

Ruptures de l'appareil extenseur du genou

H Coudane
P Huttin

Résumé. – Les fractures de la rotule sont de loin les lésions les plus fréquentes qui interrompent la chaîne de transmission de l'extension active de la jambe sur la cuisse. Elles nécessitent un traitement chirurgical dans la très grande majorité des cas. Le résultat à long terme dépend de la qualité de la réduction initiale ; cependant, malgré les progrès réalisés dans les techniques de rééducation et d'ostéosynthèse, les douleurs résiduelles et les raideurs du genou ne sont pas rares.

Les lésions de la tubérosité tibiale antérieure, du ligament rotulien sont plus rares et souvent rencontrées chez l'adolescent ou le sujet sportif. Les ruptures du tendon quadricipital et du quadriceps sont elles aussi rares et surtout rencontrées après 40 ans.

Enfin, ces ruptures de l'appareil extenseur peuvent survenir dans les suites de la chirurgie prothétique ou ligamentaire du genou. Elles constituent une complication dont le traitement est difficile, mal codifié et le résultat aléatoire.

© 1999, Elsevier, Paris.

Introduction

Les ruptures de l'appareil extenseur du genou sont définies par l'existence d'une solution de continuité sur la chaîne tendino-musculo-ossuse qui assure l'extension de la jambe sur la cuisse : dans ce cas, les fractures de la rotule sont les lésions les plus fréquentes. Mais tous les autres éléments permettant l'extension de la jambe peuvent être touchés : tubérosité tibiale antérieure, ligament rotulien, tendon quadricipital, muscle quadriceps. La lésion est le plus souvent traumatique, mais peut être favorisée par une pathologie antérieure. Enfin, les lésions dites iatrogènes secondaires à des interventions chirurgicales sont de plus en plus fréquentes.

Avertissement : les auteurs ont utilisé les dénominations anatomiques consacrées par l'usage. Le tableau I établit la correspondance entre ces termes, les nouvelles dénominations et les appellations scientifiques.

Fractures de la rotule

Elles jouissent d'une fausse réputation de bénignité. Si le traitement orthopédique donne de bons résultats dans les fractures non ou peu déplacées, il en est tout autrement pour les résultats du traitement des fractures déplacées ou comminutives ; le traitement chirurgical ne souffre alors d'aucune imperfection, tant sur la qualité de la réduction, en particulier de la surface articulaire postérieure, que sur la stabilité de l'ostéosynthèse utilisée. Les multiples complications, de prise en charge difficile, rendent le pronostic alors très aléatoire et retentissent sur la vie professionnelle, sociale ou sportive du blessé.

Henry Coudane : Professeur des Universités, praticien hospitalier, chef de service.
Pascal Huttin : Assistant hospitalier universitaire.
Service de chirurgie arthroscopique, traumatologique et orthopédique de l'appareil locomoteur, hôpital Central, CO 34, 54035 Nancy cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Coudane H et Huttin P. Ruptures de l'appareil extenseur du genou. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14-081-A-10, 1999, 12 p.

Tableau I. – Correspondances entre les dénominations anciennes, nouvelles et scientifiques des termes anatomiques.

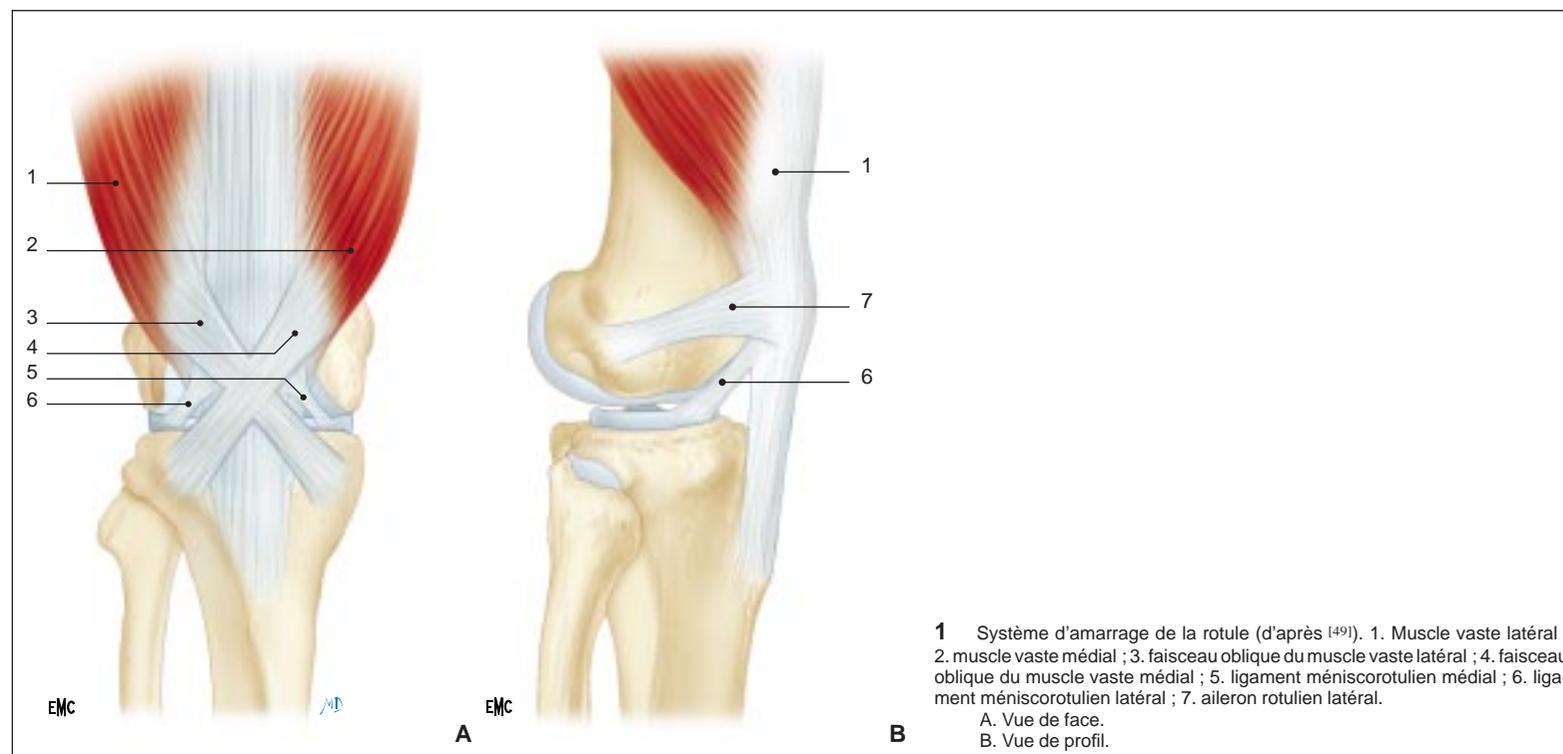
Ancienne dénomination	Nouvelle dénomination	Dénomination scientifique
Rotule	Patelle	Patella
Tendon rotulien	Ligament patellaire ou ligament rotulien	Ligamentum patellae
Tubérosité tibiale antérieure	Tubérosité antérieure du tibia	Tuberositas tibiae
Muscle quadriceps	Muscle fémoral	Musculus quadriceps femoris
Muscle crural	Muscle vaste intermédiaire	Musculus vastus intermedius
Muscle vaste externe	Muscle vaste latéral	Musculus vastus lateralis
Muscle vaste interne	Muscle vaste médial	Musculus vastus medialis
Muscle droit antérieur	Muscle droit fémoral	Musculus rectus femoris
Trochlée fémorale	Trochlée fémorale ou facette patellaire	Facies patellaris
Base de la rotule	Bord supérieur de la rotule	Basis patellae
Sommet de la rotule	Bec de la rotule	Apex patellae

Anatomie

Croissance de la rotule

Dès la septième semaine de vie intra-utérine, un agrégat cellulaire apparaît au sein de la condensation quadricipitale. La cavité fémoropatellaire s'individualise entre la huitième et dixième semaines, séparant totalement la maquette cartilagineuse rotulienne de celle des condyles fémoraux. Les ailerons rotuliens se développent à partir de la neuvième semaine. La colonisation vasculaire s'effectue à la douzième semaine. La face postérieure de la rotule se divise alors en deux facettes au contact du massif condylien et sur un genou fléchi à plus de 90°, avec une tendance constante à l'excentration latérale. Ainsi, la facette externe apparaît, dès la 23^e semaine de gestation, plus large que la facette médiale.

Alors que la rotule s'individualise sur un embryon de 30 mm, son point d'ossification n'apparaît que vers l'âge de 2 ou 3 ans chez la fille et 4 à 5 ans



chez le garçon, pour disparaître vers l'âge de 18 ans. De façon uni- ou bilatérale, un deuxième point d'ossification peut être présent dans 2 à 3 % des cas, en général à l'angle supéroexterne. Sa fusion incomplète avec le point d'ossification central réalise la classique patella bipartita, élément important du diagnostic différentiel [51].

Anatomie descriptive de la région patellaire

Sésamoïde le plus volumineux de l'organisme, la rotule est un os court inclus dans l'épaisseur tendineuse du puissant système extenseur de la jambe. Sa situation sous-cutanée la rend particulièrement vulnérable. Sa face antérieure est plus haute (4,5 cm) que sa face postérieure (3,5 cm), son épaisseur moyenne étant de 1,3 cm tandis que sa largeur moyenne est de 4,7 cm. Le tissu spongieux trabéculaire central est entouré d'une couche corticale périphérique. L'os sous-chondral postérieur est recouvert, sur ses trois quarts supérieurs, d'un cartilage hyalin pouvant atteindre 5 mm d'épaisseur dans sa partie centrale pour une surface de 12 cm² environ.

Le tiers moyen de la face antérieure, non articulaire, est marqué de nombreux orifices vasculaires lui conférant un aspect crénelé en incidences radiographiques tangentielles. La face postérieure de la pointe de la rotule est dépourvue de cartilage mais est pourvue de nombreux orifices vasculaires.

Au total, le tiers proximal de la rotule est donc le plus exposé à la nécrose ischémique post-traumatique.

Système d'amarrage de la rotule (fig 1)

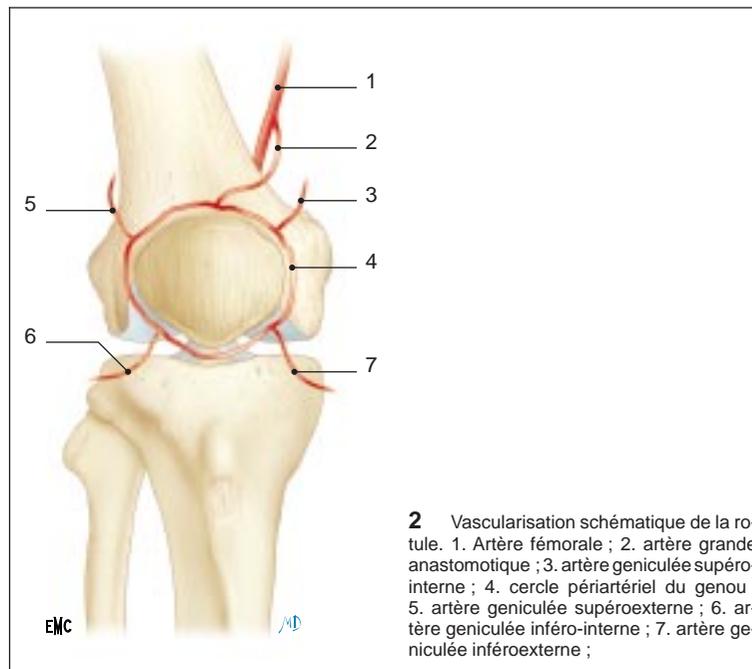
Il comprend en arrière le manchon capsulaire qui s'insère sur tout le pourtour rotulien. Juste en avant se positionnent les renforts capsulaires transversaux avec :

- en dedans, l'aileron interne ou ligament fémoropatellaire médial sur les deux tiers supérieurs du bord interne et le ligament méniscoretulier interne sur le tiers inférieur ;
- en dehors, l'aileron latéral qui s'insère sur la moitié supérieure du bord externe tandis que le ligament méniscoretulier externe amarre le tiers inférieur de la rotule à la partie antérieure du ménisque externe.

Les renforts longitudinaux sont essentiellement le tendon rotulien et le tendon quadricipital dont la continuité des fibres forme le classique « surtout fibreux prérotulien ». Les expansions directes et croisées des muscles vastes internes et externes renforcent encore cette sangle prérotulienne.

Vascularisation

Elle est assurée par des branches collatérales de l'artère poplitée, tibiale, péronière et fémorale. L'artère grande anastomotique est une branche constante de l'artère fémorale et aborde la base de la rotule dans sa portion médiale. Toutes ces branches (fig 2) constituent un cercle périrotulien à partir des artères geniculées dont la plus constante et la plus importante est l'artère supéroexterne. Au niveau de la pointe de la rotule, le cercle périartériel contribue à la vascularisation du ligament rotulien et du ligament adipeux [5]. La vascularisation intraosseuse est assurée par plusieurs artères qui abordent la rotule par la partie moyenne de sa face antérieure mais aussi par des

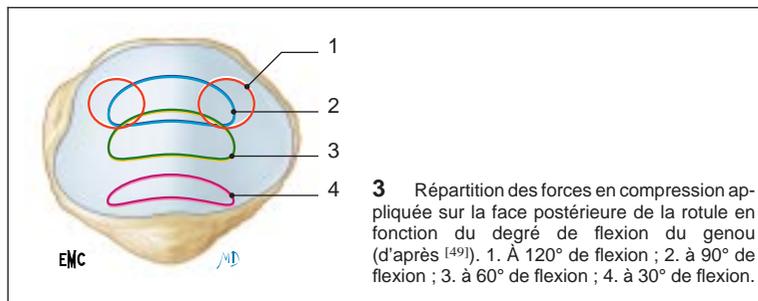


branches multiples, mal systématisées, issues de tout le cercle périartériel. Cette vascularisation intraosseuse est donc riche, plurifocale [65, 66]. Toutefois, la disposition du cercle anastomotique peut expliquer la menace que font courir les ostéosynthèses par cerclage périrotulien.

Fonction biomécanique de la rotule [13, 45]

Maillon important de l'appareil extenseur, la rotule remplit quatre fonctions biomécaniques essentielles :

- principal site d'insertion du muscle quadriceps, elle transmet au tendon rotulien les forces de traction générées par ce puissant groupe musculaire ;
 - elle augmente le bras de levier du système extenseur et donc diminue la force nécessaire à l'extension [35]. Ainsi, les patellectomies diminuent le moment d'action des forces quadricipitales de 15 à 50 % en fonction du type de réparation tendineuse effectué ;
 - elle assure la transmission et la répartition des contraintes au contact de la trochlée ;
 - elle participe au centrage de l'appareil extenseur en s'opposant, par les formations capsuloligamentaires internes, aux forces de subluxation latérale.
- Ainsi, la rotule se trouve-t-elle soumise à des contraintes biomécaniques complexes : alors qu'en extension elle transmet surtout les forces de traction exercées par le quadriceps, lors de la flexion sa surface articulaire postérieure subit en plus des contraintes en pression. Un véritable système de flexion à



trois points est alors créé (fig 3, 4). Les forces de compression augmentant de 6 % par degré de flexion, elles atteignent environ quatre fois le poids du corps à 60° et 7,6 fois en flexion complète (fig 3). Ces contraintes majeures en flexion peuvent expliquer la survenue de fractures de fatigue ou de stress [70]. Les forces liées au poids du corps et à la contraction du muscle quadriceps peuvent être assimilées schématiquement à deux vecteurs dont la résultante R applique la rotule sur la trochlée. L'intensité de R augmente avec la flexion du genou (fig 4). Cette représentation ne tient toutefois pas compte du centrage rotulien dans le plan frontal. En outre, les surfaces cartilagineuses en contact varient en fonction du degré de flexion [12]. Quasiment nulle en extension, la surface maximale de contact est atteinte vers 90° de flexion, soit environ 4 cm². Les zones internes et externes de la surface articulaire ne sont en contact que vers 120°, expliquant ainsi le faible retentissement fonctionnel des patellectomies partielles secondaires à des fractures à trait vertical médial ou latéral.

Ces notions élémentaires de biomécanique permettent d'établir le cahier des charges du traitement des fractures de la rotule :

- rétablir impérativement la continuité de l'appareil extenseur pour la transmission des forces de traction ;
- éviter autant que faire se peut la patellectomie totale qui augmente significativement le travail du quadriceps ;
- s'attacher à reconstituer une surface articulaire congruente afin de transmettre, de la façon la plus homogène possible, les forces de compression.

Mécanisme et classification

Mécanismes de survenue

Le mode de survenue de la fracture va déterminer l'atteinte des surfaces cartilagineuses et deux types de mécanisme traumatique peuvent survenir : mécanisme direct ou indirect.

Mécanisme direct

C'est lors des chocs directs que la rotule va pouvoir présenter un degré d'impaction ostéocondrale variable selon l'énergie initiale du traumatisme. Cette énergie peut être faible lors de la simple chute de la hauteur avec réception sur la face antérieure du genou, ou au contraire très importante, réalisant le traumatisme à haute énergie du classique syndrome du tableau de bord.

En raison de sa situation directement sous-cutanée, toutes les forces de compression en rapport avec l'énergie transmise par le traumatisme seront

intégralement absorbées par le biais de la rotule au niveau de la trochlée fémorale. L'enfoncement cartilagineux est directement dépendant de la transmission de cette énergie au niveau de la surface de contact fémoropatellaire.

Mécanisme indirect

Ils sont beaucoup moins fréquents. Ils sont essentiellement en rapport avec une extension contrariée du genou ou une flexion forcée alors que le quadriceps était contracté.

Ce mécanisme reproduit un système biomécanique de flexion à trois points. La comminution de ces fractures est alors moins marquée que lors des chocs directs ; cependant, le déplacement est plus important et le trait presque toujours simple et transversal. Lors d'un mécanisme indirect, le cartilage articulaire est en général moins endommagé.

Enfin, il existe une combinaison des deux mécanismes car, lors d'un choc direct sur le genou, il est rare que le quadriceps soit totalement relâché.

Classification

Outre une description précise de la fracture, la classification des fractures de la rotule doit permettre de répondre à deux questions essentielles afin de proposer une stratégie thérapeutique adéquate :

- la fracture interrompt-elle le système extenseur ?
- quel est le retentissement de la fracture sur la fonction de l'articulation fémoropatellaire, c'est-à-dire quel est le degré d'enfoncement et/ou de comminution de la surface articulaire postérieure de la rotule ?

Classification morphologique (fig 5)

Elle comprend :

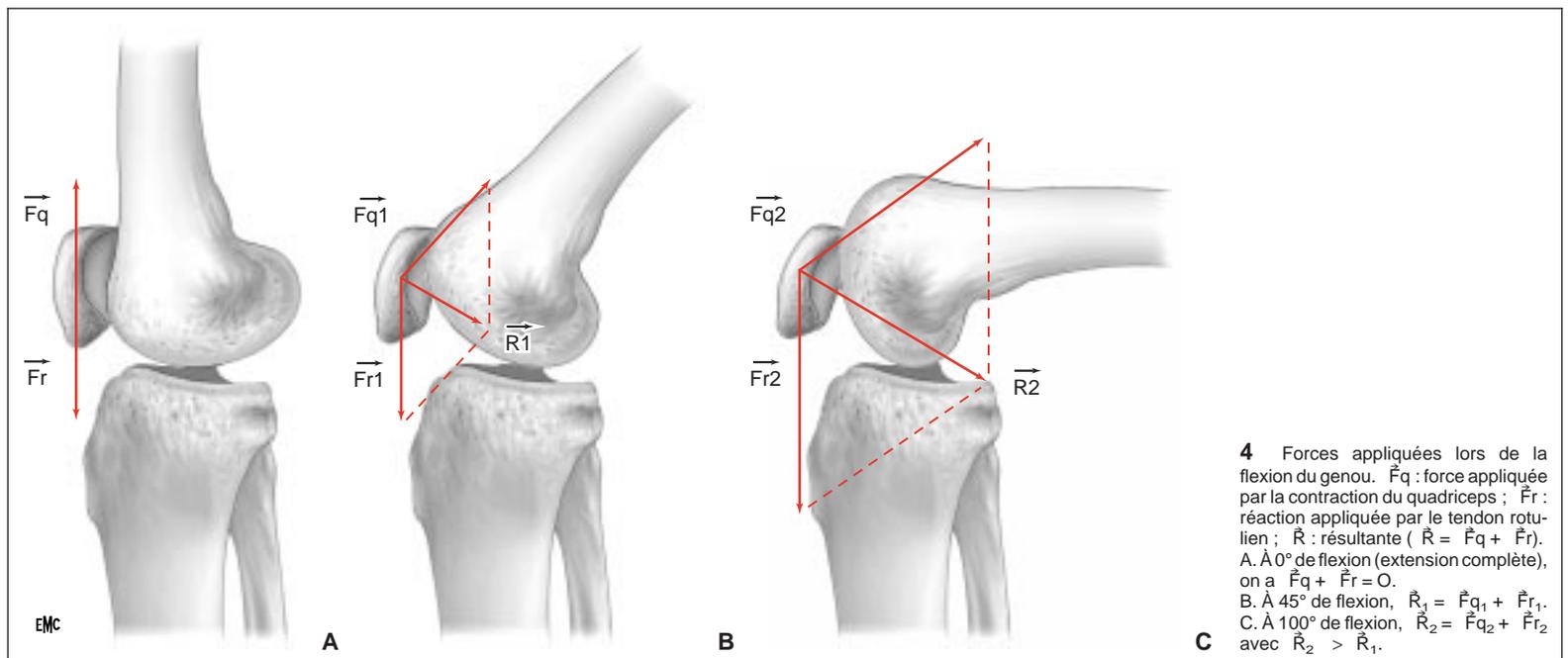
- les fractures transversales non déplacées ou déplacées ;
- les fractures comminutives non déplacées ou déplacées ;
- les fractures verticales plus ou moins marginales, latérales ou médiales ;
- les fractures ostéocondrales [32] ;
- les fractures-avulsions du pôle supérieur ou du pôle inférieur (*sleeve fracture*) [2].

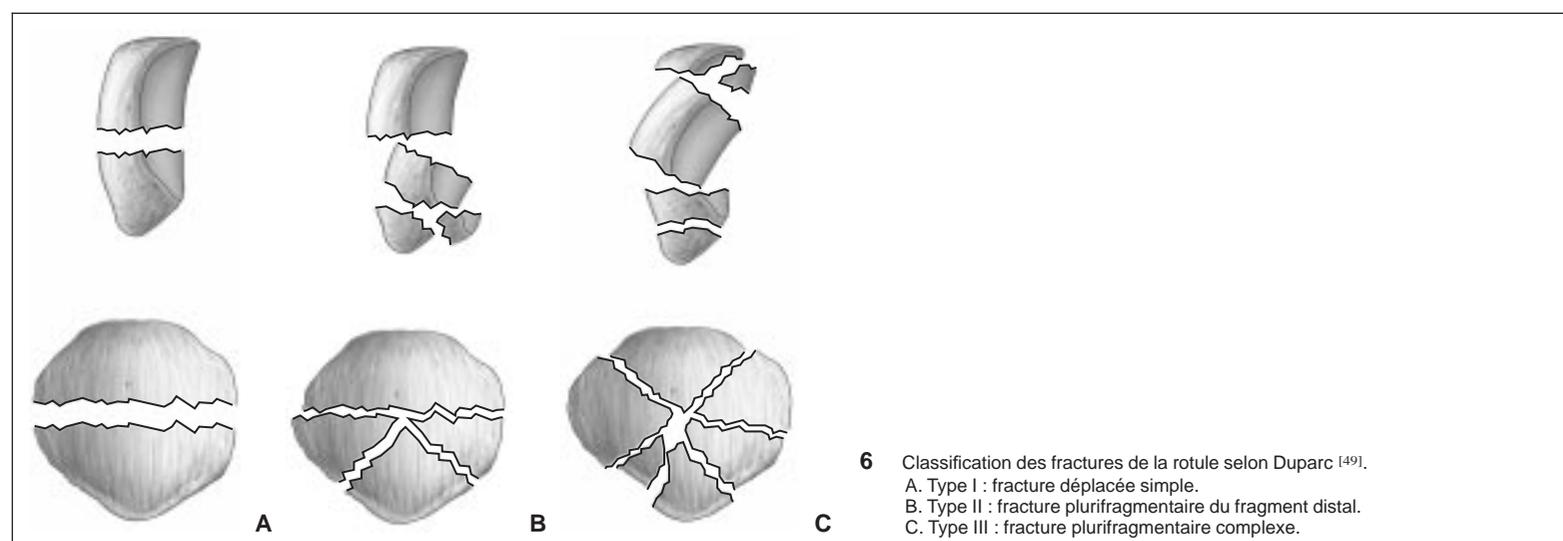
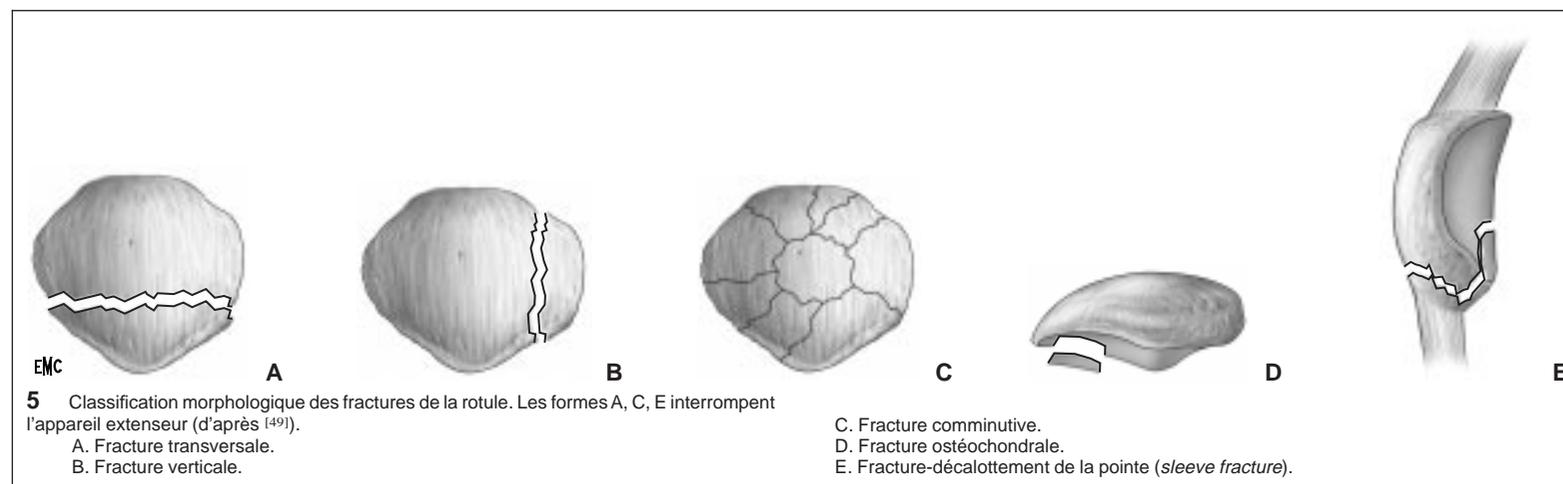
Dans cette classification morphologique, seules les fractures de la pointe de la rotule ainsi que les *sleeve fractures* sont des fractures extra-articulaires. Les fractures à trait vertical marginal ainsi que les rares fractures parcellaires et les fractures en « étoile » non déplacées, les fractures ostéocondrales isolées, sont considérées comme des fractures qui n'interrompent pas l'appareil extenseur du genou.

Classification de Duparc [49]

Elle comprend trois types (fig 6) :

- type I : trait transversal simple à la jonction le plus souvent deux tiers supérieurs-tiers inférieur, sans tassement des surfaces articulaires postérieures et avec un déplacement variable ; le mécanisme est une flexion pure avec impact sur la tubérosité tibiale antérieure qui s'accompagne d'une violente contraction du quadriceps alors que le genou est en flexion ;
- type II : au trait transversal du type I s'associe un tassement ou une comminution du fragment distal alors que le fragment supérieur reste intact





ou tout au plus est le siège d'un trait de refend non déplacé ; le fragment inférieur n'a plus son épaisseur normale, traduisant ainsi l'importance du tassement antéropostérieur : caractérisé sur le cliché de profil pour le signe du « pincement » ; plus rarement, l'écrasement porte sur le fragment proximal, réalisant alors le type II inversé ; le mécanisme est une flexion avec tassement lorsque la rotule est écrasée entre le sol et les condyles fémoraux ; la compression du fragment inférieur explique son tassement antéropostérieur ;

- type III : le tassement articulaire intéresse alors la totalité de la surface articulaire ; la rotule apparaît en « étoile », les différents fragments ostéocondraux étant moulés sur la trochlée fémorale.

Diagnostic

Interrogatoire

Il permettra de préciser le mécanisme lésionnel, le degré de flexion du genou au moment du traumatisme, ainsi que le terrain : seront appréciés en particulier les antécédents locaux de type arthrose fémoropatellaire, instabilité de l'appareil extenseur, intervention chirurgicale...

Examen clinique

Il retrouve une impotence fonctionnelle le plus souvent complète avec extension active du genou impossible alors que l'extension passive reste subnormale. Lors d'un examen précoce, l'inspection et surtout la palpation permettent de détecter un écart interfragmentaire mais, le plus souvent, lorsque le blessé est vu tardivement, il existe un gros genou dont les reliefs anatomiques classiques ont disparu. L'inspection permet d'évaluer, en outre, l'importance des lésions d'impact cutané à la face antérieure du genou qui conditionnent les modalités thérapeutiques.

Dans la plupart des cas, le patient se présente avec un gros genou douloureux en rapport avec une hémarthrose importante diffusant aux parties molles avoisinantes et surtout un flessus articulaire actif. La ponction de l'hémarthrose n'est pas indispensable. Si celle-ci est effectuée, une lipohémarthrose peut orienter le diagnostic vers une fracture ostéocondrale si la radiologie est normale.

Lésions associées

Elles sont fréquentes et leur recherche doit être impérativement réalisée d'emblée.

Lésions cutanées

Elles sont extrêmement fréquentes, présentes dans environ 25 % des cas de fractures de la rotule liées avec la position immédiatement sous-cutanée de cet os. Dans 6 % des cas, il s'agit d'une ouverture cutanée vraie imposant l'intervention d'urgence et dans les 19 % des cas restants, il s'agit de simples dermabrasions qui peuvent faire différer éventuellement le geste chirurgical tout en sachant qu'une souffrance cutanée secondaire risque de compromettre la réalisation de celui-ci.

Autres fractures

Le membre inférieur traumatisé est examiné dans sa globalité, en particulier à la recherche de lésions fracturaires du genou mais également de la hanche, dans le cadre d'un syndrome du tableau de bord. En effet, les fractures étagées du même membre sont associées dans 12 % des cas et, bien évidemment, leur ostéosynthèse devra être pratiquée dans le même temps opératoire.

Lésions ligamentaires associées du genou

Elles doivent être également recherchées et notamment la rupture du ligament croisé postéroexterne qui s'associe dans 5 % des cas à la fracture de la rotule.

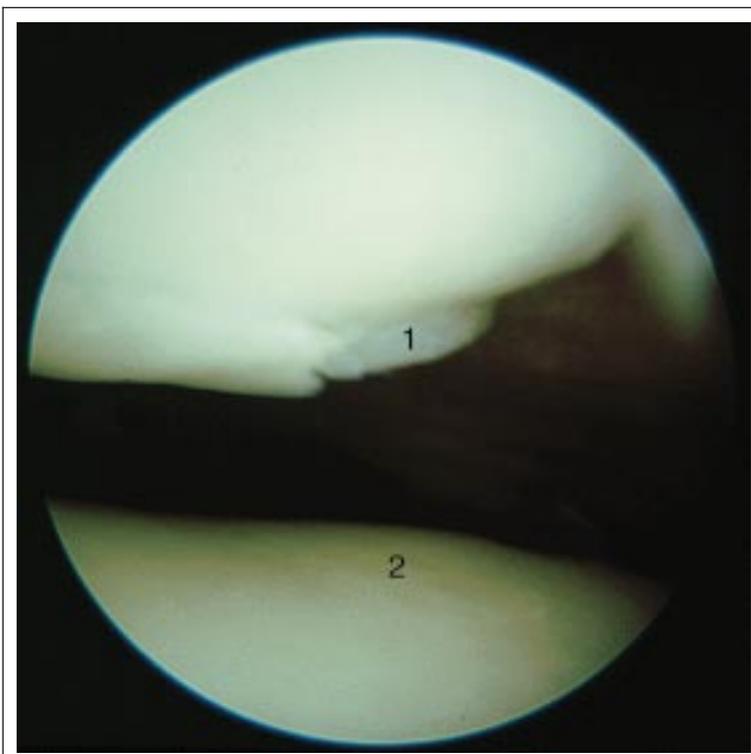
Lésions cartilagineuses fémorales

Qu'elles siègent dans la gorge trochléenne ou sur les condyles fémoraux (lésions en « miroir »), elles sont dépistées systématiquement lors de l'intervention chirurgicale.

Imagerie

Le diagnostic est le plus souvent évident. L'imagerie a pour but de confirmer celui-ci et d'étudier l'importance du déplacement de la fracture. Ce bilan radiographique comporte systématiquement une radiographie du genou de face qui permet d'étudier la direction des traits principaux, mais surtout un cliché de profil pour bien juger de l'importance du déplacement et de la qualité de l'interligne fémoropatellaire, c'est-à-dire de l'importance d'un éventuel tassement antéropostérieur du fragment distal ou proximal.

Une vue axiale des rotules en légère flexion du genou peut visualiser une fracture sagittale, un arrachement des ailerons rotuliens interne ou externe. Si l'on a un doute sur une patella bipartita, une radiographie du genou controlatéral peut être utile.



7 Fracture ostéochondrale de la rotule chez un adolescent de 16 ans (vue arthroscopique). 1. Fracture ostéochondrale de la crête rotulienne et de la face médiale de la rotule ; 2. trochlée fémorale.

Le scanner ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) peuvent être proposés en cas de suspicion de lésion ostéochondrale isolée. Ces examens peuvent revêtir ultérieurement une valeur médico-légale dans les rares cas de fracture ostéochondrale isolée. L'arthroscopie n'a pas sa place à titre diagnostique, hormis éventuellement dans le cas des fractures ostéochondrales isolées de l'adulte ou de l'enfant (fig 7) [58].

Diagnostic différentiel

Autres ruptures du système extenseur

Elles sont toutes caractérisées par le signe capital qui est la présence du flossum actif. Chez l'enfant, il peut s'agir du simple décalotement quadricipital ou d'une *sleeve fracture*. Chez l'adulte, il s'agit, soit de la rupture du tendon rotulien, à un niveau variable, soit d'une rupture du tendon quadricipital. C'est essentiellement la palpation précoce mais surtout la radiographie et l'échographie qui redresseront le diagnostic.

Patella bipartita

Le trait radiographique séparant le fragment, en général supéroexterne, est un trait régulier et la surface articulaire postérieure de la rotule est normale. Cette particularité morphologique est le plus souvent bilatérale, d'où l'intérêt d'un cliché radiographique comparatif.

Ostéochondrite de la rotule

Il s'agit d'une lésion rare qui est le plus souvent confondue avec une fracture ostéochondrale.

Traitement

Historique

Les fractures de la rotule étaient traitées, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, par une immobilisation plâtrée, genou en extension et hanche en flexion, afin d'éliminer la tension du quadriceps. Ainsi, ces fractures gardaient une réputation de gravité à partir du moment où elles étaient initialement déplacées.

En 1877, Lister réalise une ostéosuture au fil d'argent. En 1893, Berger décrit le cerclage rotulien circonférentiel prenant appui sur le tendon rotulien et le tendon quadricipital. En 1889, Vallas préconise la seule réparation des ailerons rotuliens. Au début du XX^e siècle, les premières patellectomies totales sont réalisées et Heineck, en 1936, en discute les indications par rapport à l'ostéosynthèse. Il met l'accent sur la fonction de la rotule dans la puissance d'extension du quadriceps et propose la patellectomie dans les fractures compliquées.

Ainsi, la patellectomie sera vite adoptée dans les pays anglo-saxons alors qu'en France, ce n'est qu'en 1947 que Lagrot la propose à l'Académie de chirurgie. À la même époque, Thomson publie la technique moderne de la patellectomie partielle.

Parallèlement au débat qui oppose les défenseurs de la patellectomie à ses détracteurs, de multiples techniques d'ostéosynthèse se développent, encouragées par les progrès de l'asepsie : Lord propose la transfixation transversale, Pauwells décrit une technique de cerclage qui utilise le principe du hauban ; Smillie, Cauchoix, Duparc quant à eux, ont proposé le vissage, et Lamarque le boulonnage. L'objectif de tous ces auteurs est la recherche d'un montage suffisamment résistant pour permettre une mobilisation précoce de l'articulation.

Traitement orthopédique

Méthode

Il comprend classiquement une période d'immobilisation stricte de 4 à 6 semaines. Des travaux récents [10, 37, 49] préconisent une mobilisation précoce et définissent un schéma thérapeutique comprenant :

- une courte période d'immobilisation stricte de 3 ou 4 jours jusqu'à l'extinction des phénomènes algiques ;
- la ponction d'une hémarthrose importante dont on connaît l'action nocive sur le cartilage ;
- une mobilisation passive précoce dès le quatrième jour avec mobilisation douce de la rotule, réveil du quadriceps. Le travail de la flexion se fait en passif pur, soit de façon manuelle, soit sur attelle motorisée et ne dépasse pas 90° jusqu'à la sixième semaine. Éventuellement, une radiographie de profil dynamique en flexion à 30 ou 40° permet de juger de la stabilité du foyer fracturaire et d'adapter les modalités de la mobilisation ;
- la verticalisation avec appui partiel est autorisée sous couvert d'une attelle d'extension et avec deux cannes de protection jusqu'à la sixième semaine.

Entre les séances de mobilisation et de verticalisation, une attelle de repos inguinomalléolaire est confectionnée à 25-30° de flexion afin d'éviter les rotules basses. Un contrôle radiographique régulier tous les 15 jours est effectué pour s'assurer de l'absence de diastasis secondaire. L'évolution se fait vers la consolidation, le plus souvent obtenue vers le 45^e jour.

Indications

Avant d'opter pour un traitement orthopédique, il faut s'assurer du caractère stable de la fracture, c'est-à-dire du respect des ailerons rotuliens et du tissu fibreux prérotulien ; il faut éventuellement compléter le bilan par une radiographie dynamique. Par ailleurs, il faut être sûr de l'absence de déplacement interfragmentaire, c'est-à-dire qu'il n'existe pas d'incongruence articulaire. Ces critères étant respectés, les indications d'un traitement orthopédique sont actuellement les suivantes :

- les fractures longitudinales avec écart interfragmentaire inférieur à 1 mm ;
- les fractures transversales sans retentissement articulaire, c'est-à-dire avec un diastasis inférieur à 1 mm et une marche d'escalier également inférieure à 1 mm ;
- les fractures en « étoile », non déplacées.

Résultats

Lorsque les critères de l'indication sont respectés, le traitement orthopédique donne des résultats tout à fait satisfaisants. Ainsi, Bostrom [8], dans une série de 422 fractures traitées orthopédiquement, retrouve 89 % de patients avec un genou peu ou non douloureux : dans 91 % des cas, la fonction articulaire est normale ou peu altérée et dans plus de 90 % des cas, les amplitudes articulaires sont comprises entre 0 et 120°.

Traitement chirurgical

Voie d'abord

Le traitement chirurgical impose une anesthésie générale ou locorégionale, l'utilisation d'un garrot pneumatique et un contrôle peropératoire de la bonne réduction des différents fragments, ce contrôle pouvant être visuel ou par l'intermédiaire d'un examen radioscopique selon les techniques utilisées. Le contrôle arthroscopique peut être utile à cette étape.

La voie d'abord est en général médiane, verticale ou légèrement décalée en dedans. Le plus souvent, elle est imposée par la localisation des lésions cutanées. L'arthrotomie permet de contrôler la qualité de la réduction de la surface articulaire postérieure avant la mise en place d'une ostéosynthèse définitive. Les ailerons rotuliens seront suturés en fin d'intervention. Des lambeaux locaux, voire locorégionaux, sont parfois nécessaires en cas de perte de substance cutanée associée.

Lorsque la fracture de la rotule rentre dans le cadre d'un polytraumatisme, la « tactique opératoire » vise à traiter l'ensemble des lésions du membre inférieur en un seul temps.

Méthodes

- Méthode conservatrice
 - Réduction à ciel ouvert et fixation interne : les méthodes d'ostéosynthèse de la rotule sont nombreuses et de qualité biomécanique variable [75] :

- le cerclage : il a un effet de rassemblement des fragments à la manière d'un fagot. Cette synthèse autorise un remodelage articulaire secondaire induit par la rééducation. Il est critiqué pour son effet ischémiant mais également pour sa faible résistance aux forces de traction ;
- l'haubanage : situé en avant de la face antérieure de la rotule, il est alors mis en tension lors de la flexion du genou, empêchant ainsi le diastasis antérieur. Il s'agit du montage le plus résistant aux forces de traction [3]. Son efficacité suppose l'absence de defect osseux à la face articulaire postérieure et certains auteurs [75] ont critiqué ce montage, incriminant un diastasis de la surface articulaire postérieure en extension du genou, d'où l'intérêt d'y associer une ostéosynthèse transfixiante de type broche ou vissage ;
- ostéosynthèse par fil métallique en « 8 » appuyé sur broche (*modified tension band wiring* des auteurs anglo-saxons) [47] : ce montage combine les avantages du hauban et de la synthèse par broche. La réduction initiale est maintenue par deux broches verticales de 20/10° et le fil métallique empêche le diastasis secondaire des fragments par un effet de rapprochement à condition qu'il soit placé à proximité des pôles supérieur et inférieur de la rotule ;
- vissage simple ou associé à un cerclage : son principal avantage est l'absence de migration secondaire si souvent retrouvée avec les broches. Benjamin [3] recommande l'utilisation de deux vis de 3,5 mm introduites de proximal en distal. Le vissage nécessite une réduction parfaite car sa rigidité exclut toute possibilité de remodelage secondaire. L'indication idéale du vissage est la fracture à trait vertical interne ou externe avec mise en place d'une ou deux vis transversales. Certains auteurs [12] ont récemment proposé la mise en place d'un vissage associé à une synthèse par fil métallique qui s'appuie, soit sur l'extrémité des vis, soit qui passe au travers de vis perforées, ce qui évite à la fois la migration des fils et la saillie de l'extrémité des vis ;
- fixation externe [41] : cette technique comprend un temps de réduction à ciel ouvert puis un temps de stabilisation par introduction de deux broches parallèles transversales passant le long des bords supérieur et inférieur de la rotule. La compression interfragmentaire est assurée par des clamps latéraux. Le principal avantage de la technique est l'absence de réintervention pour retrait du matériel.
- Techniques percutanées : il s'agit de techniques innovantes dont l'objectif principal est de diminuer la morbidité, en particulier sur les parties molles. Ma [43] utilise un fil métallique passé en cadre à l'aide de contre-incisions. Si la réduction peropératoire n'est pas satisfaisante, une ostéosynthèse classique doit être réalisée. Sur 106 cas suivis, il retrouve 1 % de pseudarthrose et 2 % de fractures itératives. Appel [1] préconise le vissage percutané assisté par arthroscopie qui permet de contrôler la réduction des surfaces articulaires et le dépistage des lésions associées [76].
- Deux broches-guides sont alors positionnées parallèlement et verticalement, servant de guide à deux vis perforées.

- **Patellectomies**

Patellectomies partielles : devant un defect cartilagineux important ou une comminution majeure d'une partie proximale ou distale de la rotule, une patellectomie partielle semble préférable à une ostéosynthèse précisée [21, 40, 49, 63]. Une patellectomie partielle emportant le pôle supérieur ou inférieur de la rotule pose le problème d'une réinsertion ligamentaire de qualité. Elle reste plus facile au niveau quadricipital qu'au niveau du tendon rotulien. Dans tous les cas, la suture tendineuse doit s'effectuer le plus proche possible de la surface articulaire postérieure. La protection de la suture est assurée classiquement par un cadre métallique [31, 55]. Ces patellectomies partielles ne doivent pas réduire de plus d'un tiers la hauteur de la rotule. Plutôt qu'un cadre métallique, certains [49] préfèrent un renfort par des bandes-lettes résorbables apposées à la face antérieure du système extenseur.

Dans les fractures à trait vertical, plus ou moins marginales, une patellectomie partielle peut également être proposée en cas de forte comminution ; mais la patellectomie ne doit pas emporter plus de 50 % de la surface rotulienne sous peine d'observer une bascule inévitable dans le plan horizontal.

Saltzman [63] retrouve, sur une série de 40 patellectomies partielles suivies à 8,4 années de moyenne, 78 % de bons ou très bons résultats avec une efficacité quadricipitale mesurée à 85 % par rapport au côté sain.

Patellectomie totale : elle doit être réservée comme technique de sauvetage aux fractures inaccessibles à une ostéosynthèse ou une patellectomie partielle. La technique idéale est celle permettant de préserver la continuité de l'appareil extenseur, c'est-à-dire la technique de patellectomie longitudinale avec chevauchement des ailerons rotuliens qui autorise une mobilisation plus rapide qu'une patellectomie transversale.

Quelle que soit la technique employée, la patellectomie totale entraîne une perte plus ou moins importante de la force du quadriceps, essentiellement par diminution du bras de levier de l'appareil extenseur [46]. On reproche en outre à la patellectomie totale, quelles que soient les techniques utilisées, d'une part le caractère inesthétique, et d'autre part une altération fonctionnelle lors de la

flexion du genou en appui monopodal avec déroboement survenant essentiellement lors de la descente et la montée des escaliers. Toutefois, il ne semble pas y avoir de différence significative entre les résultats d'une patellectomie totale réalisée de première intention ou secondairement ; les résultats lointains des patellectomies totales pour fracture donnent environ 50 % de résultats satisfaisants [7, 11, 21, 34, 48].

Indications thérapeutiques

L'ostéosynthèse à foyer ouvert reste actuellement l'option thérapeutique de choix pour toutes les fractures déplacées, c'est-à-dire à l'origine d'une incongruence de l'articulation fémoropatellaire, mais également pour les fractures instables à deux ou plusieurs fragments, que la fracture soit ouverte ou fermée. La technique la plus utilisée à l'heure actuelle est le hauban appuyé sur broches, le vissage étant réservé aux fractures transversales simples ou aux fractures à trait vertical. La patellectomie partielle doit être proposée lorsque l'ostéosynthèse ne permet pas d'obtenir un montage stable. La patellectomie totale, aux résultats si controversés [40], doit rester une indication de « sauvetage ».

Traitement des lésions associées

Rupture du ligament croisé postérieur

Cette lésion, qui passe volontiers inaperçue, doit être systématiquement recherchée au décours d'une fracture de la rotule. Il s'agit en général d'une rupture isolée sans atteinte capsuloligamentaire périphérique associée. La prise en charge de ces ruptures se fait en général secondairement car, en pratique, les ruptures intraligamentaires, qui sont les plus fréquentes, ne font l'objet d'une plastie qu'en cas d'instabilité postérieure symptomatique. Seules les avulsions osseuses, qu'elles soient fémorales ou tibiales, doivent faire l'objet d'une ostéosuture ou d'un agrafage précoce.

Fractures du fémur

Diaphysaires ou épiphysaires distales, elles doivent faire l'objet d'une ostéosynthèse dans le même temps opératoire afin de permettre une mobilisation précoce et d'éviter les adhérences quadricipitales.

Instabilité rotulienne

Une fracture ostéochondrale accompagnant un épisode de luxation de la rotule fera l'objet, en fonction de son importance, soit d'une exérèse, soit d'une reposition, le plus souvent sous arthroscopie. La correction d'éventuels éléments de dysplasie fémoropatellaire sera envisagée secondairement. Comme l'a décrit Heckman [28], une fracture de la pointe de la rotule doit faire suspecter un épisode de luxation de la rotule, la luxation étant le mécanisme habituel des fractures de la pointe chez le sujet jeune et actif. Le traitement doit alors prendre en compte à la fois la fracture mais également le traitement de l'instabilité.

Rééducation

Les techniques de rééducation après fracture de rotule, quel que soit le mode de traitement appliqué, recherchent avant tout la tonification du quadriceps afin de lutter contre le fessum. Elles doivent s'attacher à récupérer le plus rapidement possible les amplitudes articulaires. L'immobilisation est réduite au minimum lorsqu'une méthode chirurgicale a été appliquée. L'appui sur le membre inférieur est autorisé très précocement de façon partielle.

Complications

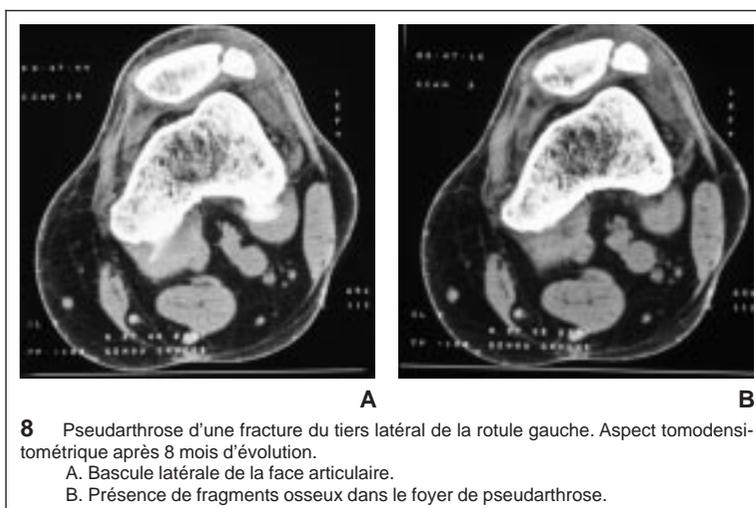
Complications infectieuses

Elles restent heureusement rares après ostéosynthèse mais leurs conséquences fonctionnelles sont bien souvent très importantes. Leur fréquence a encore été diminuée par les progrès de la chirurgie de couverture par lambeaux locaux, locorégionaux ou libres en cas de délabrement cutané.

Une infection superficielle sera traitée par soins locaux, débridement et antibiotiques par voie générale ; l'arthrite impose, soit une nouvelle arthrotomie pour prélèvements bactériologiques, lavage antiseptique, drainage, soit un traitement par lavage arthroscopique.

Déplacement secondaire

Le défaut de fixation et la perte de réduction qu'il engendre posent des problèmes thérapeutiques difficiles car il implique un arrêt de la rééducation, une période d'immobilisation et de surveillance radiologique attentive. Il est en rapport, le plus souvent, avec une méconnaissance ou une sous-estimation de la comminution des fragments de rotule touchant notamment le pôle distal de la rotule. Une réintervention devra être discutée à partir d'un déplacement secondaire de plus de 3 mm [12].



Pseudarthrose de la rotule

Correspondant à la persistance d'un diastasis osseux entre un ou plusieurs fragments de rotule, il s'agit d'une situation heureusement rare et souvent bien tolérée cliniquement. Elle se rencontre le plus souvent après une fracture négligée, soit au moment du traumatisme, soit au décours de la surveillance du traitement.

Le diagnostic est aisé ; les signes fonctionnels associent douleur et instabilité articulaire par défaut de verrouillage, avec difficultés à la montée et à la descente des escaliers et activités sportives impossibles. L'extension active est déficitaire et la palpation retrouve parfois une dépression plus ou moins comblée par un tissu fibreux. Les radiographies objectivent le diastasis osseux avec ascension du fragment proximal et rétraction du tendon rotulien. La tomographie peut être utile pour différencier une pseudarthrose d'une patella bipartita (fig 8).

La prise en charge de ces pseudarthroses reste controversée :

- abstention thérapeutique parfois, si la tolérance clinique est bonne et les exigences fonctionnelles faibles ;
- nouvelle ostéosynthèse avec avivement du foyer de pseudarthrose et mise en compression des fragments par hauban appuyé sur broches [64]. La difficulté réside dans la mobilisation du fragment distal rétracté avec le tendon rotulien ; parfois, seule la résection de ce fragment souvent porotique permet le rétablissement de la continuité du système extenseur, protégé temporairement par un cadrage tibia-rotule ;
- patellectomie totale secondaire si aucun des fragments restants ne permet une ostéosynthèse stable.

Cals vicieux

Secondaire à une réduction initiale imparfaite ou un déplacement secondaire, la consolidation en position vicieuse peut prendre divers aspects :

- cal vicieux avec diastasis interfragmentaire : il reste tolérable si le diastasis est inférieur à 2 mm, cela pour les fractures transversales ou verticales. En cas de fracture de la pointe, une image d'ossification en « goutte » apparaît si la consolidation est obtenue au prix d'un raccourcissement du tendon rotulien équivalent de rotule basse ;
- cal vicieux en décalage : la surface articulaire présente une marche d'escalier bien visible sur des coupes scanographiques. Un syndrome rotulien se développe, accompagné de ressauts par accrochage rotulien ;
- cals vicieux en forme de « banane » : plus souvent rencontrés après des fractures de type III, la rotule prend une forme allongée, concave vers l'arrière, se moulant sur la convexité trochléenne.

Douleurs séquellaires

Elles sont fréquemment rencontrées après fractures de la rotule, même après retrait du matériel d'ostéosynthèse. Plusieurs étiologies doivent être envisagées :

- la décompensation d'une arthrose fémoropatellaire préexistante ;
- une chondropathie fémoropatellaire, soit par cal vicieux articulaire, soit par chondronécrose ou chondromalacie secondaire ;
- une pseudarthrose serrée ;
- un névrome d'une branche du nerf saphène interne.

Grosses rotules

Ces « patella magna » peuvent correspondre à un mode de consolidation hypertrophique où l'os excédentaire vient rentrer en conflit avec la trochlée fémorale. Le plus souvent, il s'agit d'un véritable mode de début d'une

arthrose fémoropatellaire avec production ostéophytique sur tout le pourtour rotulien. Cet élargissement perturbe le jeu des ailerons rotuliens, aggravant encore davantage le dysfonctionnement patellaire.

Si la symptomatologie fonctionnelle est mal contrôlée par le traitement médical, il est possible de proposer une patelloplastie périphérique ou remodelage périphérique de la rotule. Cette intervention, qui préserve le cartilage rotulien, consiste à régulariser tout l'os excédentaire qui déborde le pourtour cartilagineux en conservant avec soin tous les éléments fibreux périphériques ainsi que la continuité entre surtout tendon fibreux, tendon rotulien et tendon quadricipital [72].

Ce remodelage améliore ainsi la biomécanique fémoropatellaire en agissant sur quatre facteurs principaux :

- amélioration de l'utilisation du cartilage central restant ;
- meilleure répartition des pressions fémoropatellaires ;
- diminution du conflit direct de la rotule périphérique et de la trochlée ;
- amélioration du secteur de mobilité du genou.

Rotules basses

Survenant aussi bien après traitement orthopédique que chirurgical, certains facteurs étiologiques sont fréquemment retrouvés à l'origine de ces rotules basses :

- immobilisation en position d'extension du genou, soit en cas de traitement orthopédique, soit en protection d'une ostéosynthèse précaire ;
- cadre métallique tibia-rotule, trop rigide et trop tendu initialement ; un montage correct doit permettre une mobilisation à 90° de flexion du genou sur table. De plus, il doit être retiré 6 à 8 semaines au plus tard après sa mise en place.

Cliniquement, la phase postopératoire est difficile, émaillée de douleurs importantes, inhabituelles et entravant la rééducation. La mobilisation passive de la rotule est diminuée et le réveil quadricipital tardif. Plus tardivement, des douleurs prérotuliennes en barre ou en étai associées à une raideur en flexion feront évoquer un syndrome algoneurodystrophique.

La radiographie de profil affirme la rotule basse avec un index rotulien inférieur à 0,6 [14]. La vue axiale à 30° retrouve la classique image en « coucher de soleil ».

Le traitement est avant tout préventif en proscrivant toute immobilisation en extension du genou, lui préférant une attelle de repos à 25 ou 30° de flexion. Le respect des règles techniques du cadrage métallique est également très important.

En cas de rotule basse constituée, le traitement chirurgical peut être indiqué et consiste en la réalisation d'un allongement du tendon rotulien ou une ostéotomie d'ascension de la tubérosité tibiale antérieure.

Raideur du genou

C'est une complication fréquente des fractures de la rotule, quel que soit le traitement institué. Elle est caractérisée par un déficit de la flexion, plus rarement de l'extension du genou. Une réduction initiale correcte, un programme de rééducation attentif n'évitent pas toujours la survenue d'une raideur, en particulier en flexion.

Des facteurs favorisants telle l'immobilisation prolongée, des problèmes infectieux, une fracture articulaire du tibia ou du fémur associée sont souvent en cause. Cette raideur peut s'expliquer par un simple cloisonnement posthémarthrosique du cul-de-sac quadricipital, ou par des adhérences du quadriceps accompagnant une fracture diaphysaire du fémur.

Le traitement peut faire appel à la mobilisation sous anesthésie générale dont les complications sont le désassemblage du matériel, les lésions cartilagineuses, la rupture de l'appareil extenseur. C'est la raison pour laquelle on lui préfère l'arthrolyse qui peut être réalisée sous arthroscopie à partir du troisième mois et jusqu'au sixième mois. Après 6 mois d'évolution, il est préférable de proposer une arthrolyse classique par arthrotomie. Le geste chirurgical comporte toujours une libération des adhérences du cul-de-sac quadricipital, des rampes condyliennes internes et externes avec éventuelle section des ailerons latérorotuliens. Dans les suites, des séances de postures alternées en flexion-extension ainsi qu'une mobilisation passive sur attelle motorisée sont systématiques.

Arthrose post-traumatique

Elle est favorisée par l'immobilisation prolongée, l'importance des lésions cartilagineuses, une réduction imparfaite : un diastasis supérieur ou égal à 2 mm et/ou un décalage supérieur à 1 mm entraînent à distance des modifications radiologiques [17]. L'analyse radiologique précise du pincement reste difficile mais, d'après l'auteur, les modifications radiologiques sont d'autant plus importantes que le diastasis est supérieur ou égal à 2 mm et le décalage supérieur à 1 mm.

La prise en charge thérapeutique de cette arthrose fémoropatellaire est difficile et la multiplicité des techniques témoigne de l'inefficacité relative de



9 Luxation latérale du médaillon d'une prothèse totale du genou. Vue axiale à 60° de flexion (genou gauche).

celles-ci :

- ostéotomie du cal vicieux si les surfaces articulaires ne sont pas trop altérées ;
- avancement de la tubérosité tibiale antérieure ;
- patelloplastie si le cal vicieux est localisé ;
- spongialisation de la rotule ;
- patellectomie partielle ou totale ;
- prothèses fémoropatellaires, enfin.

Toutes ces techniques ne vivent que des échecs du traitement médical.

Formes cliniques

Fracture de la rotule chez l'enfant

Généralités

Cette fracture représente moins de 1 % de la pathologie traumatique de l'enfant. Elle est exceptionnelle chez le petit enfant et se rencontre plus volontiers chez l'adolescent au décours d'accidents de la voie publique. La rotule est en effet protégée par l'épaisseur du cartilage articulaire qui amortit les chocs et par la laxité articulaire qui la met à l'abri des traumatismes indirects [44].

Le diagnostic clinique peut être difficile et devra être évoqué devant toute hémarthrose post-traumatique car la radiographie ne permet pas de trancher devant une rotule peu calcifiée. L'IRM ou l'arthroscopie pourront alors être proposées.

Classification

On décrit trois types de fractures chez l'enfant [49] :

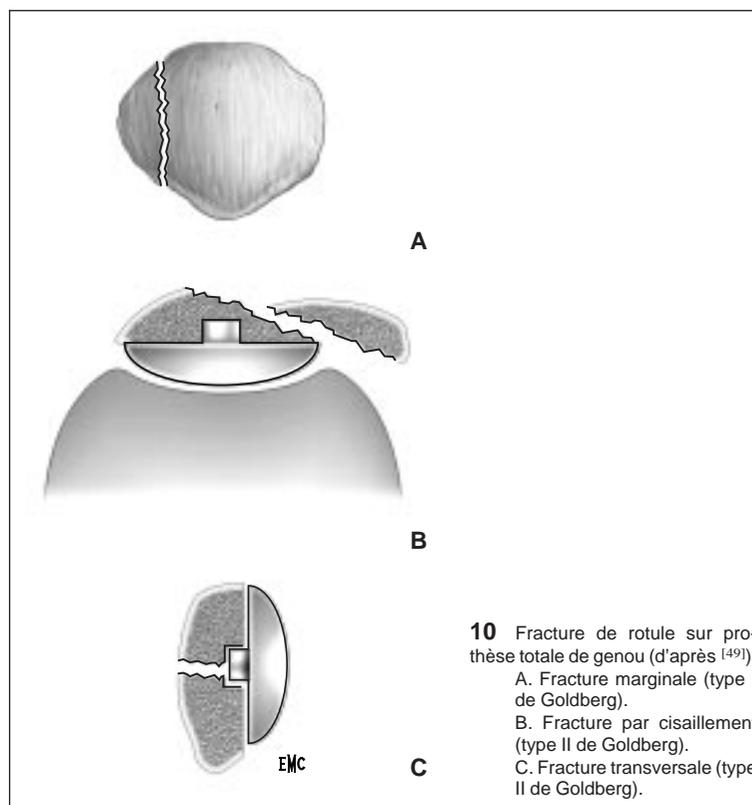
- les fractures du corps de la rotule : elles n'ont rien de spécifique par rapport à l'adulte, tant en ce qui concerne les indications que la rééducation. Le trait de fracture est parfois à peine visible, protégé par la continuité cartilagineuse. Le traitement orthopédique pourra comporter une période d'immobilisation stricte de 4 à 5 semaines, à 15° de flexion ;
- les fractures-avulsion du bord supérieur ou inférieur de la rotule : ce sont les plus fréquentes avant l'âge de 16 ans [26, 29, 33, 59]. C'est la classique *sleeve fracture* comportant une désinsertion, soit du tendon rotulien, soit du tendon quadricipital, et emportant un fragment ostéochondral plus ou moins volumineux. Le diagnostic est évoqué devant l'hémarthrose et le flessum actif. La radiographie n'est pas toujours évocatrice en l'absence de fragment osseux solidaire des tendons. Le traitement est impérativement chirurgical par réinsertion transosseuse, voire haubannage si le fragment est volumineux. Non diagnostiquées, ces lésions réalisent des pseudarthroses authentiques avec troubles majeurs de la croissance rotulienne à type de rotules allongées ;
- les fractures ostéochondrales : apanage de l'adolescent, elles sont le plus souvent secondaires à un épisode de luxation ou de subluxation de la rotule. Le diagnostic est difficile. La lipohémarthrose peut orienter. Le signe du croisement est inconstant à la radiographie. L'IRM et surtout l'arthroscopie permettent d'évaluer la taille du fragment qui sera repositionné s'il est important [58]. Le traitement de l'instabilité rotulienne sera envisagé secondairement.

Lorsqu'elles passent inaperçues, ces fractures se manifestent secondairement, soit par des ressauts ou des blocages en cas de fragments cartilagineux libres, soit par une instabilité en cas de fracture marginale.

Fractures sur prothèses totales de genou

Généralités (fig 9)

Complication classique, elle reste heureusement assez rare [38]. L'incidence varie entre 1,7 et 5,4 % selon les séries [25]. Ces fractures surviennent en général dans les 2 premières années, et d'autant plus fréquemment que le sujet



10 Fracture de rotule sur prothèse totale de genou (d'après [49]).
A. Fracture marginale (type I de Goldberg).
B. Fracture par cisaillement (type II de Goldberg).
C. Fracture transversale (type II de Goldberg).

est plus jeune, plus lourd et que les amplitudes articulaires sont importantes [61]. Les facteurs favorisants suivants ont été incriminés :

- subluxation ou luxation permanente de la rotule [41] ;
- recoupe osseuse trop généreuse ;
- libération externe trop importante ;
- libération du composant rotulien *metal-back* ;
- défaut d'alignement en rotation des composants tibial ou fémoral [20] ;
- mobilisation sous anesthésie ;
- reprise de prothèse totale de genou ;
- rupture secondaire du ligament croisé postérieur qui augmente le travail du quadriceps et les contraintes rotuliennes.

Pour Figgie [20], la sévérité de la fracture est corrélée au degré de malalignement des composants prothétiques. La rotation excessive du composant fémoral serait la plus péjorative.

Classification (fig 10)

Goldberg [23, 24] a proposé une classification en quatre types :

- type I : fracture respectant l'implant, le ciment et la continuité de l'appareil extenseur ;
- type II : fracture intéressant l'implant, le ciment et/ou l'appareil extenseur ;
- type IIIA : fracture du pôle inférieur avec rupture du tendon rotulien ;
- type IIIB : fracture du pôle inférieur sans rupture du tendon rotulien ;
- type IV : fracture-luxation.

Traitement

Les fractures de type I ou IIIB doivent être traitées orthopédiquement, tandis que les fractures de types II, IIIA et IV seront traitées chirurgicalement avec correction des défauts d'alignement majeurs des implants [30].

Fractures pathologiques de la rotule

Les tumeurs primitives ou secondaires de la rotule sont exceptionnelles. Quelques cas de chondroblastomes ont été rapportés. Des cas de fractures ont été décrits au cours de syndrome algoneurodystrophique, d'arthropathie goutteuse.

Fractures de fatigue

Elles ont été rapportées chez le sportif de compétition (*stress fracture*) [70]. Sur le plan clinique, ces fractures de fatigue se manifestent par des douleurs chroniques évoquant la tendinopathie d'insertion. La scintigraphie isotopique au ^{99m}Tc permet de faire le diagnostic en montrant une hyperfixation localisée.

On rapproche de ces fractures de fatigue, les fractures survenant chez l'infirme moteur cérébral où s'associent flessum permanent et contractures du quadriceps.



11 Fracture de rotule sur prélèvement pour plastie du ligament croisé antéroexterne.
A. Cliché postopératoire immédiat. 1. Zone de la prise de greffe osseuse sur la rotule.
B. Fracture de rotule au 21^e jour postopératoire. 2. Trait de fracture débutant dans la zone de prélèvement.



12 Fracture-décollement épiphysaire chez un adolescent de 15 ans.
A. Radiographie de face : latéralisation de la tubérosité tibiale antérieure.
B. Radiographie de profil : déplacement de la tubérosité tibiale antérieure avec refend : type IIIB de la classification de Ogden.

Fractures iatrogènes

Les fractures de rotule peuvent survenir au décours des prélèvements de baguettes rotuliennes à l'occasion de ligamentoplasties du pivot central du genou [67]. Elles surviennent généralement au décours de la rééducation qui suit la ligamentoplastie (fig 11). Elles nécessitent un traitement chirurgical et leur prévention consiste à ne pas dépasser en taille de baguette rotulienne 20 mm de long et 10 mm de large, en évitant la prise de greffons trapézoïdaux.

Lésions de la tubérosité tibiale antérieure et ruptures du ligament rotulien

Lésions de la tubérosité tibiale antérieure

Généralités

Alors que les fractures de la rotule sont rares chez l'enfant et l'adolescent, les lésions traumatiques de la tubérosité tibiale antérieure sont plus fréquentes [73]. Elles sont le plus souvent rencontrées chez l'adolescent et sont secondaires à un accident sportif [56].

Sur le plan biomécanique, la lésion peut s'expliquer par un mécanisme indirect lié à la contraction violente du quadriceps qui met en tension tout l'appareil extenseur. L'énergie transmise au point d'amarrage va faire céder l'insertion du ligament rotulien.

Sur le plan clinique, la douleur est aiguë, empêchant toute mobilisation, même passive. Les clichés radiographiques, de face et de profil, suffisent à l'analyse lésionnelle (fig 12) [27].

Classification [54]

Proposée par Ogden en 1980, pour les adolescents, elle distingue trois types (fig 13) :

- type I : décollement incomplet de la tubérosité tibiale ;
- type II : décollement complet intéressant le noyau principal de la tubérosité tibiale antérieure qui peut être refondu ;
- type III : la fracture emporte un bloc métaphyséoépiphysaire comprenant un ou deux fragments.

Traitement

Le traitement orthopédique doit être envisagé dans le type I : après réduction par manœuvre externe sous anesthésie générale et immobilisation plâtrée, le programme de rééducation est entrepris entre la quatrième et la sixième semaine ; dans les types II et III, un traitement chirurgical est nécessaire et consiste en une ostéosynthèse par vis ou broche. Le trajet du matériel utilisé doit éviter le cartilage de conjugaison : la blessure du cartilage de conjugaison peut en effet entraîner une épiphysiodèse, source de recurvatum ultérieur.

Formes cliniques

Lésions iatrogènes de la tubérosité tibiale antérieure [6]

Elles peuvent se rencontrer au cours de tous les modes de relèvement ou de transposition de la tubérosité tibiale antérieure, voire dans les prélèvements de matériel (os-tendon-os) utilisé dans les ligamentoplasties du genou. Le traitement de ces lésions iatrogènes est extrêmement difficile et nécessite un nouvel abord chirurgical avec curetage de la zone fracturaire, apport de greffe spongieuse et nouvelle ostéosynthèse. Les désassemblages itératifs ne sont pas rares (fig 14, 15) [15].

Avulsion de la tubérosité tibiale antérieure et maladie de Osgood-Schlatter [9]

La plus grande fréquence de survenue de lésions de la tubérosité tibiale antérieure au décours d'une maladie de Osgood-Schlatter n'a pas été démontrée [53]. Il semble que le risque de survenue d'une lésion traumatique de la tubérosité tibiale chez les adolescents porteurs de maladie de Osgood-Schlatter et effectuant des activités sportives nécessitant des phénomènes de décélération ou d'accélération rapide mettant en jeu des énergies importantes sur l'appareil extenseur ne présentent pas plus de risque lésionnel que ceux indemnes d'épiphysite [52].

Association

La lésion de la tubérosité tibiale antérieure peut être associée à une fracture du plateau tibial, le plus souvent fracture spino-bi-tubérositaire.

Ruptures du ligament rotulien

Généralités

Les ruptures du ligament rotulien sont rares. Elles surviennent chez les sujets de moins de 40 ans et l'interrogatoire peut retrouver un choc direct de la région sous-rotulienne, sur un genou fléchi à 90° [68].

L'examen clinique retrouve un fessum actif avec une rotule ascensionnée par rapport au côté opposé, ce que confirme l'examen radiographique de profil et les clichés en incidence fémoropatellaire qui retrouvent la rotule en aspect de « coucher de soleil » (fig 15). L'échographie peut être utile pour confirmer le diagnostic.

Traitement

Il est chirurgical dans les ruptures complètes qui interrompent l'appareil extenseur [42]. La réinsertion du tendon ou sa suture doivent être protégés par un cadre transosseux qui autorise une rééducation précoce.

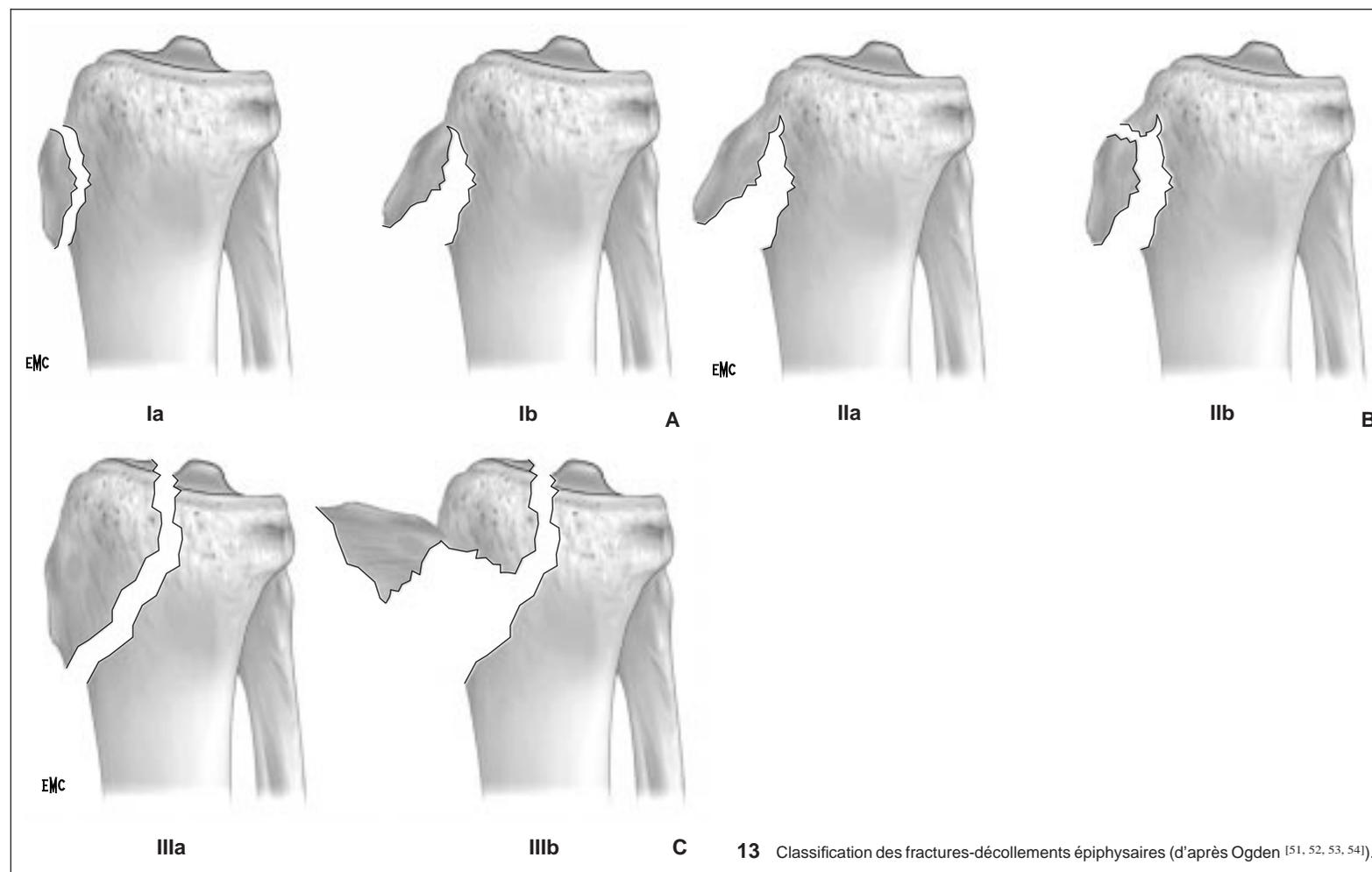
Formes cliniques

Rupture et pratique sportive

Les microtraumatismes itératifs ont été incriminés dans la survenue de tendinopathies chroniques chez les patients sportifs [36]. La rupture survient, dans la très grande majorité des cas, à la jonction tubérosité tibiale antérieure-ligament rotulien [16, 39]. Les ruptures bilatérales au cours du même accident sportif ont été décrites chez les gymnastes [69].

Autres facteurs étiologiques

Des ruptures spontanées ont été rapportées dans l'évolution des maladies systémiques (diabète, hyperparathyroïdie) [19, 57] ainsi que la section d'un ligament rotulien lors d'une amniocentèse [18]. Les désinsertions itératives du



13 Classification des fractures-décollements épiphysaires (d'après Ogden [51, 52, 53, 54]).



14 Fracture de la tubérosité tibiale antérieure après reposition de la tubérosité tibiale antérieure (TTA) lors d'une intervention pour prothèse totale de genou. 1. Disparition de la partie supérieure de la TTA ; 2. fragments osseux provenant de la TTA.

ligament rotulien dans les suites de prothèse totale de genou relèvent des mêmes imperfections de pose que les fractures de rotule. Le traitement de ces ruptures est difficile (fig 16).

Lésions du tendon quadricipital et du muscle quadriceps

Ruptures du tendon quadricipital

Généralités

Les ruptures du tendon quadricipital surviennent dans la plupart des cas après 40 ans. Le mécanisme peut être indirect (contraction brutale de l'appareil extenseur pour éviter la chute), ou direct à la suite d'un accident de la voie publique. La douleur aiguë est accompagnée d'une sensation de claquement ou de déchirure. L'œdème masque rapidement la solution de continuité, parfois visible et palpable. La radiographie de profil met en évidence une rotule basse ou capotée en avant. L'échographie peut être utile pour confirmer le diagnostic.

Traitement

Il est chirurgical et consiste à suturer la brèche par des points tendinotendineux ou tendino-osseux en fonction du siège de la rupture.



15 Rupture de la tubérosité tibiale antérieure chez une patiente porteuse d'une prothèse totale de genou. Vue axiale du genou à 60° de flexion. Aspect en « coucher de soleil » du médaillon rotulien (même cas clinique sur figure 14).



16 Rupture itérative du ligament rotulien sur prothèse de genou. La rotule (1) est ascensionnée ; le renfort prothétique ligamentaire (2) s'est rompu au passage transrotulien (3).

Le traitement des ruptures négligées nécessite la réalisation de plasties ligamentaires.

Formes cliniques

Ruptures et pathologie préexistante

Comme pour le tendon rotulien, les ruptures du tendon quadricipital peuvent se rencontrer au cours du diabète, de la polyarthrite rhumatoïde, ou après un traitement par corticothérapie [50, 74]. Elles peuvent se rencontrer de même dans le cadre évolutif des tendinopathies chroniques d'insertion.

Rupture vieillie

L'épisode initial peut avoir une traduction clinique peu importante et la rupture négligée va évoluer pour entraîner progressivement une sensation d'instabilité des genoux accompagnée d'épisodes de déroboement. À l'examen clinique, le fessum actif est minime mais néanmoins présent et le bilan radiographique peut retrouver des calcifications au niveau de l'ancienne rupture. C'est dans ces cas que l'échographie ainsi que l'IRM peuvent redresser le diagnostic.

Rupture iatrogène

Comme pour le tendon rotulien, la rupture du tendon quadricipital peut survenir au décours d'une mobilisation sous anesthésie générale, dans les suites d'une prothèse de genou ou dans les suites d'un prélèvement réalisé pour chirurgie ligamentaire du genou, lorsque le prélèvement intéresse la base de la rotule et/ou le tendon quadricipital.

Décalottement du tendon quadricipital

Rapporté par Trillat^[71] en 1968, le décalottement du tendon quadricipital survient chez l'adulte jeune. Il est caractérisé par la présence d'un dégantage du manchon ostéopériosté qui emporte la zone d'insertion au niveau de la base de la rotule et le surtout fibro-pré-rotulien. Il évolue classiquement en trois phases :

- traumatisme direct ;
- puis, intervalle libre ;
- enfin, traumatisme indirect à l'origine du décalottement quadricipital.

Le traitement est chirurgical.

Ruptures du quadriceps*Généralités*

Les ruptures du quadriceps concernent par ordre de fréquence le droit antérieur, puis le vaste interne et enfin le vaste externe. Dans la plupart des cas, ces ruptures partielles n'interrompent pas le système extenseur. Elles sont caractéristiques de la pratique sportive et de traumatismes indirects (contraction contrariée lors d'un départ de course ou d'un *shoot*) et elles seraient favorisées par un processus d'entraînement mal adapté. Certaines de ces formes réalisent le « claquage musculaire » que nous n'étudierons pas ici.

La rupture totale touche le plus souvent le droit antérieur et elle est marquée par un début brutal au décours d'une accélération brutale. La douleur aiguë s'est arrêtée immédiatement à l'activité sportive et l'inspection peut mettre en évidence une ascension de la partie proximale du quadriceps avec une encoche qui s'accroît lors de la contraction musculaire. La palpation de cette encoche est extrêmement douloureuse. L'échographie permet, en phase aiguë, d'affirmer le diagnostic. Celui-ci peut être complété par la réalisation d'examen en IRM qui montre la zone de rupture. Le diagnostic différentiel avec le « claquage » ne pose pas de problème lorsque les examens complémentaires ont été réalisés.

L'évolution spontanée se fait par la résorption de l'hématome qui fait place progressivement à un tissu fibreux peu fonctionnel.

Traitement

Le traitement des ruptures complètes du quadriceps chez les patients jeunes, sportifs, est chirurgical. L'évolution spontanée va permettre l'apparition d'un tissu fibreux qui n'aura jamais les propriétés biomécaniques, en force et en contraction, du tissu musculaire. L'abord chirurgical permet l'évacuation de l'hématome, la suture des extrémités musculaires par l'intermédiaire de points en U ou en « cadre ».

*Formes cliniques**Avulsion de l'insertion proximale du droit antérieur*

Elle survient le plus souvent chez des adolescents, à la suite d'un traumatisme indirect^[22]. La douleur siège à l'épine iliaque antéro-inférieure et peut entraîner une boiterie. Le bilan radiologique peut retrouver un arrachement de l'épine iliaque antéro-inférieure. C'est souvent l'échographie qui permet d'affirmer le diagnostic. Le traitement est basé sur l'arrêt des activités sportives et le repos, le vissage du fragment tendino-osseux détaché de l'épine iliaque antérosupérieure pouvant être réalisé.

Ruptures et pratique sportive

Tous les sports nécessitant une contraction violente du quadriceps ont été incriminés dans la survenue de ruptures du muscle quadriceps : athlétisme (départ de course, réception de saut), football (extension brutale du *shoot*). De mauvaises conditions techniques d'entraînement, l'absence d'un « échauffement » et d'élongations avant l'effort sportif ainsi que la prise d'anabolisants possèdent la réputation de favoriser les ruptures quadricipales.

•
•

Les ruptures de l'appareil extenseur interrompent la chaîne de transmission de l'extension active de la jambe sur la cuisse. Les fractures de la rotule sont de loin les lésions les plus fréquentes qui interrompent l'appareil extenseur. Dans la plupart des cas, elles nécessitent un traitement chirurgical dont les résultats dépendent en grande partie de la qualité de la réduction initiale. À long terme, les raideurs et les douleurs ne sont pas rares. Les lésions de la tubérosité tibiale, du ligament rotulien du tendon quadricipital et du quadriceps sont plus rares. Les ruptures d'appareil extenseur au décours d'interventions chirurgicales (prothèse totale de genou, ligamentoplastie du genou avec prise de greffe tendino-osseuse) posent parfois le difficile problème de réparation chirurgicale.

Références ➤

Références

- [1] Appel MH, Seigel H. Treatment of transverse fractures of the patella by arthroscopic percutaneous pinning. *Arthroscopy* 1993 ; 9 : 119-121
- [2] Bates DG, Hresko MT, Jaramillo D. Patellar Sleeve fracture : demonstration with MR imaging. *Radiology* 1994 ; 193 : 825-827
- [3] Benjamin J, Bried J, Dohm M, McMurry M. Biomechanical evaluation of various forms of fixation of transverse patellar fractures. *J Orthop Trauma* 1987 ; 1 : 219-222
- [4] Berry DJ, Rand JA. Isolated patellar component revision of total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1993 ; 286 : 110-115
- [5] Bjorkstrom S, Goldie IF. A study of the arterial supply of the patella in the normal state, in chondromalacia and in osteoarthritis. *Acta Orthop Scand* 1980 ; 51 : 63-70
- [6] Bonatus TJ, Alexander AH. Patellar fracture and avulsion of the patellar ligament complicating arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Rev* 1991 ; 20 : 770-774
- [7] Bostman O, Kiviluoto O, Nirhamo J. Comminuted displaced fractures of the patella. *Injury* 1981 ; 13 : 196-202
- [8] Bostrom A. Fracture of the patella. A study of 422 patellar fractures. *Acta Orthop Scand* 1972 ; 143 (suppl) : 1-80
- [9] Bowers KD Jr. Patellar tendon avulsion as a complication of Osgood-Schlatter's disease. *Am J Sports Med* 1981 ; 9 : 356-359
- [10] Braun W, Wiedemann M, Ruter A, Kundel K, Kolbinger S. Indications and results of nonoperative treatment of patellar fractures. *Clin Orthop* 1993 ; 289 : 197-201
- [11] Cantin S, Laroche C, Lavallee P, Lessard JM. Patellectomy : results of a long-term follow-up. *Can J Surg* 1993 ; 36 : 461-463
- [12] Carpenter JE, Kasman R, Matthews L. Fractures of the patella. *J Bone Joint Surg* 1993 ; 75A : 1550-1561
- [13] Carret JP. Biomécanique de l'articulation du genou. Conférence d'enseignement SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1991 : 188-208
- [14] Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. Patella infera. A propos de 128 cas. *Rev Chir Orthop* 1982 ; 68 : 317-325
- [15] Christen B, Jakob RP. Fractures associated with patellar ligament grafts in cruciate ligament surgery. *J Bone Joint Surg* 1993 ; 75A : 617-619
- [16] Cooper DE, Deng XH, Burstein AL, Warren RF. The strength of the central third patellar tendon graft. A biomechanical study. *Am J Sports Med* 1993 ; 21 : 818-823
- [17] Edwards B, Johnell O, Redlund-Johnell I. Patellar fractures. A 30-year follow-up. *Acta Orthop Scand* 1989 ; 60 : 712-714
- [18] Epley SL, Hanson JW, Cruikshank DP. Fetal injury with mid-rimester diagnostic amniocentesis. *Obstet Gynecol* 1979 ; 53 : 77-80
- [19] Fery A, Sommelet J, Schmitt D, Lipp B. Avulsion bilatérale simultanée des tendons quadricipital et rotulien et rupture du tendon tricipital chez un hémodialysé hyperparathyroïdien. *Rev Chir Orthop* 1978 ; 64 : 175-181
- [20] Figgie HE, Goldberg VM, Figgie MP, Inglis AE, Kelly M, Sobel M. The effect of alignment of the implant on fractures of the patella after condylar total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1989 ; 71A : 1031-1039
- [21] Fourati MK, Essaddam M, Ben Hassine M, Braham F, Darghouth M. Résultats lointains du traitement des fractures de la rotule. *Rev Chir Orthop* 1987 ; 73 : 361-364
- [22] Gerard Y, Jacob M, Lamarque B, Glavier B, Segal P. Les ruptures du droit antérieur en pratique sportive. *Rev Chir Orthop* 1979 ; 65 (suppl 2) : 85-88
- [23] Goldberg VM, Figgie HE, Figgie MP. Technical considerations in total knee surgery. Management of patella problems. *Orthop Clin North Am* 1989 ; 20 : 189-199
- [24] Goldberg VM, Figgie HE, Inglis AE, Figgie MP, Sobel M, Kelly M, et al. Patellar fracture type and prognosis in condylar total knee arthroplasty. *Clin Ortho Rel Res* 1988 ; 236 : 115-122
- [25] Grace JN, Sim FH. Fracture of the patella after total knee arthroplasty. *Clin Ortho Rel Res* 1988 ; 230 : 168-175
- [26] Grogan DP, Carey TP, Leffers D, Ogden JA. Avulsion fractures of the patella. *J Pediatr Orthop* 1990 ; 10 : 721-730
- [27] Hand WL, Hand CR, Dunn AW. Avulsion fractures of the tibial tubercle. *J Bone Joint Surg* 1971 ; 53 : 1579-1583
- [28] Heckman JD, Alkire CC. Distal patellar pole fractures. A proposed common mechanism of injury. *Am J Sports Med* 1984 ; 12 : 424-428
- [29] Houghton GR, Ackroyd CE. Sleeve fractures of the patella in children: a report of three cases. *J Bone Joint Surg* 1979 ; 61B : 165-168
- [30] Hozack WJ, Goll SR, Lotke PA, Rothman RH, Booth RE Jr. The treatment of patellar fractures : tension band wiring and arthroplasty. *Clin Orthop* 1988 ; 236 : 123-127
- [31] Hung LK, Lee SY, Leung KS, Chan KM, Nicholl LA. Partial patellectomy for patellar fracture : tension band wiring and early mobilization. *J Orthop Trauma* 1993 ; 7 : 252-260
- [32] Isaacs CL, Schreiber FC. Patellar osteochondral fracture : the unforeseen hazard of golf. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 613-614
- [33] Jacquemier M, Chrestian P, Guys JM, Mailaender C, Billet P, Bouyala JM. Les fractures-avulsions de la rotule de l'enfant. A propos de 3 cas. *Chir Pediatr* 1983 ; 24 : 201-204
- [34] Jakobsen J, Christensen KS, Rasmussen OS. Patellectomy. A 20-year follow-up. *Acta Orthop Scand* 1985 ; 56 : 430-432
- [35] Kaufer H. Mechanical function of the patella. *J Bone Joint Surg* 1971 ; 53 : 1551-1560
- [36] Kelly DW, Carter V, Jobe F, Kerlan RK. Patellar and quadriceps tendon ruptures junger's knee. *Am J Sports Med* 1984 ; 12 : 375-380
- [37] Kolndorfer G, Boszotta H, Prunner K, Helperstorfer W. Long-term results of surgical management of patellar fractures. Conservative versus resection procedures. *Unfallchirurgie* 1994 ; 20 : 37-41
- [38] Krajca-Radcliffe JB, Coker TP. Patellofemoral arthroplasty. A 2- to 18-year follow-up study. *Clin Orthop* 1996 ; 330 : 143-151
- [39] Kuechle DK, Stuart MJ. Isolated rupture of the patellar tendon in athletes. *Am J Sports Med* 1994 ; 22 : 692-695
- [40] Levack B, Flannagan JP, Hobbs S. Results of surgical treatment of patellar fractures. *J Bone Joint Surg* 1985 ; 67 : 416-419
- [41] Liang QY, Wu JW. Fracture of the patella treated by open reduction and external compressive skeletal fixation. *J Bone Joint Surg* 1987 ; 69 : 83-89
- [42] Lindy PB, Boynton MD, Fadale PD. Repair of patellar tendon disruptions without hardware. *J Orthop Trauma* 1995 ; 9 : 238-243
- [43] Ma YZ, Zhang YF, Qu KF, Yeh YC. Treatment of fractures of the patella with percutaneous suture. *Clin Orthop* 1984 ; 191 : 235-241
- [44] Maguire JK, Canale ST. Fractures of the patella in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1993 ; 13 : 567-571
- [45] Maquet P, Simonet J, Marchin P (de). Biomécanique du genou et gonarthrose. *Rev Chir Orthop* 1967 ; 53 : 111-138
- [46] Marya SK, Bhan S, Dave PK. Comparative study of knee function after patellectomy and osteosynthesis with a tension band wire following patellar fractures. *Int Surg* 1987 ; 72 : 211-213
- [47] Muller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Manuel d'ostéosynthèse. Technique AO. Berlin : Springer-Verlag, 1980 : 248255
- [48] Neumann HS, Winckler S, Strobel M. Long-term results of surgical management of patellar fractures. *Unfallchirurg* 1993 ; 96 : 305-310
- [49] Neyret P. Les fractures de la rotule (fractures sur prothèse exceptées). Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1995 : 123-135
- [50] Norris MG. Bilateral simultaneous rupture of the quadriceps tendon: a case report. *Injury* 1977 ; 8 : 315-316
- [51] Ogden JA. Radiology of postnatal skeletal development. X. Patella and tibial tuberosity. *Skeletal Radiol* 1984 ; 11 : 246-257
- [52] Ogden JA, Hempton RJ, Southwick WO. Development of the tibial tuberosity. *Anat Rec* 1975 ; 182 : 431-445
- [53] Ogden JA, Southwick WO. Osgood-Schlatter's disease and tibial tuberosity development. *Clin Orthop* 1976 ; 116 : 180-189
- [54] Ogden JA, Tross R, Murphy M. Fracture of the tibial tuberosity in adolescents. *J Bone J Surg* 1980 ; 62 : 205-215
- [55] Perry CR, McCarthy JA, Kain CC, Pearson RL. Patellar fixation protected with a load-sharing cable: a mechanical and clinical study. *J Orthop Trauma* 1988 ; 2 : 234-240
- [56] Polakoff DR, Bucholz RW, Ogden JA. Tension band wiring of displaced tibial tuberosity fractures in adolescents. *Clin Orthop* 1986 ; 209 : 161-165
- [57] Preston F, Adicoff A. Hyperparathyroidism with avulsion of three major tendons. *N Engl J Med* 1962 ; 266 : 968
- [58] Rae PS, Khasawneh ZM. Herbert screw fixation of osteochondral fractures of the patella. *Injury* 1988 ; 19 : 116-119
- [59] Ray JM, Hendrix J. Incidence, mechanism of injury, and treatment of fractures of the patella in children. *J Trauma* 1992 ; 32 : 464-467
- [60] Ricard R, Moulay A. Les fractures de la rotule. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion Scientifique Française, 1975
- [61] Riter MA, Campbell ED. Postoperative patellar complications with or without lateral release during total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1987 ; 219 : 163-168
- [62] Rosenberg AG, Andriacchi TP, Barden R, Galante JO. Patellar component failure in cementless total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1988 ; 236 : 106-114
- [63] Saltzman CL, Goulet JA, McClellan RT, Schneider LA. Results of treatment of displaced patellar fractures by partial patellectomy. *J Bone Joint Surg* 1990 ; 72A : 1279-1285
- [64] Satku K, Kumar VP. Surgical management of non-union of neglected fractures of the patella. *Injury* 1991 ; 22 : 108-110
- [65] Scapinelli R. Blood supply of the human patella. Its relation to ischaemic necrosis after fracture. *J Bone J Surg* 1967 ; 49 : 563-570
- [66] Scapinelli R. Studies of the vasculature of the human knee joint. *Acta Anat* 1968 ; 70 : 305-331
- [67] Simonian PT, Mann FA, Mandt PR. Indirect forces and patella fracture after anterior cruciate ligament reconstruction with the patellar ligament. Case report. *Am J Knee Surg* 1995 ; 8 : 60-64
- [68] Siwek CN, Rao JP. Ruptures of the extensor mechanism of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 1981 ; 63 : 932-937
- [69] Sochart DH, Shrivast BP. Bilateral patellar tendon disruption. A professional predisposition? *J Accid Emerg Med* 1994 ; 11 : 255-256
- [70] Teitz C, Harrington R. Patellar stress fracture. *Am J Sports Med* 1992 ; 20 : 761-765
- [71] Trillat A, Dejour H, Jouvinroux P. Décalotement ostéopé-riosté du tendon quadricipital chez l'adolescent. *Rev Chir Orthop* 1968 ; 54 : 294
- [72] Vainionpaa S, Bostman O, Patiala H, Rokkanen P. Megapatella following a rupture of patellar tendon. A case report. *Am J Sports Med* 1985 ; 13 : 204-205
- [73] Vainionpaa S, Bostman O, Patiala H, Rokkanen P. Fracture of the tibial tuberosity in adolescents. *Arch Orthop Trauma Surg* 1985 ; 194 : 20-22
- [74] Walker LG, Glick H. Bilateral spontaneous quadriceps tendon ruptures. A case report and review of the literature. *Orthop Rev* 1989 ; 18 : 867-871
- [75] Weber MJ, Janecki CJ, McLeod P, Nelson CL, Thompson JA. Efficacy of various forms of fixation of transverse fractures of the patella. *J Bone Joint Surg* 1980 ; 62 : 215-220
- [76] Zamber RW, Teitz CC, McGuire DA, Frost JD, Hermanson BK. Articular cartilage lesions of the knee. *Arthroscopy* 1989 ; 5 : 258-268