

LES LÉSIONS PARTIELLES DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR

PARTIAL TEARS OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT

C. Sauvant^a, F. Delvaux^{a,b}, J.L. Croisier^{a,b}, C. Daniel^c, J.F. Kaux^{a,b}

^aService de médecine physique, réadaptation et traumatologie du sport, Sports², centre médical d'excellence de la FIFA, centre de recherche du CIO, centre de médecine du sport de la FIMS, CHU et Université de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique

^bDépartement des sciences de la motricité, université de Liège, 4000 Liège, Belgique

^cService de chirurgie orthopédique, CHU de Liège, université de Liège, avenue de l'Hôpital, B35, 4000 Liège, Belgique

Mots-clés :

Lésion partielle LCA, IRM, Augmentation, Ligamentoplastie

Keywords:

Partial tears ACL, MRI, Augmentation, Ligamentoplasty

Résumé

L'atteinte traumatique du ligament croisé antérieur (LCA) représente la lésion ligamentaire la plus fréquente du genou dont 10 à 27 % sont des ruptures partielles. Ces dernières sont connues et étudiées depuis la moitié du 20^e siècle mais, à ce jour, il n'y a pas de consensus sur la définition même des lésions ou sur leur approche thérapeutique.

Summary

Traumatic tears of the anterior cruciate ligament (ACL) are the most common knee injury. About 10–27% of these tears are partial. Despite abundant study since the middle of the 20th century, there is no agreement on the definition of partial tears of the ACL, and no standard of care.

RAPPELS ANATOMIQUES ET BIOMÉCANIQUES

Le ligament croisé antérieur (LCA) constitue, avec le ligament croisé postérieur (LCP), le pivot central du genou responsable de sa stabilité antéropostérieure et rotatoire dans l'ensemble de l'amplitude articulaire. Comparés aux autres structures ligamentaires, ces deux ligaments ont la particularité d'être intra-articulaires mais extra-synoviaux. Ils sont entourés d'une gaine de membrane synoviale qui assure leur vascularisation via les artères géniculées moyenne et inférieure, branches de l'artère poplitée [1].

Le LCP s'étend de la surface rétrospinale du tibia à la surface intercondylienne médiale. Il est constitué de deux faisceaux, un antéro-latéral et un postéro-médial. C'est le frein primaire du tiroir postérieur lors de la flexion. Il joue également un rôle dans le contrôle de la rotation externe, en renfort des structures capsulo-ligamentaires postéro-externes. La tension maximale des fibres est observée pour des amplitudes de 90° à 120°. Le LCP a un potentiel de cicatrisation élevé, lié à sa riche vascularisation péri-ligamentaire et intra-ligamentaire, ce qui permet un traitement conservateur en cas de rupture isolée partielle, voire complète [2].

Le LCA présente un trajet oblique allant de la partie interne de la surface préspinale à la surface intercondylienne latérale. Il est également formé de deux faisceaux, un antéro-médial (AM) et un postéro-latéral (PL), nommés en fonction de leur insertion tibiale. Ils ne sont pas véritablement individualisés stricto sensu mais font partie d'un ensemble de fibres avec une action à la fois synergique et complémentaire en fonction de l'amplitude articulaire. En extension ainsi qu'en flexion complète, les deux faisceaux sont en tension maximale avec un recrutement antéro-postérieur des fibres lors de la mobilisation. Au-delà de 90° de flexion, le faisceau PL est mis en tension et son insertion latérale assure la stabilité rotatoire. Le faisceau AM développe une tension quasi isométrique sur l'ensemble de l'amplitude articulaire avec un relâchement partiel entre 0° et 20–30°. Son rôle est de prévenir la translation antérieure du tibia en flexion [1,3–5]. Le LCA dispose d'un réseau vasculaire pauvre avec une zone intratendineuse avasculaire expliquant son faible potentiel de régénération [1]. L'appellation de rupture partielle comprend un large éventail de lésions et de nombreux auteurs ont émis différentes définitions se basant sur des critères anatomiques (par arthroscopie), cliniques ou fonctionnels, iconographiques ou leur association (**Tableau I**). Le seul critère commun est l'absence de rupture complète [3,5–10]. À noter que les mises en nourrice sur le LCP, décrites par Crain et al., ne sont pas considérées comme des ruptures partielles dans cet article. La mise en nourrice est une cicatrisation anormale des fibres du moignon inférieur du LCA rompu sur le LCP mais qui ne permet aucun gain fonctionnel ou en stabilité [6].

Tableau I. Différentes définitions des lésions partielles du LCA [3,5–10].

1968	American Medical Association for Athletic Injury	Entorse de grade 2 par traumatisme direct ou indirect avec douleurs, impotence fonctionnelle partielle, épanchement intra-articulaire, légère limitation de l'amplitude articulaire et instabilité modérée
1989	Noyes et al.	Rupture de 25–75 % des fibres évaluée à l'arthroscopie
1990	Barrack et al.	Pivot shift test négatif Lachman asymétrique avec arrêt dur et retardé Intégrité d'une portion significative d'un des deux faisceaux et maintien de la fonction (palpation + tiroir antérieur à l'aide d'un crochet à nerf) à l'arthroscopie
2003	Hong et al.	Rupture < de moins de 50 % des fibres
2009	De Franco et Bach	Lachman asymétrique avec arrêt dur retardé Pivot shift test négatif Différence de moins de 3 mm de la laxité antérieure au KT 1000 par rapport au côté sain
2009	Colombet et al. (Société française d'arthroscopie)	Critères de De Franco et Bach avec caractérisation anatomique à l'arthroscopie : persistance d'un pont fibro-ligamentaire continu entre les insertions anatomiques fémorales et tibiales

MÉCANISMES LÉSIONNELS

De manière simpliste, on peut résumer les mécanismes lésionnels du pivot central par des mouvements en valgus-flexion-rotation externe (VALFE), varus-flexion-rotation interne (VARFI) et, plus rarement, une hyperextension [1].

Plus précisément, ces mécanismes peuvent se répartir en traumatismes « contact » indirects ou directement portés au niveau du genou ou « sans contact ». Ces derniers constituent près de 70 % des mécanismes lésionnels et sont décrits pour la première fois par Mc Nair en 1990 [11–13]. Il s'agit de traumatismes de faible intensité lors de réceptions de sauts, de changements de direction ou décélérations brutales. Le genou se retrouve alors en position de légère flexion, de déviation en valgus, couplée ou non à un mouvement de rotation, essentiellement externe du tibia. Les moments de force sont pluridirectionnels, prédominant dans le plan frontal par le valgus et sagittal avec la contraction de l'appareil extenseur qui limite la flexion et engendre une translation tibiale antérieure [14]. Lors des réceptions de sauts, c'est le faisceau PL qui sera préférentiellement touché étant donné son rôle de frein à la rotation et le relâchement partiel du faisceau AM dans les premiers degrés de flexion [15].

Le traumatisme sportif constitue l'étiologie la plus fréquente, essentiellement lors de sports dits de « pivot-contact », dont les sports avec ballons ou de glisse. Différents programmes de prévention ont été établis et le risque lésionnel lié à une instabilité en valgus peut être grossièrement évalué lors d'un simple « *vertical drop jump* » [16]. À noter également que des lésions du pivot central peuvent survenir lors de traumatismes à haute intensité tels que les polytraumatismes ; elles passent alors souvent inaperçues en présence de fractures ou de lésions vitales surajoutées.

ÉPIDÉMIOLOGIE ET ÉVOLUTION

Les ruptures partielles constituent 10–28 % des lésions du LCA mais certains auteurs évoquent une possible sous-estimation de celles-ci étant donné la présence de faux négatifs iconographiques ou de faibles manifestations cliniques n'entraînant pas de consultation chez un spécialiste [1,3,6,7,17–19].

Au sein de la population sportive, le risque lésionnel est majoré proportionnellement au niveau de compétition et du type de sport pratiqué [20,21] mais on observe également un risque multiplié par 2–4 × chez les femmes. Cette différence peut s'expliquer par des facteurs anatomiques, biomécaniques, hormonaux et du contrôle neuromusculaire [12,13,20–22]. Néanmoins, l'exploration par résonance magnétique ne retrouve pas de différence de distribution d'éventuelles lésions associées (contusions osseuses, lésions méniscales ou chondrales. . .) entre les sexes [22]. Leur prévalence est plus faible que lors de lésions complètes [19] avec une prédominance masculine, attribuée à l'intensité et aux forces plus importantes développées lors du traumatisme [14].

Malgré un traitement conservateur bien mené, environ 25 % des patients vont développer une instabilité secondaire qui motivera un geste chirurgical [7,23]. La progression vers une lésion complète varie de 14 % à 56 % avec un taux important chez les sujets âgés de moins de 20 ans [8,18,19,24,25]. Chez les patients présentant une lésion partielle, on note également une diminution des activités physiques à risque. Retenons aussi que la survenue d'une instabilité secondaire et d'une altération fonctionnelle prédominent lors des atteintes du faisceau PL, comparativement au faisceau AM [7,26], avec un examen clinique qui va plus facilement retrouver une laxité plus importante mais surtout d'un pivot shift test positif.

Le taux de lésions méniscales associées avoisine les 50 %, prédominant au niveau de la corne postérieure [8,18,25,27,28]. Le ménisque médial est le plus atteint, d'autant plus en cas de lésion du faisceau PL [15]. Ces lésions sont favorisées par l'instabilité, étant donné le rôle de frein secondaire du ménisque médial à la translation antérieure du tibia, tandis que la prévalence des lésions du ménisque latéral est attribuée au traumatisme initial et n'a pas tendance à augmenter avec le temps [27]. La présence de lésions méniscales est également un facteur favorisant la progression vers une rupture complète [19].

Dans la population pédiatrique, essentiellement les 11–18 ans, en plus du risque de progression plus important, le taux de re-rupture postplastie ou de rupture du LCA controlatéral est de l'ordre de 30 %, notamment lors de la pratique des sports de pivot-contact [18,25,29–31]. Le temps de cicatrisation post-plastie est majoré et il faut un délai minimum d'un an, sous couvert d'une rééducation adéquate, avant d'envisager un retour au sport [32].

Finalement, en cas de lésion partielle du LCA, le taux de reprise du sport au niveau initial est faible, ne dépassant pas 20–44 % selon les séries [18,19,24].

EXAMEN CLINIQUE

L'anamnèse constitue un élément fondamental et doit préciser l'évènement traumatique ainsi que l'importance des symptômes, tels qu'un épanchement articulaire et le degré d'impotence fonctionnelle secondaire. Rappelons que le traumatisme initial peut être mineur, marqué uniquement par une sensation de déroboement, sans répercussion fonctionnelle immédiate [19]. L'examen physique complète la recherche d'éléments diagnostiques bien que celui-ci reste souvent pauvre [3,6,8,11].

D'après les données biomécaniques, on peut s'attendre à ce qu'une rupture du faisceau AM entraîne une translation antérieure lors de la manœuvre de Lachman. Néanmoins, bien qu'il existe dans la plupart

des cas une différence de laxité par rapport au côté controlatéral, l'arrêt reste « dur et retardé » comparé à un arrêt « mou » en cas de rupture complète [3,6,7,10,11].

Le pivot shift test est le plus souvent négatif mais une ébauche de ressaut est possible, préférentiellement en cas de lésion du faisceau PL, compte tenu de l'altération de la stabilité rotatoire [3,6,7,10,11]. En cas d'instabilité subjective mais avec un examen clinique peu contributif, le pivot shift test peut être réalisé sous-anesthésie générale, ce qui augmente considérablement sa sensibilité. Un geste chirurgical peut alors être envisagé en présence d'une instabilité rotatoire objective et de sollicitations sportives ou professionnelles marquées [7].

Des épisodes de blocage ou de limitation d'extension sont également décrits et attribués à l'interposition et/ou à la fibrose des fibres rompues ou à la formation d'adhérences avec la graisse de Hoffa [19].

La laxité antéro-postérieure peut également être mesurée de manière objective par une imagerie dynamique ou via l'utilisation de différents arthromètres, tels que le KT 1000, le KT-2000, le Rolimètre... Malheureusement, ces dispositifs ont un taux de reproductibilité et de faux négatifs qui est très discuté, ce qui est d'autant plus vrai pour les lésions partielles [3,6,7,18,33,34]. Le GNRB® semble avoir une meilleure reproductibilité et sensibilité/spécificité, mais aux dépens d'un appareillage plus complexe limitant son utilisation dans la pratique courante [3,33,34]. Ces outils de mesure n'ont qu'un rôle diagnostique limité mais ils pourraient être utiles dans le suivi des patients non opérés afin de détecter une progression précoce de la laxité [3,6,7,18,33,34], d'autant plus que ces évaluations sont généralement réalisées en subaigu ou chronique après amendement de la douleur, car elles nécessitent un relâchement optimal des ischio-jambiers [3,33,35].

EXPLORATION ICONOGRAPHIQUE

L'imagerie médicale a un rôle limité dans la mise en évidence des lésions partielles du LCA, malgré les nombreux progrès faits ces dernières décennies, et le diagnostic ne peut être posé avec certitude qu'après la réalisation d'une arthroscopie [3,6,7,19]. L'IRM reste à ce jour le *gold standard* pour l'exploration des lésions du pivot central. L'arthroscanner, malgré la possibilité de visualisation des lésions intra-articulaires, n'est pas mentionné ou étudié dans la littérature.

RADIOGRAPHIE

Le bilan radiographique est facilement réalisable en première intention et a pour but de rechercher des lésions osseuses associées dont la présence oriente vers une lésion grave du pivot central ainsi que d'évaluer la maturité des cartilages de croissance [7,19,36]. Chez les enfants âgés de moins de 8 ans, une lésion du LCA peut être associée à une avulsion chondrale isolée qui passera inaperçue à la radiographie. En cas d'anamnèse et un tableau clinique évocateur, une exploration par IRM est donc indispensable [19].

L'exploration radiographique dynamique permet de mesurer la translation tibiale antérieure. Les contraintes sont appliquées de manière passives avec des appareillages de type Telos ou via des manœuvres actives ou positionnelles, telles que décrites par Franklin en 1991 et Dejour en 1994, mais

dont le taux de reproductibilité est faible et sont perçues comme douloureuses par le patient [3,6,33,34].

ÉCHOGRAPHIE

L'exploration échographique peut se réaliser de manière dynamique en évaluant la déformation de la graisse de Hoffa et une translation du plateau tibial interne lors des mouvements d'extension ou de rotation [37]. Elle peut également rechercher la présence de signes indirects tels que le « *empty notch sign* », le bombement de la capsule postérieure ou l'ondulation du LCP [37]. Ces derniers ont été évalués dans une étude de validité retrouvant une sensibilité de 87 % et une spécificité de 88 % pour toute lésion du LCA, partielle ou complète [38], ce qui avoisine les résultats obtenus en IRM [39].

Dès lors, lorsqu'elle est réalisée par un radiologue spécialisé en ostéo-articulaire, l'échographie constitue une alternative facilement accessible et peu onéreuse pour un *screening* diagnostique en post-traumatique immédiat ou retardé, essentiellement via sa valeur prédictive négative qui va jusqu'à 95 % pour les lésions complètes et 84 % pour les lésions partielles lors des manœuvres dynamiques [37].

IRM

L'IRM reste l'examen clé pour l'évaluation du LCA et d'éventuelles lésions associées (contusions osseuses, lésions méniscales/chondrales...). Néanmoins, même si la sensibilité et la spécificité sont élevées pour les ruptures complètes, la mise en évidence des lésions partielles se révèle complexe et limitée sur une IRM standard.

Les deux faisceaux sont difficilement discernables et le diagnostic de lésion partielle sera évoqué en présence d'une anomalie de signal intratendineux, de la persistance de fibres continues et du maintien du parallélisme avec la ligne de Blumensaat (ligne formée par le toit de l'échancrure intercondylienne) [1,6,40–42]. Pour autant, les taux de faux positifs et négatifs restent non négligeables et la sensibilité et la spécificité varient respectivement de 40–75 % et de 62–89 % [37]. Afin d'améliorer la précision diagnostique, plusieurs approches ont été proposées, telles que l'exploration bi-fasciculaire du LCA en coupes coronales et/ou sagittales obliques [41,43,44], les séquences en diffusion [45], l'étude en coupes avec une flexion du genou [44,46] ou l'utilisation d'IRM à 3 Tesla [40]. Des nouveaux signes radiologiques spécifiques, tels que le « *gap* » et le « *footprint sign* », témoignant d'une atteinte du faisceau PL, ont été décrits par Volokhina et al. dans une étude pilote en 2015 [42]. Ces différentes approches permettent une amélioration de la sensibilité et de la spécificité, mais restent insuffisantes, et n'ont pas été vérifiées lors d'études faites à grande échelle.

À ce jour, l'IRM ne permet pas d'évaluer avec précision la quantité de fibres résiduelles et la localisation de la lésion et, dès lors, les IRM préopératoires, à elles seules, ne sont pas fiables pour orienter la prise charge chirurgicale vers un renfort ligamentaire ou une reconstruction [40,47–50].

TRAITEMENT

Il n'y a pas de *guidelines* précises sur le traitement des lésions partielles étant donné leur traduction clinique variable et les difficultés de prévoir leur évolution, mais les principes restent similaires aux lésions complètes [7,19]. Ainsi, le traitement sera individualisé et tributaire de la sensation d'instabilité, de la présence ou non de lésions associées ainsi que des sollicitations professionnelles ou sportives du patient [6,7,17,19,24,51].

De même, au niveau de la population pédiatrique, il n'y a pas de consensus, mais la tendance actuelle retrouve une prévalence de la prise en charge chirurgicale, en première intention, en cas de ruptures complètes ou de persistance d'une instabilité avec un pivot shift test positif lors des ruptures partielles [3,7,36] après une rééducation initiale bien menée. Le geste peut être retardé chez certains adolescents quand on s'attend à une fusion complète des cartilages de croissance dans les mois qui suivent [25,29–31,52].

La nécessité d'une prise en charge rééducative est unanime et constitue une pierre angulaire, tant pour le traitement conservateur que pour les approches biologiques ou chirurgicales, et la reprise sportive devrait être couplée à une évaluation adéquate de différents critères de *return to play* (RTP) [7,16,19]. À noter que différents traitements préventifs, essentiellement basés sur un travail proprioceptif, permettent de diminuer la prévalence des lésions du pivot central [53], mais leur efficacité sur la prévention de progression d'une lésion partielle vers une lésion complète n'a pas été démontrée [19]. Il en est de même pour le port d'une orthèse de soutien, dont aucun bénéfice significatif n'a été prouvé par des études de niveau suffisamment élevé, lors de la reprise sportive, tant sur la prévention d'une progression vers une rupture complète ou la lutte contre une instabilité symptomatique qu'en postopératoire [19,36]. Néanmoins, certains athlètes décrivent une augmentation de la confiance en leur articulation et d'une diminution de l'instabilité subjective [19,36].

TRAITEMENT RÉÉDUCATIF

Malgré de nombreuses études, il n'y a pas d'approche thérapeutique spécifique ayant montré une supériorité et le traitement repose sur une prise en charge multidisciplinaire et multimodale [14,54]. Il est divisé en différentes phases, dont la durée présente une variabilité inter-individuelle importante. Globalement, il est constitué d'une récupération des amplitudes articulaires, d'un renforcement musculaire prédominant au niveau du quadriceps et des ischio-jambiers, tant en chaîne ouverte que fermée, mais également au niveau des rotateurs externes que des abducteurs de hanche, ainsi qu'un travail proprioceptif et de contrôle neuromoteur statique et dynamique de l'ensemble du membre inférieur [16,30,31,53–58]. Après la phase de rééducation initiale, une analyse de la biomécanique ainsi qu'un bilan isocinétique pourront être réalisés pour cibler les déficits persistants. La gestuelle propre à l'activité sportive pratiquée devra également être intégrée, dont l'un des objectifs principaux est de lutter contre l'instabilité et le valgus dynamique [14,54]. Le traitement conservateur reste malheureusement dépendant de la compliance du patient étant donné que l'efficacité augmente avec l'intensité, la fréquence et la durée. Une faible adhérence va quasi quintupler le risque de nouvelle blessure [16,54].

La progression de la technologie et de l'imagerie fonctionnelle a permis de mettre en évidence des modifications des processus centraux, ce qui motive l'intégration d'un travail visant à promouvoir la neuroplasticité [54]. Ceci peut être envisagé avec les nouveaux outils tels que les casques de réalité virtuelle (VR), couplés à l'analyse biomécanique permettant un meilleur *feedback*. La VR permettrait également un travail du geste sportif dans un environnement simulant des situations de terrain, nécessitant des adaptations rapides et imprévues, difficilement réalisables lors d'une rééducation classique en salle. Ces mises en situation permettraient également d'analyser les troubles dynamiques résiduels, difficilement évaluables par un thérapeute externe en bord de terrain [54].

Une prise en charge en réathlétisation, en complément de la rééducation classique, devrait être proposée à la population sportive afin de palier le « désentraînement » global lié au repos. La prise en charge peut être débutée rapidement, même en postopératoire, avec un travail essentiellement de musculation et d'aérobic des parties non lésées, avant de travailler la gestuelle spécifique, ce qui permet une préparation physique et mentale à la reprise [31,59].

La reprise d'une activité sportive devra se faire de manière progressive et après concertation multidisciplinaire. Il n'y a pas de consensus sur les critères de RTP mais différentes études mettent en lumière la nécessité d'associer un examen clinique, une évaluation des performances physiques mais également une approche biopsychosociale. Les critères de RTP peuvent inclure différents questionnaires d'autoévaluation, des tests fonctionnels objectifs, tels que les « *hop tests* », en y intégrant des contraintes multidirectionnelles et de fatigue, une évaluation qualitative du mouvement et l'effet des interférences, mais aussi une évaluation psychosociale du patient par rapport à la confiance en soi, la peur d'une reblessure et la motivation. Par ailleurs, même si les différents critères sont atteints, une reprise avant 9 mois post-opératoires est associée à un risque plus élevé de nouvelle blessure [16] et la poursuite d'un traitement préventif des lésions du LCA au long cours est également recommandée [16,30,31,53,56,57].

Dans les lésions du pivot central, le rôle préventif du traitement rééducatif et de l'exercice physique sur le développement de la gonarthrose reste discuté. Citons, néanmoins, les limites de certaines études telles qu'une absence de description des programmes d'exercices, de faibles échantillons mais également de la comparaison avec des groupes post-reconstruction [60], pour mieux appréhender ce risque arthrosique [60–62]. La rééducation garde tout son intérêt dans la lutte contre l'instabilité et la poursuite d'une activité physique est généralement réalisée aux dépens d'une diminution de l'intensité, du niveau ou du type de sport [60,62]. Il existe, par ailleurs, deux autres facteurs favorisant l'évolution vers une gonarthrose : l'indice de masse corporelle et la présence d'une lésion méniscale, d'autant plus en cas de méniscectomie [60–62].

APPROCHE BIOLOGIQUE

Le LCA a une faible capacité de régénération, liée à une vascularisation précaire ainsi qu'à sa localisation intra-articulaire et extra-synoviale qui empêche la formation de caillots de fibrine indispensables à la cicatrisation. Dès lors, les sutures classiques, réalisées dans les années 70–80 ont été rapidement abandonnées en raison d'un taux d'échec important à moyen et long termes [9,28,63,64].

Depuis quelques décennies, les recherches scientifiques portent un intérêt croissant pour les approches biologiques, notamment l'apport exogène de facteurs de croissance ou de cellules souches [9], visant à potentialiser les capacités régénératives des tissus.

Les premiers essais, menés par Steadman et al., en 2006, cherchaient à stimuler la cicatrisation du LCA par des micro-perforations au niveau de son insertion proximale. Cette technique a donné des résultats prometteurs, néanmoins discutés et contredits par Wasmaier et al., par la suite [9,28]. D'autres facteurs de croissance, tels que le *platelet-derived growth factor* (PDGF) et le *transforming growth factor* (TGF)-beta, sont contenus dans le plasma riche en plaquettes (PRP). Ceux-ci jouent un rôle crucial dans la modulation de la réponse cicatricielle en stimulant la prolifération cellulaire et la production de collagène [9,23,28,65]. Seijas et al. rapportent des résultats encourageants suite à l'injection intra-ligamentaire et intra-articulaire de PRP sous-arthroscopie avec un taux de *return to play* de 81,75 % chez des footballeurs professionnels et une évolution iconographique favorable, sous réserve d'un faible nombre de 19 sujets [65]. Plus récemment, Koch et al. ont réalisé une étude portant sur l'injection intra-ligamentaire de PRP, chez 42 patients, avec un follow-up de 2 ans. Des résultats encourageants ont été constatés avec un retour de 85 % à l'activité antérieure sous réserve de l'absence de groupe contrôle, de la pratique de sport récréatif ou amateur ainsi qu'une moyenne d'âge de 33 ans [28]. Une étude prospective, randomisée sur l'adjonction d'une injection intra-articulaire de PRP et à une rééducation, a été menée par Zicaro et al. sur un échantillon de 40 patients ; aucune amélioration significative par rapport au groupe contrôle n'a été constatée [23].

L'injection intra-ligamentaire, par guidage fluoroscopique, de cellules souches mésenchymateuses, couplée à du PRP, n'a été étudiée que dans une seule étude clinique, menée par Centeno et al., avec une évolution iconographique favorable et une amélioration subjective de 87 %, sous réserve de l'absence d'un groupe contrôle et d'un faible échantillon de 10 sujets [9].

Il est également possible de combiner les différentes approches biologiques et de les associer à l'utilisation d'un biosupport de collagène contenant des facteurs de croissance à intégrer à la suture ligamentaire. Les études précliniques sur modèle animal ont des résultats encourageants [9,64]. Une étude clinique, menée par Gobbi et al., a évalué l'effet d'une suture du LCA couplée au deux techniques décrites ci-dessus, la microperforation ainsi que l'injection intra-ligamentaire de PRP, sur 58 athlètes, avec une reprise sportive supérieure à 75 % [9]. D'autres essais cliniques de sutures couplés à un biosupport (10 patients) ou à une ancre et des micro-perforations (41 patients), ont été publiés par Murray respectivement et Achtnich, en 2016, et retrouvent des résultats similaires aux plasties classiques à court terme [59].

À ce jour, les approches biologiques montrent des résultats encourageants pour la gestion de ruptures partielles mais nombreuses d'entre elles sont limitées à des études précliniques ou des essais cliniques de petits échantillons, sans groupe contrôle, et ne constituent pas encore une thérapie alternative dans la pratique quotidienne [9,18,28,64].

TRAITEMENT CHIRURGICAL

Au niveau du traitement chirurgical, deux approches des lésions partielles sont possibles, soit par la conservation des fibres résiduelles avec réalisation d'une reconstruction sélective, aussi appelée augmentation, soit par la résection complète suivie d'une reconstruction conventionnelle.

AUGMENTATION

Le LCA est riche en mécanorécepteurs, comme l'a démontré pour la première fois Schultz et al., en 1984. Ces derniers participent à la proprioception et à la stabilité du genou [6,66]. Dès lors, de nombreuses études se sont penchées sur l'intérêt et la *plus-value* de maintenir les fibres résiduelles.

Il existe plusieurs techniques de reconstruction sélective ou augmentation, dont les premiers essais ont été réalisés par Mott, en 1983 [6,7]. L'objectif est de maintenir les fibres du faisceau épargné et, via un greffon, de restituer le LCA de manière le plus anatomique possible. Dès lors, la position des tunnels osseux et l'angle de fixation des greffons vont être différents pour les reconstructions des faisceaux AM ou PL [3,6,7,10,67].

Le geste chirurgical est néanmoins plus compliqué, étant donné la limitation du champ visuel par les fibres résiduelles, tant pour la réalisation des tunnels osseux que pour la mise au point et le traitement d'éventuelles lésions associées, surtout méniscales [10,67].

Une deuxième difficulté est que le greffon ne doit pas créer de conflit mécanique au niveau de l'échancrure intercondylienne au risque de favoriser des complications secondaires telles qu'une perte d'extension ou l'apparition d'un cyclope syndrome [3,6,7]. Une étude menée par Sonnery–Cottet et al. préconise un diamètre maximal du greffon de 7–8 mm et retrouve un taux de complications évalué à 5–8,2 %, similaire aux plasties classiques [3,6,7]. Ce dernier est composé soit d'une autogreffe de demi-tendineux ou d'une allogreffe de fascia lata.

Différentes études retrouvent des résultats prometteurs avec une meilleure cicatrisation et une intégration plus rapide du greffon lors des contrôles iconographiques ou arthroscopiques, une amélioration de la laxité antéro-postérieure, des meilleurs scores fonctionnels (Lysholm, Tegner, IKDC) et une meilleure proprioception. Néanmoins, elles présentent toutes des limites liées aux faibles échantillons, l'absence de groupe contrôle de certaines études ainsi que le caractère subjectif des évaluations cliniques [3,6,7,10,67]. Des études prospectives à plus grande échelle doivent être réalisées pour confirmer les résultats actuels. Une méta-analyse de 2019 ne retrouve qu'un avantage significatif au niveau de la laxité post-opératoire et du score de Lysholm, sous réserve d'un faible nombre d'études de qualité incluses et d'un follow-up moyen de 2 ans [68].

En conclusion, les augmentations ont des avantages théoriques sur l'évolution postopératoire de la laxité antéro-postérieure, de la proprioception, de la biomécanique et du potentiel de cicatrisation du greffon. Au vu du faible taux de complications, cette approche pourrait être privilégiée aux reconstructions conventionnelles [3,5–7,10,17,18,55]. Une première étude rétrospective a été réalisée avec un follow-up de 5–9 ans montrant le maintien de l'amélioration au long cours avec un risque de re-rupture faible (2,6 %) mais en l'absence de groupe contrôle [17].

RECONSTRUCTION OU LIGAMENTOPLASTIE

Il existe de nombreuses techniques chirurgicales ainsi que de choix de greffon, sans consensus sur la technique à privilégier. On peut s'orienter vers une reconstruction monofaisceau du LCA, telle que la technique DIDT couplée ou non avec une ténodèse du fascia lata ou la technique de Kenneth Jones, ou les plasties à double faisceaux qui permettent une reconstruction plus anatomique des faisceaux AM et PM. Différentes études ne retrouvent pas d'avantages significatifs de la plastie à double faisceaux, sous

réserve d'un follow-up de 2 ans et de difficultés de quantification objective de l'instabilité rotatoire [4,69,70].

Au niveau de la population pédiatrique, il n'y a pas de consensus sur le type de technique chirurgicale à appliquer mais l'approche transphysaire prédomine. L'apparition de troubles iatrogènes de croissance (inégalité de longueur des membres inférieurs > 1 cm ou déviation axiale > 5°) [71] est estimée entre 1 à 11 % ; mais certains auteurs mettent en garde devant une probable sous-estimation liée à des complications infracliniques ainsi qu'à un suivi clinique et iconographique au cours de la croissance qui n'est malheureusement réalisé correctement que dans 54 % des cas [29,31,32,52].

CONCLUSION

Les lésions partielles constituent environ 10 à 27 % des atteintes du LCA et restent probablement sous-estimées au vu des possibles manifestations cliniques pauvres, voire silencieuses, et des faux négatifs à l'IRM.

Néanmoins, leur diagnostic et leur traitement sont essentiels au regard du risque de progression et de lésions secondaires non négligeables. La prise en charge sera axée autour du patient, de ses plaintes et de ses attentes, et tant le médecin physique que le chirurgien disposent d'un ensemble d'approches thérapeutiques. Des nouvelles techniques visant à stimuler le potentiel de cicatrisation du LCA retrouvent des résultats prometteurs et pourront, peut-être, s'imposer dans la pratique clinique dans un futur proche.

La prise en charge rééducative et préventive des lésions du pivot central, tant en pré- que post-lésionnel, reste un élément clé et doit s'orchestrer entre le patient, le personnel paramédical et médical ainsi que les clubs sportifs.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

RÉFÉRENCES

- [1] Guenoun D, Le Corroller T, Amous Z, et al. Apport de l'IRM dans le diagnostic des ruptures traumatiques du ligament croisé antérieur. *J Radiol Diagn Inter* 2012;93(5):355–452.
- [2] Menetrey J, Garavaglia G, Fritschy D. Les lésions du ligament croisé postérieur: définition, classification et algorithme de traitement. *Rev Chir Orthop Traumatol* 2007;93(8):70–3.
- [3] Sonnery-Cottet B, Colombet P. Partial tears of the anterior cruciate ligament. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102 (1 Suppl):59–67.
- [4] Cermak K, Baillon B, Bruynseels K, et al. Reconstruction du ligament croisé antérieur du genou : simple ou double faisceau ? *Rev Med Brux* 2011;32:90–6.
- [5] Vaishya R, Vijay V, Vaish A. A critical review of the management of partial tears of anterior cruciate ligament. *J C Orth* 2017;2 (1):27–30.
- [6] Colombet P, Dejour D, Panisset JC, et al. Current concept of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010;96(8 Suppl):109–18.

- [7] Temponi EF, de Carvalho Júnior LH, Sonnery-Cottet B, et al. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop* 2015;50(1):9–15.
- [8] Noyes F, Mooar LA, Moorman CT. Partial tears of the anterior cruciate ligament. Progression to complete ligament. *J Bone Joint Surg Br* 1989;71-B(5):825–33.
- [9] Dallo I, Chahla J, Mitchell J, et al. Biologic approaches for the treatment of partial tears of the anterior cruciate ligament. *Orthop J Sports Med* 2017;5(1) [232596711668172].
- [10] Buda R, Baldassarri M, Perazzo L. The biological respect of the posterolateral bundle in ACL partial injuries. Retrospective analysis of 2 different surgical management of ACL partial tear in a population of high-demanding sport patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2019;29(3):651–8.
- [11] Décary S, Fallaha M, Belzile S. Clinical diagnosis of partial or complete anterior cruciate ligament tears using patients' history elements and physical examination tests. *PLoS One* 2018;13(6): e0198797.
- [12] Silvers H, Mandelbaum B. Are ACL tears preventable in the female athlete? *Medscape Orthop Sports Med* 2002;6(2).
- [13] Myer G, Ford K, Divine J, et al. Longitudinal assessment of noncontact anterior cruciate ligament injury risk factors during maturation in a female athlete: a case report. *J Athl Train* 2009;44(1):101–9.
- [14] Quatman CE, Hewett TE. The anterior cruciate ligament injury controversy: is "valgus collapse" a sex-specific mechanism? *Br J Sports Med* 2009;43(5):328–35.
- [15] Jiang W, Gao SG, Li KH, et al. Impact of Partial and complete rupture of anterior cruciate ligament on medial meniscus: a cadaveric study. *Indian J Orthop* 2012;46(5):514–9.
- [16] Dingenen B, Gokeler A. Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: a critical step back to move forward. *Sports Med* 2017;47(8):1487–500.
- [17] Perelli S, Ibañez F, Gelber PE, et al. Selective bundle reconstruction in partial ACL tears leads to excellent long-term functional outcomes and a low percentage of failures. *Knee* 2019;26 (6):1262–70.
- [18] Fayard JM, Sonnery-Cottet B, Vrgoc G, et al. Incidence and risk factors for a partial anterior cruciate ligament tear progressing to a complete tear after nonoperative treatment in patients younger than 30 years. *Orthop J Sports Med* 2019;7(7) [2325967119856624].
- [19] Tjoumakaris F, Donegan D, Sekiya JK. Partial tears of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Am J Orthop* 2011;40(2):92–7.
- [20] Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, et al. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy* 2007;23(12):1320–5.
- [21] Beynon B, Vacek P, Newell M. The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2014;42 (8):1806–12.
- [22] Choi W, Yang J, Jeong S, et al. MRI comparison of injury mechanism and anatomical factors between sexes in noncontact anterior cruciate ligament injuries. *PLOS ONE* 2019;14: e0219586.
- [23] Zicaro J, Yacuzzi C, Garcia-Mansill I. Nonsurgical treatment of partial ACL tears: intraarticular injection of Platelet-rich plasma did not change the progression rate to knee instability. *Orthop J Sports Med* 2018. doi: 10.1177/2325967118S00189.
- [24] Pujol N, Colombet P, Cucurulo T, et al. Natural history of partial anterior cruciate ligament tears: a systematic literature review. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012;98(8):160–4.
- [25] Dubois de Mont-Marin G, Sonnery-Cottet B, Thauinat M. Résultats du traitement fonctionnel des ruptures partielles du ligament croisé antérieur chez les patients jeunes et sportifs. *Rev Chir Orthop Traumatol* 2016;102(8):301.
- [26] Yazdi H, Torkaman A, Ghahramani M, et al. Short term results of anterior cruciate ligament augmentation in professional and amateur athletes. *J Orthop Traumatol* 2017;18:171–6.
- [27] Mansori AEL, Lording T, Schneider A, et al. Incidence and patterns of meniscal tears accompanying the anterior cruciate ligament injury: possible local and generalized risk factors. *Int Orthop* 2018;42(9):2113–21.
- [28] Koch M, Mayr F, Achenbach L, Krutsch W, et al. Partial anterior cruciate ligament ruptures: advantages by intraligament autologous conditioned plasma injection and healing response technique – Midterm outcome evaluation. *Biomed Res Int* 2018. doi: 10.1155/2018/3204869.
- [29] Accadbled F, Gracia G, Laumonerie P, et al. Paediatric anterior cruciate ligament tears: management and growth disturbances. A survey of EPOS and POSNA membership. *J Child Orthop* 2019;13(5):522–8.
- [30] Lang P, Sugimoto D, Micheli L. Prevention, treatment, and rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries in children. *Open Access J Sports Med* 2017;8:133–41.
- [31] Ardern C, Ekås G, Grindem H, et al. 2018 International Olympic Committee consensus statement on prevention, diagnosis and management of paediatric anterior cruciate ligament (ACL) injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(4):989–1010.
- [32] Seil R, Chotel F, Robert H. Collaborative efforts are needed to gain new knowledge on pediatric and adolescent Anterior Cruciate Ligament (ACL) injuries. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019;105(6):1033–5.
- [33] Rohman E, Macalena J. Anterior cruciate ligament assessment using arthrometry and stress imaging. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2016;9(2):130–8.
- [34] Beldame J, Bertiaux S, Roussignol X, et al. Laxity measurements using stress radiography to assess anterior cruciate ligament tears. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;97(1):34–43.

- [35] Robert H, Nouveau S, Gageot S, et al. A new knee arthrometer, the GNRB®: experience in ACL complete and partial tears. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009;95(3):171–6.
- [36] Mall NA, Paletta GA. Pediatric ACL injuries: evaluation and management. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2013;6(2):132–40.
- [37] Breukers M, Haase D, Konijnenberg S. Diagnostic accuracy of dynamic ultrasound imaging in partial and complete anterior cruciate ligament tears: a retrospective study in 247 patients. *BMJ Open Sport Exercise Medicine* 2019;5:e000605.
- [38] Mautner K, Sussman W, Nanos K, et al. Validity of indirect ultrasound findings in acute anterior cruciate ligament ruptures. *J Ultrasound Med* 2019;38(7):1685–92.
- [39] Wang J, Wu H, Dong F, et al. The role of ultrasonography in the diagnosis of anterior cruciate ligament injury: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci* 2018;18(4):579–86.
- [40] Van Dyck P, Vanhoenacker F, Gielen J. Three tesla magnetic resonance imaging of the anterior cruciate ligament of the knee: can we differentiate complete from partial tears? *Skeletal Radiol* 2011;40:701–7.
- [41] Soliman H. Concurrent use of oblique sagittal and oblique coronal MRI: does it enhance the specificity and the accuracy of diagnosing complete and partial ACL tears? *Egypt J Radiol Nucl Med* 2020;51:22.
- [42] Volokhina Y, Syed H, Pham P, et al. Two helpful MRI signs for evaluation of posterolateral bundle tears of the anterior cruciate ligament. *Orthop J Sports Med* 2015;3(8) [2325967115597641].
- [43] Steckel H, Vadala G, Davis D. 3-T MR imaging of partial ACL tears: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15(9):1066–71.
- [44] Nenezic D, Kocijancic I. The value of the sagittal-oblique MRI technique for injuries of the anterior cruciate ligament in the knee. *Radiol Oncol* 2013;47(1):19–25.
- [45] Bhojwani N, Szpakowski P, Partovi S, et al. Diffusion-weighted imaging in musculoskeletal radiology-clinical applications and future directions. *Quant Imaging Med Surg* 2015;5(5):740–53.
- [46] Muhle C, Mo Ahn J, Dieke C. Diagnosis of ACL and meniscal injuries: MR imaging of knee flexion versus extension compared to arthroscopy. *SpringerPlus* 2013;2:213.
- [47] van der List J, Mintz D, DiFelice G. The location of anterior cruciate ligament tears: a prevalence study using magnetic resonance imaging. *Orthop J Sports Med* 2017;5(6) [2325967117709966].
- [48] Connors K, Shu H, Thomas J. Evaluating the reliability of MRI in predicting the degree of ACL tears in preoperative planning for the surgical treatment of ACL tears: a retrospective study. *Orthop J Sports Med* 2019. doi: 10.1177/2325967119S00398.
- [49] Van Dyck P, Gielen J, Vanhoenacker F, et al. Stable or unstable tear of the anterior cruciate ligament of the knee: an MR diagnosis? *Skeletal Radiol* 2012;41(3):273–80.
- [50] Stagnaro J, Rasumoff A, Yacuzzi C, et al. ACL partial tears: Is it possible to define which bundle is compromised using magnetic resonance? *Orthop J Sports Med* 2018. doi: 10.1177/ 2325967118S00201.
- [51] Krause M, Freudenthaler F, Frosch KH, et al. Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture – a systematic review of functional improvement in adults. *Dtsch Arztebl Int* 2018;115(51–52):855–62.
- [52] Gracia G, Thévenin-Lemoine C, Laumonerie P. Anterior cruciate ligament tears in children: management and growth disturbances. A survey of French Arthroscopy Society members. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019;105(4):747–50.
- [53] Dargo L, Robinson K, Games K. Prevention of knee and anterior cruciate ligament injuries through the use of neuromuscular and proprioceptive training: an evidence-based review. *J Athl Train* 2017;52(12):1171–2.
- [54] Bonnette S, Anand M, Barber Foss K, et al. The future of ACL prevention and rehabilitation: integrating technology to optimize personalized medicine. *Aspetar Sports Medicine Journal* 2020;9:73–7.
- [55] Jewiss D, Ostman C, Smart N. Open versus closed kinetic chain exercises following an anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)* 2017;2017:4721548.
- [56] Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2019;33(1):33–47.
- [57] Cavanaugh J, Powers M. ACL rehabilitation progression: where are we now? *Curr Rev Musculoskelet Med* 2017;10(3):289–96.
- [58] Greenberg E, Greenberg E, Albaugh J, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation clinical practice patterns: a survey of the PRISM society. *Orthop J Sports Med* 2019;7(4) [2325967119839041].
- [59] Duval T, Lehance C, Croisier JL, et al. Impact d'une réathlétisation précoce sur les performances des sportifs amateurs opérés d'une rupture du ligament croisé du genou. *J Traumatol Sport* 2017;34(4):203–7.
- [60] Duncan KJ, Chopp-Hurley JN, Maly MR. A systematic review to evaluate exercise for anterior cruciate ligament injuries: does this approach reduce the incidence of knee osteoarthritis? *Open Access Rheumatol* 2016;8:1–16.
- [61] Knee Group MOON, Jones MH, Oak SR, et al. Predictors of radiographic osteoarthritis 2 to 3 years after anterior cruciate ligament reconstruction: data from the MOON on-site nested cohort. *Orthop J Sports Med* 2019;7(8) [2325967119867085].
- [62] Carbone A, Rodeo S. Review of current understanding of post-traumatic osteoarthritis resulting from sports injuries. *J Orthop Res* 2017;35(3):397–405.
- [63] van der List J, Vermeijden H, Sierevelt I, et al. Arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears seems safe but higher level of evidence is needed: a systematic review and meta-analysis of recent literature.

- Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2020;28(6):1946–57.
- [64] Rodriguez-Merchan EC. Primary repair of the anterior cruciate ligament: a review of recent literature (2016–2017). *Arch Bone Jt Surg* 2019;7(3):297–300.
- [65] Seijas R, Ares O, Cuscó X. Partial anterior cruciate ligament tears treated with intraligamentary plasma rich in growth factors. *World J Orthop* 2014;5(3):373–8.
- [66] Adachi N, Ochi M, Uchio Y, et al. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand* 2002;73(3):330–4.
- [67] Rao A, Cvetanovich G, Zuke W, et al. Single-bundle augmentation for a partial tear of the anterior cruciate ligament. *Arthrosc Tech* 2017;6(3):e853–7.
- [68] Wang H, Liu Z, Li Y, et al. Is remnant preservation in anterior cruciate ligament reconstruction superior to the standard technique? A systematic review and meta-analysis. *Biomed Res Int* 2019;1652901. doi: 10.1155/2019/1652901.
- [69] Widner M, Dunleavy M, Lynch S. Outcomes following ACL reconstruction based on graft type: are all grafts equivalent? *Curr Rev Musculoskelet Med* 2019;12(4):460–5.
- [70] Aga C, Risberg M, Wang Fagerland M, et al. No difference in the KOOS quality of life subscore between anatomic doublebundle and anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction of the knee: a prospective randomized controlled trial with 2 years' follow-up. *Am J Sports Med* 2018;46(10):2341–54.
- [71] Pierce TP, Issa K, Festa A, et al. Pediatric anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of transphyseal versus physeal-sparing techniques. *Am J Sports Med* 2017;45 (2):488–94.