à basse vélocité celles qui sont causées par un projectile dont la vitesse initiale est inférieure à 400 m/sec. De tels dégâts sont fréquemment le résultat de tirs avec une arme de poing, habituellement un revolver. L'orifice d'entrée a approximativement le diamètre de la balle. Si la balle ne se fragmente pas et ne heurte pas l'os, la cavité permanente ne sera pas beaucoup plus grande en diamètre que la largeur de la balle et l'orifice de sortie sera assez petit et circonscrit (fig. 3). Dans de telles circonstances, le trajet est assez propre et l'absence de cavitation importante rend peu probable l'existence de dégâts tissulaires à distance. Les armes de poing automatiques modernes ont une vitesse initiale plus élevée que les revolvers (> 450 m/sec). En outre, ces armes utilisent fréquemment les balles modifiées qui tendent à se fragmenter dans le corps, augmentant de manière significative les lésions. En raison des blessures plus graves qu'elles produisent, ces armes, sont parfois considérées comme des armes à feu « de vitesse moyenne ».



Fig. 3 – Orifices d'entrée et de sortie d'une plaie par balle à basse vélocité au genou. Les deux plaies sont relativement petites et circonscrites. La cavité permanente correspond au trajet de faible diamètre entre les deux plaies. Il y a peu de dommages en dehors du trajet.

Projectiles à haute vitesse

Les blessures par projectiles à haute vitesse (vitesse initiale > 800 m/sec.) sont le plus souvent le résultat de tirs avec un fusil. Les fusils de combat modernes, comme l'Armalite, l'AK 47 ou le M-16, ont des vitesses initiales supérieures à 1 000 m/sec. L'orifice de pénétration de ces armes est petit, à peine plus grand que le diamètre du projectile lui-même. La cavité permanente est généralement plus grande que celle des projectiles à basse vitesse, particulièrement si le projectile se fragmente. En outre, si la balle heurte l'os, le fracas de l'os produit « des projectiles secondaires » multiples qui augmentent considérablement des dégâts tissulaires. Au sein de structures relativement peu élastiques



Fig. 4 – Orifice de sortie d'une balle à haute vitesse au mollet. La plaie est énorme et due à la combinaison de la cavitation, à la fragmentation du projectile et à l'éclatement de l'os sous-jacent.

telles que le muscle strié, les nerfs ou les vaisseaux sanguins, la cavité provisoire peut causer d'énormes dégâts additionnels. On observe que les projectiles à haute vitesse peuvent écraser, déchirer et étirer des vaisseaux très éloignés du trajet de la balle (12). Même sans choc direct, la cavitation peut briser l'os adjacent et être responsable de lésions très complexes. Par leur tendance à pivoter et la nature explosive de la cavité provisoire, les projectiles à haute vitesse conduisent à un orifice de sortie beaucoup plus grand que celui des projectiles à basse vitesse (fig. 4). La composante infratmosphérique de la cavité provisoire

aspire le matériel étranger extérieur dans la blessure. Il en résulte une contamination souvent étendue de ces lésions.



Fig. 5 – Plaie au-dessus du genou par fusil de chasse. Les plombs sont disséminés au sein des plans tissulaires. Leur ablation est quasi impossible.

Fusils de chasse

Déchargés à bout portant, ils causent des dégâts et une contamination massive des tissus. La cartouche du fusil de chasse se compose d'un cylindre avec l'amorce et la poudre à sa base. La partie projectile de la cartouche, les plombs, est séparée de la poudre par une pellicule de plastique ou de carton. Cette pellicule est fréquemment retrouvée dans des blessures infligées à bout portant. Les plombs peuvent se disperser largement dans les tissus, et augmentent considérablement la capacité lésionnelle. En outre, cette large dissémination tissulaire des plombs au sein des tissus rend difficile leur extraction chirurgicale (fig. 5).

Prise en charge des plaies balistiques du genou à basse vitesse

Durant le conflit en Irlande du Nord, des centaines d'individus furent atteints au genou par des blessures balistiques à basse vitesse. Beaucoup furent la conséquence de ce qu'il est convenu d'appeler des « tirs de punition » (*punishment shootings*) pour les traîtres et collaborateurs : les victimes, des hommes habituellement jeunes, sont contraintes de se tenir contre un mur ou couchées, visage contre terre et le coup est alors tiré par derrière avec une arme de poing, un revolver dans la majorité des cas, et habituellement dans la région du creux poplité (fig. 6). Bien que la rotule soit rarement blessée, le procédé est connu au sein de la communauté comme un « décapsulage du genou » (*kneecapping*) (fig. 7). Entre 1973 et le milieu de l'année 2000, il y eut 2 303 exécutions



Fig. 6 – *Punishment shooting* du genou par balle à basse vitesse. Le tir s'est produit de dos, alors que la victime était debout.



Fig. 7 – *Knee-capping*. Le tir s'est produit de dos, alors que la victime était couchée au sol. Il s'agit d'un rare cas où la patella elle-même a été touchée.

paramilitaires à type de *punishment*, soit une moyenne de 85 par an (19). Dans la majorité de cas, l'articulation du genou a été blessée, bien que beaucoup de victimes aient également souffert de blessures balistiques à basse vitesse des chevilles et des coudes : les « récidivistes » étaient gratifiés de manière non exceptionnelle d'un traitement des deux genoux, des deux coudes et des deux chevilles. La majorité de ces faits s'est produite en soirée, habituellement entre 20 heures et minuit. Les victimes étaient souvent conscientes de ce qui allait se passer et beaucoup connaissaient leurs assaillants personnellement. L'intervalle entre le tir et l'arrivée à l'hôpital était inférieur en moyenne à 30 minutes. Dans de nombreux cas, les assaillants appelaient l'ambulance avant l'exécution de leur victime.

L'anatomie de la région est responsable de la fréquence élevée des dégâts complexes. Nolan *et al.* (24) ont relevé 35 % de lésions de l'artère poplitée chez 30 patients admis au *Royal Victoria Hospital* sur une période de 10 mois en 1994. Nicholas *et al.* (21), dans une étude sur les « punitions » paramilitaires en Irlande du Nord, ont noté des lésions des vaisseaux, des nerfs ou des fractures sévères, chez 41 % des 122 cas de « punition » au genou, sur une période de trois ans. Dans ce groupe, la fréquence globale des lésions vasculaires était approximativement de 15 %. Cela nous a permis d'acquérir une

grande expérience dans la prise en charge des traumatismes osseux et vasculaires associés (3). En dépit de la fréquence élevée des lésions vasculaires, seulement deux patients sur les milliers traités sont morts des suites de leurs *punishment* au genou avant d'atteindre l'hôpital.

Prise en charge initiale

Le patient admis pour des lésions balistiques du genou, doit être déshabillé et subir un examen complet. Les paramètres vitaux doivent être enregistrés, un accès intraveineux est posé et la réanimation de principe, s'il y a lieu, exécutée rapidement. L'anamnèse détaillée doit être consignée : délai depuis le traumatisme, nombre de blessures, type d'arme. Le membre doit être appareillé avec une attelle provisoire. Les caractéristiques des blessures (dimensions, emplacement anatomique, trajet, etc.) sont enregistrées.

L'état vasculaire du membre doit être déterminé. S'il existe un saignement, il faut tenter de déterminer s'il est artériel, veineux ou combiné. Les blessures doivent être couvertes d'un pansement stérile, éventuellement compressif s'il persiste un saignement continu. La présence d'un hématome pulsatile ou expansif doit particulièrement être notée. Un pouls distal par rapport aux lésions ne permet pas d'exclure des lésions vasculaires, tandis que son absence doit être considérée comme un signe sérieux de tels dommages. Les signes classiques des lésions vasculaires, douleur, pâleur, absence de pouls, parésie, paresthésie et membre froid, sont recherchés. Les essais de remplissage capillaire ou veineux sont peu fiables dans les lésions artérielles aiguës (4). Le Doppler est largement utilisé pour conforter le diagnostic de lésions artérielles. Un index Doppler cheville/bras inférieur à 0,9 est indicatif d'un débit artériel anormal secondaire aux lésions. L'artériographie de principe est peu employée, car le trajet de la balle permet de retrouver fréquemment l'emplacement des lésions. En outre, les lésions intimes peuvent souvent passer inaperçues lors de l'artériographie en urgence.

L'état neurologique doit être soigneusement noté. Une anesthésie en botte peut être simplement le résultat de l'ischémie. Une chute du pied ou un déficit de flexion plantaire associés à la perte de sensibilité à la plante du pied sont les signes d'un déficit neurologique.

Un bilan radiologique détermine l'ampleur des dégâts osseux, et l'inventaire de toutes les fractures, autres que celles du genou, est réalisé. Il permet non seulement de prévoir leur immobilisation, mais avec l'examen clinique complet, d'élaborer une stratégie rationnelle et globale de traitement.

Des antibiotiques à large spectre sont donnés. Nous utilisons du Céphamandole[®], un gramme par voie intraveineuse avant le parage chirurgical des blessures, suivi encore deux doses 8 et 24 heures plus tard. Lorsque la contamination est plus importante ou si l'utilisation d'un grand implant est nécessaire, l'antibiothérapie peut être prolongée entre trois et cinq jours, avec une céphalosporine orale de deuxième génération, telle que Céfuroxime[®]. La prévention du tétanos n'est pas oubliée.

Traitement des lésions simples

Les blessures balistiques à basse vélocité peu compliquées n'exigent pas l'exploration complète du trajet du projectile (2, 14). Les marges des orifices d'entrée et de sortie sont excisées (fig. 8) et le trajet est irrigué copieusement avec du sérum salé ou nettoyé par un écouvillonnage à la Bétadine® pour éliminer les débris et agents contaminant. Nous n'employons pas l'eau oxygénée pour irriguer les trajets des plaies fermées : au contact des tissus, l'eau oxygénée libère l'oxygène sous pression ; cela entraîne une augmentation des pressions dans les loges, particulièrement dans le segment distal du membre, et risque de provoquer un syndrome de loge. Un écouvillonnage du trajet au sérum ou à la Bétadine® facilite l'ablation des débris et des agents contaminant. Les plaies simples sont laissées ouvertes en vue d'une guérison par seconde intention.



Fig. 8 – Après parage des orifices d'entrée et de sortie d'une plaie à basse vélocité, la cicatrisation sera obtenue par seconde intention.



Fig. 9 – Plaie par balle à basse vélocité responsable d'une fracture complète du fémur avec des refends au sein de l'articulation elle-même.

Traitement des lésions compliquées

Il s'agit des blessures du genou qui incluent des fractures, avec ou sans atteinte directe de l'articulation, des lésions vasculaires ou neurologiques. Les problèmes les plus difficiles à gérer comportent une combinaison de chacune des trois. La fracture la plus commune au genou est la fracture fémorale métaphysaire avec un trait de refend dans l'articulation. Ces fractures peuvent être incomplètes, dites en « trou de forêt », ou complètes (fig. 9), selon l'énergie du projectile.

Les fractures stables incomplètes peuvent être traitées comme les lésions simples. Une balle facilement accessible sera extraite. Située au sein de l'os, que ce soit au fémur ou tibia, elle sera abandonnée (fig. 10), sauf si elle est en contact avec le liquide synovial. Les fractures incomplètes peuvent



Fig. 10 – La victime a été touchée par derrière à l'aide d'un revolver. La balle se trouve au sein du fémur. Il existe une plaie en « trou de foret » de la corticale postérieure sans fracture complète. Dans ce cas, le projectile ne doit pas être enlevé car, au cours d'une telle intervention, on risquerait de causer une fracture complète. Cette lésion a bénéficié d'un plâtre pendant 8 semaines et a guéri sans autre intervention.

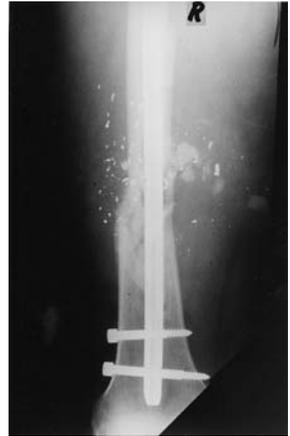


Fig. 11 – La fracture de la figure 9 a été traitée par un clou centromédullaire verrouillé. Le montage est suffisamment stable et n'a pas nécessité de vissage distal supplémentaire.

être appareillées par un plâtre ou une orthèse articulée. La fixation interne est rarement requise.

Les fractures intra-articulaires ou métaphysaires exigent une fixation interne stable. Même avec un refend articulaire, les fractures métaphysaires peuvent souvent être traitées par enclouage centromédullaire (fig. 11). Notre préférence va au clou verrouillé alésé avec ou sans vis supplémentaire de fixation. Nous en avons déjà rapporté au cours de notre expérience (22). L'excision et l'irrigation habituelle des blessures sont effectuées. La fracture est stabilisée par un clou alésé et un verrouillage statique, selon la technique du groupe de Strasbourg (15). Nos premiers résultats étaient comparables à ceux des fractures fermées (30) et, considérablement encouragés par ces résultats, nous avons élargi l'utilisation du clou centromédullaire aux fractures fémorales proches du genou, même en présence d'une fissuration articulaire. Si nécessaire, nous avons ajouté des vis distales de fixation supplémentaire.

Les fractures balistiques proximales du tibia, avec ou sans lésion de l'articulation, ne sont pas adaptées à la fixation avec des implants intramédullaires (fig. 12). La structure anatomique de la



Fig. 12 – Fracture du tibia par arme de poing automatique à « vitesse moyenne ». Les refends intra-articulaires au genou n'autorisent pas l'enclouage centromédullaire. Le traitement fut confié à un fixateur externe.

métaphyse tibiale proximale ne s'y prête pas : dans ces cas, une tentative d'enclouage centromédullaire risquerait d'aggraver les lésions de manière significative, avec fracture de la surface articulaire tibiale elle-même. Lorsque l'articulation du genou est touchée, le traitement optimal comporte une réduction à ciel ouvert et une fixation interne en veillant scrupuleusement à réaliser une couverture première de qualité. Lorsqu'il existe des lésions associées importantes des tissus mous, la fixation externe est fréquemment employée.

Protocole de prise en charge de l'os

Les fractures balistiques à basse vitesse du genou lui-même sont traitées par réduction ouverte et fixation interne. Les principes du traitement de telles fractures demeurent semblables à ceux des lésions articulaires fermées :

- réduction atraumatique et précise de la surface articulaire ;
- fixation rigide et stable des fragments articulaires ;
- correction des défauts d'axe ;
- reconstruction métaphysaire des pertes osseuses par greffe ;
- stabilisation de la métaphyse ;
- mobilisation rapide de l'articulation du genou.

Les fractures intra-articulaires balistiques du genou exigent quelques adaptations. Le parage habituel peut servir de voie d'abord de l'articulation elle-même. Tous les fragments de projectile doivent être enlevés de l'articulation ; des arthrites inflammatoires et des synovites réactionnelles ont été rapportées en présence des fragments intra-articulaires de balle (5) ; Ashby (1) a rapporté que l'action toxique du plomb déposé dans les tissus synoviaux peut finalement mener à la fibrose péri-articulaire, à la chondrolyse et une arthrite hypertrophique grave ; des intoxications systémiques au plomb ont été observées lorsque la balle se trouvait dans une articulation, baignée par le liquide synovial (20). Conjointement à l'ablation des débris osseux, l'articulation est largement irriguée : cinq à dix litres de sérum salé peuvent être utilisés à cette fin. Les fragments osseux sont ensuite réduits et stabilisés de manière rigide par des plaques et des vis (figs. 13-15) afin de permettre une mobilisation rapide. Nous utilisons l'arthromoteur dans la période postopératoire immédiate lorsqu'une fixation stable a été réalisée. Les antibiotiques ont été mis en route avant l'intervention et sont maintenus pendant cinq jours.

Le strict respect de ce protocole face à ces fractures ouvertes a réduit la fréquence de l'infection profonde. Dans notre expérience qui porte sur un grand nombre de fractures balistiques à basse vitesse du genou, la fixation interne conduit à un taux d'infection inférieur à 2 %. Ce taux est à peine plus élevé que celui observé pour des fractures fermées intra-articulaires et corrobore les résultats de la littérature concernant la prise en charge de ces plaies balistiques de l'articulation du genou (13, 18).



Fig. 13 – Plaie par arme de poing au genou avec une fracture intercondylienne déplacée.



Fig. 14 – La fracture de la figure 13 a bénéficié d'une fixation par vis spongieuse interfragmentaire montée sur rondelle. Le trait de fracture est quasi invisible. La mobilisation précoce fut possible et le résultat fonctionnel fut excellent.

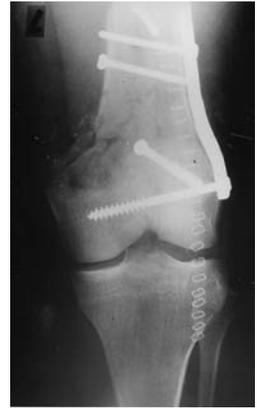


Fig. 15 – Plaie par arme de poing automatique au-dessus du genou avec atteinte directe de la surface articulaire. La fracture fut stabilisée par vis et plaque. Un vissage de complément fut nécessaire. La lésion était trop distale pour autoriser un clou centromédullaire, même avec un vissage interfragmentaire supplémentaire.



Fig. 16 – Plaie par balle à haute vélocité de l'extrémité distale du fémur étendue à l'articulation traitée par fixation hybride : la surface articulaire est stabilisée par des vis. Un fixateur externe assure la cohésion entre l'articulation et la diaphyse fémorale. La perte osseuse sera greffée ultérieurement, après que la couverture cutanée sera obtenue.

Protocole de prise en charge des lésions de couverture

Lorsque des armes de poing automatiques, dont l'énergie plus élevée, ont été employées, on observe une plus grande comminution de la fracture. Le transfert d'énergie dans ces lésions a pour conséquence des orifices d'entrée et de sortie plus larges et des lésions associées des tissus mous. En outre, une perte osseuse n'est pas rare. Le traitement de ces lésions implique une excision plus étendue de la plaie et des tissus mous. Une reconstruction secondaire est souvent nécessaire. Les fractures intra-articulaires sont réduites et fixées par vissage interfragmentaire. La perte d'os métaphysaire et les impératifs posés par la reconstruction ultérieure des tissus mous justifient l'utilisation du fixateur externe suivant le principe de la fixation hybride (fig. 16). Chaque fois qu'il était possible, nous

avons tenu à éviter la fixation en *cross-leg*, car elle entraîne fréquemment un enraidissement extrême et un résultat fonctionnel médiocre. De temps en temps cependant, une telle approche est exigée pour protéger des réparations vasculaires délicates lorsque la perte de tissus mous est importante.

Une bonne couverture est un facteur critique pour réduire la fréquence de l'infection profonde. Avec l'aide de nos collègues de chirurgie plastique, nous cherchons à obtenir une couverture de qualité par les parties molles dans un délai de 72 heures. Évidemment, une collaboration étroite entre les plasticiens et les orthopédistes est indispensable pour faciliter la gestion de ces lésions. Chaque fois qu'il est nécessaire, la couverture de l'os, de l'articulation et des implants métalliques, est assurée par des lambeaux de rotation. Une fois cette couverture réalisée, la greffe osseuse de comblement peut être entreprise. Notre expérience avec ces fractures compliquées a permis de souligner l'importance de tissus mous sains pour lutter contre l'infection profonde et favoriser la consolidation osseuse. L'importance de cette couverture dans la gestion des fractures ouvertes et des lésions articulaires est maintenant largement reconnue (6).

Protocole de prise en charge des lésions vasculaires

Comme indiqué plus haut, les lésions balistiques du genou sont souvent compliquées par des lésions vasculaires associées. Les fibres musculaires privées de sang pendant plus de six heures s'œdématisent, ce qui en aggrave encore l'ischémie du fait de leur confinement dans les compartiments fasciaux non élastiques. La nécrose du muscle est inévitable si le temps d'ischémie excède six heures. La revascularisation rapide est donc essentielle pour assurer la survie du membre. De concert avec nos collègues de chirurgie vasculaire, nous avons développé un protocole pour la gestion efficace et sûre de ces difficiles lésions osseuses et vasculaires combinées. Ce protocole implique :

- une évaluation clinique et radiographique rapide des dommages ;
- une approche chirurgicale directe des vaisseaux blessés ;
- l'insertion d'un *shunt* intraluminal provisoire ;
- la reconstruction osseuse par vis, plaques ou clous selon les besoins ;
- la revascularisation définitive du membre.

L'angiographie préopératoire n'est pas faite de routine dans ces lésions à basse vitesse. Le trajet du projectile permet habituellement de retrouver l'emplacement des lésions vasculaires. En outre, le temps passé à l'exécution de l'examen peut être plus utilement consacré au rétablissement du flux artériel et veineux du membre. La stabilisation préalable des lésions osseuses est essentielle avant la réparation vasculaire définitive, de peur que celle-ci ne soit altérée par les manipulations ou l'instrumentation. Cependant, des temps opératoires prolongés consacrés à l'os peuvent conduire à des délais d'ischémie excessifs et dangereux pour la survie du membre.

Avec nos collègues de chirurgie vasculaire, nous avons choisi d'utiliser des *shunts* intraluminaux provisoires afin de rétablir rapidement la circulation. Les vaisseaux blessés sont rapidement exposés et le contrôle est obtenu par clam-

page proximal et distal. Les portions clairement irrécupérables sont réséquées en conséquence. Une sonde à ballonnet permet l'extraction des caillots sanguins dans les deux directions, particulièrement quand le saignement en jet est faible ou absent. Les extrémités des vaisseaux distaux sont alors irriguées avec du sérum hépariné. Chaque vaisseau lésé est alors ponté à l'aide d'un *shunt* vasculaire semblable à ceux habituellement utilisés pour maintenir la circulation cérébrale durant un geste de chirurgie vasculaire (fig. 17). La restauration rapide de la circulation a permis de réduire le nombre d'aponévrotomies, particulièrement en présence de lésions veineuses. Notre expérience de l'utilisation du *shunt* provisoire a été rapportée dans la littérature (2, 9). Une fois le *shunt* en place et fonctionnel, une reconstruction osseuse optimale peut être réalisée et ensuite, la revascularisation définitive peut être effectuée à l'aide d'une greffe veineuse inversée pour la lésion artérielle, d'une greffe de veine, d'un patch ou par une suture latérale pour les lésions veineuses. Dans les lésions combinées artérielles et veineuses, la veine est d'abord réparée pour permettre un bon drainage veineux une fois que l'écoulement artériel a été rétabli.

En fin de revascularisation, le recours à l'aponévrotomie doit être discuté. Nous préconisons l'aponévrotomie de routine des quatre compartiments lorsque :

- il y a eu une hypotension prolongée ;
- le délai de revascularisation excède six heures ;
- un œdème généralisé est évident ;
- en présence de lésions de l'os et des tissus mous concomitantes des lésions artério-veineuses.

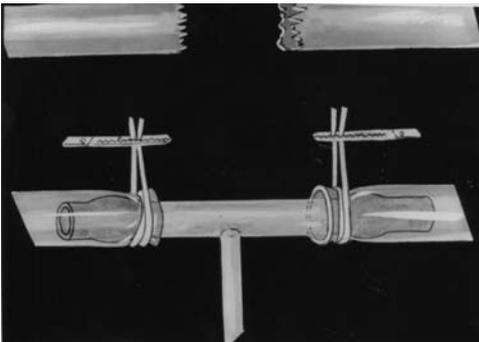


Fig. 17 – Schéma illustrant l'utilisation du *shunt* intraluminal dans la restauration rapide de la vascularisation d'un membre lésé.

Le respect de ce protocole a permis de revasculariser 80 % des patients dans un délai de quatre heures après le traumatisme (4). Nous enregistrons un taux d'amputation de 1 % environ, taux particulièrement bas pour ces lésions complexes et qui reflète la vitesse avec laquelle les patients sont arrivés à l'hôpital et la rapidité avec laquelle la revascularisation a été réalisée. À titre de comparaison, Nikolic *et al.* (23) rapportent un taux d'amputation de 7,6 % sur 170 lésions balistiques du genou au cours du conflit yougoslave. Il s'élevait à 26,9 % (28) pour les lésions au genou, durant la Seconde Guerre mondiale.

Protocole de prise en charge des lésions nerveuses

Lors des lésions balistiques du genou, les lésions des nerfs, bien qu'elles ne représentent pas en soi une menace immédiate pour la vie ou le membre, sont une cause déterminante et importante d'invalidité à long terme. L'ampleur des lésions et le potentiel de récupération est très variable. La majorité des lésions balistiques à basse vitesse a comme conséquence une neurapraxie ou un axonotmésis plutôt qu'un neurotmésis. Quand une lésion existe ou est découverte au cours de la reconstruction vasculaire ou osseuse, elle doit être repérée et marquée en vue d'une future réparation ou greffe. Si la lésion du nerf est isolée, l'exploration chirurgicale de principe n'est pas entreprise. La plupart des études montrent leur excellent potentiel de récupération spontanée (25, 26), ce qui autorise une politique d'exploration différée.

Prise en charge des plaies balistiques du genou à haute vitesse

Ces lésions du genou constituent une menace réelle pour le membre lui-même. Une décharge d'arme à haute vitesse à bout portant peut avoir comme conséquence une quasi amputation traumatique de la jambe. Les lésions des tissus mous et des os observés lors de traumatismes balistiques à haute vitesse sont énormément plus importantes qu'elles ne le seraient à basse vitesse. Cela se reflète dans l'échelle d'évaluation des fractures ouvertes : tandis que les fractures balistiques à basse vitesse sont en classe I de Gustilo, les lésions balistiques à haute vitesse sont toujours de type III. L'orifice d'entrée peut être de taille semblable à celle d'un projectile à basse vitesse, mais celui de sortie est toujours significativement plus grand (fig. 4). La cavitation cause des dommages importants aux tissus mous. Si le projectile se fragmente dans le membre, les lésions seront encore plus importantes. Les fragments d'os peuvent également agir en tant que projectiles secondaires augmentant les lésions des tissus mous. Dans les lésions à haute vitesse, l'os lui-même peut se fracasser même sans avoir été touché directement par la balle (fig. 18). L'ampleur des dégâts osseux et des tissus mous, lors de lésions balistiques du genou à haute



Fig. 18 – Un fracas osseux au membre inférieur est possible avec des projectiles à haute vitesse. Les surfaces articulaires tant du fémur que du tibia sont significativement lésées. Pourtant, la balle elle-même n'a pas touché directement l'os.

vélocité, constitue des défis sérieux dans la prise en charge thérapeutique. Il est heureux que, dans la pratique « civile », de telles lésions soient assez rares (14). Dans notre pratique, elles représentent moins de 3 % des lésions balistiques du genou. La gestion initiale de ces patients comporte la réanimation et la restauration des constantes physiologiques, semblables à celles qui sont utilisées pour les traumatismes à basse vélocité. À cette fin, nous utilisons le protocole *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) : voie aérienne, ventilation, circulation, etc. La prophylaxie du tétanos et la couverture antibiotique sont assurées. L'évaluation clinique et radiologique du membre est exécutée. L'histoire, l'aspect de l'orifice de sortie et le bilan radiographique des lésions confirment la présence de lésions à haute énergie. L'existence de lésions vasculaires et neurologiques concomitantes n'est pas rare. Le premier geste est donc fréquemment une intervention chirurgicale, vasculaire, orthopédique et plastique combinée. En raison de la variabilité des lésions secondaires à la cavitation, la plus grande attention doit être apportée à la détermination de l'ampleur réelle des lésions tissulaires : le chirurgien doit se concentrer sur les tissus qui sont clairement non viables. Les dommages tissulaires créés par la cavitation peuvent seulement se révéler lors d'une réexploration. Des débridements successifs sont donc nécessaires. En raison de la taille importante de la cavité provisoire produite par les armes à feu de modernes, l'excision de la cavité entière à la première opération est non seulement sans garantie, mais très souvent impossible (11). L'abord de ces blessures à haute énergie implique l'excision économique de la marge cutanée, l'excision large de la graisse sous-cutanée, l'économie des fascias et l'excision étendue des muscles dévitalisés (23). À la différence des lésions à basse vélocité, l'exploration complète du trajet du projectile est exigée, car la contamination est habituelle et importante, due à l'action de succion de la cavitation. L'irrigation au sérum salé doit être large : cinq à dix litres sont utilisés. Simultanément au parage de la blessure, la priorité essentielle doit être le rétablissement de la circulation. L'angiographie préopératoire est peu employée car elle entraîne une perte de temps et rend rarement compte des lésions existantes. Les projectiles à haute vélocité peuvent endommager les vaisseaux bien au-delà du trajet du projectile lui-même (4). La revascularisation est réalisée selon la séquence utilisée pour les lésions à basse vitesse, excepté qu'une résection plus étendue de l'artère et de la veine est habituellement exigée. Après le rétablissement de la circulation avec un *shunt* provisoire, la stabilisation osseuse est entreprise. La comminution beaucoup plus importante de ces fractures autorise une plus grande flexibilité dans le choix des implants. Nous employons le clou centromédullaire à verrouillage statique dans les fractures fémorales qui sont à plus de cinq centimètres de l'articulation du genou, éventuellement complété d'une fixation supplémentaire par vis. Dans les fractures fémorales avec atteinte de la surface articulaire et les fractures tibiales, les plaques et les vis sont largement utilisées (fig. 19). Au début de notre expérience, nous avons fréquemment l'habitude de stabiliser l'os par fixation externe. Nous avons constaté des taux sensiblement plus élevés d'infection profonde, de cal vicieux et de pseudarthrose. En outre, les dispositifs de fixation



Fig. 19 – Technique utilisée pour stabiliser la lésion de la figure 18. Ce membre a également nécessité une revascularisation par greffe de l'artère et de la veine.

externe entraînent des difficultés supplémentaires pour obtenir la couverture définitive des tissus mous : ils interfèrent dans la réalisation des lambeaux libres ou de rotation. Des fasciotomies larges sont obligatoires dans ces cas. Les plaies *ne devraient pas être fermées*, car des réexplorations et des débridements séquentiels sont presque inévitables. La reconstruction par chirurgie plastique de principe des tissus mous est fréquemment requise.

Une fois la reconstruction osseuse réalisée, la revascularisation définitive peut être entamée, suivie des gestes de couverture des os, implants et articulations. Les lambeaux de rotation sont largement employés, quoique les lambeaux libres soient requis lorsque la perte tissulaire est importante autour du genou. Le but est d'assurer une couverture de qualité, indispensable pour réduire le taux d'infection profonde et obtenir une consolidation osseuse rapide et de qualité (16). L'antibiothérapie à large spectre est utilisée et combine une céphalosporine de deuxième génération et une pénicilline. Elle est maintenue au moins cinq jours. Il faut insister sur le fait que l'antibiothérapie ne saurait être un substitut ni à un parage chirurgical inadéquat, ni à une mauvaise technique chirurgicale. La revascularisation rapide a permis de réduire

le taux d'amputation pour ces lésions majeures à moins de 5 %, dans notre expérience.

Dans ce type de lésions, les atteintes nerveuses sont beaucoup plus importantes. Bien qu'il s'agisse souvent d'une neurapraxie liée tant aux ondes de choc qu'à la cavitation, le taux de neurotémésis atteint un chiffre appréciable. Lors de l'intervention, les nerfs lésés sont repérés pour faciliter les reconstructions et les greffes ultérieurement requises. La lésion définitive du nerf tibial (postérieur), en particulier, laisse des séquelles sensibles importantes, surtout plantaires. L'absence de protection sensitive à ce niveau conduit à une forte incidence d'ulcération trophique secondaire et, en définitive, à l'amputation du membre.

Lésions de fusil de chasse au genou

Les fusils de chasse déchargés à bout portant peuvent causer des lésions dévastatrices. Les lésions des tissus mous sont fréquemment très étendues. Les plombs se distribuent très largement dans les différents plans tissulaires et leur ablation complète s'avère quasi impossible (fig. 5). En association avec ces lésions extensives des tissus, il y a fréquemment une contamination considérable. Les principes de prises en charges sont semblables à ceux déjà décrits : débridement étendu de la blessure, accompagné d'une irrigation copieuse, et nécessité de débridements fréquemment répétitifs.

On observe une fréquence plus élevée d'infections profondes avec les lésions par fusil de chasse : beaucoup de chirurgiens traumatologues sont réticents à



Fig. 20 – La plaie par coup de fusil de chasse de la figure 5 a été immobilisée par un fixateur externe jusqu'à consolidation complète. Aucune tentative d'ablation des plombs ne fut faite.

utiliser des implants massifs tels des clous ou des plaques lors du geste initial. Le recours initial au fixateur externe est fréquent (fig. 20).

Avec moins de 1 % dans notre expérience, ces lésions de fusil de chasse sont heureusement rares, mais toutes étaient au moins de classe IIIB de Gustilo. Comme les lésions à haute vitesse, les fractures de fusil de chasse autour du genou représentent un défi thérapeutique sérieux. Après des débridements et des irrigations périodiques, la reconstruction des tissus mous en chirurgie plastique est habituellement indispensable. L'ampleur des lésions des tissus mous et la contamination sont habituellement telles que nous recommandons un débridement initial par une équipe chirurgicale qui associe l'orthopédiste et le plasticien. Cette approche permet de réduire le nombre de débridements périodiques et raccourcit l'intervalle entre les lésions

et la couverture définitive des tissus mous. Une fois cette couverture assurée, la fixation externe peut être convertie en fixation interne si celle-ci peut être plus appropriée. Il ne faut pas perdre de vue que cette conversion est associée à un risque significatif d'infection profonde, particulièrement au tibia.

Conclusion

Les lésions balistiques autour du genou deviennent plus fréquentes à mesure que l'utilisation des armes à feu augmente dans la pratique des traumatismes de la vie « civile » (14). La plupart de ces lésions sont le fait de projectiles à basse vitesse et le respect des principes énoncés a pour conséquence un résultat fonctionnel raisonnable dans la grande majorité de cas. Notre expérience à Belfast nous a montré l'importance d'une approche chirurgicale combinée, vasculaire, orthopédique et plastique dans la gestion de ces lésions difficiles. L'importance des soins chirurgicaux adéquats apportés à la blessure, à la revascularisation et à la stabilisation osseuse a été apprise et réapprise tout au long des nombreuses années du conflit civil en Irlande du Nord. Nous pouvons espérer que notre expérience, acquise au cours de plusieurs décennies, apportera un progrès significatif dans la prise en charge des fractures balistiques et des lésions associées du genou.

Références

1. Ashby ME (1974) Low velocity gunshot wounds involving the knee joint: surgical management. *J Bone Joint Surg* 56A: 1047-53
2. Barr RJ, Mollan RAB (1989) The orthopaedic consequences of civil disturbances in Northern Ireland. *J Bone Joint Surg* 71B: 739-44

3. Barros D'Sa AAB (1981) A decade of missile induced vascular injuries. *Ann R Coll Surg Engl* 64: 37-44
4. Barros D'Sa AAB (1982) Management of vascular injuries of civil strife. *Injury* 14: 51-7
5. Berg EE, Ciullo JV (1993) Arthroscopic debridement after gunshot wounds. *Arthroscopy* 9: 576-9
6. British Orthopaedic Association (1997) A report by the BOA/BAPS working party on the management of open tibial fractures
7. Cheng XY *et al.* (1988) Wounding properties of steel pellets with different velocities and quality on soft tissue of dogs. *J Trauma* 28: S33-S36
8. De Muth WE Jr. (1966) Bullet velocity and design as determinants of wounding capability: an experimental study. *J Trauma* 6: 222-32
9. Elliott JRM, Templeton J, Barros D'Sa AAB (1984) Combined bony and vascular limb trauma: a new approach to treatment. *J Bone Joint Surg* 66B: 281
10. Fackler ML, Bellamy RF, Malinowski JA (1988) The wound profile: illustration of the missile-tissue interaction. *J Trauma* 28: S21-S29
11. Fackler ML (1990) Wound ballistics: the management of assault rifle injuries. *Mil Med* 155: 222-5
12. Farjo LA, Miclau T (1997) Ballistics and mechanisms of tissue wounding. *Injury* 28 (Suppl 3): 12-7
13. Freeark RJ *et al.* (1961) Gunshot fractures. *Quart Bull North-western Univ Med School* 35: 305-10
14. Ganocy K, Lindsey RW (1998) The management of civilian intra-articular gunshot wounds: Treatment considerations and proposal of a classification system. *Injury* 29: S-A1-S-A6
15. Grosse A *et al.* (1993) Open adult femoral shaft fractures treated by early intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg* 75B: 562-5
16. Gustilo RB, Mendez RM, Williams DN (1984) Problems in the management of Type III (severe) open fractures: A new classification of Type III open fractures. *J Trauma* 24: 742-6
17. Harvey E, McMillen J (1947) An experimental study of shock waves resulting from the impact of high velocity missiles on animal tissues. *J Exp Med* 85: 321-8
18. Howland WS, Ritchey SJ (1971) Gunshot fractures in civilian practice. An evaluation of the results of limited surgical treatment. *J Bone Joint Surg* 53A: 47-55
19. Knox C, Monaghan K (2000) Informal criminal justice systems in Northern Ireland. Document produced for Economical and Social Research Council by the University of Ulster, Newtown abbey, Co. Antrim, BT37 OQB, UK
20. Linden MA *et al.* (1982) Lead poisoning from retained bullets. *Ann Surg* 195: 305-13
21. Nicholas RM, Barr RJ, Mollan RAB (1993) Paramilitary punishment in Northern Ireland: A macabre irony. *J Trauma* 34: 90-5
22. Nicholas RM, McCoy GF (1995) Immediate intramedullary nailing of femoral shaft fractures due to gunshots. *Injury* 26: 257-9
23. Nikolic D *et al.* (2000) Missile injuries of the knee joint. *Injury* 31: 317-24
24. Nolan PC *et al.* (2000) The price of peace: the personal and financial cost of paramilitary punishment in Northern Ireland. *Injury* 31: 41-5
25. Omer GE (1974) Injuries to the nerves of the upper extremity. *J Bone Joint Surg* 56A: 1615-24
26. Sunderland S (1972) Nerve and nerve injury. Churchill Livingstone, New York
27. Suneson A, Hansson IA, Seaman T (1990) Pressure wave injuries to the nervous system caused by high-energy missile extremity impact. Part 1: Local and distant effects on the peripheral nervous system—a light and electron microscopic study on pigs. *J Trauma* 30: 281-94
28. Tkacenko S, Averkiev V (1989) Sovremennie principii lechenja ognestreljnik ranenij sustavov na etapah medicinskoj evakuacii. *Voenno Med Zh* 10: 18
29. Whelan TJ, Bakkhalter WE, Gomez A (1968) In: Welch CE (ed) *Advances in Surgery*, Vol. 3 Chicago, Year Book Medical Publishers
30. Winquist RA, Hanson ST, Clawson DK (1984) Closed intramedullary nailing of femoral fractures. A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg* 66A: 257-9

Traitement des fractures du genou par arthroplastie primaire *(Immediate use of a prosthesis for the treatment of periarticular knee fractures)**

E. De Groof

Introduction

Les fractures intra et péri-articulaires du genou représentent toujours un problème, que ce soit pour le patient ou le chirurgien. Les phénomènes douloureux peuvent persister longtemps, voire de manière définitive, et le rétablissement fonctionnel est rarement complet. Cela doit être pris en compte dans la stratégie de traitement des fractures péri-articulaires du genou.

Différentes options de traitement existent, dont certaines sont historiques. Le traitement conservateur est rarement possible. Dans de rares cas de fractures impactées péri-articulaires, un traitement fonctionnel peut être proposé au patient. Traction, plâtre et orthèse sont souvent inadaptés, car ils ne peuvent atteindre le but ultime du traitement : le rétablissement fonctionnel précoce, sans déplacement intra-articulaire et avec un respect des axes du membre.

Comme nous le verrons, la fixation interne à l'aide de clous, qu'ils soient antérogrades ou rétrogrades, ou de plaques, lame-plaque condylienne, DCS, LISS, ou la fixation externe ne peuvent garantir le succès dans tous les cas. C'est pourquoi le chirurgien peut être amené à opter pour une arthroplastie totale de genou (PTG) comme traitement primaire ou secondaire de ces fractures. Dans la littérature, il y a peu d'information concernant cette approche. Si on recherche, par exemple dans le *Physicians' Silver Platter* de 1989 à 2000, on trouve 2 296 articles traitant de la « prothèse de genou », dont 165 se rapportent en principe au thème « prothèse et fracture du genou », mais seulement très peu sont réellement consacrés à ce sujet (2, 5, 10, 11),

Ce mode de traitement est quelque peu controversé et un chirurgien orthopédique, aussi distingué que le Dr J. Schatzker, a pu écrire en 1998 (7) : « On rapporte des cas isolés de fractures supracondyliennes sur des ostéoporoses sévères, qui ont bénéficié d'une arthroplastie primaire du genou. L'auteur n'a aucune expérience personnelle de ces techniques qu'il considère comme expérimentales... L'auteur pense qu'il est préférable de traiter une fracture jusqu'à consolidation et de cette manière, récupérer le capital osseux avant de s'engager dans une PTG ».

* Traduit de l'anglais par A. Vannineuse.

Fondements du choix thérapeutique

Cependant, pour atteindre les buts du traitement tels que Schatzker les définit dans sa « bible » (8), à savoir une articulation stable, congruente, indolore et bien mobile, d'autres facteurs que la classification par exemple, peuvent jouer un rôle dans la prise de décision. Ainsi que le soulignait récemment Robinson (4), il faut prendre en considération notamment l'expérience du chirurgien dans l'utilisation des diverses techniques mises à sa disposition, ainsi que l'état physiologique préexistant du patient : son autonomie, sa capacité de marche et sa dépendance sociale.

Pourquoi, dès lors, choisirait-on une PTG ? La seule raison serait d'éviter les complications prévisibles d'une ostéosynthèse :

- le débricolage des plaques et vis. Les patients présentant ce type de fractures sont souvent âgés et ostéoporotiques. L'état général peut être altéré pour des raisons multiples (malnutrition, éthylisme...). La fixation peut être très difficile et des solutions telles que l'utilisation de ciment orthopédique ou celle d'une plaque intramédullaire supplémentaire, par exemple, ne sont certainement pas sans risque ;

- l'ostéoporose sera encore aggravée si l'on est contraint de retarder la mise en charge de 6 à 12 semaines, ce qui est quasi inévitable dans la période post-opératoire ;

- l'immobilisation n'est pas toujours exclue, bien que tout chirurgien essaye de l'éviter ou de la réduire au minimum. Dans le scénario le plus optimiste, la mobilisation totale est rarement possible.

La douleur, si elle n'est pas nécessairement plus intense, dure probablement plus longtemps en raison d'une réhabilitation plus longue. En outre, dans les fractures comminutives intra-articulaires, tous les fragments ne peuvent être fixés de manière stable. C'est une cause possible de douleur qui peut retarder la réhabilitation.

Indications

Fractures comminutives graves chez les patients d'âge moyen qui ne peuvent être traitées par allogreffe ou par arthrodèse (dossier n° 1)

Aucun chirurgien n'est enthousiaste à l'idée de faire une arthrodèse en raison du handicap important et permanent imposé au patient. De même, tout chirurgien n'a pas à sa disposition une banque d'os susceptible de lui fournir de volumineuses allogreffes ostéochondrales qui peuvent se substituer à la moitié voire à la totalité de la surfaces articulaire. Enfin, cette chirurgie n'est pas sans risque, que ce soit sur le court ou le long terme.

Fractures comminutives de moyenne gravité chez les patients plus âgés (dossiers n°s 2 et 3)

La mauvaise tenue du matériel est une menace. La réhabilitation doit être aussi rapide que possible du fait d'une espérance de vie déjà plus courte. Pour Sirkin *et al.* (9), chez le vieillard, la méthode la moins invasive qui préserve l'ali-

nement de membre doit être préconisée car, après consolidation de la fracture métaphysaire, seule la PTG peut donner un résultat satisfaisant. Cette approche sert de fondement au traitement par PTG différée.

Préexistence d'une arthrose ou d'une arthrite rhumatoïde (dossier n° 5)

Les fractures modérément comminutives chez le patient âgé porteur d'une arthropathie préexistante, trouvent dans la PTG une solution thérapeutique satisfaisante pour les deux problèmes, rhumatismal et traumatique. De plus l'arthrite rhumatoïde se complique, de manière non exceptionnelle, de fractures de fatigue du tibia qui posent des problèmes de consolidation.

Arthrose du genou

Ce terrain semble propice à la non-consolidation des fractures du genou (2).

Fractures de fatigue proximales du tibia (6, 10).

Fractures associant incongruence articulaire et lésion ligamentaire sévère (dossier n° 4)

L'instabilité fait que l'arthrodèse semble la seule autre solution. L'arthrodèse a des inconvénients majeurs, mais les reconstructions ligamentaires étendues associées à des ostéosynthèses osseuses intraarticulaires donnent rarement des résultats mieux que « moyens ».

Tous ces inconvénients possibles font que la PTG est une option valable à condition que l'indication et le moment de la chirurgie soient bien considérés.

Stratégie thérapeutique

Selon la localisation anatomique

Fractures directement adjacentes à la surface articulaire

Dans ce cas, la meilleure solution est une prothèse primaire immédiate. On peut utiliser une prothèse standard ou postéro-stabilisée selon la qualité du ligament croisé postérieur et les préférences du chirurgien. S'il s'agit de fractures intra-articulaires propagées à la métaphyse, les choses peuvent être plus difficiles. On peut opter pour la combinaison d'une ostéosynthèse et d'une PTG en un temps (dossier n° 6), ou pour une PTG différée. Dans ce cas, on peut faire une ostéosynthèse en veillant particulièrement à la réduction de la région métaphysaire. La PTG est programmée après la consolidation primaire, qui prend environ 6 semaines, en s'assurant que, dans l'attente, le genou est mobilisé de manière régulière, en se servant de l'arthromoteur par exemple. En cas de PTG différée, on ne devrait pas attendre trop longtemps pour éviter d'intervenir sur des déformations fixées en varus ou en valgus qui rendent la chirurgie plus difficile ou nécessitent l'utilisation d'allogreffes, de cales osseuses ou métalliques d'augmentation, voire l'utilisation de prothèses contraintes (dossier n° 8).

Fractures en zone intermédiaire

Lorsque le trait ne s'étend pas trop loin dans la métaphyse et particulièrement chez le vieillard, on peut utiliser des cales métalliques d'augmentation pour combler le déficit osseux et permettre la mise en charge immédiate (dossier n° 7).

Dans la réalisation de l'acte

Dans la mesure où il n'y a aucune publication rapportant de grande série et donnant des conseils pratiques, on ne peut tirer d'enseignement que de l'expérience limitée de quelques uns et des problèmes qu'ils ont rencontrés. Ainsi peut-on énoncer quelques règles simples.

Lorsque l'on opte pour une PTG après une fracture du genou, le chirurgien devrait se préparer comme s'il avait projeté une PTG de révision. Ceci signifie qu'il faut avoir à disposition des cales d'augmentation, des tiges de longueur et de diamètre différents, des prothèses de différents types, standard, postéro-stabilisées et contraintes.

L'acte devrait être réalisé par (ou en collaboration étroite avec) un chirurgien qui a l'expérience des PTG normales et de révision, qui connaît les « trucs et astuces » pour combler les pertes de substances et obtenir un bon équilibre ligamentaire, aussi bien en flexion qu'en extension (fig. 1), ce qui est un préalable indispensable à la réalisation d'une bonne PTG qui préserve l'avenir.

S'il existe un doute quant à l'utilisation d'une tige intramédullaire, il vaut mieux en poser une, car des tassements secondaires, même après quelques années de fixation stable, sont possibles (dossier n° 3). Il ne semble pas que l'utilisation d'une tige intramédullaire *press-fit* entraîne des contraintes proximales responsables de descellement de la PTG (2).

La prévention des calcifications péri-articulaires par les anti-inflammatoires non-stéroïdiens, voire la radiothérapie, ne doit jamais être négligée, particulièrement en cas de lésion du ligament collatéral tibial (dossier n° 2).

Chez les patients âgés, l'utilisation d'une prothèse contrainte est une bonne solution qui donne immédiatement au patient un genou fonctionnel et stable.

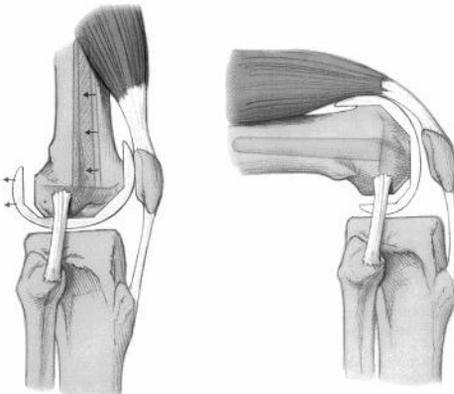


Fig. 1 – Un artifice pour obtenir l'équilibre en flexion et en extension.

Le problème du descellement et de la perte du stock osseux n'existe pas chez eux, du fait d'une espérance de vie plutôt restreinte.

En cas de fractures de fatigue ou de non-consolidation, il faut recourir à la greffe osseuse (2).

Quelques exemples cliniques

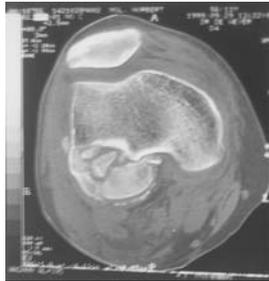
L'analyse de quelques dossiers illustrera les problèmes décrits ci-dessus et les solutions possibles.

Dossier n° 1

Cet homme de 56 ans, victime d'un accident de trafic, a été heurté par une voiture. Outre des fractures mineures de la face et une lésion métacarpienne déplacée, il présentait une fracture comminutive du condyle fémoral latéral (fig. 2), ainsi qu'une lésion des ligaments croisés antérieur (LCA) et



a



b

Fig. 2 – a, b) Dossier n° 1. Imagerie préopératoire.

Fig. 3 – a, b) Dossier n° 1. Radiographie après PTG.



a



b

postérieur (LCP). Une arthroscopie a été exécuté afin d'avoir une idée des lésions intraarticulaires et du déplacement de la fracture. En raison de la gravité des lésions et de l'âge du patient, l'option chirurgicale fut la PTG immédiate. Afin d'obtenir un montage et un genou stables, on utilisa une prothèse contrainte (Smith & Nephew) avec une tige tibiale et une tige fémorale et, sur le versant fémoral, une cale métallique d'augmentation postéro-latérale (fig. 3). Les suites opératoires furent sans problème. Le résultat fonctionnel est bon avec une flexion à 95° et une marche sans aide technique.

Dossier n° 2

Cette femme de 79 ans souffrait d'une fracture-tassement du condyle latéral du tibia ainsi que d'une entorse grave du ligament collatéral tibial (fig. 4).



Fig. 4 – Dossier n° 2. Radiographie post-traumatique.



Fig. 5 – Dossier n° 2. Radiographie après ostéosynthèse.



Fig. 6 – Dossier n° 2. Radiographie après PTG.

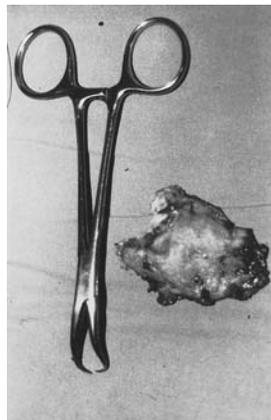


Fig. 7 – Dossier n° 2. Importante calcification médiale. Pièce de résection.

Elle a été traitée au « *St Elsewhere Hospital* » par deux vis simples (fig. 5). Elle fut transférée en notre hôpital peu après l'intervention. Le genou était très instable en raison de la lésion ligamentaire et de la réduction insuffisante de la fracture. Une PTG fut réalisée en utilisant une tige tibiale et une tige fémorale (fig. 6). Dans les suites opératoires, il persistait une douleur importante, toujours du côté médial. Après quelques mois, la radiographie montrait le développement d'une calcification péri-articulaire de type Pellegrini-Stieda (fig.7). Elle fut réséquée et la douleur en fut sensiblement réduite.

Dossier n° 3

Cette dame de 75 ans, tombée en Italie, souffrait d'une fracture intra-articulaire, principalement du côté antéro-médial du plateau tibial (fig. 8). Transportée en notre hôpital, elle développa bientôt une thrombose veineuse profonde. En raison des lésions sévères et de son âge, la pose d'une PTG a été préférée



Fig. 8 – Dossier n° 3. Radiographie post-traumatique.



Fig. 9 – Dossier n° 3. Radiographie après six ans, montrant l'affaissement de l'os antéro-médial.

afin de restituer directement l'autonomie. Avant l'opération, une « ombrelle cave » a été placée dans la veine cave inférieure. Les cinq premières années furent sans problème. Cependant, la sixième année, la patiente développa des douleurs sévères qui rendaient quasi impossible l'appui et la déambulation sur cette jambe. Le tassement de la prothèse était bien visible sur la radiographie (fig. 9) et une révision a été réalisée.



Dans ce cas, nous nous sommes servis d'une cale d'augmentation pour combler la perte d'os antéro-médiale, associée à une tige tibiale (fig. 10). Cette complication aurait

Fig. 10 – Dossier n° 3. Révision avec une cale d'augmentation.

pu être évitée en employant une tige lors de l'opération initiale. La patiente marche maintenant sans béquilles, sans boiterie et a une flexion qui dépasse 100°.

Dossier n° 4

Ce piéton, âgé de 45 ans, de faible corpulence, polytraumatisé, a été heurté par une voiture. Il présentait des fractures fémorales bilatérales et une fracture du condyle latéral associée à une lésion des LCA et LCP. Un vissage percutané et une ligamentoplastie ont été exécutés. Ils ont échoué et le genou est resté instable (fig. 11). La marche n'était possible qu'avec deux béquilles et une orthèse. Du fait de sa faible corpulence et d'une exigence faible de sa part (chômeur), une PTG a été réalisée à l'aide d'un implant postéro-stabilisé (fig. 12). Il marche maintenant sans béquilles pour des distances courtes et avec une béquille pour des trajets plus longs.



Fig. 11 – Dossier n° 4.
Aspect radiographique d'un échec de ligamentoplastie.



Fig. 12 – Dossier n° 4.
Radiographie après PTG.

Dossier n° 5

Cette femme, piéton de 80 ans, a été heurtée par une voiture. Elle présentait une fracture comminutive du plateau tibial latéral, mais sans déplacement important (fig. 13). Un traitement conservateur a été proposé et accepté par la patiente. Cependant la radiographie et le scanner montraient des signes importants d'arthrose dégénérative, particulièrement du compartiment fémoro-patellaire. La patiente a été traitée par mobilisation passive continue et une orthèse. La douleur et l'instabilité, en raison d'une lésion du ligament collatéral tibial, ont rendu nécessaire l'usage d'une canne et d'une orthèse en permanence. La proposition d'une PTG, environ un an après le traumatisme a été refusée. Il est probable qu'une PTG primaire eut apporté un résultat plus satisfaisant.



Fig. 13 – a) Dossier n° 5. Radiographie post-traumatique.

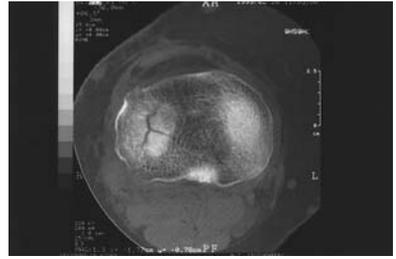


Fig. 13 – b) Dossier n° 5. Scanner post-traumatique.

Dossier n° 6

Cette dame âgée de 71 ans, connue pour gonarthrose bilatérale, est tombée dans les escaliers. Elle présentait une fracture des deux plateaux tibiaux (fig. 14). Elle a été traitée avec une PTG immédiate, combinée avec une ostéosynthèse. L'ostéosynthèse a permis de préserver le stock osseux et les insertions capsulo-ligamentaires. Une longue tige *press-fit* a été employée pour empêcher l'affaissement et une désaxation (fig. 15). La mobilisation passive immédiate a été commencée. Le matériel d'ostéosynthèse fut enlevé à 16 mois du fait des plaintes de la patiente. À huit ans de recul, la marche est possible en appui complet. L'arthrose controlatérale impose une canne. La flexion atteint 100° en passif et 90° en actif (fig. 17). La patiente vit toujours toute seule.



Fig. 14 – Dossier n° 6. Radiographie préopératoire immédiate. Fig. 15 – Dossier n° 6. Radiographie après PTG bilatérale.



Fig. 16 – Radiographie après ablation du matériel d'ostéosynthèse.



Fig. 17 – Dossier n° 6. Résultat fonctionnel final.



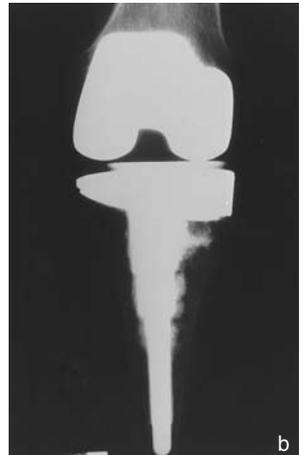
Fig. 18 – Dossier n° 7. Radiographie post-traumatique : fracture enfoncement du plateau tibial latéral.

Dossier n° 7

Cet homme de 78 ans a été admis au département des urgences avec une fracture comminutive du condyle latéral du tibia droit et une fracture avec dépression centrale du condyle latéral du tibia gauche (fig. 18). Après dix jours, une PTG bilatérale a été réalisée, en pratiquant la résection d'un coin bilatéral de 20°, comblé par des cales métalliques (fig. 19). Il quittait l'hôpital



Fig. 19 – a, b) Dossier n° 7. Radiographie après ostéosynthèse.



un mois plus tard : les deux genoux avaient une flexion supérieure à 90° et la marche se faisait avec une béquille (fig. 20).



Fig. 20 – Dossier n° 7.
Résultat fonctionnel excellent.

Dossier n° 8

Cette dame de 69 ans présentait une fracture comminutive du plateau tibial latéral étendue à la région métaphysaire, ainsi qu'une lésion du ligament collatéral tibial, consécutive à une chute. Une ostéosynthèse a été effectuée (fig. 21) mais l'instabilité a persisté. Après six semaines, la plaque a été enlevée et une PTG a été posée en utilisant une tige (fig. 22). Trois mois plus tard, il persistait une douleur minimale, et la marche était possible sans aide, la flexion était de 80° mais continuait à s'améliorer encore.



Fig. 21 – Dossier n° 8. Radiographie après ostéosynthèse.



Fig. 22 – Dossier n° 8. Radiographie après PTG.

Conclusion

La PTG est une solution valable pour problèmes les problèmes post-traumatique bien sélectionnés. Cette chirurgie devrait être réservée à des chirurgiens expérimentés dans le domaine de l'arthroplastie. Son utilisation ne devrait certainement pas être généralisée.

Remerciements au Dr Y. d'Anvers, hôpital universitaire, Antwerpen (dossier n° 4), aux Dr Etuin et Besombe, La Louvière (dossier n° 7).

Références

1. Freedman EL *et al.* (1995) Total knee replacement including a modular distal femoral component in elderly patients with acute fracture or nonunion. *J Orthop Trauma* 9: 231-7
2. Kress KJ *et al.* (1993) Treatment of nonunions about the knee utilizing total knee arthroplasty with press-fit intramedullary stems. *J Arthroplasty* 8: 49-55
3. Kiefer H (1999) Simultaneous transarticular intramedullary nailing of the tibia and total knee replacement in tibial nonunion and osteoarthritis. *Unfallchirurg* 102: 888-92
4. Robinson CM (2000) Distal femoral fractures - To fix or to replace? Belgian Orthopaedic Trauma Association, Antwerpen, September 9th
5. Petrie RS, Trousdale RT, Cabanela ME (2000) Total knee arthroplasty for chronic posterior knee dislocation. *J Arthroplasty* 15: 380-6
6. Sawant MR *et al.* (1999) Nonunion of tibial stress fractures in patients with deformed arthritic knees: treatment using modular total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 81-B: 663-6
7. Schatzker J (1998) Fractures of the distal femur revisited. *Clin Orthop* 347: 43-56
8. Schatzker J (1996) *The rationale of operative fracture care.* Springer-Verlag, Berlin, p 375
9. Sirkin MS *et al.* (2000) Percutaneous methods of tibial plateau fixation. *Clin Orthop* 375: 60-8
10. Tomlinson MPW, Dingwall IM, Philips H (1995) Total knee arthroplasty in the management of proximal stress fractures. *J Arthroplasty* 5: 707-13
11. Wilkes RA, Thomas GW, Ruddle A (1994) Fracture and non-union of the proximal tibia below an osteoarthritic knee: treatment by long stemmed total knee replacement. *J Trauma* 36: 356-7

Allogreffe articulaire ostéo-cartilagineuse utilisée en comblement d'une perte de substance traumatique ou d'une ostéonécrose aseptique du condyle fémoral ou du plateau tibial

D. Poitout, P. Tropiano, P. Paris et B. Clouet d'Orval

Introduction

Dans les fractures du genou, les pertes de substance ostéo-cartilagineuses traumatiques ou les nécroses articulaires vont poser des problèmes biologiques, immunologiques, biomécaniques ou techniques. Pour y remédier, les arthrodèses ou les prothèses articulaires métalliques unicompartimentales ou tricompartmentales sont maintenant d'un emploi courant. Mais, elles entraînent chez le sujet jeune des troubles mécaniques à moyen ou à long terme.

L'allogreffe, du fait de ses possibilités de réhabilitation à distance, et plus immédiatement de la réinsertion musculaire rapide qu'elle autorise, va donner des résultats fonctionnels beaucoup moins aléatoires. Cependant le devenir du cartilage articulaire greffé, ainsi que celui des moyens de coaptation articulaire peut faire hésiter le chirurgien non rompu à ces techniques.

Biologie du cartilage

Le cartilage est constitué à 75 % environ par de l'eau retenue par un gel de protéoglycans très hydrophile, armé par un réseau de fibres de collagène clairsemées dans la substance fondamentale dont les chondrocytes assurent la maintenance et le renouvellement. Amortisseur et distributeur des charges, il assure le glissement des pièces articulaires avec un coefficient de friction très bas. Le collagène, constituant essentiel de l'architecture cartilagineuse, est très résistant aux enzymes. Ses fibres confèrent à la matrice cartilagineuse sa résistance. On peut considérer que, chez l'adulte, il n'est pratiquement plus produit.

Immunogénicité du cartilage

Le cartilage doit être considéré comme un tissu immunologiquement privilégié. Globalement, l'immunogénicité du cartilage ne se manifeste pas lorsque l'allogreffe cartilagineuse comporte une matrice intacte. Les réactions immunitaires n'apparaissent que lorsque la couche superficielle, compacte, des fibres collagènes du cartilage est abrasée et que la porosité de celles-ci permet aux gammaglobulines immunologiquement actives de pénétrer dans la substance fondamentale et d'entrer en contact avec les chondrocytes qui deviennent immunologiquement actifs.

Procédés de conservation

Les méthodes de conservation ont beaucoup évolué :

- les liquides conservateurs et les gaz ont été abandonnés du fait de leur toxicité ;
- la stérilisation par ébullition n'est plus utilisée, car les nombreuses manipulations qu'elle nécessitait entraînaient des risques de contamination septique et les cellules étaient détruites ;
- la lyophilisation détruisait les cellules et l'architecture protéique et fragilisait de façon trop importante les greffons pour qu'ils puissent résister aux sollicitations mécaniques habituelles ;
- l'irradiation des pièces osseuses prélevées non stérilement à la dose de 2,5 mégarads détruit toutes les cellules, en particulier les cellules cartilagineuses, et laisse un pourcentage de virus actifs, de même que les enzymes protéolytiques contenues dans l'os ; elle entraîne de plus la rupture des chaînes protéiques du collagène responsable de la résistance mécanique du cartilage.

Pour ces raisons, nous nous sommes orientés dès 1980, vers la cryopréservation des greffons ostéo-cartilagineux massifs dans l'azote liquide à -196°C . Cette méthode permet la conservation indéfinie des os entiers, et préserve la vitalité des cellules cartilagineuses. L'utilisation d'un cryoprotecteur, le DMSO à 10 %, est indispensable car les cellules, comme l'architecture osseuse, éclatent sous l'effet de la croissance des cristaux de glace intracellulaires.

Il est préférable d'utiliser une température de conservation très basse, car le DMSO a un point eutectique situé autour de -60°C : à cette température, il ne peut empêcher plus de quelques heures les microcristaux de glace de se recombinaison en macrocristaux qui vont entraîner l'éclatement des cellules cartilagineuses. Les congélateurs électriques, qui ne peuvent dépasser les -80°C , ne permettent donc pas de conserver plus de quelques semaines les greffons qui y sont placés. Enfin, pour que la congélation ait le maximum d'efficacité, nous avons choisi comme courbe optimale de descente en température, celle qui descend de 1°C par minute jusqu'à -40°C puis de 5°C par minute jusqu'à -140°C . À cette température, le greffon est plongé directement dans la cuve d'azote liquide où il sera stocké.

La décongélation, en revanche, doit être rapide pour que le plus grand nombre de cellules reste vivantes.

Greffes ostéo-cartilagineuses

Tissu cartilagineux

Il se nourrit essentiellement par imbibition grâce aux échanges osmotiques avec le liquide synovial, mais également par l'intermédiaire de la vascularisation épiphysaire qui atteint la plaque sous-chondrale. La transplantation de segments articulaires osseux et cartilagineux va donc nécessiter une revascularisation suffisante de l'épiphyse et la formation d'os nouveau afin d'éviter la survenue d'un effondrement durant la période de lyse osseuse. Il semble donc préférable de greffer un fragment articulaire comportant une épaisseur suffisante de tissu spongieux surmontant la plaque sous-chondrale recouverte de son cartilage afin d'obtenir une bonne intégration de ce tissu spongieux bien vascularisé. Le greffon ostéo-cartilagineux doit être placé dans un lit osseux et musculaire bien vascularisé. Les coupes doivent parfaitement s'adapter et le greffon mis en compression doit être conservé de telle sorte que les cellules cartilagineuses soient préservées.

Les études histologiques pratiquées par forage sous arthroscopie, même vingt ans après la greffe, montrent que les chondrocytes sont vivants : si les couches superficielles du cartilage sont parfois altérées et fissurées, les couches profondes sont en règle générale normales.

L'absence de symptomatologie douloureuse chez le patient est un élément de valeur et la radiographie ne retrouve ni phénomène de nécrose, ni écrasement des greffons.

Problème de la stabilité ligamentaire

C'est certainement le problème le plus préoccupant de ce type de chirurgie, car il est important de rétablir une biomécanique articulaire normale pour espérer un résultat fonctionnel satisfaisant.

Si l'on peut utiliser la capsule articulaire du greffon, et suturer les ligaments et la capsule du receveur sur celui-ci, on s'aperçoit que leur fixation s'effectue rapidement de façon tout à fait satisfaisante et donne à distance une excellente stabilité de l'articulation.

En revanche, si l'on utilise un greffon comportant des ligaments également congelés, on s'aperçoit que leur intégration est tardive ou inexistante et qu'ils ont tendance, du fait de leur non-vascularisation, à se distendre et induire ainsi une laxité articulaire parfois importante, préjudiciable au bon fonctionnement de l'articulation.

Si une laxité ligamentaire invalidante devait apparaître à distance, celle-ci pourrait justifier la mise en place d'un ligament prothétique, voire d'un greffon ligamentaire humain conservé.

Expérience clinique

L'expérience que nous avons de ces allogreffes ostéo-cartilagineuses massives du genou est de 127 cas avec un recul de 1 à 15 ans (1985-1999) (tableau I).

Extrémité distale du fémur	22
Unicondylienne	44
Extrémité proximale du tibia	33
Plateau tibial	9
Patella	19

Tableau I – Allogreffes ostéo-cartilagineuses massives du genou. Expérience du service (1985-1999).

La revascularisation globale du greffon est effective sur les coupes histologiques pratiquées après biopsie réalisée quelques années après la greffe (5 à 7 ans). Son intégration au squelette (fig. 1), contrôlée par scanner et IRM, est souvent excellente.



Fig. 1 – Allogreffe de condyle latéral, contrôle à plus de deux ans.

Les formations ligamentaires refixées sur le greffon ont une tenue mécanique souvent excellente, les allogreffes ligamentaires fixées avec le greffon deviennent souvent rapidement insuffisantes et justifient une protection transitoire par un ligament artificiel.

La solution intermédiaire que représente la mise en place d'une prothèse manchonnée par de l'os de banque nous paraît indiquée dans certains cas.

Au total, nous avons enregistré 29 complications soit 22,8 % (tableau II).

Nécrose du greffon, remplacé par prothèse partielle ou totale	8
Instabilité ligamentaire, toujours en cas d'allogreffe ligamentaire	12
Sepsis	3
Épanchement séreux aseptique (réaction immunitaire)	6
Total	29

Tableau II – Les complications de la série.

Discussion

Une perte de substance ostéo-cartilagineuse massive de la trochlée, du condyle ou du plateau tibial, voire de la totalité de l'articulation, peut être remplacée par une allogreffe ostéo-cartilagineuse massive. Les indications doivent être mises en parallèles avec les reconstructions par prothèses dont les risques de descellement à distance ne sont pas négligeables, surtout chez les sujets jeunes. Des complications sont observées dans environ 23 % des cas, nécessitant alors une reprise chirurgicale utilisant soit un nouveau greffon, soit une prothèse de resurfaçage.

Conclusion

Les études immunologiques, histologiques et biologiques réalisées sur le cartilage articulaire greffé semblent indiquer que celui-ci s'intègre de façon satisfaisante à l'organisme du receveur sous certaines conditions :

- s'il est greffé en totalité ;
- si son architecture n'est pas altérée ;
- les procédés de conservation ne doivent pas détruire les chondrocytes qui sont les gardiens de l'hydrophilie des protéoglycans, et donc de la résistance mécanique du cartilage ;
- le tissu osseux spongieux qui le soutient, doit être d'une épaisseur suffisante afin d'apporter rapidement une vascularisation sous-chondrale efficace.
- la biomécanique de l'articulation doit être respectée, c'est-à-dire la coaptation capsulo-ligamentaire restaurée et les axes conservés.

Nous voyons donc que les conditions requises pour l'utilisation d'allogreffes ostéo-cartilagineuses sont rigoureuses, et les indications limitées aux sujets

jeunes présentant des lésions importantes, comme c'est le cas dans les arthroses post-traumatiques, les pertes de substance articulaires les tumeurs intra-osseuses de faible volume, et les nécroses aseptiques condyliennes.

Bibliographie

- Bonfiglio M, Jeter WS (1972) Immunological responses to bone. *Clin Orthop* 87: 19-27
- Delloy C, De Nayer P, Allington N *et al.* (1988) Massive bone allografts in large skeletal defects after tumor surgery: A clinical and microradiographic evaluation. *Arch Orthop Trauma Surg* 107: 31-41
- Enneking WF, Mindell ER (1991) Observations on massive retrieved human allografts. *J Bone Joint Surg* 73A: 1123-42
- Friedlaender GE (1983) Immune responses to osteochondral allografts: Current knowledge and future directions. *Clin Orthop* 174: 58-68
- Loty B (1988) Allogreffes osseuses massives. *Rev Chir Orthop* 74: 127-31
- Mankin HJ, Doppelt S, Tomford W (1983) Clinical experience with allograft implantation: the first ten years. *Clin Orthop* 174: 69-86
- Poitout D, Novakovitch G (1987) Utilisation des allogreffes en oncologie et en traumatologie. *Int Orthop* 11: 169-78
- Poitout D (1988) Biologie des allogreffes osseuses. *Rev Chir Orthop* 74: 112-4
- Poitout D, Gaujoux G, Lempidakis M (1990) Reconstructions iliaques totales ou partielles à l'aide d'allogreffes de banque. *Int Orthop* 14: 111-9
- Poitout D, Lempidakis M, Loncle X (1991) Allogreffes ostéo-cartilagineuses massives dans le traitement des nécroses ou des pertes de substance articulaires. *Chirurgie* 117: 193-8
- Poitout D (1998) Reconstruction du cotyle et de l'hémibassin par allogreffe ou prothèse métallique massive sur mesure. 73^e réunion annuelle de la SOFCOT, Paris, Novembre 1998. *Rev Chir Orthop* 84 (suppl. II): 120-1
- Poitout D *et al.* (1998) Devenir à long terme des allogreffes osseuses et ostéo-cartilagineuses massives. Réunion annuelle du GESTO. Marseille, 15 mai 1998
- Stevenson S, Horowitz M (1989) Current concepts review. The response to bone allografts. *J Bone Joint Surg* 71A: 1297-307

Lésions ménisco-ligamentaires associées

Ch. Trojani, M. Lemaire, N. Jacquot, F. de Peretti, P. Boileau

La place de la chirurgie dans le traitement des fractures du genou ne peut être discutée. Les problèmes ligamentaires et méniscaux associés peuvent nuire au résultat final.

Il était donc nécessaire de faire le point sur la fréquence et l'influence des lésions ménisco-ligamentaires dans les fractures du plateau tibial, puis dans les fractures du fémur distal. L'apport de l'arthroscopie dans le traitement de ces lésions puis l'intérêt de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) dans leur diagnostic seront ensuite discutés.

Fractures des plateaux tibiaux et lésions ménisco-ligamentaires

Les classifications des fractures des plateaux tibiaux sont nombreuses. La classification de l'AO (32) en trois groupes, les classifications simplifiées de Honkonen (25) ou de Schatzker (37) sont moins utilisées en France que la classification de Duparc et Ficat (18) de 1960 et séparant les fractures unitubérositaires (de trois types : enfoncement-séparation, enfoncement pur et séparation pure) des fractures bitubérositaires (de trois types : simples, comminutives et complexes). Postel (35) en 1974 introduit la notion de fracture-séparation postérieure des plateaux tibiaux et Duparc (19), en 1975, la notion de fracture spino-glénoïdienne, ou spino-tubérositaire. Ces deux types de lésions sont fréquemment associées à des lésions ligamentaires.

Les fractures unitubérositaires représentent 65 à 70 % des cas, dont les quatre-cinquièmes sont des fractures du plateau tibial latéral (27, 28, 36). Les fractures spino-glénoïdiennes représentent 5 % des fractures. Les fractures bitubérositaires représentent 30 % des cas.

Le traitement chirurgical de ces fractures s'est imposé du fait des bons résultats publiés (10, 37) en regard des résultats obtenus par traitement orthopédique (17, 36, 37, 41).

La fréquence des lésions ligamentaires accompagnant les fractures des plateaux tibiaux est souvent sous-estimée (10, 37). Pour Dejour (14), le problème ligamentaire ne peut pas être négligé lorsqu'il s'associe à une fracture des plateaux tibiaux. Deux types de lésions sont retrouvées :

- les fractures unitubérositaires associées à une rupture ligamentaire du côté opposé ;
- les fractures uni- ou spino-tubérositaires associées à un arrachement de l'éminence intercondyloire (épines tibiales).

Si les lésions ligamentaires sont réparées, on retrouve 80 % de bons résultats contre 50 % de bons résultats si elles sont négligées (14). Le pourcen-

tage de lésions ligamentaires associées aux fractures des plateaux tibiaux varie, dans la littérature, de 7 à 33 % (tableau I). Bennett (5) retrouve 56 % de lésions ménisco-ligamentaires associées aux fractures des plateaux tibiaux.

Certains types de fractures sont plus fréquents. Pour Postel (35), les fractures-séparations postéro-médiales s'accompagnent fréquemment d'une lésion de la corne postérieure du ménisque médiale et à un arrachement de l'éminence intercondyloire médiale (43), voire du ligament croisé postérieur (21). Les fractures spino-tubérositaires médiales peuvent comporter des lésions du ligament collatéral latéral et du ménisque latéral, voire du point d'angle postéro-latéral (14). Les très rares fractures spino-tubérositaires latérales, peuvent engendrer des fractures de la tête fibulaire, des lésions du ligament collatéral tibial et du ménisque médial (19). Pour Moore (31), les fractures-luxations des plateaux tibiaux sont associées à une grande incidence de lésions ligamentaires alors que les fractures unitubérositaires sont indemnes de lésions ligamentaires (30). Tscherne (42) retrouve 96 % des lésions des ligaments croisés et 85 % des lésions ligamentaires périphériques dans les « fractures-dislocations » (fractures bitubérositaires et fractures spino-tubérositaires). Quant à la classique fracture de Segond, qui correspond à un arrachement de la capsule antéro-latérale sur l'extrémité proximale du tibia, elle est pathognomonique de lésion du ligament croisé antérieur (22).

Certaines lésions peuvent représenter un véritable piège diagnostique : dans les lésions bicroisées en hyperextension, ou pentades postérieures, on peut observer une fracture des plateaux tibiaux avec enfoncement antérieur (15).

Ainsi, l'instabilité est une raison majeure des mauvais résultats dans les fractures des plateaux tibiaux (2, 14, 16, 23, 27, 28, 31, 42). La stabilité du genou doit donc toujours être testée, de manière douce, à la fin de l'ostéosynthèse d'une fracture du plateau tibial. En cas d'instabilité persistante en subextension après ostéosynthèse (2), il faut traiter le problème ligamentaire. Cela est rare dans les fractures unitubérositaires (2, 30, 42) mais, même dans ce type de fractures, les études les plus récentes, bénéficiant de l'apport de l'arthro-

Série	Ligaments	LLI	LCT	LCF	LCP	Ménisques	ML	MM
Rassmussen (36)	1973	10 %	4 %	5 %	1 %			
Burri (10)	1979	7 %		7 %				
Schatzker (37)	1979	7 %		7 %				
Dejour (14)	1981	20 %						
Delamarter (16)	1988	22 %	10 %	6 %	6 %			
Tscherne (42)	1993	33 %				25 %	21 %	4 %
Honkonen (25)	1994	18 %				35 %		
Bennett (5)	1994	33 %	20 %	3 %	10 %	20 %		
Kohut (27)	1994	21 %	9 %	4 %	13 %	5 %	17 %	
Le Huec (28)	1996	14 %				18 %		
Scheerlink (39)	1998	25 %	5 %		15 %	5 %	25 %	
Beaufils (12)	1999	20 %			20 %	(arthro)	25 %	
						(arthro)		
Moyenne		19 %				23,5 %		

Tableau I – Incidence des lésions ménisco-ligamentaires associées aux fractures des plateaux tibiaux.

scopie, retrouvent un taux croissant de lésions ligamentaires : Beaufile et la Société française d'arthroscopie retrouvent 20 % de lésions du ligament croisé antérieur dans les fractures unitubérositaires latérales, fractures séparations pures et fractures enfoncement pur (tableau I).

L'ostéosynthèse d'un arrachement ligamentaire est logique : ostéosynthèse d'une fracture de la tête fibulaire, d'un arrachement de l'insertion fémorale du ligament collatéral tibial, d'un arrachement de l'aire intercondyloire antérieure, zone d'insertion du ligament croisé antérieur ou d'un arrachement de l'aire intercondyloire postérieure, zone d'insertion du ligament croisé postérieur. En cas de lésion intraligamentaire, en particulier du ligament collatéral tibial et du ligament croisé postérieur (fig. 1), celle-ci peut être traitée de manière conservatoire.

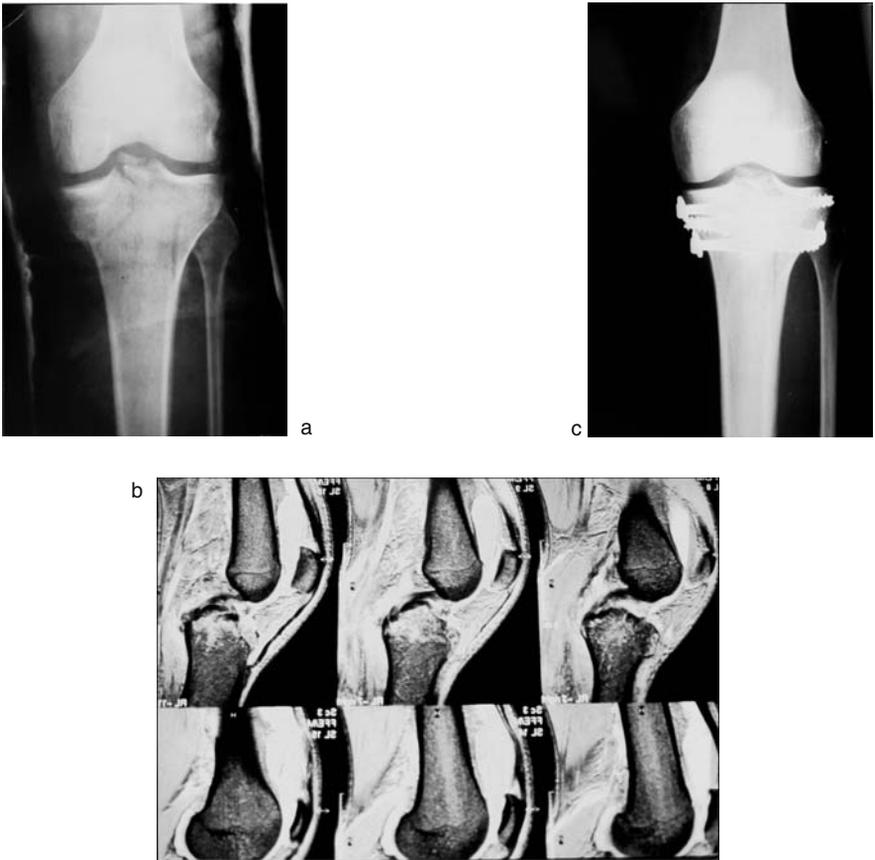


Fig. 1 – Homme, 40 ans. a) Fracture spino-bitubérositaire non déplacée. Lésion instable. Arrachement de l'aire intercondyloire postérieure. b) L'IRM met en évidence une lésion en plein corps du ligament croisé postérieur (rupture interstitielle) : hypersignal en T2. c) Ostéosynthèse par trois vis perforées de diamètre 7,3 avec rondelles, mise en place percutanée sous contrôle radioscopique. L'arthroscopie, réalisée après la mise en place de la première vis la plus épiphysaire, met en évidence une rupture partielle du ligament croisé postérieur au fémur et une désinsertion partielle du ménisque médial.

L'incidence des méniscectomies est variable selon les auteurs, de 17 % (30) à plus de 50 % (36). Cependant, certaines études retrouvent un taux anormal de lésions méniscales, car la méniscectomie faisait partie intégrante de la voie d'abord (36). Pour Moore (31), elle n'est pas nécessaire à une exposition satisfaisante de la fracture : dans sa série, le ménisque est préservé 17 fois sur 18 cas. Ainsi, il semble logique de préserver le ménisque lors de la voie d'abord en réalisant une arthrotomie sous-méniscale, comme préconisé par l'AO, ou en détachant la corne antérieure du ménisque (34). Depuis la généralisation de ce type d'abord, le taux de lésions méniscales est compris entre 17 et 35 % (tableau I) et l'attitude communément admise est d'être le plus conservateur possible sur le ménisque. En cas de lésion méniscale, une méniscectomie partielle peut être réalisée. S'il existe une désinsertion méniscale, il faut en profiter pour exposer la fracture et reconstruire le ligament ménisco-tibial en fin d'intervention. Burri (10) retrouve 27 % de lésions méniscales et réalise 18 % de méniscectomies et 9 % de sutures. Parfois, le ménisque peut être piégé dans le foyer de fracture, au fond de l'enfoncement, et l'on peut être surpris, lors de la voie d'abord, de ne pas le trouver en place. Après l'avoir relevé et désincarcéré, il est suturé en fin d'intervention (fig. 2).

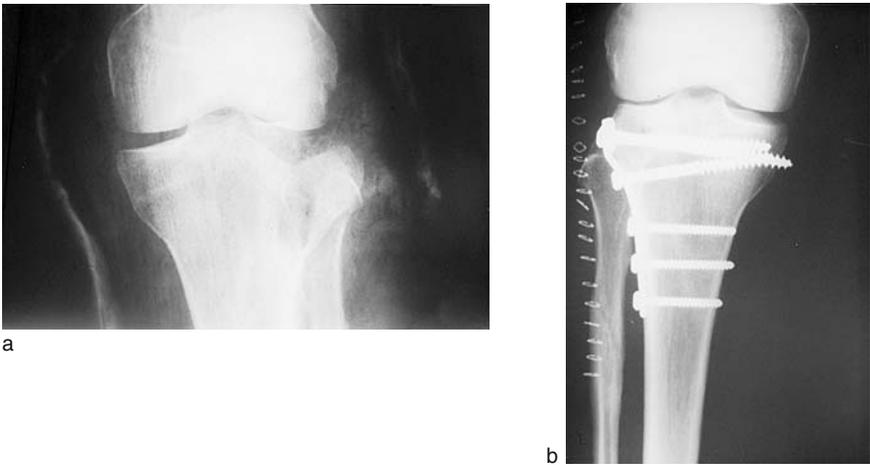


Fig. 2 – Homme, 45 ans. a) Fracture-enfoncement-séparation du plateau tibial latéral. Ostéosynthèse interne à foyer ouvert par plaque en « L » de l'AO. Abord latéral. Ménisque latéral complètement désinséré et piégé (entrapment) dans le foyer de fracture. Section de la corne antérieure du ménisque latéral et réinsertion après ostéosynthèse. b) Sur la radiographie de face postopératoire, reconstruction anatomique mais diminution de l'espace fémoro-tibial latéral.

La réduction arthroscopique de certaines fractures du plateau tibial latéral (12, 39) a mis en évidence un taux de lésions méniscales semblable aux autres séries. La lésion méniscale est traitée dans le même temps arthroscopique que la réduction de la fracture : le plus souvent, la lésion est laissée en place (9, 12, 39, 44).

Ainsi, préserver le ménisque tout en exposant parfaitement la fracture, diagnostiquer et traiter si besoin les lésions ligamentaires associées semblent les buts à atteindre en association à la reconstruction osseuse. La figure 3 résume les lésions ménisco-ligamentaires à rechercher lors d'une fracture des plateaux tibiaux.

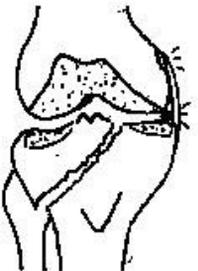
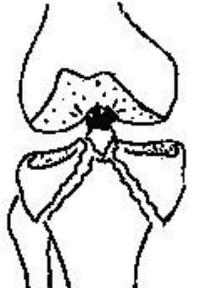
Type de fracture	Lésions ménisco-ligamentaires à rechercher
 <p data-bbox="176 666 485 687">Fracture unitubérositaire latérale</p>	<p data-bbox="557 493 600 513">rares</p> <p data-bbox="557 517 780 538">ménisque latéral (28 %)</p> <p data-bbox="557 541 855 562">ligament croisé antérieur (20 %)</p> <p data-bbox="557 565 876 586">ligament collatéral tibial au fémur</p>
 <p data-bbox="176 1003 514 1024">Fracture spino-tubérositaire latérale</p>	<p data-bbox="557 788 653 808">fréquentes</p> <p data-bbox="557 812 695 833">controlatérales</p> <p data-bbox="557 836 717 857">ménisque médial</p> <p data-bbox="557 861 780 881">ligament collatéral tibial</p>
 <p data-bbox="176 1357 397 1378">Fracture bitubérositaire</p>	<p data-bbox="589 1124 685 1145">fréquentes</p> <p data-bbox="589 1149 834 1170">éminence intercondyloaire</p>

Fig. 3 – Lésions ménisco-ligamentaires à rechercher en fonction des types de fractures des plateaux tibiaux.

Fractures des condyles fémoraux et lésions ménisco-ligamentaires

Les fractures distales du fémur peuvent être classées selon l'AO en trois groupes qui correspondent à un degré de sévérité croissant (33). L'ostéosynthèse interne de ces fractures à foyer ouvert donne un taux de bons et excellents résultats supérieur à 75 % (38). Les fractures sans comminution épiphysaire articulaire donnent plus de 90 % de genoux normaux. Les fractures de type C3,

sus- et intercondyliennes comminutives avec refends articulaires multifragmentaires, sont de mauvais pronostic (38). L'évaluation des lésions ligamentaires associées aux fractures distales du fémur est difficile, car peu développée dans la littérature. Leur incidence varie entre 5 et 15 % (1). Leur diagnostic préopératoire est difficile et il est utile, à la fin de l'intervention, de tester la stabilité du genou de manière aussi douce que possible. Il peut exister des lésions des ligaments collatéraux ou des ligaments croisés, en particulier en cas de fracture unicondyliennes. Ces lésions doivent être réparées chirurgicalement en cas de laxité sévère, en particulier s'il s'agit de lésions latérales.

Johnson (26) rapporte cinq cas de fractures comminutives de type C3 traitées par distracteur de fémur et lame-plaque à 95°. Dans tous les cas, il existait une fracture frontale du condyle fémoral interne au niveau de l'insertion du ligament croisé postérieur, mais aucune lésion ligamentaire intra- ou extra-articulaire n'était associée à ces fractures.

Dans deux cas récents de fracture de type C3 de l'extrémité distale du fémur, nous avons retrouvé des lésions ligamentaires associées :

- une fracture supracondylienne à comminution médiale majeure avec fracture intercondylienne et fracture frontale du condyle fémoral latéral était associée à une avulsion tibiale du ligament croisé antérieur et à une distension du plan ligamentaire médial. L'ostéosynthèse, par plaque de Chiron sur la face latérale du fémur et vis perforée antéro-postérieure sur le condyle latéral, a été effectuée par un abord latéral du fémur avec ostéotomie de la tubérosité tibiale. Il persiste une décoaptation médiale en extension ;

- une fracture sus- et intercondylienne avec fracture frontale comminutive du condyle fémoral médial était associée à une lésion du ménisque médial et à une rupture du ligament croisé postérieur. L'ostéosynthèse par plaque de Chiron sur la face latérale du fémur et broches, a été effectuée par un abord parapatellaire médial de type prothèse de genou (38). Il persiste un tiroir postérieur modéré (fig. 4).

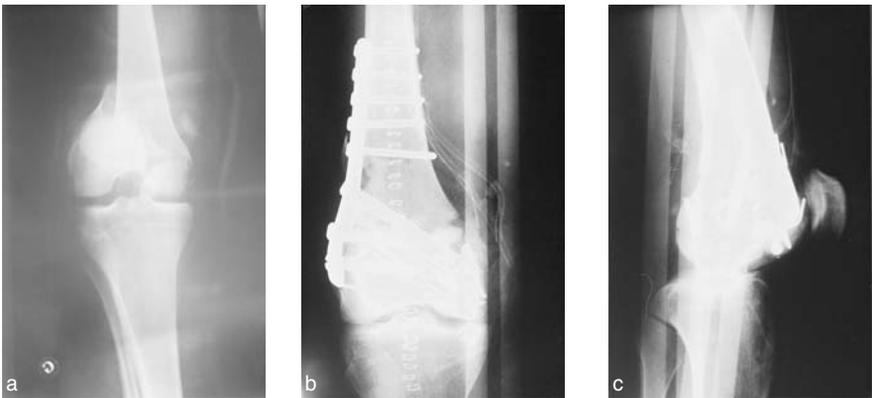


Fig. 4 – Homme, 40 ans, accident de travail. a) Fracture de type C3 de l'extrémité distale du fémur. b) Ostéosynthèse par plaque de Chiron. Abord parapatellaire médial de type prothèse de genou, passant entre droit de la cuisse et vaste médial. c) Tiroir postérieur sur la radiographie post-opératoire de profil.

Les fractures unicondyliennes distales du fémur sont pourvoyeuses de lésions ligamentaires : Bertin (6) en 1983, dans une étude rétrospective, retrouve six laxités résiduelles sur seize patients traités pour fracture-décollement épiphysaire du fémur distal. Dans deux cas, il s'agissait de lésions de type Salter-Harris III du condyle fémoral médial associée à une lésion du ligament croisé antérieur. Brone (7) retrouve cette association dans trois cas.

Enfin, de nombreux articles ont rapporté des fractures unicondyliennes ou supracondyliennes lors de reconstruction du ligament croisé antérieur, ou même à distance d'une greffe du ligament croisé antérieur (29). Ces complications ont été décrites aussi bien lors des techniques de reconstruction de type tunnel borgne que de type dehors en dedans.

En pratique, les lésions ligamentaires associées aux fractures des condyles fémoraux sont rares. Dans les fractures articulaires comminutives, les lésions du pivot central et des ligaments collatéraux sont possibles. L'association d'un décollement épiphysaire du condyle fémoral médial à une lésion du ligament croisé antérieur est à connaître. À notre connaissance, le statut méniscal lors des fractures distales du fémur n'est précisé dans aucune des études de la littérature.

Apport de l'arthroscopie

La réduction arthroscopique des fractures du plateau tibial et leur fixation interne percutanée (7, 9, 39) offre l'avantage d'une visualisation directe de la fracture sans arthrotomie du genou par abord sous-méniscal ou par détachement de la corne antérieure du ménisque (20). La réduction arthroscopique est décrite pour des fractures unicondyliennes distales du fémur (7, 40).

Les fractures du plateau tibial latéral accessibles à ce type de traitement sont en majorité des fractures-séparation et des fractures-enfoncement (18), correspondant aux types 1 et 3 de Schatzker (37). Dans ce type de fractures, le ménisque latéral peut être désinséré et prisonnier du site de fracture (entrappement). Il sera alors relevé avec un crochet pour faciliter la réduction (9).

Buchko (9) rapporte une lésion du ligament croisé antérieur traitée par réduction arthroscopique et ostéosynthèse percutanée de la fracture du plateau tibial latéral puis, dans le même temps opératoire, par reconstruction du ligament croisé antérieur au gracile et semi-tendineux à quatre faisceaux.

Cassard (12), puis Beaufils et la SFA en novembre 1999 retrouvent 25 % de lésions du ménisque externe dans les fractures du plateau tibial latéral réduites et ostéosynthésées sous contrôle arthroscopique. Le traitement de la lésion méniscale, suture, ménisectomie, abstention, est réalisée en général avant la réduction de la fracture. De plus, 20 % de lésions du ligament croisé antérieur sont associées aux fractures du plateau tibial latéral traitées par arthroscopie.

Vangness (44) retrouve 47 % de lésions méniscales lors du traitement arthroscopique de 36 fractures du plateau tibial. Sur 17 lésions méniscales, 5 sont suturées et 12 ménisectomies partielles sont réalisées. Aucune corrélation n'est retrouvée entre la lésion méniscale et le type de fracture ou l'association à des lésions ligamentaires.

En pratique, les fractures-séparations pures et les fractures-enfoncements purs du plateau tibial latéral semblent accessibles à un traitement arthroscopique qui permet de diagnostiquer et de traiter dans le même temps une lésion méniscale. La reconstruction arthroscopique simultanée du ligament croisé antérieur est discutée.

Enfin, Brone (7) rapporte 3 cas de décollement épiphysaire Salter-Harris III du condyle fémoral médial associée à une lésion du ligament croisé antérieur, traités par réduction sous contrôle arthroscopique et fixation par vis percutanées de la fracture fémorale. La reconstruction du ligament croisé antérieur a nécessité un second temps opératoire.

Ainsi, l'arthroscopie permet le diagnostic et le traitement des lésions méniscales qui accompagnent les fractures des plateaux tibiaux accessibles à la réduction arthroscopique. De plus, elle est révélatrice d'un nombre croissant de lésions ligamentaires du pivot central.

Intérêt de l'IRM

Le diagnostic des fractures des plateaux tibiaux est fait grâce à un bilan radiographique standard qui comporte des clichés de l'épiphyse tibiale proximale de face et de profil, associées à des incidences de trois-quarts pour effectuer une bonne analyse de la console postéro-latérale (28). L'examen tomодensitométrique permet de préciser le type anatomique de la fracture, dont découle l'indication thérapeutique (28).

L'IRM permet quant à elle, non seulement de dépister le type de lésion osseuse, mais aussi de démembrer les lésions ménisco-ligamentaires associées à la fracture (3) (fig. 1).

Holt (24) conclut à la supériorité de l'IRM par rapport aux radiographies dans le diagnostic du type de fracture et dans la précision de l'évaluation de l'enfoncement ou de la comminution de la fracture. L'auteur rapporte 47 % de lésions méniscales et ligamentaires.

Belleli (4) retrouve 30 % de lésions méniscales associées à une fracture du plateau tibial ipsilatéral. Pour Colletti (13), l'IRM est révélatrice de lésions méniscales et ligamentaires dans 97 % des fractures des plateaux tibiaux :

- 45 % de lésions du ménisque latéral ;
- 21 % de lésions du ménisque médial ;
- 41 % de lésions du ligament croisé antérieur ;
- 28 % de lésions du ligament croisé postérieur.

Brophy (8) insiste sur l'alternative que représente l'IRM par rapport à l'examen tomодensitométrique et à l'arthroscopie. L'IRM permet enfin le diagnostic de lésions occultes (21) : Hall décrit une avulsion corticale du plateau tibial médial (*Reverse Segond fracture*) associée à une lésion du ligament croisé postérieur et du ménisque médial.

Enfin, en cas de douleur persistante après une fracture du plateau tibial, l'IRM peut révéler une lésion méniscale (11).

Ainsi, l'IRM semble un outil efficace dans le diagnostic des lésions ménisco-ligamentaires associées aux fractures des plateaux tibiaux, même si elle peut

probablement engendrer une surestimation des lésions (4). Son évaluation par rapport au scanner dans le diagnostic du type de fracture semble néanmoins nécessaire pour en faire l'examen radiologique de référence.

Conclusion

Les lésions ménisco-ligamentaires accompagnant les fractures du plateau tibial et les fractures distales du fémur sont sous-évaluées dans la littérature. Ces fractures sont de traitement difficile, mais la reconstruction osseuse ne doit pas occulter l'importance du diagnostic et du traitement de ces lésions ménisco-ligamentaires : négligées, elles peuvent altérer le résultat final. L'arthroscopie permet de contrôler la réduction des fractures unitubérositaires à type d'enfoncement ou de séparation pure et de traiter dans le même temps la lésion méniscale. L'ostéosynthèse peut alors se faire en percutané. L'IRM semble un examen performant dans le diagnostic de ces lésions ménisco-ligamentaires, mais son intérêt doit être évalué de manière plus précise.

Références

1. Aglietti P, Chambat P (1984) Fractures of the distal femur. In JN Insall « Surgery of the Knee », Churchill Livingstone, 413-48
2. Aglietti P, Chambat P (1984) Tibial plateau fractures. In JN Insall « Surgery of the Knee », Churchill Livingstone, 449-90
3. Barrow BA, Fajman WA, Parker LM *et al.* (1994) Tibial plateau fractures : evaluation with MR imaging. *Radiographics* 14 (3): 553-9
4. Bellelli A, Sparvieri A, Spina S *et al.* (1996) Meniscal deformities associated with fractures of the tibial proximal extremity. *Radiol Med (Torino)* 91 (3): 177-80
5. Bennett WF, Browner B (1994) Tibial plateau fractures : a study of associated soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 8 (3): 183-8
6. Bertin KC, Goble EM (1983) Ligament injuries associated with physeal fractures about the knee. *Clin Orthop* 177: 188-95
7. Brone LA, Wroble RR (1998) Salter-Harris type III fracture of the medial femoral condyle associated with an anterior cruciate ligament tear. Report of three cases and review of the literature. *Am J Sports Med* 26 (4): 581-6
8. Brophy DP, O'Malley M, Lui D *et al.* (1996) MR imaging of tibial plateau fractures. *Clin Radiol* 51 (12): 873-8
9. Buchko GM, Johnson DH (1996) Arthroscopy assisted operative management of tibial plateau fractures. *Clin Orthop*, 332: 29-36
10. Burri C, Barzke G, Coldewey J *et al.* (1979) Fractures of the tibial plateau. *Clin Orthop* 138: 84-93
11. Burstein DB, Viola A, Fulkerson JP (1987) Entrapment of the medial meniscus in a fracture of the tibial eminence. *Arthroscopy* 4 (1): 47-50
12. Cassard X, Beafils P, Blin JL *et al.* (1997) Ostéosynthèse sous contrôle arthroscopique des fractures séparation-enfoncement des plateaux tibiaux. *Ann Soc Fr Arthrosc (Sauramps Médical)* n° 7: 197
13. Colletti P, Greenberg H, Terk MR (1996) MR findings in patients with acute tibial plateau fractures. *Comput Med Imaging Graph* 20 (5): 389-94
14. Dejour H, Chambat P, Caton J *et al.* (1981) Les fractures des plateaux tibiaux avec lésion ligamentaire. *Rev Chir Orthop* 67: 591-8
15. Dejour H (1989) Entorses graves du genou. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* n° 34: 81-7

16. Delamarter RB, Hohl M, Hopp E (1990) Ligament injuries associated with tibial plateau fractures. *Clin Orthop* 250: 226-33
17. De Mourgues G, Chaix D (1964) Traitement des fractures des plateaux tibiaux. *Rev Chir Orthop* 50 (1): 103-22
18. Duparc J, Ficat P (1960) Fractures articulaires de l'extrémité supérieure du tibia. *Rev Chir Orthop* 46: 399-486
19. Duparc J, Filipe G (1975) Fractures spino-tubérositaires. *Rev Chir Orthop* 61: 705-16
20. Gossling HR, Peterson CA (1979) A new surgical approach in the treatment of depressed lateral condylar fractures of the tibia. *Clin Orthop* 140: 96-102
21. Hall FM, Hochman MG (1997) Medial Segond-type fracture : cortical avulsion of the medial tibial plateau associated with tears of the posterior cruciate ligament and medial meniscus. *Skeletal Radiol* 26 (9): 553-5
22. Hess T, Rupp S, Hopf T *et al.* (1994) Lateral tibial avulsion fractures and disruptions to the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 303: 193-7
23. Hohl M (1967) Tibial condylar fractures. *J Bone Joint Surg* 49-A: 1455
24. Holt MD, Williams LA, Dent CM (1995) MRI in the management of tibial plateau fractures. *Injury* 26 (9): 595-9
25. Honkonen SE (1994) Indications for surgical treatment of tibial condyle fractures. *Clin Orthop* 302: 199-205
26. Johnson EE (1988) Combined direct and indirect reduction of comminuted four part intra-articular T-Type fractures of the distal femur. *Clin Orthop* 231: 154-62
27. Kohut M, Leyvraz PF (1994) Les lésions cartilagineuses, méniscales et ligamentaires dans le pronostic des fractures des plateaux tibiaux. *Acta Orthop Belg* 60 (1): 81-8
28. Le Huec JC (1996) Fractures articulaires récentes de l'extrémité supérieure du tibia. Conférences d'enseignement. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 55: 97-117
29. Manktelow AR, Haddad FS, Goddard NJ (1998) Late lateral femoral condyle fracture after anterior cruciate ligament reconstruction. A case report. *Am J Sports Med* 26 (4): 587-90
30. Moore TM, Meyers MH, Harvey JP (1976) Collateral ligament laxity of the knee. Long term comparison between plateau fractures and normal. *J Bone Joint Surg* 58-A (5): 594-8
31. Moore TM (1981) Fracture-dislocation of the knee. *Clin Orthop*, 156: 128
32. Müller ME, Nazarian S, Koch P (1987) Classification AO des fractures. Berlin, Springer-Verlag, p 71-6
33. Müller ME, Nazarian S, Koch P *et al.* (1990) The comprehensive classification of fractures of long bones. Berlin, Springer-Verlag, p 141
34. Perry CR, Evans LG, Rice S *et al.* (1984) A new surgical approach to fractures of the lateral plateau. *J Bone Joint Surg* 66-A (8): 1236-40
35. Postel M, Mazas F, de la Caffinière JY (1974) Fracture-séparation postérieure des plateaux tibiaux. 48^e Réunion annuelle de la SOFCOT, *Rev Chir Orthop, Suppl II*, 60: 317-23
36. Rassmussen PS (1973) Tibial condylar fracture : impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg*, 55-A: 1331
37. Schatzker J, Mc Broom R, Bruce D (1979) The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-75. *Clin Orthop* 138: 94-104
38. Schatzker J (1998) Fractures of the distal femur revisited. *Clin Orthop* 347: 43-56
39. Scheerlink T, Ng CS, Handelberg F *et al.* (1998) Medium term results of percutaneous, arthroscopically assisted osteosynthesis of fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg* 80-B (6), 959-64
40. Stern RE (1996) Arthroscopic reduction and internal fixation of a displaced intra-articular lateral femoral condyle fracture of the knee : case report. *Arthroscopy*, 12 (6): 760-1
41. Thomine JM, De Knoop D (1987) Le traitement orthopédique des fractures bitubérositaires complexes et comminutives. *Rev Chir Orthop* 75: 140-3
42. Tscherner H, Lobenhoffer P (1993) Tibial plateau fractures. Management and expected results. *Clin Orthop* 292: 87-100
43. Vanek J (1994) Posteromedial fracture of the tibial plateau is not an avulsion injury. *J Bone Joint Surg* 76-B: 290-2
44. Vangness CT, Ghaden B, Hol M *et al.* (1994) Arthroscopy of meniscal injuries with tibial plateau fractures. *J Bone Joint Surg* 76-B (3): 488-90

Prise en charge des lésions vasculonerveuses

E. Masméjean et H. Chavane

Les lésions vasculonerveuses des fractures ou luxations du genou sont importantes à connaître. Les thrombophlébites sont fréquentes, mais sont exceptionnellement source de séquelles. Pour les lésions artérielles, l'ischémie du membre inférieur est la véritable urgence chirurgicale. Les complications nerveuses, essentiellement représentée par une atteinte du nerf fibulaire commun (nerf sciatique poplité externe), sont particulièrement graves et leur pronostic est sévère. Une connaissance exacte des lésions anatomopathologiques est essentielle à la prise en charge logique et efficace de ces complications immédiates.

Lésions veineuses

Il s'agit de la thrombose veineuse profonde (thrombophlébite). Les entorses du genou et les fractures des plateaux tibiaux ont une mauvaise réputation vis-à-vis des complications thromboemboliques. Dans la littérature, on retrouve une fréquence élevée de ces lésions, le plus souvent occultes. Les fractures des plateaux tibiaux sont les plus pourvoyeuses de thromboses veineuses profondes (TVP). Abelseth *et al.* retrouvent 28 % de TVP après fractures du membre inférieur, dont 43 % après fracture des plateaux tibiaux (1). Lobera *et al.* retrouvent 44 % de TVP après fracture de plateau tibial (11). Dans la majorité des cas, ces thromboses sont distales, au-delà de la veine poplitée, et le risque embolique de ces TVP est faible. L'âge, le délai de l'intervention et sa durée sont directement corrélés au taux de TVP.

En pratique, le traitement de ces complications doit être préventif. Il repose sur la prescription d'héparines de bas poids moléculaire dès l'hospitalisation du patient, une prise en charge chirurgicale précoce et une mobilisation post-opératoire rapide. Si la chirurgie doit être différée, un bilan préopératoire par écho-Doppler veineux des membres inférieurs est indispensable ; s'il est positif, il faudra reporter le geste chirurgical. L'attitude vis-à-vis du garrot à la racine du membre n'est pas univoque.

Lésions artérielles

Les traumatismes de l'artère poplitée représentent environ 25 % de l'ensemble des traumatismes des gros troncs artériels. Les premiers résultats du traitement chirurgical par simple ligature de l'artère poplitée, rapportés par DeBakey et Simeone durant la Seconde Guerre mondiale, étaient mauvais avec un taux d'amputation de 72 % (4). C'est durant les guerres de Corée et du Vietnam que la réparation artérielle a permis d'améliorer le taux de sauvetage des membres. Aujourd'hui, le pronostic reste médiocre malgré les progrès de prise en charge et le taux d'amputation varie dans la littérature de 12 à 30 % (2). Le taux de mortalité est également important puisqu'il varie de 0 à 25 % (10).

Rappel anatomique

L'artère, fixée à son origine à l'hiatus tendineux des adducteurs (anneau du grand adducteur) qui ferme le canal fémoral (de Hunter), et à sa terminaison par l'arcade du soléaire, est habituellement bien protégée par les éléments ostéo-ligamentaires. Cette relative fixité explique que les déplacements des segments osseux, comme on les observe dans les luxations du genou, puissent entraîner des forces de traction axiales et transversales, responsables d'éirement et de contusion directe de l'artère. La violence du traumatisme nécessaire à la lésion artérielle explique la fréquence des lésions associées nerveuses, veineuses surtout, et des parties molles. En cas d'occlusion poplitée aiguë, le réseau collatéral, peu abondant et fragile, est en général compromis par le traumatisme.

Traumatisme isolé ou polytraumatisme

Le traumatisme peut être isolé et le risque de méconnaître une lésion artérielle est faible. Le problème est différent lorsqu'il s'inscrit dans le cadre d'un polytraumatisme avec des lésions à distance pouvant menacer d'emblée ou rapidement le pronostic vital du blessé : lésion crânio-encéphalique, lésion artérielle thoracique telle que la rupture d'un des troncs supra-aortiques ou de l'isthme aortique, lésion hémorragique intra-abdominale grave responsable d'une hypovolémie (5).

Traumatisme ostéo-articulaire impliqué

La majorité des traumatismes de l'artère poplitée est consécutive à un traumatisme fermé. Dans la plupart des cas, ces lésions compliquent un traumatisme ostéo-articulaire ligamentaire isolé (entorse grave ou luxation). S'il s'agit d'une fracture, celle de l'extrémité proximale du tibia présente plus de risque que la fracture distale du fémur. Pour les chirurgiens vasculaires, une luxation du genou se complique de lésion artérielle dans 32 % des cas (5). Il est classique de dire que les luxations antérieures provoquent des lésions artérielles par élongation qui entraînent une thrombose secondaire, alors que les luxa-

tions postérieures provoquent des lésions par cisaillement de l'artère sur le rebord postérieur du tibia (6). La fracture oblique haute du tibia selon Watson-Jones, métaphysaire oblique en bas et en avant, est également classiquement mise en cause (9).

Principes du traitement

La hiérarchie des traitements est diversement appréciée dans la littérature, souvent fonction de la spécialité des auteurs (10). À notre avis, la fixation osseuse doit précéder la revascularisation définitive, du fait du risque de lésion des sutures vasculaires lors des manipulations orthopédiques dans ces cas d'instabilité ostéo-articulaire majeure.

Lorsque la lésion artérielle est associée à d'autres lésions à distance (thoraciques, abdominales, etc.) qui nécessitent une exploration première, la mise en place d'un *shunt* artériel (type *shunt* carotidien) peut être une solution intéressante afin de diminuer le temps d'ischémie de jambe (12).

L'anesthésie générale est la technique la plus adaptée. Les deux membres inférieurs doivent être préparés ainsi que les deux régions inguino-fémorales, pour un éventuel prélèvement de la veine grande saphène controlatérale. Les impératifs des deux temps ostéo-articulaire et vasculaire ne sont pas forcément identiques et l'installation de trois-quarts, un coussin sous la fesse controlatérale, semble être le meilleur compromis. Sur le plan vasculaire, cette installation permet l'abord médial, en arrière du bord médial de la partie proximale du tibia. Dans certains cas, la désinsertion des muscles de la patte d'oie permet une meilleure exposition. La réparation vasculaire doit être réalisée sous grossissement optique. On préfère habituellement les loupes grossissantes (x 2,5 ou x 3,5) ; ailleurs, en l'absence de loupes disponibles, on utilisera le microscope.

Tableaux cliniques et conduite à tenir en urgence

La lésion de l'artère poplitée est habituellement facile à diagnostiquer. Dans 70 % des cas, ces blessés n'ont pas de pouls distaux et un grand nombre d'entre eux ont des signes d'ischémie. Mais 30 % des patients n'ont pas de signes évidents d'atteinte artérielle (5). Dans la série de Keeley *et al.* (8), 15 % des patients ayant des lésions de l'artère poplitée avaient des pouls distaux conservés ou réapparus après réduction de la luxation ou réalignement de la fracture.

En cas d'ischémie aiguë, les pouls distaux sont abolis. Il s'agit d'une urgence chirurgicale. La priorité doit être la réduction de la luxation ou de la fracture et la stabilisation du genou. Le diagnostic de lésion artérielle est facile et doit être confirmé par une artériographie, mais sans jamais retarder la réduction et la fixation.

Si les pouls ne réapparaissent pas après réduction, l'artériographie doit être réalisée en cours d'opération sur table pour localiser le siège de la lésion, puis un abord vasculaire doit être réalisé pour la réparation. En cas d'interruption

artérielle complète, la résection doit porter sur les deux extrémités artérielles jusqu'en zone saine, laissant une section nette sans ébauche de décollement sous-intimal. La réparation fait appel à la résection-suture ou, plus souvent, au pontage veineux, en règle par veine grande saphène controlatérale inversée. Il faut veiller à la bonne longueur du greffon interposé pour permettre une flexion-extension complète. En cas de lésion en continuité, par thrombose localisée par exemple, il faut réaliser une artériotomie longitudinale permettant de préciser l'étendue exacte des lésions endartérielles qui conduira à réaliser une section en zone saine. L'utilisation d'une sonde de Fogarty est le plus souvent vouée à l'échec et la résection doit être réalisée d'emblée. Après résection, il est rare que le rétablissement de la continuité puisse se faire par suture directe termino-terminale ; dans 80 % des cas, une interposition est nécessaire ; la greffe veineuse inversée est la méthode de choix.

Si les pouls réapparaissent spontanément, l'artériographie doit être faite mais peut être différée de quelques heures, à la recherche d'une rupture sous-adventicielle ou d'une rupture intimale qui peuvent entraîner une thrombose différée.

Dans le même temps, si la veine poplitée est lésée, elle doit être réparée (7). Une étude rétrospective a montré que la réparation veineuse n'augmente pas le risque de complications thromboemboliques, qu'elle augmente la perméabilité immédiate des réparations artérielles concomitantes, et qu'elle diminue le risque d'insuffisance veineuse profonde à moyen et long termes (13).

En l'absence d'ischémie grave, les indications de l'artériographie doivent être larges, notamment après entorse grave, fracture para-articulaire déplacée et fracture par écrasement (pare-choc). Après luxation du genou, elle doit être systématique après réduction.

Soins postopératoires

Dans tous les cas, la surveillance après revascularisation doit être rigoureuse (chaleur, pouls distaux). Un traitement anticoagulant à dose prophylactique doit être institué. L'occlusion secondaire d'une réparation et la survenue d'un syndrome de loge sont les complications les plus fréquentes à rechercher. Elles imposent une réintervention immédiate. La surveillance biologique recherche un syndrome de revascularisation. L'infection postopératoire, avec ses conséquences osseuses et artérielles, reste une menace constante pour ces blessés. Si de telles complications surviennent, elles peuvent faire discuter une amputation secondaire qu'il faudra savoir décider au moment opportun en commun accord avec les réanimateurs.

Syndrome de loge aigu de jambe

Les problèmes vasculaires des traumatismes du genou ne doivent pas être dissociés des possibles complications de syndrome des loges. Avant et après l'opération, les mollets doivent être palpés et les pouls distaux doivent être contrôlés. Au moindre doute, une prise des pressions devra être réalisée ; si elle est supé-

rieure à 30 mm Hg, une aponévrotomie des quatre loges de jambe doit être réalisée. En pratique, l'aponévrotomie est réalisée chez 75 % des blessés ayant des lésions combinées artérielles et veineuses et chez tous les blessés par choc direct. Lorsqu'elle est réalisée précocement, la fermeture se fera dans la majorité des cas rapidement et sans séquelle.

Lésions nerveuses

Il faut individualiser :

- d'une part, les lésions nerveuses qui surviennent lors de plaies du genou et dont la prise en charge est rapide ;
- d'autre part, les traumatismes nerveux fermés, souvent de diagnostic et de traitement retardés et dont le pronostic est plus sévère.

Nous n'évoquerons que l'atteinte du nerf fibulaire commun après traumatisme ostéo-articulaire du genou. Cette atteinte pose le problème de l'indication respective de la chirurgie nerveuse et du transfert palliatif (3, 14).

Rappel anatomique (tableau I)

Le nerf grand sciatique se divise en nerf tibial (sciatique poplité interne ou SPI) et nerf fibulaire commun (nerf sciatique poplité externe ou SPE) qui sont réunis dans une même gaine jusqu'au milieu de cuisse. Le nerf tibial, le plus volumineux, vertical et médian, descend dans la fosse poplitée. Il s'enfonce en avant du muscle gastrocnémien (muscles jumeaux) sous l'arcade du soléaire. Dans la fosse poplitée, le nerf fibulaire commun suit le bord médial du biceps fémor selon un axe oblique en bas et en dehors. Il contourne le col de la fibula dont il est séparé par l'insertion latérale du soléaire. À ce niveau, il est superficiel, séparé de la peau par le fascia jambier. Après avoir contourné la fibula, il se porte dans la loge des muscles fibulaires.

Nerf	Contingent moteur	Contingent sensitif
N. tibial	Gastrocnémien	Plante du pied, sauf bord latéral du 5 ^e orteil Fléchisseurs extrinsèques des orteils Fléchisseurs plantaires intrinsèques
N. fibulaire commun	Muscles extrinsèques / loge latérale Muscles extrinsèques / loge antérieure Muscle court-extenseur des orteils	Dos du pied, sauf bord latéral du 5 ^e orteil
N. sural		Bord latéral du 5 ^e orteil

Tableau I – Rappel des territoires d'innervation des nerfs fibulaire commun (SPE) et tibial (SPI).

Traumatisme ostéo-articulaire impliqué et mécanisme lésionnel

L'atteinte intéresse le plus souvent le nerf fibulaire commun (nerf sciatique poplité externe ou SPE). Ces complications apparaissent le plus souvent après lésion ligamentaire qui sont toujours des entorses graves au minimum, en majorité des pentades latérales, mais aussi bien sûr après luxation du genou. Aucune lésion nerveuse n'a été observée dans le cas d'entorse bénigne. Le nerf se rompt en général sur le billot que forme le condyle latéral du fémur sur un genou en extension, la rupture siège dans la fosse poplité. Le bout distal du nerf est retrouvé au niveau de l'interligne articulaire du genou alors que le bout proximal remonte plus ou moins haut dans la fosse poplité, selon les lésions et le délai de prise en charge.

Tableaux cliniques et conduite à tenir

Cliniquement, le tableau se limite souvent au steppage. S'il existe des troubles dans le territoire du nerf tibial, ceux-ci récupèrent le plus souvent spontanément. Les lésions nerveuses sont souvent graves et étendues. En pratique, la prise en charge de la lésion du nerf fibulaire est le plus souvent tardive, du fait du traitement premier des lésions ligamentaires et parfois de l'attentisme. Néanmoins, il faut distinguer deux tableaux.

En cas d'entorse du genou vue précocement, l'examen sous anesthésie explore la laxité et confirme le diagnostic d'entorse grave avec laxité majeure. La réparation ligamentaire est indiquée rapidement et, dans le même temps opératoire, le nerf doit être exploré. En cas de rupture, les extrémités nerveuse doivent être fixées l'une à l'autre (ou au plan profond) afin d'éviter leur rétraction, ce qui facilitera la réparation secondaire avec la possibilité de réalisation d'une greffe plus courte. La greffe doit alors être réalisée environ 6 semaines après l'accident, après sédation des phénomènes inflammatoires.

En cas d'entorse du genou vue secondairement, le problème est à l'évaluation de la perte de substance nerveuse. Le problème est de savoir au-delà de quelle longueur de greffe la récupération devient trop aléatoire pour poser l'indication d'un transfert palliatif d'emblée, en sachant que le transfert du tendon du tibial postérieur corrige le pied tombant, mais pose parfois un problème d'intégration cérébrale et ne corrige pas l'instabilité latérale de la cheville liée à la paralysie des muscles fibulaires. Au-delà de 120 mm de perte de substance, soit la limite pour une greffe de trois torons, la greffe donne régulièrement des résultats insuffisants. Pour évaluation préopératoire de la lésion nerveuse, l'IRM permet d'obtenir un ordre de grandeur de l'étendue de la perte de substance, mais rien ne remplace l'examen des tranches de section au microscope. L'âge du patient doit également être pris en compte.

La chirurgie nerveuse secondaire se déroule en décubitus ventral. Dans les cas peu favorables, le patient doit être averti que le choix du traitement sera pris en cours d'intervention, au vu des lésions. Les lésions anatomopathologiques sont parfois trompeuses, avec un aspect de névrome en pseudo-continuité dont la recoupe ne retrouve que des tissus fibreux impropres à la repousse axonale. En moyenne, la longueur de la greffe nerveuse est de 120 mm et

trois torons peuvent être assemblés aux dépens du nerf sural controlatéral. En règle, le prélèvement du nerf sural ipsilatéral doit être évité. Dans le cas fréquent de lésion étendue (plus de 120 mm), il faut réaliser un transfert palliatif; la réparation nerveuse a en effet une très faible probabilité de résultat satisfaisant. Certains auteurs recommandent dans ces cas d'associer la chirurgie nerveuse et le transfert. Cela permettrait d'obtenir rapidement un résultat sur le pied tombant et la greffe nerveuse permettrait d'obtenir une certaine récupération sur les tendons fibulaires. Il ne semble pas que la récupération du muscle tibial antérieur après un transfert du tibial postérieur ait posé des problèmes.

Soins postopératoires

Après entorse grave avec paralysie du nerf fibulaire commun vue précocement, une attelle cruro-pédieuse, pied à angle droit, sera confectionnée dans les suites afin d'éviter la rétraction en équin. Après greffe nerveuse, l'attelle doit être conservée 21 jours en permanence, puis 21 nuits supplémentaires. Au-delà de ce délai, la marche peut être reprise avec le port d'une orthèse anti-équin. En cas de transfert, une immobilisation doit être conservée pendant 21 jours en permanence, puis également pendant 21 nuits supplémentaires. Sur le plan moteur, le patient doit être prévenu que la repousse nerveuse se fait à la vitesse théorique de 1 mm par jour, avec une récupération clinique en 12 à 18 mois.

Conclusion

Les lésions vasculonerveuses au niveau du genou sont fréquentes. Si les lésions veineuses n'ont pas de conséquence clinique grave, les lésions artérielles représentent la véritable urgence chirurgicale et il ne faudra pas se satisfaire d'une simple réapparition des pouls après réduction et stabilisation. Une artériographie devra être demandée au moindre doute, notamment à la recherche de lésions sous-intimales. En cas de rupture artérielle, la réparation chirurgicale s'impose en urgence.

Le problème est différent pour les lésions nerveuses. Souvent le diagnostic n'est pas fait en urgence et ces patients sont souvent adressés secondairement pour des lésions du nerf fibulaire commun. Le pronostic de ces lésions est médiocre en comparaison avec la chirurgie nerveuse d'autres nerfs périphériques. Il faudra penser à réaliser d'emblée un transfert palliatif de la réanimation de la flexion dorsale du pied chez le patient âgé et chez le patient présentant des lésions nerveuses trop étendues (supérieur à 120 mm). L'IRM du nerf fait partie du bilan préopératoire de ces patients vus le plus souvent secondairement.

L'aspect médico-légal doit être évoqué dans cette pathologie où le risque d'amputation reste élevé. Les procès sont en règle dus à un retard diagnostique et thérapeutique. Cet aspect accroît encore la justification de l'artériographie dans les cas douteux.

Références

1. Abelseth G, Buckley RE, Pineo GE *et al.* (1996) Incidence of deep-vein thrombosis in patients of the lower extremity distal to the hip. *J Orthop Trauma* 10: 230-5
2. Bahnini A, Kieffer E (1991) Complications vasculaires en orthopédie et traumatologie. Éditions techniques. *Encycl Med Chir*, Paris, France, Appareil locomoteur, 14031 D10, 15 p
3. Bleton R, Cesari B (1997) Les lésions traumatiques du nerf sciatique. In Alnot JY (ed) *Les lésions traumatiques des nerfs périphériques*. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 64, Expansion scientifique française, Paris, pp 115-25
4. Debaquey M, Simeone F (1946) Battle injuries of the arteries in World War II. *Ann Surg* 123: 534-79
5. Gory P (1991) Lésions vasculaires et ostéo-articulaires combinées au cours des traumatismes des membres inférieurs. In Ricco JB, Koskas F, Kieffer E, Gory P, Laurian C (eds) *Association française de chirurgie. Enseignements postuniversitaires. 93^e congrès français de chirurgie*. Paris, octobre 1991
6. Imbert JC, Dupré La Tour L (1993) Lésions récentes des ligaments du genou. Éditions Techniques. *Encycl Med Chir* (Paris, France) Appareil locomoteur, 14-080-A-20, 16 p
7. Jarde O, Abet D, Pietri J (1985) Bone and vascular injuries of the popliteal fossa. A propos of 21 cases. *Phlebology* 38: 347-52
8. Keeley SB, Synder WH, Weigelt JA (1983) Arterial injuries below the knee: 51 patients with 82 injuries. *J Trauma* 23: 285-92
9. Kempf I, Grosse A, Nonnenmacher J (1975) Les traumatismes vasculaires au cours des fractures du genou. In Duparc J (ed) *Les fractures du genou*. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 1, Expansion scientifique française, Paris, p 153-70
10. Lazennec JY, Fadel E, Trabelsi R (1998) Luxations du genou avec lésion de l'artère poplitée chez le polytraumatisé. In Bénazet JP, Saillant G (ed) *Le polytraumatisé – Le polyfracturé*. 4^e journée de traumatologie de la Pitié Salpêtrière. Sauramps médical, Montpellier, p 189-200
11. Lobera A, Chopin J, Zahnd MM *et al.* (1975) Incidence de thrombose veineuse profonde en traumatologie et méthodes de détection précoce. *Ann Anesthésiol (Fr)* 16: 45-52
12. Majeski J, Gauto A (1979) Management of peripheral arterial vascular injuries with a Javid shunt. *Am J Surg* 138: 324-5
13. Rich NM (1982) Principles and indications for primary venous repair. *Surgery* 91: 492-6
14. Sedel L, Nizard RS (1993) Nerve grafting for traction injuries of the common peroneal nerve: a report of 17 cases. *J Bone Joint Surg (Br)* 75: 772-4

Pertes de substance cutanée du genou

A.-C. Masquelet

La perte de substance cutanée revêt plusieurs aspects radicalement différents selon que l'on se trouve ou non dans le cadre de l'urgence traumatique et selon également la nature des structures profondes exposées. À cet égard, le genou est particulièrement vulnérable, mais à des degrés divers. Ainsi, l'extrémité distale du fémur est-elle enchâssée dans la portion terminale du quadriceps et protégée en avant par la patella. En revanche, l'extrémité proximale du tibia, le ligament patellaire, la tubérosité tibiale, et la patella sont frontalement exposés. Par ailleurs, le souci légitime d'une mobilisation précoce de l'articulation augmente encore la vulnérabilité des tissus par la mise en tension des éléments antérieurs.

Une bonne connaissance de l'anatomie vasculaire et des transferts tissulaires est donc nécessaire pour gérer au mieux la complication redoutable que constitue la perte de substance des parties molles. Les solutions thérapeutiques ont été profondément remaniées depuis quelques années. Les ressources offertes par l'anatomie ont permis de mettre au point un grand nombre de procédés locorégionaux reléguant les indications de lambeau libre au rang d'exception.

Le genou est l'articulation d'union des segments crural et fémoral du membre inférieur et les règles générales de prélèvements des lambeaux peuvent s'énoncer à ce niveau de la manière suivante : la situation intermédiaire de l'articulation du genou implique, comme au coude, l'existence d'un riche réseau anastomotique, véritable cercle vasculaire qui autorise le prélèvement de lambeaux à pédicule inversé. Les lambeaux utiles sont prélevés au voisinage direct de l'articulation sur les segments adjacents, distal de cuisse et proximal de la jambe.

Ce article est divisé en trois parties :

- la première est consacrée à l'anatomie vasculaire et à ses implications sur les voies d'abord ;
- la seconde a pour objectif de décrire les principaux lambeaux et leur technique de prélèvement ;
- enfin, la troisième a trait aux indications.

Vascularisation cutanée de la face antérieure du genou (fig. 1)

La vascularisation de la face antérieure du genou est issue de quatre branches principales :

- dans le quadrant supéro-médial, la vascularisation est assurée par des branches cutanées issues de l'artère géniculée supéro-médiale, associées aux branches perforantes issues du vaste médial ;
- la vascularisation du quadrant inféro-médial est assurée par des branches cutanées de l'artère descendante du genou et des branches perforantes de l'artère géniculée inféro-médiale ;
- la vascularisation du quadrant supéro-latéral est assurée de façon exclusive par des branches issues de l'artère géniculée supéro-latérale. Salmon, en particulier, a montré que ce territoire était hypovascularisé et que la dimension du territoire était variable selon les sujets ;
- enfin, la vascularisation du quadrant inféro-latéral est sous la dépendance des branches cutanées issues de l'artère géniculée inféro-latérale et également des branches issues de l'artère récurrente tibiale antérieure. Cette dernière a un trajet ascendant très court ; elle provient de l'artère tibiale antérieure et perfore le fascia du muscle tibial antérieur dans l'angle supéro-médial.

De ces constatations anatomiques, on peut affirmer que la vascularisation cutanée normale du genou est très riche, assurée essentiellement par le réseau artériel péri-articulaire issu des quatre branches géniculées.

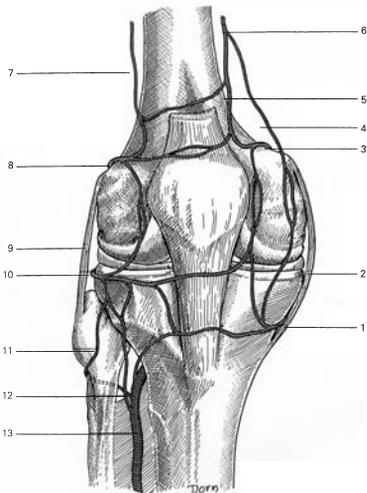


Fig. 1 – Cercle artériel péri-articulaire du genou. La zone vulnérable est la zone oubliée.

1. Artère géniculée inféro-médiale.
2. Ligament collatéral médial.
3. Artère géniculée supéro-médiale.
4. Branche saphène de l'artère descendante du genou.
5. Branche articulaire de l'artère descendante du genou.
6. Artère descendante du genou.
7. Branche descendante de l'artère circonflexe fémorale latérale.
8. Artère géniculée supéro-latérale.
9. Ligament collatéral latéral.
10. Artère géniculée inféro-latérale.
11. Artère circonflexe fibulaire.
12. Artère récurrente tibiale antérieure.
13. Artère tibiale antérieure.

Toute rupture de la continuité de l'apport vasculaire, par une incision chirurgicale, par un traumatisme ou par une dissection sous-cutanée excessive, conduit à la prise en charge du territoire cutané concerné par des voies de suppléance. Ces voies de suppléance sont assurées par des branches cutanées de l'artère descendante du genou pour le secteur inféro-médial, et par des branches cutanées issues de l'artère récurrente tibiale antérieure pour le qua-

drant inféro-latéral. L'incision latérale se prolongeant par la désinsertion des fibres proximales du tibial antérieur entraîne une rupture de la continuité vasculaire issue de l'artère récurrente tibiale antérieure. Or, la vascularisation cutanée en dehors de la patella, depuis le quadrant supéro-latéral jusqu'au quadrant inféro-latéral, est la zone de vascularisation la plus fragile car l'alimentation artérielle est médiocre et menacée par des plaies ou les voies d'abord latérales.

Lambeaux et techniques de prélèvement

Dans un souci de clarification, nous distinguerons d'une part les lambeaux prélevés sur la jambe de ceux prélevés sur la cuisse et, d'autre part, les lambeaux musculaires et les lambeaux cutanés.

Lambeaux prélevés sur le segment crural

Lambeaux musculaires (1-3)

Il s'agit des lambeaux des deux chefs du gastrocnémien, latéral et médial. Leur anatomie vasculaire est connue : elle ressort du type I de la classification de Mathes et Nahai (4). Les artères surales sont issues de l'artère poplitée et pénètrent les corps musculaires à leur pôle proximal. Le nerf moteur de chaque chef naît du nerf tibial. Le prélèvement de chacun de ces lambeaux est aisé mais doit respecter certaines dispositions anatomiques différentes selon les chefs.

Chef médial

Le plan de clivage avec le soléaire est parfois difficile à trouver en particulier lorsque le soléaire possède un volume important qui lamine le gastrocnémien sous la berge fascio-cutanée postérieure de l'incision. Sur la ligne médiane, les fibres du chef médial recouvrent en partie le bord médial du chef latéral. Une légère traction sur le chef médial permet de déplisser les fibres les plus latérales et de réaliser une libération anatomique en exposant le nerf sural qui constitue la clef de la séparation médiane des deux chefs. La section distale doit ménager une courte portion aponévrotique, utile pour amarrer solidement le transfert sur son site receveur. La libération proximale doit se faire en recherchant l'espace entre les portions proximales des deux chefs qui correspond à l'angle inférieur du losange poplité. L'aire de recouvrement du transfert, en maintenant son insertion fémorale, répond au tiers supérieur du tibia et à la face médiale du genou. Elle peut être accrue au niveau de la jambe par la section de la portion tendineuse de l'insertion fémorale et au niveau du genou par le décroisement du muscle avec les tendons du gracile, du semi-tendineux et du semi-membraneux (fig. 2). Cette manœuvre, qui implique de prolonger l'incision sur la partie basse de la cuisse, permet de couvrir la face antérieure du genou. Il est recommandé de réséquer le nerf moteur pour

éviter la douleur postopératoire et le risque de désinsertion sur le site receveur par contraction musculaire. Le nerf est préalablement isolé du reste du pédicule vasculaire. Ce dernier est recherché sur le bord latéral de la portion haute du muscle. Une des applications intéressantes du chef médial est la possibilité de réaliser, dans le même temps opératoire, une reconstruction du ligament patellaire en prélevant en continuité avec le muscle une bandelette d'aponévrose distale.



Fig. 2 – Arc de rotation du lambeau musculaire du chef médial du gastrocnémien. Le décroisement des tendons de la patte d'oie permet d'augmenter l'arc de rotation.

Chef latéral

Le chef latéral est moins étendu que le chef médial. Il a des indications dans les pertes de substance de l'épiphyse tibiale supérieure, mais la fibula constitue un obstacle à son transfert pour couvrir le tiers supérieur du tibia. En revanche, le chef latéral est très utile dans les pertes de substance des faces latérale et antérieure du genou. La mobilisation du transfert implique un décroisement du nerf péronier commun pour éviter une compression du nerf et un décroisement du tendon du biceps fémoral si l'on veut augmenter l'aire de recouvrement du transfert.

Pour les deux chefs musculaires du gastrocnémien, l'utilisation d'une palette cutanée débordant l'extrémité du muscle n'est pas recommandée. On observe fréquemment une souffrance d'origine veineuse de la palette cutanée. Les artifices techniques de désinsertion fémorale et de décroisement des ischio-jambiers suffisent pour accroître l'aire de recouvrement. Les deux chefs du gastrocnémien peuvent être mobilisés conjointement pour une perte de substance très étendue du tiers proximal du tibia.

Lambeaux cutanés

Lambeau saphène (5, 6)

Le lambeau saphène est un lambeau cutané-aponévrotique prélevé sur la face médiale de jambe. La vascularisation de la face médiale de la jambe provient de trois sources : les rameaux cutanés collatéraux de l'artère saphène, les artérioles issues du tronc principal de l'artère tibiale postérieure et les artérioles provenant de la profondeur du chef médial du gastrocnémien. Ces différences

sources entretiennent entre elles de nombreuses anastomoses en constituant un premier réseau supra-fascial et un deuxième réseau situé dans l'épaisseur du tissu cellulaire sous-cutané. La technique de prélèvement impose l'inclusion de du fascia pour épargner le réseau supra-fascial qui permet de reporter la viabilité du lambeau sur une seule source vasculaire (artère saphène).

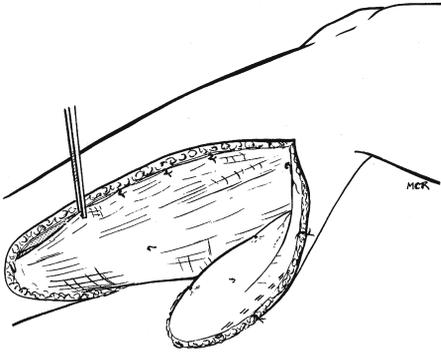


Fig. 3 – Lambeau saphène.

En dedans le dessin du lambeau inclut la veine grande saphène. En dehors, l'incision peut atteindre la ligne médiane. La limite distale ne doit pas dépasser quatre travers de doigt au-dessus de la malléole médiale. La charnière cutanée proximale est située en regard du trajet du sartorius. Le prélèvement est réalisé de distal à proximal ; le fascia est fixé au tissu sous-dermique pour éviter les contraintes qui pourraient s'exercer sur le réseau vasculaire. Une artériole de gros calibre, issue de la portion proximale du gastrocnémien, peut souvent être épargnée et accroît la fiabilité vasculaire du lambeau.

Indications

Le lambeau saphène est un lambeau de resurfaçage qui couvre la partie distale de l'articulation constituée par la tubérosité tibiale et la partie basse du ligament patellaire.

Lambeau sural postéro-latéral (3)

Le lambeau sural postéro-latéral est l'homologue du lambeau saphène. Situé sur la partie distale de la face postérieure du mollet (fig. 4), il est vascularisé par les branches cutanées des artères qui accompagnent le nerf sural, le nerf sural latéral et leur rameau communicant. Il s'agit d'un lambeau péninsulaire, fascio-cutané. Le dessin du lambeau inclut, en dedans, le trajet de la veine petite saphène et le nerf sural. En dehors, le trajet de l'incision reste rétrofibulaire. La limite distale est située à 4 ou 5 travers de doigts de la malléole latérale. Le prélèvement intéresse le fascia, ce qui implique l'inclusion du nerf sural dans le lambeau. Une variante consiste à laisser le nerf en place en prélevant uniquement l'artère qui est bien individualisée jusqu'au tiers moyen de jambe. Cette dernière technique est délicate et rend peut-être plus vulnérable l'extrémité distale du lambeau.

Les indications d'utilisation locale du lambeau sont dominées par le comblement des pertes de substance créées par la libération des rétractions de la fosse poplitée.

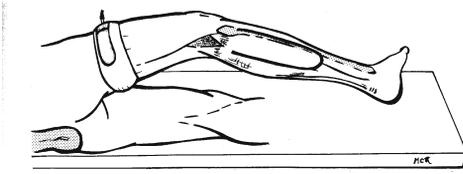


Fig. 4 – Lambeau sural postéro-latéral.

Lambeau neurocutané saphène (3, 7)

La conception du lambeau neurocutané repose sur la vascularisation cutanée délivrée par les réseaux artériels qui accompagnent les nerfs sensitifs superficiels. Cette conception trouve sa meilleure expression dans le lambeau neurocutané saphène dérivé du lambeau cutané-aponévrotique saphène.

Bases anatomiques

Le nerf saphène est accompagné de l'artère saphène jusqu'à l'union du tiers moyen et du tiers supérieur de jambe. En réalité, le nerf tout au long de son trajet constitue le support d'un réseau vasculaire qui possède trois caractéristiques. Ce réseau s'individualise au tiers supérieur de jambe en une véritable artère qui prend ensuite la conformation d'un entrelacs jusqu'à la cheville. Il a pour fonction essentielle la nutrition du nerf. Il entretient de nombreuses anastomoses en maille de filet avec le réseau suprafascial et surtout avec les artéioles provenant de l'artère tibiale postérieure. Le réseau vasculaire du nerf délivre de nombreuses branchioles destinées à la vascularisation du revêtement cutané de la face médiale de jambe. Le lambeau neurocutané est donc formé d'une palette cutané-aponévrotique vascularisée par un pédicule fascio-sous-cutané contenant le réseau artériel associé au nerf. L'inclusion du nerf est nécessaire puisqu'il est le support du réseau artériel qui prend la valeur d'un axe véritable. La veine grande saphène est un repère du trajet du nerf et permet la localisation précise du trajet pédiculaire.

Technique (fig. 5)

Le point de pivot du pédicule est représenté par le bord inférieur du muscle sartorius. La palette cutanée est dessinée sur le trajet du nerf saphène repéré par la veine grande saphène. L'isolement du pédicule fascio-sous-cutané est obtenu par le relèvement de deux lambeaux cutanés selon un plan de dissection sous-dermique. Le fascia est obligatoirement inclus à la fois dans le lambeau et dans le pédicule. L'intérêt de cette technique réside dans la possibilité de prélever des lambeaux de petite dimension, vascularisés par de longs pédicules et répondant à des besoins spécifiques. L'arc de rotation permet en effet de couvrir sans difficulté la tubérosité tibiale, le ligament patellaire et tous les quadrants de la patella.

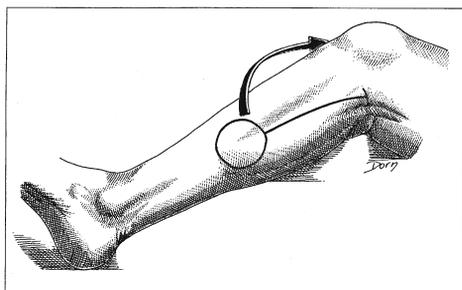


Fig. 5 – Lambeau neurocutané saphène.

Lambeaux prélevés sur le segment fémoral

Ces lambeaux sont d'utilisation moins fréquente que les lambeaux prélevés sur le segment crural. Ils peuvent néanmoins rendre service dans certains cas particuliers. Les deux lambeaux les plus utiles à connaître sont le lambeau musculaire du vaste latéral et le lambeau cutané latéro-distal de cuisse.

Lambeau du muscle vaste latéral (3, 8-10)

La portion utile du lambeau est la partie proximale du muscle qui reste irrigué par les sources vasculaires destinées au tiers distal. Le vaste latéral est un muscle richement vascularisé. Il reçoit deux pédicules proximaux des branches descendantes et moyennes de l'artère fémorale circonflexe latérale et des pédicules issus de l'artère profonde de la cuisse et de l'artère poplitée au tiers moyen et au tiers inférieur. Un lambeau à pédicule distal peut être créé en libérant les deux tiers proximaux de la masse musculaire qui, par effet de retournement couvre la région centrale supra- et prépatellaire de l'articulation. Cette technique permet de traiter de larges délabrements de la région proximale et médiale du genou respectant la face latérale et distale de cuisse.

Vascularisation du muscle

La vascularisation du lambeau est assurée par le tiers distal du muscle qui reçoit une ou deux perforantes de l'artère profonde de cuisse et surtout une branche musculaire de gros calibre issue de l'artère de Bourgerie, première collatérale à se détacher de l'artère poplitée.

Technique de prélèvement

L'incision cutanée est tracée selon la ligne droite qui relie le bord supéro-latéral de la patella à un point situé à mi-distance entre le grand trochanter et l'épine iliaque antéro-supérieure. L'espace entre droit fémoral et vaste latéral est clivé en identifiant au tiers proximal les pédicules issus de l'artère circonflexe fémorale latérale qui sont liés et sectionnés. Puis le clivage se poursuit en dehors entre la face profonde aponévrotique du vaste latéral et le vaste intermédiaire. La face superficielle du muscle est libérée du fascia lata tandis que le bord postéro-latéral est sectionné progressivement de son insertion conjointe avec le vaste intermédiaire sur la ligne âpre. Le tiers ou le quart distal du muscle

reste inséré et procure une charnière musculaire qui entretient la vascularisation de l'ensemble du muscle (fig. 6).

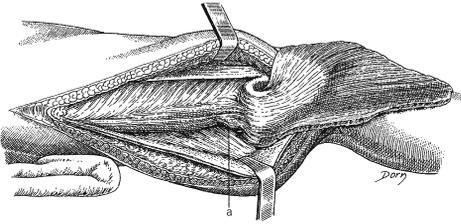


Fig. 6 – Arc de rotation du lambeau musculaire de vaste latéral à pédicule distal.
a) perforantes artérielles distales.

Lambeau cutané latéro-distal de cuisse (3, 11, 12)

Ce lambeau, dont le prélèvement peut intéresser toute la moitié distale de la face latérale de cuisse, est irrigué par la branche cutanée de l'artère de Bourgery. La première collatérale de l'artère poplitée ainsi nommée chemine selon une direction horizontale et se divise rapidement en deux branches musculaires l'une pour le vaste latéral, l'autre pour le biceps fémoral, et une branche cutanée. Cette dernière émerge de l'interstice entre le bord postérieur du fascia lata et le biceps fémoral. Elle s'épanouit dans le tissu cellulaire sous-cutané ; un rameau principal s'individualise dans la majorité des cas et prend une direction oblique vers le haut. L'émergence de l'artère cutanée est située à 10 cm de l'interligne latéral du genou. Ce repère est le point de pivot du lambeau (fig. 7). Il existe parfois une anastomose entre la branche cutanée et l'artère proximo-latérale du genou qui permet de reporter le point de pivot en situation plus distale.

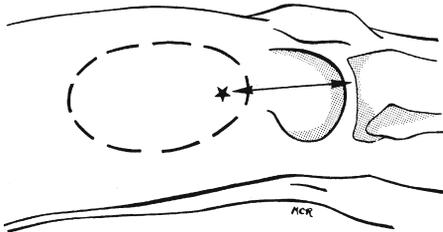


Fig. 7 – Lambeau cutané latéro-distal de cuisse.

Technique de prélèvement

Le repère d'émergence est mis en place et le lambeau est disséqué en pleine face latérale de cuisse en incluant le point de pivot dans son extrémité distale. Le plan de dissection se situe au ras du fascia lata sans inclure ce dernier dans le prélèvement. Le lambeau est progressivement levé d'avant en arrière en identifiant l'émergence de l'artère. La rotation du lambeau peut atteindre 180°, ce qui permet de couvrir toute la face antérieure du genou. Le site donneur

est couvert d'une greffe de peau mince ou semi-épaisse. La condition de prélèvement de ce lambeau est l'absence de cicatrice sur la face latérale de la partie distale de cuisse.

Attitudes pratiques et indications des lambeaux

Attitudes pratiques

Au stade initial, dans la majorité des cas, le problème ne se pose pas en terme de pertes de substance. La perte de substance n'est en réalité que la phase ultime d'une succession d'événements qu'on aurait pu prévenir. Il faut donc distinguer plusieurs situations :

– la perte de substance post-traumatique immédiate et massive n'est pas fréquente, mais recèle un haut de degré de gravité. Il s'agit en général d'une perte de substance pluritissulaire incluant parties molles et squelette. La violence du traumatisme affecte également les axes vasculonerveux. Le traitement en urgence requiert le concours d'un chirurgien vasculaire pour assurer la continuité artérielle et veineuse. Fixation externe et ostéosynthèse interne peuvent être associées pour obtenir une stabilité suffisante du squelette. La réparation des parties molles assurant la couverture du foyer de fracture ou de l'articulation n'est pas obligatoire en urgence. On dispose de quelques jours mais guère plus d'une semaine pour compléter le parage, évaluer la vitalité des tissus, dénombrer les possibilités de transferts et refaire une artériographie. Il s'agit, somme toute, dans ces cas-là, du traitement d'une fracture ouverte stade III C de Gustilo ;

– la désunion cutanée postopératoire est une situation de grande fréquence sur laquelle il faut intervenir rapidement. La désunion cutanée traduit une traction excessive des tissus médiocrement vascularisés. Il est donc illusoire de réitérer la suture après avivement des berges. Ces désunions cutanées se produisent toujours ou quasi toujours sur les faces latérale ou antérieure du genou, en dehors de tout territoire musculaire. Les structures sous-jacentes directement exposées, sont l'os (patella) ou les éléments capsulo-ligamentaires (rétinaculum patellaire latéral, ligament patellaire). Il est vain d'espérer un bourgeonnement sur une structure qui, par définition, a été le siège d'un traumatisme à la fois accidentel et chirurgical. La dévascularisation des tissus profonds et leur exposition conduisent inéluctablement à une escarrification progressive et une élimination par un processus infectieux ;

– l'escarre cutanée à proximité ou à distance de la voie d'abord constitue la troisième situation. Il est toujours difficile de supputer la profondeur de la nécrose et la viabilité des tissus sous-jacents. La situation n'est pas urgente, mais l'escarre ne doit pas être laissée à l'abandon, *i.e.* à son évolution naturelle, sous peine d'une infection profonde.

En pratique

Lésions pluritissulaires en urgence

La priorité est accordée au parage, à la revascularisation du segment jambier et à la stabilisation du squelette. On dispose de quelques jours pour choisir le transfert le plus adéquat destiné à réparer les parties molles.

Désunion cutanée postopératoire

Un parage des berges est bien entendu nécessaire, mais l'exposition de l'articulation d'un matériel d'ostéosynthèse ou d'une réparation ligamentaire requiert une réparation immédiate par un apport tissulaire. L'exposition d'une structure capsulo-ligamentaire ou osseuse en continuité (absence de fracture ou de rupture tendineuse) autorise le report de la réparation après une évaluation de la viabilité des tissus exposés. Un bourgeonnement est parfois possible, mais le caractère atone de la plaie doit rapidement faire poser l'indication d'un lambeau.

Nécrose cutanée

Il n'y a pas d'urgence à intervenir. Il faut dans un premier temps laisser se circonscrire la nécrose en appliquant des pansements antiseptiques. Les topiques pro-inflammatoires qui favorisent non seulement la détersion, mais aussi la pullulation microbienne, sont contre-indiqués. Une fois délimitée, l'escarre doit être excisée chirurgicalement, en ayant prévu une indication de lambeau en cas d'exposition d'un foyer de fracture ou de suture tendineuse. L'excision de l'escarre peut laisser apparaître un tissu bien vascularisé, auquel cas on favorisera le bourgeonnement qu'on couvrira ultérieurement d'une greffe de peau mince.

En résumé, la gestion d'une souffrance des parties molles est toujours un processus actif qui peut comporter des phases d'attente et des actions immédiates.

Indication des lambeaux

Les indications sont dictées par le siège et l'étendue de la perte de substance. D'une manière générale, la panoplie de procédés que nous avons succinctement décrite suffit pour traiter la majorité des pertes de substance du genou.

Les possibilités d'utilisation des lambeaux pédiculés de voisinage ont rendu obsolètes les techniques qui faisaient appel autrefois à des lambeaux éloignés du site receveur et qui exigeaient d'être pédiculés sur une artère principale du membre. Ainsi, le lambeau dorsal du pied n'a plus aucune indication au genou. Dans le même ordre d'idée, les lambeaux libres n'ont que des indications exceptionnelles non systématisables au niveau des articulations intermédiaires. Le domaine des lambeaux libres est celui des extrémités lorsque la perte de substance a altéré les conditions de mise en œuvre d'un lambeau pédiculé à pivot distal. Les faces latérales de l'articulation du genou sont couvertes par les chefs du muscle gastrocnémien. L'étendue et la profondeur de la perte de

substance peuvent justifier l'utilisation d'un lambeau myocutané qui permette de prélever un territoire cutané plus étendu que la surface musculaire. La couverture de la face antérieure de l'articulation est également assurée par les deux chefs à condition toutefois d'opérer un décroissement avec les structures tendineuses ou nerveuses. Une large perte de substance médiane et proximale peut être l'indication d'un lambeau musculaire du vaste latéral à prélèvement distal. C'est une situation rarement rencontrée. Les petites pertes de substance affectant les parties molles en regard de la tubérosité tibiale du ligament patellaire et de la patella sont justiciables de la mise en place d'un lambeau neurocutané saphène médial. Ce procédé permet une adéquation rigoureuse des dimensions du lambeau à la perte de substance et n'entraîne aucun préjudice fonctionnel. L'indication du lambeau saphène médial est réservée à des cas particuliers intéressant la partie basse de l'articulation et la partie haute de la jambe. Le préjudice esthétique n'est pas négligeable. Ces indications actuelles relèvent plutôt du comblement des pertes de substance secondaires à la libération de brides dans le creux poplité. Le lambeau sural postéro-latéral obéit au même type d'indications que le lambeau saphène.

Références

1. Mc Craw JB, Fishman JH, Sharzer CA (1978) The versatile gastrocnemius myocutaneous flaps. *Plast Reconstr Surg* 62: 15
2. Salibian AH, Meniak FJ (1982) Bipedicle gastrocnémien myocutaneous flaps for defects of the distal one third of the leg. *Plast Reconstr Surg* 70: 17
3. Masquelet AC, Gilbert A (2000) An atlas of flaps of the musculo skeletal system. Éd M Dunitz
4. Mathes S, Nahai (1982) Clinical applications for muscle and musculocutaneous flaps. Mosby Éd.
5. Pontes B (1981) The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Br J Plast Surg* 34: 215
6. Acland RD *et al.* (1981) The saphenous neurovascular free flap. *Plast Reconstr Surg* 67: 763
7. Masquelet AC, Romana MC, Wolf G (1992) Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg* 89: 1115
8. Drimmer MA, Krasma MJ (1987) The vastus lateralis myocutaneous flap. *Plast Reconstr Surg* 79: 560
9. Swartz WM *et al.* (1988) Distally based vastus lateralis muscle flap coverage of wounds about the knee. *Plast Reconstr Surg* 80: 255
10. Wang Y, Begue T, Masquelet AC (1999) Anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg* 103: 101
11. Laitung JKG (1989) The lower posterolateral thigh flap. *Br J Plast Surg* 42: 133
12. Masquelet AC, Bessa J, Romana MC (1989) Bourger's artery: anatomic basis for a new cutaneous skin flap. *Surg Radiol Anat* 11: 244

Rééducation des fractures articulaires et extra-articulaires du genou : la prévention de la raideur

B. Quélard et O. Rachet

Les fractures du genou regroupent l'ensemble des fractures de l'extrémité distale du fémur, de l'extrémité proximale du tibia et de la patella. Leurs formes anatomiques sont extrêmement variées. Elles se caractérisent par :

- la violence du mécanisme lésionnel : elle est de règle, sauf dans les cas d'ostéoporose ou de pathologie tumorale sous-jacente. Les accidents de la voie publique (AVP) et de sports représentent les principales étiologies de l'adulte jeune ;

- la fréquente complexité des lésions : elle rend compte *a posteriori* de la violence du mécanisme lésionnel. Ces fractures sont volontiers comminutives et ouvertes. Elles entrent souvent dans le cadre de polytraumatisme ;

- la difficulté du geste chirurgical : elle découle directement de la complexité des lésions et a été à l'origine de la suprématie du traitement orthopédique jusque dans les années 60. De nos jours, les indications du traitement orthopédique sont devenues très limitées ;

- le taux élevé de complications : certaines sont précoces (nécroses cutanées, infections, etc.), d'autres plus tardives (raideur du genou, pseudarthrose, cal vicieux, arthrose, etc.).

Principe fondamental de la mobilisation précoce

La raideur du genou se traduit cliniquement par une limitation des amplitudes articulaires, plus ou moins importante, permanente et irréductible. Elle fait partie des complications redoutables et redoutées des fractures du genou en raison de son retentissement fonctionnel et du handicap qu'elle génère, surtout si la raideur concerne l'extension.

Jusque dans les années 60, le traitement orthopédique rendait l'enraidissement articulaire pratiquement inévitable : il représentait, avec les cals vicieux, le prix à payer pour obtenir la consolidation. Le perfectionnement du matériel d'ostéosynthèse et des techniques chirurgicales de ces quarante dernières années a permis d'améliorer le résultat anatomique. Toutefois, la chirurgie ne peut transformer le pronostic fonctionnel de ces fractures que si elle est suivie

d'une rééducation spécifique reposant sur le principe fondamental de la mobilisation précoce.

La prévention de la raideur du genou nécessite donc une étroite collaboration entre le chirurgien et le rééducateur. Elle implique une parfaite connaissance de la pathogénie de cette complication pour que soient mis en œuvre des moyens de prévention efficaces.

Pathogénie de la raideur post-fracturaire du genou (tableau I)

Au décours d'une fracture du genou traitée de façon chirurgicale ou orthopédique, la raideur articulaire, définie comme la limitation permanente et irréductible des amplitudes articulaires, a pour origine une absence ou une insuffisance prolongées de mobilisation. Différents facteurs, souvent intriqués les uns aux autres, conduisent très rapidement à cette limitation plus ou moins importante de la mobilité articulaire.

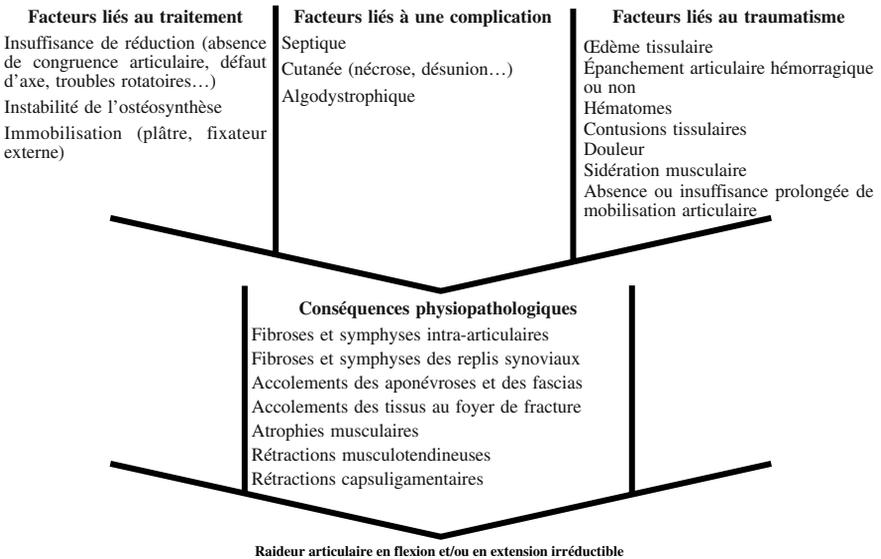


Tableau I – Pathogénie de la raideur post-fracturaire.

Facteurs liés au traumatisme initial

Ils sont constants et inévitables. Ce sont la douleur, les hématomes, l'épanchement intra-articulaire, les contusions et les plaies tissulaires, l'œdème et la sidération musculaire.

Facteurs liés au traitement

Il peut s'agir :

- d'une réduction insuffisante de la fracture entraînant une disparition de la congruence articulaire, un défaut d'axe, et/ou un trouble rotatoire;
- d'une ostéosynthèse insuffisamment solide ne rendant possible la mobilisation articulaire que dans un secteur limité.

Il faut remarquer que, dans certains cas de fractures particulièrement complexes, l'immobilisation (fixateur externe par exemple) sera recherchée dans un but thérapeutique.

Facteurs liés aux complications

Il peut s'agir d'une complication septique, cutanée (nécrose, désunion) ou algodystrophique. Si elle se prolonge durant toute la phase de réparation des lésions, la diminution ou l'absence de mobilisation aura pour conséquences :

- l'envahissement de la cavité articulaire et des replis synoviaux par un tissu fibreux; progressivement cette fibrose s'organise, des symphyses se forment dans l'articulation et dans les culs-de-sac sous-quadricipital, latéraux et rétrocondyliens;
- la rétraction des rétinaculums patellaires et leur adhérence aux condyles fémoraux; le ligament patellaire n'est plus mis en tension, il perd son élasticité et s'accôle;
- l'accolement des aponévroses, des fascias et la disparition progressive des plans de glissement habituels;
- l'accolement des tissus sur le foyer de fracture, surtout si le cal a tendance à être exubérant;
- l'atrophie musculaire et la rétraction des éléments musculo-tendineux et capsulo-ligamentaires.

À ce stade de l'évolution, la raideur articulaire est fixée. La fibrose, les adhérences et les rétractions constituent un obstacle mécanique à la mobilisation articulaire, tout comme certains cals vicieux. À ce moment-là, seule la chirurgie suivie d'une mobilisation immédiate pourra permettre d'améliorer les amplitudes.

Il est donc important de mettre en œuvre rapidement des moyens de prévention efficaces, surtout pendant les 4 à 6 premières semaines qui suivent le traumatisme et qui correspondent à la période de cicatrisation des tissus, ainsi qu'à celle de mise en décharge du membre inférieur atteint.

Prévention de la raideur post-fracturaire du genou

Le traitement préventif de la raideur articulaire repose sur une prise en charge sans faille depuis l'admission en chirurgie jusqu'à la fin de la rééducation. Le résultat fonctionnel est étroitement lié à la qualité du geste chirurgical, du suivi médical et de la rééducation.

Le geste chirurgical

Il doit comporter :

- un parage optimal des plaies ;
- une réduction du foyer la plus anatomique possible afin de rétablir le profil articulaire et d'éviter une consolidation de la fracture en position vicieuse ; elle permet ainsi de prévenir non seulement la raideur articulaire mais également la dégénérescence arthrosique de l'articulation à plus ou moins long terme ;
- une ostéosynthèse stable et solide afin d'autoriser une mobilisation immédiate et de diminuer les risques de pseudarthrose.

Suivi médical

Il a pour but :

- de réduire l'importance des facteurs d'enraidissement liés au traumatisme en instaurant des traitements antalgiques, antiinflammatoires, myorelaxants, toniques veineux ;
- de prévenir, dépister et traiter le plus rapidement et le plus efficacement possible d'éventuelles complications : algodystrophie (calcitonine), infection (antibiotiques), complications thromboemboliques (anticoagulants), dépression réactionnelle (anxiolytiques, voire antidépresseurs) ;
- d'établir une relation de confiance entre le patient et l'équipe soignante.

Rééducation

Même si le geste chirurgical a permis d'obtenir un résultat anatomique parfait et qu'aucune complication n'entrave les suites, la diminution de la mobilité articulaire est inévitable dans les premiers jours qui suivent le traumatisme. La rééducation est le seul moyen thérapeutique qui permet d'empêcher la constitution de la fibrose, la formation des adhérences et l'installation des rétractions.

Elle repose sur la mobilisation du genou qui sera d'autant plus efficace qu'elle est instaurée précocement. Il faut lui ajouter deux objectifs prioritaires :

- la prévention du flessum, car non seulement le handicap fonctionnel engendré par un flessum irréductible est bien supérieur à celui créé par une raideur en flexion, mais également parce que le traitement secondaire des raideurs en extension est plus difficile et son résultat plus aléatoire que celui des raideurs en flexion ;
- la récupération de l'actif, car lui seul peut permettre de conserver les amplitudes obtenues passivement par le kinésithérapeute.

Afin d'atteindre ces objectifs, certaines techniques adjuvantes comme la massothérapie et la physiothérapie apporteront une aide non négligeable.

Mobilisation

Elle fait appel aux techniques de mobilisation passive, utilisables précocement et sans risque pour la stabilité de l'ostéosynthèse. La mobilisation s'adresse tout d'abord spécifiquement à l'articulation fémoro-patellaire. Dans une position la plus proche possible de l'extension, le thérapeute mobilise manuellement la patella longitudinalement, puis latéralement, afin d'entretenir les plans de glissement au niveau du cul-de-sac sous-quadricipital, de mettre en tension le tendon quadricipital et le ligament patellaire, et d'étirer les rétinaculums. La mobilisation du genou est ensuite globale, intéressant à la fois les articulations fémoro-tibiale et fémoro-patellaire.

Les mobilisations sur arthromoteur présentent de multiples avantages : elles sont réalisables au lit du patient, elles peuvent être éventuellement couplées à une traction, elles sont contrôlables par le patient grâce à la commande manuelle d'arrêt ou d'inversion du sens de mobilisation et le font participer à sa rééducation, elles assurent un rodage articulaire dans le secteur de mobilité autorisé, et enfin elles permettent des postures dans les amplitudes extrêmes supportables. Il faut remarquer que, pendant les mobilisations du genou en flexion, la participation du thérapeute est indispensable pour vérifier la détente musculaire, pratiquer des abaissements patellaires et réaliser des manœuvres relaxantes (massages à type de pétrissages des masses musculaires par exemple).

Les mobilisations passives manuelles sont réalisées dans des amplitudes infradouloureuses, au moyen de prises courtes, en stabilisant les différents segments de membre afin de ne pas mettre en porte-à-faux le foyer de fracture, et en vérifiant l'absence de contractures musculaires de défense. Elles se feront en position assise en bord de lit ainsi qu'en position allongée, hanche en extension et segment jambier hors du lit, afin d'obtenir un étirement du droit de la cuisse (droit antérieur). Elles seront prudentes, douces et progressives.

Ces mobilisations pourront être suivies de posture en flexion dans l'amplitude maximale obtenue en fin de mobilisation, le membre inférieur est alors placé sur un coussin triangulaire dont la hauteur varie en fonction de l'angle souhaité.

Prévention du flessum

Elle doit être une des premières préoccupations du thérapeute car, dans les premiers jours postopératoires, la position antalgique du genou en flessum par contracture réflexe des ischiojambiers est pratiquement constante. Il est auto-entretenu du fait de la sidération du quadriceps. La lutte contre la pérennisation de cette attitude en flessum implique que soient éliminées les manœuvres intempestives de réduction et les postures mettant la fosse poplitée « dans le vide », qui conduisent inévitablement à une augmentation de la défense musculaire et des douleurs. En revanche elle repose sur des techniques de décontraction et d'assouplissement de ce groupe musculaire, associant :

- des postures douces au moyen d'un coussin placé sous la fosse poplitée, dont la hauteur sera progressivement diminuée parallèlement au gain articulaire ;

- des massages, des stimulations tendineuses vibratoires et une électrothérapie à visée myorelaxante ;
- des étirements doux des chaînes musculaires postérieures, le patient assis dans son lit, les genoux proches de l'extension. Le triceps sural et plus particulièrement les jumeaux seront étirés par des mobilisations passives de la cheville en flexion (dorsale). Les ischiojambiers seront à leur tour sollicités en étirement lors de mouvements d'antéversion du bassin obtenus par le biais de flexions antérieures du tronc.

À ces techniques s'ajoute la lutte active contre le flessum. Elle passe par le réveil du quadriceps dont la contraction induit un relâchement des ischiojambiers (innervation réciproque démontrée par Sherrington et reprise par Kabat).

Récupération de l'actif

Elle fait partie des priorités, car elle va permettre de conserver, entre les séances de rééducation, les amplitudes récupérées passivement. Elle débute par des exercices statiques puis, lorsque la consolidation du foyer l'autorise, les contractions ont une action dynamique et mobilisatrice. Elle s'adresse en premier lieu au quadriceps dont la sidération est systématique, induite par le traumatisme et le geste chirurgical. L'inhibition des ischiojambiers est exceptionnelle mais leur insuffisance constante.

Le réveil du quadriceps doit être entrepris dès que possible, car il représente le moyen de lutte le plus efficace contre le flessum, l'installation de la fibrose dans le cul-de-sac sous-quadricipital, la rétraction et l'accolement des rétinaculums et du ligament patellaire, la diminution de la mobilité patellaire et l'atrophie rapide des fibres musculaires. Sur le plan pratique, le réveil du quadriceps commence par l'apprentissage de contractions volontaires rapides dites « flash » (20 contractions en 10 secondes) dont l'efficacité est vérifiée par une contraction perceptible des vastes, surtout celle du vaste médial, une ascension visible de la patella et une mise en tension palpable du ligament patellaire. Il se poursuit par la réalisation de contractions statiques longues, tenues 20 à 30 secondes ; l'intensité doit rester maximale pendant toute la durée de la contraction.

Deux techniques adjuvantes sont associées au travail statique :

- l'électrothérapie excito-motrice qui permet de lutter contre l'atrophie des fibres de type I et de faciliter la récupération de la commande volontaire ;
- le biofeedback qui, en potentialisant l'effort du patient, permet une récupération plus rapide de la force du quadriceps et notamment du vaste médial.

Le travail des ischiojambiers, essentiellement statique à cette période, est réalisé en position assise en bord de lit. Sur le plan pratique, les exercices consistent à faire réaliser par le patient une flexion active du genou dans l'amplitude de flexion proche de la flexion maximale obtenue après mobilisation, tandis que le thérapeute, par l'intermédiaire d'une prise courte, exerce une résistance manuelle au mouvement. Par la suite, ce type d'exercices sera com-

plété d'une diminution progressive de la résistance manuelle de façon à obtenir un gain en flexion de quelques degrés.

Techniques adjuvantes

Comme le traitement médicamenteux auquel elles sont associées, ces techniques ont pour but de lutter contre la douleur, l'œdème, l'inflammation, les contractures musculaires. Elles peuvent également faciliter la récupération musculaire comme le font l'électrothérapie excito-motrice et le biofeedback. Ces techniques font appel :

- aux massages de type effleurages et pressions glissées superficielles, dont l'action sédative favorise la mise en confiance du patient ; les pressions glissées profondes et le drainage lymphatique manuel améliorent la circulation de retour et la résorption des œdèmes ; les pétrissages sont très utiles par leur action décontracturante ;
- à l'électrothérapie antalgique de type TENS (neurostimulation électrique transcutanée) ainsi qu'à l'électrothérapie à visée myorelaxante ;
- à la cryothérapie pour ses effets antalgique et anti-inflammatoire ;
- aux stimulations tendineuses vibratoires dans un but décontracturant et d'image du mouvement (11) ;
- à la déclivité du membre inférieur opéré afin de diminuer l'œdème, source d'une limitation des amplitudes articulaires ;
- à la contention élastique lors de la verticalisation, afin de favoriser le retour veineux et de diminuer les douleurs à type d'élancements, très fréquentes lors des premiers levers.

En dehors des séances de rééducation

La mise à contribution du patient est indispensable. Aussi, dès que son état général l'autorise, un programme d'autorééducation sera proposé, comportant essentiellement :

- des contractions statiques « flash » et longues du quadriceps ;
- des mouvements de flexion, extension, circumduction de la cheville, qu'il devra réaliser régulièrement dans la journée.

Remarques

Volontairement, les techniques de récupération articulaire en procubitus, les manœuvres dérivées de Kabat (contracté-relâché, stabilisations rythmiques...), la mécanothérapie, les techniques de facilitations neuro-musculaires n'ont pas été mentionnées. Elles sont prématurées à ce stade précoce de la rééducation, car elles peuvent engendrer des douleurs iatrogènes et ne sont pas sans risque pour la stabilité du foyer si elles ne sont pas parfaitement maîtrisées. Par contre, à un stade plus tardif, elles feront partie intégrante de l'arsenal thérapeutique.

Conclusion

La fréquente complexité des fractures de genou est à l'origine de leur fréquente évolution vers la raideur articulaire. La prévention de cette complication est une étape essentielle de la prise en charge : elle conditionne les suivantes ainsi que le résultat fonctionnel final. Les moyens de lutte contre la raideur en flexion et surtout contre le flessum doivent être mis en œuvre le plus tôt possible. Débutée au lit du patient dès les premiers jours postopératoires, période pendant laquelle l'appui est interdit, la rééducation sera poursuivie en salle et en piscine, permettant de diversifier les techniques de récupération. Elle sera souvent longue, difficile, et la participation active du patient est primordiale. Si le résultat fonctionnel reste insuffisant, il faudra avoir recours à la chirurgie. Quel que soit le geste curatif réalisé, il devra être suivi d'une rééducation immédiate, prolongée dont la qualité conditionne la conservation du résultat obtenu en fin d'intervention.

Références

1. Bardot A, Curvale G (1998) Rééducation en traumatologie du membre inférieur. In « Traité de médecine physique et de réadaptation », Médecine-Sciences, Flammarion (ed), Paris, p 431
2. Bridon F (1994) Méthodes passives de rééducation. In : Encycl Méd Chir, Kinésithérapie-Rééducation fonctionnelle, Paris, 26-070-A-10, 12 p
3. Brière de l'Isle R, Mezzana M (1976) Traumatisme du genou et de la cuisse. Encycl Méd Chir, Kinésithérapie, Paris, 4.2.11, 26240-A-10
4. Chiron Ph (1999) Fractures récentes de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte. Conférence d'enseignement de la SOFCOT, 52: 147-66
5. Coïc B, Kouvalchouk JF (1997) Raideur du genou post-fracturaire. Encycl Méd Chir, Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, Paris, 26-240-A-10, 18 p
6. Deroo AY (1972) Étude des formes anatomocliniques des raideurs du genou dans le cadre d'un centre de réadaptation fonctionnel. Thèse, Université Claude Bernard, Lyon I
7. Draper V (1990) Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. Phys Ther 71: 11-7
8. Gremion G, Fourticq G, Lacraz A (1992) Traitement des amyotrophies par électrostimulation. Ann Kinésither 19: 61-5
9. Kabat H (1961) Proprioceptive facilitation in therapeutic exercise. In « Therapeutic exercise », Licht (ed), Newhaven, chapter 13
10. Kouvalchouk JF, Buard J (1978) Les raideurs et limitations sévères d'amplitude du genou après fractures. Ann Méd Phys 21: 31-40
11. Neiger H (1979) Stimulations électriques vibratoires : Application à la rééducation en traumatologie du membre inférieur après immobilisation plâtrée. Mémoire. École des cadres de masso-kinésithérapie
12. Quélard B (1997) Le réveil musculaire. Association lyonnaise de restauration motrice, France, 11 octobre
13. Revel M (1998) Techniques de facilitation et de reprogrammation neuromotrice. In « Traité de médecine physique et de réadaptation » Médecine-Sciences Flammarion (ed), Paris, p 187
14. Rodineau J (1978) Place de la rééducation dans la prévention et le traitement des raideurs du genou. Ann Méd Phys 21: 65-78

Traitement chirurgical des raideurs après fracture du genou

R. Badet et Ph. Neyret

La pathologie traumatique du genou, qu'il s'agisse des fractures ou des lésions tendineuses et ligamentaires, est fréquemment compliquée d'une perte variable des amplitudes articulaires. Les traumatismes sont les principaux pourvoyeurs de raideur. Elle peut survenir dans les suites de toute fracture du membre inférieur, en particulier après fracture du fémur, des plateaux tibiaux ou de l'appareil extenseur. Malgré une rééducation précoce, Chiron (1) rapporte 30 % de raideur du genou après fracture de l'extrémité distale du fémur.

La définition de la raideur du genou est difficile. En 1917, Payr (2) l'opposait radicalement, dans ses conceptions anatomopathologiques et thérapeutiques, à l'ankylose par fusion articulaire. En 1937, Courvoisier (3) la définissait comme « l'ensemble des cas très variés où l'amplitude du genou est plus ou moins réduite : ils résultent des lésions permanentes des extrémités articulaires ou de l'appareil capsulo-ligamentaire et des parties molles péri-articulaires ; toutes, au moins primitivement, ne suppriment ni la cavité articulaire, ni les possibilités de glissement entre les surfaces articulaires. » De façon pragmatique et pratique, la raideur du genou correspond à une limitation des amplitudes articulaires comparées à l'autre genou supposé sain.

L'étude des raideurs du genou doit tenir compte de chaque élément anatomique concerné, en précisant pour chacun les conséquences cliniques de leur atteinte et les options thérapeutiques qui en découlent. Ainsi l'examen clinique du genou, et en particulier de la mobilité, constitue un élément capital dans l'analyse de la raideur et dans la décision thérapeutique.

Lésions

Raideur du genou en flexion

Il s'agit d'un déficit de flexion du genou par rapport au genou controlatéral sain. Ce défaut de flexion peut être recherché en décubitus dorsal. Cependant

Raideur en flexion

Raideur en extension

Raideur mixte (en flexion et en extension)

Tableau I – Classification anatomoclinique des raideurs du genou.

l'examen en décubitus ventral est plus sensible puisque l'extension de hanche prend en compte la rétraction du muscle droit de la cuisse (droit antérieur) qui est biarticulaire (fig. 1).

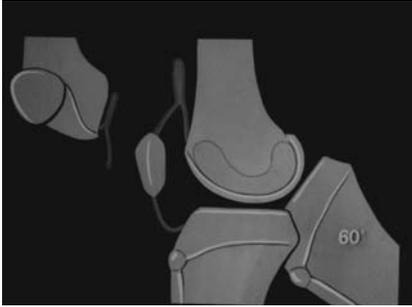


Fig. 1 – Disparition des plans de glissement avec :

- symphyse du cul-de-sac sas-quadrucipital et adhérence possible du quadriceps au fémur ;
- symphyse des joues condyliennes.

Quatre structures anatomiques principales peuvent participer à ce déficit de flexion.

Quadriceps

Il peut schématiquement être trop court ou adhérent au fémur.

La rétraction du quadriceps a été soulignée par de nombreux auteurs (2, 4, 5). Elle survient le plus souvent après les fractures du fémur. Marquée par un processus de « myosite rétractile », elle touche essentiellement le muscle vaste intermédiaire et peut s'étendre par contiguïté aux autres chefs du quadriceps. Cette myosite aboutit à une rétraction cicatricielle qui limite les mouvements de flexion du genou.

Les adhérences des chefs musculaires entre eux et du quadriceps au foyer de fractures sont fréquentes (6). Elles sont favorisées par les paraostéoarthropathies, les cals exubérants, les hématomes calcifiés et les lésions musculo-tendineuses du quadriceps : la fixation du quadriceps sur le fémur fait disparaître le plan de glissement sous-quadrucipital (fig. 2).

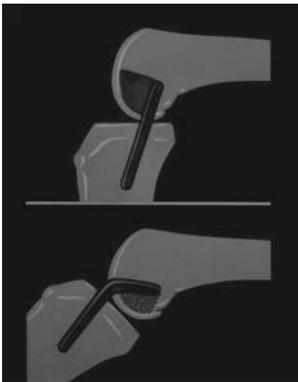


Fig. 2 – Adhérences du ligament collatéral tibial LCT sur la joue condylienne : le raccourcissement relatif du LCT qui limite la flexion au-delà de 60°.

Cul-de-sac sous-quadrucipital et les joues condyliennes

La symphyse du cul-de-sac sous-quadrucipital et des joues condyliennes est constante. Elle constitue pour Tavernier (7) la lésion primordiale. Elle est

marquée par une prolifération d'un tissu fibro-adipeux sclérosé qui comble les espaces de glissement et limite les mouvements de flexion.

La symphyse des rampes paracondyliennes est classique et fréquente. Dans les années 1960, Trillat (cité par Rebouillat (6)) a souligné l'importance des « joues condyliennes » dans la genèse des raideurs du genou : les adhérences sans rétraction du ligament collatéral tibial (LCT) le long des rampes condyliennes limite la flexion au-delà de 60° par une traction excessive (fig. 3).



Fig. 3 – Patella basse post-traumatique. Noter la réduction de l'index patellaire.

Patella basse

La constitution d'une patella basse post-traumatique dans les fractures survenues autour du genou est classique. Dans notre expérience, il faut distinguer deux situations en fonction des possibilités d'élongation du quadriceps :

- les patellas basses secondaires à un syndrome algoneurodystrophique. Elles aboutissent à des douleurs et à une limitation de la flexion. Leur symptomatologie est toujours au premier plan. La rétraction du ligament patellaire et du quadriceps rendu inextensible par la fibrose provoque des contraintes fémoro-patellaires excessives (fig. 4) ;

- les patellas basses conséquence d'une hypotonie du quadriceps non fibrosé, en dehors d'un syndrome algoneurodystrophique. Les contraintes fémoro-patellaires dans ce cas restent modérées et la patella basse est le plus souvent bien tolérée, un peu comme les patellas basses après poliomyélite.



Fig. 4 – Asymétrie d'extension des deux genoux en décubitus dorsal : flessus passif.

Raideurs du genou en extension

Il s'agit d'un déficit d'extension passive (ou flessum passif) du genou traumatisé par rapport au genou controlatéral sain. La mesure de ce flessum s'effectue en décubitus ventral (fig. 5). On parle de flessum relatif. Trois structures anatomiques principales peuvent participer à ce déficit d'extension.

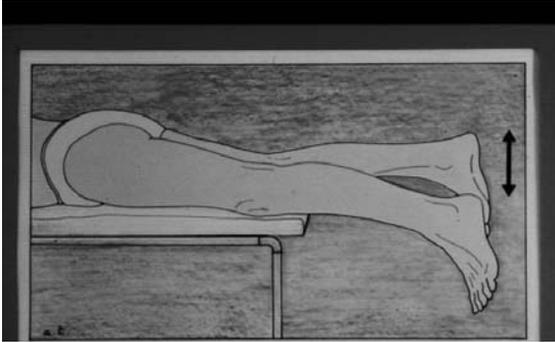


Fig. 5 – Mesure du flessum passif en décubitus ventral : en cas de flessum noter l'angle que fait la jambe avec l'axe de la table.

Conflits dans l'incisure intercondyloire

Le plus souvent, un élément ligamentaire ou osseux entre en conflit avec l'incisure intercondyloire :

- une fibrose développée au contact du ligament croisé antérieur (LCA) ou du corps adipeux infrapatellaire ;
- une rupture du LCA rétractée en battant de cloche (fig. 6) sur son pied ;
- une fracture du plateau tibial ou de l'éminence intercondyloire (épinies tibiales) insuffisamment réduites qui vient buter contre l'incisure intercondyloire, empêchant ainsi l'extension complète du genou (fig. 7). Dans quelques

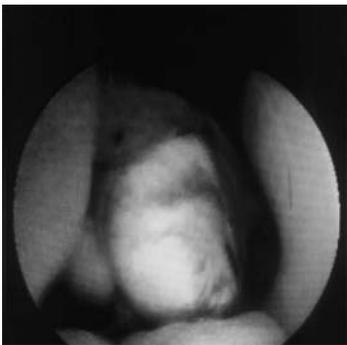


Fig. 6 – « Battant de cloche » : après rupture, rétraction du LCA qui reste pédiculé sur son insertion tibiale et qui s'oppose à l'extension complète du genou par conflit avec l'incisure intercondyloire.



Fig. 7 – Conflit osseux après synthèse du plateau tibial latéral. Pseudarthrose probable de l'éminence intercondyloire.

cas, le LCA, par sa rétraction ou par sa mauvaise position anatomique, peut participer à ce flessum. Rarement, le conflit vient de l'incisure intercondyloire elle-même (ostéophytes).

*Rétraction du ligament transverse du genou
et le « rétrécissement de l'anneau méniscal » autour des condyles*

Dans cette hypothèse le jeu articulaire est diminué par la rétraction du ligament transverse du genou, qui aboutit à un rétrécissement de l'unité fonctionnelle constituée des fibres circulaires des deux ménisques autour des deux condyles. Cet emprisonnement des condyles par les ménisques bride leur mobilité et, en particulier, aboutit au recul relatif des deux segments méniscaux antérieurs qui s'opposent à l'extension complète (fig. 8).



Fig. 8 – Rétraction des coques postérieures : limitation de la flexion et augmentation ++ des contraintes fémoro-tibiales. : risque de lésions cartilagineuses +++.

Rétraction des coques postérieures

La persistance d'un flessum, surtout lorsqu'il est ancien ou associé à des phénomènes inflammatoires, peut aboutir à une rétraction des coques condyliennes et de la capsule postérieure du genou qui s'insèrent sur les condyles fémoraux et le tibia. Le raccourcissement des coques condyliennes aboutit alors à un effet de bride postérieure qui s'oppose à la récupération d'une extension complète (fig. 9).

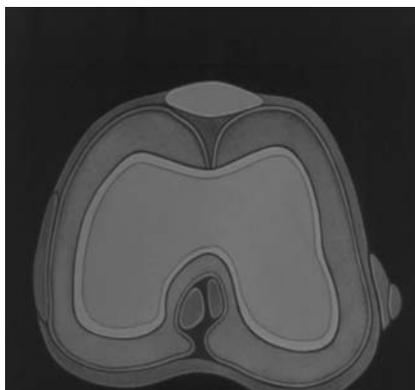


Fig. 9 – Espace autour du genou avec « jeu capsulaire » normal.

Raideur du genou en flexion et en extension

Elle associe les lésions anatomiques observées dans les raideurs en flexion et en extension, mais elle comporte en plus une rétraction capsulo-ligamentaire globale. Elle intéresse non seulement les coques et la capsule mais aussi le ligament collatéral tibial (LCT) et le ligament patellaire. Les ligaments croisés sont préservés de ce phénomène. De même, les adhérences articulaires, qui peuvent constituer une véritable symphyse cartilagineuse, ne sont pas au premier plan en l'absence de problème infectieux. Cette véritable « capsulite rétractile » réduit alors tous les espaces du genou (fig. 10), limitant le jeu articulaire des trois compartiments.

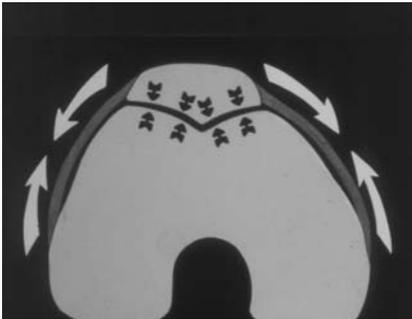


Fig. 10 – Rétraction capsulaire :
 – réduction, disparition du jeu capsulaire ;
 – augmentation des contraintes articulaires (fémoro-patellaire +++).

Principes du traitement chirurgical

Payr (2) est le premier auteur à en avoir posé les bases en insistant sur le démembrement des lésions anatomocliniques intra-articulaires (symphyse du cul-de-sac sous-quadricipital, des joues condyliennes, des lésions fémoro-tibiales et fémoro-patellaires) et extra-articulaires ainsi que de leur correction. Dès 1917, il proposait l'excision des culs-de-sac sous-quadricipital et péripatellaires qui brident transversalement la patella. Dans les cas graves, le geste comportait la section du tendon du droit de la cuisse, la résection du muscle sclérosé, l'allongement par plastie en « Z » du tendon quadricipital, la plastie de la face postérieure de la patella au fascia lata et, en cas de défaut d'extension active, la transposition du muscle sartorius (couturier) en avant.

Actuellement, le traitement des raideurs articulaires du genou doit rester simple et adapté à chaque cas, guidé par les données de l'examen clinique, du bilan radiologique et par les anomalies anatomiques rencontrées en cours d'intervention. La séquence des gestes chirurgicaux à réaliser étape par étape est précise.

Libération des raideurs en flexion

La libération du cul-de-sac quadricipital, des joues condyliennes et de la cavité articulaire

Elle peut être menée par arthrotomie ou arthroscopie, par section des brides et excision du tissu fibro-adipeux infra-patellaire, puis libération des rampes

paracondyliennes médiale et latérale au bistouri, aux ciseaux ou au shaver. Il faut essayer de retrouver le plan synovial situé entre l'os et la capsule articulaire. Cette libération respecte les ligaments collatéraux. La libération du LCT s'effectue lors du temps de libération des rampes. Son intérêt a été souligné par Trillat : elle permet de récupérer la flexion au-delà de 60° (fig. 3). La section du LCT est inutile, mais Giunti *et al.* (8), qui sacrifient le LCT lors de libération extensive, n'ont pas noté d'instabilité frontale secondaire. Nous n'avons jamais eu recours à ce geste, tout au plus avons-nous réalisé des incisions étagées partielles de décharge en damier.

Section des rétinaculums patellaires (ailerons rotuliens)

Geste fondamental de libération de la patella, la section des rétinaculums patellaires médial et latéral doit être systématique en cas de patella basse ou de patella fixée. Nous conseillons d'utiliser une voie d'abord médiane, mais Christel (9) effectue ce geste par section sous-cutanée à partir des points d'arthroscopie. Ce temps doit être décidé d'emblée et doit être associé, à la demande, à une libération latérale et postérieure (par excision du corps adipeux infrapatellaire) du ligament patellaire.

Si la symptomatologie patellaire est importante, en cas de patella basse secondaire à une algodystrophie, un allongement du ligament patellaire peut s'avérer nécessaire (10). Ce point a été développé par Chatain dans cet ouvrage.

Libération du quadriceps

Elle doit être proposée d'emblée si le quadriceps est rétracté ou adhérent au fémur. De nombreuses plasties d'allongement du tendon quadricipital ont été décrites (2, 4, 11, 12) et presque totalement abandonnées, devant un taux élevé de nécrose cutanée, d'infection et de déficit d'extension active (6). Keemss et Rettig (13) l'utilisent encore.

Notre préférence va à la technique de Judet (14). L'abord est postéro-latéral et part du ligament patellaire, suit le bord postéro-latéral de la cuisse et s'incurve si nécessaire vers le bord antérieur de l'épine iliaque antéro-supérieure. Il permet de désinsérer et de mobiliser à la demande le quadriceps dans son ensemble, après section proximale du vaste latéral et, souvent, section du droit de la cuisse. La mobilisation chirurgicale du quadriceps débute le plus souvent par une arthrotomie médiale. Elle permet la section des rétinaculums patellaires et la désinsertion basse du vaste médial. Cette libération est progressive, d'abord en regard du cal (mini-Judet), et peut être étendue à l'ensemble du quadriceps. Elle est conduite au bistouri froid qui sectionne les fibres musculaires insérées sur le fémur. Les perforantes sont soigneusement liées pour limiter l'hématome postopératoire. Les gestes de rugination et de déperio-stage extensifs sont à proscrire. Lorsque le trectus ilio-tibial est rétracté, il faut envisager sa section transversale ou son allongement par une plastie en « Z ». Le tendon du droit de la cuisse est bi-articulaire (genou et hanche). Sa section, avant sa division en tendons direct, réfléchi et récurrent, doit être décidée lorsque la flexion du genou est impossible, hanche en extension, alors qu'elle est possible hanche fléchie. Elle peut être menée en prolongeant l'incision laté-

rale vers l'épine iliaque antéro-supérieure mais notre préférence va à une voie de Hueter séparée. La libération du quadriceps associe la résection des ostéomes et des arêtes osseuses qui transfixient quelquefois littéralement le quadriceps (fig. 2).

Cette libération permet un transfert distal de l'insertion du quadriceps sur le fémur. Elle génère peu de problèmes cutanés, d'infection, ou de déficit d'extension active mais expose à des fractures itératives du fémur : un cas pour Rebouillat et Creysse (6), deux cas dans notre expérience. Ces accidents pourraient être la conséquence d'une fragilisation de la diaphyse par défaut vasculaire, bien que Judet ait montré, après rugination diaphysaire totale chez 12 lapins, qu'une phase d'hypovascularisation diaphysaire initiale était suivie d'une normalisation, voire d'un excès de vascularisation à trois semaines.

Libération des raideurs en extension

Suppression d'un conflit antérieur entre l'incisure intercondyloire intercondylienne et un élément fibreux ligamentaire ou osseux

La correction d'un flessum lors de l'arthrolyse antérieure débute par l'ablation de la fibrose ou d'un battant de cloche (fig. 6), suivie d'une plastie de l'incisure intercondyloire. Dans quelques cas, la présence d'un conflit osseux (plateau tibial ou mal réduit) peut nécessiter un geste de résection osseuse en avant (figs. 7 et 10). Ces gestes, programmés grâce aux examens d'imagerie (radiographie simple ou IRM), sont menés par voie arthroscopique ou par arthrotomie. Dans quelques cas, le LCA participe manifestement à la constitution du flessum qu'il ait été rompu (LCA en battant de cloche, LCA rompu et accolé en position vicieuse) ou reconstruit (*Cyclop syndrom* ou plastie mal positionnée). Si, une fois les autres gestes correctement accomplis, la raideur persiste, il faut parfois se résoudre à la section du LCA pour récupérer l'extension complète. Dans notre expérience, ce geste n'entraîne pas d'instabilité secondaire.

Section du ligament transverse du genou

Lorsque la suppression de tout conflit avec l'incisure intercondyloire laisse persister un flessum, nous proposons de sectionner le ligament transverse du genou entre les deux cornes antérieures des ménisques. Ceci permet de faire céder la rétraction de « l'anneau méniscal » autour des condyles et libère le déficit d'extension de quelques degrés.

Section des coques postérieures

La persistance d'un flessum, après que les gestes antérieurs de libération aient été complètement et correctement réalisés, incite à l'arthrolyse postérieure rétroligamentaire. Ce geste s'impose surtout s'il existe des antécédents d'abord chirurgicaux postérieurs et si l'examen clinique révèle une tension postérieure excessive. Lorsque la rétraction des coques postérieures limite l'extension, elles doivent être allongées si la libération des adhérences cicatricielles s'est avérée

insuffisante. La section, ou capsulotomie, des coques a l'avantage de rompre la continuité de la zone rétractée et de donner de « l'étoffe » à la capsule, mais expose à des complications vasculaires. La désinsertion expose à un moins bon résultat, car les structures rétractées restent en continuité, mais le risque vasculaire est minime dans ce cas. Comme Dejour *et al.* (15), nous réalisons deux voies d'abord rétroligamentaires médiale et latérale, et nous avons pour habitude de poursuivre la libération postérieure jusqu'à ce qu'il soit possible, à travers le genou, de voir le bord postéro-médial par l'abord postéro-latéral (voir le jour à travers les arthrotomies postérieures). Cette arthrolyse doit être minutieuse et prudente. Elle est souvent aidée d'un doigt mis au contact de la coque qui permet, par l'alternance des mouvements de flexion et d'extension, de bien sentir la zone de striction à libérer. Lohbenhoffer *et al.* (16), Aglietti *et al.* (17) utilisent cette technique, Kuhne et Theerman (18) l'ont utilisé dans 50 % de leurs arthrolyses avec 100 % de récupération complète du flessum à 39 mois de recul.

Libération des raideurs en flexion et en extension

Il s'agit d'une diminution de la capacité articulaire par rétraction capsulaire globale, dont le traitement associe selon la même hiérarchisation l'association des gestes de libération en flexion et en extension.

Pour traiter cette capsulite rétractile, nous proposons de réaliser de véritables incisions de décharge parallèles et étagées d'avant en arrière, non transfixiantes (en avant, en arrière mais aussi dans le sens des fibres du LLI), qui permettent une fermeture de l'arthrotomie antéro-médiale sans tension. La section sous le vaste médial permet de libérer les rétractions des expansions vers la capsule articulaire qui s'opposent à la flexion du genou.

Place de la mobilisation sous anesthésie

Nous déconseillons la mobilisation sous bloc fémoral, sous anesthésie générale, sous rachianesthésie ou sous anesthésie péridurale. Elle peut avoir des effets néfastes et les accidents qu'on lui impute sont nombreux et bien répertoriés dans la littérature (19-21). Elle peut provoquer :

- des lésions cartilagineuses par écrasement (9) ;
- une rupture de l'appareil extenseur ou une fracture de patella (5, 21) ;
- une rupture ou avulsion tendineuse (4, 5) ;
- une fracture du fémur ou du tibia (4, 5, 22).

Ainsi, il faut absolument proscrire les manipulations brutales et préférer les mobilisations douces et prudentes. Dans de très rares cas, ce geste peut être réalisé dans les 10 ou 15 jours qui suivent l'intervention et le délai de 3 semaines proposé par Chiron (1) nous paraît justifié. Son principal intérêt réside dans la libération précoce d'adhérences minimales. Tout comme W. Muller (23), nous proposons de réaliser l'arthrolyse par voie arthroscopique ou par arthrotomie si la flexion obtenue après mobilisation est difficile

et reste inférieure à 90°. Nous ne suivons pas l'attitude de Riel *et al.* (24), qui proposent de la réaliser systématiquement, quels que soient le type anatomique et le délai écoulé, avant d'envisager l'arthrolyse chirurgicale.

Quand et comment réaliser cette arthrolyse ?

Les publications sont peu nombreuses. Plus fréquentes en langue allemande, elles concernent surtout les arthrolyses après chirurgie ligamentaire plutôt que celles après fracture du genou.

Arthrolyse arthroscopique ou par arthrotomie ?

Le choix de la technique chirurgicale à adopter dépend surtout des anomalies anatomiques et du délai écoulé depuis l'intervention initiale. Ainsi, la rétraction du quadriceps et la rétraction des coques postérieures ne sont pas accessibles à une libération arthroscopique pour des raisons anatomiques et de fiabilité du geste chirurgical effectué. Dans ce cas, nous conseillons d'effectuer le geste d'arthrolyse par arthrotomie. Comme Aglietti *et al.* (17), nous pensons que les raideurs mixtes du genou (raideurs en flexion et en extension), qui sont la conséquence d'une rétraction capsulaire globale, doivent être traitées par une arthrolyse à ciel ouvert. Concernant la section des rétinaculum patellaires, notre préférence va à la section à ciel ouvert.

Les gestes de libération antérieure ou latérale peuvent techniquement être menés sous contrôle arthroscopique avec la même efficacité qu'à ciel ouvert : plastie de l'incisure intercondyalaire, excision de fibrose et du LCA en battant de cloche, section du ligament transverse du genou, résection d'une butée osseuse antérieure, libération du cul-de-sac sous-quadriceps et des rampes paracondyliennes. Pour nous, au-delà de 6 mois, la rétraction des ischiojambiers et des coques postérieures peut compromettre l'efficacité du geste arthroscopique. Mariani *et al.* (25) ont bien montré, par une étude histologique des produits d'arthrolyse arthroscopique, qu'il existait une corrélation significative entre le degré d'adhérence tissulaire qui augmente avec le temps et la diminution des amplitudes articulaires. Lorsqu'une arthrolyse est décidée plus de 6 mois après le traumatisme, nous n'hésitons pas à compléter le geste arthroscopique par une arthrotomie rétroligamentaire. Blauth et Jaeger (26) défendent l'arthrolyse à ciel ouvert. Mariani *et al.* (27) soulignent néanmoins l'intérêt de l'arthrolyse arthroscopique pour les patients fragiles chez qui une intervention plus lourde serait contre-indiquée. Les gestes arthroscopiques peuvent bien sûr être combinés à des gestes d'arthrolyse à ciel ouvert.

Quand doit-on effectuer cette arthrolyse ?

La réponse n'est pas univoque et dépend de l'expérience de chacun. Deroo (28) se base sur l'étude des amplitudes articulaires en cours de rééducation : si la récupération des amplitudes articulaires est limitée d'emblée ou

secondairement, un geste chirurgical doit être proposé; si la récupération même très lente est régulière, alors la rééducation doit être intensifiée. Cependant, si les douleurs sont importantes, une arthrolyse doit être proposée même en cas de récupération lente et progressive. Dans ce cas un geste de libération articulaire évite une rééducation forcée et les lésions cartilagineuses iatrogènes par écrasement. Schématiquement : si la raideur du genou est évidente sans amélioration nette ou source de douleur majeure après un à deux mois d'évolution, une arthrolyse sous arthroscopie doit être décidée.

Si la raideur récupère progressivement et régulièrement sans douleur excessive, tous les efforts doivent porter sur la rééducation. Les possibilités d'amélioration sont néanmoins limitées dans le temps et variables selon les auteurs. Au-delà de 6 mois, le gain sera mineur et nous envisageons dans ce cas une arthrolyse conduite sous arthroscopie ou, plus souvent, par arthrotomie selon les données cliniques ou radiologiques.

Deux cas particuliers doivent absolument être différenciés et recherchés : l'algodystrophie et l'infection.

Le syndrome neuroalgodystrophique associe raideur du genou et patella basse. Aucun geste d'arthrolyse ne doit être entrepris avant normalisation complète des signes cliniques et paracliniques. Le non-respect de cette règle aboutit toujours à un échec et nous pousse souvent à attendre 6 à 18 mois jusqu'à normalisation de la scintigraphie. Dans ce cas, au stade de séquelle, une récurrence de syndrome algoneurodystrophique sur cette même articulation est écarté, puisqu'on n'observe pas deux syndromes algoneurodystrophiques sur une même articulation.

La raideur du genou compliquant une arthrite septique est très souvent sévère et peut être associée à des synéchies cartilagineuses et des lésions chondrales d'apparition précoce. La normalisation complète des paramètres biologiques, cliniques et scintigraphiques, est le prérequis obligatoire à toute intervention de libération articulaire. Dans ces cas difficiles, il faut savoir résister aux plaintes bien légitimes du patient et ne réaliser l'arthrolyse qu'au stade séquellaire, car une intervention trop précoce se solderait par un échec.

Suites postopératoires

La qualité de la prise en charge postopératoire des arthrolyses du genou est essentielle à l'obtention d'un résultat fonctionnel satisfaisant. La rééducation y prend une place prépondérante et Merle d'Aubigné et Benassy (12) précisent que « si l'on peut évaluer à 50 % l'utilité de l'acte chirurgical, l'importance de la rééducation lui est au moins égale ». L'objet n'est pas ici de détailler un protocole précis de rééducation, mais d'exprimer ses grands principes en insistant sur quelques points fondamentaux.

Judet *et al.* (14) estiment que le résultat final des arthrolyses se joue dès le premier jour. Van Eijk *et al.* (29) soulignent que les amplitudes articulaires obtenues en cours d'intervention ne sont pas acquises et peuvent diminuer durant les trois premières semaines. La rééducation des arthrolyses doit

donc être immédiate, dès la sortie du bloc pour Judet, le premier jour dans notre expérience, évitant ainsi la fibrose et le cercle vicieux de la raideur. Cette prise en charge précoce est d'autant plus nécessaire qu'il existe des lésions cartilagineuses. Elle comporte des postures alternées du genou en flexion et en extension, associées à une mobilisation manuelle et/ou mécanique (arthromoteur). Des attelles non articulées doivent être confectionnées de façon répétée après kinésithérapie (à chaud) permettant une immobilisation dans une position d'amplitude maximale. Le kinésithérapeute ramène alors progressivement l'articulation vers une position d'amplitude optimale. Cette notion d'amplitude qui augmente à chaud est fondamentale à connaître car, à froid, la confection d'une attelle n'est pas efficace et le résultat de l'examen est toujours pessimiste. L'utilisation d'attelles articulées de posture avec un système de rappel automatique en flexion ou en extension s'avère particulièrement utile. Elles permettent de maintenir l'articulation en position de correction passive avec une force variable et réglable, tout en autorisant un travail actif des autres chaînes musculaires. L'association d'un traitement myo-relaxant peut s'avérer particulièrement utile et efficace. En cas de flessum, l'utilisation de cannes semble logique car, lors de la marche, l'absence de verrouillage du genou peut aboutir à une contraction des ischiojambiers qui pérennise le défaut d'extension active.

De nouvelles techniques anesthésiques et, en particulier, les blocs et injections épidurales d'anesthésiques locorégionaux, ont permis des avancées certaines. Plusieurs publications (30, 31) insistent sur leur intérêt qui permet une rééducation rapide et efficace, car peu douloureuse. L'utilisation de ces techniques, qui peut être prolongée 3 à 5 jours après l'intervention, améliore significativement le résultat final (31). Ceci ne doit pas faire oublier les complications d'une analgésie prolongée : Seeling *et al.* (32) font état de trois escarres de décubitus sévères.

La lutte contre les processus de fibrose doit éviter les hématomes postopératoires qui évoluent toujours vers la constitution de brides. Nous pensons que le risque de raideur itérative expose nos patients à une morbidité plus grande que le risque thromboembolique, qui est d'ailleurs prévenu par une mobilisation et un appui précoces et les moyens mécaniques habituels (bas de contention, massages, contractions isométriques des masses musculaires...). Pour nous, l'utilisation d'anticoagulants est contre-indiquée chez tous nos patients traités par arthrolyse, par arthroscopie ou arthrotomie, en dehors des patients qui bénéficiaient d'un traitement anticoagulant préopératoire, chez qui le traitement anticoagulant est repris par une héparinothérapie à la pompe, qui peut être beaucoup plus facilement contrôlée.

Conclusion

La prise en charge chirurgicale des raideurs du genou est difficile. Elle nécessite une libération hiérarchisée d'éléments anatomiques précis qui repose sur les données de l'examen clinique. L'acte chirurgical n'est qu'une partie de la

réussite du traitement qui passe par une collaboration kinésithérapique et médicale très étroite. Cette collaboration multidisciplinaire constitue en outre l'élément fondamental de la prévention de ces raideurs.

Références

1. Chiron Ph (1995) Fractures récentes de l'extrémité inférieure de l'adulte. Conférences d'enseignement de la SOFCOT: 147-65
2. Payr R (1917) Zur operativen Behandlung der Kniegelenkssteife. *Z Chir* 44: 809
3. Courvoisier JM (1937) Les interventions mobilisatrices dans les raideurs et les ankyloses du genou. Paris, Thèse
4. Boppe M (1944) Traitement chirurgical des raideurs graves en extension du genou. *Chir* 60: 187-94
5. Ramadier JO et Lacheretz (1954) Traitement des ankyloses et des raideurs en extension du genou. *Rev Chir Orthop* 40: 75-89
6. Rebouillat J (1960) Les interventions mobilisatrices dans les raideurs du genou post-traumatiques en extension. Lyon, Thèse
7. Tavernier L (1946) Technique de la cure opératoire des raideurs incoercibles du genou par libération fémoro-rotulienne. *Lyon Chir* 41: 351-3
8. Giunti A *et al.* (1981) Judet's arthromyolysis in the treatment of stiff knee in extension. *Ital J Orthop Traumatol* 7: 149-57
9. Christel P *et al.* (1988) L'arthrolyse percutanée sous contrôle arthroscopique et la mobilisation sous anesthésie dans le traitement des raideurs postopératoire du genou. *Rev Chir Orthop* 74: 517-25
10. Dejour D, Levigne C, Dejour H (1995) La rotule basse postopératoire. Traitement par allongement du tendon rotulien. *Rev Chir Orthop* 81: 286-95
11. Bennet GE (1922) Lengthening of the quadriceps tendon. *J Bone Joint Surg* 4: 279
12. Merle d'Aubigné R, Benassy J (1954) La mobilisation forcée dans les raideurs du genou. *Rev Chir Orthop* 40: 78-80
13. Keemss J, Rettig H (1987) Arthrolysis of the knee joint. *Unfallchirurgie* 13: 160-2
14. Judet R, Judet J, Lagrange J (1956) Une technique de libération de l'appareil extenseur dans les raideurs du genou. *Mém Ac Chir* 82: 944-7
15. Dejour H *et al.* (1989) Intérêt de l'arthrolyse postérieure dans les raideurs du genou en extension. [Abstract] 63^e congrès de la SOFCOT
16. Lobenhoffer P, Gerich T, Hernandez R (1996) Therapy of extension deficit of the knee joint by arthroscopic arthrolysis and dorsal capsulotomy. *Unfallchirurgie* 99: 707
17. Aglietti P *et al.* (1995) Results of surgical treatment of arthrofibrosis after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 3: 83-8
18. Kuhne JH, Theermann R (1991) Current aspect of knee joint arthlysis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 129: 85-93
19. Debeyre J, Artigou JM (1970) Traitement des raideurs postopératoires du genou par mobilisation articulaire sous anesthésie générale. *Ann Méd Phys* 13: 325-31
20. Delaunay Ch *et al.* (1983) Mobilisation du genou sous anesthésie en traumatologie. *Ann Chir* 37: 296-302
21. Fery A, Berchet T, Sommelet J (1983) Fracture de rotule par mobilisation traumatique des genoux enraidis. *Ann Med Nancy Est* 22: 553-6
22. De Marchi E, Gambier R (1954) La mobilisation forcée dans les raideurs du genou. *Rev Chir Orthop* 40: 78-80
23. Muller W (1999) Le genou. Springer-Verlag, Heidelberg, p 301-2
24. Riel KA, Dorr A, Bernett P (1990) Mobilisation under anesthesia and arthrolysis in post-operative knee joint stiffness. *Unfallchirurgie* 93: 73-6
25. Mariani PP *et al.* (1997) Histological and structural study of the adhesive tissue in knee fibroarthrosis: a clinical-pathological correlation. *Arthroscopy* 13: 313-8

26. Blauth W, Jaegge T (1990) Arthrolysis of the knee joint. *Orthopade* 19: 388-99
27. Mariani PP, Gigli C, Ferretti A (1988) Arthroscopic arthrolysis of the knee. *Ital J Orthop Traumatol* 14: 149-56
28. Deroo AY (1972) Etude des formes antomo-cliniques des raideurs du genou dans le cadre d'un centre de réadaptation fonctionnelle. Lyon, Thèse
29. Van Eijck GJ, Poets JJ, Van der Werken C (1991) Surgical arthrolysis for posttraumatic stiffening of elbow and knee joints. *Neth J Surg* 43: 252-7
30. Ulrich C, Burri C, Wordsorfer O (1986) Continuous passive motion after knee-joint arthrolysis under catheter peridural anesthesia. *Arch Ortho trauma surg* 104(6): 346-51
31. Vanelslender J *et al.* (1980) L'analgésie péridurale continue dans le traitement des raideurs du genou. *Cah Anesthésiol* 28: 833-41
32. Seeling W, Mayer T, Wordsorfer O (1999) Early postoperative mobilisation of the knee joint following arthrolysis with continuous catheter peridural anesthesia. *Reg Anaesth* 8: 1-4

Conclusion : quelle est la bonne pratique ?

A. Vannineuse et Ch. Fontaine

Le genou est une articulation complexe : il doit concilier des contraintes importantes dans des situations variées, la propulsion à vitesse variable et l'adaptation au terrain. Il se caractérise par l'organisation anatomique et fonctionnelle de trois composants réunis par des structures capsulo-ligamentaires complexes et qui constituent trois compartiments à la fois distincts et intimement liés. Que la fracture touche la structure articulaire ou non, toute désorganisation anatomique induit des conséquences mécaniques et biomécaniques qui agissent sur le pronostic à court et long termes. Les lésions associées des tissus mous en aggravent encore le devenir fonctionnel. Il est donc important d'assurer la restauration anatomique des composants osseux sans négliger les autres. Cette restauration ne peut se faire sans une approche et une réflexion biomécaniques associées.

Biomécanique élémentaire du genou (1-3)

Aborder le genou impose de raisonner sur la totalité du membre inférieur. La hanche est construite comme une potence latérale qui conditionne les axes du genou (fig. 1) :

- le plan d'appui des surfaces articulaire du genou est normalement perpendiculaire à la verticale ;
- les trois articulations sont alignées sur l'axe mécanique du membre inférieur ; l'interligne fémoro-tibial fait un angle de 87° avec ce plan ;
- la diaphyse fémorale fait un angle de 81° avec ce plan.

Au repos, il devrait exister une répartition harmonieuse des charges sur les deux condyles et les deux plateaux des deux genoux. Cet équilibre est acquis grâce à la conjonction des axes ostéo-articulaires et de l'intégrité de l'appareil musculo-capsulo-ligamentaire : en appui symétrique des deux membres, les forces musculaires nécessaires sont minimales. En appui unipodal, la potence fémorale induit des contraintes qui sont neutralisées par les ligaments collatéraux, le tractus ilio-tibial et les stabilisateurs de la hanche (muscles fessiers).

À la marche, des contraintes variables apparaissent : le développement différent de la spirale des condyles et de la surface des plateaux tibiaux dans le plan sagittal, devrait provoquer la luxation systématique du genou lors de la flexion : la congruence articulaire est la résultante d'une combinaison de roulement et de glissement des condyles sur les plateaux. Pour ce faire, l'intégrité

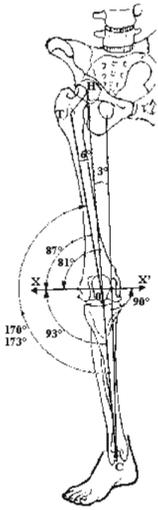


Fig. 1 – Les axes du membre inférieur en appui bipodal (d'après Kapandji (1)). Ils sont obliques par rapport à la verticale « GC ». L'axe mécanique « HOC » des trois articulations du membre inférieur est aligné sur le membre normal. Il fait un axe de 3° avec la verticale. L'axe de flexion bicondylien du genou « XX' » fait un angle de 90° avec la verticale et est parallèle à l'axe transversal des plateaux tibiaux lorsque l'articulation est emboîtée. La potence de la hanche (HT) crée un porte-à-faux. De ce fait, l'axe du fémur « TO » fait un axe de 6° avec l'axe mécanique et 9° par rapport à la verticale, tandis que l'axe du tibia « OC » se confond avec l'axe mécanique « HOC ». De cette obliquité du squelette, il résulte que respectivement, les axes osseux et mécanique du fémur font un angle de 81° et 87° avec la surface articulaire du genou, tandis que les axes mécanique et osseux du tibia font un angle de 93° .

des cales méniscales et le jeu harmonieux des ligaments croisés sont indispensables. La répartition des charges et leur localisation sur les genoux et leurs différents composants varient au cours des différentes phases de la marche et de la flexion-extension. Ces phénomènes ont été bien analysés par Maquet (2).

Il faut enfin ajouter les contraintes liées au mouvement de rotation qui existent dans le genou fléchi dont les deux plateaux tibiaux n'ont pas la même géométrie de profil : le condyle médial est concave tandis que le latéral est convexe et l'amplitude du mouvement y est différente. Le rôle du pivot central, composé de l'éminence intercondyloire (épines tibiales) et des ligaments croisés, est conditionné par une absence de conflit dans l'incisure intercondyloire.

Le dernier élément est constitué par les rapports statiques et dynamiques de la patella. Sa position par rapport à la trochlée et aux condyles n'est pas anodine dans la transmission du bras de levier fémoro-tibial. Sa mobilité relative par rapport au tibia est assurée et stabilisée par les ailerons anatomiques (rétinaculum patellaires) et fonctionnels. Lorsque l'on sait l'aspect parfois peu développé des rétinaculum (4), on comprend le rôle joué par les ailerons fonctionnels dont le fascia lata, grâce à ses fibres arciformes (5).

Le fonctionnement du genou repose sur un équilibre complexe des différents composants osseux, cartilagineux, capsulo-ligamentaires et musculaires. Sur un genou initialement sain, c'est-à-dire dont l'architecture est normale et la fonction parfaite avant le traumatisme, on ne peut espérer une récupération fonctionnelle immédiate : l'atrophie rapide du quadriceps joue un rôle négatif sur le verrouillage de l'articulation ; s'il existait déjà une pathologie latente masquée par la capacité d'adaptation de l'organisme, alors même que la réparation articulaire semble chirurgicalement parfaite, de mauvais résultats fonctionnels trouvent une explication : l'accident a rompu un équilibre instable. Une analyse attentive de ces risques préopératoires devrait être faite pour assurer une bonne information du patient et l'avertir de ce risque péjo-

ratif. Cette analyse devient absolument fondamentale lorsque l'on entame une chirurgie secondaire destinée à corriger les résultats de la réparation initiale.

Une réparation inadéquate conduit évidemment à des conséquences désastreuses mais parfois tardives (fig. 2). L'existence d'un revêtement cartilagineux particulièrement épais, 3 à 4 mm au centre des condyles et 4 à 5 mm sur la crête patellaire (1), explique pourquoi des incongruences articulaires sont relativement bien supportées pendant un certain temps.



Fig. 2 – Patient âgé de 59 ans, alcoolique, épileptique, non collaborant (\pm SDF), fractures proximales des deux tibias, refus de traitement lors de la fracture initiale, déformation complexe de la jambe gauche. a) Déformation en valgus, recurvatum léger et rotation (sur le cliché, on constate que la cheville n'est pas alignée). b) Arthrose évoluée du genou gauche. Elle est probablement liée à cette désaxation complexe qui induit des contraintes biomécaniques.

Épidémiologie

Les données de l'épidémiologie sont consignées au tableau I : il s'agit le plus souvent de lésions de pronostic sévère, car elles impliquent soit un homme jeune victime d'un traumatisme à haute énergie, avec un nombre important de fractures ouvertes, soit une femme âgée et donc en général ostéoporotique et porteuse de tares locales et générales. L'atteinte intra-articulaire aggrave encore le pronostic.

Ensemble des fractures	3,5 %
Fractures du fémur	6 %
Fractures simples	27 %
Fractures à comminution métaphysaire prédominante	45 %
Fractures à comminution épiphysaire prédominante	28 %
Fractures ouvertes (Cauchoix I ou II)	20 à 40 %
Lésions vasculo-nerveuses	< 10 %
Lésions ligamentaires associées	20 %
Fractures ipsilatérales associées	50 %
Polytraumatismes	20 %

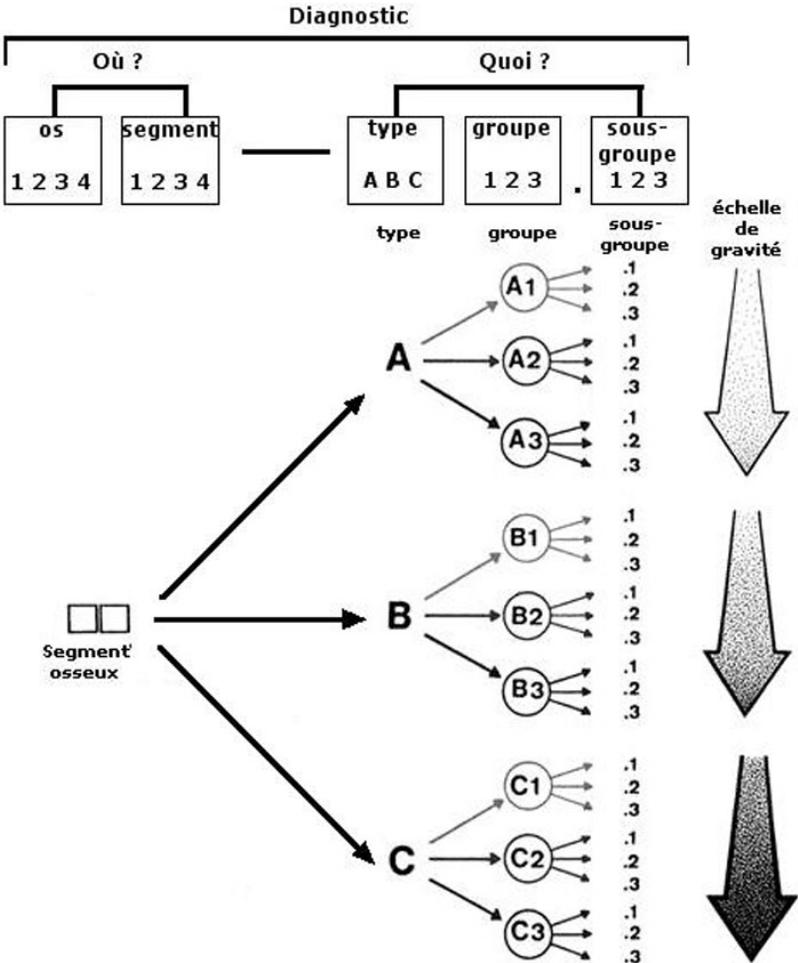
Tableau I – Épidémiologie des fractures distales du fémur distal.

À ce titre, le travail de classification préopératoire n'a pas seulement une vertu scientifique : il impose une étude soignée clinique et radiologique ; il permet d'assurer la stratégie de traitement et de préciser le pronostic. Elle doit donc servir de base au traitement et à l'évaluation des résultats. La classification AO, par sa progression ternaire dans le code de lettres et de chiffres, procure une vision immédiate du degré de gravité (fig. 3) (6).

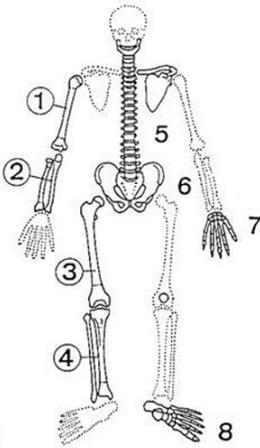
Fig. 3 – Classification AO des fractures du genou. Les fractures de l'extrémité distale du fémur sont prise comme exemple. Chaque fracture peut être caractérisée par un code comprenant deux chiffres, une lettre puis un ou deux chiffres. Le premier chiffre indique l'os (fémur = 3), le second qualifie la situation de proximal à distal (de 1 à 3); donc pour le fémur distal, il s'agit du groupe 33. Chacune des lettres et chiffres qui suit donne indice croissant de gravité et de complexité. Le classement n'est pas obtenu par rapprochement par rapport au modèle, mais par un jeu de questions à réponse binaire qui permet de progresser dans la classification de manière pertinente. On se référera pour la méthode aux chapitres traités par S. NAZARIAN.

a) Le principe de la classification avec sa structure ternaire progressive en fonction de la gravité, de la complexité et donc de la gravité. b) Rappel du code chiffré de localisation anatomique. c) Rappel du code chiffré de localisation osseuse, proximal, diaphysaire et distal. d) Rappel du code littéral de complexité fracturaire. e) Exemple appliqué au groupe 33-fémur distal. Le sous-groupe illustré est en caractères gras et souligné.

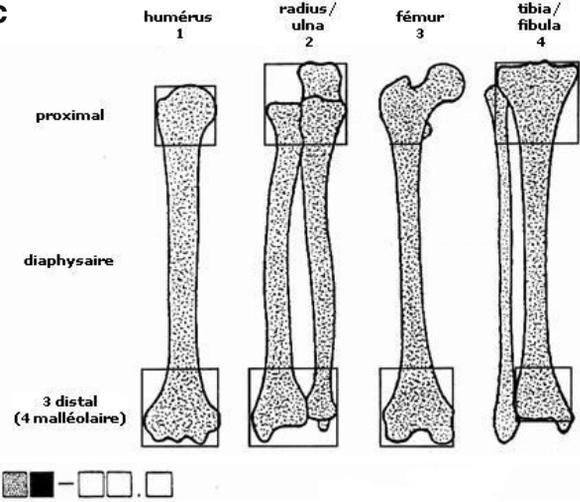
a



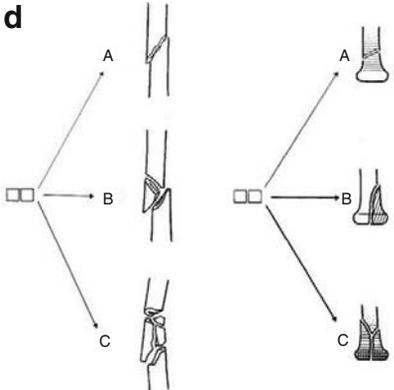
b



c



d



e

A = fracture extra-articulaire

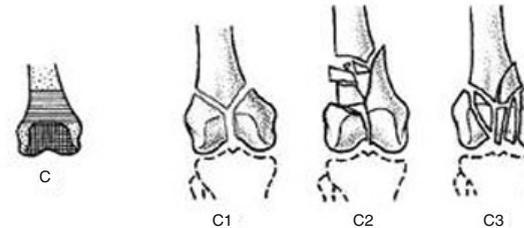
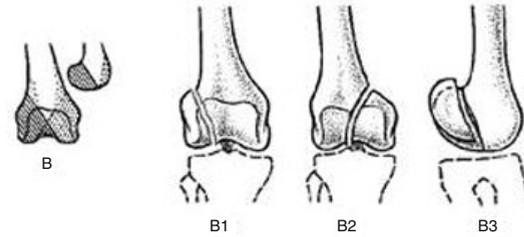
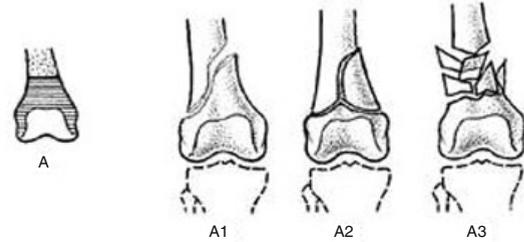
- A1 fracture extra-articulaire, simple
 - .1 apophysaire
 - .2 métaphysaire oblique ou spiroïde
 - .3 métaphysaire transverse
- A2 fracture extra-articulaire, avec coin métaphysaire
 - .1 **intact**
 - .2 fragmenté, latéral
 - .3 fragmenté, médial
- A3 fracture extra-articulaire, métaphysaire complexe
 - .1 avec un fragment intermédiaire
 - .2 **irrégulière, limitée à la métaphyse**
 - .3 irrégulière, étendue à la diaphyse

B = fracture articulaire partielle

- B1 fracture articulaire partielle sagittale, latéral condyle
 - .1 simple, à travers l'échancrure
 - .2 **simple, à travers la surface portante**
 - .3 multifragmentaire
- B2 fracture articulaire partielle sagittale, condyle médial
 - .1 **simple, à travers l'échancrure**
 - .2 simple, à travers la surface portante
 - .3 multifragmentaire
- B3 fracture articulaire partielle, frontale
 - .1 fracture avec une écaïlle antérieure et latérale
 - .2 **unicondylienne postérieure (Hoffa)**
 - .3 bicondylienne postérieure

C = fracture articulaire complète

- C1 fracture articulaire complète simple et métaphysaire simple
 - .1 **en T- ou Y, déplacement modéré**
 - .2 en T- ou Y, déplacement marqué
 - .3 en T, épiphysaire
- C2 fracture articulaire complète simple, métaphysaire multifragmentaire
 - .1 coin intact
 - .2 **coin fragmenté**
 - .3 complexe
- C3 fracture articulaire complète, multifragmentaire
 - .1 métaphysaire simple
 - .2 **métaphysaire multifragmentaire**
 - .3 métaphyso-diaphysaire multifragmentaire



groupe 33



Prise en charge initiale et bilan

Les principes de la prise en charge initiale sont assez univoques et ont déjà été maintes fois décrits (7). Le bilan général et la réanimation initiale ne sauraient être négligés dans le cas d'un jeune accidenté du genou, souvent polyfracturé, voire polytraumatisé. L'évaluation neurovasculaire locale doit être consignée avant la mise en place des techniques d'analgésie locale et générale : la complète collaboration du patient est indispensable à un bilan parfait. Parfois, lors de plaies par balles notamment, les circonstances et le contexte sont primordiaux. Un soin particulier et diligent doit être apporté aux fractures ouvertes, d'autant plus redoutables que l'articulation est atteinte : il faut veiller à réduire la contamination secondaire, tant au ramassage qu'à l'accueil. On peut proposer comme schéma (8) :

- le nettoyage abondant de la plaie avec un antiseptique ;
- la fermeture cutanée simple ou l'occlusion par un champ stérile ;
- l'immobilisation dans une attelle ;
- l'antibiothérapie intraveineuse (tableau II) ;
- la prophylaxie antitétanique à ne pas oublier.

Type	Produit	Posologie	Durée
Grade I et II de Gustillo	céfazoline	2 g pré-op (réinjection de 1 g à la 4 ^e heure) puis 1 g/8 h	48 h
Plaie souillées	aminopénicilline + inhibiteur bêtalactamases	2g (réinjection de 1 g à la 4 ^e heure) puis 1 g/8 h	48 h
	+ gentamicine	2 à 3 g/kg/j	48 h
Idem + allergie	clindamycine	600 mg préop (réinjection de 600 mg à la 4 ^e heure) puis 1 g/6 h	48 h
	+ gentamicine	2 à 3 g/kg/j	48 h

Dans tous les cas, lorsque l'intervention dépasse une durée de quatre heures, une réinjection peropératoire d'antibiotiques doit être prévue.

Tableau II – Recommandations de la SFAR pour la pratique de l'antibioprophylaxie en chirurgie. Fractures ouvertes (9).

L'examen clinique, mené par le chirurgien traitant lui-même, devrait être le plus prompt possible, d'une part afin de ne pas négliger un élément d'urgence dans la prise en charge thérapeutique, et qui pourrait engager sa responsabilité, d'autre part pour permettre un examen clinique local avant que l'œdème et l'hématome n'aient trop modifié l'aspect local. Ceci est particulièrement vrai dans les lésions de l'appareil extenseur. Lorsque l'existence d'une

fracture des os longs du genou n'est pas évidente, la palpation soigneuse doit rechercher les points douloureux électifs. L'absence d'impotence fonctionnelle majeure doit faire rechercher les lésions ménisco-ligamentaires. L'incapacité à étendre le genou contre la pesanteur est un signe d'atteinte de l'appareil extenseur à ne pas négliger, mais son absence n'est pas significative du contraire. Lors d'un gros déplacement, il ne faut pas oublier l'évaluation neurovasculaire.

Enfin, cette présence précoce permet un premier contact avec le patient et sa famille : elle apporte une « touche » psychologique importante dans des lésions où les séquelles ne sont pas exceptionnelles. En cas de contentieux, le retard de prise en charge ne pourra pas être soulevé. Les premiers éléments de l'information devenue indispensable d'un point de vue médico-légal, sont également prodigués. Le chirurgien peut aussi, à ce moment, préciser le bilan radiologique qu'il souhaite.

Dans cette évaluation clinique, l'existence de signes d'ischémie est une urgence : la persistance d'un pouls dans un tableau de souffrance vasculaire, ne saurait être interprété comme un signe rassurant. Le recours à l'artériographie doit être envisagé, mais les délais qu'elle impose ne doivent pas compromettre l'avenir du membre. Normale, elle n'exclut pas toujours une lésion intimale et la surveillance vasculaire des gros déplacements doit être maintenue. Lorsqu'une réparation vasculaire est nécessaire, le dilemme existe entre le choix des priorités :

- la réparation vasculaire première risque d'être compromise par le geste orthopédique ;
- la réparation ostéo-articulaire première, par sa longueur, risque d'entraîner des dégâts ischémiques irréversibles.

Le compromis peut-être obtenu par l'utilisation d'un *shunt* vasculaire provisoire.

Quelle que soit la procédure d'urgence, un bilan radiologique initial doit être réalisé : il doit être guidé par l'examen clinique préalable. Deux clichés, de face et de profil stricts, sont le minimum. Il serait bien que, une fois pour toute, soit bannie cette pratique encore trop fréquente qui consiste à mobiliser le patient plutôt que la source. Ce procédé présente deux inconvénients majeurs :

- il est générateur de douleurs inutiles pour le patient ;
- les incidences sont régulièrement imparfaites.

Devant une fracture évidente des os longs, ces deux incidences bien faites suffisent au diagnostic et à l'élaboration du plan thérapeutique. Il faudrait avoir pour règle :

- de toujours penser à une fracture associée de la patella ;
- de refaire les clichés médiocres qui ne sauraient être une excuse pour échapper à notre responsabilité médico-légale.

Dans les autres cas, les données de l'examen orientent vers des incidences complémentaires (patellaires, obliques, voire tangentielles à la recherche d'une

avulsion ligamentaire). Devant une suspicion clinique dont l'imagerie est normale, il est prudent de renouveler à distance voire de compléter le bilan clinique et radiologique. Chez l'enfant, des comparatifs, voire des clichés dynamiques sous anesthésie, peuvent être requis. Dans tous les cas, les données de l'examen doivent être consignées sur la fiche d'examen, l'attitude expliquée au patient et à sa famille, de même que le recours éventuel ultérieur à l'imagerie. Ces faits devraient, idéalement, être communiqués au médecin traitant.

Imagerie complémentaire

Devant un tableau clinique qui ne fait pas sa preuve par l'imagerie conventionnelle, les investigations complémentaires doivent répondre à une stratégie raisonnée :

- la radiographie du côté sain : réalisée avec un abaque, elle permet, dans les grands fracas, de mieux restituer la longueur. Elle permet aussi de mieux réfléchir à la stratégie opératoire en s'aidant de calques des implants dans leur position ;

- l'échographie : elle est opérateur-dépendant et doit être confié à un opérateur de confiance. Inutile dans les fractures, son intérêt réside éventuellement dans l'étude de l'appareil extenseur ;

- le scanner : il montre bien l'os. Il faut y recourir devant des enfoncements des plateaux tibiaux, les fractures très complexes, mais surtout devant un doute quant à la congruence d'une articulation lésée si son exploration directe n'est pas envisagée, notamment lors d'un geste percutané ;

- l'IRM : adaptée à l'examen des tissus mous, elle est utile aussi pour détecter les petites lésions articulaires et ostéochondrales, et pour l'étude du cartilage de croissance ;

- la scintigraphie : moins spécifique et précise que l'IRM, son domaine roi est certainement la fracture de fatigue lorsque le tableau clinique est évocateur.

Traitement

Les fractures du genou sont dominées par deux complications relativement spécifiques :

- la raideur, améliorée par une mobilisation précoce ;

- le cal vicieux, qui peuvent être contrecarrés par une restitution aussi parfaite que possible des axes (1) dans le plan frontal, en varus et valgus, (2) dans le plan sagittal, en flexion et récurvatum, et (3) dans le plan transversal, en rotation ; la longueur est de moindre importance, pour autant que la différence soit raisonnable.

Seule la chirurgie permet de remplir ce cahier des charges, pour autant qu'elle soit parfaite. Mais, dès que les lésions cessent d'être simples, l'acte devient rapidement difficile et devrait être confié à un opérateur confirmé,

qui connaît la traumatologie et ses contraintes, qui connaît et maîtrise les différents implants, qui connaît le genou et sa biomécanique.

Traitement orthopédique

Les lésions non ou peu déplacée de l'appareil extenseur peuvent tirer grand profit de ce type de traitement. L'immobilisation pure est moins contraignante, mais son résultat fonctionnel est moins bon. Le traitement fonctionnel demande toujours plus de collaboration de la part du patient. Les lésions des os longs ne sont pas des indications souhaitables à cette approche.

Plâtre

Il trouve son indication principale dans le refus du patient, malgré une information correcte et loyale, ou encore pour une fracture non déplacée, une contre-indication formelle à la chirurgie. Dans ces deux derniers cas, le recours à un traitement fonctionnel est plus souhaitable, car le traitement est long et n'est pas dénué de risques :

- embolique (la surveillance sous plâtre est difficile) ;
- de lésions de compression cutanée ;
- les compressions du nerf fibulaire commun ;
- les déplacements secondaires, lorsque l'œdème a régressé et que l'amyotrophie s'est installée.

D'une manière plus raisonnable, la lésion simple, non ou peu déplacée de l'enfant ne demande pas plus. Un embrochage peut assurer une lésion instable. La prudence s'impose dans les fractures de type Salter III et IV : il faut être sûr de la congruence de la surface articulaire et surveiller le risque de déplacement secondaire.

Traitement fonctionnel

Il ne se discute pas en tant que traitement d'attente à visée antalgique, avant l'intervention. Il vit également du refus ou d'une contre-indication à un geste chirurgical lourd. Dans ce dernier cas, la surmortalité associée à l'alitement prolongé, doit faire évaluer et discuter le risque, tant avec les anesthésistes qu'avec le patient et sa famille : deux mois de traction sur cadre avec mobilisation, suivis de un à deux mois de plâtre ne sont pas anodins, surtout lorsque, à terme, le nombre de cals vicieux reste important (10). Il peut se justifier dans les fractures extrêmement comminutives qui rendent toute reconstruction anatomique impossible ou en complément d'un traitement chirurgical.

Traitement chirurgical des fractures distales du fémur

La chirurgie par abord direct du foyer constitue la base de la prise en charge de ces fractures. Un certain nombre de règles doivent être observées. Leur connaissance et leur bonne application permettent d'acquérir l'expérience de

ces lésions et ouvrent alors la voie à des techniques plus sophistiquées dont les indications doivent être bien cernées.

Règles de base

Soulignons d'emblée que, en fin d'intervention, le testing ligamentaire ne devrait jamais être négligé.

L'utilisation du garrot doit toujours être soigneusement pesée : dès que la lésion s'étend au niveau proximal, il peut compromettre la stérilité du champ opératoire et constituer une gêne sérieuse à l'abord et la mise en place de certains implants à fort développement proximal.

L'installation doit permettre la mobilisation du membre. Outre son intérêt pour la réduction de la fracture, elle permet (1) en flexion, le réglage des déviations en rotation, et (2) l'évaluation des défauts d'axe que l'on apprécie mieux lorsque le genou est mis en extension, avec un éventuel blocage provisoire, surtout si le fragment distal est court. Le décubitus dorsal est plus pratique pour la prise des repères, mais la position opératoire est parfois moins confortable.

La prise éventuelle d'un greffon cortico-spongieux doit être prévue.

La voie d'abord latérale est certainement la plus utilisée. Elle sera parfois modifiée :

- par l'existence d'une plaie qui peut être utilisée, en même temps que le parage est réalisé;
- par la nécessité d'éviter une zone d'attrition trop sévère;
- par l'adjonction d'une voie médiale supplémentaire, pour améliorer le traitement de la lésion articulaire. En cas de fracture de la patella très déplacée, la voie transpatellaire peut apporter une vision intéressante sur l'articulation.

Il ne faut pas perdre de vue que la multiplication des plaies et voies d'abord peut compromettre la vitalité des tissus.

La stabilisation de l'articulation doit être réalisée en premier pour permettre ensuite de solidariser l'épiphyse à la métaphyse et à la diaphyse. La congruence articulaire doit être aussi parfaite que possible. En revanche, il faut éviter d'aggraver la dévitalisation des fragments lors des grosses comminutions métaphyso-diaphysaires. Jean Puget nous livrait récemment une réflexion intéressante : « Plus la comminution est grande, moins il faut voir le foyer de fracture. » On peut donc en déduire que :

- plus la fracture métaphyso-diaphysaire est simple, plus il faut s'orienter vers le concept stabilité absolue et celui de « soudure autogène », cher à Lambotte et à Muller (6);
- plus la comminution est sévère, plus il faut utiliser le concept de stabilité relative et la consolidation biologique (11);
- plus une zone est instable mécaniquement, plus il faut écarter les vis pour que les sollicitations en flexion, source de rupture des implants, puissent se répartir sur une surface longue (fig. 4). Une alternative classique est la greffe cortico-spongieuse de la zone d'instabilité.

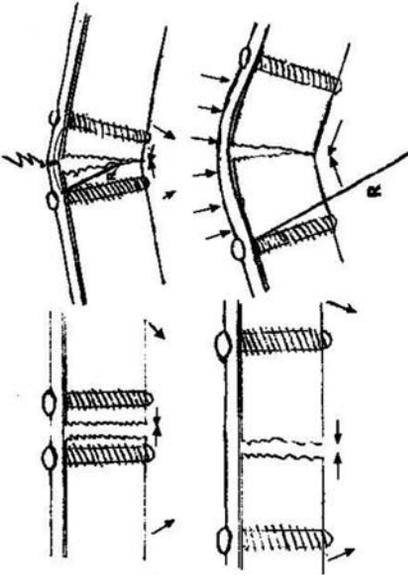


Fig. 4. — Les sollicitations cycliques en flexion sur un implant finissent par provoquer sa rupture. Selon que les vis sont éloignées (B) ou proches (A) du trait de fracture, les contraintes en flexion se répartissent sur une distance plus ou moins grande. R est le rayon de courbure de la déformation de l'implant. Selon l'hypothèse de Bernoulli, l'importance de la déformation est inversement proportionnelle au rayon R.

La stabilité du montage doit permettre la mobilisation immédiate. L'utilisation simultanée du plâtre va à l'encontre de ce principe. La multiplicité des implants traduit bien le problème du choix et du résultat espéré. Si l'on répond aux critères énoncés plus haut, le bon matériel est celui que l'on connaît et maîtrise bien. Chaque implant a des impératifs spécifiques qu'il importe de bien cerner.

Quelques aspects spécifiques

Lame-plaque

Son dessin permet une réduction automatique sur la plaque pour autant que la lame ait été parfaitement mise, car elle ne tolère aucun degré de liberté. L'ostéosynthèse stable préalable de l'épiphyse doit être réalisée et la position des vis doit éviter le conflit ultérieur lors de la pose de la lame.

Vis-plaque DCS

Elle offre une alternative très valable à la lame-plaque, car on garde plus de liberté dans l'orientation sagittale de la plaque par rapport à la diaphyse.

Vis-plaques

Autre alternative très classique, le risque de tenue des vis sur os ostéoporotique reste un problème qui peut être résolu par les plaques à vis verrouillées type LCP (fig. 5) ou LISS. Elles ont par contre peu de contraintes liées à la pose elle-même. Une perte de substance métaphysaire médiale induit une instabilité de l'implant avec son risque de fracture de fatigue. La stabilisation médiale est donc indispensable, le plus souvent par une greffe cortico-spongieuse.



Fig. 5 – Fracture très comminutive traitée par plaque LCP en pontage (courtoisie Dr Sommer). a) Aspect préopératoire. b) Aspect postopératoire : la stabilité angulaire des vis angulaire des vis compense la perte de substance relative au niveau de la corticale médiale.

Clous centromédullaires

Le clou antégrade a peu d'indication car la stabilisation distale est souvent aléatoire.

Sa forme rétrograde pose le problème d'une agression articulaire supplémentaire qui ne semble pas gêner ses adeptes. Pratique chez le patient obèse, dans l'ostéoporose, dans les fractures supracondyliennes, qu'elles soient simples ou complexes, dans les délabrements et les fractures ouvertes, son application efficace lorsque l'épiphyse est lésée, est en revanche peut-être plus délicate.

Il importe surtout d'enfoncer le clou suffisamment pour ne pas créer un conflit avec le contenu de l'incisure intercondylaire (ligament croisé antérieur). Le clou DFN apporte une gamme de solutions intéressante dans la prise en charge de cas plus complexes.

Avec Curlee *et al.* (12), il semble intéressant de retenir comme indication relative de l'enclouage rétrograde :

- les fractures associées ipsilatérales du fémur et du tibia ;
- les fractures associées ipsilatérales du fémur, et du pelvis ou de l'acétabulum ;
- les fractures ipsilatérales associées du col et de la diaphyse fémorale ;
- les fractures supracondyliennes du fémur ;
- les lésions rachidiennes instables ;
- le polytraumatisme ;
- la grossesse ;
- l'obésité pathologique.

Techniques mini-invasives

Outre le clou mentionné plus haut, l'utilisation de plaques en chirurgie mini-invasive trouve surtout son utilité dans les fractures à haute énergie, car la vitalité des tissus déjà compromise par le traumatisme causal tirera bénéfice d'une agression tissulaire moindre. Le risque de désunion cutanée sera lui aussi minoré. Il faut néanmoins être conscient que la chirurgie mini-invasive est beaucoup moins facile que la chirurgie conventionnelle. Ces voies d'abord ne peuvent être l'excuse d'un montage imparfait et/ou instable. La réduction est plus laborieuse à obtenir et à maintenir avant que le montage ne soit suffisamment rigide en cours d'intervention. Elle offre un avantage sur les lésions comminutives : la dévitalisation des fragments n'est pas accrue. La réduction ne doit être recherchée que pour les surfaces articulaires mais les axes anatomiques doivent être prioritairement restaurés.

Système LISS et les plaques LCP

Il s'agit d'un concept novateur puisque la stabilisation est recherchée par la création d'un cadre rigide grâce à des vis verrouillées dans l'implant qui transposent le principe du fixateur externe.

Conçu d'emblée pour une utilisation mini-invasive, le problème majeur du LISS est la réduction première qui doit être acquise et maintenue jusqu'à la pose de l'implant. Le passage submusculaire de l'implant ne pose aucun problème, il est étonnement simple. Un piège dont il faut être conscient est que, du fait du verrouillage de la vis dans la plaque, la vis semble parfaitement stable même quand elle est à côté de l'os ; il faut rester très attentif à cet écueil. Cet implant est particulièrement intéressant sur os ostéoporotique, même en cas de comminution, mais aussi pour les fractures périprothétiques, surtout lorsque l'usage du clou intercondylien n'est pas possible.

Les plaques LCP sont très polyvalentes, elles offrent une association possible de vis verrouillées et de vis conventionnelles orientables dans l'espace. Les vis de traction et les vis classiques doivent être posées en premier, car les vis verrouillées rendent le montage rigide et pourraient conduire à des conflits si l'ordre d'implantation était inversé.

Fixateur externe

Rigal, dans son chapitre, mentionnait que le rôle du fixateur externe était assez limité dans cette indication. Néanmoins, il est bon de rappeler (13) que lorsqu'on ne sait pas quoi faire, le fixateur externe est toujours une bonne solution. En effet, il permet de réfléchir, de commander un matériel spécifique, d'attendre une amélioration locale ou générale avant un geste plus adapté, de procéder itérativement à des corrections d'axe, de pratiquer une ostéosynthèse composite moins massive et invasive ou stabiliser une ostéosynthèse fragile du fait d'un mauvais terrain osseux, de transférer vers un centre plus adapté. Ce choix, loin d'être un échec, peut être une sécurité, et, *a contrario*, une obligation de moyens non remplie, lorsque ce transfert souhaitable n'a pas été réalisé.

Traitement chirurgical des fractures proximales du tibia

Le respect et la restauration des plateaux tibiaux, zone d'appui du genou, sont le point-clé du traitement de la fracture dans cette localisation. Encore une fois, les techniques mini-invasives, si elles réduisent l'effet agressif de la voie d'abord sur la fonction, n'ont de justification que si elles atteignent un résultat au moins équivalent aux techniques classiques. L'arthroscopie peropératoire est un moyen élégant de contrôler la restauration de la surface articulaire, voire de compléter le bilan lésionnel et préciser le pronostic intra-articulaire, notamment ménisco-ligamentaire qui contribuent à rendre le résultat moins satisfaisant.

Vissage

Pour une personne âgée dont la fracture est peu déplacée et pour éviter un plâtre difficilement supportable, la méthode est élégante et peu invasive. La surface articulaire doit être intacte ou bien restaurée. L'ostéoporose, parfois extrême, fait qu'on ne peut compter sur le vissage pour réduire : la grosse vis de traction, par sa puissance, est capable d'enfoncer une rondelle dans l'os sans que la réduction de se fasse.

Ostéosynthèse par plaque vissée

À foyer ouvert, elle reste la méthode conventionnelle. Des problèmes existants sont :

- la nécessité d'une double plaque, lorsque les deux plateaux sont atteints pour obtenir une stabilité suffisante ;
- le comblement des pertes de substance liées au tassement du spongieux ;
- le risque de désunion cutanée dans les fractures à abord multiple ou sur des terrains déjà visités, majoré par des implants massifs, les lésions à haute énergie et les attritions de tissus mous.

Il faut rester attentif au fait que le système LISS, malgré son aspect, est plus proche du fixateur externe que de la fixation par plaque. Son intérêt réside dans l'abord mini-invasif et dans la stabilité angulaire du montage qui peut permettre d'éviter dans certains cas, l'utilisation d'une double plaque et de la greffe de comblement. L'impératif de réduction préalable et du maintien de cette réduction avant la stabilisation reste présente comme pour la localisation fémorale. La réduction de la fracture à la plaque est quasi impossible, sauf à utiliser l'instrumentation de réduction, mais avant la fixation définitive et surtout pour améliorer un résultat encore insuffisant.

Fixateur externe

Il n'est pas nécessaire de revenir sur son intérêt en général. Le fixateur externe est une bonne alternative lorsque les lésions des tissus de revêtement et la qualité osseuse n'autorisent pas une ostéosynthèse interne, notamment pour les fractures complexes à haute énergie de l'extrémité proximale du tibia. La bonne utilisation de cet implant implique de bien maîtriser ses différentes

modalités ainsi que les techniques de réduction à foyer fermé. Son usage comme solution d'attente est également à retenir.

Arthroscopie

Il s'agit d'un moyen efficace pour avoir une bonne vision de la réduction articulaire dont l'insuffisance est source d'arthrose. Bien utilisée, l'arthroscopie est moins invasive et donne une vision supérieure à l'abord chirurgical direct de l'articulation. Il s'agit donc d'un appoint aux autres modalités de fixation.

Appareil extenseur

Patella

Le traitement conservateur se conçoit pour les fractures verticales ou non déplacées, qui ne menacent pas l'intégrité de l'appareil extenseur. Une séparation de 3 mm et une marche d'escalier de 2 mm au maximum sont acceptables. Le refus opératoire et la contre-indication y conduisent naturellement avec un risque majoré d'arthrose si la fracture n'est pas parfaitement congruente. Plus l'âge avance, plus le risque d'arthrose augmente, quelle que soit la qualité du traitement.

La patellectomie partielle doit avoir des indications très limitées, laissant la plus large place à l'ostéosynthèse. La patellectomie partielle distale induit le risque de patella basse. Les fractures marginales comminutives représentant moins de 30 % de la surface peuvent être excisées.

La patellectomie totale doit être envisagée pour les fractures comminutives qui ne peuvent être reconstruites. Les suites en sont assez simples, mais les résultats à long terme restent limités.

Ligament patellaire

Le traitement de la rupture est chirurgical, il doit être parfait d'emblée car l'avenir fonctionnel du genou en dépend. Mal conduit, ce traitement oblige à des techniques plus complexes dont les résultats sont plus aléatoires.

Tendon quadricipital

Là aussi, le traitement est chirurgical d'emblée. Les ruptures anciennes ont des prises en charge difficile.

Quelques situations particulières

Fractures de l'enfant

Il n'est jamais inutile de rappeler quelques poncifs, dans ce domaine :

- l'enfant n'est pas un adulte miniature, les principes de traitements sont différents et souvent moins invasifs. Sa capacité de récupération autorise plus de traitements conservateurs ;

- le cartilage de croissance doit toujours être soigneusement respecté ;
- plus il existe un potentiel de croissance, plus on peut tolérer un défaut d'angulation. Les vices en rotation en revanche, ne se corrigent jamais ;
- le cal est parfois exubérant et perceptible sous la peau. Prévenir la maman épargne des inquiétudes aux parents et évite certains psychodrames.

Mercer Rang (14) rappelle aussi quelques notions élémentaires qu'il est bon de mentionner :

- les ligaments sont plus résistants que le cartilage de croissance et la fracture épiphysaire est plus probable que l'entorse ;
- si la maman rapporte que son enfant a eu sa jambe tordue à angle droit et qu'elle a perçu le craquement, une fracture épiphysaire spontanément réduite est probable. Un examen sous anesthésie le confirmera souvent ;
- une hémarthrose traumatique est un diagnostic d'exclusion qui n'est pas suffisant en soi ; il signifie « quelque chose est lésé dans cette articulation sanglante, mais je ne sais pas ce que c'est ». Il importe donc de s'attacher aux ligaments, à la patella, aux ménisques, de réaliser les clichés en incidence oblique, voire en stress. Un épanchement tendu et douloureux peut être ponctionné ; la présence de graisse dans le liquide indique une fracture. Une lésion synoviale simple se résout en général en un mois.

Genou flottant

Fractures ipsilatérales du fémur et du tibia, ces lésions graves du sujet jeune en général, sont souvent multilésionnelles et de pronostic sévère. Leur prise en charge est difficile et leurs complications nombreuses : embolie graisseuse, amputation, infection, retard de consolidation, cals vicieux, raideur et instabilité du genou. La stabilisation chirurgicale précoce des deux fractures est souhaitable pour éviter l'immobilisation prolongée et permettre une rééducation précoce, garante d'un meilleur résultat fonctionnel. Les tissus mous, souvent atteints, devraient être préservés par des techniques mini-invasives au rang desquels l'enclouage trouve une place de choix.

Arthroplastie comme traitement premier de la fracture

La tentation est séduisante de procéder chez la personne âgée comme il est fait pour la hanche : recourir d'emblée à la prothèse. Toutefois, le resurfage est la pratique normale pour le genou, situation souvent irréalisable en cas de fracture. Néanmoins, il est des cas où cette éventualité peut être envisagée comme la seule susceptible de restituer au mieux et au plus vite une autonomie satisfaisante au blessé. Le point-clé à considérer est celui de la capacité de déambulation initiale avant la fracture. Il serait farfelu d'appareiller un patient dont le périmètre de marche était déjà quasi nul, sauf si cette réduction était uniquement liée à une arthropathie préexistante du genou fracturé. Le deuxième point est celui de l'opérabilité selon l'anesthésiste. Une discussion claire avec lui est indispensable, elle doit être menée sur la nature, les mérites et bénéfices respectifs d'une ostéosynthèse et d'une prothèse. Une ostéosynthèse longue, difficile, peu stable, voire imparfaite, n'est probable-

ment pas préférable à une arthroplastie qui permettrait une déambulation très rapide. Les risques et bénéfices respectifs doivent être discutés également avec le patient, mais aussi avec sa famille, d'autant plus qu'il ne s'agit d'une pratique habituelle. Pour cette raison, il est indispensable d'informer le médecin traitant.

Quelles indications peut-on retenir à l'arthroplastie, pour autant que le type de fracture le permette raisonnablement :

- les fractures directement adjacentes à la surface articulaire, et surtout si celle-ci est lésée, car l'évolution arthrosique est quasi inéluctable, même si une ostéosynthèse de qualité a pu être faite. L'ostéoporose qui rend la tenue des vis très aléatoire et la perte de substance par tassement de l'os pathologique ajoutent un facteur incitatif;
- la préexistence d'une arthropathie arthrosique ou rhumatoïde, d'autant plus si cette pathologie justifiait déjà une prothèse;
- les fractures comminutives de moyenne gravité chez les patients plus âgés, car la mauvaise tenue du matériel est une menace et la réhabilitation doit être aussi rapide que possible;
- les fractures associant incongruence articulaire et lésion ligamentaire sévère surtout si l'arthrodèse semble un geste difficilement évitable;
- une alternative à l'arthrodèse, en raison du handicap important et permanent imposé au patient.

De Groof retient également comme indication, les fractures comminutives graves chez les patients d'âge moyen, lorsque le chirurgien n'a pas à sa disposition une banque d'os susceptible de lui fournir de volumineuses allogreffes ostéo-chondrales. Cela peut sembler plus discutable : le problème du risque justifie de discuter l'alternative avec le patient mais l'obligation déontologique et médico-légale de moyens impose le transfert vers une structure adaptée lorsque l'on n'est pas en mesure de donner les soins *ad hoc*.

Utilisation des allogreffes massives

Les pertes de substance ostéo-cartilagineuses traumatiques ou les nécroses articulaires posent des problèmes qui peuvent être résolus par l'arthrodèse ou les prothèses articulaires uni- ou bicompartimentales, mais qui ne sont pas sans inconvénients chez le sujet jeune.

L'allogreffe, du fait de ses possibilités de réhabilitation à distance, et plus immédiatement de réinsertion musculaire rapide qu'elle autorise, va donner des résultats fonctionnels beaucoup moins aléatoires d'un point de vue biomécanique, si les règles de pose sont respectées. Le risque est toutefois élevé avec 23 % d'échecs et complications. Néanmoins, la prothèse reste encore possible dans la stratégie de reprise, voire l'arthrodèse comme ultime recours.

Lésions balistiques

Heureusement moins fréquentes chez nous que dans d'autre partie du monde, notre manque d'expérience, par contre, peut être un handicap dans la bonne prise en charge de ces lésions. La lecture attentive de l'expérience rapportée

par Mc Coy ouvre des perspectives de bonne pratique. Une hiérarchisation dans la stratégie permet un taux de résultats bons et satisfaisants avec un taux d'amputation bas qui doivent conduire à une réflexion optimiste sur tous les gros délabrements du genou.

Fractures périprothétiques

L'élément-clé repose sur la notion du descellement de la prothèse qui impose alors son remplacement, éventuellement associé à une ostéosynthèse de complément, sinon l'intervention repose sur l'ostéosynthèse. L'enclouage est parfois possible si la prothèse ne possède pas de chambre postérieure. Les plaques LISS et LCP offrent une alternative séduisante, car elles ont un appui stable monocortical.

Lésions associées

Lésions ménisco-ligamentaires

Apparemment plus fréquents lors des fractures des plateaux tibiaux, les problèmes ligamentaires et méniscaux associés peuvent nuire au résultat final. Leur réparation d'emblée permet un meilleur résultat. Cela couplé au problème médico-légal éventuel d'une lésion négligée, justifie amplement de ne jamais oublier le testing ligamentaire en fin d'ostéosynthèse. Que la réparation ait pu être faite ou non, il importe d'en avertir le patient à cause du pronostic.

Lésions de couverture

Une souffrance des parties molles est toujours un processus actif qui peut comporter des phases d'attente et des actions immédiates. Elle peut être de trois types :

- la lésion post-traumatique immédiate et massive est peu fréquente, mais à haut de degré de gravité. La réparation des parties molles n'est pas obligatoire en urgence. On dispose de quelques jours, mais guère plus d'une semaine pour compléter le parage, évaluer la vitalité des tissus, dénombrer les possibilités de transferts et faire le bilan artériographique ;

- la désunion cutanée postopératoire est fréquente : il faut intervenir rapidement. L'avivement-suture des berges est illusoire, de même qu'espérer un bourgeonnement sur une structure qui, par définition, a été le siège d'un traumatisme à la fois accidentel et chirurgical. La dévascularisation des tissus profonds et leur exposition conduisent inéluctablement à une escarrification progressive et une élimination par un processus infectieux. L'exposition de l'articulation d'un matériel d'ostéosynthèse ou d'une réparation ligamentaire requiert une réparation immédiate. L'exposition d'une structure capsulo-ligamentaire ou osseuse en continuité (absence de fracture ou de rupture tendineuse) autorise le report de la réparation après une évaluation de la viabilité des tissus exposés ; une plaie atone doit rapidement faire poser l'indication d'un lambeau ;

- la profondeur de la nécrose et la viabilité des tissus sous-jacents d'une escarre cutanée à proximité ou à distance de la voie d'abord est difficile à

évaluer ; la situation n'est pas urgente : l'escarre une fois délimitée, doit être excisée et non être laissée à son évolution naturelle sous peine d'une infection profonde. Un tissu sain sous-jacent autorise le bourgeonnement et la couverture secondaire par greffe de peau mince. L'exposition d'un foyer de fracture ou de suture tendineuse, est une indication de lambeau.

Une bonne connaissance de l'anatomie vasculaire du genou est indispensable pour bien préserver l'avenir, surtout dans les situations difficiles afin de ne pas gêner le prélèvement d'éventuels lambeaux ultérieurs.

Lésions vasculo-nerveuses

Les thrombophlébites

Souvent occultes, avec un taux de fréquence élevé, elles imposent une prophylaxie très stricte.

Les lésions artérielles

Le risque de méconnaissance est surtout présent chez les patients porteurs de lésions multiples. Les entorses et luxations puis les fractures des plateaux tibiaux sont plus à risque. Trente pour cent des patients n'auraient pas de signes évidents d'atteinte artérielle. Dans la stratégie de traitement, la fixation osseuse doit précéder la revascularisation définitive, pour ne pas compromettre les sutures vasculaires lors des manipulations orthopédiques. La mise en place d'un *shunt* artériel provisoire peut être utile pour diminuer le temps d'ischémie. Si la résection-suture est parfois possible, le pontage par greffe veineuse inversée est le plus souvent nécessaire ; sa longueur doit prendre en compte le respect de la flexion-extension du genou et la préparation du champ opératoire doit prendre en compte cette éventualité si elle est soupçonnée. La réalisation du bilan préalable ne devrait pas compromettre la vitalité du membre en retardant le traitement de la lésion. La surveillance postopératoire doit être rigoureuse pour dépister les récurrences ischémiques et l'apparition d'un syndrome de loge.

Les lésions nerveuses

Lors d'une plaie du genou, la prise en charge est rapide. Les traumatismes nerveux fermés, souvent de diagnostic et de traitement retardés, ont un pronostic plus sévère. L'importance de l'examen initial est primordiale d'un point de vue médico-légal, mais le traitement n'est pas une urgence, hormis une compression à lever rapidement.

Suites

Les fractures autour du genou sont grevées d'une gamme étendue de complications et d'échecs. Elles peuvent être liées à la lésion, à la technique ou encore à la mauvaise gestion de la phase postopératoire. Infection et phlébite n'ont rien de particulier. L'algodystrophie est redoutable et ne doit pas être négligée, car elle transforme un résultat radiologique parfait en un cuisant

échec aux yeux du patient qui souffre, et souvent de manière prolongée, surtout si un traitement n'est pas mis en route.

Dans tous les cas, la rééducation est un point-clé qui peut faire basculer le résultat. Les séquelles constituées, raideur et cals vicieux, nécessitent souvent des approches attentives et minutieusement réfléchies.

Rééducation

C'est l'élément clé pour lutter contre la raideur, qui résulte d'une absence ou d'une insuffisance prolongées de mobilisation. La raideur résulte de facteurs liés au traumatisme initial, constants et inévitables, au traitement, aux complications. L'ostéosynthèse stable suivie d'une mobilisation immédiate est seule capable de permettre la restauration des amplitudes, pour autant que soient mis en œuvre rapidement des moyens de prévention efficaces, surtout pendant les 4 à 6 premières semaines. L'idéal repose sur une prise en charge sans faille depuis l'admission en chirurgie jusqu'à la fin de la rééducation. Le résultat fonctionnel est étroitement lié à la qualité du geste chirurgical, du suivi médical et de la rééducation. Cette dernière a deux priorités : la prévention du flessum, particulièrement handicapant, et la récupération de l'actif, pour conserver les amplitudes acquises. Le patient doit être conscient que sa participation active et respectueuse des consignes, est primordiale sans quoi le résultat risque d'être aléatoire.

Prise en charge des séquelles

Gonarthrose post-traumatique

Sa survenue est surtout le fait d'une incongruence de la surface articulaire mais la souffrance du cartilage peut également générer sa nécrose progressive d'autant plus que l'âge avance. Un vice mécanique perturbe aussi la biomécanique et peut être à l'origine de surcharge et de souffrance articulaire. Lorsque les conditions biomécaniques ont été restaurées, les techniques de débridement, de spongialisation... peuvent être tentées avec d'autant plus de chance que le patient est jeune. En cas d'échec, les greffes de cartilage restent une alternative. Pour Strobel (15), les transferts ostéochondraux autologues donnent de meilleurs résultats que les greffes de chondrocytes cultivés, encore expérimentales et pour lesquelles le problème du support des chondrocytes à transférer, n'a pas encore été bien résolu.

Lorsque les lésions sont très étendues, seules les allogreffes massives ou l'arthroplastie sont possibles. L'âge est un élément important dans le choix de la stratégie et l'information à tous les stades du traitement est primordiale.

Cette évolution peut être ralentie, voire arrêtée, par la correction précoce des vices architecturaux.

Cals vicieux

Ils sont liés à un défaut d'ostéosynthèse, par réduction ou fixation, mais parfois aussi à un déplacement secondaire d'un os très fragilisé :

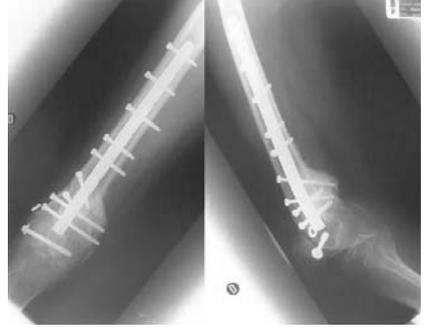
- au niveau du fémur, il s'agit plus souvent de problèmes d'axe et/ou de raccourcissement. Les déformations sont souvent situées dans plusieurs plans

et nécessitent des ostéotomies complexes, au rang desquelles, l'ostéotomie plane oblique (fig. 6) peut rendre de grands services, mais sa planification et sa réalisation ne souffrent aucune erreur ;

– au niveau du tibia, il s'agit plutôt de problème de congruence de la surface articulaire, mais des défauts d'axes sont également possibles. Les ostéotomies sont souvent plus simples en regard de déformations qui se situent dans un seul plan.



a



b



c

Fig. 6 – Femme de 76 ans ayant présenté une fracture complexe diaphyso-métaphyso-épiphyssaire du genou sur un terrain d'ostéoporose aggravée par des séquelles d'hémiplégie, responsable d'un déplacement secondaire progressif de la fracture avec déformation complexe du genou.

a) R.X. préopératoire : il existe un cal vicieux en flexion, varus et rotation interne responsable d'une insuffisance de verrouillage du genou. La marche était devenue quasi impossible.

b) Aspect clinique préopératoire. Le genou est extension complète.

c) Résultat après ostéotomie plane oblique fixée par enclouage rétrograde. La patiente a repris appui et marche à nouveau. Le périmètre est réduit du fait d'un descellement de prothèse du genou controlatéral.

Il faut noter que le choix de l'arthroplastie ne permet pas le plus souvent de se dispenser d'une ostéotomie de correction des axes, sous peine de déséquilibrer la prothèse dont le résultat serait aléatoire.

La nécrose est une éventualité qui peut frapper aussi bien le condyle fémoral que le plateau tibial.

Le traitement de toutes ces lésions reste très délicat, le pronostic doit rester prudent et la rééducation encore plus attentive en postopératoire.

Raideur

Qu'elle soit en extension, mieux tolérée, en flexion ou mixte, sa prise en charge chirurgicale est difficile. Elle nécessite une libération hiérarchisée d'éléments anatomiques précis qui repose sur les données de l'examen clinique. L'acte chirurgical ne représente qu'une partie de la réussite du traitement qui passe par une collaboration kinésithérapique et médicale très étroite.

Patella basse

Complication rare et sûrement sous-estimée des lésions de l'appareil extenseur, son traitement est difficile. Le bilan préopératoire doit être rigoureux et complet pour évaluer la gêne fonctionnelle et déterminer le traitement à réaliser. Sa reconnaissance devant des douleurs vives anormales qui rendent la mobilisation du genou très pénible doit conduire à l'arrêt de toute rééducation intempestive et à la prescription d'une attelle de repos à 30° de flexion pour mettre le quadriceps en tension. Le genou est mobilisé passivement sur arthromoteur, et on veille à l'ascension de la patella lors de la contraction du quadriceps. Au stade chronique, le traitement est chirurgical et consiste en l'allongement du ligament patellaire.

Pseudarthroses

Elles sont surtout le fait des fractures métaphysaires du fémur. Le traitement repose sur la greffe spongieuse ou cortico-spongieuse, avec reprise de l'ostéosynthèse si elle est défailante.

Conclusion

Le genou est une articulation complexe qui ne permet pas une systématisation aussi rigoureuse que pour l'extrémité proximale du fémur. Le choix de la technique dépend de facteurs multiples, au rang desquelles les habitudes personnelles interviennent sûrement. La connaissance éclectique des techniques reste peut être un atout dans une meilleure adaptation à la lésion. Mais l'élément-clé reste le soin et la minutie mise en œuvre à toutes les étapes du traitement depuis l'analyse préopératoire jusqu'à la fin de la rééducation, car la prévention reste certainement le meilleur rempart contre l'échec et la complication. Mais il existe aussi un facteur « patient » : son âge, la complexité de la lésion, la qualité des tissus et sa collaboration active et attentive qui peut modifier radicalement le pronostic. Et puis il y a aussi l'aléa...

Références

1. Kapandji IA (1996) Physiologie articulaire – 2. Membre inférieur. Maloine, Paris
2. Maquet PGJ (1976) Biomechanics of the knee. Springer-Verlag, Berlin
3. Segal P, Jaob M (1983) Le genou. Maloine, Paris
4. Bouchet A, Cuilleret J (1995) Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle. Tome 3b. Le membre inférieur. Simep, Paris
5. Ficat P (1973) Les déséquilibres rotuliens. Masson, Paris
6. Müller ME *et al.* (1995) Manual of internal fixation. Springer-Verlag, Berlin
7. Tazarourte K, Dupeyron C, Rigal S (2000) Prise en charge pré-hospitalière, In: Vannineuse A, Fontaine C, Fractures de l'extrémité proximale du fémur, Springer-Verlag Paris 34-44
8. Bernat M *et al.* (1996) Ostéosynthèse interne secondaire après fixation externe pour fracture ouverte, récente ou ancienne, du membre inférieur. Rev Chir Orthop 82: 137-44
9. Martin C, Coordonnateur (1999) Recommandations pour la pratique de l'antibioprophylaxie en chirurgie. Conférence de Consensus, actualisation. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation
10. Chiron P (1995) Fractures récentes de l'extrémité inférieure du fémur de l'adulte. Conférences d'enseignement, Tome 52, Expansion Scientifique Française, Paris, 147-66
11. Claes LE (1998) Breakout session 3: Mechanical enhancement of calus healing. Clin Orthop 355S, 356
12. Curlee PM *et al.* (1999) Intraoperative Arthroscopic Findings from Retrograde Femoral Intramedullary Nails, Paper No: 212, AAOS, 1999 Annual Meeting
13. Vannineuse A (2003) La traumatologie des membres, 199-209, in : Le risque annoncé de la pratique chirurgicale (Vayre P et Vannineuse A eds), Springer-Verlag, Paris
14. Rank M (1974) Knee joint, In: Children fractures (Rank M ed). JB Lippincott, Philadelphia, 181-8
15. Strobel MJ (1998) Cartilage, In: Manual of Arthroscopic Surgery (Strobel MJ ed), Springer-Verlag, Berlin, 201-34