

Traitement chirurgical des ostéochondrites disséquantes du genou

YAN LEFÈVRE*, ABDELFETAH LALIOUI*, FRANCK ACCADBLE**

* : Service d'orthopédie pédiatrique de l'hôpital des Enfants du CHU de Bordeaux

** : Service d'orthopédie pédiatrique de l'Hôpital Purpan - CHU de Toulouse

L'ostéochondrite disséquante du genou (ODG) est une affection du cartilage articulaire et de l'os sous chondrale. Dans sa forme juvénile, les physes sont encore ouvertes. Sa localisation préférentielle est la face latérale du condyle médial du fémur. Ces lésions seront classées, au minimum, en fonction de leur aspect radiologique [1,2] voire de leur aspects en IRM [3,4] et macroscopique en arthroscopie [5,6]. L'âge du patient constitue un des principaux facteurs prédictifs de l'évolution [7] ainsi que le caractère stable ou instable de la lésion à l'IRM [8,9].

Le but du traitement, en plus de la sédation définitive des douleurs, est de reconstituer de l'os sous chondral et de prévenir l'effondrement de la surface articulaire, le cas échéant de prévenir la dégénérescence arthrosique locale précoce en cas de décrochage d'un fragment ostéo-cartilagineux.

Le traitement chirurgical sera entrepris après avoir épuisé les possibilités non chirurgicales si celles-ci sont indiquées. Ses modalités dépendront des symptômes en rapport, de la maturité squelettique, des caractéristiques de la lésion (nature, localisation, taille et stabilité). Cette prise en charge est encore débattue sans réel consensus. Néanmoins il est possible d'en détailler les différentes alternatives et de proposer un arbre décisionnel fondé sur les résultats de différentes études de la littérature.

Le traitement de la lésion d'ostéochondrite sera associé au traitement chirurgical d'un éventuel facteur mécanique favorisant, comme un trouble de d'axe des membres inférieurs, notamment si l'atteinte est sévère.

I - Techniques chirurgicales

1. Exploration arthroscopique et bilan lésionnel

Le plus souvent, l'exploration arthroscopique sera le premier geste en cas de prise en charge chirurgicale, comprenant l'inspection et la palpation au crochet.

A l'issue de cela, la lésion sera caractérisée selon

son apparence, sa taille et son caractère stable ou instable, permettant de confirmer ou non le bien fondé de la technique chirurgicale retenue [6] (fig. 1).

Palpation		Inspection		
Lésions stables	Lésions instables	Boule de billard Aucune anomalie détectable		
		Ombre Cartilage intact mais discrètement surélevé		
		Plis dans le tapis Démarcation à type de ride ou replis		
		Porte fermée Fissuration		
		Trappe Clapet		
		Cratère Exposition osseuse		

Figure 1 : Classification arthroscopique selon Accadbled F. et al.

Notons néanmoins, que certains aspects arthroscopiques peuvent aussi bien correspondre à des lésions jugées stables ou au contraire instables à l'IRM. Aussi, fort des progrès de l'IRM et de son caractère particulièrement précoce avec une grande sensibilité en présence de signes d'instabilité secondaires [10], en cas de discordance, la stratégie chirurgicale sera décidée sur la classification de la lésion à l'IRM, l'emportant sur l'aspect macroscopique.

Le patient et la famille seront informés de la possibilité de faire des constatations arthroscopiques différentes du bilan d'imagerie pré-opératoire, pouvant alors imposer un changement de stratégie et de technique chirurgicale. Ces possibilités devront être anticipées, notamment en terme de matériel disponible. En cas de lésion plus grave impliquant un changement de technique et en l'absence de disponibilité du matériel requis, il faudra savoir reporter le temps de reconstruction à une intervention ultérieure.

2. Microfractures

Technique de référence dans de nombreux travaux de la littérature internationale, elle est peu utilisée en France, où on pratique plus volontiers les perforations (Pridie).

Le principe est de mobiliser des cellules souches mésenchymateuses de l'os sous chondrale qui coloniseront un caillot post traumatique, secondaire au poinçonnage de la zone lésionnelle par voie trans-chondrale directe.

La microfracture est réalisée en arthroscopie. Après débridement des berges lésionnelles et ablation de la plaque calcifiée (Tide mark), les poinçonnages à travers le tissu cartilagineux résiduel sont réalisés à l'aide d'une pointe carrée fine ou d'un poinçon angulé, tous les 3 à 4 mm. La présence d'un saignement par les zones de microfractures doit être vérifié en fin d'intervention [11].

L'évolution se fait vers la formation relativement rapide de tissu fibrocartilagineux qui assure le comblement de la zone lésionnelle mais qui ne semble pas stable dans le temps, se dégradant progressivement dans les suites [12].

3. Microfractures plus

Il s'agit d'une évolution de la technique consistant à contenir le caillot induit par les microfractures, par une membrane protectrice. Cette membrane est constituée de périoste ou de collagène (ex, Chondro-gide®) et est collée ou suturée à la perte de substance [13]. Cette membrane jouerait le rôle de matrice fixant les protéoglycanes et favorisant la différenciation chondrogénique.

Après des premiers travaux très favorables, d'autres remettent en question l'efficacité réelle de cette technique [14].

4. Perforations ou « drilling »

Cette technique est beaucoup plus pratiquée en France que les microfractures. Pridie a introduit le principe du forage de l'os sous-chondral exposé dans le but de favoriser une réparation fibro-cartilagineuse, avant que Smillie ne développe la technique pour l'ostéochondrite disséquante [15].

Elle est le recours en cas d'échec du traitement conservateur, sur une lésion stable avec croute cartilagineuse conservée.

L'objectif est de re-perméabiliser la zone d'os scléreuse, qui entoure la lésion, pour provoquer la réparation osseuse via la sécrétion locale de facteurs de croissance, la re-vascularisation de la zone lésionnelle et la migration et la prolifération de

cellules ostéo-chondrales.

Le geste consiste donc à perforer le fond de la zone lésionnelle, soit par voie trans-chondrale (ou trans-articulaire) (à travers le cartilage articulaire) soit par voie rétro-articulaire. Les deux approches donnent les mêmes bons résultats (95 % à 15 mois de recul chez des patients de 10 à 16 ans) cliniques et radiologiques [16].

4.a. Perforations trans-chondrales

Ce geste est réalisé sur une lésion stable, au décours d'une arthroscopie, même si initialement décrit par arthrotomie par Smillie [15].

La zone lésionnelle, est perforée de façon rétrograde directement à travers la croute cartilagineuse, à l'aide de broches fines (12 ou 15/10^{ème}), sur une profondeur de 15 à 20 mm (fig 2).



Figure 2 :

Vue arthroscopique de perforations trans-chondrales d'une OGD stable.

S'en suit une période de 1 mois de repos strict en décharge.

Les résultats sont bons, d'autant plus que le patient est jeune avec des physes ouvertes.

4.b. Perforations rétro-articulaires

Cette technique ajoute l'utilisation de la fluoroscopie. Elle permet de respecter la croute cartilagineuse ainsi que le respect de la physe, par une approche « rétro-lésionnelle » trans-épiphysaire. Les broches sont introduites par la face extérieure du condyle atteint, sous contrôle de l'amplificateur de brillance, de face et de profil, jusqu'au bord de la croute cartilagineuse. Un maximum de perforations seront réalisées pour couvrir toute la surface lésionnelle [17,18] (fig. 3).

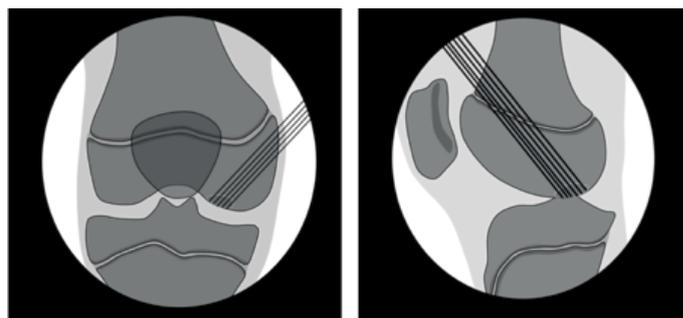


Figure 3 : *Schématisation des vues, en fluoroscopie, des perforations rétro-articulaires, de face et de profil.*

5. Fixation d'un fragment ostéochondrale

Lorsque le bilan IRM confirme l'instabilité d'un fragment ostéochondrale, celui-ci sera fixé, idéalement en arthroscopie.

Pour cela le fragment doit être de taille suffisante.

Le lit du fragment sera avivé et perforé comme vu précédemment à l'aide de plusieurs pénétrations de broches.

Si la zone receveuse est trop profonde par rapport à l'épaisseur du fragment, laissant un espace mort lors du repositionnement, celui-ci sera greffé avec de l'os spongieux prélevé au niveau d'une crête iliaque ou de la métaphyse tibiale proximale.

Le fragment est alors repositionné et maintenu à l'aide d'une broche temporaire de petit diamètre. L'ostéosynthèse est réalisée par 1 ou 2 vis, idéalement canulées, voire à double filetage, en s'assurant d'avoir enfoui la tête vis dans l'épaisseur du cartilage afin d'anticiper une possible rétraction locale et de ne pas provoquer de conflit avec la surface cartilagineuse tibiale (fig. 4).

Les vis peuvent être en matériaux standards ou en matériaux ostéo-résorbables. En effet les vis métalliques présentent l'inconvénient de gêner les images IRM ultérieures et l'analyse locale et sont régulièrement sources de conflit local, impliquant un geste secondaire d'ablation de celles-ci [5]. Pour cela, on leur préfère des vis en matériaux résorbables, avec deux principaux produits, l'acide polyglycolique (PGA) et l'acide polylactique (PLA). Le premier a l'avantage d'une résorption relativement rapide (autour de 3 mois) mais génère une certaine inflammation locale [19] alors que le second est de résorption plus lente (jusqu'à 6 ans) pouvant reproduire les écueils rencontrés avec des matériaux non résorbables [20]. D'autres solutions consisteraient en une association des deux polymères. Ces implants ne sont pas des vis mais se rapprochent du clou dentelé pour éviter le recul et permettre la mise en compression avec une tête plate (« low profil ») [21] (fig.4).



Figure 4 : Fixation d'un fragment ostéochondrale instable. a : fixation d'un fragment par 1 vis métallique. b : Implants résorbables « low profil » Smartnail® Conmed® constituant une alternative aux vis.

Les résultats des repositionnements de fragments sont globalement bons chez l'enfant (meilleur que chez l'adulte) [22].

6. Greffe ostéochondrale autologue

Le principe consiste à amener dans la zone de defect, préalablement préparée, du tissu osseux recouvert d'une croute cartilagineuse.

Le prélèvement sera réalisé depuis une zone de surface articulaire, non portante afin de limiter la morbidité au niveau du site donneur.

La greffe peut consister en un seul bloc ostéochondrale. Cette technique est limitée en terme de surface à greffer dans la mesure où la morbidité augmente avec la taille du prélèvement au niveau du site donneur et l'adéquation de forme du volume à reconstituer par rapport à la forme du volume disponible au niveau du site donneur (rayon de courbure). Cette solution sera donc réservée pour les lésions de petite surface.

L'alternative consiste à greffer un ou plusieurs cylindres (mosaïque) permettant de modeler de façon globale la forme du volume greffé en jouant sur les hauteurs des différents greffons implantés (plastie).

6.1. Mosaïque-plastie

Cette technique de greffe ostéochondrale permet la reconstitution de surfaces relativement étendues. Initialement tentée par Matsusue en 1988 [23] elle a été développée par Hangody au début des années 90 en s'appuyant des études expérimentales animales puis largement plébiscitée depuis par de nombreuses séries, avec des résultats globalement bons (au tour de 90 % suivant les séries et les critères de jugement) [24,25]. Les résultats sont d'autant meilleurs que le sujet est jeune [26].

En effet, l'étude histologique des zones greffées retrouve, à 10 semaines, 60 à 70 % de cartilage hyalin et 30 à 40 % de fibrocartilage. Des résultats concordants ont été retrouvés sur les biopsies réalisées chez l'humain à 5 ans post greffe.

Elle présente comme avantages, en comparaison à la greffe de chondrocytes autologues, son alternative moderne, sa « simplicité » de mise en œuvre dans la mesure où elle ne nécessite pas de culture cellulaire (et les moyens que cela incombe) et se réalise en un seul temps chirurgical.

Objectifs :

Les objectifs sont les suivants :

- Combler totalement le volume de la lésion ostéochondrale après avivement jusqu'à un sous-sol sain. La partie osseuse de la greffe doit être en appui sur de l'os sain.
- Apporter une surface de cartilage greffé supérieure à 70% de la surface du defect (80% pour certains).
- Respecter la physe en profondeur.

La figure 5 schématise la procédure (fig. 5).

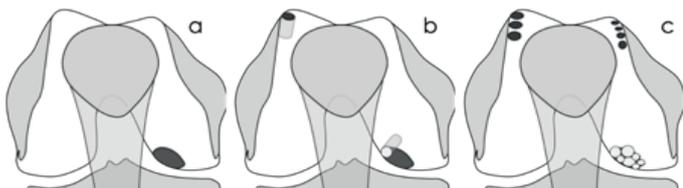


Figure 5 : Schématisation d'une greffe ostéochondrale autologue par mosaïque-plastie. a : lésion initiale. b : prélèvement du premier greffon et préparation de son site receveur. c : Greffe finale réalisée par 7 greffons, prélevés dans les 2 berges de la trochlée.

Voie d'abord :

L'intervention sera réalisée soit à ciel ouvert par arthrotomie (voie para-patellaire médiale ou latérale suivant le siège de la lésion) soit par arthroscopie, en fonction de l'aisance en arthroscopie du praticien, de l'accessibilité de la zone à greffer et des ancillaires disponibles.

Matériel et instruments :

Un ancillaire spécifique sera nécessaire, comportant des mèches de préparation du site receveur (avec possiblement une butée de profondeur réglable) de différents diamètres (2,7 à 8 mm), des ciseaux tubulaires de prélèvements de diamètres concordant à ceux des mèches de préparation, un chasse greffon concordant voire un tube de positionnement de la greffe avec repère de profondeur.

Sites donneurs :

Les zones de prélèvements peuvent être, par ordre de préférence, les berges de la trochlée fémorale, médiale (surtout supéro-médiale) puis latérale, puis la périphérie de l'échancrure inter-condylienne fémorale [27]. D'autres préfèrent réaliser le prélèvement sur la berge opposée au condyle greffé, afin de distinguer l'origine d'éventuelles futures douleurs [28].

La berge latérale de la trochlée permettra le prélèvement de greffons plus gros (jusqu'à 3 trois greffons de 10 à 11 mm), ce qui est plus délicat sur la berge médiale (greffons de 7 à 8 mm) et l'échancrure

inter-condylienne (greffons de 6 mm).

Noter que les zones de perforation résultant des prélèvements peuvent générer des saignements conséquents responsables d'hématomes post-opératoires. En ce sens, certains auteurs proposent de les combler avec, par exemple, des compresses de collagène qui permettent, en plus de leur pouvoir hémostatique, une bonne reconstitution du fibrocartilage de couverture par la suite [29].

Préparation du site receveur :

La préparation consiste en l'ablation d'éventuelles franches fibreuses et des berges douteuses de la lésion, au shaver et/ou à la curette afin d'obtenir des berges cartilagineuses saines, régulières et perpendiculaires à l'os sous chondrale. Le fond de la lésion sera avivé à la curette ou à la fraise motorisée jusqu'à exposer de l'os sain. Si le contact avec du tissu sain tant cartilagineux que osseux est essentiel pour la prise de la greffe, ces gestes seront néanmoins réalisés avec retenue afin de ne pas agrandir inutilement le volume à greffer.

Les zones d'insertion des greffons cylindriques seront réalisées à la mèche, dont le diamètre correspondra au diamètre des greffons. La profondeur souhaitée aura été préalablement repérée sur la mèche. Ces zones d'insertion seront réalisées parfaitement perpendiculairement à la surface tangentielle à la zone lésionnelle, ce qui implique un positionnement exact de la mèche. Les différents cylindres seront séparés de 1 mm au plus, ou au contact, ce qui implique là encore des positionnements soigneux de la mèche afin de réaliser des tunnels parfaitement parallèles.

En pratique, le méchage des puis d'insertion des greffons est réalisé après le prélèvement du greffon, pour s'assurer de la concordance des tailles (hauteur du greffon et profondeur du puis), plus facile à contrôler au méchage qu'au prélèvement.

Taille et nombre des greffons :

La hauteur des greffons dépend de la profondeur de la lésion ostéo-chondrale et du defect à combler et de la distance par rapport à la physe (laquelle doit être parfaitement respectée). En pratique il s'agit souvent de greffon d'une hauteur autour de 15 à 25 mm. Le diamètre des greffons sera fonction de la taille et de la forme du volume à combler et des habitudes du praticien. Néanmoins la tendance actuelle va plutôt vers l'utilisation de greffons plus gros, présentant l'avantage d'une meilleure stabilité, de générer moins d'interpositions fibreuses entre les greffons, d'apporter une plus grande surface cartilagineuse et

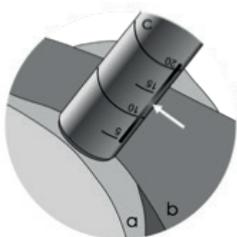
de minimiser le risque de fracture du site donneur. Une alternative est de prélever des cylindres de différents diamètres afin d'optimiser la surface de comblement (> 80%).

Une planification du nombre de greffons nécessaires pourra être réalisée en début d'intervention en imprimant sur la zone lésionnelle des chasses-greffons de diamètres connus.

Prélèvement des greffons :

Le prélèvement sera effectué à l'aide d'un ciseau tubulaire dédié, en prenant soin de bien le placer perpendiculaire à la surface articulaire (fig. 6).

Figure 6 : Schématisation d'une vue arthroscopique du ciseau de prélèvement du greffon, posé perpendiculairement sur la berge latérale (a) de la trochlée, en dehors du tendon rotulien (b). Noter la graduation et la fenêtre de lecture (flèche) permettant de mesurer la hauteur du greffon.



Le geste sera réalisé en douceur sans échauffement des tissus. Une fois celui-ci enfoncé à la bonne profondeur, préalablement repérée sur le ciseau, le greffon sera détaché de sa base par des mouvements de balancement opposés au tour de l'axe d'implantation du ciseau. Ce geste devra être mesuré dans ses amplitudes au risque de fracturer la zone de prélèvement.

Une distance de 3 mm sera respectée entre les différents prélèvements.

Implantation des greffons :

La méthode varie selon que l'on recherche une implantation sans effet press fit (auquel cas les cylindres creusés dans la zone d'implantation seront légèrement dilatés en surface à l'aide d'un dilatateur légèrement conique, afin de permettre une implantation a-traumatique), ou au contraire, un effet press fit obtenu en réalisant des cylindres d'implantation de diamètre 1 mm inférieur au diamètre du greffon. Il semblerait selon des études animales que l'insertion avec effet press fit soit favorable au devenir du greffon, ce pourquoi il est recommandé par certains auteurs [30].

Le greffon est présenté à l'aide d'un introducteur tubulaire de diamètre concordant. Puis il est implanté à l'aide d'un chasse greffon poussé dans l'introducteur afin de le repousser au fond de sa zone d'implantation

jusqu'à ce que sa surface cartilagineuse affleure celle de la zone saine contiguë ou celle du greffon voisin (hauteur idéalement repérée au préalable sur le chasse-greffon).

Notons qu'il est fondamental que les surfaces cartilagineuses se correspondent. En effet, il a été constaté qu'une marche de 2 mm ou plus induisait une involution de la couche cartilagineuse [31]. C'est pour cette même raison qu'il est important de prélever les greffons parfaitement perpendiculairement à la surface articulaire (une angulation de 10° sur un greffon de 10 mm de diamètre induit une différence de hauteur entre les berges opposées de 1 mm).

Spécificités de réalisation par arthroscopie :

Cette technique est réservée aux arthroscopistes aguerris, car difficile.

Les difficultés résident essentiellement en deux points :

- Le siège de la lésion, qui doit permettre un accès perpendiculaire à celle-ci (fig. 7).

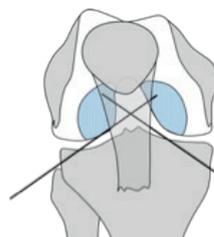


Figure 7 : Zones à accès direct, perpendiculaires, pour perforation de la zone receveuse en vue d'une mosaïque-plastie réalisée en arthroscopie.

- La taille de la lésion, en retenant qu'il est difficile de combler une lésion de plus de 2 cm (soit un maximum de 6 cylindres).

L'installation du patient doit permettre une flexion du genou à 120°.

Les points d'entrée sont plus centraux qu'à l'habitude étant donné qu'il s'agit souvent de lésions autour de l'échancrure inter-condylienne (fig. 7). Une aiguille pourra être utilisée pour déterminer à l'aide de la vision arthroscopique le point d'entrée idéal pour amener le viseur (tube de guidage) perpendiculairement à la surface à greffer. Au besoin on réalisera plusieurs points d'entrée. Ou, à l'inverse, pour minimiser le nombre de greffons à prélever, on essaiera de combler la lésion par un greffon unique de gros diamètre (fig. 8).

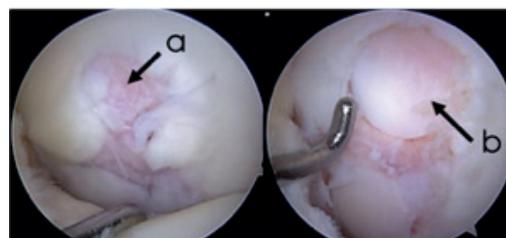


Figure 8 : Vues arthroscopiques d'une lésion(a), traitée par greffe ostéochondrale de type mosaïque-plastie avec greffon unique de 10 mm de diamètre (b).

Les instruments, mèche de perforation, dilatateur, ciseau de prélèvement seront gradués de façon à ce que les profondeurs soient lisibles (fenêtre latérale dans le viseur...) (fig. 6).

Pour le reste la procédure répond aux mêmes principes que la technique à ciel ouvert.

Suites opératoires :

La décharge est la règle durant 6 semaines en moyenne suivant les différents auteurs (4 à 8 semaines), suivie d'une remise en charge progressive. Le genou sera immédiatement mobilisé en flexion-extension, d'abord passive.

Complications :

Les principales complications rapportées, sont les hématomes post opératoires, les infections profondes, les thromboses veineuses (adultes) et les rares lésions dégénératives autour du site donneur (3%) [32] essentiellement à type de douleurs.

6.2. Allogreffe ostéocondrale massive

Cette technique relativement ancienne consiste à utiliser une allogreffe ostéocondrale fraîche ou congelée, pour des pertes de substance volumineuses et se pratique plutôt chez l'adulte comme technique de sauvetage.

6.3. Greffes de cultures de chondrocytes

Ces techniques consistent à greffer dans la zone lésionnelle, préalablement préparée, des chondrocytes autologues, prélevés lors d'une première chirurgie puis multipliés in vitro en laboratoire sur un délais de 2 à 3 semaines [33].

Dans les greffes de première génération, les chondrocytes autologues prélevés, cultivés et amplifiés en culture cellulaire étaient placés dans la zone à greffer, sous un patch de périoste (prélevé sur le tibia) suturé ou collé aux berges de cartilage sain. Les évaluations à distance sont bonnes dans l'indication de l'ostéochondrite, avec confirmation histologique de développement d'un tissu de comblement « hyalin-like » [34]. Néanmoins, à long terme, la supériorité par rapport à la mosaïque-plastie était discutable [35,36] et il était rapporté un certain nombre de problèmes liés au patch de périoste notamment (calcification, ossification, arrachement, fuites).

Ainsi, dans les greffes de deuxième génération, le patch a été remplacé par des membranes, synthétiques, protéiques ou polysaccharidiques (AMIC : Autogenous Matrix Induced Chondrogenesis). Ces membranes ont des capacités d'interaction avec les chondrocytes greffés, favorisant le greffe.

Enfin, les greffes de troisième génération consistent en la mise en culture des chondrocytes au sein d'une matrice biologique implantable, favorable à la prolifération cellulaire, à la conservation des caractéristiques phénotypiques et à la synthèse de la matrice extracellulaire, avec des couts de mise en œuvre modérés [37]. En cas de lésion profonde, plusieurs couches pourront être greffées d'où le terme de « greffes sandwich » (nécessaire si profondeur > 8 mm). Ces greffes de troisième génération, comme par exemple celles utilisant l'acide hyaluronique [38], sont encore en cours d'évaluation.

II- Cas particulier des ostéochondrites de la patella

Cette localisation plus rare répond aux mêmes techniques chirurgicales et aux mêmes indications thérapeutiques, à la différence que la chirurgie, pour des raisons évidentes d'accessibilité sera réalisée à ciel ouvert [39] (fig. 9).

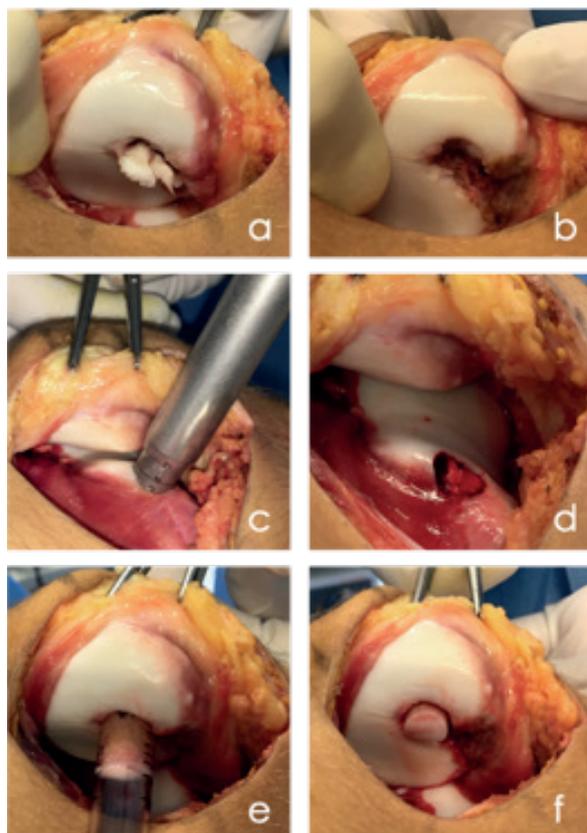


Figure 9 : Traitement d'une lésion d'ostéochondrite disséquante de la patella par mosaïque-plastie par arthrotomie.

a : lésion instable et creusée. b : zone lésionnelle préparée en vue de la réception du greffon. c : Prélèvement du greffon sur la berge latérale de la trochlée avec le ciseau cylindrique gradué. d : aspect du site donneur après prélèvement. e : Insertion du greffon dans la zone de réception. f : aspect en fin d'intervention, greffon ostéocondrale en place.

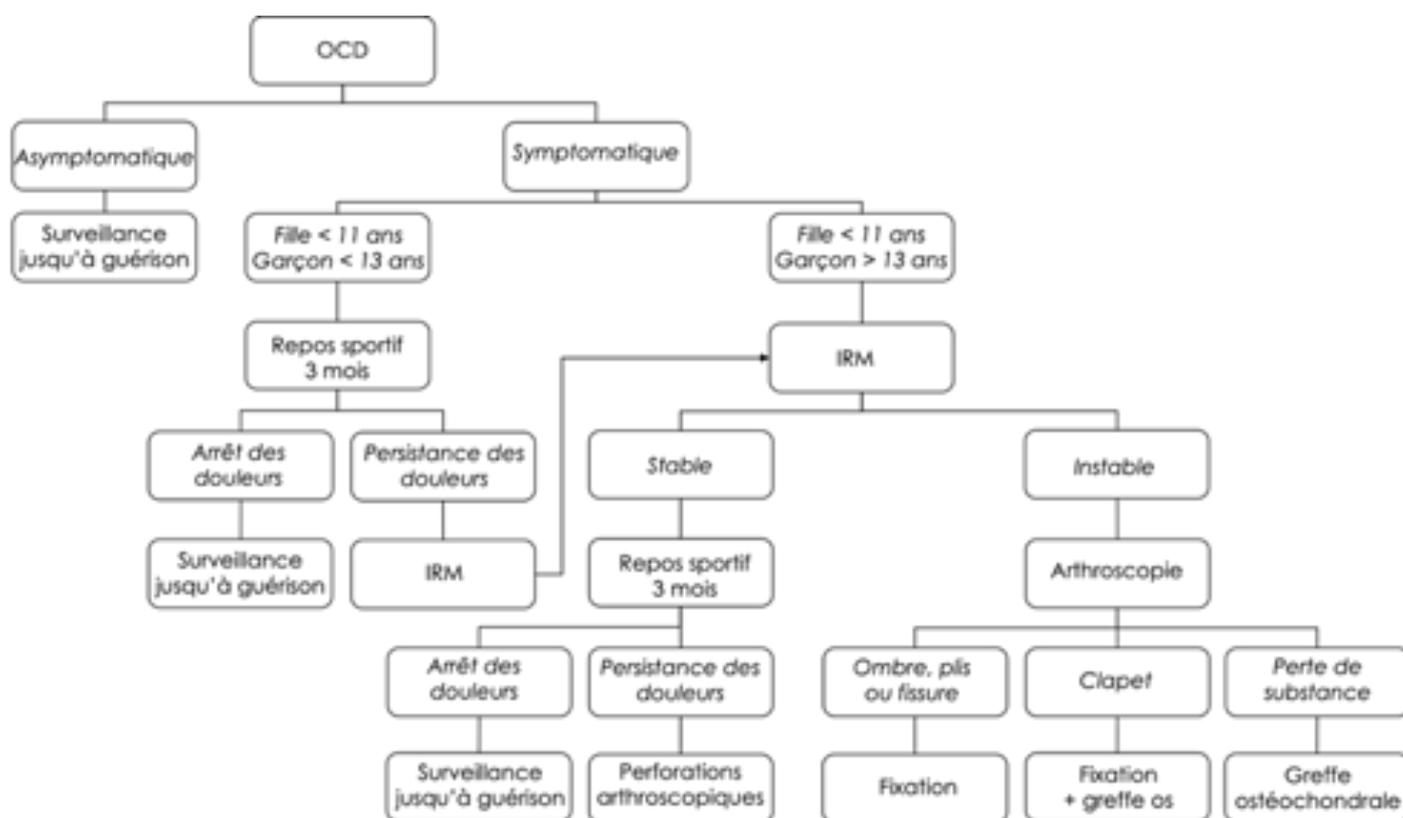


Figure 10 : Arbre décisionnel pour la prise en charge d'une ostéochondrite disséquante du genou (ODG) selon Accadbled et al [6].

III- Indications

Nous retenons un arbre décisionnel tenant compte de l'âge du patient (facteur pronostic majeur), de l'aspect IRM (forme stable ou instable) et de l'aspect arthroscopique, comme proposé par Accadbled et al., avec une version modifiée par rapport à celui proposé par Carey et l'AAOS [40].

Noter qu'en cas de discordance sur le caractère stable ou instable, entre l'aspect IRM et l'évaluation arthroscopique, nous privilégierons l'aspect IRM pour la prise de décision finale (signes IRM plus précoces).

IV- Conclusions

On retiendra que le traitement chirurgical de l'ostéochondrite disséquante se réalise après réalisation d'une IRM, lorsque celle-ci est indiquée. Le plus souvent il se fera par arthroscopie, permettant, en premier lieu, d'achever l'évaluation des lésions. En second lieu, les lésions stables (IRM et/ou arthroscopie) seront perforées et les lésions instables seront fixées, voire greffées.

Quant aux résultats cliniques et d'imagerie, les perforations et les mosaïque-plasties donnent de bons résultats et sont relativement simples à mettre en œuvre pour l'arthroscopiste averti.

D'autres solutions avec les greffes autologues de chondrocytes et de matrice sont prometteuses, même si plus difficiles à mettre en œuvre aujourd'hui.

Références :

1. Bedouelle J. L'ostéochondrite disséquante des condyles fémoraux chez l'enfant et l'adolescent. In : Conférences d'enseignement 1988 (Cahiers d'Enseignement de SOFCOT) Expansion Scientifique Française ; 1988. p. 61–93.
2. Berndt AL, Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. J Bone Joint Surg [Am] 1959. 41-A(6) : p. 988–1020.
3. Dipaola JD, Nelson DW, Colville MR. Characterizing osteo- chondral lesions by magnetic resonance imaging. Arthroscopy 1991. 7: p. 101–4.
4. Kijowski R, Blankenbaker DG, Shinki K, et al. Juvenile versus adult osteochondritis dissecans of the knee : appropriate MR imaging criteria for instability. Radiology 2008. 248: p. 571–8.
5. Guhl Jf. Arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans. Clin Orthop Relat Res 1982. (167): p. 65–74.
6. Accadbled F, Vial J, Sales de Gauzy J. Osteochondritis dissecans of the knee. Orthop Traumatol Surg Res. 2018. 104(1S): p. S97-S105.

7. Siegall E, Faust JR, Herzog MM, et al. Age predicts disruption of the articular surface of the femoral condyles in knee OCD: Can we reduce usage of arthroscopy and MRI? *J Pediatr Orthop*. 2018. 38(3): p. 176-180.
8. Masquijo J, Kothari A. Juvenile osteochondritis dissecans (JOCD) of the knee: current concepts review. *EFORT Open Rev*, 2019. 17; 4(5): p. 201-212.
9. Versier G, Dubrana F; French Arthroscopy Society. Treatment of knee cartilage defect in 2010. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2011. 97(8 Suppl): p. S140-53.
10. Kijowski R, Blankenbaker DG, Shinki K, et al. Juvenile versus adult osteochondritis dissecans of the knee: appropriate MR imaging criteria for instability. *Radiology*, 2008. 248: p. 571-8.
11. Steadman JR, Rodkey WG, Singleton SB, et al. Microfracture technique for full-thickness chondral defects: technique and clinical results. *Oper Tech Orthop*, 1997. 7: p. 300-4.
12. Mithoefer K, McAdams T, Williams RJ, et al. Clinical efficacy of the microfracture technique for articular cartilage repair in the knee. An evidence-based systematic analysis. *Am J Sports Med*, 2009. 37(10): p. 2053-63.
13. Behrens P, Bitter T, Kurz B, et al. Matrix-associated autologous chondrocyte transplantation/implantation (MACT/MACI), 5-year follow-up. *Knee*, 2006. 13(3): p. 194-202.
14. Dhollander AM, De Neve F, Almqvist F, et al. Autologous matrix-induced chondrogenesis combined with platelet-rich plasma gel: technical description and a five pilot patients report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2011. 19: p. 536-42.
15. Smillie IS. Treatment of osteochondritis dissecans. *J Bone Joint Surg Br*, 1957. 39-B(2): p. 248-60.
16. Rammal H, Gicquel P, Schneider L, et al. Juvenile osteochondritis of femoral condyles: treatment with transchondral drilling. Analysis of 40 cases. *J Child Orthop*, 2010. 4(1): p. 39-44.
17. Edmonds EW, Polousky J. A review of knowledge in osteochondritis dissecans: 123 years of minimal evolution from König to the ROCK study group. *Clin Orthop Relat Res*, 2013. 471(4): p. 1118-26.
18. Edmonds EW, Albright J, Bastrom T, et al. Outcomes of extra-articular, intra-epiphyseal drilling for osteochondritis dissecans of the knee. *J Pediatr Orthop*, 2010. 30(8): p. 870-8.
19. Fridén T, Rydholm U. Severe aseptic synovitis of the knee after biodegradable internal fixation. A case report. *Acta Orthop Scand*, 1992. 63(1): p. 94-7.
20. Mainil-Varlet P, Rahn B, Gogolewski S. Long-term in vivo degradation and bone reaction to various polylactides. 1. One-year results. *Biomaterials*, 1997. 18(3): p. 257-66.
21. Tabaddor RR, Banffy MB, Andersen JS, et al. Fixation of juvenile osteochondritis dissecans lesions of the knee using poly 96L/4D-lactide copolymer bioabsorbable implants. *J Pediatr Orthop*, 2010. 30(1): p. 14-20.
22. Lefort G, Moyen B, Beaufile P, et al. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles: report of 892 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 2006. 92(5 Suppl): p. 2S97-2S141.
23. Matsusue Y, Yamamuro T, Hama H. Arthroscopic multiple osteochondral transplantation to the chondral defect in the knee associated with anterior cruciate ligament disruption. *Arthroscopy*, 1993. 9(3): p. 318-21.
24. Hangody L, Kish G, Kárpáti Z, et al. Mosaicplasty for the treatment of articular cartilage defects: application in clinical practice. *Orthopedics*, 1998. 21(7): p. 751-6.
25. Hangody L, Vásárhelyi G, Hangody LR, et al. Autologous osteochondral grafting technique and long-term results. *Injury*, 2008. 39(Suppl. 1): p. S32-9.
26. Gudas R, Simonaityte R, Cekanauskas E, et al. A prospective, randomized clinical study of osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of osteochondritis dissecans in the knee joint in children. *J Pediatr Orthop*, 2009. 29(7): p. 741-8.
27. Garretson RB, Katolic LI, Beck PR, et al. Contact pressure at osteochondral donor sites in the patellofemoral joint. *Am J Sports Med*, 2004. 32 : p. 967-74.
28. Robert H. Technique de réparation du cartilage du genou par plastie en mosaïque. In: *Conférence d'enseignement 2010 (Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 99)*. 2010, Elsevier- Masson: Paris. p. 368-84.
29. Feczko P, Hangody L, Varga J, et al. Experimental results of donor site filling for autologous osteochondral mosaicplasty. *Arthroscopy*, 2003. 19(7): p. 755-61.
30. Makino T, Fujioka H, Terukina M, et al. The effect of graft sizing on osteochondral transplantation. *Arthroscopy*, 2004. 20: p. 837-40.
31. Huang FS, Simonean PT, Norman AG, et al. Effects of small incongruities in a sheep model of osteochondral grafting. *Am J Sports Med*, 2004. 32: p. 1842-8.
32. Hangody L, Feczko P, Bartha L, et al. Mosaicplasty for the treatment of articular defects of the knee and ankle. *Clin Orthop Relat Res*, 2001. (391 Suppl): p. S328-36.

33. Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, et al. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Engl J Med*, 1994. 331: p. 889-95.
34. Micheli LJ, Browne JE, Erggelet C, et al. Autologous chondrocyte implantation of the knee: multicenter experience and minimum 3-year follow-up. *Clin J Sport Med*, 2001. 11: p. 223-8.
35. Knutsen G, Drogset JO, Engebretsen L, et al. A randomized trial comparing autologous chondrocyte implantation with microfracture: findings at five years. *J Bone Joint Surg Am*, 2007. 89(10): p. 2105-12.
36. Bentley G, Biant LC, Carrington RW, et al. A prospective, randomized comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee. *J Bone Joint Surg Br*, 2003. 85: p. 223-30.
37. Kon E, Delcogliano M, Filardo G, et al. A novel nano-composite multi-layered biomaterial for treatment of osteochondral lesions: Technique note and an early stability pilot clinical trial. *Injury Int J Care Injured*, 2010. 41: p. 693-701.
38. Marcacci M, Zaffagnini S, Kon E, et al. Arthroscopic autologous chondrocyte transplantation: technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2002.10: p. 154-9.
39. Visonà E, Chouteau J, Aldegheri R, et al. Patella osteochondritis dissecans end stage: The osteochondral mosaicplasty option. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2010. 96(5): p. 543-8.
40. Carey JL, Shea KG. AAOS Appropriate Use Criteria: Management of Osteochondritis Dissecans of the Femoral Condyle. *J Am Acad Orthop Surg*, 2016. 24(9): p. 105-11.

DOI : 10.34814/SOFOP-2020-020