

**Analyse du contrôle de l'instabilité rotatoire par différentes techniques
de ligamentoplastie du ligament croisé antérieur associées
à une ténodèse latérale**

INTRODUCTION

Depuis la première description d'une rupture ligament croisé antérieur (LCA) par Robert Adams en 1837, l'évolution des techniques chirurgicales de reconstruction du LCA n'a cessé d'être émaillée de controverses, d'allers et retours et de « redécouvertes » [36].

Durant les années 70–90, deux conceptions s'opposaient quant aux types de plasties : l'une anatomique, prônant la réfection du LCA natif, l'autre fonctionnelle, s'adressant seulement au ressaut rotatoire par une plastie dite extra-articulaire [7, 10], efficace, mais laissant persister une laxité antéro-postérieure et de ce fait abandonnée au profit des reconstructions dites anatomiques [31]. Cette période de l'histoire de la chirurgie du LCA coïncide également avec l'essor de la chirurgie arthroscopique qui sans modifier les techniques permet d'assurer des suites plus simples et représente à ce jour le gold standard [2].

Un nouveau débat est alors né : Quel transplant choisir ? Des ischio-jambiers : un tendon, deux tendons unis ou en deux faisceaux ou repliés sur eux-mêmes en 4 faisceaux ? Le tendon rotulien ? Le tendon quadricipital ? Cette question est toujours aujourd'hui d'actualité puisqu'aucune étude n'a pu démontrer de manière formelle la supériorité d'une autogreffe par rapport à une autre [4, 5, 16, 34].

Un article de Claes et al [9] paru en 2013 a permis de remettre sur le devant de la scène une structure anatomique précédemment décrite par Paul Segond au XIX^e siècle et qualifiée de ligament antéro-latéral unifiant la partie antéro externe du tibia et le fémur. Ce « complexe antéro-latéral » comme il convient aujourd'hui de le nommer depuis le consensus de 2019 [14] a permis de redonner naissance aux plasties extra-articulaires ou ténodèse latérale (TL) en association avec une reconstruction du LCA.

En effet des études biomécaniques récentes [21, 35, 41] ont démontré qu'une section de ce complexe associée à celle du LCA entraînait une augmentation de la laxité sagittale mais également rotatoire par rapport à une section isolée du LCA.

Cette instabilité rotatoire se traduisant donc cliniquement par ce que l'on nomme le ressaut rotatoire (RR) [23].

D'autres études biomécaniques récentes ont démontré l'intérêt de reconstruire ce complexe antéro-latéral lors d'une chirurgie de reconstruction du LCA afin de rétablir une cinématique « normale du genou » lorsque les deux structures sont atteintes [19].

Les résultats cliniques des études comparant une reconstruction isolée du LCA avec un LCA+ TL ont permis de montrer un avantage significatif de la TL vis à vis du taux de survie d'une réparation méniscale [39] et du taux de re-rupture [40] dans des populations à risque. Mais son action sur le contrôle de l'instabilité rotatoire à moyen et long terme reste aujourd'hui controversée du fait de nombreux autres facteurs potentiels pouvant influencer cette laxité [12, 42] et ce d'autant qu'il existe une multitude de techniques de reconstruction du complexe latéral avec des propriétés biomécaniques différentes [37] : ténodèse à l'aide du gracilis, en simple [15] ou double brin [40], ténodèse à l'aide du fascia lata selon la technique de Lemaire ou Christel Dijan [8, 13].

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer les résultats de différentes techniques de reconstruction du LCA associées ou non à une TL dans une population de patients présentant un RR préopératoire de haut grade (Grade > 1 [11]) à un recul minimum de 2 ans.

Le résultat principal était la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi, tandis que le résultat secondaire était d'évaluer les facteurs de risques potentiels de RR de haut grade et de nouvelles lésions méniscales au dernier suivi.

Notre hypothèse était, que lorsqu'une TL était associée à une reconstruction du LCA chez des patients présentant un RR préopératoire de haut grade, une diminution du risque de lésion méniscale secondaire et une diminution de la présence d'un RR de haut grade seraient observées quelle que soit la technique chirurgicale utilisée.

MATERIEL ET METHODES

Une étude multicentrique a permis d'identifier 808 patients opérés entre janvier 2014 et Mai 2017 pour une chirurgie de reconstruction isolée du LCA avec ou sans TL.

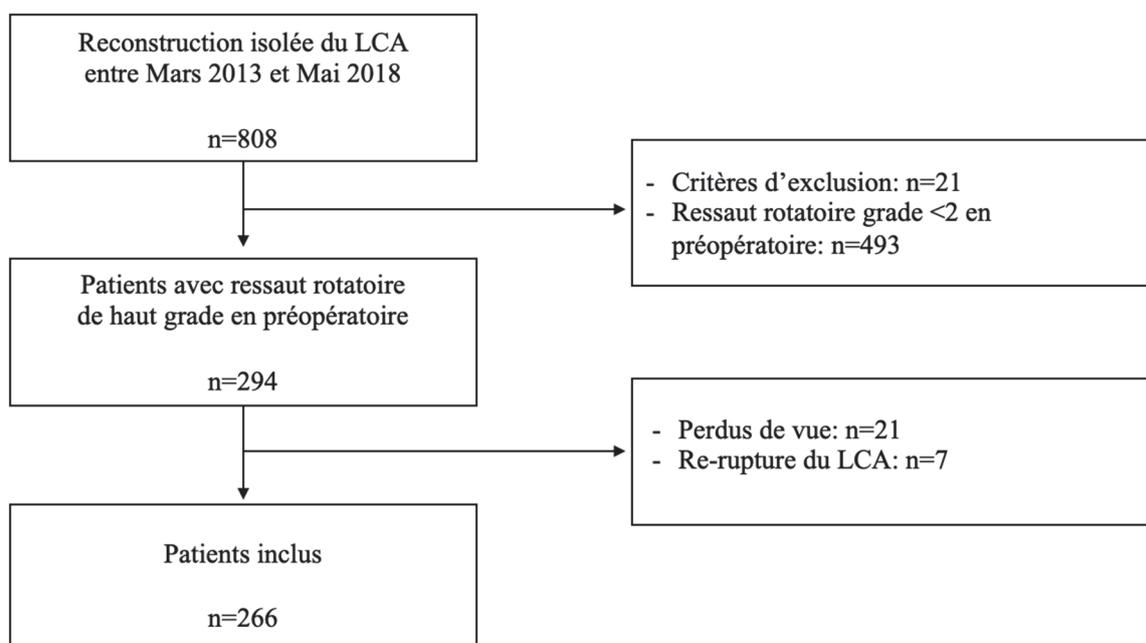
Les critères d'inclusion étaient : patients âgés de plus de 18 ans, rupture isolée du ligament croisé antérieur sans rupture du ligament croisé postérieur ou des ligaments latéraux (< ou = IRM grade 2) confirmés par une IRM.

Les critères d'exclusion étaient : un antécédent de chirurgie du genou homolatérale (ostéotomie/ chirurgie méniscale/ chirurgie du LCA/LCP), un antécédent de chirurgie de reconstruction du LCA controlatérale, un geste de chirurgie osseuse associée (ostéotomie), une hyperlaxité pathologique, une pathologie inflammatoire articulaire chronique et une re-rupture survenant au cours du suivi.

Après analyse du dossier opératoire seuls les patients présentant un RR de haut (grade 2 ou 3 [11]) testés sous anesthésie générale ont été sélectionnés (n=294). Tous les 294 patients ont été recontactés par téléphone et invités à se rendre à une consultation de contrôle spécifique

Seuls les patients qui se sont rendus à la consultation de suivi ont finalement été analysés (Figure 1).

Figure 1 : Diagramme de flux



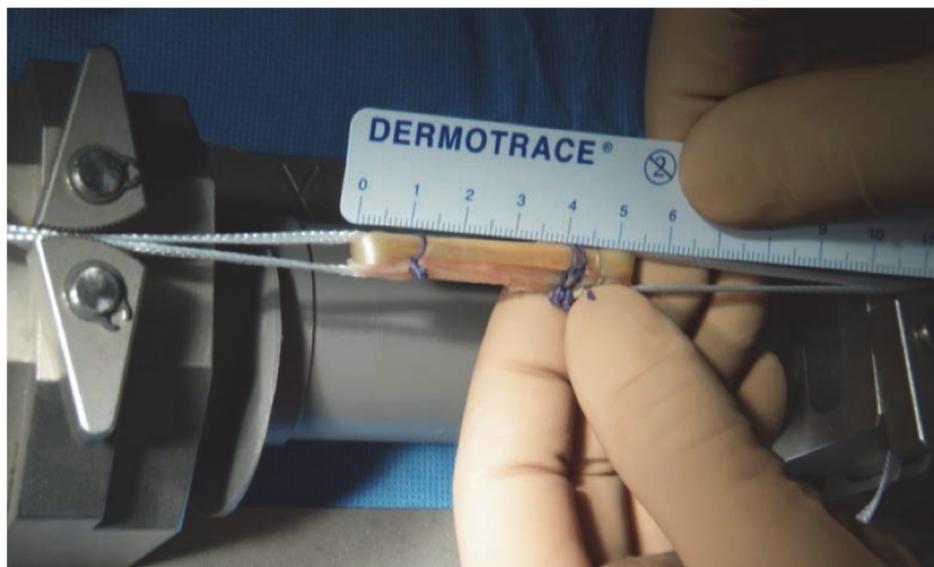
a. Techniques chirurgicales

L'ensemble des patients a été opéré par 3 chirurgiens séniors différents selon 4 techniques arthroscopiques ayant recours à des types de greffon et de TL différents permettant de séparer les patients en 4 groupes différents.

Groupe demi-tendineux en 4 faisceaux (DT4) sans TL

Après incision cutanée (3cm) antéro-médiale du tibia, seul le demi-tendineux était strippé et désinséré en laissant intact le gracilis. Le transplant était ensuite replié sur lui-même en 4 brins de longueur équivalente et solidarités entre eux par du fil non résorbable avec à chaque extrémité 1 bandelette en polyéthylène téréphtalate. Le transplant était alors pré-conditionné par une mise en traction à 150 N pendant 10 min minimum. Les tunnels fémoraux et tibiaux étaient réalisés à l'aide de viseurs Out-in avec un diamètre de 20 mm pour le fémur et de 10 mm pour le tibia. La fixation osseuse du transplant était alors effectuée au tibia et au fémur par l'intermédiaire d'un système de Cage en PEEK (TLS) permettant de verrouiller les bandelettes à l'aide d'une douille. Aucune TL n'était réalisée pour ce groupe de patients

Figure 2 : Exemple d'un greffon du groupe demi-tendineux en 4 faisceaux (DT4) sans TL



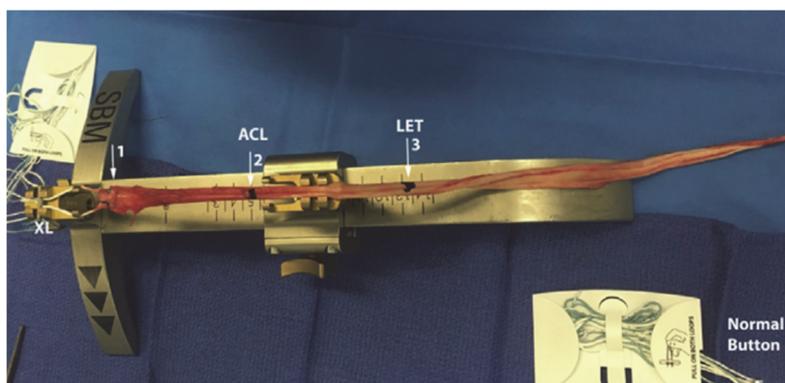
Groupe demi tendineux 4 faisceaux+ ténodèse de type Ligament Antéro Latérale (LAL) (DT4 + LAL)

Cette technique de reconstruction du LCA + LET a été précédemment décrite par Boutsiadis et al [6]. La même incision cutanée que celle du groupe DT4 a été utilisée. Le demi tendineux et le gracilis ont été cette fois-ci prélevés et complètement détachés de leur insertion tibiale. La partie « LCA » du greffon était composée de quatre brins, un du gracilis et trois du demi-tendineux. La partie « TL » du greffon était quant à elle constituée de deux brins du gracilis. Un viseur fémoral out-in a été utilisé et placé en intra-articulaire au niveau de l'insertion fémorale du LCA et en extra-articulaire au niveau de la partie postérieure de l'épicondyle latéral ('origine fémorale du LAL). Le tunnel tibial a été réalisé de manière similaire avec un viseur out-in dont la partie intra-articulaire correspondait à l'insertion tibiale du LCA natif. Un foret a été utilisé pour préparer des tunnels pleins (tibial et fémoral) dont le diamètre correspondait à celui du greffon.

Un second tunnel tibial été réalisé pour la TL, 2 cm avant du tunnel tibial du LCA et latéralement, au niveau du tubercule de Gerdy.

La partie « LCA » du greffon a d'abord été fixée au niveau tibial par un endo-bouton (BTB tight-rope, Arthrex, Naples, FL, USA) et au niveau fémoral par une vis d'interférence résorbable (Biosteon, Stryker, Mahwah NJ, USA) avec le genou à 20° de flexion en rotation neutre. La partie « LET » du greffon a été fixée au niveau tibial par un endo-bouton (BTB tight-rope, Arthrex, Naples, FL, USA) avec le genou à 20° de flexion en rotation neutre.

Figure 3 : Exemple de greffon du groupe DT4 + LAL et schéma de représentation de la technique chirurgicale

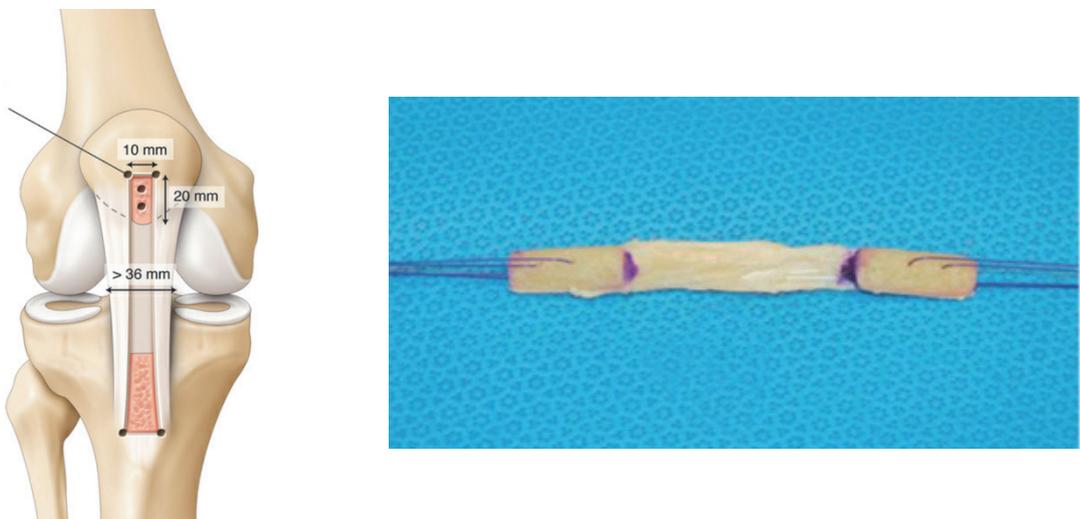


Groupe Tendon rotulien + ténodèse de type Christel-Lemaire

Un double abord cutané de 3 cm chacun était réalisé pour le prélèvement de la greffe : un premier en regard de la pointe de la rotule et un second en regard de la tubérosité tibiale antérieure. Un bistouri double lame de 9 ou 11 mm d'espacement était utilisé en partant du pôle distale de la rotule jusqu'à la TTA sous la peau entre les deux incisions cutanées. Des pré-trous à l'aide d'une mèche de 2 mm de diamètre étaient réalisés pour définir les rebords du bloc osseux rotulien (2 cm de longueur x 1 cm de largeur x 1 cm de profondeur). La découpe du premier bloc osseux était alors réalisée à la scie oscillante puis au ciseau frappé. La face profonde du tendon rotulien était disséquée du Hoffa. L'ensemble (bloc osseux rotulien + tendon rotulien) était alors passé sous la peau pour être récupéré au niveau de la seconde incision distale. De manière similaire un second bloc osseux (2 cm de longueur x 1 cm de largeur x 1 cm de profondeur) était découpé dans la TTA à l'aide d'une mèche et d'une scie oscillante. Après calibrage de la greffe, un tunnel osseux fémoral borgne de 30 mm de profondeur était préparé au niveau de l'insertion fémorale du LCA natif. Le tunnel tibial était réalisé au niveau de l'insertion tibiale du LCA natif à l'aide d'une tréfine afin de récupérer le surplus osseux qui servait de greffe pour combler le prélèvement du bloc osseux au niveau de la TTA.

La fixation de la greffe était réalisée par 2 vis d'interférence résorbable (Biosteon, Stryker, Mahwah NJ, USA).

Figure 4 : Exemple de greffon du groupe TR



Dans le but de simplifier la technique de la ténodèse latérale au fascia lata, telle qu'elle a été décrite par Lemaire, une TL pédiculée courte a été utilisée [8] (figure 5). L'incision cutanée débutait au niveau du tubercule de Gerdy jusqu'au niveau de l'épicondyle latérale. Le prélèvement mesurait 6 cm de longueur et 1 cm de largeur. La fixation fémorale se faisait sur le condyle latéral sans passer sous le ligament collatéral latéral, sur un point dont l'isométrie était recherchée à l'aide d'un compas. La plastie était alors fixée dans un tunnel borgne condylien avec une vis d'interférence (Biosteon, Stryker, Mahwah NJ, USA).

Figure 5 : Exemple d'un greffon de TL de type Christel-Dijan



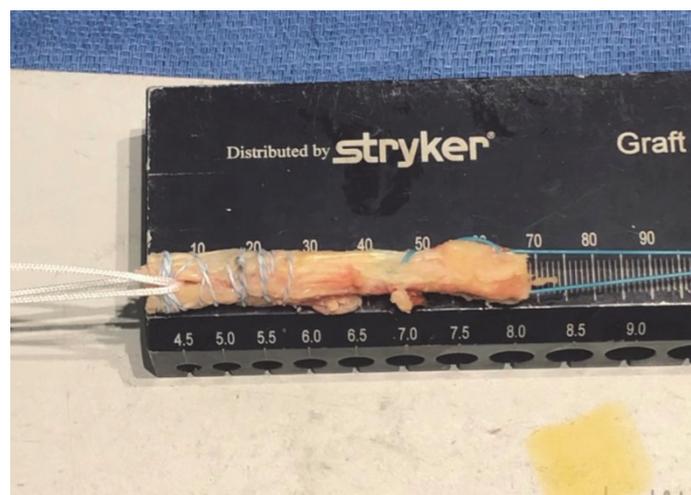
Groupe Tendon Quadricipital + ténodèse de type Christel Lemaire (TQ+Ch)

Une incision cutanée d'une longueur de 3 cm partant du pôle supérieur de la rotule et en direction de la partie proximale de la cuisse était réalisée. Un bistouri double lame, un espacement (1 cm) fixé était utilisé afin d'assurer une épaisseur suffisante de greffe. Les incisions étaient étendues sur 2 cm au périoste de la rotule afin de définir les futures coupes du bloc osseux. Des pré-trous étaient également réalisés avec une mèche de 2 mm de diamètre aux quatre coins du bloc osseux. Trois coupes osseuses, deux longitudinales avec une angulation de 45 ° par rapport à la surface et de la patella et une troisième transversale reliant les deux premières, étaient ensuite réalisées à l'aide d'une scie oscillante. La dissection du greffon était ensuite prolongée de façon proximale afin d'obtenir une greffe tendineuse d'environ 8 cm de longueur en prêtant attention à ne perforer la poche supra-patellaire et en ne prélevant que la couche intermédiaire et superficielle du tendon quadricipital.

Après calibrage de la greffe, les tunnels osseux tibiaux et fémoraux étaient réalisés au diamètre adapté et la fixation s'effectuait au fémur par l'intermédiaire d'un endo-bouton réglable et au tibia (coté bloc osseux) grâce à une vis d'interférence résorbable.

La plastie latérale avait recours à la technique de Christel et Dijan [8] identique à celle du groupe Tendon rotulien.

Figure 6 : Exemple de greffon du groupe TQ



b. Données préopératoires et per-opératoires

L'ensemble des données préopératoires concernant l'âge, le sexe, l'IMC, la laxité préopératoire évaluée à l'aide de du score IKDC objectif, le type de ressaut sous anesthésie générale (grade 2 ou 3) ont été recueillis à partir du dossier préopératoire et du compte rendu opératoire.

Le type de sport pratiqué avant l'intervention ainsi que le niveau de pratique (professionnel ou amateur) ont également été collectés à partir du dossier préopératoire et confirmé avec le patient lors de la consultation de contrôle.

Les données concernant la présence de lésions méniscales préopératoires diagnostiquées sur l'IRM ont fait l'objet de deux lectures : une par un radiologue et une seconde par un autre chirurgien sénior différent de celui ayant pratiqué l'intervention chirurgicale. En cas de discordance une troisième lecture par un autre chirurgien sénior tranchait.

Les lésions méniscales ont été classifiées comme suivant :

- Pour le ménisque interne : 1) Désinsertion ménisco-synoviale postérieure ou Ramp lésion [28] 2) anse de seau 3) lésion verticale /horizontale/ radiaire du segment moyen, ou postérieur 4) lésion de racine postérieure.
- Pour le ménisque externe : 1) anse de seau 2) lésion verticale/ horizontale/radiaire du segment moyen ou postérieur 3) lésion de racine

Les données concernant la stratégie thérapeutique ont également été recueillies : Réparation / méniscectomie / abstention chirurgicale.

c. Évaluation et suivi post-opératoire

La consultation de contrôle était réalisée par un seul opérateur entraîné et différent des chirurgiens ayant pratiqué l'intervention. L'opérateur n'avait pas connaissance des lésions méniscales et du type de ressaut (grade 2 ou 3) préopératoires.

Lors de cette consultation, étaient évalués :

- la laxité sagittale en utilisant le TELOS® (GmbH, Hungen / Obbornhofen Germany) ou le Genourob® (GNRB, Laval, France)
- la présence ou l'absence d'un RR de haut grade
- les résultats fonctionnels en utilisant le Score KOOS et LYSHOLM
- le retour au sport antérieur
- la survenue d'une nouvelle lésion méniscale. Si une nouvelle lésion méniscale était suspectée à l'examen clinique, une nouvelle IRM était alors prescrite. La même méthode d'interprétation en double aveugle que celle décrite précédemment était appliquée (un radiologue et un chirurgien sénior non impliqué dans la procédure chirurgicale). Seules les nouvelles lésions méniscales non diagnostiquées lors de l'IRM préopératoire ont été prises en compte. Si une intervention avait eu lieu entre cette consultation et l'intervention initiale pour un geste méniscal, le compte rendu opératoire était collecté afin d'identifier le type de lésion

d. Analyses statistiques

Les statistiques descriptives ont été présentées sous la forme de moyenne \pm écart-type pour les variables quantitatives.

Les moyennes et les écarts types ont été déterminés pour chacune des mesures effectuées dans la population. Des distributions normales (gaussiennes) ont été estimées.

Une analyse univariée a été effectuée en utilisant un test paramétrique ou non paramétrique pour estimer la différence entre les groupes.

Des modèles de régression linéaire multiple ont été développés pour établir les déterminants de chacune des variables.

Pour chaque modèle, les variables ayant une valeur p inférieure à 0,1 ont été conservées dans le modèle final.

Le calcul du nombre de sujets nécessaires a montré, que 50 patients par groupe permettaient d'observer une différence trois fois supérieure, entre les groupes en terme de présence de RR, à un recul minimum de 2 ans (taux prévu de 30% [38]).

Pour toutes les analyses statistiques, la version 20 de PASW Statistics (SPSS, IBM Inc., Chicago, Illinois) a été utilisée. Le seuil de significativité statistique a été fixé à $p < 0,05$.

RESULTATS

a. Patients

Après analyse, 294 patients ayant eu une reconstruction isolée du LCA et présentant un RR préopératoire de grade 2 ou 3 ont été identifiés à partir de la base de données.

21 d'entre eux ont été perdus de vue et ne sont pas présentés à la consultation spécifique (7%).

7 patients ont présenté une re-rupture du transplant confirmée par IRM ou par une chirurgie itérative du LCA et ont donc été exclus (1 pour le groupe DT4, 3 pour le groupe DT4 +LLA, 1 pour le groupe TQ+Ch et 2 pour le groupe KJ+Ch).

Finalement, 266 patients ont été inclus dans l'étude (55 pour le groupe DT4, 77 pour le groupe DT4+LAL, 91 pour le groupe TQ+Ch et 43 pour le groupe KJ+Ch).

Les caractéristiques démographiques des patients sont résumées dans le tableau 1.

Le suivi global moyen était de 44.3 ± 11.3 mois. 63.2% des patients présentaient un RR de grade 2. 61.7 % des patients pratiquaient un sport pivot et 17.3 % étaient des professionnels.

Les patients présentaient une laxité préopératoire moyenne de 6.8 ± 2.5 mm.

Le recul moyen, la répartition du type de ressaut et le type de sport pratiqué étaient significativement différents entre les 4 groupes.

Tableau 1 : Caractéristiques des patients

	DT4 (n=55)	DT4 + LAL (n=77)	TQ+Ch (n=91)	TR+ Ch (n=43)	<i>P value</i>	Total (n=266)
Age (années)	30.5 ± 7.9	30.7 ± 8.4	29.9 ± 8.0	30.8 ± 8.9	0.8	30.4 ± 8.4
Sexe masculin (%)	72.7	75.4	71.8	74.4	0.3	71.3
IMC (kg/m ²)	23.9 ± 1.9	24.6 ± 2.3	24.1 ± 2.6	23.8 ± 2.2	0.8	24.0 ± 2.6
Laxité préopératoire différentielle (mm)	6.9 ± 3.3	6.7 ± 3.6	6.8 ± 2.9	6.7 ± 3.5	0.7	6.8 ± 2.5
Ressaut rotatoire						
- Grade 2 (n,%)	29 (52.7%)	50 (64.9%)	67 (73.6%)	22 (51.2%)	0.02*	168 (63.2%)
- Grade 3(n,%)	26 (47.3%)	27 (35.1%)	24 (26.4%)	21 (48.8%)		98 (36.8%)
Type de sport						
- contact	34 (61.8%)	51 (66.2%)	55 (60.4%)	24 (55.8%)	0.01**	164 (61.7%)
- sans contact	21 (38.2%)	26 (33.8%)	36 (39.6%)	19 (44.2%)		102 (38.3%)
Athlètes professionnels (n,%)	9 (16.3%)	14 (18.2%)	16 (17.6%)	7 (16.3%)	0.7	46 (17.3%)
Suivi moyen (mois)	47.1	50.2	37.3	45.1	<0.001***	44.3

Types de sport : sport pivot avec contact (football, handball, basketball, rugby, motocross) et sport pivot sans contact (ski alpin, fitness, gymnastique, tennis).

**Une comparaison par paire a montré des différences significatives entre les groupes DT4+LAL($p=0,01$) et TQ+Ch ($p=0,02$) par rapport aux groupes TR+Ch. De même qu'entre les groupes DT4+LAL ($p=0,01$) et TQ+Ch ($p=0,03$) par rapport aux groupes DT4*

***Une comparaison par paire a montré des différences significatives entre les groupes DT-4+LAL ($p=0,008$) et TR+Ch.*

**** Une comparaison par paire a montré des différences significatives entre les groupes TQ+Ch vs DT4+LAL ($p=0,0009$), DT4 ($p=0,0005$) et TR+Ch ($p=0,01$).*

b. Données peropératoires

185 (69.5%) patients présentaient au moins une lésion méniscale dont 26.5% concernaient à la fois le ménisque médial et latéral (lésion bi-méniscal). La répartition concernant le type de lésion méniscale selon les groupes est résumée dans le tableau 2.

127 réparations (68.6%), 32 méniscectomie partielles ou totales (17.3%) et 26 (14.1%) abstentions chirurgicales ont été observées au sein de la cohorte.

La répartition selon le type de lésion est résumée dans le tableau 3.

Aucune différence significative n'a été observée entre les 4 groupes concernant la répartition des lésions méniscales. En revanche, une différence significative ($p=0.01$) a été observée entre les groupes concernant la gestion thérapeutique de ces lésions.

Tableau 2 : Données préopératoires concernant le statut méniscal et la gestion thérapeutique des lésions

	DT4 (n = 55)	DT4 + LAL (n=77)	TQ+Ch (n=91)	TR+Ch (n=43)	p value	Total (n=266)
Lésion méniscale (n)	33	58	68	26	0.09	185
Lésion bi-méniscale (n-%)	10 (30.3%)	14 (24.1%)	21 (30.8%)	4	0.29	49 (26.5%)
Lésion méniscale médiale (n-%)	23(69.7)	34 (58.6%)	48 (70.5%)	16 (61.5%)	0.053	121 (65.4%)
- Anse de seau	2	2	3	4		11
- Racine postérieure	0	1	2	0		3
- Lésion de RAMP	11	17	22	7		57
- Segment moyen	10	14	21	5		50
Lésion Méniscale latérale (n-%)	10 (30.3%)	24 (41.4%)	20 (29.5%)	10 (38.5%)		64 (34.6%)
- Anse de seau	1	6	1	2		10
- Racine postérieure	8	10	13	5		36
- Segment moyen	1	8	6	3		18
Gestion thérapeutique (n-%)						0.01
- Réparation	21 (63.6%)	37 (63.8%)	51 (75%)*	18 (69.2%)	127 (68.6%)	
- Ménisectomie	6 (18.2%)	12 (20.7%)**	10 (14.7%)	4 (15.4%)	32 (17.3%)	
- Abstention	6 (18.2%)	9 (17.2%)	7 (10.3%)***	4 (15.4%)	26 (14.1%)	

* Une comparaison par paire a montré des différences significatives entre QT+LET vs ST4 (p=0,006) et QT+LET vs ST4 + LET (p=0,002)

** une comparaison par paire a montré des différences significatives entre, QT+LET vs ST4 + LET (p=0,006) et BTB+LET vs ST4 +LET(p=0,008)

*** une comparaison par paire a montré des différences significatives entre, QT+LET vs ST4 (p=0,004) et QT+LET vs ST4 + LET (p=0,006)

Tableau 3 : Gestion thérapeutique des lésions méniscales

Lésion méniscale	Réparation	Méniscectomie	Abstention
Lésion méniscale interne			
- Lésion de RAMP	40	0	17
- Racine postérieure	2	1	0
- Anse de seau	9	2	0
- Segment moyen	27	21	2
Lésion méniscale latérale			
- Racine postérieure	33	3	0
- Anse de seau	8	2	0
- Segment moyen	8	3	7

c. Ressaut rotatoire

64 (24%) patients présentaient un RR de haut grade au recul moyen de 44.3 mois (29.1% pour le groupe DT4, 26 % pour le groupe DT4 +LAL, 20.8% pour le groupe TQ+Ch et 20.9% pour le groupe TR+Ch).

Une analyse multivariée a été réalisée afin de déterminer les facteurs prédictifs de présence du RR au dernier suivi (tableau 4).

Parmi les variables étudiées dans cette étude, aucune association significative n'a été observée entre la présence d'un RR au dernier suivi, l'âge, le sexe ratio et le type de sport pratiqué.

La présence d'un RR grade 3 par rapport à un RR grade 2 en préopératoire était significativement corrélée à la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi (Odds Ratio: 3.23; 95% CI 1.81-5.75; $p < 0.001$).

La présence d'une lésion méniscale en préopératoire était significativement corrélée à la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi (OR: 2.65; IC95% 1.19-5.63; $p = 0.02$).

Une méniscectomie constituait un facteur de risque significatif de la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi par rapport à une réparation méniscale (HR: 3.26 IC95% 1.19-5.63 ; $p = 0.007$). De manière similaire, une abstention chirurgicale constituait un facteur de risque significatif de la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi par rapport à une réparation (OR: 3.26 IC95% 1.27-9.43; $p = 0.007$).

L'apparition d'une nouvelle lésion méniscale constituait le plus important facteur de risque significatif de la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi 4.31 (95%IC : 2.31-8.06 ; p <0.001). Aucune corrélation significative n'a été observée entre l'ajout d'une TL (Lemaire ou LAL) et la présence de RR de haut grade au dernier suivi (OR: 0,71 95%IC 0,37-1,39 ; p =0,31).

Tableau 4 : Analyse multivariée du risque de RR de haut grade au dernier suivi

	Odds Ratio Ajusté	95%-IC	p value
Age	N/C	N/C	0.51
Sex ratio	1.21	0.62-2.03	0.22
IMC	N/C	N/C	0.64
Suivi	N/C	N/C	<0.001
RR préopératoire - Grade 3 vs Grade 2	3.23	1.81-5.75	<0.001
Type de sport - Contact	1.45	0.59-2.76	0.345
Athlète professionnel	0.96	0.46-2.01	0.69
Lésion méniscale préopératoire	3.47	1.62-7.43	<0.001
Lésion bi-méniscale préopératoire	1.66	0.84-3.27	0.14
Gestion thérapeutique - Ménisectomie vs réparation	2.65	1.19-5.63	0.02
- Abstention vs réparation	3.26	1.27-9.43	0.007
- Ménisectomie vs abstention	1.71	0.64—4.44	0.43
Ténodèse latérale	0.71	0.37-1.39	0.31
Nouvelle lésion méniscale	4.31	2.31-8.06	<0.001

d. Nouvelle lésion méniscale

47 (17.7%) patients présentaient une nouvelle lésion méniscale (25.5% pour le groupe DT4, 16.9% pour le groupe DT4 + LAL, 15.4% pour le groupe TQ+Ch et 14.0% pour le groupe TR+Ch).

Une analyse multivariée a été réalisée afin de déterminer les facteurs prédictifs d'apparition d'une nouvelle lésion méniscale (tableau 5).

Parmi les variables étudiées dans cette étude, aucune association significative n'a été observée entre le grade préopératoire du RR et l'âge, le sexe ratio, le type de sport pratiqué, la pratique professionnelle d'un sport et l'apparition d'une nouvelle lésion méniscale

Le recul était significativement associé au risque de survenue d'une nouvelle lésion méniscale ($p < 0.001$).

L'ajout d'une TL ne constituait pas un facteur protecteur significatif vis à vis du risque de survenue d'une nouvelle lésion méniscale (OR: 1.22 IC95% 0.54-2.23; $p = 0.27$).

L'abstention chirurgicale d'une lésion méniscale préopératoire par rapport à une réparation constituait un facteur de risque significatif de l'apparition d'une nouvelle lésion méniscale (OR: 2.13 IC95% 1.11-4.55; $p = 0.02$).

La présence d'un RR de haut grade au dernier suivi constituait le plus important facteur de risque de l'apparition d'une nouvelle lésion méniscale (OR: 4.31 IC95% 2.31-8.06; $p < 0.001$).

Tableau 5 : Analyse multivariée du risque de nouvelle lésion méniscale

	Odds Ratio ajusté	95%-IC	p value
Age	N/C	N/C	0.33
Sexe ratio	1.23	0.54-2.07	0.64
IMC	N/C	N/C	0.25
Suivi	N/C	N/C	0.01
RR préopératoire - Grade 3 vs Grade 2	1.84	0.80-2.91	0.61
Type de sport - contact	1.13	0.55-2.11	0.33
Athlète professionnel	1.75	0.87- 3.56	0.11
Lésion méniscale préopératoire	1.07	0.56-2.03	0.83
Pre-operative Bi-meniscal tear	1.20	0.58-2.49	0.54
Gestion thérapeutique - Méniscectomie vs réparation	1.79	0.79-3.32	0.29
- Abstention vs réparation	2.13	1.11-4.55	0.02
- Méniscectomie vs abstention	1.07	0.31-3.7	0.87
TL	1.22	0.54-2.23	0.27
RR de haut grade au dernier suivi	4.31	2.31-8.06	<0.001

e. Suivi et évaluation post-opératoire

Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes concernant les résultats fonctionnels du score KOOS et Lysholm. La laxité différentielle post-opératoire était en moyenne de 2.3 ± 2.6 mm sans différence significative entre les groupes. 165 patients (62%) ont pu retourner à leur sport pré-traumatique. Aucune différence significative n'a été également observée entre groupe concernant ce paramètre.

Tableau 6 : Résultats post-opératoires

	DT4 (n= 55)	DT4 + LAL (n=77)	TQ+Ch (n=91)	TR+Ch (n=43)	p value	Total (n=266)
KOOS score						
KOOS Symptôme	84.2 ± 15.0	83.4 ± 13.5	85.4 ± 14.8	82.0 ± 16.1	0.76	83.9 ± 14.6
KOOS Douleur	89.2 ± 12.2	86.6 ± 12.2	87.8 ± 13.9	87.7 ± 18.6	0.73	87.5 ± 14.2
KOOS QQL	76.3 ± 16.3	73.2 ± 18.4	78.1 ± 20.7	73.7 ± 22.3	0.49	75.4 ± 20.9
KOOS Sport	77.9 ± 15.1	70.3 ± 17.6	77.3 ± 20.8	81.4 ± 16.1	0.08	75.9 ± 18.6
KOOS ADL	93.0 ± 9.3	90.2 ± 10.0	91.9 ± 10.7	88.2 ± 15.7	0.45	90.6 ± 11.5
KOOS Global	87.3 ± 10.1	84.3 ± 10.6	86.4 ± 12.7	84.2 ± 15.8	0.51	85.2 ± 12.5
Lysholm Score	87.9 ± 9.9	86.2 ± 10.4	90.1 ± 13.3	89.5 ± 14.8	0.67	89.3 ± 11.3
Laxité différentielle post-opératoire (mm)	2.3 ± 2.3	1.92 ± 2.1	2.2 ± 2.6	2.2 ± 2.1	0.73	2.3 ± 2.6
Retour au sport pré-traumatique (n-%)	33 (60.0%)	46 (59.7%)	59 (64.8%)	27 (63.7%)	0.41	165 (62.0%)
RR de haut grade au dernier suivi (n-%)	16 (29.1%)	20 (26.0%)	19 (20.8%)	9 (20.9%)	0.17	64 (24.0%)
Nouvelle lésion méniscale (n-%)	14 (25.5%)	13 (16.9%)	14 (15.4%)	6 (14.0%)	0.04*	47 (17.7%)
Infection (n-%)	1 (1.8%)	1 (1.3%)	2 (2.2%)	1 (2.3%)	0.33	5 (1.4%)

DISCUSSION

Le résultat principal de cette étude était que chez les patients présentant un RR de haut grade avant une reconstruction du LCA, environ 20 % d'entre eux possédaient un ressaut résiduel au recul moyen de 44 mois quelle que soit la technique utilisée (DT4 ; DT4+LLA, KJ+Ch, TQ+Ch) et indépendamment de l'ajout d'une ténodèse latérale. Le statut méniscal préopératoire ainsi que la gestion thérapeutique de ces lésions représentaient de puissants facteurs prédictifs de la présence d'un RR au dernier suivi. Le recours à une ténodèse latérale ne constituait pas un facteur protecteur significatif vis à vis du risque de nouvelles lésions méniscales.

Le ressaut rotatoire est un signe clinique complexe qui évalue le phénomène de rotation interne et de translation tibiale antérieure qui se produisent notamment lorsque le LCA est rompu (spécificité de 0-97 à 0-99 et une sensibilité de 0-18 à 0-48) [3].

Le caractère pathologique de ce test repose sur une évaluation subjective en 3 grades : grade 1 (+) = Ébauche, grade 2 (++) Franc, et grade 3 (+++) : explosif. Du fait que la variabilité inter-observateur soit importante [1, 30], de nombreuses études cliniques ont tenté de limiter ce biais en ayant recours à un seul examinateur entraîné afin d'améliorer la fiabilité des résultats [18, 24, 25]. De manière similaire le même protocole a été suivi dans cette étude.

Il existe depuis peu des outils permettant une quantification numérique du RR [1, 18, 20, 22, 44], mais l'examen clinique reste à ce jour le gold standard.

L'origine exacte du RR reste encore controversée et incomplètement admise [12]. Une origine multifactorielle faisant intervenir différentes structures anatomiques du genou semble aujourd'hui être l'hypothèse la plus probable. Tanaka et al [42] dans leur revue de la littérature, ont mis en avant le rôle du complexe antéro latérale [27], des lésions méniscales en particulier postéro-latérales [29] et postéro-médiales [28], de la bandelette ilio-tibiale [37] et de la morphologie osseuse du plateau tibiale dans la survenue d'un RR lors d'une rupture du LCA.

Dans cette étude, un RR de haut grade a pu être identifié lors du suivi chez environ 1 patient sur 4. Il convient de souligner que tous les patients présentaient déjà un RR de haut grade en préopératoire et que la cohorte choisie constituait donc une sélection négative de patients. Ceci est donc différent d'une population générale de patients ayant une rupture du LCA, dans le sens où seule une minorité de patients atteints d'une rupture isolée du LCA présente généralement un RR préopératoire de haut-grade (26,5% dans une étude récente de Magnussen et al [26]).

Afin de contrôler cette instabilité rotatoire, diverses études biomécaniques ont mis en évidence l'intérêt d'associer une TL à une ligamentoplastie du LCA lorsqu'un RR était présent. En effet dans leur étude Inderhaug et al [19] ont démontré qu'une TL permettait de rétablir une cinématique « normale » du genou. De même Geeslin et al [13] ont montré grâce à des reconstructions séquentielles sur cadavre que l'association TL + ligamentoplastie du LCA permettait de diminuer significativement le RR post reconstruction.

L'intérêt clinique d'une TL reste aujourd'hui encore débattu et les résultats diffèrent de façon importante selon les études [32]. Des revues systématiques publiées en 2015 [17, 33] ont conclu que l'ajout d'une TL pourrait réduire l'incidence de réapparition d'un RR sans avantage clinique confirmé. Mais, dans la méta-analyse de Hewison et Al [17] sur quatorze études ayant comparé une ligamentoplastie isolée par rapport à une ligamentoplastie associée à une TL, seules deux études ont montré un avantage statistiquement significatif de l'ajout d'une TL sur le risque de réapparition d'un RR.

Cette étude témoigne de la difficulté d'affirmer avec certitude une relation de causalité entre TL et réduction du risque de survenue de RR.

D'autre part, le faible nombre d'essais comparatifs inclus dans ces études, les variabilités inter observateurs (et inter-étude) du test de RR, l'absence d'information concernant le statut méniscal et les gestes associés rendent presque impossible l'interprétation de ces données. Dans cette étude et de manière similaire nous n'avons pas observé de relation statistiquement significative entre TL (Technique au gracilis et Lemaire) et diminution du risque de présence du RR au dernier suivi.

Une des hypothèses avancées concernant l'origine du RR autre que celle du complexe antéro-latéral repose sur l'existence de freins secondaires : les ménisques. En effet diverses études ont mis en avant le rôle des RAMP lésions [28] et des racines postérieures des ménisques [43] en particulier latérales [29] dans le phénomène d'instabilité rotatoire survenant lors d'une lésion du LCA. Ces données sont en accord avec celles observées dans cette étude où seuls des patients avec une instabilité rotatoire préopératoire ont été inclus. En effet sur 266 patients, 185 présentaient au moins une lésion méniscale. 96 d'entre eux concernaient la partie postéro-médiale (RAMP lésion + racine du ménisque interne) et postéro-latérale (racine du ménisque externe).

En examinant de plus près la gestion thérapeutique de lésions méniscales associée à la reconstruction du LCA (abstention, réparation ou méniscectomie), 17/57 RAMP lésions (29,3%) n'ont pas été réparées et 4/39 lésions de racine médiale et latérale (10,3%) ont été traitées par méniscectomie. Compte tenu des connaissances biomécaniques référencées [28, 43] plus haut, cette gestion thérapeutique des lésions méniscales permet de proposer une explication quant à l'incidence élevée de la présence d'un RR au dernier suivi dans l'ensemble de la cohorte malgré le recours à une TL.

Un autre objectif de cette étude était d'évaluer le risque d'apparition de nouvelles lésions méniscales et de déterminer leurs facteurs prédictifs. Une forte association statistique a été observée entre l'apparition d'une nouvelle lésion méniscale et la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi (OR : 4,31 2,31-8,06 ; $p < 0,001$). Mais compte tenu de la méthodologie de l'étude, il n'a pas été possible de déterminer si la survenue d'une nouvelle lésion méniscale était la conséquence ou la cause de la présence ce RR au dernier suivi.

De manière similaire, à la présence d'un RR de haut grade au dernier du suivi, l'abstention chirurgicale de certaines lésions constituait un facteur prédictif significatif de l'apparition d'une nouvelle lésion méniscale par rapport aux réparations. Il est intéressant de noter que 17 des 25 lésions méniscales, qui n'ont pas été réparées dans cette série, étaient des RAMP lésions. Par conséquent, la persistance d'une RAMP lésion non réparée pourrait être un facteur de risque prédictif d'une nouvelle lésion méniscale et de la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi. En effet, le taux de nouvelles lésions méniscales dans ce sous-groupe était de 36% (9/25) et la présence d'un RR de haut grade au dernier suivi était de 64% (16/25). Cela confirme le rôle des RAMP lésions dans la genèse d'une laxité rotatoire comme décrit précédemment [25]. Malheureusement, la conception rétrospective de cette étude n'a pas permis de différencier les RAMP lésions stables des lésions instables. Par conséquent, aucune conclusion ne peut être tirée quant à savoir si la réparation ces lésions aurait amélioré les résultats cliniques,

Cette étude possède certaines limites qu'il est important de noter. Premièrement le critère de jugement principal de l'étude repose sur une évaluation subjective du RR. Afin de limiter au maximum ce biais, un seul opérateur entraîné et ne faisant pas partie des opérateurs ayant pratiqué les interventions a réalisé l'ensemble de ces tests. Bien qu'il fût impossible de réaliser une évaluation en aveugle sur les techniques chirurgicales du fait de la présence de cicatrices cutanées différentes, aucune information concernant le statut méniscal préopératoire, la gestion chirurgicale de ces lésions et l'existence de nouvelles lésions méniscales ne lui était

transmise avant de réaliser le test. Deuxièmement, il est également important de mentionner que du fait du caractère rétrospectif de cette étude, il est impossible d'affirmer que le RR documenté lors de l'examen de suivi correspondait à une persistance d'un RR initialement non corrigé ou d'une récurrence d'un RR qui s'est majoré progressivement au fil du temps. Étant donné le volume chirurgical élevé des quatre opérateurs impliqués, le positionnement anatomique de la reconstruction du LCA ainsi que le contrôle manuel de la disparition postopératoire immédiate du RR, il est raisonnable de supposer que la stabilité rotatoire ait été complètement rétablie à la fin de la procédure chirurgicale.

Néanmoins, une normalisation incomplète de la stabilité rotatoire pendant l'opération ne peut être totalement exclue. Troisièmement, les re-ruptures ont été exclues de cette analyse avant l'inclusion des patients et donc aucune information n'est disponible sur la relation probable entre réapparition du RR et risque de re-rupture [26, 40].

De manière similaire, certains patients peuvent avoir présenté au cours du suivi un échec de la réparation méniscale initiale. Cependant, cela n'a pas été spécifiquement étudié comme l'un des principaux critères de jugement de l'étude. En effet ces échecs sont rares et difficiles à diagnostiquer sans examens invasifs (arthro TDM/IRM). Par conséquent, seules des lésions différentes de celles présentes sur l'IRM préopératoire ont été comptabilisées comme nouvelles lésions méniscales

Cette étude présente plusieurs points forts qu'il est important de souligner. Seuls des patients présentant un RR préopératoire de haut grade ont été inclus dans l'étude. La série globale comprenait 266 patients présentant une rupture isolée du LCA et sélectionnés selon des critères d'inclusion rigoureux avec un suivi minimal de deux ans. Bien que la conception multicentrique d'une étude soit souvent une faiblesse en soi, le fait que les quatre techniques chirurgicales respectives soient utilisées de manière routinière par les opérateurs dans les différents centres, a permis d'exclure les courbes d'apprentissage individuel.

La détermination rigoureuse du statut méniscal préopératoire (type et zone de lésion,) et la gestion thérapeutique de ces lésions (réparation ou méniscectomie ou abstention) ont permis de fournir des preuves supplémentaires sur le rôle des ménisques dans l'étiologie de laxité rotatoire. Aucune relation significative n'a cependant été observée entre les principaux résultats de cette étude (présence d'un RR de haut grade au dernier suivi et/ou nouvelles lésions méniscales) et l'ajout d'une TL à une reconstruction du LCA.

Comme cette étude n'a pas analysé la réussite ou l'échec des réparations méniscales réalisées lors de la chirurgie, l'effet protecteur d'une TL sur la cicatrisation de ces lésions (précédemment décrit par Sonnery-Cottet et al [39]) n'a pu être confirmé.

Ces différents résultats suggèrent que dans cette population à haut risque, le processus biomécanique sous-jacent aux nouvelles lésions méniscales était fortement lié à la présence d'une laxité rotatoire au dernier suivi, qui a été constatée de façon presque équivalente dans les groupes LET et non LET.

La réparation des lésions méniscales, en particulier les lésions postéro-latérales et postéro-médiales, semble être un facteur majeur dans la prévention du risque de laxité rotatoire après reconstruction du LCA dans cette population à haut risque.

CONCLUSION

Chez les patients présentant un RR de haut grade avant une reconstruction du LCA associée ou non à une TL, environ 20 % d'entre eux présentent un ressaut résiduel au recul moyen de 44 mois quelle que soit la technique utilisée. Une gestion chirurgicale conservatrice des lésions méniscales préexistantes représente le facteur protecteur principal permettant de diminuer le risque de survenue d'une instabilité rotatoire en post-opératoire. L'ajout d'une TL n'a pas été associé à une amélioration de la laxité rotatoire résiduelle et n'a pas empêché l'apparition de nouvelles lésions méniscales.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ahldén M, Araujo P, Hoshino Y, Samuelsson K, Middleton KK, Nagamune K, Karlsson J, Musahl V (2012) Clinical grading of the pivot shift test correlates best with tibial acceleration. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 20:708–712
2. Altman RD, Kates J (1983) Arthroscopy of the knee. *Semin Arthritis Rheum* 13:188–199
3. Bach BR, Warren RF, Wickiewicz TL (1988) The pivot shift phenomenon: results and description of a modified clinical test for anterior cruciate ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 16:571–576
4. Belk JW, Kraeutler MJ, Marshall HA, Goodrich JA, McCarty EC (2018) Quadriceps Tendon Autograft for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Comparative Studies With Minimum 2-Year Follow-Up. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 34:1699–1707
5. Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz P, Nizard R (2007) ACL reconstruction: a meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop* 458:180–187
6. Boutsiadis A, Brossard P, Panisset J-C, Graveleau N, Barth J (2017) Minimally Invasive Combined Anterior and Anterolateral Stabilization of the Knee Using Hamstring Tendons and Adjustable-Loop Suspensory Fixation Device: Surgical Technique. *Arthrosc Tech* 6:e419–e425
7. Burnett QM, Fowler PJ (1985) Reconstruction of the anterior cruciate ligament: historical overview. *Orthop Clin North Am* 16:143–157
8. Christel P, Djian P (2002) [Anterio-lateral extra-articular tenodesis of the knee using a short strip of fascia lata]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 88:508–513
9. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J (2013) Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat* 223:321–328
10. Clancy WG, Nelson DA, Reider B, Narechania RG (1982) Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Am* 64:352–359
11. Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM (2011) Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res* 63 Suppl 11:S208-228
12. Fu FH, Herbst E (2016) Editorial Commentary: The Pivot-Shift Phenomenon Is Multifactorial. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 32:1063–1064

13. Geeslin AG, Moatshe G, Chahla J, Kruckeberg BM, Muckenhirn KJ, Dornan GJ, Coggins A, Brady AW, Getgood AM, Godin JA, LaPrade RF (2018) Anterolateral Knee Extra-articular Stabilizers: A Robotic Study Comparing Anterolateral Ligament Reconstruction and Modified Lemaire Lateral Extra-articular Tenodesis. *Am J Sports Med* 46:607–616
14. Getgood A, Brown C, Lording T, Amis A, Claes S, Geeslin A, Musahl V, ALC Consensus Group (2019) The anterolateral complex of the knee: results from the International ALC Consensus Group Meeting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 27:166–176
15. Getgood AMJ, Bryant DM, Litchfield R, Heard M, McCormack RG, Rezansoff A, Peterson D, Bardana D, MacDonald PB, Verdonk PCM, Spalding T, STABILITY Study Group, Willits K, Birmingham T, Hewison C, Wanlin S, Firth A, Pinto R, Martindale A, O'Neill L, Jennings M, Daniluk M, Boyer D, Zomar M, Moon K, Pritchett R, Payne K, Fan B, Mohan B, Buchko GM, Hiemstra LA, Kerslake S, Tynedal J, Stranges G, Mcrae S, Gullett L, Brown H, Legary A, Longo A, Christian M, Ferguson C, Mohtadi N, Barber R, Chan D, Campbell C, Garven A, Pulsifer K, Mayer M, Simunovic N, Duong A, Robinson D, Levy D, Skelly M, Shanmugaraj A, Howells F, Tough M, Spalding T, Thompson P, Metcalfe A, Asplin L, Dube A, Clarkson L, Brown J, Bolsover A, Bradshaw C, Belgrove L, Millan F, Turner S, Verdugo S, Lowe J, Dunne D, McGowan K, Suddens C-M, Declercq G, Vuylsteke K, Van Haver M (2020) Lateral Extra-articular Tenodesis Reduces Failure of Hamstring Tendon Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: 2-Year Outcomes From the STABILITY Study Randomized Clinical Trial. *Am J Sports Med* 48:285–297
16. Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC (2005) Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 21:791–803
17. Hewison CE, Tran MN, Kaniki N, Remtulla A, Bryant D, Getgood AM (2015) Lateral Extra-articular Tenodesis Reduces Rotational Laxity When Combined With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of the Literature. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 31:2022–2034
18. Hoshino Y, Kuroda R, Nagamune K, Yagi M, Mizuno K, Yamaguchi M, Muratsu H, Yoshiya S, Kurosaka M (2007) In vivo measurement of the pivot-shift test in the anterior cruciate ligament-deficient knee using an electromagnetic device. *Am J Sports Med* 35:1098–1104
19. Inderhaug E, Stephen JM, Williams A, Amis AA (2017) Anterolateral Tenodesis or Anterolateral Ligament Complex Reconstruction: Effect of Flexion Angle at Graft Fixation When Combined With ACL Reconstruction. *Am J Sports Med* 45:3089–3097
20. Ishibashi Y, Tsuda E, Yamamoto Y, Tsukada H, Toh S (2009) Navigation evaluation of the pivot-shift phenomenon during double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: is the posterolateral bundle more important? *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 25:488–495
21. Kittl C, Inderhaug E, Williams A, Amis AA (2018) Biomechanics of the Anterolateral Structures of the Knee. *Clin Sports Med* 37:21–31

22. Labbe DR, de Guise JA, Godbout V, Grimard G, Baillargeon D, Lavigne P, Fernandes J, Massé V, Ranger P, Hagemester N (2011) Accounting for velocity of the pivot shift test manoeuvre decreases kinematic variability. *The Knee* 18:88–93
23. Lane CG, Warren R, Pearle AD (2008) The pivot shift. *J Am AcadOrthop Surg* 16:679–688
24. Lane JG, Irby SE, Kaufman K, Rangger C, Daniel DM (1994) The anterior cruciate ligament in controlling axial rotation. An evaluation of its effect. *Am J Sports Med* 22:289–293
25. Lopomo N, Zaffagnini S, Signorelli C, Bignozzi S, Giordano G, MarcheggianiMuccioli GM, Visani A (2012) An original clinical methodology for non-invasive assessment of pivot-shift test. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 15:1323–1328
26. Magnussen RA, Reinke EK, Huston LJ, MOON Knee Group, Hewett TE, Spindler KP, Amendola A, Andrish JT, Brophy RH, Dunn WR, Flanigan DC, Jones MH, Kaeding CC, Marx RG, Matava MJ, Parker RD, Vidal AF, Wolcott ML, Wolf BR, Wright RW (2018) Effect of High-Grade Preoperative Knee Laxity on 6-Year Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Outcomes. *Am J Sports Med* 46:2865–2872
27. Monaco E, Maestri B, Labianca L, Speranza A, Kelly MJ, D'Arrigo C, Ferretti A (2010) Navigated knee kinematics after tear of the ACL and its secondary restraints: preliminary results. *Orthopedics* 33:87–93
28. Mouton C, Magosch A, Pape D, Hoffmann A, Nührenbörger C, Seil R (2019) Ramp lesions of the medial meniscus are associated with a higher grade of dynamic rotatory laxity in ACL-injured patients in comparison to patients with an isolated injury. *Knee Surg Sports TraumatolArthrosc Off J ESSKA*
29. Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, Choi D, Bedi A, Pearle AD (2010) The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med* 38:1591–1597
30. Noyes FR, Grood ES, Cummings JF, Wroble RR (1991) An analysis of the pivot shift phenomenon. The knee motions and subluxations induced by different examiners. *Am J Sports Med* 19:148–155
31. O'Brien SJ, Warren RF, Wickiewicz TL, Rawlins BA, Allen AA, Panariello R, Kelly AM (1991) The iliotibial band lateral sling procedure and its effect on the results of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 19:21–24; discussion 24-25
32. Reider B (2020) ACL or ACL. *Am J Sports Med* 48:281–284
33. Rezende FC, de Moraes VY, Martimbianco ALC, Luzo MV, da Silveira Franciozi CE, Belloti JC (2015) Does Combined Intra- and Extraarticular ACL Reconstruction Improve Function and Stability? A Meta-analysis. *Clin Orthop* 473:2609–2618
34. Samuelson BT, Webster KE, Johnson NR, Hewett TE, Krych AJ (2017) Hamstring Autograft versus Patellar Tendon Autograft for ACL Reconstruction: Is There a Difference in Graft Failure Rate? A Meta-analysis of 47,613 Patients. *Clin Orthop* 475:2459–2468

35. Samuelson M, Draganich LF, Zhou X, Krumins P, Reider B (1996) The effects of knee reconstruction on combined anterior cruciate ligament and anterolateral capsular deficiencies. *Am J Sports Med* 24:492–497
36. Schindler OS (2012) Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective. *Knee Surg Sports TraumatolArthrosc Off J ESSKA* 20:5–47
37. Smith PA, Thomas DM, Pomajzl RJ, Bley JA, Pfeiffer FM, Cook JL (2019) A Biomechanical Study of the Role of the Anterolateral Ligament and the Deep Iliotibial Band for Control of a Simulated Pivot Shift With Comparison of Minimally Invasive Extra-articular Anterolateral Tendon Graft Reconstruction Versus Modified Lemaire Reconstruction After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc J ArthroscRelat Surg Off PublArthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 35:1473–1483
38. Song G-Y, Hong L, Zhang H, Zhang J, Li Y, Feng H (2016) Clinical Outcomes of Combined Lateral Extra-articular Tenodesis and Intra-articular Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Addressing High-Grade Pivot-Shift Phenomenon. *Arthrosc J ArthroscRelat Surg Off PublArthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 32:898–905
39. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Blakeney WG, Ouanezar H, Borade A, Daggett M, Thaunat M, Fayard J-M, Delaloye J-R (2018) Anterolateral Ligament Reconstruction Protects the Repaired Medial Meniscus: A Comparative Study of 383 Anterior Cruciate Ligament Reconstructions From the SANTI Study Group With a Minimum Follow-up of 2 Years. *Am J Sports Med* 46:1819–1826
40. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Cavalier M, Kajetanek C, Temponi EF, Daggett M, Helito CP, Thaunat M (2017) Anterolateral Ligament Reconstruction Is Associated With Significantly Reduced ACL Graft Rupture Rates at a Minimum Follow-up of 2 Years: A Prospective Comparative Study of 502 Patients From the SANTI Study Group. *Am J Sports Med* 45:1547–1557
41. Spencer L, Burkhart TA, Tran MN, Rezansoff AJ, Deo S, Catherine S, Getgood AM (2015) Biomechanical analysis of simulated clinical testing and reconstruction of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med* 43:2189–2197
42. Tanaka M, Vyas D, Moloney G, Bedi A, Pearle AD, Musahl V (2012) What does it take to have a high-grade pivot shift? *Knee Surg Sports TraumatolArthrosc Off J ESSKA* 20:737–742
43. Tang X, Marshall B, Wang JH, Zhu J, Li J, Smolinski P, Fu FH (2019) Lateral Meniscal Posterior Root Repair With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Better Restores Knee Stability. *Am J Sports Med* 47:59–65
44. Vaidya RK, Yoo CW, Lee J, Han H-S, Lee MC, Ro DH (2019) Quantitative assessment of the pivot shift test with smartphone accelerometer. *KneeSurg Sports TraumatolArthrosc Off J ESSKA*

“ Au moment d’être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d’être fidèle aux lois de l’honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J’interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l’humanité.

J’informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n’exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l’indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l’intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l’intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l’indépendance nécessaire à l’accomplissement de ma mission. Je n’entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J’apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu’à leurs familles dans l’adversité.

Que les hommes et mes confrères m’accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses; que je sois déshonoré et méprisé si j’y manque.



RESUME

Introduction : L'objectif principal de cette étude était d'évaluer les résultats de différentes techniques de reconstruction du LCA avec ou sans Ténodèse Latérale (TL), avec un suivi minimum de 2 ans, dans une population de patients ayant un Ressaut Rotatoire (RR) préopératoire de haut-grade

Matériel et Méthode : Une analyse rétrospective multicentrique a permis d'identifier 394 patients présentant un RR préopératoire de haut-grade (grade 2 ou 3) opérés entre mars 2013 et mai 2017 pour reconstruction du LCA avec ou sans TL. Quatre techniques différentes ont été utilisées : DT4 sans TL, DT4+TL, KJ+TL, TQ+TL. Les données préopératoires ainsi que le statut méniscal pré et per-opératoire ont été recueillis. Une consultation de suivi spécifique a été effectuée par un examinateur indépendant. Les paramètres suivants ont été évalués : laxité sagittale, présence ou absence de RR de haut-grade au suivi, résultats fonctionnels (scores KOOS et LYSHOLM). Les lésions méniscales secondaires ont été évaluées par une nouvelle IRM si une nouvelle lésion était suspectée cliniquement ou par le compte-rendu opératoire si une intervention avait eu lieu au cours du suivi. Seules les lésions non présentes sur l'IRM préopératoire ont été prises en compte.

Résultats : 266 patients ont finalement été inclus dans l'étude. 185 patients présentaient une lésion méniscale préopératoire. 127 réparations, 31 méniscectomies et 27 abstentions chirurgicales ont été observées. Le suivi moyen était de 44,3 mois. 62 (24,1%) patients présentaient un RR au suivi. Un RR de grade=3 et la présence d'une lésion méniscale en préopératoire étaient associés de manière significative à la présence d'un RR au suivi (Odd Ratio respectifs: 3,23;p<0,001 et 3,47;p<0,001). Une méniscectomie et l'abstention chirurgicale étaient des facteurs de risque significatifs de la présence d'un RR au suivi par rapport à une réparation méniscale (OR respectif: 2,65;p=0,02 et 3,26;p=0,007). 47 patients ont présenté une nouvelle lésion méniscale au cours du suivi. Aucune corrélation significative n'a été observée entre l'ajout d'une TL et la présence d'un RR au suivi et du risque de nouvelles lésions méniscales (OR respectifs: 0,71;p =0,31 et OR: 1,22;p=0,27).

Conclusion : Un quart des patients présentant un RR préopératoire de haut-grade avant une reconstruction du LCA avec ou sans TL associée auront une laxité rotatoire résiduelle au recul moyen de 44 mois. Une réparation adéquate des lésions méniscales préexistantes constitue l'un des principaux facteurs protecteurs permettant de réduire le risque de laxité rotatoire.

Mots-clés : Ressaut rotatoire, ligament croisé antérieur, ligamentoplastie, ténodèse latérale.