Reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) : incidences du choix du greffon sur la proprioception du genou

Autor(en): **Kerkour, Khelaf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Fisio active**

Band (Jahr): **38 (2002)**

Heft 3

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-929608

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA): Incidences du choix du greffon sur la proprioception du genou

Khelaf Kerkour, M.C.M.K. Physiothérapeute-chef, Hôpital Régional, 2800 Delémont

(Communication présentée lors des 1ères Journées Internationales Strasbourgeoises de Chirurgie du Genou et de Traumatologie du Sport: Strasbourg: 13 et 15 septembre 2001).

Mots clés:
Genou – LCA – Proprioception – Greffon

A partir d'une recherche de la littérature nous avons analysé les répercussions des plasties: au tendon rotulien (TR), au fascia-lata (TFL), au droit interne et demi-tendineux (DI-DT) sur la proprioception du genou (sens de la position et du mouvement articulaire). Si la chirurgie semble améliorer la sens de la position articulaire, elle n'a aucune influence sur la restauration de la sensation du mouvement. La récupération de la proprioception peut être améliorée par le port d'une genouillère, d'une contention adhésive collée (tape), l'utilisation de vibrations tendineuses, ou de techniques de rééducation recréant les images mentales du mouvement. Les techniques de renforcement musculaire et la reprogrammation neuromotrice améliorent la stabilité du genou mais pas la proprioception. Actuellement les procédures chirurgicales de reconstruction du LCA se focalisent plus sur les problèmes de biomécanique et devraient avoir plus de considération sur sa fonction neurosensorielle (ex: LCA possède 90 pour-cent de mécanorécepteurs et 10 pour-cent de terminaisons libres, à l'inverse le tendon rotulien possède 10 pour-cent de mécanorécepteurs et 90 pour-cent de terminaisons libres). Aucune reconstruction ne peut recréer les mécanorécepteurs du LCA.

ABSTRACT

From a review of the literature we analysed the repercussions of the plasties of ACL: using grafts with: the patellar tendon (TR), fascia-lata (TFL), and hamstrings (semitendinosus and gracilis) on the proprioception of the knee (joint position sense and kinesthesia of the movement). If the surgery seems to improve the joint position, she has any influence on the restoration of the kinesthesia. The recovery of the proprioception can be improved by wearing a brace, a tape, utilisation of tendinosus vibrations, and techniques of rehabilitation recreating the mental images of the movement. The techniques of muscular reinforcement improve the stability of the knee but not the proprioception. Currently the surgical procedures of reconstruction of the LCA are focused more on the problems of biomechanics and should have more consideration on its neurosensory function (ex: ACL has 90 per cent of mechanoreceptors and 10 per cent of free nerves, however the patellar tendon has 10 per cent of mechanoreceptors and 90 per cent of free nerves). No reconstruction of ACL can recreate the mechanoreceptors of the LCA.

Keywords: knee – ACL – Proprioception – Graft

INTRODUCTION

Les reconstructions les plus fréquentes du LCA utilisent soit: le tendon rotulien (TR), le fascia-lata (TFL), le droit interne et demi-tendineux (DI-DT). Chaque technique a ses partisans et ses indications. Ces ligamentoplasties ont-elles des répercussions sur la proprioception du genou?

La proprioception et la reprogrammation neuromotrice sont des notions distinctes à envisager en rééducation. Ces deux notions font appel à une évaluation et à une prise en charge différentes. La sensibilité proprioceptive nous permet de décrire et ainsi de connaître la position de notre corps dans l'espace ou de nos membres par rapport au corps. Elle exprime la sensation du mouvement (Joint Position Sense) ou sa direction (sens kinesthésique) et doit s'évaluer sur un mode passif et/ou actif [1, 2].

La proprioception peut être modifiée par différents paramètres: âge [3, 4, 5], arthrose [6, 7, 8, 9] lésion ligamentaires/musculaires ou tendineuses [1], prothèse [9, 10], anesthésie [11], douleur, fatigue [12], instabilité, épanchement articulaire [13], sexe [14].

Dans le cadre particulier du croisé antérieur divers travaux analysent les répercussions de sa lésion et de sa reconstruction sur la proprioception du genou [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26].

TESTS D'ÉVALUATION DE LA PROPRIOCEPTION DU GENOU

1. Mode actif *(figure 1):* Le sujet est assis sur une table d'examen, sans contact de la face postérieure du genou avec la table. Les yeux sont fermés. L'examinateur place lentement et passivement le membre sain dans une position de flexion du genou (60-15-0) puis demande au sujet de replacer activement son genou lésé dans la même position que son genou sain. Puis on mesure la différence articulaire entre les deux genoux *(figure 2).*

2. Mode passif: Même position que pour le test actif. L'examinateur place lentement et passivement le membre sain dans une position de flexion du genou (60-15-0) puis déplace passivement, à vitesse lente, le segment jambier lésé (prise malléolaire) vers la même position que le genou sain. Lorsque le sujet perçoit qu'il se trouve dans la même position que le genou sain on stoppe, puis on mesure la différence goniométrique entre les deux genoux.

Pour Friden [27] les tests ont une meilleure reproductibilité à 20° de flexion du genou. Borsa [28] montre que lors des tests, le déficit est plus sensible vers 15° d'extension et en déplaçant le segment jambier de la flexion vers l'extension. Good [29] teste la proprioception en position debout, en charge. Il obtient une «overestimation» des deux côtés. Pour lui, les signaux afférents qui sont compromis par une lésion aiguë du LCA sont insignifiants comparés aux signaux afférents fournis par les autres articulations et les récepteurs des muscles.

Figure 1: Exemple de test actif de proprioception. Le sujet est assis sur une table d'examen, sans contact de la face postérieure du genou avec la table. Les yeux sont fermés. L'examinateur place lentement et passivement le membre sain dans une position de flexion du genou (entre 30 et 60°) puis demande de replacer activement son genou lésé dans la même position que son genou sain.

Figure 2: On note la différence articulaire entre les deux genoux. (Conparaison de hauteur des talons.)

Les récepteurs de la proprioception au niveau du LCA

Les récepteurs de la proprioception sont soit cutanés, articulaires (type I, II, III, IV: Ruffini, Pacini, organes tendineux de Golgi, terminaisons libres), musculaires (I, Ia,Ib). La réponse caractéristique des mécanorécepteurs est leur adaptation (vitesse lente-rapide, accélération-décélération, changement de direction ou au degré de tension...). Leur réponse est maximale aux amplitudes articulaires extrêmes, au genou la rotation externe accentue la décharge des mécanorécepteurs.

Au niveau du LCA, Schultz [30] est un des premiers à identifier la présence de mécanorécepteurs dans le LCA humain. Il suggère la possibilité d'un rôle proprioceptif pour le LCA. Trois structures nerveuses distinctes peuvent être identifiées [31]: corpuscules et terminaisons de Ruffini, des organes tendineux de Golgi et des corpuscules de Pacini (les plus nombreux), ainsi que quelques terminaisons nerveuses libres. La majorité des structures nerveuses sont localisées dans le tissu synovial ou enfermées dans les structures endothéliales et, constituent 1% du total de la surface ligamentaire [32]. Les insertions tibiales et fémorales ont les plus grandes densités de récepteurs comparativement à la partie moyenne. Un petit contingent de récepteurs type Golgi sont trouvés également sur la surface du ligament [33]. Raunest [34] montre que les mécanorécepteurs du LCA ont des afférences avec les muscles de la cuisse (rôle d'inhibition antalgique de la contraction musculaire en cas de douleurs ou de lésion). En cas de lésion du LCA, la perturbation de la proprioception est plus à attribuer à la lésion ligamentaire qu'à l'atrophie musculaire.

Caractéristiques des greffons utilisés dans la reconstruction du LCA

1. Tendon rotulien

Il est une partie principale de l'appareil extenseur du genou. Il possède quelques mécanorécepteurs (~10 pour cent). Le site de prélèvement peut présenter des douleurs, une fragilisation qui peuvent aggraver la perturbation de la proprioception. Dans ce contexte, ce type de plastie ne devrait pas être utilisée chez un patient présentant déjà en préopératoire une morphologie en flexum important ou des douleurs fémoropatellaires.

Fremerey [18, 19] compare la proprioception préopératoire à 3, 6 mois et à 3, 9 ans, par chirurgie arthroscopique versus ciel ouvert. En préopératoire, il existe une différence significative dans les deux groupes comparativement au côté sain. A 6 mois les deux groupes montrent une restitution de la proprioception en flexion et extension totale. En position moyenne la proprioception n'a pas pu être restaurée. A 3, 9 ans le déficit documenté en position moyenne persiste encore. Il n'y a pas de différence sur la proprioception, les résultats cliniques et la stabilité entre chirurgie par voie arthroscopique ou à ciel ouvert. Une corrélation importante est trouvée entre le degré de satisfaction du patient et la perturbation de la proprioception (la rééducation seule ne pouvant restaurer la proprioception).

Valeriani [25] compare les patients avant chirurgie, puis après chirurgie arthroscopique. En préopératoire, tous les patients ont une diminution significative de leur proprioception. La reconstruction arthroscopique améliore la proprioception mais pas la conduction somato-sensorielle centrale. La perte des mécanorécepteurs peut être suivie par des modifications du système nerveux central qui ne peuvent être compensées par les autres structures nerveuses.

A l'inverse du LCA, le tendon rotulien possède 90 pour-cent de terminaisons libres et 10 pour-cent de mécanorécepteurs.

2. Le DIDT:

Droit interne: Muscle de la patte d'oie, il est adducteur de hanche et rotateur interne du genou. Il contrôle le valgus du genou (stabilisateur du compartiment interne) et décélérateur de la rotation externe (travail en mode excentrique en chaîne cinétique fermée).

Demi-tendineux: C'est un muscle du groupe des ischios-jambiers. Il est extenseur pour la hanche. Au niveau du genou il fait partie avec le DI des muscles de la patte d'oie et possède la même fonction. Comme son nom l'indique, la moitié du muscle est du tendon.

Remarque: Ces deux muscles ont un rôle proprioceptif très important (présence de nombreux mécanorécepteurs tendineux et musculaires). La patte d'oie a un rôle fonctionnel capital au niveau du genou en relation avec la hanche puisque nous avons un extenseur de hanche le DT, un adducteur le DI et un fléchisseur le Sartorius (couturier).

Nous comprenons très bien sur le plan de la fonction proprioceptive active et/ou passive l'effet délétère, à moyen terme de l'utilisation de ce type de greffon. Ce type de plastie ne devrait pas être utilisée chez un patient présentant une morphologie en genu-valgum importante.

Spicer [35] montre la présence de douleurs antérieures du genou après reconstruction au DIDT car 50 pour-cent des patients ont des perturbations de la sensibilité sur la partie antérieure du genou, dont 86 pour-cent de ceux là montrent un changement dans la distribution sensitive de la branche infra géniculée de la saphène; ce qui entraîne des troubles de la proprioception.

Ochi [36] détecte autant de potentiels évoqués somatosensoriels dans tous les ligaments reconstruits (recul postopératoire de 18 mois) par DIDT que chez les sujets sains. Ces potentiels étaient détectables dans seulement 15/32 cas dans le groupé lésé, non reconstruits. La reconnaissance de la position articulaire dans 17/32 genoux augmente de façon significative. Il semblerait qu'il existe une réinnervation sensorielle lors de la reconstruction d'un LCA humain au DIDT.

Nous savons que les ischios-jambiers sont les protecteurs du LCA. Limbird [37], Solomonow [38] soulignent l'importance de ces muscles dans la compensation d'une déficience du LCA et suggère que sacrifier ces tendons soit une grave erreur, tant pour la rééducation que pour la proprioception.
Dans un article récent, Tsuda [39] en stimulant électivement le LCA, montre l'existence d'un arc réflexe, afférent et efférent, entre le LCA et les ischios-jambiers (biceps fémoral et demi-tendineux). Cet arc réflexe disparaît après anesthésie du genou. Il souligne qu'actuellement les procédures chirurgicales de reconstruction du LCA se focalisent plus sur des problèmes de biomécanique et ont moins de considération pour sa fonction neurosensorielle.

3. Fascia-lata
Tendu du muscle tenseur jusqu'au tubercule de Gerdy, il a un rôle de stabilisateur au niveau de la hanche, mais surtout au niveau du contrôle du valgus du genou. Aucune étude n'analyse l'existence de mécanorécepteurs au niveau du fascia-lata. Sa fonction stabilisatrice lui confère certainement moins de rôle proprioceptif au niveau du genou que les autres muscles à caractéristique à la fois statique et dynamique.
Ce type de plastie ne devrait pas être utilisée chez un patient présentant une morphologie en genu varum importante.
«Aucune reconstruction ligamentaire ne peut recréer les propriocepteurs du LCA [40].»

AMÉLIORATION DE LA PROPRIOCEPTION PAR LES TECHNIQUES DE RÉÉDUCATION *(figures 3, 4 et 5)*

Le bandage élastique (contention adhésive et/ou genouillère).
Divers travaux montrent qu'il est possible d'améliorer jusqu'à 40 pour-cent la proprioception passive et/ou active par la prescription d'une genouillère élastique chez un sujet présentant des troubles de la proprioception [41, 42, 43, 44, 45]. Risberg [46] étudie à deux ans postopératoire la proprioception de genoux reconstruits par test passif à 15° de flexion, avec et sans genouillère. Il ne retrouve pas d'amélioration significative. Cependant, il aurait été plus utile d'étudier la proprioception également sur un mode actif. Il est à noter qu'une ponction articulaire dans le cas d'un épanchement améliore la proprioception sur un mode passif mais pas actif [13]. D'où l'importance d'avoir toujours un genou «sec» pour favoriser la proprioception passive mais également éviter l'amyotrophie [47].
L'assistance vibratoire tendineuse: la vibration d'un tendon entre 70 et 100 hz (sans contrôle de la vue), entraîne une sensation d'allongement du muscle correspondant à une illusion du mouvement (sensation dans le sens opposé du mouvement). Cette technique est bien connue de la part des kinésithérapeutes.
Image mentale du mouvement: comme préconisé dans certaines techniques de rééducation (ex: méthode de Feldenkrais), nous demandons au sujet, les yeux fermés, de recréer mentalement des images de sensations de mouvement ou de position articulaire (utilisation de patins à roulettes, skate ballon...). Les descendeurs professionnels au ski connaissent bien cette technique qui consiste, avant le départ, à leur demander de «voir» leur descente et d'imaginer les différentes portes à franchir.

LA REPROGRAMMATION NEUROMOTRICE

Elle a pour but final de placer le patient dans les conditions d'informations sensorielles propres au déclenchement et à l'exécution de ses principaux programmes moteurs (tableau I).
Par la stimulation des récepteurs (articulaires, musculaires et cutanés), le sujet va passer par une étape d'apprentissage, puis d'anticipation avant automatisation du geste.
Les muscles doivent se trouver dans un état de vigilance préalable afin d'être en mesure d'éviter les effets nocifs d'un changement brutal d'exécution du geste. Ceci fait entrer en ligne de compte la notion bien connue de «raideur musculaire active» avec phénomène d'anticipation.
Elle permet un développement du potentiel neuromusculaire et, sans être une finalité, constitue néanmoins une étape souvent obligatoire [48]. Elle doit être adaptée à la technique thérapeutique retenue, à l'objectif moteur du patient et aux délais de cicatrisation.

Figure 3: Amélioration de la proprioception par l'utilisation d'une genouillère élastique.

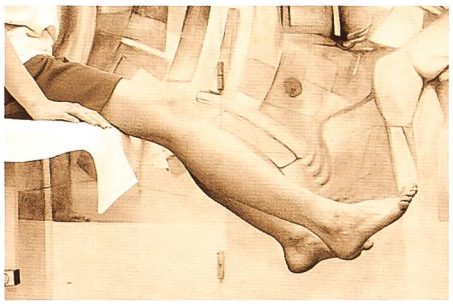
Figure 4: Noter la différence de position articulaire entre les deux genoux (par contrôle de hauteur des deux talons).

Figure 5: Amélioration par la pose d'une contention adhésive élastique.

Il a été mis en évidence que le temps de contraction à visée protectrice [49] d'un muscle à la suite d'une information venant d'un récepteur proprioceptif est trop long (huit à dix fois supérieur) pour protéger l'articulation. Pour Fitzgerald [50] un traitement de rééducation à visée neuromotrice (perturbation training) diminue les risques d'épisodes d'instabilité du genou. Jerosch [21] a bien montré que les capacités proprioceptives d'un genou opéré sont significativement réduites 6.42 semaines après la reconstruction du LCA. Ce déficit peut être amélioré par un programme spécifique de rééducation.

Carter [16] souligne que si la stabilité augmente avec les exercices de reprogrammation neuromotrice, la proprioception quant à elle n'est pas améliorée.

Pour Bouët [2] les exercices de renforcement musculaire augmentent la proprioception ainsi que la rééducation en charge précoce [28, 29].

Si nous voulons proposer à nos patients des exercices qui améliorent à la fois la proprioception et la reprogrammation neuromotrice, il est possible de proposer un ensemble d'exercices adaptés du tableau I, en protégeant l'articulation avec une genouillère ou une contention adhésive collée. Nous réalisons ainsi des programmes de: «rééducation neuroproprioceptive».

VITESSE D'EXECUTION	• lente • modérée • rapide
CHAINE CINETIQUE	• ouverte • semi-fermée (mono ou bipodale) • fermée (mono ou bipodale)
COURSE MUSCULAIRE	• interne • moyenne (secteur de force) • externe
MODE CONTRACTILE	• excentrique • concentrique • statique • combiné (type pliométrique par exemple)
MOTRICITE	• réflexe • automatique • volontaire (informations psycho-sensorielles)
VOIES D'INFORMATIONS SENSORIELLES	
• EXTEROCEPTIVES	• vue • ouïe (commandements verbaux ou non) • toucher (zone de contact: appui taligrade, digitigrade...)
• INTEROCEPTIVES	• vestibulaire • récepteurs articulaires • récepteurs musculotendineux

Tableau I: Principaux critères d'établissement d'un programme de reprogrammation neuromotrice du genou. La sélection est faite en tenant compte du niveau et des besoins du patient, des délais de cicatrisation, du contexte douloureux et/ou inflammatoire.

CONCLUSION

La reconstruction du LCA utilise le plus souvent comme greffon: le tendon rotulien, le droit interne/demi-tendineux, ou le fascia-lata. L'ensemble des données de la littérature montre que la lésion du LCA perturbe la proprioception du genou (sensation de position et de mouvement articulaire) et qu'aucune reconstruction ne peut la rétablir complètement. Quelle que soit la technique utilisée, il n'est pas possible de recréer la physiologie normale des propriocepteurs (mécanorécepteurs) du genou. Il faut tenir compte des lésions associées (ligamentaires, méniscales, épanchement, arthrose...), des douleurs, de l'instabilité qui peuvent augmenter le déficit de proprioception. Le choix du greffon ne doit pas également augmenter le déficit proprioceptif si ce dernier est très important en préopératoire. Il semble que la technique au DIDT soit celle la plus susceptible d'augmenter le déficit proprioceptif, puis la technique au tendon rotulien. Actuellement aucune étude n'a été faite sur l'utilisation du fascia-lata, mais son utilisation semble néanmoins être la moins délétère (surtout si la technique permet une chirurgie très précoce). Sur le plan rééducatif, l'amélioration de la proprioception peut être obtenue par l'utilisation d'un bandage élastique (genouillère ou contention adhésive), de vibrations tendineuses, et de techniques de visualisation d'images mentales du mouvement. Ceci doit être associé à une reprogrammation neuromotrice sur plans instables et à un programme de renforcement musculaire spécifique pour obtenir une véritable reprogrammation «neuroproprioceptive».

BIBLIOGRAPHIE

1. *LEPHART SM, PINCIVEIRO DM, GIRALDO JL, FU FH.* The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med 1997: 25 (1): 130–7.
2. *BOUËT V, GAHÉRY Y.* Muscular exercise improves knee position sense in humans. Neuroscience Letters 2000: 289: 143–6.
3. *BULLOCK-SAXTON JE, WONG WJ, HOGAN N.* The influence of age on weight-bearing joint reposition sense of the knee. Exp Brain Res 2001: 136 (3): 400–6.
4. *PAI YC, RYMER WZ, CHANG RW, SHARMA L.* Effect of age and osteoarthritis on knee proprioception. Arthritis Rheum 1997: 40 (12): 2260–5.
5. *KORALEWICZ LM, ENGH GA.* Comparison of proprioception in arthritic and age-matched normal knees. J Bone Joint Surg Am 2000: 82 (11): 1582–8.
6. *GARDSEN LR, BULLOCK-SAXTON JE.* Joint reposition sense in subjects with unilateral osteoarthritis of the knee. Clin Rehabil 1999: 13 (2): 148–55.
7. *PAP G, MACHNER A, AWISZUS F.* Influence of retropatellar arthrosis on the proprioceptive ability of patients with gonarthrosis. Orthopade 1998: 27(9): 619–24.
8. *WEILER HT, PAP G, AWISZUS F.* The role of joint afferent in sensory processing in osteoarthritic knees. Rheumatology 2000: 39 (8): 850–6.

9. *ISHII Y, TERAJIMA K, TERASHIMA S, BECHTOLD JE, LASKIN RS.* Comparison of joint position sense after total knee arthroplasty. J arthroplasty 1997: 12 (5): 541–5.
10. *MCCHESNEY JW, WOOLLACOTT MH.* The effect of age-related declines in proprioception and total knee replacement on postural control. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2000: 55 (11): 658–6.
11. *BARRACK RL, SKINNER HB, BRUNET ME, HADDAD RJ.* Functional performance of the knee after intraarticular anesthesia. Am J Sports Med 1983: 11(4): 258–61.
12. *LATTANZIO PJ; PETRELLA RJ, SPROULE JR; FOWLER PJ.* Effects of fatigue on knee proprioception. Clin Sports Med 1997: 7 (1): 22–7.
13. *GUIDO J, VOIGHT ML, BLACKBURN TA, KIDDER JD, NORD S.* The effects of chronic effusion on knee joint proprioception: a case study. J Orthop Sports Phys Ther 1997: 25 (3): 208–12.
14. *MARKS R, QUINNEY HA, WESSEL J.* Proprioceptive sensibility in women with normal and osteoarthritic knee joints. Clin Rheumatol 1993:12 (2): 170–5.
15. *BARRACK RL, SKINNER HB, BUCKLEY SL.* Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. Am J Sports Med 1989: 17 (1): 1–6.
16. *CARTER ND, JENKINSON TR, WILSON D, JONES DW, TORODE AS.* Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. Br J Sports Med 1997: 31 (3): 209–12.
17. *FRIDEN T, ROBERTS D, ZATTERSTROM R, LINDSTRAND A, MORITZ U.* Proprioceptive defects after an anterior cruciate ligament rupture – the relation to associated anatomical lesions and subjective knee function. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1999: 7 (4): 226–31.
18. *FREMEREY R, LOBENHOFFER P, SKUTEK M, GERICH T, BOSCH U.* Proprioception in anterior cruciate ligament reconstruction. Endoscopic versus open two-tunnel technique. A prospective study. Int J Sports Med 2001: 22 (2): 144–8.
19. *FREMEREY R, LOBENHOFFER P, ZEICHEN J, SKUTEK M, BOSCH U, TSHERNE H.* Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament: a prospective, longitudinal study. J Bone Joint Surg Br 2000: 82 (6): 801–6.
20. *FISCHER-RASMUSSEN T, JENSEN PE.* Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints. Scand J Med Sci Sports 2000: 10 (2): 85–9.
21. *JEROSCH J, PFAFF G, THORWESTEN L, SCHOPPE R.* Effects of a proprioceptive training program on sensorimotor capacities of the lower extremity in patients with anterior cruciate ligament instability. Sportverletz Sportschaden 1998: 12 (4): 121–30.
22. *PAP G, MACHNER A, NEBELUNG W, AWISZUS F.* Detailed analysis of proprioception in normal and anterior cruciate ligament deficient knees. J Bone Joint Surg Br 1999: 81 (5): 764–8.
23. *ROBERTS D, FRIDEN T, STOMBERG A, LINDSTRAND A, MORITZ U.* Bilateral proprioceptive defects in patients with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between patients and healthy individuals. J Orthop Res 2000: 18 (4): 565–71.
24. *ROBERTS D, FRIDEN T, ZATTERSTROM R, LINDSTRAND A, MORITZ U.* Proprioceptive in people with anterior cruciate ligament-deficient knees: comparison of symptomatic and asymptomatic patients. J Orthop Sports Phys Ther 1999: 29 (10): 587–94.
25. *VALERIANI M, RESTUCCIA D, DI LAZZARO V, FRANCESCHI F, FABBRICIANI C, TONALI P.* Clinical and neurophysiological abnormalities before and after reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee. Acta Neurol Scand 1999: 99 (5): 303–7.
26. *MCDONALD PB.* Proprioception in ACL deficient and reconstructed knees. Am J Sports Med 1996: 24 (6): 774–8.
27. *FRIDEN T, ROBERTS D, ZATTERSTROM R, LINDSTRAND A, MORITZ U.* Proprioception in the nearly extended knee. Measurements of position and movement in healthy individuals and in symptomatic anterior cruciate ligament injured patients. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1996: 4 (4): 217–24.
28. *BORSA PA, LEPHART SM, IRRGANG JJ, SAFRAN MR, FU FH.* The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament-deficient athletes. Am J Sports Med 1997: 25 (3): 336–40.
29. *GOOD L, ROOS H, GOTTLIEB DJ, RENSTROM PA, BEYNNON BD.* Joint position sense is not changed after acute disruption of the anterior cruciate ligament. Acta Orthop Scand 1999: 70 (2): 194–8.
30. *SCHULTZ RA, MILLER DC, KERR CS, MICHELI L.* Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histologic study. J Bone Joint Surg 1984: 66 A: 536–41.
31. *RAUNEST J, SAGER M, BURGENER E.* Proprioception of the cruciate ligaments: an mapping in an animal model. Arch Orthop Trauma Surg 1998: 118 (3): 159–63.
32. *KENNEDY JC, ALEXANDER IJ, HAYES KC.* Nerve supply of the human knee and its functional importance. Am J Sports Med 1982: 10: 329–35.
33. *SCHUTTE MJ, DABEZIES EJ, ZIMNY ML, HAPPEL LT.* Neural Anatomy of the Human ACL. J Bone Joint Surg 1987: 69 A: 243–7.
34. *RAUNEST J, SAGER M, BURGENER E.* Proprioceptive mechanisms in the cruciate ligaments: an electromyographic study on reflex activity in the thigh muscles. J Trauma 1996: 41 (3): 488–93.
35. *SPICER DD, BLAGG SE, UNWIN AJ, ALLUM RL.* Anterior knee symptoms after four-strand hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2000: 8 (5): 286–9.
36. *OCHI M, IWASA J, UCHIO Y, ADACHI N, SUMEN Y.* The regeneration of sensory neurones in the reconstruction of the anterior cruciate ligament J Bone Joint Surg Br 1999: 81 (5): 902–6.
37. *LIMBIRD TJ, SHIAVI R, FRAZER M, BORRA H.* EMG profiles of knee joint musculature during walking: changes induced by ACL deficiency. J Orthop Res 1988: 6: 630–8.
38. *SOLOMONOW M, BARATTA R, ZHOU BH, SHOJI H, BOSE W, BECK C, D'AMBROSIA R.* The synergistic action of the ACL and thigh muscles in maintaining joint stability. Am J Sports Med 1987: 15: 207–13.
39. *TSUDA E, OKAMURA Y, OTSUKA H, KOMATSU T, TOKUYA S.* Direct evidence of the anterior cruciate ligament-hamstring reflex arc in humans. Am J Sports Med 2001: 29 (1): 83–7.
40. *JEROSCH J, SCHAFFER C, PRYMKA M.* Proprioceptive abilities of surgically and conservatively treated knee joints with injuries of the cruciate ligament. Unfallchirurg 1998: 101 (1): 26–1.
41. *JEROSCH J, PRYMKA M.* Knee joint in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears, taking special account of the effect of a knee bandage. Arch Orthop Trauma Surg 1996: 115 (3–4): 162–6.
42. *JEROSCH J, SCHMIDT K, PRYMKA M.* Proprioceptive capacities of patients with retropatellar knee pain with special reference to effectivness of an elastic bandage. Unfallchirurg 1997: 100 (9): 719–3.
43. *MCNAIR PJ, STANLEY SN, STRAUSS GR.* Knee bracing: effects of proprioception. Arch Med Phys Rehabil 1996: 77 (3): 287–9.

44. *BIRMINGHAM TB, KRAMER JF, KIRKLEY A, INGLIS JT, SPAULDING SJ, VANDERVOORT AA.* Knee bracing for medial compartment osteoarthritis: effects on proprioception and postural control. Rheumatology (Oxford) 2001: 40(3): 285–9.
45. *PERLAU R, FRANCK C, FICK G.* The effect of elastic bandages on human knee proprioception in the uninjured population. Am J Sports Med 1995: 23 (2): 251–5.
46. *RISBERG MA, BEYNNON BD, PEURA GD, UH BS.* Proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction with and without bracing. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1999: 7 (5): 303–9.
47. *FAHRER H, RENTSCH HU, GERBER NJ, BEYELER C, HESS CW, GRÜNIG B.* Knee effusion and reflex inhibition of the quadriceps. A bar to effective retraining. J Bone Joint Surg 198: 70 B: 635–8.
48. *CHATRENET Y, KERKOUR K.* In: Rééducation des lésions ligamentaires du genou chez le sportif, eds. Paris, Masson 1996: 56–9.
49. *POPE MH, JOHNSON RJ, BROWN DW, TIGHE C.* The role of the musculature in injuries to the medial collateral ligament. J Bone Joint Surg 1979: 61 A: 398–2.
50. *FITZGERALD GK, AXE MJ, SNYDE-MACKLER L.* The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physical active individuals. Phys Ther 2000: 80 (5): 526–7.

FISIO

Une date importante à inscrire dans chaque agenda!

Le prochain congrès de l'Association Suisse de Physiothérapie

Samedi, 4 mai 2002
KKL, Lucerne