



JAIM

ISSN 1810-4959

Journal Africain
d'Imagerie Médicale

ARTICLE ORIGINAL / RESEARCH ARTICLE

Etude radiologique de la pente tibiale en fonction de la présence ou non d'une atteinte du ligament croisé antérieur.

Radiological study of the tibial slope depending on the presence or not of an anterior cruciate ligament injury

OUEDRAOGO Ningwendé P.F¹, NDIAYE Abdoulaye², NDOYE Jean M. N², DIA Abdarahmane², SANE André D³, KINKPE Charles V.A⁴, GUEYE Alioune B⁴

1 Service d'Orthopédie-Traumatologie du CHU de Tingandogo (Ouagadougou - Burkina)

2 Laboratoire d'anatomie et d'organogénèse, Faculté de Médecine, UCAD (Dakar - Sénégal)

3 EPS Aristide Le Dantec (Dakar - Sénégal)

4 Service d'Orthopédie du CH de l'Ordre de Malte (Dakar - Sénégal)

Mots-clés :

Pente tibiale, Rupture,
Ligament croisé antérieur,
Genou.

Keywords:

Tibial Slope, Break,
Anterior cruciate ligament,
Knee

Auteur*correspondant**

Ningwendé Paul Fernand
OUEDRAOGO, chirurgien
orthopédiste-traumatologue au
Centre Hospitalier
Universitaire de Tingandogo
(CHUT)
Email : fernonp@yahoo.fr
Mobile : 00226 70 28 38 51 /
00226 78 86 85 26

RÉSUMÉ

Une lésion du ligament croisé antérieur (LCA) est un événement multifactoriel influencé par des facteurs de risque intrinsèques et extrinsèques. Si les facteurs extrinsèques peuvent être modifiés, il n'en est pas de même pour les facteurs intrinsèques. Récemment, la géométrie du tibia proximal est considérée comme un facteur de risque possible pour une lésion du LCA.

Hypothèse : Une pente tibiale élevée est associée à un risque élevé d'une lésion du LCA.

Matériel et méthode : Nous avons comparé deux groupes : le premier de 32 patients avec rupture du LCA et le second de 32 patients sans lésion du LCA. Tous les patients ont bénéficié d'une radiographie du genou de profil. Ces radiographies de profil ont permis de calculer la pente tibiale selon trois méthodes en fonction de l'axe tibial choisi (corticale antérieure, tibial proximal de Dejour et Bonnin, corticale postérieure). Les valeurs des pentes tibiales ont été saisies sur Excel et analysées avec le logiciel Stata version 15.

Résultats : Les moyennes de la pente tibiale mesurée dans le groupe 1 étaient de 16,40° selon la corticale antérieure ; 12,54° selon l'axe anatomique de Dejour et Bonnin et 8,92° selon la corticale postérieure. Les moyennes dans le groupe 2 étaient de 13,37° selon la corticale antérieure ; 9,80° selon l'axe anatomique de Dejour et Bonnin et 6,96° selon la corticale postérieure. L'analyse comparative entre les pentes tibiales du groupe 2 et celles du groupe 1, montre une majoration de la pente tibiale statistiquement significative pour les trois pentes tibiales.

Conclusion : Il apparaît, à travers ces résultats, que la valeur de la pente tibiale est corrélée à la rupture du LCA. C'est une donnée fondamentale à prendre en considération lors des plasties ligamentaires, mais aussi dans toute chirurgie du genou.

ABSTRACT

An anterior cruciate ligament (ACL) injury is a multifactorial event influenced by intrinsic and extrinsic risk factors. While extrinsic factors can be changed, the same is not true for factors

intrinsic. Recently, the geometry of the proximal tibia is considered a possible risk factor for an ACL injury.

Hypothesis: A high tibial slope is associated with a high risk of an ACL laceration.

Materials and method: We compared two groups: the first of 32 patients with break of ACL and the second of 32 patients without ACL lesions. All patients received a profile knee x-ray. These profile x-rays were used to calculate the tibial slope using three methods according to the chosen tibial axis (anterior cortical, proximal tibia Dejour and Bonnin, posterior cortical). The values of the tibial slopes were captured on Excel and analyzed with the Stata version 15 software.

Results: The averages of the tibial slope measured in group 1 were 16.40 degrees depending on the anterior cortical; 12.54 degrees on the anatomical axis of Dejour and Bonnin and 8.92 degrees on the posterior cortical. The averages in group 2 were 13.37 degrees depending on the anterior cortical; 9.80 degrees on the anatomical axis of Dejour and Bonnin and 6.96 degrees according to the posterior cortical. Comparative analysis between the tibial slopes of group 2 and those of group 1, shows a statistically significant increase in tibial slope for the three tibial slopes.

Conclusion: It appears from these results that the value of the tibial slope is correlated with the break of the ACL. This is a fundamental consideration in ligament surgeries, but also in any knee surgery.

1. Introduction

Les lésions ligamentaires du genou représentent une pathologie fréquente. Parmi les différentes ruptures ligamentaires, celle du ligament croisé antérieur (LCA) reste de loin la lésion la plus commune. Cette rupture du LCA se produit généralement lors d'une réception de saut ou au cours d'un pivot rotatoire [1,2]. Le risque lésionnel peut être augmenté par des facteurs intrinsèques et/ou extrinsèques [3]. Si les facteurs extrinsèques peuvent être modifiés, il n'en est pas de même pour les facteurs intrinsèques [4,5]. L'étude anatomique et biomécanique du genou dans la littérature révèle deux facteurs intrinsèques principaux nuisibles au ligament croisé antérieur :

- l'échancrure intercondylienne constituant l'environnement ostéo-cartilagineux du ligament croisé antérieur et,
- la pente tibiale qui favorise la subluxation tibiale antérieure et s'oppose ainsi à la résistance du ligament croisé antérieur.

Leur signification clinique reste difficile à interpréter tant les résultats de la littérature sont contradictoires.

La pente tibiale désigne l'inclinaison des plateaux tibiaux dans le plan sagittal. Une pente tibiale très importante serait un facteur intrinsèque impliqué dans les ruptures du LCA. Ainsi, plus de recherches sont nécessaires pour déterminer l'influence réelle des facteurs anatomiques comme une pente tibiale [6].

Nous avons réalisé une étude anatomo-radiologique comparative de la pente tibiale se fondant sur des

mesures précises, reproductibles et pratiques. Le but de cette étude était de déterminer, par rapport à une population témoin, si une augmentation de la pente tibiale était un facteur de risque de rupture du LCA. A partir de ces résultats, nous avons pu en souligner l'intérêt pour individualiser les genoux dits à risque et son impact sur la chirurgie du genou en général et en particulier celle du ligament croisé antérieur.

2. Matériels et Méthodes

Il s'agit d'une étude transversale descriptive, sur des données rétrospective sur un an. Soixante quatre (64) patients répartis en deux groupes de trente deux (32) ont été inclus. Le premier groupe dénommé groupe 1 du service de chirurgie orthopédique et traumatologique du Centre Hospitalier de l'Ordre de Malte (CHOM) de Dakar était constitué de 32 patients ayant une rupture du LCA. Tous les patients du groupe 1 avaient eu une imagerie par résonance magnétique (IRM) de confirmation de la rupture du LCA ainsi qu'une reconstruction du LCA sous arthroscopie selon la technique DIDT (Droit Interne - Demi Tendineux). Le second groupe dénommé groupe 2 de sujets témoins du service de chirurgie orthopédique et traumatologique de l'Hôpital Aristide Le Dantec (HALD) de Dakar était constitué de 32 patients ayant consulté pour des douleurs post traumatiques du genou sans rupture du LCA ni d'atteintes méniscale et osseuse.

Pour les deux groupes, les critères de non inclusion étaient: l'hyperlaxité constitutionnelle, la torsion

importante du squelette jambier, les séquelles de traumatismes du genou et l'arthrose.

L'âge moyen dans le groupe 1 était de 27,56 ans [18-45] et celui du groupe 2 de 26,56 ans [18-41]. 90,62% du groupe 1 était du sexe masculin contre 71,88% des patients du groupe 2.

Tous les patients ont eu une radiographie de profil strict du genou prenant le tiers proximal du tibia. Nous avons toléré un décalage de 5mm entre le bord postérieur des condyles fémoraux à l'instar de Julliard qui a montré que lorsque le décalage ne dépasse pas 5mm, il n'existe pas de différence significative des mesures de la pente tibiale [7].

Nous avons mesuré la pente tibiale selon trois méthodes différentes :

- la corticale tibiale antérieure du tibia sous la tubérosité tibiale antérieure (**Fig. 1**) ;
- l'axe anatomique tibial proximal de Dejour et Bonnin : la bissectrice des corticales antérieure et postérieure de la diaphyse tibiale tracée entre 2 points, l'un à la partie inférieure de la tubérosité tibiale antérieure et l'autre 10 cm sous celle-ci (**Fig. 2**) ;
- la corticale tibiale postérieure du tibia sous sa concavité postérieure proximale (**fig. 3**).

Les mesures ont été effectuées manuellement sur les 64 clichés du genou proximal de profil à l'aide d'un goniomètre par un seul et même opérateur.



Figure 1 : Mesure de la pente tibiale selon la corticale antérieure

- a : Tangente aux sommets des bords antérieur et postérieur du plateau tibial médial et l'axe tibial
- b : Ligne joignant les sommets des bords antérieur et postérieur du plateau tibial médial
- c1 : Axe corticale tibiale antérieure sous la tubérosité tibiale
- α : Pente tibiale



Figure 2 : Mesure de la pente tibiale selon Bonnin et Dejour. c2 : Axe anatomique tibial proximal (Dejour et Bonnin)

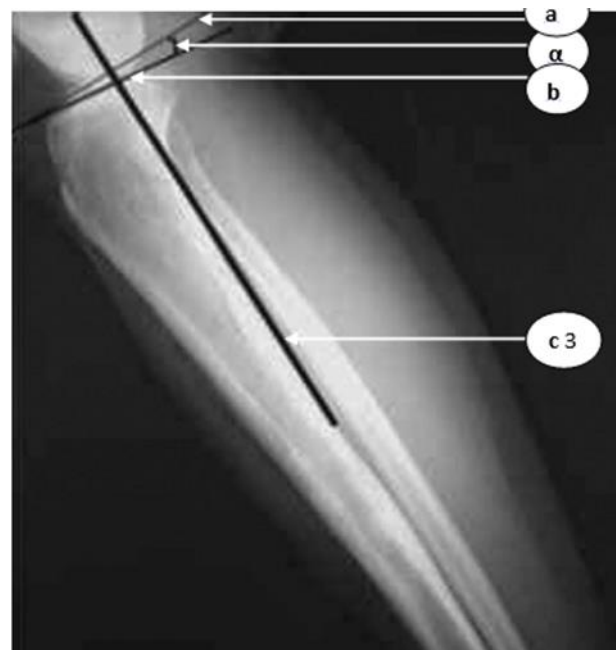


Figure 3 : Mesure de la pente tibiale selon la corticale postérieure. c3 : Axe corticale tibiale postérieure sous la concavité postérieure proximale

L'analyse des données a été réalisée en utilisant le logiciel Stata version 15. Le t test de Student a été utilisé pour comparer les valeurs moyennes obtenues dans les deux groupes. Une régression logistique univariée a été réalisée afin d'évaluer la corrélation de la pente tibiale et la rupture du LCA. Une valeur $p < 0,05$ était considérée comme significative.

3. Résultats

L'étude de la pente tibiale en fonction de la méthode de mesure montre que les valeurs de la pente tibiale diffèrent selon la méthode utilisée pour la mesure. La statistique descriptive des différentes pentes tibiales des deux groupes confondus est résumée dans le **tableau ci-dessous**.

Tableau I : Statistique descriptive des pentes tibiales de tous les patients

Pentes tibiales Paramètres	Pente corticale tibiale antérieure	Pente selon Dejour et Bonnin	Pente corticale tibiale postérieure
Moyenne	14,89°	11,17°	7,94°
Déviat ion standard	3,80	3,48	3,07
Maximum	22,5°	20°	18°
Minimum	7°	5°	3°
Médiane	15°	10,5°	7,5°

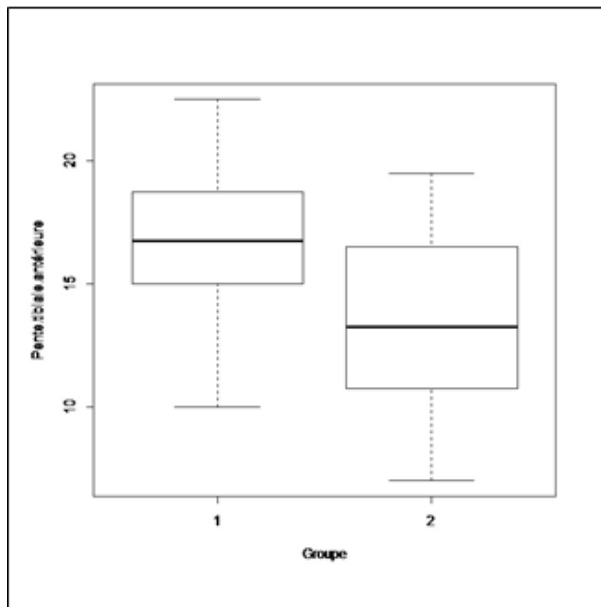


Figure 4: Box plot de la pente tibiale corticale antérieure en fonction du groupe

Les valeurs de la pente tibiale varient en fonction du groupe et du repère utilisé. Celles du groupe 1 étaient statistiquement plus élevées, par rapport aux valeurs de la pente tibiale du groupe 2. Les moyennes des différentes pentes tibiales en fonction du groupe sont représentées par des box plots (**Fig. 4, 5 et 6**).

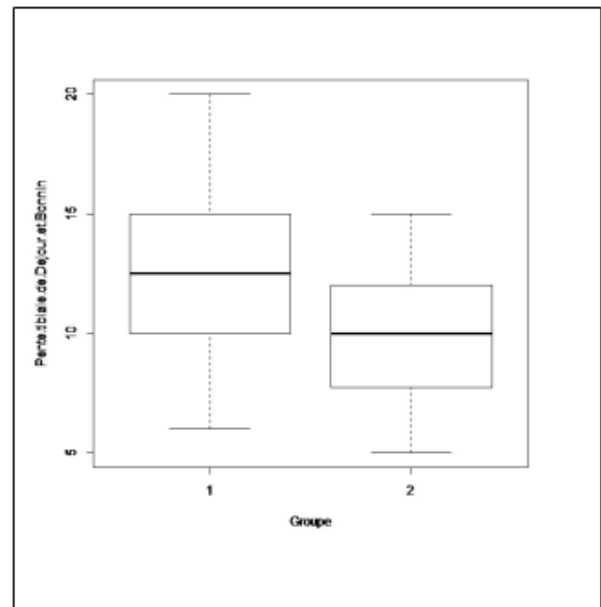


Figure 5: Box plot de la pente tibiale de Dejour et Bonnin en fonction du groupe

Les moyennes de la pente tibiale dans le groupe 1 ont été de 16,40° IC [15,16 ; 17,64] selon la corticale antérieure ; 12,54° IC [11,26 ; 13,83] selon Dejour et Bonnin et ; 8,92° IC [7,66 ; 10,18] selon la corticale postérieure. Les moyennes de la pente tibiale dans le groupe 2 ont été de :

- 13,37° IC [12,80 ; 14,66] selon la corticale antérieure ;
- 9,80° IC [8,78 ; 10,83] selon Dejour et Bonnin;
- et 6,96° IC [6,15 ; 7,78] selon la corticale postérieure.

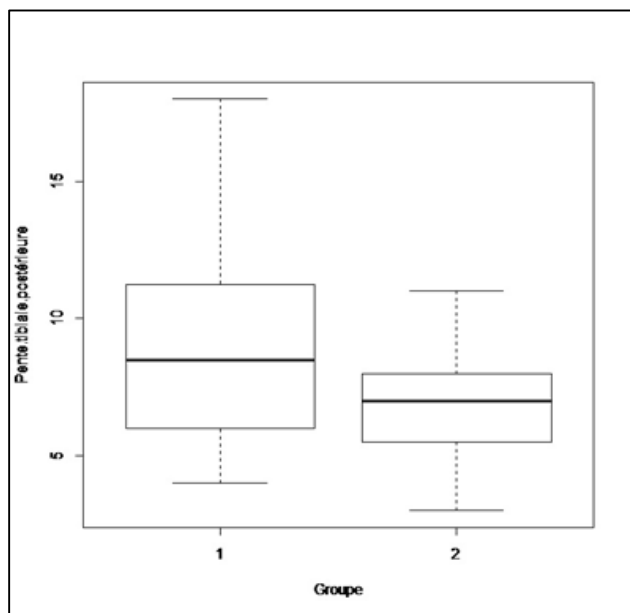


Figure 6: Box plot de la pente tibiale corticale postérieure en fonction du groupe

Selon la valeur de la pente tibiale antérieure, être dans le groupe 2 diminue de 0,24 le risque de faire une rupture du LCA et ce résultat est statistiquement significatif ($P < 0,003$). Selon la valeur de la pente tibiale de Dejour et Bonnin, être dans le groupe 2 diminue de 0,26 le risque de faire une rupture du LCA ($P < 0,003$) et ; selon la valeur de la pente tibiale postérieure, être dans le groupe 2 diminue de 0,23 le risque de faire une rupture du LCA ($P < 0,016$).

L'analyse uni variée n'a pas retrouvée de relation statistiquement significative entre la rupture du LCA et les caractéristiques telles que l'âge, le sexe, le côté atteint.

4. Discussion

Notre étude a montré qu'une pente tibiale élevée jouait un rôle important en augmentant statistiquement le risque de rupture du LCA.

L'influence réelle des facteurs anatomiques comme une pente tibiale élevée, une échancrure inter condylienne étroite, un LCA de petit volume ou un petit plateau tibial médial a déjà fait l'objet de quelques études. Leur signification clinique reste difficile à interpréter tant les résultats de la littérature sont contradictoires.

En fonction de la valeur de la pente tibiale et du groupe, nous avons défini un risque de survenue de la rupture du LCA et, nous avons confronté nos résultats à ceux de la littérature à travers les études encore peu nombreuses sur le sujet. Il ne s'agit pourtant pas d'une notion récente ; les premières mesures ont été faites sur des pièces anatomiques de tibia et Titze [8] en 1951, a été le premier à réaliser une étude radiologique.

Nous avons retrouvé une pente tibiale statistiquement plus élevée dans le groupe avec une rupture du LCA comparativement au groupe avec un LCA intact. Ces résultats concordent avec ceux de la littérature comme l'indique le tableau ci-dessous.

Une pente tibiale élevée augmentait statistiquement le risque de rupture du LCA. Dans notre série tout comme dans celles de Cururulo [11] et Riahi [9], les résultats obtenus sont similaires avec une corrélation de la pente tibiale élevée (pente corticale antérieure ou pente selon Dejour et Bonnin ou pente corticale postérieure) et la survenue de la rupture du LCA.

Cependant, Ben Hamida [10] note que cette différence est significative seulement pour la pente tibiale postérieure ($p = 0,033$), alors qu'elle ne l'est pas pour les pentes moyenne et antérieure.

D'autres auteurs par contre n'ont pas retrouvé de lien entre la pente tibiale et la rupture du ligament croisé antérieur. Meister [13] n'a trouvé aucune corrélation entre la pente tibiale et le risque de rupture du LCA. Todd [14] a constaté qu'une augmentation de la pente tibiale était un facteur de risque possible chez les femmes, mais pas chez les hommes. Si une augmentation de la pente tibiale conduit à une translation antérieure du tibia au repos, deux études ont montré que cela n'augmentait pas les contraintes du LCA [15,16]. Ces deux études ont cependant été effectuées avec des méthodes discutables. En effet, la modification de la pente tibiale a été évaluée après une ostéotomie d'ouverture ce qui ne correspond pas réellement à l'effet d'une augmentation de la pente

tibiale sur un genou intact. Il a aussi été suggéré que le plateau tibial était morphologiquement trop complexe pour être défini par un seul angle [17].

Tableau II: Moyennes des pentes tibiales du groupe 1 et 2 selon les auteurs

Pentes tibiales Auteurs	Pente corticale tibiale antérieure		Pente selon Dejour et Bonnin		Pente corticale tibiale postérieure	
	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 1	Groupe 2
Notre étude	16,40°	13,37°	12,54°	9,80°	8,92°	6,96°
N. Riahi [9]	16,52°	13,88°	12,88°	10,40°	9,27°	7,65°
Ben Hamida [10]	13,46°	14,20	10,80	11,20°	7,06°	8,80
Cururulo [11]	13,36°	11,51°	11,49°	8,73°	9,06°	6,18°
Sonnery-Cottet [12]	–	–	–	–	10,10°	7,52°

Sonnery-Cottet [12] en utilisant un modèle uni varié retrouvait que la pente tibiale postérieure et la taille de l'échancrure (Notch Width Index : NWI) étaient corrélées avec le taux de rupture du LCA. En effet, avec la régression logistique, la pente tibiale postérieure et le NWI apparaissent comme des facteurs de risque de rupture du LCA ($p = 0,006$ et $p < 0,01$, respectivement). Il en conclut qu'une pente tibiale élevée ($> 10,5^\circ$) et/ou une échancrure étroite ($NWI < 0,21$) sont des facteurs de risque de rupture du LCA, 80 % des patients dans le groupe LCA rompu avaient un ou deux facteurs de risque présents. Justin M. Webb [18] met autrement en évidence l'influence de la pente tibiale dans la survenue de la rupture du LCA. Il a mené une étude de cohorte prospective sur la pente tibiale et la rupture itérative du LCA. Cette étude portait sur 200 patients ayant une rupture isolée du LCA et qui ont subi une reconstruction primaire par DI-DT. Cinquante patients ont eu soit une rupture itérative ou une rupture du LCA controlatéral. La moyenne de la pente tibiale postérieure de ceux qui ont une rupture itérative du LCA est de $9,9^\circ$ contre $8,5^\circ$ pour ceux sans lésion ($P = 0,001$). La pente tibiale postérieure moyenne pour ceux qui ont à la fois une rupture itérative et une rupture du côté controlatéral est de $12,9^\circ$.

Il est admis qu'une subluxation tibiale antérieure s'oppose à la résistance du ligament croisé antérieur et donc, lui est nuisible. Pour Toanen [19], la valeur de la pente tibiale était corrélée à la translation

tibiale antérieure en appui monopodal (Spearman $r = 0,35$, $p < 0,001$) et aux radiographies dynamiques (Spearman $r = 0,35$, $p < 0,001$). La pente tibiale est augmentée chez les patients opérés d'une rupture du LCA par rapport à la population normale [19].

Bien que la plupart des études [9-10-11-12-18-19] concluent à une corrélation entre une pente tibiale élevée et le risque de rupture du LCA, aucune n'a établi une valeur seuil de la pente prédisposant cette rupture. La complexité des facteurs pouvant aboutir à la rupture du LCA ainsi que le type d'étude pourraient en être la cause. Nous avons défini le risque de la survenue de la rupture en fonction de l'appartenance aux groupes. Ainsi, quel que soit la pente tibiale, être dans le groupe 2 diminue de 0,23 le risque de faire une rupture du LCA, toute chose étant égale par ailleurs. Justin M. Webb notait qu'une augmentation de la pente tibiale postérieure est associée à un risque élevé d'une rupture itérative du LCA après sa reconstruction et, le risque est plus élevé (multiplié par 5) pour ceux qui ont une pente tibiale postérieure $> 12^\circ$ [18].

Notre étude a montré qu'une pente tibiale élevée prédisposait à une rupture du ligament croisé antérieur et cette donnée est à considérer dans toute chirurgie du genou. Plusieurs auteurs ont étudié l'effet de la correction de la pente tibiale lors des ligamentoplasties. Dejour [20] a constaté que l'association d'une ostéotomie tibiale de déflexion et d'une ligamentoplastie pour une laxité antérieure chronique permet d'obtenir de meilleurs résultats. Bonin [21] a montré que l'intervention combinée de

reconstruction du ligament croisé antérieur associée à une ostéotomie tibiale de valgisation, a permis de stabiliser l'évolution arthrosique et le plus souvent d'obtenir un genou stable et satisfaisant. Neyret [22] et Bonnin [23] recommandent un bilan pré-opératoire radiologique comportant un cliché de genou de profil en appui monopodal dans le but d'apprécier l'importance de la laxité antérieure et la valeur de la pente tibiale. Il existe une corrélation significative entre la correction de la pente tibiale postérieure et la correction de la translation tibiale antérieure. Une ostéotomie tibiale de déflexion par voie interne associée à une greffe du LCA est recommandée [20, 22, 24]. L'indication doit se faire chez un patient instable avec peu d'arthrose, une translation tibiale antérieure différentielle de plus de 10 mm et une pente tibiale postérieure de plus de 13°. On soulage ainsi le transplant et on limite l'effet guillotine en extension sur la greffe.

La pente tibiale est une donnée fondamentale à prendre en considération aussi dans les ostéotomies tibiales de valgisation associées ou non à une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur. Modifier la pente tibiale en l'augmentant au cours d'une ostéotomie expose à une détérioration secondaire du ligament croisé antérieur ou du greffon. Brouwer [25] confirme le risque accru de modification de la hauteur patellaire et de la pente tibiale en cas d'OTV par addition. Un abaissement patellaire et une augmentation de pente tibiale accroissent les difficultés opératoires en cas de reprise pour prothèse totale du genou. De plus, en cas de rupture du ligament croisé antérieur, une pente excessive augmente la translation tibiale à la marche et peut accélérer la dégradation du genou. En cas d'OTV par addition, afin de limiter ce risque, le trait d'ostéotomie doit être parallèle à l'interligne articulaire, l'ouverture doit être identique en avant et en arrière et la plaque doit être suffisamment postérieure.

Il y a des faiblesses à notre étude :

- la non prise en compte du deuxième facteur intrinsèque principal c'est à dire la taille de l'échancrure intercondylienne ;
 - l'absence d'IRM dans le groupe témoin pour exclure la rupture du LCA ;
 - la non prise en compte de toutes les pentes tibiales.
- Le cliché permettant la mesure des autres pentes tibiales (l'axe anatomique tibial long et l'axe fibulaire long) n'est pas toujours réalisable en

pratique quotidienne. En effet, il s'agit d'une étude rétrospective et pour ce fait, on s'est limité dans l'étude radiologique sur les méthodes applicables sur une radiographie de profil strict visualisant le tiers proximal du tibia, puisque cette incidence fait partie du bilan radiologique des patients consultant pour un problème du genou.

5. Conclusion

Il existe une corrélation entre une pente tibiale élevée et la rupture du ligament croisé antérieur. Quel que soit la pente tibiale, être dans le groupe 2 diminue d'au moins 0,23 le risque de survenue de la rupture du LCA. C'est une donnée fondamentale à prendre en considération dans toute chirurgie du genou, en particulier lors des plasties ligamentaires afin de diminuer le risque de rupture itérative du transplant. Cette étude présente, par ailleurs, un intérêt pour la prévision du risque de rupture du LCA (ce risque pouvant être évalué, notamment chez les sportifs). Les études futures doivent s'intéresser non pas uniquement à la pente tibiale mais conjointement à tous les facteurs intrinsèques afin d'en déterminer le principal.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

6. Références

1. Boden BP, Dean GS, Feagin Jr JA, Garrett Jr WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 2000; 23:573-8.
2. Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewitt TE. Non-contact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *J Am Acad Orthop Surg*, 2010; 18:520-7.
3. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, et al. Understanding and preventing non contact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting. *Am J Sports Med*, 2006; 34:1512-23.
4. Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, et al. The association between posterior inferior tibial slope and anterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy*, 2006; 22: 894-9.
5. Tillman MD, Smith KR, Bauer JA, et al. Differences in three intercondylar notch geometry indices between males and females: a cadaver study. *Knee*, 2002; 9:41-6.

6. Shultz SJ, Schmitz RJ, Nguyen AD. Research retreat IV: ACL injuries: the gender bias: April 3-5, 2008 Greensboro, NC. *J Athl Train*, 2008;43:530-1.
7. Julliard R, Genin P, et al. The median functional slope of the tibia. Principle. Technique of measurement. Value. *Interst. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1993; 79(8): 625-34.
8. Titze A. Die variationen der neigung der schienbeinkopfgelenkfläche. *Z Orthop chir*, 1951; 1:436-44.
9. Riahi N. Pente tibiale et rupture du ligament croisé antérieur. Thèse Méd, Rabat ; 2008, N°77
10. Ben Hamida F, Mourali S, Ben Lakhdar Z, Hadjsalah M. Influence des facteurs intrinsèques anatomiques dans la rupture du ligament croisé antérieur : étude anatomoradiologique comparative. *Journal de Traumatologie du Sport* 25, 2008 ; 144-147.
11. Cururulo T, Chambat P. La pente tibiale et l'échancrure intercondylienne dans les ruptures du ligament croisé antérieur. Thèse de Méd, Lyon ; 2005.
12. Sonnery-Cottet B, Archbold P, Cucurulo T, Fayard JM, Bortolletto J, Thaanat M, Prost T, Chambat P. Influence de la pente tibiale et de la taille de l'échancrure intercondylienne dans la rupture du ligament croisé antérieur. *Journal de Traumatologie du Sport*, 2014 ; 31, 54-57.
13. Meister K, Talley MC, Horosdyski MB, et al. Caudal slope of the tibia and its relationship to noncontact injuries to the ACL. *J Knee Surg*, 1998; 11:217-9.
14. Todd MS, Lalliss S, Garcia E, DeBerardino TM, Cameron KL. The relationship between posterior tibial slope and anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*, 2010;38:63-7.
15. Fening SD, Kovacic J, Kambic H, et al. The effects of modified posterior tibial slope on anterior cruciate ligament strain and knee kinematics: a human cadaveric study. *J Knee Surg*, 2008; 21:205-11.
16. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med*, 2004; 32:376-82.
17. Simon RA, Everhart JS, Nagaraja HN, Chaudhari AM. A case-control study of anterior cruciate ligament volume, tibial plateau slopes and intercondylar notch dimensions in ACL-injured knees. *J Biomech* 2010; 43:1702-7.
18. Justin M. Webb, Lucy J. Salmon, Etienne Leclerc, Leo A. Pinczewski and Justin P. Roe. Posterior Tibial Slope and Further Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Patient. *Am J Sports Med*, 2013; Vol. 41, No. 12
19. Cécile Toanen, Mo Saffarini, Guillaume Demey, David Dejour. Corrélation entre pente tibiale, laximétrie et lésions méniscales dans les ruptures du ligament croisé antérieur. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, 2015 ; 101(7):S208.
20. Dejour D, Khun A. Ostéotomie tibiale de déflexion et laxité chronique antérieure à propos de 22 cas. *Rev Chir Orthop*, 1998 ; 84(Suppl 2) : 28-29.
21. Bonin N, Aït Si Selmi T, Dejour H, Neyret Ph. Association reconstruction du LCA et ostéotomie à 11 ans de recul. Congrès annuel de la SOFCOT 2001.
22. Dejour H, Neyret P, et al. Absence congénitale bilatérale du ligament croisé antérieur et du ménisque interne du genou. *Rev Chir Orthop*, 1990; 76: 329-332.
23. Bonnin M, Carret J.P, Dimnet J, Déjour H. The weight bearing knee after ACL rupture : an in vitro biomechanical study. *Knee Surg Sport Taumatol Arthroscopy*, 1996; 3:245-51.
24. Neyret P, Zuppi G, Aït Si Selmi T. Tibial deflexion osteotomy. *Operatives Techn Sports Med*, 2000; 8: 61-6.
25. Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Koeveeringe AJ, Verhaar JA. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after high tibial osteotomy. The open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br*, 2005; 87: 1227-32.