

Chapitre 6

Pathologie cartilagineuse de la hanche

Physiopathologie, diagnostic, traitement, indications et résultats

W. Guicherd, N. Bonin, C. Batailler

PLAN DU CHAPITRE					
Introduction	53	pathologies synoviales	55	Traitement des lésions chondrales et ostéochondrales	59
Physiopathologie	53	Lésions ostéochondrales	55	Affections cartilagineuses pures	59
Lésions chondrales secondaires à des anomalies architecturales ou ligamentaires	53	Diagnostic	56	Affections ostéochondrales	63
Lésions chondrales secondaires à des		Clinique	56	Affections de l'os sous-chondral	64
		Imagerie	57	Conclusion	67
		Test infiltratif	59		
		Classification des lésions	59		

Introduction

Les lésions cartilagineuses de la hanche peuvent survenir dans un grand nombre de coxopathies, qu'elles soient traumatiques ou non; aiguës, chroniques ou dégénératives. Même isolées, ces lésions peuvent être la source de douleur [1]. S'il est admis qu'une lésion cartilagineuse a un faible potentiel de guérison, l'arthroscopie de hanche est un outil qui va permettre, outre la confirmation diagnostique, le traitement de certaines atteintes cartilagineuses focales, et parfois de leur étiologie.

Nous considérerons dans ce chapitre :

- les affections cartilagineuses pures secondaires :
 - à des anomalies architecturales ou ligamentaires;
 - secondaires à des pathologies synoviales ou à des corps étrangers.
- les affections ostéochondrales, le plus souvent post-traumatiques;
- et les affections de l'os sous-chondral.

Nous rappellerons les circonstances physiopathologiques de leur apparition. Nous aborderons leur diagnostic clinique et radiologique. Nous discuterons des options thérapeutiques principalement arthroscopiques, et de leurs résultats à la lumière de notre expérience et des données de la littérature.

Physiopathologie

Lésions chondrales secondaires à des anomalies architecturales ou ligamentaires

Conflit fémoro-acétabulaire

Le conflit fémoro-acétabulaire est responsable de la grande majorité des lésions cartilagineuses isolées de la hanche du sujet jeune. Il correspond à des microtraumatismes induits par un contact dynamique répété entre l'épiphyse fémorale et le rebord acétabulaire [2]. Ce contact est le plus souvent secondaire à une dysmorphie osseuse fémorale (*effet came*) et/ou acétabulaire (*effet pince*). L'interrogatoire recherchera une activité sportive type pivot ou à grande amplitude qui pourra alors être un facteur aggravant.

Ces microtraumatismes répétés génèrent, sur la périphérie acétabulaire, des forces en cisaillement dans le conflit came; des forces en compression dans le conflit pince. De ce fait, les lésions cartilagineuses sont fréquentes, souvent associées aux lésions labrales [3]. Elles sont généralement adjacentes à la lésion du labrum, au niveau de la périphérie acétabulaire. Leur topographie est habituellement antérosupérieure, c'est-à-dire localisée dans le cadran 2 voire 3 de l'International Society for Hip Arthroscopy (ISHA) [4]. On peut observer des

lésions postérieures dans le cadran 4 ou 5 par contrecoup lors du conflit par effet pince.

Le type de lésion va de la perte d'adhérence cartilagineuse isolée (figure 6.1, vidéo 6.1  – communément appelée *wave sign* – à la perte de substance superficielle (figure 6.2) puis profonde (figure 6.3), en passant par une étape de fissure (figure 6.4) et de délamination chondrale générant des clapets cartilagineux (figures 6.5 et 6.6, vidéos 6.2  et 6.3 .

Ces lésions signent un excès de contrainte chronique, qui finit par se révéler au niveau osseux par une condensation, voire des géodes périphériques.

Dysplasie de hanche

À l'opposé du conflit fémoro-acétabulaire par effet pince, la dysplasie correspond à une insuffisance de couverture latérale \pm antérieure de l'acétabulum; ce degré de couverture est

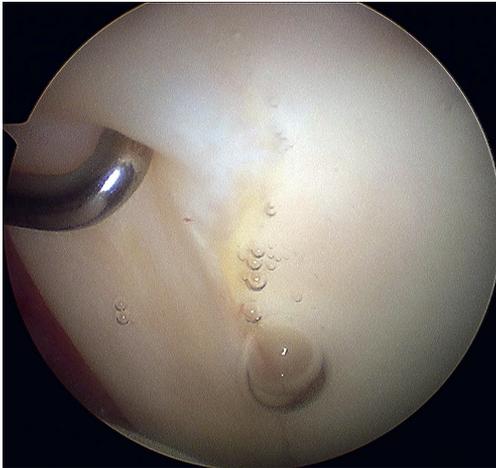


Figure 6.1. Palpation au crochet arthroscopique d'une perte d'adhérence cartilagineuse acétabulaire ou *wave sign*.

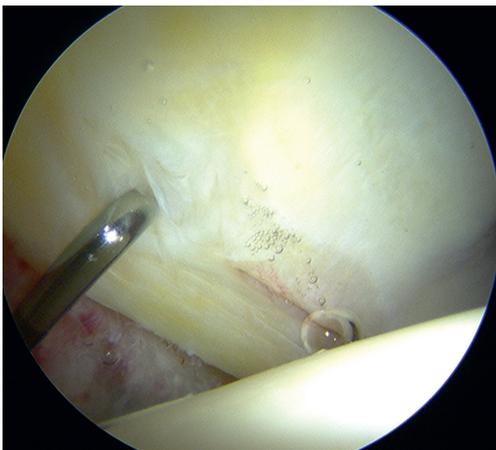


Figure 6.2. Palpation au crochet arthroscopique d'une zone de perte de substance chondrale acétabulaire superficielle.

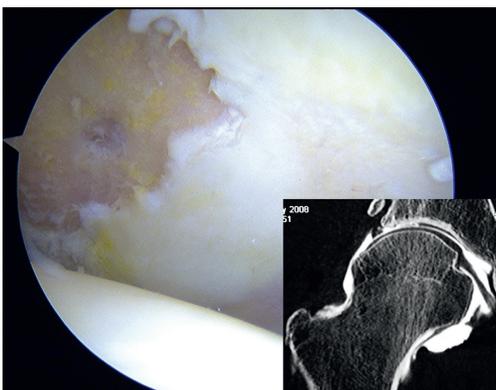


Figure 6.3. Visualisation arthroscopique d'une zone de perte de substance chondrale acétabulaire profonde, et sa correspondance en coupe frontale arthroscanner.

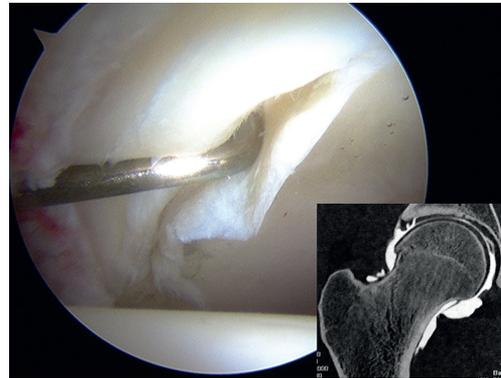


Figure 6.4. Visualisation arthroscopique d'une fissure chondrale acétabulaire profonde, et sa correspondance en coupe frontale arthroscanner.

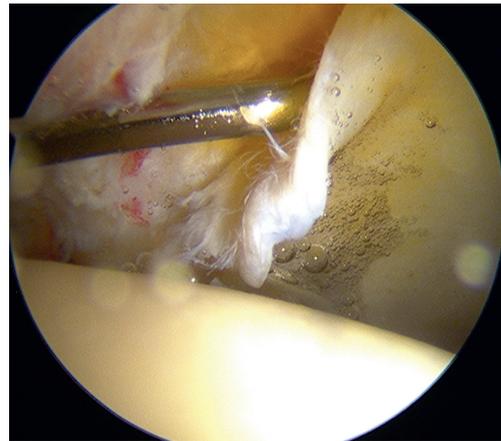


Figure 6.5. Palpation au crochet arthroscopique d'un volumineux clapet acétabulaire périphérique, jugé stable et viable.

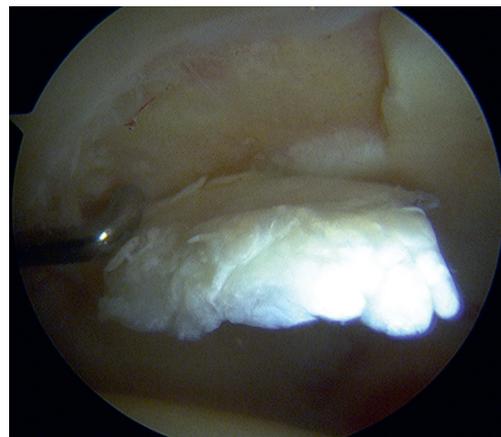


Figure 6.6. Palpation au crochet arthroscopique d'un volumineux clapet acétabulaire périphérique, jugé instable et non viable.

diagnostiqué par la mesure du VCE. Ainsi, lors de la mise en charge, les forces de contacts s'exercent sur une surface plus réduite que la normale. La pression surfacique augmente, ajoutée à l'instabilité créant des contraintes en cisaillement sur le cartilage, entraînant alors des lésions cartilagineuses précoces [5].

Les lésions siègent en priorité sur la partie antérosupérieure de l'acétabulum et, de façon moins fréquente, sur la tête fémorale sur la zone parafovéale. Une lésion labrale est fréquemment associée; elle prend le plus souvent la forme d'une fissure non transfixiante de la face articulaire. Cette lésion est la conséquence directe de l'excès de contrainte appliqué au labrum en raison de l'insuffisance de couverture osseuse, et est souvent corrélée à l'apparition des symptômes. Il est rapporté 73 % de lésions chondrales acétabulaires, 27 % de lésions fémorales et 84 % de lésions labrales, lors de l'arthroscopie exploratrice chez des patients opérés par ostéotomie péri-acétabulaire d'une dysplasie symptomatique [6].

Instabilité de hanche

L'instabilité de hanche est un diagnostic à évoquer chez des patients présentant une hyperlaxité constitutionnelle et/ou une couverture acétabulaire proche de la dysplasie. Cette étiologie sera systématiquement recherchée en effectuant le score de Beighton [7]. Elle peut aussi être secondaire à une maladie du tissu conjonctif (Marfan, Ehlers-Danlos, trisomie 21) [8].

Elle est le plus souvent localisée à une seule hanche et progressive, liée à des microtraumatismes répétés par mouvements forcés en charge axiale et en rotation de hanche. La détente du ligament iliofémoral est la plus fréquente, suite à des rotations externes forcées. Dans de plus rares cas, c'est le ligament ischiofémoral qui se détend suite à des rotations internes forcées [9].

Parfois, l'instabilité de hanche peut survenir dans les suites d'un traumatisme unique à haute énergie, avec subluxation de hanche et rupture ligamentaire et capsulaire.

L'insuffisance ligamentaire qui en résulte diminue la capacité des ligaments d'absorber les chocs, créant une instabilité infraclinique de hanche. Cette instabilité a pour conséquence une augmentation de la pression à la partie antérosupérieure de l'acétabulum, aggravée par les mouvements en extension rotation externe. Cette augmentation de pression engendre des lésions labrales puis des lésions chondrales antérosupérieures [10].

Lésions chondrales secondaires à des pathologies synoviales

Chondromatose synoviale

La chondromatose synoviale primitive est caractérisée par la formation de nodules cartilagineux pédiculés ou sessiles, développés aux dépens de la membrane synoviale. Il s'agit d'une pathologie monoarticulaire d'évolution lente affectant l'adulte jeune. Les nodules se détachent de la synoviale, formant des corps étrangers intra-articulaires qui peuvent s'ossifier.

Les lésions chondrales de la tête fémorale et de l'acétabulum sont secondaires à ces corps étrangers, par mécanisme de friction répétée. L'articulation de la hanche n'étant pas extensive, l'hyperpression intra-articulaire engendrée par la maladie est le deuxième mécanisme de lésions chondrales [11].

Synovite villonodulaire hémopigmentée

La synovite villonodulaire (SVN) est une maladie rare, bénigne, pseudotumorale. Elle correspond à une prolifération synoviale monoarticulaire avec hyperplasie des franges synoviales et nodules synoviaux. Elle peut être focale ou diffuse dans l'articulation. L'augmentation chronique de la pression intra-articulaire entraîne progressivement des lésions cartilagineuses acétabulaires et fémorales. Les nodules synoviaux peuvent également être responsables de lésions cartilagineuses par friction. En fin d'évolution, on retrouve un pincement articulaire plutôt supérolatéral [12].

Lésions chondrales secondaires à des corps étrangers

Il existe de nombreuses causes à la formation ou à la présence de corps étrangers intra-articulaires, bien qu'ils soient rares. Ces étiologies sont les maladies inflammatoires ou tumorales (chondromatose, SVN), les séquelles traumatiques (fracture et/ou luxation avec fragments ostéochondraux, traumatisme balistique [13]), les séquestres libérés d'ostéochondrites (maladie de Legg-Perthes-Calvé, ostéonécrose de tête, ostéochondrite disséquante), voire les causes iatrogènes (vis d'ostéosynthèse trop longue, broche cassée [14]).

Lorsque les corps étrangers sont libres au niveau du compartiment central, ils se localisent préférentiellement à la partie postéro-inférieure de l'arrière-fond acétabulaire. Lorsqu'ils sont libres au niveau du compartiment périphérique, ils se localisent plutôt à la partie postéromédiale des replis synoviaux du col fémoral [15]. Ces corps étrangers créent des lésions chondrales de la tête fémorale et de l'acétabulum par friction répétée voire hyperpression localisée.

Lésions ostéochondrales

Les lésions cartilagineuses secondaires à un traumatisme isolé de la hanche peuvent survenir lors d'un choc appuyé violent sur l'articulation. Ce traumatisme engendre alors une lésion chondrale isolée ou une fracture ostéochondrale de la tête fémorale et/ou de l'acétabulum (figure 6.7, vidéo 6.4 [\[E\]](#)). L'os sous-chondral et le labrum peuvent être atteints de façon concomitante ou différée [16].

Lésions de l'os sous-chondral

Les atteintes osseuses sous-chondrales peuvent évoluer vers des lésions ostéochondrales secondaires par plusieurs mécanismes : les fractures ostéochondrales par effondrement de l'os nécrosé; la libération de séquestre en intra-articulaire; ou plus tardivement sur déformation de la tête fémorale [16].

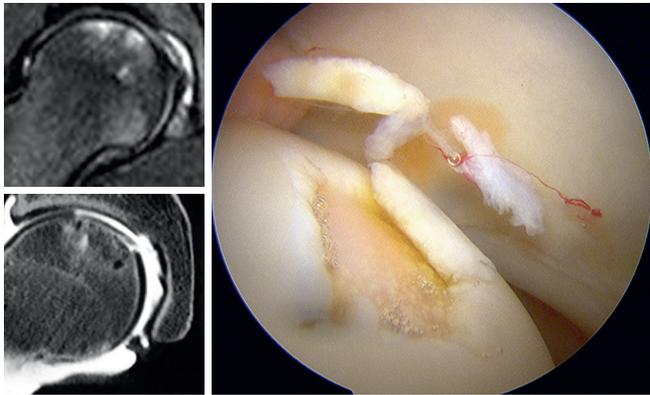


Figure 6.7. Coupe frontale IRM (en haut à gauche) et arthroscanner (en bas à gauche) d'une lésion ostéochondrale apicale de la tête fémorale. Visualisation arthroscopique à droite : le cartilage se détache de l'os sous-chondral, signant la différence avec une pathologie isolée de l'os sous-chondral.

Maladie de Legg-Perthes-Calvé

Cette maladie est définie par une nécrose partielle ou totale du noyau épiphysaire proximal du fémur, survenant majoritairement chez les garçons de 2 à 10 ans. Elle évolue spontanément en trois étapes : nécrose d'une partie de la tête fémorale, fragmentation puis résorption de la zone nécrotique et, enfin, réossification progressive. Le remodelage de la tête fémorale dépend alors de la croissance restante de l'enfant.

Ce défaut d'ossification épiphysaire peut entraîner un grand nombre d'anomalies cartilagineuses telles que défauts ostéochondraux plus ou moins massifs, corps étrangers et lésions cartilagineuses isolées. Le remodelage de la tête fémorale peut conduire à des déformations séquellaires avec perte de la sphéricité indispensable à une biomécanique normale (coxa plana, coxa magna), source de lésions chondrales d'apparition progressive sur incongruence articulaire, ce d'autant qu'il existe fréquemment une hyperantéversion fémorale. L'acétabulum peut également se remanier, lorsque sa croissance n'est pas achevée, en s'adaptant à la tête fémorale déformée, notamment par une dysplasie latérale. Cette adaptation secondaire de l'acétabulum permet de protéger le cartilage en diminuant l'incongruence articulaire [17]. La classification radiologique de Stulberg [18] en cinq catégories selon la congruence articulaire permet un pronostic sur l'évolution arthrosique de ces hanches.

Nécrose avasculaire de la tête fémorale

L'ostéonécrose de la tête fémorale survient généralement chez l'adulte jeune, en pleine activité. En excluant les traumatismes, les principales étiologies sont la corticothérapie, la drépanocytose et l'intoxication éthylique chronique. Après la nécrose, l'os spongieux se reforme assez rapidement. L'os sous-chondral, en revanche, se résorbe plus rapidement qu'il ne se forme. La jonction cartilage-os sous-chondral et os sous-chondral-os spongieux devient une zone de moindre résistance, point de départ des fractures sous-chondrales.

Les lésions cartilagineuses apparaissent soit en aigu sur des fractures sous-chondrales, soit à distance suite à une défor-

mation progressive de la tête fémorale. Ces atteintes cartilagineuses sont majoritairement antérosupérieures.

Ostéochondrite disséquante

L'ostéochondrite correspond à une nécrose osseuse sous-chondrale limitée survenant chez l'adolescent et l'adulte jeune. Elle peut évoluer vers une ostéochondrite disséquante avec détachement d'un fragment ostéochondral. Elle atteint typiquement la tête fémorale dans le secteur antérosupérieur et parfois l'acétabulum. Elle est souvent multifactorielle avec, pour facteur aggravant, un traumatisme aigu ou répété en compression [19]. Un conflit fémoro-acétabulaire par came fémorale ou une dysplasie en coxa valga est souvent associé [20].

Elle est la source d'un séquestre ostéochondral qui présente un potentiel de migration intra-articulaire.

Diagnostic

Les lésions cartilagineuses de hanche peuvent être la cause de douleurs articulaires très variées [1]. L'histoire, la symptomatologie, l'examen clinique et les résultats de l'imagerie vont dépendre de la lésion, mais également et surtout de son étiologie, qu'il convient toujours de rechercher. Au final, c'est l'arthroscopie qui permet d'établir un bilan lésionnel précis.

Clinique

Les douleurs cartilagineuses de la hanche n'ont pas de spécificité. L'interrogatoire et l'examen clinique, sans pouvoir affirmer la présence d'une lésion chondrale, permettent d'orienter vers une pathologie intra-articulaire de la hanche et parfois vers son étiologie.

L'interrogatoire s'attache à connaître l'activité physique et sportive du patient (sport à grandes amplitudes, à pivots, traumatismes latéraux, etc.), le retentissement des symptômes sur cette activité et sur sa vie quotidienne. Il recherche un épisode traumatique par impaction, torsion, ou amplitude extrême; ou des microtraumatismes répétés, le plus souvent sportifs. Il précise la douleur du patient : une douleur intra-articulaire de la hanche est le plus souvent une douleur inguinale, irradiant parfois latéralement et dans la fesse. Elle est provoquée par les tests de conflits en flexion-rotation interne et flexion-abduction-rotation externe (FABER). Le *C-sign* des Anglo-Saxons, ou douleur en tenaille (le patient pointe sa douleur inguinale avec le pouce et l'irradiation latérale dans la fesse avec la main), oriente plutôt vers une instabilité. Cette douleur peut irradier dans la cuisse, voire jusqu'au genou. Selon l'étiologie, la douleur est de survenue brutale ou progressive.

Une sensibilité du rachis lombaire peut être présente. Il s'agit le plus souvent de douleurs de compensation afin de soulager la hanche en reportant la flexion de celle-ci au rachis sus-jacent par perte de la lordose lombaire.

En plus de ces symptômes, peuvent être présents [21] : bruits, blocages, ressauts internes, dérobements et sensations d'instabilité.

L'examen clinique commence par noter de façon comparative les amplitudes articulaires :

- une limitation douloureuse de toutes les amplitudes signe souvent un épanchement dans le cadre d'une pathologie synoviale;
- une limitation isolée de la rotation interne en flexion est plus en faveur d'un conflit antérieur, ou d'une coxarthrose [10, 22];
- une hyper-rotation externe en extension comparée au côté sain doit faire penser à une instabilité antérieure par distension du ligament iliofémoral antérieure (*log roll*). On recherche alors une hyperlaxité constitutionnelle [7] au niveau des doigts, des coudes, des genoux.

Plusieurs manœuvres de provocation sont à pratiquer afin d'authentifier l'origine intra-articulaire de la symptomatologie. Ces tests visent à reproduire la douleur ressentie par le patient.

- Le test le plus sensible d'une douleur de hanche est l'*anterior impingement sign* (ou test du conflit) [23]. Ce test, principalement décrit pour détecter un conflit fémoro-acétabulaire, est en fait peu spécifique [24], mais sensible à toute douleur d'origine intra-articulaire antérieure, quelle qu'en soit la cause.
- Le test FABER [25] est moins sensible, mais oriente vers des lésions chondrolabiales postérosupérieures.
- Avec le *posterior impingement sign* [25], une douleur antérieure peut signifier une instabilité antérieure de la hanche [8]; une douleur postérieure, des lésions chondrales postérieures.
- Lors du test de distraction fémorale [10], une traction de tout le membre inférieur est effectuée par l'examineur, hanche à 30° de flexion, 30° d'abduction, 15° de rotation externe. Cette distraction doit créer une sensation de gêne et d'appréhension chez les patients instables.

Le reste de l'examen étudie bassin, muscles, tendons pour écarter une douleur péri-articulaire.

Imagerie

Radiographie standard

Le bilan doit comporter des clichés radiographiques standard, avec trois incidences :

- une radiographie du bassin debout de face, symphyse pubienne centrée sur le coccyx [26];
- un faux profil de Lequesne; la 2^e tête fémorale, visible, doit être alignée et séparée de la hanche étudiée par une distance égale à son diamètre [27];
- un profil axial de col : Ducroquet, Dunn (45° ou à 90° de flexion) ou *cross table* [28].

Ces clichés recherchent les anomalies architecturales osseuses, responsables de lésions chondrales, par l'analyse du morphotype de l'acétabulum (tableau 6.1) [29] et de l'épiphyse fémorale. Ils sont indispensables pour objectiver une dysplasie, ou un conflit par effet pince. Le profil axial de col recherche une came fémorale par la mesure de l'angle alpha [30]. Ils permettent également de visualiser des signes directs d'atteinte de l'os sous-chondral.

Tableau 6.1 Anomalies radiologiques de la dysplasie et du conflit fémoro-acétabulaire.

	Dysplasie	Conflit pince	Conflit came
Bassin debout de face	Modérée, VCE < 25° <i>Borderline</i> , 20 < VCE < 25 HTE > 15° Index d'extrusion > 30 %	VCE > 35° HTE < 5° Index d'extrusion < 20 % Signe du croisement (niveau) Signe du mur postérieur Signe des épines sciatiques Coxa profunda Protrusion acétabulaire	Méplat antérieur et/ou supérieur Tête phallique Déformation en crosse de pistolet
Faux profil de Lequesne	VCA < 20	VCA > 30°	
Profil axial de col		<i>Herniation pitt</i> Cupule d'impaction « tranchée »	Angle alpha > 50° Offset ratio < 0,15

HTE : index acétabulaire (ou angle de Tönnis); VCA : angle de couverture acétabulaire antérieur; VCE : angle de couverture acétabulaire latéral.

Enfin, on doit rechercher un pincement radiologique débutant : l'interligne articulaire radiologique augmente de dedans en dehors sur l'incidence de face et d'arrière en avant sur le faux profil. L'inversion de ce gradient d'épaisseur ou un parallélisme entre les surfaces articulaires est un signe de chondrolyse [31].

Si le bilan clinique et radiologique permet de suspecter une lésion cartilagineuse, seule l'imagerie en coupe objectivera la lésion de façon précise.

Imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'IRM isolée, surtout prescrite sans précision, est souvent prise à défaut car il s'agit fréquemment d'une IRM pelvienne avec une image de faible résolution sur les hanches. Il est primordial de demander une IRM centrée sur la hanche douloureuse, avec antenne d'amplification.

Potter et al. [32, 33] ont démontré qu'avec des séquences bien paramétrées, une IRM peut permettre de détecter des lésions cartilagineuses avec ou sans gadolinium.

Les séquences en imagerie intra-articulaire de la hanche sont les suivantes :

- la séquence écho de spin rapide en pondération T2 (FSE) permet une acquisition volumétrique en haute définition de l'articulation toute entière afin de réaliser l'étude morphologique;
- les séquences 3D à gradient d'écho (GRE) avec suppression de graisse en pondération T1 permettent d'améliorer la visualisation du cartilage et de l'œdème sous-chondral;
- la séquence dGEMRIC (*delayed gadolinium enhanced MRI of cartilage*) [34] présente une avancée majeure pour

l'étude morphologique et biologique du cartilage. Elle permet de détecter la concentration de glycosaminoglycanes (GAG) par la pénétration tardive du gadolinium dans le cartilage hyalin; il en résulte une étude à la fois qualitative et morphologique du cartilage. Son principal inconvénient est la nécessité d'une injection intraveineuse de gadolinium suivie d'un délai de 90 minutes pour effectuer l'imagerie. C'est une technique reproductible, qui est utile à la détection d'une dégénérescence arthrosique précoce [35]. Le signal cartilagineux tant fémoral qu'acétabulaire semble s'améliorer après le traitement arthroscopique d'un conflit fémoro-acétabulaire [36];

- la séquence T1rho, moins reproductible mais ne nécessitant pas d'injection de gadolinium, permet également de mettre en évidence une diminution de la concentration de GAG; des lésions peuvent être mises en évidence [37] dans une articulation asymptomatique présentant un conflit type *came*.

L'idéal est de disposer d'une IRM 3 Tesla (T) dont la sensibilité et la spécificité pour détecter et décrire les lésions chondrolabiales semblent équivalentes à l'arthro-IRM [38].

L'IRM complète aussi le bilan étiologique de la lésion :

- les coupes radiaires dans l'axe du col permettent la mesure de l'angle alpha [39];
- la présence d'un *herniation pitt* ou d'une encoche antérieure dans le col fémoral est en faveur d'un conflit pince, que ce soit par rétroversion acétabulaire ou fémorale; ces lésions peuvent se voir sur le bilan radiologique parfois;
- un épanchement articulaire doit faire penser à une pathologie synoviale. L'injection intravasculaire de gadolinium permet alors un bilan d'extension de la synovite;
- l'os sous-chondral est très bien analysé, permettant de confirmer une lésion ostéochondrale (voir figure 6.7), une ostéonécrose, une maladie de Legg-Perthes-Calvé ou une ostéochondrite [40];
- a contrario, l'IRM est peu sensible aux corps étrangers. Dans la chondromatose, sa sensibilité varie selon le niveau d'ossification des fragments [41], avec 18 à 48 % de faux négatifs selon les études [42, 43].

Arthro-IRM

Alors qu'il s'imposait comme le *gold standard* en termes d'exploration radiologique des hanches douloureuses non arthrosiques, l'arthro-IRM a fini par perdre de son intérêt suite au développement des nouvelles séquences de l'IRM 3T. Le cartilage, à travers les séquences spécifiques précédemment décrites, peut être évalué avec plus de précision grâce à l'injection de produit de contraste. Les lésions chondrales retrouvées sont une délamination avec présence du produit de contraste entre le cartilage et l'os sous-chondral, un défaut partiel ou complet dans l'épaisseur du cartilage, une modification dégénérative (hyposignal T1) [44–46].

La sensibilité de l'arthro-IRM pour le diagnostic de lésions chondrales varie de 22 à 79 % selon les études et selon la gravité des lésions. Ainsi, plus de 20 % des lésions chondrales ne sont pas diagnostiquées par cet examen. L'arthro-IRM est en

revanche très spécifique, avec des résultats de 80 à 100 %. Sa précision pour définir le type de lésion varie de 60 à 80 % [44–47].

L'arthro-IRM renseignera également sur les lésions associées et sur leur étiologie :

- les lésions labrales sont plus facilement détectées et caractérisées par l'arthro-IRM que les lésions cartilagineuses. Aux anomalies de contours, telles que désinsertion ou fissure, peuvent s'ajouter des modifications de signal intralabiales dans les atteintes dégénératives;
- comme pour l'IRM, la reconstruction en coupe radiaire dans l'axe du col permet la mesure de l'angle alpha de Nötzli, la recherche d'*herniation pitt*;
- la recherche d'une laxité articulaire de la hanche est rendue possible par l'injection du produit de contraste. Magerkurth et al. ont mis en évidence des corrélations entre l'arthro-IRM et un diagnostic arthroscopique de laxité capsulaire de hanche [9]. Ils retrouvent une capsule antérieure plus fine, des récessus capsulaires antérieur et postérieur plus larges, une synovite au niveau du récessus antérieur et latéral, une discontinuité capsulaire antérieure;
- les corps étrangers, soulignés par le produit de contraste, seront très bien visualisés.

Arthroscanner

Moins utilisé dans les pays Anglo-Saxons en raison de son caractère irradiant, et du fait d'un accès plus facile à l'IRM, l'arthroscanner, grâce à une meilleure résolution spatiale, est reconnu comme un examen de référence dans l'analyse précise des lésions chondrales de la hanche [48].

Sa sensibilité est supérieure à l'arthro-IRM, variant selon les études et selon la gravité des lésions de 70 à 94 %. Cette supériorité concerne principalement la capacité de mieux discerner les défauts cartilagineux (voir figures 6.3, 6.4 et 6.7). Sa spécificité est de 82 à 100 %, et sa précision de 79 à 90 % [49, 50].

Comme l'arthro-IRM, l'arthroscanner renseignera sur les lésions associées et sur les causes lésionnelles :

- les lésions cartilagineuses comme les lésions labrales peuvent être identifiées sous forme de fissures simples ou complexes dès lors qu'elles communiquent avec l'articulation. Les lésions Czerny IA et IB ne seront donc pas visibles comme les lésions chondrales type *wave sign*;
- l'analyse très fine des contours osseux – et c'est là son avantage le plus important – permet la mesure précise de l'angle alpha de Nötzli sur les reconstructions dans l'axe du col [51];
- il permet la visualisation d'*herniation pitt*, d'encoche sur le col en faveur du conflit pince;
- les corps étrangers sont très bien vus sous forme de lacune dans le produit de contraste;
- le scanner donne aussi des renseignements sur l'os sous-chondral (densification osseuse, microgèodes; voir figure 6.7). On retrouve dans la nécrose céphalique une hétérogénéité de la tête fémorale (zones hyper- et

hypodenses). La visualisation d'une fracture sous-chondrale fera le pronostic de la nécrose [52];

- enfin, concernant le bilan étiologique, il permet de réaliser une coxométrie complète si l'on demande le bassin en entier et les condyles fémoraux.

Quel que soit le type d'imagerie, le bilan lésionnel intra-articulaire ne sera établi que lors de l'exploration arthroscopique. En effet, du fait de la pression de coaptation de la tête fémorale, ces examens radiologiques peuvent être pris en défaut lorsqu'il s'agit de diagnostiquer un *wave sign* (voir figure 6.1, vidéo 6.1 ) ou une délamination cartilagineuse acétabulaire. Pour améliorer leur sensibilité, une mise en traction du membre inférieur lors de l'examen est souhaitable.

L'interrogatoire et la clinique orientent vers le caractère intra-articulaire d'une douleur de hanche, et parfois vers son étiologie. C'est l'imagerie en coupe qui décèlera les lésions cartilagineuses. L'arthroscopie réalisera le bilan lésionnel définitif.

Test infiltratif

Au cours du bilan radiologique, un test infiltratif par injection intra-articulaire d'anesthésique local peut être demandé. Ce test a pour but de confirmer l'origine intra-articulaire des douleurs ressenties. Il n'est d'aucune utilité pour le diagnostic de lésion labrale, mais diminue plus significativement les douleurs lors de lésions chondrales acétabulaires [53, 54].

L'injection de plasma riche en plaquettes (PRP) n'a pas sa place dans le traitement des lésions cartilagineuses focales [55].

Classification des lésions

La classification des lésions cartilagineuses de hanche ne se fera que lors du geste arthroscopique, avec un examen soigneux de l'articulation avant tout geste thérapeutique. Il est vivement conseillé d'effectuer des prises de vue de chaque secteur de l'articulation et de les consigner dans le dossier patient, que ce soit à but médico-légal, informatif ou scientifique.

Plusieurs classifications des lésions cartilagineuses existent, dont la plus connue est probablement celle d'Outerbridge. Cette dernière, qui existe depuis 1961, présente l'avantage d'être largement répandue et simple d'utilisation. Kemp et al. ont démontré sa valeur pronostique, avec une survie effondrée pour les grades III et IV par rapport aux grades I et II. [56]. Ses inconvénients sont une corrélation intra- et inter-observateur moyenne, ainsi qu'une absence d'orientation vers le traitement [57]. Elle est par ailleurs mal adaptée à l'articulation de la hanche, ne prenant pas en compte le complexe chondrolabral dans son ensemble, ni le *wave sign*.

Les classifications plus récentes, adaptées à la hanche, cherchent à pallier les inconvénients de la classification d'Outerbridge. Ainsi, les classifications UCLH [58] et ISHA permettent de localiser la lésion dans les différents secteurs de la hanche et son degré d'atteinte, mais il n'existe pas encore assez d'études pour valider son rôle pronostique.

Tableau 6.2 Classification de Beck des cinq stades d'atteinte du cartilage acétabulaire (d'après Beck et al. [59]).

Stade	Description	Critères
0	Normal	Cartilage macroscopiquement sain
1	Chondromalacie	Rugosité de la surface, fibrillation
2	Fissuration	Rugosité, diminution partielle de l'épaisseur cartilagineuse avec fissures profondes jusqu'à l'os sous-chondral
3	Délitement	Perte de fixation à l'os sous-chondral ; cartilage macroscopiquement sain ; effet de vague
4	Séparation	Perte de fixation à l'os sous-chondral ; bords effilochés ; diminution de l'épaisseur cartilagineuse
5	Perte	Perte de toute l'épaisseur cartilagineuse

La classification de Beck [59] aborde le problème des lésions mixtes chondrolabiales en définissant cinq stades d'atteinte du cartilage acétabulaire (tableau 6.2); il paraît alors nécessaire d'y adjoindre la classification de Czerny concernant les lésions labrales.

Traitement des lésions chondrales et ostéochondrales

Initialement, le raisonnement en matière de traitement des lésions cartilagineuses était principalement fondé sur les techniques du genou. Désormais, le recul sur l'arthroscopie de hanche permet de définir une conduite à tenir sur le traitement des lésions cartilagineuses spécifiques à la hanche. Nous verrons l'application de ces techniques et les résultats, en soulignant la place prépondérante de l'arthroscopie.

Comme dans la physiopathologie, nous séparerons le traitement bien différent des affections cartilagineuses pures des affections ostéochondrales et des affections de l'os sous-chondral.

Astuces techniques

Le traitement étiologique des lésions chondrales est primordial pour éviter les récurrences lésionnelles.

Affections cartilagineuses pures

La plupart des lésions cartilagineuses pures de la hanche sont des lésions focales localisées sur le bord antérosupérieur de l'acétabulum [60], secondaires à un conflit fémoro-acétabulaire. Ces lésions sont le plus souvent accessibles à un traitement exclusivement arthroscopique, avec comme objectif le comblement du défaut cartilagineux par un tissu qui donnera la meilleure qualité de cartilage ou fibrocartilage. Ce comblement permet une diminution de la pression sur le cartilage sain adjacent de 200 %, le protégeant ainsi. Que la lésion soit acétabulaire ou fémorale, le tissu de comblement choisi dépend de la profondeur lésionnelle et de son étendue.

- Les lésions non transfixiantes (voir figure 6.2), avec atteinte d'une partie de l'épaisseur du cartilage (Outerbridge grades I à III), ou les fissures profondes isolées (voir figure 6.4) sont généralement traitées par chondroplastie.
- En cas de lésions stables transfixiantes, de type clapets cartilagineux (voir figure 6.5), certaines équipes proposent leur conservation en les repositionnant, après avoir « préparé » l'os sous-chondral [61, 62]. Cette « réparation » cartilagineuse est privilégiée pour traiter les larges délaminations de toute l'épaisseur du cartilage acétabulaire, avec un os sous-jacent sain (voir vidéo 6.2 [e](#)) [63]. Il s'agit du meilleur tissu de comblement disponible dans ce cas. Si le volet est jugé instable ou non viable (voir figure 6.6, vidéo 6.3 [e](#)), l'exérèse est alors la règle. On se retrouve ainsi dans la situation d'un défaut cartilagineux.

Astuces techniques

Le traitement chirurgical doit être le plus conservateur possible en privilégiant la stabilisation des lésions : débridement à minima des lésions chondrales et réparation/suture labrale plutôt que résection.

- En cas de lésions stables transfixiantes, de type clapets cartilagineux (voir figure 6.5), certaines équipes proposent leur conservation en les repositionnant, après avoir « préparé » l'os sous-chondral [61, 62]. Cette « réparation » cartilagineuse est privilégiée pour traiter les larges délaminations de toute l'épaisseur du cartilage acétabulaire, avec un os sous-jacent sain (voir vidéo 6.2 [e](#)) [63]. Il s'agit du meilleur tissu de comblement disponible dans ce cas. Si le volet est jugé instable ou non viable (voir figure 6.6, vidéo 6.3 [e](#)), l'exérèse est alors la règle. On se retrouve ainsi dans la situation d'un défaut cartilagineux.
- Pour les défauts de toute l'épaisseur du cartilage (Outerbridge grade IV) (voir figure 6.3), l'indication dépend de l'étendue des lésions après débridement en zone saine. La technique actuellement la plus utilisée est la microfracture [64]. Cette technique convient à des lésions localisées et circonscrites, inférieures à 2 cm², avec un os sous-chondral intact. L'indication peut être étendue à des lésions plus importantes, jusqu'à 4 cm², selon l'âge du patient (plus élevé), son poids (plus léger), son niveau d'activités (plus faible), la localisation de la lésion (zone non portante) [65–66].
- Les lésions de grade IV de plus de 2 cm² chez les patients jeunes sont préférentiellement traitées par greffes autologues de chondrocytes [67–69].
- Au-delà de 4 cm² de lésion chondrale grade IV, les techniques de transplantation autologue de chondrocytes peuvent être associées aux matrices d'interposition ou autre support structurel [70, 71].

Toutes ces techniques de comblement de défauts cartilagineux aboutissent à la formation de fibrocartilage. Les contre-indications à ces techniques sont les lésions en miroir, la coxarthrose diffuse (au-delà de Tönnis 2), les maladies

inflammatoires systémiques à l'origine des lésions et les patients dont l'observance thérapeutique n'est pas certaine (appui postopératoire interdit).

Nous proposons un algorithme décisionnel du traitement des lésions cartilagineuses pures de la hanche (figure 6.8).

Chondroplastie

La chondroplastie consiste en un débridement des lésions cartilagineuses par arthroscopie. Dans cette technique, il est indispensable d'avoir une épaisseur saine de cartilage sous les lésions. Ce cartilage sain sera conservé.

Le débridement est soigneusement réalisé avec un couteau motorisé (*shaver*). Il peut être réalisé à l'électrode de radiofréquence mais, malgré le résultat visuel plus séduisant, il existe un risque de lésions des chondrocytes sains périlésionnels par diffusion [72, 73]. Les clapets cartilagineux instables ou de petite taille sont régularisés de façon économe.

Les suites opératoires sont classiques, avec un appui précoce et du rodage articulaire.

En cas de clapets plus volumineux, une réparation cartilagineuse est souhaitable.

Réparation cartilagineuse

Certaines équipes proposent de conserver une perte d'adhérence cartilagineuse en la « fixant » à l'aide de fil résorbable ou de biocolles (fibrine) sur un lit de microfractures [61, 62].

Suture cartilagineuse par fil résorbable

Sekiya et al. ont décrit une suture cartilagineuse arthroscopique chez un jeune homme de 17 ans présentant un clapet chondral acétabulaire de 1 cm [61]. Ils ont réalisé des microfractures sous la zone de délamination cartilagineuse puis ont fixé le clapet par du fil résorbable.

Le suivi à 2 ans retrouvait une fonction de hanche non douloureuse et jugée très satisfaisante par le patient.

Cette technique est idéale lors d'un vaste décollement chondrolabral de type *wave sign* (figure 6.9A). Après avivement, des microfractures sont réalisées sous le lambeau (figure 6.9B), puis la fixation labrale par ancre (figure 6.9C), en étendant la suture pour avoir une prise chondrolabrale, permet de stabiliser tout le complexe (figure 6.9D). De la colle biologique peut compléter la technique.

Réparation cartilagineuse par colle biologique (*fibrin adhesive*)

Comme la technique précédente, la préparation de l'os sous-chondral est réalisée selon les mêmes principes que la microfracture, en conservant le lambeau cartilagineux jugé stable (vidéos 6.5 et 6.6 [e](#)). Après cette préparation, l'irrigation est arrêtée et l'eau retirée de la hanche. À sec, une colle de fibrine est placée sous la délamination et le clapet cartilagineux est appliqué avec une certaine pression pendant 2 minutes. Cette pression est effectuée par le ballonnet d'une sonde urinaire, ou par arrêt de la traction (vidéo 6.7 [e](#)).

Les résultats rapportés sont encourageants, même si le processus de guérison n'est pas parfaitement compris.

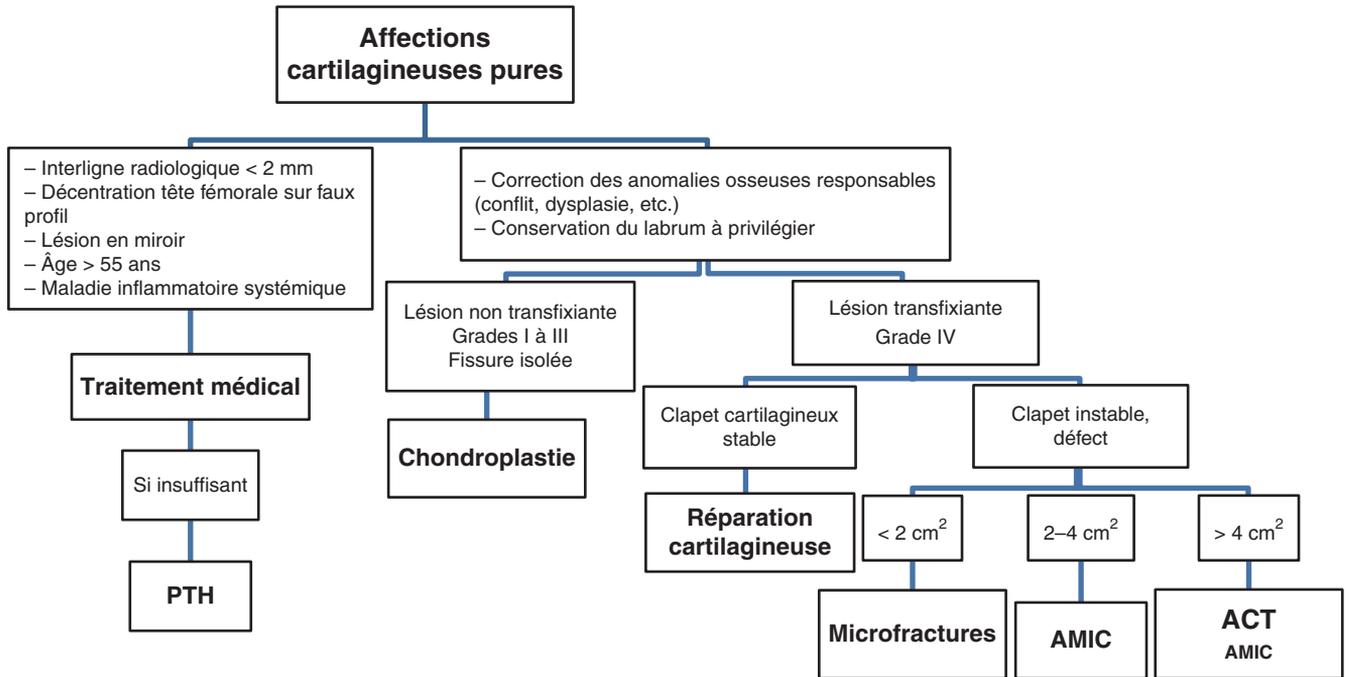


Figure 6.8. Arbre décisionnel du traitement des affections cartilagineuses pures de la hanche.
ACT : transplantation autologue de chondrocytes; PTH : prothèse totale de hanche.

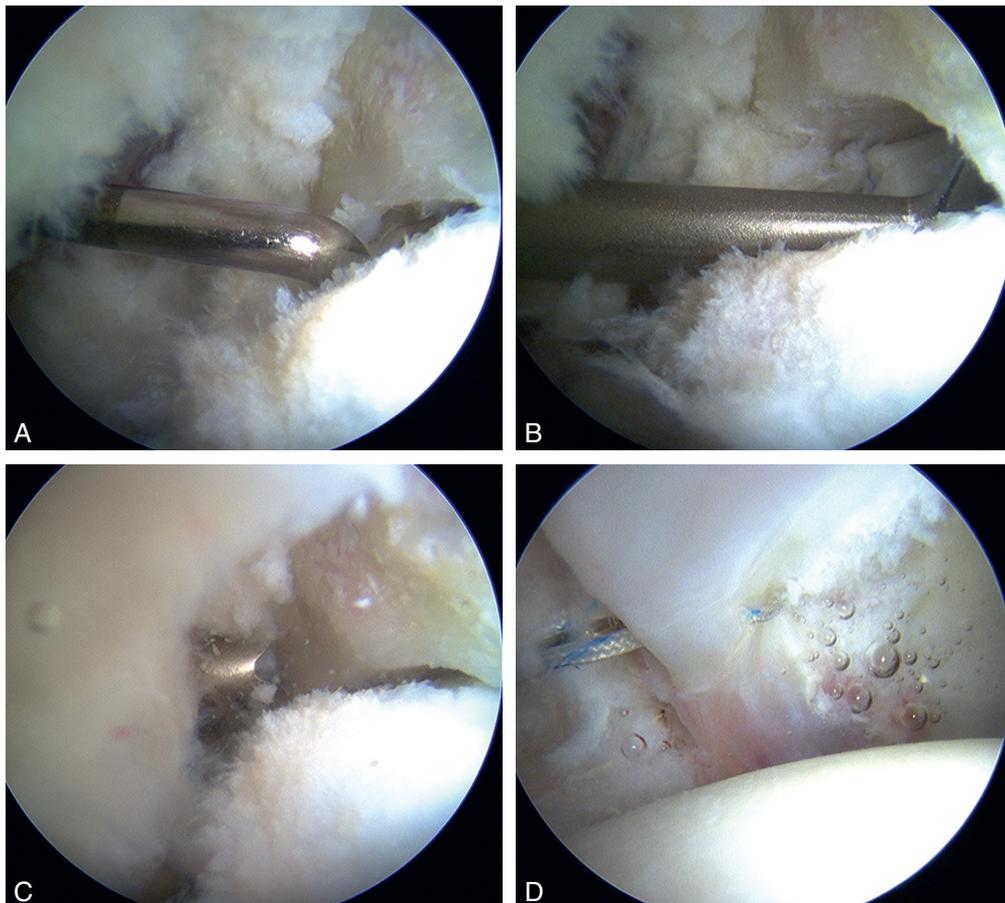


Figure 6.9. Étapes de réparation-suture d'un décollement chondrolabral acétabulaire périphérique.
A. Palpation au crochet arthroscopique de la lésion. B. Microfracture sous le clapet cartilagineux après avivement de l'os sous-chondral. C. Mise en place d'une ancre de suture arthroscopique dans le rebord osseux acétabulaire. D. Fixation par un large point de suture appuyé sur l'ancre, permettant de stabiliser tout le complexe chondrolabral périphérique.

Certains avancent un potentiel de viabilité du lambeau [74]. Pour d'autres, il s'agit d'un effet de stabilisation du caillot tel un « pansement biologique », un clapet cartilagineux ayant un potentiel de cicatrisation très faible [75].

Stafford et al. ont publié une série de 43 patients traités par cette technique [76]. À un recul moyen de 28 mois, les patients ressentaient une amélioration significative des symptômes douloureux, mais le résultat fonctionnel était faiblement amélioré. Parmi eux, 3 patients ont eu une seconde arthroscopie : la lésion traitée est toujours apparue intacte.

Une étude cadavérique retrouve une meilleure tenue de la colle cyanacrylate comparée à la fibrine, l'adjonction d'une suture multiplie encore par trois la résistance [77].

Microfractures

Le principe des microfractures repose sur la production de fibrocartilage à partir de cellules souches mésenchymateuses provenant de l'os sous-chondral perforé. La capacité de cette technique de produire un tissu cicatriciel sur l'acétabulum, comme sur le genou, est désormais établie [63].

Technique

L'intervention est le plus souvent conduite sous arthroscopie, hanche en traction pour accéder au compartiment central. Les lésions chondrales sont identifiées, débridées jusqu'à l'os sous-chondral, avec régularisation des berges pour être en zone saine. Il est essentiel d'aviver l'os sous-chondral à la curette ou au *shaver* (vidéo 6.8 [e](#)). Des trous (« microfractures ») sont alors réalisés dans l'os sous-chondral (figure 6.10, vidéo 6.9 [e](#)). Ils doivent être perpendiculaires à la surface osseuse et avoir une profondeur de 2 à 4 mm. Dans la hanche, l'abord arthroscopique n'étant pas dans l'axe de la lésion, il est nécessaire d'utiliser des pointes carrées dédiées, qui ont différentes angulations (45 à 90°). La distance entre chaque trou doit être d'environ 5 mm.

Une fois les microfractures réalisées, la pression d'irrigation est baissée pour vérifier un saignement depuis les perforations.

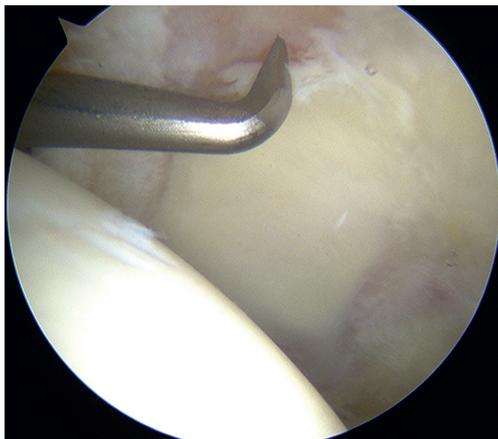


Figure 6.10. Réalisation de microfractures dans l'os sous-chondral acétabulaire, à la pointe carrée courbe à 90°.

Résultats

Les études sur l'évolution des lésions cartilagineuses après microfractures font défaut, et seules de petites séries sont rapportées.

Philippon et al. ont évalué, lors d'une arthroscopie de révision chez 9 patients, le pourcentage et le degré de réparation de lésions cartilagineuses acétabulaires grade IV traitées par microfractures sous arthroscopie [63]. La taille moyenne des lésions traitées était de 163 mm². Au délai moyen de 20 mois, lors de l'arthroscopie de révision, la surface moyenne comblée par du fibrocartilage était de 91 % (25–100). Huit patients présentaient un fibrocartilage grade I ou II. Un patient présentait une réparation de seulement 25 % avec une chondropathie stade IV. À 5 ans de recul, 2 patients ont nécessité un remplacement prothétique.

McDonald et al. ont comparé la reprise sportive parmi deux groupes de 17 sportifs professionnels [66]. Le premier groupe présentait des lésions cartilagineuses de grade IV traitées par microfractures; le groupe témoin, des lésions cartilagineuses grades I à III traitées par chondroplastie. Dans le groupe microfractures, 77 % des patients ont repris leur sport dont 70 % en professionnel. Dans le groupe chondroplastie, 84 % ont repris leur sport dont 54 % en professionnel. Il n'a pas été mis en évidence de différence significative pour la reprise sportive entre les deux groupes.

Implantation/transplantation autologue de chondrocytes (ACT)

Le principe de la transplantation autologue de chondrocytes (*autologous chondrocyte transplantation* [ACT]) repose sur le prélèvement de cellules cartilagineuses du patient en zone saine, leur mise en culture afin d'augmenter leur nombre, et leur réimplantation sur la zone lésionnelle.

Technique

Décrite pour la première fois dans les lésions ostéochondrales de la hanche par Akimau [67], l'implantation des chondrocytes avait été réalisée à ciel ouvert avec luxation antérieure de la tête fémorale, débridement des lésions chondrales jusqu'à l'os sous-chondral sain, autogreffe osseuse de la zone de défaut, suture étanche d'un patch de collagène par-dessus, puis injection des chondrocytes sous le patch. Ces chondrocytes avaient été prélevés 3 semaines plus tôt sur le genou homolatéral du patient et mis en culture pour augmenter leur nombre.

Ce procédé hautement technique peut être avantageusement remplacé par l'implantation de chondrocytes préalablement transférés sur une matrice 3D résorbable. Cette membrane va faciliter leur réimplantation et leur croissance sur l'os sous-chondral. Ce traitement est désormais réalisable sous arthroscopie. Une première arthroscopie permet de faire le bilan des lésions chondrales et de prélever du cartilage à la jonction tête-col fémoral. Les chondrocytes sont mis en culture, puis transférés en nombre sur la matrice. Une seconde arthroscopie permet le curetage du cartilage lésé pour exposer l'os sous-chondral et avoir une séparation nette os/cartilage

sain. Après mesure de la lésion, la matrice de chondrocytes autologues est découpée à la taille du défaut puis insérée dans l'articulation par une canule. Elle est appliquée sur le défaut, puis la traction est relâchée. Des mouvements d'extension et de rotation de hanche sont effectués pour tester la stabilité de la matrice. La jambe est de nouveau tractée pour vérifier l'absence de mobilisation secondaire de l'implant [78].

Le principal inconvénient de cette technique est de nécessiter deux interventions rapprochées. Son coût est élevé et, en France, il est à la charge des équipes. La stabilité de l'implantation peut être améliorée par une fixation sur sphères résorbable (Chondrosphere® [70]) ou par incorporation à un hydrogel [71].

Résultats

Les résultats récents de cette technique semblent être les plus encourageants concernant les défauts cartilagineux supérieurs à 2 cm² avec une cicatrisation radiologique satisfaisante des lésions en zone portante et des scores fonctionnels et douleurs significativement améliorés. Krueger et al. rapportent 32 patients dont l'état a été significativement amélioré à 3 ans de recul moyen, ces patients présentaient une superficie moyenne de lésion de 4,9 cm² [68]. Thier et al. [69] associent AMIC et ACT sur 30 patients avec des résultats satisfaisants à 2 ans, la membrane AMIC® étant utilisée pour ses propriétés biomécaniques et comme support des chondrocytes en premier lieu.

Fontana et al. [79] ont comparé deux groupes de 15 patients présentant des lésions chondrales de grade III ou IV, de plus de 2 cm². Tous les patients étaient traités sous arthroscopie, le premier groupe par ACT, le deuxième par débridement simple. À 6 mois, puis à 5 ans, ils notent une différence significative sur le score de Harris en faveur de l'ACT. Un simple débridement des lésions chondrales est jugé insuffisant pour les lésions grade III ou IV supérieures à 3 cm².

Matrice autologue d'induction de la chondrogenèse (AMIC®)

La chondrogenèse autologue induite par matrice combine la technique de microfractures avec l'application d'une matrice en collagène porcin. Cette matrice maintient l'espace entre acétabulum et tête fémorale, stabilise le caillot de sang produit par les microfractures, et stimule la différenciation chondrogène des cellules souches libérées. L'AMIC® est supposée accélérer et guider la formation de fibrocartilage en un seul temps chirurgical.

Technique

L'intervention commence par la technique arthroscopique classique de microfractures avec débridement du défaut cartilagineux, avivement de l'os sous-chondral et microfractures (vidéo 6.10 ). On contrôle la libération de sang depuis l'os spongieux. Le flux arthroscopique est alors stoppé et le liquide retiré. On introduit la matrice, découpée à la taille du défaut, par une canule arthroscopique (figure 6.11A). Son côté poreux est appliqué au contact de l'os sous-chondral (figure 6.11B,C). Le relâchement de la traction suffit à fixer la

matrice, mais la mobilisation de l'implant est une des complications possibles [79]. Pour diminuer ce risque, de la colle biologique peut être utilisée (figure 6.11D). Le ballonnet d'une sonde urinaire gonflé en intra-articulaire peut être utilisé pour appliquer la matrice; sinon, le relâchement de la traction est souvent suffisant.

La technique peut aussi être réalisée à ciel ouvert après luxation chirurgicale. La membrane est alors fixée de façon efficace par du fil résorbable 6-0 et de la colle biologique [41].

Le coût de l'AMIC® est inférieur aux implantations de chondrocytes autologues, mais reste également, en France, à la charge des équipes qui l'utilisent.

Résultats

Sur la hanche, plusieurs études et une méta-analyse permettent d'avoir plus de recul qu'il y a quelques années, mais les avis restent encore divergents. La plus grande série, publiée par Fontana et al. [80], donne des résultats comparatifs entre microfracture et AMIC® avec un recul de 8 ans. Les résultats cliniques sont significativement améliorés dans les deux groupes, avec un score fonctionnel significativement moins bon dans le groupe microfracture. Thorey et al. [81] rapportent un très bon résultat sur 62 patients sportifs et jeunes à 2 ans de recul au minimum.

Une revue systématique de la littérature conclut à un faible niveau de preuve avec des séries de patients limités [82]. Gao et al. recommandent de ne pas utiliser cette technique en raison de l'absence de preuve comparativement aux microfractures et à l'ACT [83].

Rééducation postopératoire

La rééducation postopératoire après réparation cartilagineuse est capitale. Le patient doit respecter un appui contact pendant 6 à 8 semaines, associé à un travail quotidien de mobilisations passives continues lentes (un cycle par minute), en utilisant la plus grande amplitude de flexion tolérée, sans dépasser 90°. L'effet bénéfique de la mobilisation douce sur les lésions chondrales est bien documenté, avec amélioration de la nutrition et de l'activité métabolique cartilagineuse, stimulation des cellules mésenchymateuses pluripotentes à se différencier en cartilage articulaire. Cet effet est supérieur lors d'un mouvement articulaire très lent.

Concernant la reprise sportive, le vélo et la natation sont autorisés à 1 mois. Les sports à pivots ou à impacts ne sont pas autorisés avant le 6^e mois [64–66, 84].

Affections ostéochondrales

Le traitement des lésions chondrales avec atteinte de l'os sous-jacent diffère du traitement cartilagineux isolé car il impose de traiter le problème osseux de façon prioritaire sur le problème cartilagineux.

La technique la plus répandue, et la seule permettant la formation d'un cartilage hyalin, est la greffe ostéochondrale en mosaïque (mosaïcplastie).

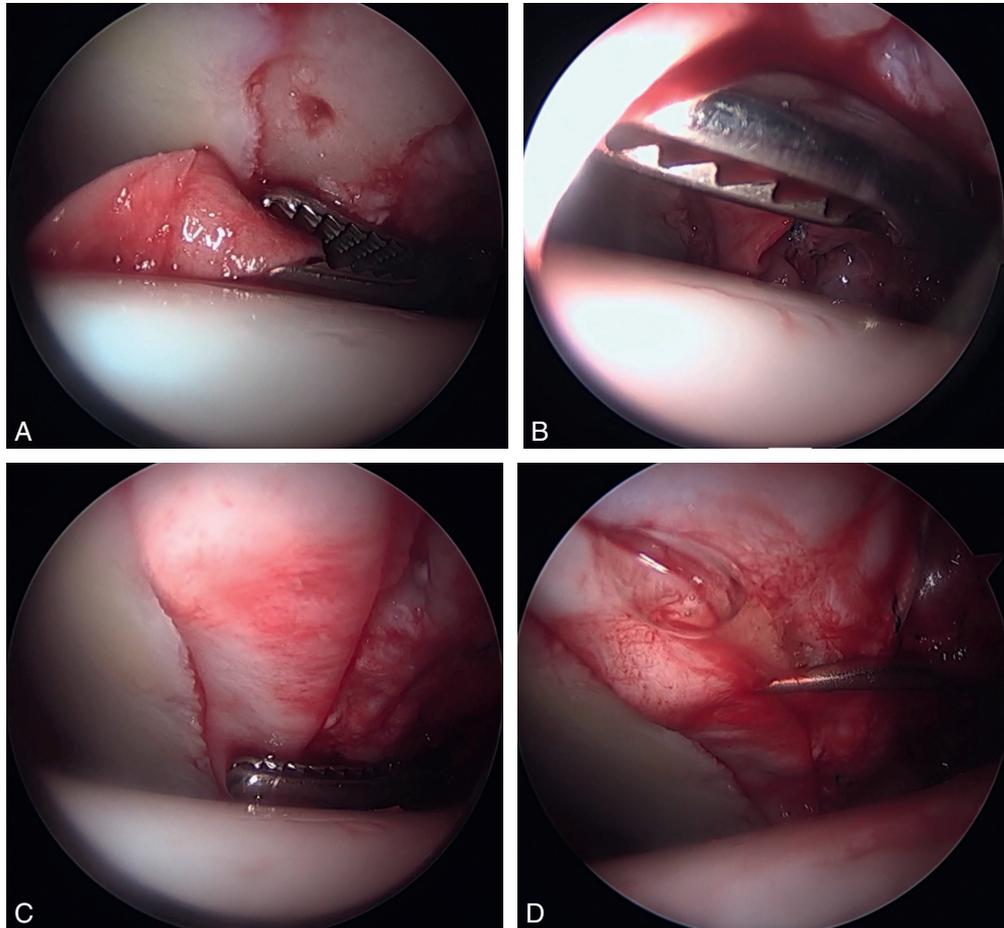


Figure 6.11. Technique arthroscopique de reconstruction cartilagineuse par AMIC® d'une lésion chondrale acétabulaire antérosupérieure.
A. Après microfractionnement et mesure de la lésion, introduction de la matrice découpée à la taille du défaut. Le flux arthroscopique aura préalablement été stoppé et le liquide retiré. B, C. Application progressive de la matrice sur la lésion, côté poreux au contact de l'os sous-chondral. D. Adjonction de colle biologique à l'aiguille autour de la membrane.

Mosaïcplastie

La mosaïcplastie est indiquée dans le traitement des lésions ostéochondrales fémorales supérieures à 1 cm² de surface articulaire où l'atteinte osseuse ne dépasse pas 10 mm de profondeur.

Elle permet de traiter certaines lésions post-traumatiques, un défaut secondaire à la migration d'un fragment d'ostéochondrite, ou une ostéonécrose réduite au stade préfracturaire.

Technique

La mosaïcplastie réalisée à la hanche est fondée sur les mêmes principes qu'au genou. Elle consiste en l'insertion de carottes d'autogreffes ostéochondrales dans les zones de défauts cartilagineux. Le site de prélèvement à considérer est la zone non portante de la tête fémorale pathologique (partie inférolatérale) [85]. Idéalement, on réalise des carottes de 8 mm de diamètre sur 20 mm de profondeur.

Cette technique ne peut être réalisée qu'à ciel ouvert, après luxation chirurgicale de la tête fémorale. La tête est alors bien exposée, mais les lésions acétabulaires restent difficiles d'accès. Pour diminuer le risque de nécrose céphalique, Ganz et al. [86] préconisent de protéger les vaisseaux circonflexes en réalisant une luxation antérieure par une approche postérieure, après ostéotomie trochantérienne. Une chirurgie

moins invasive est désormais proposée par certaines équipes : la luxation antérieure par voie d'abord type *Hueter-gaine* sur table orthopédique (figure 6.12).

Dans les suites, la reprise de l'appui n'est autorisée qu'à partir de la 6^e semaine.

Résultats

La littérature s'est élargie ces dernières années. Les résultats sont très encourageants en prenant un recul à 2 ans. Viamont-Guerra et al. ont publié une série de 27 patients traités par cette technique : un patient a nécessité une arthroplastie, l'état des 26 autres ayant été significativement amélioré sur le plan douleur et fonction [87].

D'autres petites séries rapportent l'efficacité de cette technique dans les lésions ostéochondrales de la tête fémorale, avec amélioration significative des douleurs et incorporation satisfaisante de la greffe [88–91].

Affections de l'os sous-chondral

Lorsque l'affection sous-chondrale n'a pas encore généré de lésion cartilagineuse, le traitement est uniquement osseux, pour éviter l'évolution de la lésion. Il peut s'agir de la fixation d'un fragment ostéochondral, ou de la décompression chirurgicale d'une ostéonécrose pour tenter une revascularisation.

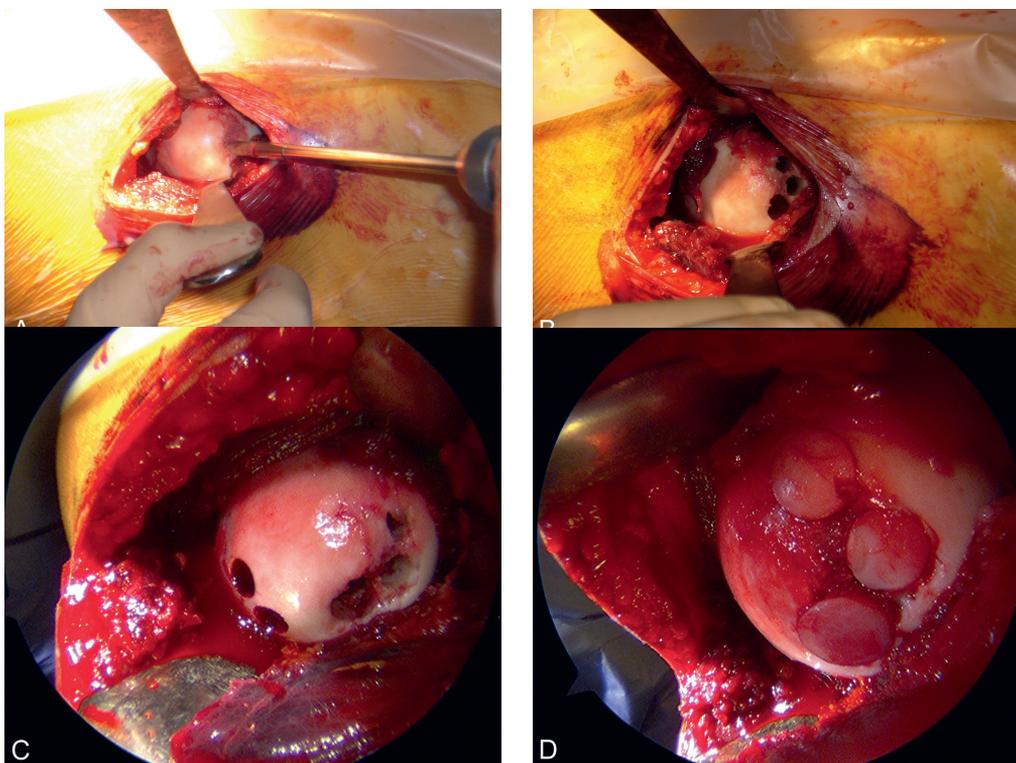


Figure 6.12. Mosaïcplastie d'une lésion ostéochondrale apicale de la tête fémorale par luxation antérieure après voie d'abord type « Hueter-gaine » sur table orthopédique.

A. Après mesure, forage de la lésion par un trou de 8 mm et deux trous de 6 mm de diamètre sur une profondeur de 20 mm, par une mèche graduée. B. Visualisation après réalisation des trois trous qui permettent de couvrir toute la zone lésionnelle. C. Prélèvement des carottes d'autogreffes ostéochondrales aux dépens de la partie inférolatérale non portante de la tête fémorale. D. Visualisation du résultat après mise en place des greffons.

Vissage d'un fragment ostéochondral

Ce geste ne s'envisage que dans le traitement d'une lésion unique d'ostéochondrite de hanche non migrée, ou dans le cas d'une fracture parcellaire de la tête fémorale non ou peu déplacée. Selon la localisation de la lésion, le traitement peut s'envisager par voie arthroscopique.

Technique

Matsuda [92] décrit une technique de fixation arthroscopique dans le cadre d'une ostéochondrite disséquante. L'abord arthroscopique est classique. La lésion est palpée au crochet pour statuer sur sa stabilité. Le vissage antérograde est réalisé par vis de Herbert canulées après méchage sur broche. La tête de vis doit être totalement enfouie sous le cartilage.

Dans le cas de lésion de la tête fémorale moins accessible, un vissage rétrograde sur broche peut être réalisé. L'aide combinée de l'arthroscopie et de la radioscopie permet le positionnement correct de la broche qui doit être perpendiculaire au fragment à visser. Ainsi, la broche est introduite dans l'axe du col pour une lésion apicale (figure 6.13), au niveau de la jonction tête-col antérieure pour une lésion postérieure, ou au niveau de la jonction tête-col postérieure pour une lésion antérieure. Une flexion, extension, ou rotation de hanche peut aider à obtenir une bonne direction. La broche doit traverser le cartilage de la tête pour permettre un contrôle arthroscopique de son centrage au sein de la lésion (figure 6.13). La mesure précise de la longueur est

déduite de la différence avec une deuxième broche positionnée au point de pénétration osseuse. Après méchage, une vis canulée spongieuse de 3,5 mm, filetage partiel, est montée sur la broche pour un vissage rétrograde en compression. En fin d'intervention, l'absence de pénétration intra-articulaire de la vis est vérifiée sous arthroscopie.

La dernière possibilité est l'ostéosuture, qui est préférable lorsque la base osseuse de la lésion est peu épaisse ou fragmentée (figure 6.14A,B). C'est par ailleurs notre technique de choix pour ces lésions. La démarche est proche du vissage, mais il n'y a pas besoin de réaliser de forage perpendiculaire, ce qui simplifie le geste. Après quelques forages à la broche de 20/10° mm dans la lésion pour aider la cicatrisation, des tunnels sont réalisés en périphérie avec la même broche pour permettre le passage de fils (figure 6.14C), récupérés du côté opposé par deuxième fil monté sur broche à chat (figure 6.14D). Idéalement, deux fils sont positionnés en croix, puis noués après mise en tension pour appliquer le fragment ostéochondral.

Résultats

La littérature reste très limitée sur ce sujet. Siebenrock [19] apporte le bon résultat d'un vissage à ciel ouvert d'une ostéochondrite avec disparition radiologique de la lésion et absence d'évolution arthrosique secondaire. Matsuda [92] rapporte le cas du vissage sous arthroscopie d'un fragment d'ostéochondrite avec amélioration clinique et radiologique. Nous ne devrions pas tarder à publier quelques cas au recul de 2 ans.

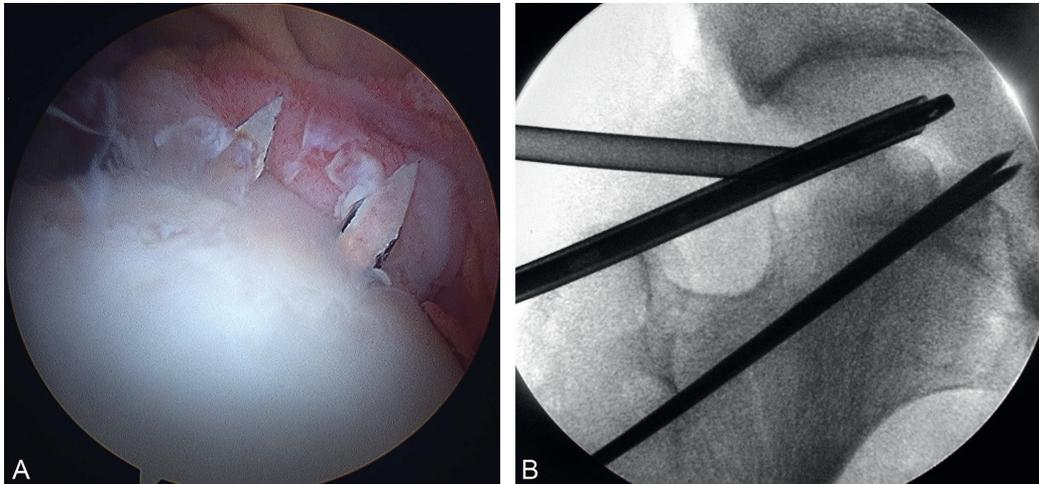


Figure 6.13. A, B. Vissage rétrograde dans l'axe du col d'un fragment ostéocondral apical de la tête fémorale : visualisation arthro- et radioscopique.

Le contrôle arthroscopique permet de constater que la première broche (à droite) n'est pas au centre de la lésion. Une deuxième broche sera donc introduite. Son bon positionnement permettra de retirer la première broche et le vissage du fragment après mesure précise de la longueur.

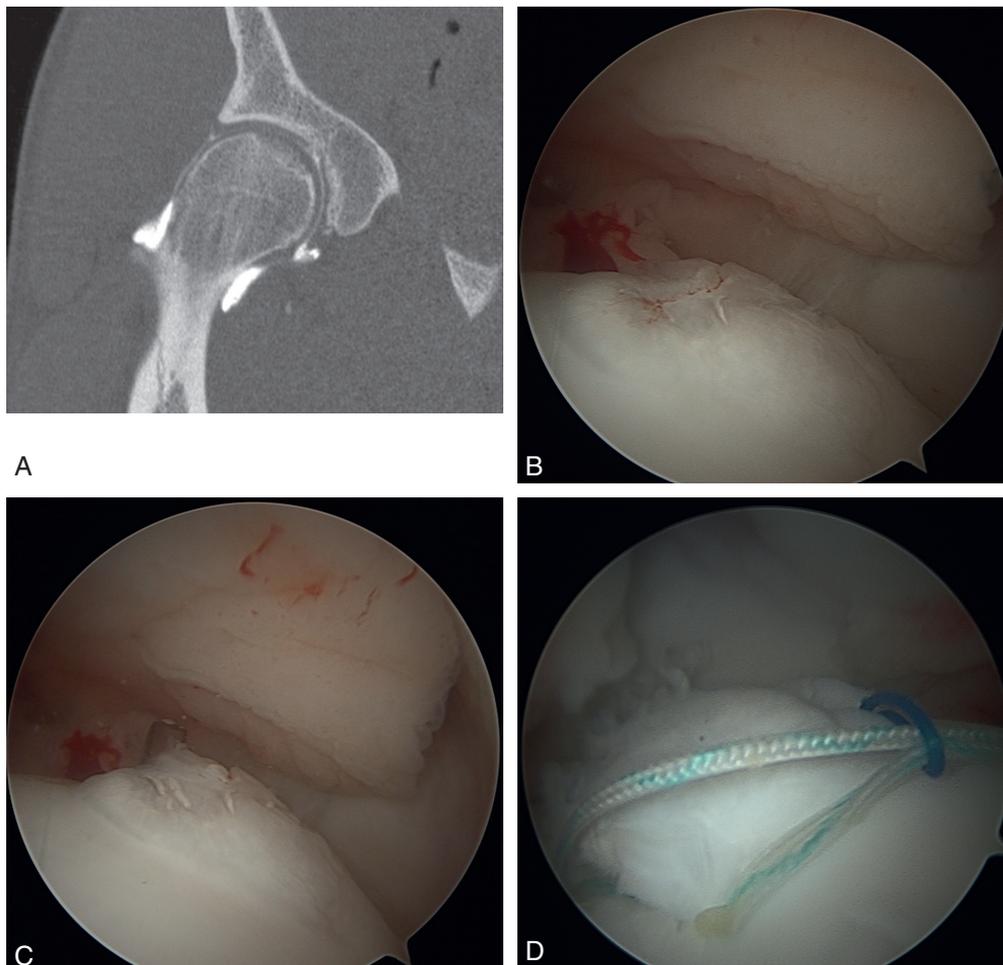


Figure 6.14. Ostéosuture d'un fragment ostéocondral apical de la tête fémorale.

A. Image d'arthroscooper d'une lésion ostéocondrale apicale de la tête fémorale. B. Visualisation arthroscopique de la lésion qui est mobilisable à la palpation. C. Préparation des tunnels périphériques à la broche 20/10° mm. D. Passage des fils.

Forage de la tête fémorale

L'indication principale est l'ostéonécrose avasculaire de la tête fémorale pour les atteintes stade 1 et 2 selon la classification de Ficat, pour laquelle le *gold standard* du traitement

conservateur reste le forage de décompression épiphysaire. La stratégie thérapeutique est dictée par le stade de la lésion, la fracture ostéocondrale marquant le tournant évolutif de la maladie, avec la fin des possibilités d'un

traitement conservateur. Ainsi, le risque élevé d'évolution vers la fracture, avec effondrement de la tête fémorale et arthrose précoce chez des sujets jeunes, doit pousser à la chirurgie conservatrice [93].

Un traitement adjuvant par cellules souches de moelle osseuse a été proposé dans le but d'augmenter le taux de guérison [94]. Les prélèvements de moelle osseuse sont réalisés dans la crête iliaque, par aspiration à l'aide d'un trocart. Une quantité suffisante nécessite plusieurs ponctions. Les cellules souches sont alors concentrées par filtration et centrifugation.

Quel que soit le traitement adjuvant choisi, il est utilisé par injection dans les trous de forage en cas de décompression du noyau épiphysaire. En cas de greffe spongieuse, le produit est mélangé plusieurs minutes à la greffe avant sa mise en place. La reprise de l'appui dépendra de l'importance de la zone traitée.

Rosenwasser et al. retrouvent 87 % de très bons résultats à plus de 10 ans par voie conventionnelle extra-articulaire [95]. Par voie arthroscopique, Wang rapporte, selon le stade de la maladie, 60 à 85 % de très bons résultats à 2 ans [96].

Entre 1990 et 2000, Hernigou a traité 534 hanches présentant une nécrose fémorale au stade précoce par forage extra-articulaire et greffe de cellules souches osseuses autologues [94]. Au recul moyen de 13 ans, 94 prothèses totales de hanche (PTH) ont été mises en place. Parmi les hanches restantes, le score de Harris est passé de 70 en préopératoire à 88 au dernier contrôle. Sur l'IRM de contrôle, l'ostéonécrose a été guérie pour 69 hanches; elle avait diminué de moitié en superficie pour les hanches restantes.

Conclusion

La prise en charge des lésions cartilagineuses de la hanche a encore évolué ces dernières années grâce à la compréhension du rôle prépondérant du conflit fémoro-acétabulaire et à l'élargissement des indications de l'arthroscopie. Désormais, la majorité des lésions chondrales sont confirmées et traitées sous arthroscopie. Le traitement étiologique est parfois accessible à l'arthroscopie, simplifiant les suites opératoires en évitant une luxation chirurgicale. Une chirurgie à ciel ouvert, notamment dans les atteintes ostéochondrales résultant d'une déformation osseuse majeure sous-jacente, reste parfois nécessaire.

Compléments en ligne

Des compléments numériques sont associés à ce chapitre (ils sont indiqués dans le texte par un picto ). Pour voir ces compléments, connectez-vous sur <http://www.em-consulte.com/e-complement/476663> et suivez les instructions.

Vidéo 6.1. Palpation au crochet d'une désinsertion labrale partielle, avec perte d'adhérence cartilagineuse adjacente (*wave sign*).

Vidéo 6.2. Palpation d'une volumineuse zone de décollement chondral stable. Le lambeau cartilagineux, que l'on croit périphérique, occupe en fait tout le quartier antérosupérieur de l'acétabulum.

Vidéo 6.3. Lambeau chondrolabral périphérique instable.

Vidéo 6.4. Palpation d'une lésion ostéochondrale apicale de la tête fémorale. L'inspection au crochet est rendue difficile par la sphéricité de la tête fémorale.

Vidéo 6.5. Après régularisation des berges cartilagineuses, avivement de l'os sous-chondral au *shaver* motorisé, en conservant le lambeau cartilagineux jugé stable et viable.

Vidéo 6.6. Microfractures sous le lambeau cartilagineux à la pointe carrée coudée à 90°.

Vidéo 6.7. Arrêt de la traction du membre inférieur qui montre la mise en pression par la tête fémorale du lambeau chondral sur l'os sous-chondral préparé.

Vidéo 6.8. Après débridement des lésions chondrales et régularisation des berges cartilagineuses, avivement de l'os sous-chondral à la curette.

Vidéo 6.9. Réalisation des microfractures dans l'os sous-chondral, à la pointe carrée courbe.

Vidéo 6.10. Reconstruction cartilagineuse par matrice autologue d'induction de la chondrogenèse (AMIC®) sous arthroscopie d'une lésion chondrale acétabulaire antérosupérieure.

Références

- [1] Kelly BT, Buly RL. Hip arthroscopy update. *HSS J* 2005;1(1):40–8.
- [2] Ganz R, Parvizi J, Beck M, et al. Femoroacetabular impingement : a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003;417:112–20.
- [3] Philippon M, Schenker M, Briggs K, Kuppersmith D. Femoroacetabular impingement in 45 professional athletes : associated pathologies and return to sport following arthroscopic decompression. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(7):908–14.
- [4] Ilizaliturri Jr VM, Byrd JW, Sampson TG, et al. A geographic zone method to describe intra-articular pathology in hip arthroscopy : cadaveric study and preliminary report. *Arthroscopy* 2008;24(5):534–9.
- [5] Murphy SB, Kijewski PK, Millis MB, Harless A. Acetabular dysplasia in the adolescent and young adult. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(261):214–23.
- [6] Redmond JM, Gupta A, Stake CE, Domb BG. The prevalence of hip labral and chondral lesions identified by method of detection during periacetabular osteotomy : arthroscopy versus arthrotomy. *Arthroscopy* 2014;30(3):382–8.
- [7] Naal FD, Hatzung G, Müller A, Impellizzeri F, Leunig M. Validation of a self-reported Beighton score to assess hypermobility in patients with femoroacetabular impingement. *Int Orthop* 2014;38(11):2245–50.
- [8] Smith MV, Sekiya JK. Hip instability. *Sports Med Arthrosc* 2010;18(2):108–12.
- [9] Magerkurth O, Jacobson JA, Morag Y, et al. Capsular laxity of the hip : findings at magnetic resonance arthrography. *Arthroscopy* 2013;29(10):1615–22.
- [10] Martin RL, Ensey KR, Draovitch P, et al. Acetabular labral tears of the hip : examination and diagnostic challenges. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(7):503–15.
- [11] Boyer T, Dorfmann H. Arthroscopy in primary synovial chondromatosis of the hip : description and outcome of treatment. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90(3):314–8.
- [12] Vastel L, Lambert P, De Pinieux G, et al. Surgical treatment of pigmented villonodular synovitis of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(5):1019–24.
- [13] Mineo RC, Gittins ME. Arthroscopic removal of a bullet embedded in the acetabulum. *Arthroscopy* 2003;19(9):E121–4.

- [14] Ilizaliturri Jr VM, Zarate-Kalfopulos B, Martinez-Escalante FA, et al. Arthroscopic retrieval of a broken guidewire fragment from the hip joint after cannulated screw fixation of slipped capital femoral epiphysis. *Arthroscopy* 2007;23(2):227 e1–4.
- [15] Tibor LM, Sekiya JK. Differential diagnosis of pain around the hip joint. *Arthroscopy* 2008;24(12):1407–21.
- [16] Bowman Jr KF, Fox J, Sekiya JK. A clinically relevant review of hip biomechanics. *Arthroscopy* 2010;26(8):1118–29.
- [17] Ross JR, Nepple JJ, Baca G, et al. Intraarticular abnormalities in residual Perthes and Perthes-like hip deformities. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(11):2968–77.
- [18] Stulberg SD, Cooperman DR, Wallensten R. The natural history of Legg-Calve-Perthes disease. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63(7):1095–108.
- [19] Siebenrock KA, Powell JN, Ganz R. Osteochondritis dissecans of the femoral head. *Hip Int* 2010;20(4):489–96.
- [20] Siebenrock KA, Powell JN, Ganz R. Osteochondritis dissecans of the femoral head. *Hip Int* 2010;20(4):489–96.
- [21] Byrd JW. Labral lesions : an elusive source of hip pain case reports and literature review. *Arthroscopy* 1996;12(5):603–12.
- [22] Philippon MJ, Maxwell RB, Johnston TL, et al. Clinical presentation of femoroacetabular impingement. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(8):1041–7.
- [23] Fitzgerald Jr RH. Acetabular labrum tears. Diagnosis and treatment *Clin Orthop Relat Res* 1995;311:60–8.
- [24] Nogier A, Bonin N, May O, et al. Descriptive epidemiology of mechanical hip pathology in adults under 50 years of age. Prospective series of 292 cases : Clinical and radiological aspects and physiopathological review. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010;96(8 Suppl). 553-8.
- [25] Philippon MJ, Stubbs AJ, Schenker ML, et al. Arthroscopic management of femoroacetabular impingement : osteoplasty technique and literature review. *Am J Sports Med* 2007;35(9):1571–80.
- [26] Siebenrock KA, Kalbermatten DF, Ganz R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion : a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res* 2003;407:241–8.
- [27] Lequesne M, Laredo JD. The false profile (oblique view) of the hip in standing position. Contribution to the evaluation of osteoarthritis of the adult hip. *Ann Rheum Dis* 1998;57:676–81.
- [28] Meyer DC, Beck M, Ellis T, et al. Comparison of six radiographic projections to assess femoral head/neck asphericity. *Clin Orthop Relat Res* 2006;445:181–5.
- [29] Tannast M, Siebenrock KA. Conventional radiographs to assess femoroacetabular impingement. *Instr Course Lect* 2009;58:203–12.
- [30] Johnston TL, Schenker ML, Briggs KK, Philippon MJ. Relationship between offset angle alpha and hip chondral injury in femoroacetabular impingement. *Arthroscopy* 2008;24(6):669–75.
- [31] Lequesne M, Malghem J, Dion E. The normal hip joint space : variations in width, shape, and architecture on 223 pelvic radiograph. *An Rheum Dis* 2004;(63):1145–51.
- [32] Gold SL, Burge AJ, Potter HG. MRI of hip cartilage : joint morphology, structure, and composition. *Clin Orthop Relat Res* 2012;470(12):3321–31.
- [33] Potter HG, Schachar J. High resolution noncontrast MRI of the hip. *J Magn Reson Imaging* 2010;31(2):268–78.
- [34] Schmaranzer F, Helfenstein R, Zeng G, et al. Automatic MRI-based three-dimensional models of hip cartilage provide improved morphologic and biochemical analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2019;477(5):1036–52.
- [35] Palmer A, Fernquest S, Rombach I, et al. Diagnostic and prognostic value of delayed Gadolinium Enhanced Magnetic Resonance Imaging of Cartilage (dGEMRIC) in early osteoarthritis of the hip. *Osteoarthritis Cartilage* 2017;25(9):1468–77.
- [36] Schmaranzer F, Haefeli PC, Hanke MS, et al. How does the dGEMRIC index change after surgical treatment for FAI? A prospective controlled study : preliminary results. *Clin Orthop Relat Res* 2017;475(4):1080–99.
- [37] Anwander H, Melkus G, Rakhra KS, Beaulé PE. T1ρ MRI detects cartilage damage in asymptomatic individuals with a cam deformity. *J Orthop Res* 2016;34(6):1004–9.
- [38] Smith TO, Hilton G, Toms AP, et al. The diagnostic accuracy of acetabular labral tears using magnetic resonance imaging and magnetic resonance arthrography : a meta-analysis. *Eur Radiol* 2011;21:863–74.
- [39] Notzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, et al. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84(4):556–60.
- [40] Lee GC, Khoury V, Steinberg D, et al. How do radiologists evaluate osteonecrosis? *Skeletal Radiol* 2014;43(5):607–14.
- [41] Murphey MD, Vidal JA, Fanburg-Smith JC, Gajewski DA. Imaging of synovial chondromatosis with radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 2007;27(5):1465–88.
- [42] Marchie A, Panuncialman I, McCarthy JC. Efficacy of hip arthroscopy in the management of synovial chondromatosis. *Am J Sports Med* 2011;39:126S–31S. Suppl.
- [43] Zini R, Longo UG, de Benedetto M, et al. Arthroscopic management of primary synovial chondromatosis of the hip. *Arthroscopy* 2014;29(3):420–6.
- [44] Kassarian A, Yoon LS, Belzile E, et al. Triad of MR arthrographic findings in patients with cam-type femoro-acetabular impingement. *Radiology* 2005;236:588–92.
- [45] Pfirrmann CW, Mengiardi B, Dora C, et al. Cam and pincer femoroacetabular impingement : characteristic MR arthrographic findings in 50 patients. *Radiology* 2006;240:778–85.
- [46] Schmid MR, Notzli HP, Zanetti M, et al. Cartilage lesions in the hip : diagnostic effectiveness of MR arthrography. *Radiology* 2003;226(2):382–6.
- [47] Reurink G, Jansen SP, Bisselink JM, et al. Reliability and validity of diagnosing acetabular labral lesions with magnetic resonance arthrography. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94(18):1643–8.
- [48] Yamamoto Y, Tonotsuka H, Ueda T, Hamada Y. Usefulness of radial contrast-enhanced computed tomography for the diagnosis of acetabular labrum injury. *Arthroscopy* 2007;23(12):1290–4.
- [49] Christie-Large M, Tapp MJ, Theivendran K, James SL. The role of multidetector CT arthrography in the investigation of suspected intra-articular hip pathology. *Br J Radiol* 2010;83(994):861–7.
- [50] Nishii T, Tanaka H, Sugano N, et al. Disorders of acetabular labrum and articular cartilage in hip dysplasia : evaluation using isotropic high-resolution CT arthrography with sequential radial reformation. *Osteoarthritis Cartilage* 2007;15(3):251–7.
- [51] Beaulé PE, Zaragoza E, Motamedi K, et al. Three-dimensional computed tomography of the hip in the assessment of femoroacetabular impingement. *J Orthop Res* 2005;23:1286–92.
- [52] Magid D, Fishman EK, Scott WW, et al. Femoral head avascular necrosis : CT assessment with multiplanar reconstruction. *Radiology* 1985;157(3):751–6.
- [53] Kivlan BR, Martin RL, Sekiya JK. Response to diagnostic injection in patients with femoroacetabular impingement, labral tears, chondral lesions, and extra-articular pathology. *Arthroscopy* 2011;27(5):619–27.
- [54] Martin RL, Irrgang JJ, Sekiya JK. The diagnostic accuracy of a clinical examination in determining intra-articular hip pain for potential hip arthroscopy candidates. *Arthroscopy* 2008;24(9):1013–8.
- [55] LaFrance R, Kenney R, Giordano B, et al. The effect of platelet enriched plasma on clinical outcomes in patients with femoroacetabular impingement following arthroscopic labral repair and femoral neck osteoplasty. *J Hip Preserv Surg* 2015;2(2):158–63.
- [56] Kemp JL, Makdissi M, Schache AG, et al. Hip chondropathy at arthroscopy : prevalence and relationship to labral pathology, femoroacetabular impingement and patient-reported outcomes. *Br J Sports Med* 2014;48(14):1102–7.

- [57] Slattery C, Kweon CY. Classifications in brief : outerbridge classification of chondral lesions. *Clin Orthop Relat Res* 2018;476(10):2101–4.
- [58] Konan S, Rayan F, Meermans G, et al. Validation of the classification system for acetabular chondral lesions identified at arthroscopy in patients with femoroacetabular impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(3):332–6.
- [59] Beck M, Kalhor M, Leunig M, Ganz R. Hip morphology influences the pattern of damage to the acetabular cartilage : femoroacetabular impingement as a cause of early osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(7):1012–8.
- [60] McCarthy JC, Noble PC, Schuck MR, et al. The Otto E. Aufranc Award : The role of labral lesions to development of early degenerative hip disease. *Clin Orthop Relat Res* 2001;393:25–37.
- [61] Sekiya JK, Martin RL, Lesniak BP. Arthroscopic repair of delaminated acetabular articular cartilage in femoroacetabular impingement. *Orthopedics* 2009;32(9). pii : orthosupersite.com/view.asp?rID=42859.
- [62] Tzaveas AP, Villar RN. Arthroscopic repair of acetabular chondral delamination with fibrin adhesive. *Hip Int* 2010;20(1):115–9.
- [63] Philippon MJ, Schenker ML, Briggs KK, Maxwell RB. Can microfracture produce repair tissue in acetabular chondral defects? *Arthroscopy* 2008;24(1):46–50.
- [64] Jordan MA, Van Thiel GS, Chahal J, Nho SJ. Operative treatment of chondral defects in the hip joint : a systematic review. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2012;5(3):244–53.
- [65] Yen YM, Kocher MS. Chondral lesions of the hip : microfracture and chondroplasty. *Sports Med Arthrosc* 2010;18(2):83–9.
- [66] McDonald JE, Herzog MM, Philippon MJ. Return to play after hip arthroscopy with microfracture in elite athletes. *Arthroscopy* 2013;29(2):330–5.
- [67] Akimau P, Bhosale A, Harrison PE, et al. Autologous chondrocyte implantation with bone grafting for osteochondral defect due to posttraumatic osteonecrosis of the hip-a case report. *Acta Orthop* 2006;77(2):333–6.
- [68] Krueger DR, Gesslein M, Schuetz M, et al. Injectable autologous chondrocyte implantation (ACI) in acetabular cartilage defects-three-year results. *J Hip Preserv Surg* 2018;5(4):386–92.
- [69] Thier S, Weiss C, Fickert S. Arthroscopic autologous chondrocyte implantation in the hip for the treatment of full-thickness cartilage defects - A case series of 29 patients and review of the literature. *SICOT J* 2017;3:72.
- [70] Körsmeier K, Claßen T, Kamminga M, et al. Arthroscopic three-dimensional autologous chondrocyte transplantation using spheroids for the treatment of full-thickness cartilage defects of the hip joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(6):2032–7.
- [71] Thier S, Baumann F, Weiss C, Fickert S. Feasibility of arthroscopic autologous chondrocyte implantation in the hip using an injectable hydrogel. *Hip Int* 2018;28(4):442–9.
- [72] Kaplan LD, Ernsthausen JM, Bradley JP, et al. The thermal field of radiofrequency probes at chondroplasty settings. *Arthroscopy* 2003;19(6):632–40.
- [73] Lu Y, Edwards 3rd RB, Nho S, et al. Thermal chondroplasty with bipolar and monopolar radiofrequency energy : effect of treatment time on chondrocyte death and surface contouring. *Arthroscopy* 2002;18(7):779–88.
- [74] Meulenkamp B, Gravel D, Beaulieu PE. Viability assessment of the chondral flap in patients with cam-type femoroacetabular impingement : a preliminary report. *Can J Surg* 2014;57(1):44–8.
- [75] Buckwalter JA. Articular cartilage injuries. *Clin Orthop Relat Res* 2002;402:21–37.
- [76] Stafford GH, Bunn JR, Villar RN. Arthroscopic repair of delaminated acetabular articular cartilage using fibrin adhesive. Results at one to three years. *Hip Int* 2011;21(6):744–50.
- [77] Cassar-Gheiti AJ, Byrne DP, Kavanagh E, Mulholland KJ. Comparison of four chondral repair techniques in the hip joint : a biomechanical study using a physiological human cadaveric model. *Osteoarthritis Cartilage* 2015;23(6):1018–25.
- [78] Fontana A, Bistolfi A, Crova M, et al. Arthroscopic treatment of hip chondral defects : autologous chondrocyte transplantation versus simple debridement-a pilot study. *Arthroscopy* 2012;28(3):322–9.
- [79] Fontana A. A novel technique for treating cartilage defects in the hip : a fully arthroscopic approach to using autologous matrix-induced chondrogenesis. *Arthrosc Tech* 2012;1(1):e63–8.
- [80] de Girolamo L, Jannelli E, Fioruzzi A, Fontana A. Acetabular chondral lesions associated with femoroacetabular impingement treated by autologous matrix-induced chondrogenesis or microfracture : a comparative study at 8-year follow-up. *Arthroscopy* 2018;34(11):3012–23.
- [81] Thorey F, Malahias MA, Giotis D. Sustained benefit of autologous matrix-induced chondrogenesis for hip cartilage repair in a recreational athletic population. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2019 Nov 28. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05801-y>. Online ahead of print.
- [82] Robinson PG, Murray IR, Maempel J, et al. Use of biologics as an adjunct therapy to arthroscopic surgery for the treatment of femoroacetabular impingement : a systematic review. *Orthop J Sports Med* 2019;7(12). 2325967119890673.
- [83] Gao L, Orth P, Cucchiari M, Madry H. Autologous matrix-induced chondrogenesis : a systematic review of the clinical evidence. *Am J Sports Med* 2019;47(1):222–31.
- [84] Crawford K, Philippon MJ, Sekiya JK, et al. Microfracture of the hip in athletes. *Clin Sports Med* 2006;25(2):327–35.
- [85] Gagala J, Tarczynska M, Gaweda K. Clinical and radiological outcomes of treatment of avascular necrosis of the femoral head using autologous osteochondral transfer (mosaicplasty) : preliminary report. *Int Orthop* 2013;37(7):1239–44.
- [86] Ganz R, Gill TJ, Gautier E, et al. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83(8):1119–24.
- [87] Viamont-Guerra MR, Bonin N, May O, et al. Promising outcomes of hip mosaicplasty by minimally invasive anterior approach using osteochondral autografts from the ipsilateral femoral head. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28(3):767–76.
- [88] Girard J, Roumazielle T, Sakr M, Migaud H. Osteochondral mosaicplasty of the femoral head. *Hip Int* 2011;21(5):542–8.
- [89] Meyers MH. Resurfacing of the femoral head with fresh osteochondral allografts. Long-term results. *Clin Orthop Relat Res* 1985;(197):111–4.
- [90] Nam D, Shindle MK, Buly RL, et al. Traumatic osteochondral injury of the femoral head treated by mosaicplasty : a report of two cases. *HSS J* 2010;6(2):228–34.
- [91] Sotereanos NG, DeMeo PJ, Hughes TB, et al. Autogenous osteochondral transfer in the femoral head after osteonecrosis. *Orthopedics* 2008;31(2):177.
- [92] Matsuda DK, Safran MR. Arthroscopic internal fixation of osteochondritis dissecans of the femoral head. *Orthopedics* 2013;36(5):e683–6.
- [93] Fukushima W, Fujioka M, Kubo T, et al. Nationwide epidemiologic survey of idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(10):2715–24.
- [94] Hernigou P, Poignard A, Zilber S, Rouard H. Cell therapy of hip osteonecrosis with autologous bone marrow grafting. *Indian J Orthop* 2009;43(1):40–5.
- [95] Rosenwasser MP, Garino JP, Kiernan HA, Michelsen CB. Long term followup of thorough debridement and cancellous bone grafting of the femoral head for avascular necrosis. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(306):17–27.
- [96] Wang BL, Sun W, Shi ZC, et al. Treatment of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head using bone impaction grafting through a femoral neck window. *Int Orthop* 2010;34(5):635–9.

