Mémoire original

Index axial d'engagement patellaire et bascule rotulienne après reconstruction du ligament fémoro-patellaire médial chez l'enfant et l'adolescent¹

Axial index of patellar engagement and patellar tilt after MPFL reconstruction in children and adolescents

Julien **Roger**¹, Anthony **Viste**², Maxime **Cievet-Bonfils**¹, Jean-Pierre **Pracros**³, Sébastien **Raux**¹, Franck **Chotel**¹

¹Département de chirurgie orthopédique pédiatrique, Hôpital Femme Mère Enfant de Lyon, Hospices Civils de Lyon, Université Claude-Bernard Lyon 1, Bron, France

²Hospices Civils de Lyon, Centre Hospitalier Lyon Sud, Département de chirurgie orthopédique, Pierre-Bénite, France

³Département de Radiologie, Hôpital Femme Mère Enfant de Lyon, Hospices Civils de Lyon, Université Claude-Bernard Lyon 1, Bron, France

Auteur correspondant: Roger Julien, Département de chirurgie orthopédique pédiatrique,

Hôpital Femme Mère Enfant de Lyon, 59 Bd Pinel, 69677 Bron Cedex, FRANCE

Tel.: +33 472 362 084

Fax: +33 472 366 654

E-mail: jux.roger@gmail.com

Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

¹ Données présentées au 91^{ème} congrès de la *Société Française de Chirurgie Orthopédique & Traumatologique* (SoFCOT) tenu à Paris, France, en 2016 (section pédiatrique, SOFOP).

Résumé

Introduction. - Le ligament fémoro-patellaire médial (LFPM) est un stabilisateur de la patella. Sa reconstruction par fixation de la greffe dans un tunnel fémoral chez l'adulte est remplacée chez l'enfant par une fixation « sur tissu mou » pour éviter de perturber la croissance. Le but de cette étude prospective était d'évaluer par scanner et IRM la correction à moyen terme de la bascule rotulienne (BR) et de l'index axial d'engagement patellaire (IAEP) après reconstruction « pédiatrique » du LFPM.

Hypothèse. - La reconstruction du LFPM (isolée ou associée à d'autres procédures) diminue la BR et améliore l'IAEP.

Matériel et méthode. - Dix-huit patients (20 genoux) ont eu une reconstruction « pédiatrique » du LFPM, double faisceau au *gracilis*, passé dans le ligament collatéral médial. Le LFPM était reconstruit seul (n=13) ou associé à une section de l'aileron externe, une distalisation ligamentaire patellaire, et/ou une trochléoplastie. L'âge médian était de 14,6 ans (extrêmes, 8-17). L'imagerie postopératoire était comparée à des évaluations préopératoires de l'IAEP et de la BR, quadriceps relâché ou contracté. Un examen clinique était associé.

Résultat. - La BR était passée de 20° en préopératoire à 9° au dernier recul, avec le quadriceps relâché, et de 33° à 15,4°, avec le quadriceps contracté. L'IAEP était passé de 0,78 à 0,93 après la chirurgie. Aucune récurrence de luxation ni de subluxation n'a été rapportée après un suivi de 43 mois (extrêmes, 24-63).

Discussion. - L'amélioration de l'IAEP et de la BR après reconstruction « pédiatrique » du LFPM a confirmé l'hypothèse. Il s'agit de la première étude prospective évaluant la position patellaire dans le plan axial sur scanner et IRM après ce type de reconstruction. En pratique courante, la BR et l'IAEP devraient faire l'objet d'une analyse 3D des anomalies corrigées.

Niveau de preuve : II, étude prospective non randomisée bien menée

Mots clés : instabilité patellaire, ligament fémoro-patellaire médial, translation patellaire latérale, bascule rotulienne, enfant.

Liste des abréviations

Instabilité Patellaire : IP ; Ligament fémoro-patellaire médial : LFPM ; Reconstruction du Ligament fémoro-patellaire médial : RLFPMP ; Quadriceps Relâché : QR ; Quadriceps Contracté : QC ; Hauteur Rotulienne : HR ; Bascule Rotulienne : BR ; Index axial d'engagement patellaire : IAEP ; Ligament Collatéral Médial : LCM ; Fémoro-patellaire : FP ; Section de l'aileron rotulien externe : SAE.

1. Introduction

Différents facteurs contribuent à l'instabilité patellaire (IP) : la dysplasie trochléenne, la patella haute, le défaut d'alignement de l'appareil extenseur, un trouble rotatoire du membre et une rupture du ligament fémoro-patellaire médial (LFPM)[1]. Ce ligament participe à la stabilisation fémoro-patellaire (FP) [1–3]. Il y a un nouvel engouement depuis que le cadre nosologique de l'IP chez l'enfant est mieux maîtrisé et que les techniques chirurgicales se sont améliorées. Du fait de la proximité de la physe fémorale avec l'insertion du LFPM, les techniques décrites chez l'adulte perturberaient la croissance chez l'enfant. Depuis 2010, une technique dérivée de celles de Deie et Fithian est née : la reconstruction du ligament fémoropatellaire médial (RLFPMP) « pédiatrique » [2,3]. Le *gracilis* est passé à travers le ligament collatéral médial (LCM) et fixé dans deux tunnels patellaires. La ligamentoplastie peut être réalisée seule ou associée à une section de rétinaculum latéral, une distalisation de la patella, et parfois à une trochléoplastie. Les radiographies soulignent certains facteurs de risque d'IP et évaluent les résultats postopératoires. La luxation de la patella est un phénomène dynamique qui ne peut être seulement estimé sur les radiographies[4]. L'IRM fournit une évaluation 3D de la position de la patella dans l'espace. Sur le plan sagittal, elle évalue la hauteur rotulienne (HR= et l'engagement FP sagittal [5] ; sur le plan axial, l'engagement patellaire axial[6]. Cette mesure indique également la gravité de l'IP[6]. Le scanner permet l'étude dynamique de la BR quadriceps contracté, genou étendu, condition favorable à la luxation.

Une évaluation objective n'a pas encore été publiée pour démontrer l'efficacité de cette RLFPMP « pédiatrique ». L'hypothèse est qu'elle corrige efficacement la BR et l'index axial

d'engagement patellaire (IAEP) sur les scanners et IRM postopératoires respectivement [6]. La stabilisation patellaire est ressentie cliniquement par le patient.

Les objectifs de l'étude peuvent être divisés en cinq questions :

1. La position patellaire sur le plan axial est-elle bien corrigée après RLFPM « pédiatrique », isolée ou associée à d'autres procédures ?
2. Le taux de récurrence est-il faible ?
3. L'appréhension de luxation à l'examen préopératoire est-elle corrigée en postopératoire ?
4. Le *score Kujala*[7] est-il bien amélioré ?
5. La mobilité du genou est-elle préservée en postopératoire ?

2. Matériel et Méthode

2.1. Patients

Une étude prospective monocentrique non randomisée a été réalisée entre janvier 2011 et septembre 2014. Les critères d'inclusion étaient les enfants opérés d'une RLFPM « pédiatrique » pour luxation patellaire épisodique avec au moins deux épisodes de luxation non traumatique ou une instabilité associée à une douleur FP, une laxité, des signes de dysplasie et une BR de plus de 20 degrés [8]; ou pour luxation habituelle en extension[9]. Les IP subjectives, ou les instabilités en flexion ont été exclues. Les patients perdus de vue ou avec des données d'imagerie pré et postopératoires manquantes étaient exclus. L'analyse a été menée sur une série de 18 patients consécutifs (20 genoux), sept garçons et onze filles avec un âge médian au moment de la chirurgie de 14,6 ans (extrêmes, 8-17). Tous les patients avaient un test d'appréhension préopératoire positif. Il y a eu 13 ligamentoplasties isolées (65%), alors qu'elles étaient associées à une distalisation de la patella sur 4 genoux pour patella *alta* (20%), une trochléoplastie sur 3 genoux pour dysplasie (15%). Il y a eu 6 sections de l'aileron externe (SAE) (30%). L'évaluation de la hauteur rotulienne (HR) a été calculée avec l'index de Caton-Deschamps[10,11]. La dysplasie de trochlée était classée selon Dejour[12]. Les pourcentages des techniques associées sont différents d'une population adulte parce que les indications varient du fait du remodelage possible de la trochlée si la patella est bien repositionnée dans le plan axial notamment.

2.2. Technique chirurgicale

Tous les patients ont eu la même technique « pédiatrique » [1]. Chassaing fut le premier chirurgien à publier sur la RLFPMP sans tunnel fémoral [13,14]. Le *gracilis*, plus fin et adapté, était prélevé. Une incision au-dessus de l'épicondyle médial dégageait l'insertion fémorale du LCM. Une petite incision longitudinale était faite dans son tiers postérieur (Fig.1a). Le tendon était passé dans la même poulie de réflexion fémorale que Deie, mais il était détaché distalement pour permettre une reconstruction double brin, anatomique[2]. La greffe passait dans le plan moyen du rétinaculum et ses deux extrémités étaient passées dans un tunnel patellaire et fixées (Fig.1b). Cette technique respectait le concept d'« anisométrie favorable », puisque la greffe était légèrement tendue en extension du genou et relâchée en flexion [15]. La tension était réglée entre 20 ° et 30 ° de flexion (objectif : 10% de translation patellaire résiduelle). La mise en tension était effectuée en dernier. Lorsque la patella était haute, une distalisation de la tubérosité tibiale ou un transfert du ligament patellaire chez les enfants immatures étaient réalisés [16]. Pendant l'intervention, le chirurgien crochetait la patella pour palper l'espace FP latéral (test de tilt médial). S'il n'y avait pas d'espace palpable, il libérait l'aileron externe[17]. La rééducation était standardisée.

2.3. Mesures

L'évaluation pré et postopératoire comprenait un examen clinique, le score Kujala, des radiographies, des scanners et IRM (Philips, Ingenia 1.5T, coupes 2mm) avec un recul d'au moins 24 mois (médiane : 38,7 mois ; extrêmes 24-63)[18]. L'IAEP était obtenu au moyen de 2 coupes axiales différentes, une trochléaire et une patellaire (Fig.2). Les repères cartilagineux, obtenus en IRM, étaient plus précis que les repères osseux[6]. La valeur normale de l'IAEP est proche de 1. Le scanner se faisait quadriceps relâché (QR) puis quadriceps contracté (QC) avec une contraction volontaire isométrique maximale, pour définir la BR (Fig.3). Trois patients n'ont pas eu d'IRM et les deux paramètres testés ont été évalués sur le scanner. Les mesures ont été prises à l'aide du logiciel Osirix® (Pixmeo©, Suisse). Le comité d'éthique des Hospices Civils de Lyon a approuvé le protocole (numéro 17-01). Le consentement du patient était recueilli.

2.4. Analyse statistique

L'analyse a été effectuée avec le logiciel R[®] sur Mac. Un *t* test sur sujets indépendants était utilisé pour les variables quantitatives de distribution normale. L'hypothèse de normalité était vérifiée par le test de Kolmogorov-Smirnov. Les variables qualitatives étaient comparées en utilisant le Chi² ou un test exact de Fisher lorsque les conditions d'application de Chi n'étaient pas remplies. Sur la base de résultats préliminaires, la taille de l'échantillon requise a été calculée en prenant comme différence clinique minimale significative de l'IAEP 0,1. Vingt genoux étaient nécessaires avec un risque alpha de 0,05 et une puissance de 90%.

3. Résultats

Les BR et les IAEP médians pré et postopératoires sont donnés dans le tableau 1. A noter qu'aucune corrélation n'a été trouvée entre l'IAEP et la BR préopératoires.

Une tendance à une amélioration plus prononcée de la BR était notée chez les patients ayant eu une SAE (gain QR 14,75 °, gain QC 16 °).

Il n'y a pas eu de récurrence de luxation après l'intervention à 38,7 mois (extrêmes, 24 - 63). Le test d'appréhension était, pour 19 genoux, négatif après chirurgie (95%). Aussi la translation patellaire latérale était normalisée pour 19 genoux. Le score médian de Kujala était passé de 53,4 en préopératoire à 91,4 en postopératoire ($p < 0,001$, extrêmes 84 - 99). Dix-neuf genoux opérés avaient récupéré une mobilité normale, semblable au genou sain : 0-0-130° (130° minimum).

4. Discussion

Cette étude rapporte les résultats de la RLFPMP « pédiatrique ». Elle a permis un bon contrôle de la BR postopératoire mais aussi une nette amélioration de l'IAEP. Ces résultats objectifs étaient associés à une bonne stabilité rotulienne clinique sans récurrence et à une nette diminution de l'appréhension du patient. L'hypothèse initiale est donc vérifiée.

4.1. Position patellaire

Dans cette étude, l'IAEP préopératoire médian était de 78% et s'expliquait par la sévérité de la présentation. Le gain a été de 15%. Les résultats postopératoires étaient similaires à ceux du groupe témoin de Guilbert et al. [6]. La RLFPMP a corrigé la BR sous les

20 °, QC chez 70,6% des patients, et QR chez 82,4% des patients. La littérature adulte et pédiatrique décrit une correction de 9 à 17°, correspondant aux résultats de ce travail [15,19]. La distinction QR/QC est rarement précisée. Peu d'études ont évalué la BR après RLFP. Ce travail est aussi le premier, à la connaissance des auteurs, à évaluer l'IAEP après ce type de traitement chez l'enfant. L'IAEP a été décrit par Guilbert et al. en préopératoire chez des patients opérés pour une IP et chez des témoins[6]. L'IAEP était de 84% et 94% respectivement. Le LFP est une bande fibreuse triangulaire qui contrôle la bascule et la translation patellaire surtout entre 0 et 30°[20]. Les luxations épisodiques sont dues, dans 83% des cas, à une faiblesse capsulo-ligamentaire incluant une déficience du LFP. La BR mesurée au scanner est un critère objectif pour poser l'indication de RLFP avec un seuil pathologique à 20°. Mais c'est aussi un paramètre de suivi. La contraction du quadriceps remplace la tension du muscle quadriceps pendant l'appui. L'IAEP est un ratio intéressant car il est indépendant du sexe et de la morphologie. Il indique le pourcentage de patella engagée dans la trochlée. Une valeur d'IAEP normale indique un engagement transversal complet de la patella. Charles et al. ont montré que la plupart des mesures fémoro-patellaires précédemment obtenues au scanner peuvent être obtenues en IRM [21,22]. L'IAEP n'est pas encore couramment utilisé car il nécessite une IRM postopératoire. Aussi la partie la plus latérale de la trochlée peut être difficile à définir en cas de dysplasie sévère ou de fracture de la bordure latérale. Ce n'était pas le cas dans ce travail.

4.2. Récidive

Il n'y a pas eu de récidive de luxation. Nelitz et al. n'ont pas enregistré de récidive à 2 ans de suivi prospectif de 21 enfants opérés d'une RLFP anatomique[23]. Chez les enfants opérés pour des luxations habituelles, le taux d'échec oscille entre 10% et 30%. Cependant, à moyen terme, 80% des genoux sont asymptomatiques. Le traitement chirurgical de la luxation épisodique pendant l'enfance donne de bons résultats dans 75% à 80% des cas. Comme la chirurgie est personnalisée, impliquant des combinaisons de procédures au cas par cas, la contribution de chacune est difficile à déterminer. Cependant, le taux d'échec peut être estimé inférieur à 5% pour la technique pédiatrique ici présentée[1].

4.3. Test d'appréhension

Il y a une persistance d'appréhension (5%). Du et al. montrent que la RLFP associée à la SAE obtient les meilleurs résultats cliniques parmi trois techniques chirurgicales : RLFP+ plicature du rétinaculum médial, SAE + plicature médiale, RLFP+ SAE). Cette

procédure rétablit la meilleure congruence articulaire sur la reconstruction 3D et donne les meilleurs scores fonctionnels du genou[24].

4.4. Score de Kujala

Ce score est étroitement lié à la douleur et aux mobilités. Dans cette série, il y a un cas de douleur FP postopératoire (5%). L'un des points les plus délicats dans la procédure chirurgicale est la mise en tension de la greffe. Une tension idéale pour restaurer la cinématique de l'articulation FP et les contraintes articulaires est recherchée. La tension excessive est une complication dramatique qui nécessite parfois une section de la greffe, à cause de la douleur[25]. Dans cette série, lorsqu'une SAE était associée, elle se faisait avant la mise en tension de la greffe, ce qui peut expliquer qu'il n'y ait pas d'hypercorrection de l'IAEP et de la BR. La RLFPM « pédiatrique » prend ses attaches sur un système « mou-dur » (LCM et patella) pouvant expliquer le faible taux de douleur.

4.5. Limites de l'étude

L'une des limites reste le nombre de patients, peut-être parce que la RLFPM est une chirurgie infantile rare et que les critères d'exclusion étaient stricts. Une autre discussion à soulever est l'inclusion de reconstructions isolées ou associées à d'autres procédures puisqu'elles ont également un effet sur la bascule et l'IAEP. En particulier, l'IAEP est associée à la dysplasie trochléenne et pas uniquement à l'état du LFPM[6]. Mais l'objectif était de mettre en évidence l'effet de la chirurgie, "à la carte", isolée ou associée, sur la correction des paramètres axiaux. La corrélation entre IAEP et dysplasie trochléenne n'a pas été étudiée, la dysplasie étant parfois difficile à évaluer chez l'enfant. Les patients ont été évalués après au moins 24 mois de suivi avec une disparité dans le délai d'imagerie postopératoire (extrêmes, 24-63). Trois patients (15%) n'ont réalisé qu'un scanner. Cela pourrait influencer les résultats parce que la précision de l'évaluation de l'IAEP sur le scanner est moindre que sur l'IRM, mais 15% reste acceptable. Dejour et al. exposent la méthode pour mesurer l'engagement fémoro-patellaire sagittal à l'IRM[5]. L'évaluation de l'engagement sagittal dans la trochlée complète la mesure de la HR. Cet outil peut aider à mieux identifier les cas d'engagement inadéquat malgré l'absence de patella *alta*, de sorte que l'indication d'ostéotomie de la tubérosité tibiale est réévaluée. Ce paramètre n'a pas été évalué ici et pourrait être évalué dans de futurs travaux, pour une analyse plus exhaustive des anomalies corrigées, en trois dimensions.

5. Conclusion

La RLFP «pédiatrique», isolée ou associée, entraîne une bonne correction de la BR et de l'IAEP et donne de bons résultats cliniques, ce qui en fait une technique de choix dans le traitement de l'IP épisodique chez l'enfant et l'adolescent. La BR doit être analysée en conjonction avec l'IAEP en pratique courante sur des imageries pré et postopératoires. Puisqu'il existe des preuves objectives démontrant l'amélioration de la position de la patella sur le plan axial, cette technique chirurgicale « pédiatrique »est conseillée en complément de la correction des autres facteurs d'IP car elle préserve la plaque de croissance et elle est anatomique.

Remerciements

Nous souhaitons remercier l'équipe de recherche et de soutien administratif et le secrétariat qui ont activement contribué à la collecte de données.

Déclaration d'intérêt

J.R., M.C., J.P.P., S.R., and F.C. déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt.

A.V. reçoit un soutien pour la recherche institutionnelle et l'éducation d'ADLER®, de SERF® et de LEO PHARMA®.

Source de financement

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont reçu aucun financement pour ce travail.

Contribution des auteurs

J.R. a suivi les patients en consultation, il a réinterprété les IRM et les scanners, il a procédé à l'analyse statistique et rédigé le manuscrit.

A.V. a participé à la rédaction du manuscrit.

M.C. a participé à la conception de l'étude. Il a appelé les patients et les a examinés en consultation.

J.P.P. est radiologue et il a effectué les études radiologiques.

S.R. a participé à la conception de l'étude.

F.C. a conçu l'étude ; il a participé à sa coordination et a aidé à rédiger le manuscrit. Il a également examiné les patients en consultation.

Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

References

- [1] Chotel F, Bérard J, Raux S. Patellar instability in children and adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014;100:S125-137.
- [2] Deie M, Ochi M, Sumen Y, Yasumoto M, Kobayashi K, Kimura H. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament for the treatment of habitual or recurrent dislocation of the patella in children. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85:887-90.
- [3] Fithian DC, Paxton EW, Cohen AB. Indications in the treatment of patellar instability. *J Knee Surg* 2004;17:47-56.
- [4] Meyers AB, Laor T, Sharafinski M, Zbojniec AM. Imaging assessment of patellar instability and its treatment in children and adolescents. *Pediatr Radiol* 2016;46:618-36.
- [5] Dejour D, Ferrua P, Ntgiopoulos PG, Radier C, Hulet C, Rémy F, et al. The introduction of a new MRI index to evaluate sagittal patellofemoral engagement. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99:S391-398.
- [6] Guilbert S, Chassaing V, Radier C, Hulet C, Rémy F, Chouteau J, et al. Axial MRI index of patellar engagement: a new method to assess patellar instability. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99:S399-405.
- [7] Gil-Gómez J, Pecos-Martín D, Kujala UM, Martínez-Merinerio P, Montañez-Aguilera FJ, Romero-Franco N, et al. Validation and cultural adaptation of "Kujala Score" in Spanish. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24:2845-53.
- [8] Fithian DC, Neyret P, Servien E. Patellar instability: the Lyon experience. *Tech Knee Surg* 2007;6:112-23.
- [9] Palmu S, Kallio PE, Donell ST, Helenius I, Nietosvaara Y. Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:463-70.
- [10] Thévenin-Lemoine C, Ferrand M, Courvoisier A, Damsin J-P, Ducou le Pointe H, Vialle R. Is the Caton-Deschamps index a valuable ratio to investigate patellar height in children? *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:e35.
- [11] Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. [Patella infera. A propos of 128 cases]. *Rev Chir Orthop* 1982;68:317-25.
- [12] Lippacher S, Dejour D, Elsharkawi M, Dornacher D, Ring C, Dreyhaupt J, et al. Observer agreement on the Dejour trochlear dysplasia classification: a comparison of true lateral radiographs and axial magnetic resonance images. *Am J Sports Med* 2012;40:837-43.
- [13] Chassaing V, Perraudin JE. Traitement arthroscopique et percutané des instabilités rotuliennes. *J Traumatol Sport* 1992;9:37-42.
- [14] Chassaing V, Trémoulet J. [Medial patellofemoral ligament reconstruction with gracilis autograft for patellar instability]. *Rev Chir Orthop* 2005;91:335-40.
- [15] Neri T, Philippot R, Carnesecchi O, Boyer B, Farizon F. Medial patellofemoral ligament reconstruction: clinical and radiographic results in a series of 90 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101:65-9.
- [16] Garin C, Chaker M, Dohin B, Kohler R. [Permanent, habitual dislocation and recurrent dislocation of the patella in children: surgical management by patellar ligamentous transfer in 50 knees]. *Rev Chir Orthop* 2007;93:690-700.
- [17] Fithian DC, Paxton EW, Post WR, Panni AS. Lateral retinacular release: a survey of the International Patellofemoral Study Group. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 2004;20:463-8.
- [18] Becher C, Fleischer B, Rase M, Schumacher T, Ettinger M, Ostermeier S, et al. Effects of upright weight bearing and the knee flexion angle on patellofemoral indices using magnetic resonance imaging in patients with patellofemoral instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2017;25:2405-13.
- [19] Damasena I, Blythe M, Wysocki D, Kelly D, Annear P. Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction Combined With Distal Realignment for Recurrent Dislocations of the Patella: 5-Year Results of a Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2017;45:369-76.
- [20] Servien E, Fritsch B, Lustig S, Demey G, Debarge R, Lapra C, et al. In vivo positioning analysis of medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2011;39:134-9.
- [21] Charles MD, Haloman S, Chen L, Ward SR, Fithian D, Afra R. Magnetic resonance imaging-based topographical differences between control and recurrent patellofemoral instability patients. *Am J Sports Med* 2013;41:374-84.
- [22] Guzzanti V, Gigante A, Di Lazzaro A, Fabbriani C. Patellofemoral malalignment in adolescents. Computerized tomographic assessment with or without quadriceps contraction. *Am J Sports Med* 1994;22:55-60.
- [23] Nelitz M, Dreyhaupt J, Reichel H, Woelfle J, Lippacher S. Anatomic reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children and adolescents with open growth plates: surgical technique and clinical outcome. *Am J Sports Med* 2013;41:58-63.
- [24] Du H, Tian X-X, Guo F-Q, Li X-M, Ji T-T, Li B, et al. Evaluation of different surgical methods in treating recurrent patella dislocation after three-dimensional reconstruction. *Int Orthop* 2017;41:2517-24.
- [25] Stephen JM, Kittl C, Williams A, Zaffagnini S, Marcheggiani Muccioli GM, Fink C, et al. Effect of

Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction Method on Patellofemoral Contact Pressures and Kinematics.
Am J Sports Med 2016;44:1186–94.

Légendes

Tableau 1. Résultats des mesures de bascule rotulienne et d'index axial d'engagement patellaire sur scanner et IRM dans la série des reconstructions « pédiatriques » du ligament fémoro-patellaire médial.

Figure 1. (a) Passage de la greffe dans le ligament collatéral médial. (b) Passage dans les tunnels patellaires et fixation.

Figure 2. Mesure IRM de l'index axial d'engagement patellaire (IAEP). Pré (a) et postopératoire (b).

2 coupes superposées pour les repères cartilagineux trochléaires et patellaires.

Sélection de la vue où la berge latérale de la trochlée est la plus large. L'axe bicondylien postérieur (BC) est dessiné (ou transféré sur cette vue si les condyles postérieurs sont plus proéminents sur une autre vue). Le point le plus latéral de la berge trochléenne est noté "T" et la ligne perpendiculaire à BC passant par ce point est dessinée.

Sélection ensuite de la coupe axiale où la patella est la plus large. Le point le plus médial du cartilage patellaire est noté "L" et la ligne perpendiculaire à BC passant par ce point est dessinée.

La longueur "TL" (longueur projetée de la surface de l'articulation engagée dans la trochlée) est dessinée.

Le point le plus latéral de la patella sur la coupe où elle est la plus large est noté "P".

La longueur "PL" (longueur de la surface patellaire totale) est dessinée.

$IAEP = TL / PL$.

Figure 3. Méthode de mesure de la bascule rotulienne sur scanner (alpha: α).

a

b

a

b

Tableau 1. Résultats des mesures de bascule rotulienne et d'index axial d'engagement patellaire sur scanner et IRM dans la série des reconstructions « pédiatriques » du ligament fémoro-patellaire médial.

	Bascule rotulienne QR °±DS (Extrêmes)	Bascule rotulienne QC °±DS (Extrêmes)	IAEP
Préop.	20±12,9 (2,5-53)	33±11,6 (3,1-52)	0,78±0,19
Postop.	9±9,5 (2-35)	15,4±13,9 (2-58,9)	0,93±0,08
Différence	11	14,6	0,15
<i>p</i>	0,002	0,006	0,001
Pourcentage			
Bascule>20° préop.	52,6	88,9	
Bascule>20° postop.	17,6	29,4	
<i>p</i>	0,019	0,0005	

Préop. : données préopératoires ; *Postop.* : données postopératoires ; QR : quadriceps relâché ; QC : quadriceps contracté ; IAEP : index axial d'engagement patellaire ; DS : déviation standard