

# Rééducation des entorses du genou : traitement fonctionnel

S. Fabri, F. Lacaze, T. Marc, A. Roussenque, A. Constantinides

*Aujourd'hui, la prise en charge d'une entorse du genou sans avulsion osseuse est soit fonctionnelle, soit chirurgicale. Le traitement orthopédique à proprement parler a été abandonné au profit d'une thérapeutique conservatrice plus adaptée à la cicatrisation ligamentaire et qui présente moins de complications. Néanmoins, la kinésithérapie reste l'élément incontournable pour permettre au patient de retrouver une articulation mobile, indolente et surtout stable. Les techniques et l'approche de la rééducation ont aussi évolué. Le praticien doit établir un bilan précis et rigoureux pour déterminer les déficits et les incapacités du patient. Cet examen clinique est une des clés du résultat final. Les dernières études scientifiques ont fait progresser les méthodes de travail en kinésithérapie. L'approche purement symptomatique des phénomènes inflammatoires est remplacée par une démarche étiologique de compréhension des manifestations cliniques. Les mobilisations forcées ont disparu grâce à une meilleure connaissance de la biomécanique et au développement du recentrage articulaire. Le renforcement musculaire analytique a montré ses limites et a été modifié car les publications ont prouvé qu'il n'était pas adapté aux pathologies du membre inférieur. La mise en place d'une démarche plus fonctionnelle et plus physiologique a amélioré les résultats tout en réduisant les préjudices. Les techniques de reprogrammation neuromusculaire, qui n'avaient pas évolué depuis 30 ans, sont aujourd'hui plus adaptées à l'optimisation des mécanismes de protection articulaire pour favoriser la stabilité du genou et diminuer les récurrences. Les progrès de la kinésithérapie permettent d'améliorer la prise en charge fonctionnelle des patients victimes d'une entorse du genou. Les résultats progressent, les complications et les séquelles diminuent.*

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Genou ; Rééducation ; Entorse ; Traitement fonctionnel ; Ligament ; Kinésithérapie

## Plan

■ Introduction	1
■ Généralités	2
Rappels anatomiques et biomécaniques	2
Rappels neurophysiologiques	3
Physiopathologie des entorses du genou	4
Cicatrisation des ligaments et des ménisques	4
■ Indications thérapeutiques du traitement fonctionnel des entorses du genou	5
Lésion isolée du ligament collatéral médial	5
Lésion méniscale isolée	5
Lésion isolée du ligament croisé antérieur	5
Triade interne ou externe	6
Lésion isolée du ligament croisé postérieur	6
■ Rééducation de l'entorse du genou	6
Examen clinique d'une entorse du genou	6
Techniques de rééducation	9
■ Complications et échecs de la rééducation	18
■ Conclusion	19

## ■ Introduction

L'augmentation de la pratique sportive et la naissance de nouvelles disciplines à risques ont été responsables d'une augmentation considérable des traumatismes articulaires du membre inférieur. Heureusement, la prise en charge des entorses du genou a beaucoup évolué ces dernières années [1-5]. Le traitement orthopédique a été progressivement abandonné. L'objectif de l'immobilisation était d'obtenir une cicatrisation satisfaisante des structures ligamentaires lésées. Un plâtre ou une attelle rigide étaient mis en place pour une durée de 3 à 6 semaines, associés le plus souvent à une décharge du membre inférieur. Ce choix thérapeutique présentait de nombreux inconvénients pour le patient. Les complications vasculaires à type de syndrome des loges ou de phlébite étaient redoutables. Les séquelles, souvent irréversibles, qui concernaient l'amyotrophie et la raideur articulaire, étaient fréquentes. Aujourd'hui, la littérature montre le paradoxe de cette approche [6-8]. La prise en charge fonctionnelle ne doit pas être proposée dans l'esprit de faire l'impasse sur la cicatrisation des tissus. Cette démarche intellectuelle, parfois adoptée, est critiquable. Le traitement fonctionnel n'est pas synonyme d'agressivité. Au contraire, la mise en tension douce et répétée des tissus par le rodage articulaire, le travail musculaire, la mise en charge sont des éléments qui vont être bénéfiques pour la guérison [8-10]. En effet, le seul moyen de favoriser la cicatrisation ligamentaire est,

au contraire, de mobiliser le genou dans des amplitudes non agressives pour les structures traumatisées, pour améliorer la vascularisation des tissus endommagés et orienter les fibres de collagène [4, 5]. Le traitement orthopédique est aujourd'hui supplanté par le traitement fonctionnel, plus adapté dans les suites d'une entorse du genou. L'absence d'immobilisation et la rééducation d'emblée sont les principes de la thérapeutique fonctionnelle. Cette attitude présente aussi des avantages aux niveaux psychologique, socioprofessionnel et scolaire. Les complications et les séquelles sont plus faibles, mais elles existent lorsque le rééducateur ne fait pas respecter l'observance médicale. L'absence d'immobilisation et la mise en charge peuvent être un piège pour les professionnels inexpérimentés. Le praticien doit être assez efficace durant la séance pour que le genou du patient réagisse favorablement aux sollicitations de la vie quotidienne. Une rééducation trop agressive est néfaste pour la cicatrisation, mais une prise en charge inefficace est tout aussi toxique, rendant l'articulation et les ligaments lésés fragiles et vulnérables par défaut de contrôle musculaire. Une thérapeutique purement anti-inflammatoire et antalgique est insuffisante. Seule une bonne fonction neuromusculaire est le principal garant de la stabilité articulaire, véritable protecteur des structures passives (os, ligament, cartilage...). La kinésithérapie doit être bien conduite pour permettre au patient de retrouver une articulation mobile, indolore et surtout stable sans perturber la cicatrisation. Le but de ce travail est de proposer, au travers de notre expérience et des études de la littérature, un programme et des techniques de rééducation dans le cadre du traitement fonctionnel des entorses du genou, épisode d'instabilité traumatique de l'articulation fémorotibiale.

## “ Point important

Au vu des études scientifiques sur les phénomènes favorisant la cicatrisation ligamentaire, le traitement orthopédique pur avec immobilisation et/ou décharge n'a plus sa place dans la prise en charge des entorses du genou.

## ■ Généralités

### Rappels anatomiques et biomécaniques

#### Surfaces osseuses

La faible congruence des surfaces articulaires fait du genou une entité fréquemment exposée aux traumatismes. Cette articulation peut être divisée en trois compartiments :

- un compartiment fémoropatellaire ;
- un compartiment fémorotibial médial avec un condyle convexe et un plateau tibial légèrement concave. Les structures passives sont épaisses, relativement adhérentes les unes par rapport aux autres et bien vascularisées. Ce compartiment est décrit comme étant celui de la stabilité ;
- un compartiment fémorotibial latéral avec un condyle fémoral convexe et un plateau tibial légèrement convexe. Les structures passives sont plus fines et moins adhérentes. Ce compartiment est celui de la mobilité.

Les plateaux tibiaux sont inclinés vers l'arrière selon une pente estimée à 10° en prenant l'axe anatomique comme référence et à 14° en prenant comme repère la crête tibiale antérieure [11, 12]. Cette inclinaison postérieure s'appelle pente tibiale. Plusieurs arguments font penser que l'orientation vers l'arrière des surfaces articulaires favorise l'instabilité du genou dans le plan antéropostérieur et en particulier la subluxation tibiale antérieure en appui monopodal dans les ruptures du ligament croisé antérieur [11, 12]. Il existe plusieurs arguments en faveur de cette théorie. Shoemaker [13], par des arguments expérimentaux, et Slocum [14], avec des expériences cliniques

vétérinaires, ont mis en avant le rôle de cette pente dans la subluxation antérieure du tibia après rupture du croisé antérieur chez le chien. Ce dernier auteur préconise non seulement une ligamentoplastie, mais une ostéotomie associée, corrigeant l'orientation du plateau tibial. En France, Dejour et Bonnin (1990) ont montré qu'il existe une relation linéaire statistiquement très significative entre l'angulation de cette pente et la translation tibiale antérieure en appui monopodal [11, 12]. Chambat précise que ces caractéristiques anatomiques sont à considérer pour autoriser l'appui, lors de la prise en charge des patients présentant une lésion du ligament croisé antérieur [4].

#### Ménisques [15]

Ce sont deux structures mobiles qui sont situées chacune sur un plateau tibial. Le ménisque médial (MM) présente une forme semi-circulaire avec beaucoup d'insertions. Il est très adhérent à la capsule et au ligament collatéral médial. Le ménisque latéral (ML) a plutôt une forme circulaire. Il détient moins d'insertions et sa structure est beaucoup plus mobile. Il n'a pas de rapport anatomique avec le ligament collatéral latéral.

En coupe frontale, le ménisque a une forme triangulaire avec un mur vertical à la périphérie. La partie centrale, dite blanche, n'est pas vascularisée alors que la zone périphérique, rouge, est vascularisée. Cette structure est peu ou pas innervée. Les ménisques, et plus particulièrement la corne postérieure du ménisque interne, participent à la stabilité du genou durant tout le mouvement en augmentant la congruence des surfaces articulaires et en assurant le maintien des condyles sur les plateaux tibiaux. Outre ce rôle de stabilisateur, ils assurent la protection du cartilage en participant à l'amortissement des chocs et en améliorant la lubrification du cartilage.

#### Système ligamentaire [16]

##### Ligament collatéral médial (LCM)

Il s'insère sur le condyle fémoral médial et se dirige vers le plateau tibial médial. Adhérent à la capsule, il est formé de deux faisceaux. Le contingent profond est adhérent au ménisque médial. Ce ligament, très épais, unit le fémur et le tibia et empêche l'ouverture du genou vers le valgus.

##### Ligament collatéral latéral (LCL)

Les insertions du ligament collatéral latéral sont la face latérale du condyle fémoral latéral et la partie antérieure et latérale de la tête de la fibula. Il stabilise le compartiment fémorotibial externe et empêche le déplacement latéral du genou vers le varus.

##### Ligament croisé antérieur (LCA)

Il s'insère sur la face médiale du condyle latéral et se dirige en bas et en avant pour se terminer sur la surface préspinale. Certains auteurs lui décrivent un faisceau postérolatéral et un faisceau antéromédial. D'autres en rapportent trois. Cette structure puissante s'oppose à la translation antérieure du tibia sous le fémur.

##### Ligament croisé postérieur (LCP)

Ce ligament s'insère sur la face latérale du condyle médial. Il se dirige en arrière, en bas et en dehors pour se terminer sur la surface rétrospinale. Par cette orientation, son rôle est la stabilisation postérieure du genou. Il s'oppose à la translation du tibia vers l'arrière lorsque cet os est sollicité par une force mécanique ou par les ischiojambiers. Son calibre et sa résistance sont nettement supérieurs à ceux du ligament croisé antérieur.

#### Formations postérieures

Les points d'angle viennent compléter cet ensemble. Le point d'angle postérolatéral (PAPL) est composé de la corne postérieure du ménisque latéral, du ligament poplité arqué et du muscle poplité. Le point d'angle postéromédial (PAPM) est composé de la corne postérieure du ménisque médial, de la coque condylienne médiale et du ligament postérieur oblique. Ces structures sont responsables de la stabilité latérale lorsque le genou est en extension.

**Tableau 1.**  
Caractéristique des récepteurs articulaires (d'après Wyke et Freeman).

Récepteurs	Localisation	Fibres afférentes (diamètre et vitesse de conduction)	Fonction
Type I Corpuscules encapsulés de Ruffini	Capsules (couche superficielle) Ligaments Ménisques	Fibres de type III 1 à 7 µm 25 à 30 m/s	Mécanorécepteurs statiques et dynamiques. Informations : position articulaire, amplitude et vitesse des mouvements, pression intra-articulaire Adaptation lente Seuil d'activation bas
Type II Corpuscules coniques de Pacini	Tissus graisseux intra- et extra-articulaire (couche profonde) Ligaments Ménisques	Fibres de type II 5 à 12 µm 30 à 70 m/s	Mécanorécepteurs dynamiques Informations sur le début et la fin du mouvement : sensibles aux accélérations et décélérations (inactifs si l'articulation est immobile ou si la vitesse est constante) Adaptation rapide Seuil d'activation bas
Type III Corpuscules encapsulés de Golgi-Mazzoni	Ligaments	Fibres de type I 10 à 20 µm 60 à 120 m/s	Mécanorécepteurs dynamiques Informations sur les positions articulaires extrêmes (inactifs si l'articulation est immobile) Adaptation lente Seuil d'activation élevé
Type IV Terminaisons libres	Capsule Ligaments Tissus graisseux Adventice	Fibres de type III Amyéliniques de types IV 0,3 à 1,3 µm 0,5 à 2,5 m/s	Algorécepteurs Informations sur les stimuli mécaniques ou chimiques intenses Adaptation lente Seuil d'activation élevé

## Rappels neurophysiologiques

### Rôles des ligaments

Le système ligamentaire a longtemps été considéré comme le seul facteur de stabilité articulaire [17]. Ce concept purement mécanique et analytique est controversé par les approches neurophysiologiques de ces dernières années. L'exemple le plus marquant est l'instabilité du genou, qui persiste immédiatement après une ligamentoplastie et qui cède avec la rééducation. Les ligaments contiennent de nombreux mécanorécepteurs (Ruffini : amplitude ; Pacini : vitesse et accélération), organes tendineux de Golgi, terminaisons nerveuses libres. Ces caractéristiques montrent que leur rôle dans la stabilité articulaire est surtout informationnel (Tableau 1).

Ils sont le point de départ des mécanismes de stabilité active (rétrocontrôle et anticipation) qui font intervenir les muscles pour protéger le genou. L'arc réflexe entre le ligament croisé antérieur et les ischiojambiers, décrit par Tsuda, témoigne de ce fonctionnement synergique [18]. En plus de cette action, le système ligamentaire est un véritable guide cinématique pour coordonner les mouvements de glissement et de roulement responsables de l'harmonie de la gestuelle articulaire. Lors de la flexion et de l'extension, ils conditionnent les rotations automatiques, ainsi que les bâillements en valgus et en varus. Ils répondent tous, plus ou moins, au principe de l'isométrie.

### Système musculaire (motricité et stabilité active)

La contraction des haubans musculaires permet d'actionner l'articulation du genou et d'apporter un soutien actif à l'appareil capsuloligamentaire. L'entorse du genou est un traumatisme de la fémorotibiale. Les muscles qui protègent principalement cette articulation sont les ischiojambiers, par leurs insertions terminales de part et d'autre du tibia. Le quadriceps est plutôt stabilisateur de la patella. Néanmoins, il peut venir renforcer et soutenir les ligaments latéraux par leurs expansions tendinoaponévrotiques directes et croisées. Le tenseur du fascia lata et le biceps crural forment le hauban externe. Ils assistent activement le ligament collatéral latéral par leurs actions antivarisantes. Les muscles de la patte-d'oie que sont le gracile, le semi-tendineux et le sartorius, forment le hauban médial et résistent activement contre le valgus du genou et apportent donc un soutien au LCM. Les gastrocnémiens et le semi-membraneux renforcent,

quant à eux, la capsule articulaire sur la face postérieure. Outre une fonction de renfort postérieur, le muscle poplité assure la stabilité du genou lors de la rotation du tibia en maintenant la coaptation des surfaces articulaires latérales pendant la rotation latérale, alors que les ligaments croisés se décroisent.

Les gastrocnémiens, par leurs insertions au niveau des coques condyliennes, contrôlent aussi les rotations et les bâillements en varus et en valgus.

### Protection articulaire par l'activité musculaire

La stabilité dépend à la fois de la tension qui est développée au sein des muscles périarticulaires (notion de raideur active) et de la morphologie même de ces structures [17].

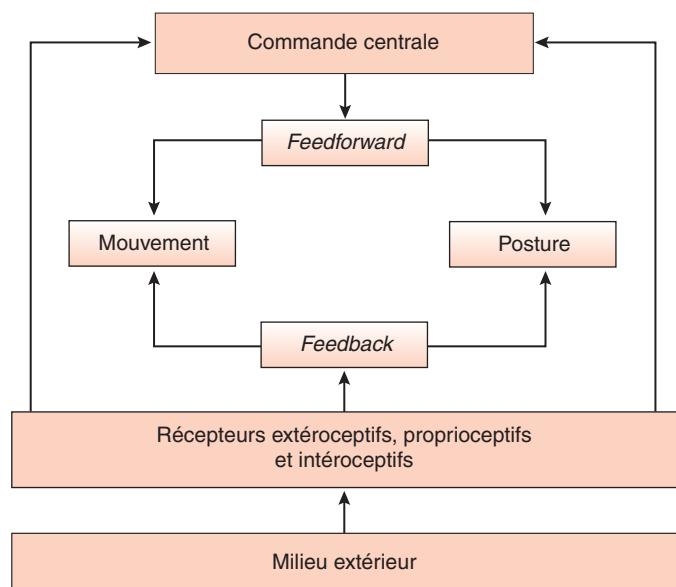
L'augmentation du tonus musculaire améliore la coaptation des surfaces articulaires et, par voie de conséquence, la protection du genou [17].

La régulation de l'activité musculaire périarticulaire peut être analysée de deux façons.

D'après Freeman (1965), Castaing et Delaplace (1975), la protection de l'articulation de la cheville est assurée par une boucle de rétrocontrôle d'origine proprioceptive [19-22]. Les capsules, les ligaments, les pelotons graisseux périarticulaires contiennent des mécanorécepteurs qui transmettent des informations à l'intégrateur médullaire. Celui-ci génère une activité réflexe des muscles protecteurs de la cheville [20, 21, 23].

Dans le cadre d'une étude réalisée auprès des skieurs, Pope et al. (1979) remarquent que cette théorie n'était pas totalement satisfaisante. Ils montrent que le temps écoulé entre le début de la contrainte imposée au LCA et la rupture est de 34 ms [24]. Les réflexes musculaires de protection articulaire ne survenant qu'au bout de 89 ms, il n'est pas possible que le système de rétrocontrôle décrit par Freeman assure à lui seul une protection efficace du genou [24].

Thonnard (1988) confirme les travaux de Pope dans le cadre d'une étude réalisée sur les entorses de la cheville [25-27]. Il a établi que le délai nécessaire pour produire une lésion ligamentaire est inférieur à 30 ms. Cette valeur est très nettement inférieure à 60 ms qui correspond au temps de latence des premières bouffées myoélectriques des principaux muscles de la cheville. En outre, Thonnard a mis en évidence qu'il existe une activité musculaire de protection avant même l'impact au sol, lors de la réalisation d'un saut programmé.



**Figure 1.** Schéma synthétique des mécanismes actifs de protection articulaire (Billuart et al., 2005) [17].

Au vu de ces différentes études, il apparaît que la stabilisation active d'une articulation fait appel à un phénomène de rétrocontrôle complétement d'un système d'anticipation (Fig. 1).

#### Phénomène de rétrocontrôle (feedback) [19-21]

Il fait appel aux récepteurs extéroceptifs et proprioceptifs qui informent les centres nerveux supérieurs de l'activité gestuelle et posturale. Ils permettent une adaptation permanente de la tension musculaire (raideur active), en modulant les influx moteurs d'origine centrale. Dans le cadre de cette régulation neurologique, l'analyse morphologique de la structure tendino-musculaire et de la tension ligamentaire occupent une place importante.

#### Phénomène d'anticipation (feedforward) [25-27]

Il fait appel à un programme neuromoteur postural ou gestuel d'origine central acquis au cours des activités quotidiennes, professionnelles et sportives. Ces phénomènes d'anticipation surviennent afin d'augmenter la raideur active des muscles responsables de la protection articulaire. Cette modulation survient avant tout mouvement (activité posturale) et/ou durant une activité gestuelle complexe (saut, marche, lancer, etc.).

Nous pouvons schématiser en précisant que la raideur active est augmentée avant toute situation à risque grâce à des programmes moteurs acquis.

### “ Point important

Les ligaments ont surtout un rôle informationnel dans la stabilité du genou. Ils sont le point de départ des mécanismes de *feedback* et de *feedforward*, responsables de la protection articulaire.

## Physiopathologie des entorses du genou

Le genou est l'une des articulations les plus exposées lors de la pratique sportive et dans les accidents de la voie publique. Tous les mécanismes sont possibles. Les traumatismes en valgus flexion rotation externe (VFRE), varus flexion rotation interne (VFRI) ou hyperextension sont rencontrés dans les sports avec pivot (ski, football, handball, etc.). Les structures périphériques, les ménisques et le ligament croisé antérieur peuvent être lésés de manière isolée ou associées. Les accidents de sport de combat

(rugby, judo...) ou de la voie publique avec un choc antérieur à haute énergie, de direction antéropostérieure, sont à l'origine de 90 % des lésions du ligament croisé postérieur. La littérature propose trois degrés d'atteintes ligamentaires, indépendamment de la gravité de l'entorse [16] :

- degré I : la déformation plastique ligamentaire entraîne des microruptures. Le ligament est le siège de foyers hémorragiques microscopiques. Il n'y a pas de laxité clinique ;
- degré II : les zones de ruptures sont visibles à l'œil nu, avec des foyers hémorragiques macroscopiques. Il existe toujours une continuité ligamentaire sans laxité clinique, mais la résistance du ligament est diminuée ;
- degré III : il existe une solution de continuité ligamentaire qui se traduit par une laxité clinique.

L'entorse est décrite comme bénigne si le traumatisme provoque une atteinte des structures périphériques (LCM, LCL) ou une lésion méniscale. Lorsque le pivot central (LCA, LCP) est touché, l'entorse est dite grave. Les triades sont rencontrées lorsque l'endommagement du LCA est associé à celui d'un ligament collatéral et d'un ménisque. La pentade est la combinaison de l'atteinte des deux ligaments croisés, des deux ménisques et d'une structure collatérale. Lors d'un mécanisme violent, on peut observer une atteinte des points d'angle postérolatérale ou postéro-médiale. Dans les cas les plus sévères de luxation de genou, des lésions vasculaires et neurologiques (sciatique poplité interne [SPI], sciatique poplité externe [SPE]) peuvent être associées. Les instabilités chroniques sont souvent secondaires à une rupture du ligament croisé antérieur non stabilisée par la rééducation.

## Cicatrisation des ligaments et des ménisques

La vascularisation des ligaments autorise leur guérison spontanée dans les lésions de distension ou de déchirure. Le délai nécessaire à la réparation naturelle dépend du degré d'atteinte ligamentaire. Le processus cicatriciel démarre dès la lésion et se divise en quatre étapes [28, 29]. À la suite du saignement initial (première phase) se produit une inflammation périlésionnelle (deuxième phase) pendant quelques jours ou quelques semaines, avec afflux de cellules inflammatoires (macrophages, polynucléaires) et libération de cytokines. La prolifération cellulaire avec l'afflux local de fibroblastes (troisième phase) entraîne une fabrication de néocollagène afin de débiter la régénération ligamentaire. Un remodelage débute alors avec une réorganisation des fibres collagéniques (quatrième phase) se poursuivant pendant plus de 1 an. Le ligament est alors microscopiquement proche de l'état initial, mais l'étude ultrastructurale montre qu'il persiste des modifications des structures collagéniques.

Ce processus est favorable pour les structures collatérales (LCM, LCL, capsule) grâce à leur position anatomique. Le potentiel de guérison histologique des ligaments croisés est un thème controversé dans la littérature. L'ensemble des auteurs s'accorde à dire que la lésion partielle du LCA permet une cicatrisation. L'évolution tissulaire de la rupture totale reste encore discutée. La possibilité d'une nourrice du LCA sur le LCP est admise par tous et procure une stabilisation convenable du genou, mais ce phénomène est exceptionnel. En dehors de ces rares cas, le potentiel de guérison du LCA est de plus en plus étudié. Fujimoto, avec un traitement conservateur, observe un fort pourcentage de cicatrisations des ruptures du ligament croisé (LCA) [30]. Sur 298 cas de ruptures du LCA, Baudot recense 50 cicatrisations dont 11 étaient pédiculées sur le LCP [31]. L'évolution naturelle de la rupture du LCP est une source de discussion selon Middleton [5].

La capacité de cicatrisation du ménisque dépend de la vascularisation du siège et du type de lésion [15]. Les traits de fracture verticaux situés en zone périphérique (rouge) peuvent cicatriser si le genou ne présente pas de laxité antéropostérieure. Les lésions situées en partie médiane, les anses de seau et les languettes ne cicatrisent pas.

## ■ Indications thérapeutiques du traitement fonctionnel des entorses du genou

Le traitement fonctionnel a longtemps été réservé à des patients présentant des lésions bénignes du LCM ou dans le cadre d'une atteinte isolée du LCA chez un sujet non sportif d'âge supérieur à 40 ans. Aujourd'hui, les travaux de la littérature nous montrent que nous pouvons proposer une rééducation d'emblée à tous les patients qui présentent un traumatisme du genou qui ne relève pas d'un acte chirurgical en urgence [30]. En effet, la mobilisation du genou est le meilleur moyen de favoriser la cicatrisation ligamentaire. Le traitement orthopédique pur n'a plus sa place au sein des prises en charge actuelles, à l'exception des avulsions osseuses non déplacées. L'immobilisation et la mise en décharge sont très préjudiciables pour le membre inférieur car elles sont à l'origine de modifications anatomiques et histologiques bien connues depuis 40 ans. La déminéralisation osseuse apparaît systématiquement associée à une déshydratation du cartilage et à l'apparition de zones d'ulcérations chondrales. Des perturbations musculotendineuses sont aussi remarquées. Billuart et Chanussot rapportent que les expériences du *bed rest* (alitement prolongé pour une durée de 4 à 6 semaines) sont responsables d'une diminution de force isométrique de l'ordre de 20 % au niveau des muscles antigravitaires tels que le quadriceps ou le soléaire [17]. Après une période d'immobilisation et de décharge de 30 jours, la même altération au niveau des extenseurs de genou est objectivée par des tests isocinétiques. Ces déficits ont un retentissement néfaste sur les mécanismes actifs de protection articulaire, rendant le genou vulnérable. Les sollicitations de la vie quotidienne vont directement se porter sur les structures passives, elles aussi fragilisées par l'immobilisation et la décharge. En effet, Woo décrit une modification biochimique responsable d'une baisse de la résistance et d'une perturbation des propriétés mécaniques des tissus conjonctifs [32].

### Lésion isolée du ligament collatéral médial

Nous n'aborderons pas les atteintes isolées du LCL car elles sont exceptionnelles, voire inexistantes pour certains auteurs [16, 33]. Cependant, l'entorse isolée du LCM est fréquente et justifie la mise en place d'une thérapeutique fonctionnelle. Il n'y a pas de limitation articulaire en dehors des secteurs douloureux car les amplitudes physiologiques ne provoquent pas de déformation plastique du ligament [34]. Dans les cas d'une rupture totale, la mise en place d'une attelle rigide ou articulée peut être proposée pour protéger les mouvements anormaux en valgus, mais cet appareil contraignant est responsable de complications non négligeables. L'effet psychologique et le contact avec la peau des orthèses sont les seuls critères réellement prouvés par les études scientifiques. La marche avec mise en charge sous couvert de cannes, pendant la période où le genou est instable, nous paraît plus adaptée à la protection des formations latérales lors de la phase d'appui. Comme l'a démontré Yack, la mise en charge augmente la coaptation axiale des surfaces articulaires, favorisant la stabilité du genou. Les béquilles constituent une sécurité vis-à-vis du monde extérieur. Le port d'une bande de contention élastique étalonée cruropédieuse, largement utilisée dans les suites immédiates des ligamentoplasties du genou, peut être proposé comme alternative au port d'une attelle (Fig. 2). Ce dispositif, moins contraignant qu'une orthèse, produit sur le patient la même impression subjective de stabilité. Il faut retenir que la résistance du ligament reste faible, même 10 mois après le traumatisme.

### Lésion méniscale isolée

L'entorse du genou peut engendrer différents types d'atteintes méniscales. Les fissures verticales situées en zone périphérique (rouge) peuvent cicatrifier si le pivot central est intact. Ces lésions doivent bénéficier d'un traitement fonctionnel si elles sont stables. La restriction de mobilité à 90° de flexion est recommandée pendant 45 jours si le trait de fracture intéresse



Figure 2. Port de la bande de contention élastique étalonée.



Figure 3. Travail d'appui statique à 30° de flexion.

la corne postérieure. La décharge, bien que délétère, se justifie quand la partie antérieure a été atteinte. Elle est proposée durant 3 à 6 semaines en fonction des auteurs. L'appui, genou en extension, sollicite cette région du ménisque et peut perturber la cicatrisation. Néanmoins, la mise en charge, genou en flexion supérieure à 30° peut être permise, en statique lors des séances de rééducation, pour diminuer les effets néfastes de la décharge (Fig. 3). Les autres types de lésions ne relèvent pas du traitement fonctionnel.

### Lésion isolée du ligament croisé antérieur

Une fois le diagnostic clinique établi, la rééducation doit débuter le plus tôt possible [30]. La chirurgie est proposée à distance de l'accident afin de diminuer les complications postopératoires et de permettre au genou du patient de récupérer le maximum de ses capacités [35]. Le rééducateur doit débuter une thérapeutique fonctionnelle qui n'hypothèque pas la possibilité de cicatrisation du LCA. Pour les mêmes raisons que précédemment, nous préférons autoriser la marche avec des

cannes et une bande de contention élastique étalonnée, pendant la période où le genou est instable. Ce dispositif anti-thrombotique a l'avantage de produire un contact somesthésique avec tout le membre inférieur et de favoriser le drainage du genou et de la jambe. Chambat propose de différer la mise en charge si la pente tibiale est supérieure à 10° [4]. En pratique, nous savons que cet aspect morphologique du patient ne changera pas et nous craignons que la décharge ne soit plus préjudiciable. Jusqu'à présent, nous n'avons pas retenu cet élément car aucune étude n'a pu faire la preuve que cette période de décharge était bénéfique dans le cadre d'une prise en charge fonctionnelle pour un patient présentant une pente tibiale supérieure à 10°. Le récurvatum n'est pas recherché. Lorsque l'indication chirurgicale est posée, cette thérapeutique fonctionnelle devient une rééducation préopératoire dans le but d'optimiser les suites postopératoires. Si la ligamentoplastie n'est pas retenue, la prise en charge se poursuit avec la possible cicatrisation du LCA comme l'a observé Baudot dans son étude [31]. Cependant, cet auteur observe de nombreuses récurrences et précise que les nouvelles qualités mécaniques du ligament ne sont pas suffisantes pour permettre la pratique d'un sport avec pivot. Suite à ces travaux, nous devons nous interroger sur l'intérêt d'essayer d'obtenir une cicatrisation si le résultat n'est pas fiable dans le temps. La chirurgie est donc recommandée pour les patients qui effectuent une activité sportive avec pivot-contact.

### Triade interne ou externe

Les structures périphériques sont considérées comme des freins secondaires passifs de la translation antérieure du tibia. Au niveau de la stabilité active du genou, Solomonow a montré qu'en l'absence du LCA, le réflexe avec les ischiojambiers était maintenu avec un point de départ capsuloligamentaire [36]. Cependant, ce mécanisme neurophysiologique était deux à trois fois plus lent. Lorsqu'il existe des lésions associées à celle du LCA, le pronostic futur sur la laxité et sur l'instabilité est moins favorable qu'une atteinte unique du pivot central. Néanmoins, le traitement fonctionnel, identique à celui d'une entorse isolée du LCA, reste indiqué pour les patients présentant des triades interne ou externe. Toutefois, l'hyperlaxité constitutionnelle du sujet et/ou l'atteinte d'un point d'angle peut nécessiter le port d'une attelle rigide en subextension (20° de flexion) en dehors des séances de rééducation. Si la chirurgie est programmée pour reconstruire le pivot central, l'attitude actuelle des orthopédistes est de laisser cicatriser les structures périphériques grâce au traitement fonctionnel [34]. Seule l'atteinte associée du point d'angle postéroexterne nécessite de pratiquer d'emblée un geste chirurgical périphérique associé à une ligamentoplastie antérieure. Les interventions palliatives des laxités postéroexternes donnent de mauvais résultats.

### Lésion isolée du ligament croisé postérieur

L'atteinte partielle ou totale du LCP provoque une incapacité très bien contrôlée par la rééducation [16]. La phase d'adaptation fonctionnelle pour une laxité postérieure isolée dure entre 3 et 18 mois, puis évolue vers une période de tolérance fonctionnelle qui dure environ 15 ans, pour aboutir à l'arthrose du genou. Le traitement fonctionnel est mis en place pour les atteintes ligamentaires de grade 1 et 2. La marche est autorisée avec des cannes et une bande de contention. L'appui est permis en fonction de la présence de phénomènes inflammatoires. La kinésithérapie est aussi débutée d'emblée après les lésions plus importantes (grade 3), mais une immobilisation dans une attelle d'extension peut être proposée en dehors des séances de rééducation pendant une durée de 1 mois afin de réduire la laxité postérieure. Cette attitude est motivée par des études d'imagerie par résonance magnétique (IRM) qui ont montré une continuité ligamentaire, bien que le LCP ait été rompu par le traumatisme [5]. Néanmoins, Middleton précise que cette cicatrisation n'est pas corrélée à la laxité résiduelle [5].

## “ Points essentiels

- Les structures latérales (LCM, LCL, capsule) cicatrisent favorablement.
- Les lésions partielles du LCA sont aussi de pronostic favorable en termes de guérison.
- La cicatrisation dirigée de la rupture totale du LCA est possible. Néanmoins, le nombre important de récurrences doit remettre en cause l'intérêt de cette option.
- Les ménisques peuvent cicatriser lorsque la lésion se situe dans sa partie périphérique vascularisée.
- Il n'y a pas de consensus sur le pouvoir de guérison du LCP.

Les traumatismes avec arrachement osseux, les triades postérieures, les pentades décrites par Albert Trillat et les luxations relèvent d'une autre thérapeutique, souvent chirurgicale d'emblée.

## ■ Rééducation de l'entorse du genou

En premier lieu, la rééducation commence par un examen rigoureux qui comporte un interrogatoire, des tests ligamentaires spécifiques, une appréciation des décentrages et les lésions associées (ligaments latéraux, ménisques, points d'angles, cartilages).

### Examen clinique d'une entorse du genou

Le bilan lésionnel d'un traumatisme du genou pose souvent des difficultés techniques pour les praticiens, même les plus expérimentés. Aujourd'hui, bien des erreurs d'appréciations cliniques sont commises et aboutissent à des traitements inadaptés et à des errances thérapeutiques. Établir précisément le caractère grave ou bénin de l'entorse nécessite rigueur et méthode de la part de l'examineur. La facilité d'accès aux examens paracliniques ne doit pas encourager les praticiens à négliger la pratique clinique. Le bilan lésionnel est établi selon l'interrogatoire, l'inspection, la palpation, la recherche de limitation d'amplitude articulaire et les tests de laxité ligamentaire. Les examens radiologiques (radiographie, arthroscanner, IRM) doivent confirmer le diagnostic et mettre en évidence les lésions associées.

### Interrogatoire et circonstance de survenue

L'état civil du patient, sa profession et son niveau de pratique sportive sont des éléments importants à prendre en considération lors du bilan. Ces éléments sont déterminants pour l'orientation de la prise en charge [4].

Le mécanisme lésionnel et ses suites immédiates sont les autres points importants de l'interrogatoire. La notion de traumatisme, souvent sportif, est systématique [16]. Elle définit la survenue d'une entorse. L'apparition d'une instabilité spontanée et progressive est exceptionnelle. Cependant, elle peut être observée après un échec de ligamentoplastie de genou et témoigne d'une malposition des tunnels ou d'une dégénérescence du greffon.

La notion de choc direct, présent dans les accidents de la voie publique et dans les sports avec contact volontaire (rugby, football américain, judo...), est recherchée car elle engendre des lésions spécifiques [33]. Un traumatisme à haute énergie avec percussion au niveau de la face antérieure du tibia du genou en flexion et de direction postérieure doit faire suspecter une atteinte du ligament croisé postérieur. Les contacts appuyés face latérale du genou, de direction médiale, sont pourvoyeurs de lésion isolée du ligament latéral médial [16].

Les traumatismes sans choc direct sont rencontrés dans la pratique des sports pivots (ski, football...). Plusieurs mécanismes

lésionnels sont possibles. Le valgus flexion rotation latérale (VFRE), plus fréquent, provoque une ouverture excessive de la partie médiale du genou et aboutit volontiers à des lésions LCA isolées ou à des triades internes [33]. Le varus flexion rotation médiale est aussi responsable d'atteinte du LCA avec parfois des triades externes dues au bâillement excessif du compartiment latéral de l'articulation [33].

Les blessures en hyperextension sont connues à la suite d'un accident avec ou sans choc direct. Ces accidents sont souvent graves car ils intéressent le pivot central et les formations postérieures. Les dommages en hyperflexion sont moins répandus. La conséquence observée peut être une atteinte méniscale et/ou une lésion du LCA.

D'autres signes tout aussi fondamentaux sont à rechercher par l'examineur. Le premier à noter est la sensation de torsion ou de déboîtement du genou décrit par le patient lors de l'accident initial et provoquant sa chute. La douleur du traumatisme n'est pas proportionnelle à la gravité des lésions, mais son intensité est souvent en rapport avec la difficulté de récupération fonctionnelle [34]. Le craquement ou claquement, parfois audibles, sont des facteurs de gravité et correspondent à la rupture d'une structure ligamentaire ou méniscale en limite de déformation plastique [33]. L'impotence fonctionnelle dans les suites immédiates de l'entorse est significative de la topographie de la lésion. La rupture du ligament croisé antérieur provoque une instabilité majeure du genou comme si le patient ne contrôlait plus son articulation. Le sujet ne peut plus marcher sans ressentir des phénomènes de dérobements. L'appui est douloureux en présence d'une lésion méniscale ou de dégâts ostéocartilagineux.

La survenue d'un épanchement intra-articulaire précoce correspond à une hémarthrose secondaire à la rupture d'un ligament et de sa vascularisation [16]. Un œdème d'apparition tardive est plutôt corrélé à la mise en place d'une réaction inflammatoire [16]. Le gonflement du genou est responsable d'une restriction des amplitudes articulaires. Le blocage en extension relate une lésion méniscale à type de languette ou d'une anse de seau. Cependant, une fracture ostéocondrale ou la présence d'un corps étranger peuvent être responsables du blocage. Ce diagnostic doit être écarté pour permettre une thérapeutique fonctionnelle bien conduite.

Colombet nous rappelle qu'en 1845 les Lyonnais (Amédée Bonnet) retrouvaient déjà le craquement, l'hémarthrose et l'impotence fonctionnelle dans les ruptures du ligament croisé antérieur.

Les conclusions du praticien doivent rester réservées car une grande partie de ces signes sont présents dans les instabilités rotuliennes, pathologie différente et non traitée dans ce travail.

L'interrogatoire se poursuit par l'appréciation des douleurs du patient le jour de l'examen qui manifeste l'attention portée à la détection d'éventuelles complications à venir [37]. Elles peuvent être permanentes et intenses dans les premiers jours qui suivent le traumatisme. La qualité et la localisation doivent être précisées, ainsi que la durée et la chronologie. Si elles sont nocturnes, elles sont significatives d'une inflammation. L'échelle visuelle analogique (EVA) donne l'intensité subjective de l'état algique du patient. Ces signes douloureux peuvent diminuer rapidement. Cette évaluation permet au rééducateur d'orienter la fréquence des séances, le choix de ses techniques et l'intensité de travail.

### Examen des déficiences

À l'inspection, le praticien doit observer la présence, la superficie et la localisation des ecchymoses. L'articulation peut apparaître œdémateuse. Des lésions cutanées au niveau de la face antérieure du tibia témoignent d'un choc direct antérieur [33]. En position de subextension et à 90° de flexion, la tubérosité antérieure du tibia (TTA) peut être spontanément en subluxation postérieure par rapport au côté controlatéral sous l'effet de la pesanteur [33]. Ce phénomène d'avalement de la TTA est significatif d'une lésion du LCP (Fig. 4). Le morphotype et la laxité constitutionnelle du patient sont notés car ils peuvent modifier les stratégies rééducatives. La rougeur et la chaleur sont la conséquence d'une inflammation. La palpation s'intéresse



Figure 4. Avalement de la tubérosité antérieure du tibia (TTA).



Figure 5. Palpation de l'insertion haute du ligament collatéral interne (LCI).

aux points douloureux sur le genou. L'insertion fémorale du ligament collatéral médial et les interlignes articulaires fémoro-tibiaux sont les éléments essentiels à palper pour mettre en évidence respectivement une lésion du LCM ou d'un ménisque (Fig. 5). Les contractures au niveau des muscles sus- et sous-jacents sont recherchées par un examen palpatoire précis. Selon Cleland, le choc rotulien signe de manière fiable un épanchement intra-articulaire. Le périmètre patellaire, mesuré avec un mètre-ruban, montre son importance. Les limitations d'amplitudes articulaires sont mesurées à l'aide d'un goniomètre. Elles ne doivent pas être recherchées au-delà de la douleur. Elles peuvent être diminuées en présence d'une hydarthrose ou d'une hémarthrose. L'hyperextension asymétrique, test du recurvatum de Hughston, correspond à une atteinte des formations capsulo-ligamentaires, voire du pivot central [33]. Les amplitudes articulaires sont comparatives au côté sain. La mobilité de la rotule est appréciée dans les plans longitudinal et latéral. Les périmètres sont mesurés au niveau de la cuisse, mais l'amyotrophie n'est en général pas présente. Cependant, il peut exister une sidération du quadriceps cotée de 1 à 5 sur l'échelle de Racht. Cette inhibition musculaire est souvent la conséquence d'un épanchement intra-articulaire [38]. Un test isocinétique peut être pratiqué uniquement sur le côté non traumatisé. Cette évaluation sert de référence pour les bilans postopératoires dans le cadre d'une chirurgie. La recherche des décentrages articulaires se fait en décubitus dorsal, genou à 20° de flexion. Ce sont des tests fins qui analysent la restriction des mouvements mineurs de glissements antérieur, postérieur, médial, latéral, ainsi que les bâillements de chaque compartiment fémorotibial. Cette mobilité est physiologique. Cette analyse manuelle, corrélée aux douleurs déclenchées à l'amplitude de flexion maximale de flexion, permet de repérer les défauts cinésio- logiques du genou [37]. La facilité de déplacement antéropostérieur de la tête du péroné est également appréciée. La « micromobilité » excessive est pathologique et correspond à une laxité.



Figure 6. Test Rolimeter™.

Cette dernière est mise en évidence par des tests ligamentaires et méniscaux pratiqués si l'état du genou le permet. La recherche de la laxité frontale en valgus ou en varus oriente l'examineur vers une atteinte des structures ligamentaires périphériques médiales ou latérales. La douleur, provoquée par la manipulation, correspond à une lésion incomplète de la structure mise en tension. Ce test doit se pratiquer genou déverrouillé en subextension. La même évaluation, genou en extension complète, met en évidence une atteinte des points d'angles postérieurs. L'intégrité du ligament croisé antérieur est appréciée par le test de Lachmann-Trillat. Le praticien positionne l'articulation en subextension et, par une translation antérieure du tibia sous le fémur, il perçoit la qualité de l'arrêt provoqué par le LCA. Une résistance molle est significative d'une rupture totale de ce dernier. La lésion partielle est matérialisée par une opposition dure, retardée par rapport au genou opposé. Cette même perception est constatée lorsque le ligament croisé a cicatrisé. Un ligament sain provoque la sensation d'un arrêt dur comparable au côté controlatéral. La manœuvre du *jerk-test* est aussi pathognomonique d'une atteinte du LCA. Néanmoins, elle est de réalisation plus difficile, surtout en phase aiguë, car l'opérateur doit reproduire le mécanisme lésionnel pour rechercher un ressaut rotatoire possible en l'absence de LCA. Le tiroir antérieur direct à 90° de flexion reste moins précis. Cependant, l'étude des tiroirs en rotation médiale ou latérale reste intéressante pour tester les points d'angle. Cette laxité antérieure doit être mesurée grâce à un arthromètre qui mesure la translation antéro-postérieure du tibia sous le fémur. Plusieurs dispositifs sont disponibles sur le marché et sont plus ou moins onéreux. Le KT 1000™ possède un dynamomètre intégré et s'est imposé comme l'appareil de référence. Le Rolimeter™, moins cher, moins encombrant est aussi validé [39] (Fig. 6). Ce dernier nous semble plus adapté aux rééducateurs alors que le premier s'adresse préférentiellement aux orthopédistes.

L'examen clinique de choix pour mettre en évidence une lésion du ligament croisé postérieur est le tiroir postérieur à 90° de flexion de genou lorsque le patient est en décubitus dorsal [33]. Le caractère comparatif par rapport au côté sain de ces bilans cliniques ligamentaires est fondamental car le praticien peut se faire abuser par l'hyperlaxité du sujet.

La manœuvre de Mac Murray est fiable pour mettre en évidence une lésion de ménisque [34]. La spécificité de ce test est de reproduire la douleur reconnue du patient en pratiquant une compression de l'interligne fémorotibial. Le grinding-test et la manœuvre de cabot sont aussi spécifiques de la souffrance méniscale.

L'extensibilité musculaire passive est mesurée avec un goniomètre pour les angulations (angle poplité...), avec un mètre ruban pour les distances (coudes-sol...).

Dès que le genou le permet, un bilan proprioceptif est réalisé. Kerkour propose d'évaluer le sens kinesthésique et statésique



Figure 7. Test sur plate-forme de stabilométrie.

de l'articulation [40]. Notre équipe a une approche plus physiologique d'appréciation de la stabilité articulaire [41]. Nous nous sommes inspirés des travaux de Thoumie qui propose de tester la proprioception du genou dans sa fonction fondamentale, c'est-à-dire en charge, pied au sol [42]. Pour cela et dès que l'appui est possible, nous effectuons des bilans posturaux et proprioceptifs sur une plate-forme de force assistée par informatique (Fig. 7). L'examen postural, en bipodal, se fait successivement les yeux ouverts et les yeux fermés. On compare les résultats à des normes stabilométriques établies en 1985. L'examen proprioceptif s'effectue en unipodal sur chaque membre inférieur. Les résultats obtenus sont comparés à ceux du côté sain car il n'existe pas de normes à ce jour. On estime un pourcentage de déficit proprioceptif par rapport au côté sain. Nous devons rester prudent sur l'interprétation de ces données car nous avons montré que la rupture du ligament croisé antérieur provoque une perturbation de la stabilité articulaire du genou traumatisé, mais aussi du membre controlatéral, supposé sain.

## “ Point important

- Le praticien doit établir un bilan précis et rigoureux pour déterminer les déficits et les incapacités du patient. Cet examen clinique est une des clés du résultat final.
- L'examen stabilométrique permet de mettre en évidence un déficit de stabilité articulaire.
- L'objectif de la rééducation est d'obtenir un genou mobile, indolent et surtout stable.
- Pour lutter contre la douleur, les techniques de physiothérapie antalgique ne doivent pas constituer l'essentiel du traitement car elles ne sont pas efficaces à long terme.
- Les phénomènes inflammatoires et les raideurs articulaires sont souvent entretenus par un dérangement articulaire secondaire au traumatisme, associé à une raideur active et/ou passive des chaînes musculaires.

## Bilan des incapacités

Les scores de Lysholm-Tegner et L'IKDC sont les plus utilisés. Ils sont validés et simples d'utilisation. Notre préférence va au

Lysholm-Tegner, coté de 0 à 100 [43]. Ce score augmente en fonction de la récupération des capacités.

### Examens complémentaires

La radiographie conventionnelle s'impose en urgence pour éliminer une fracture ou mettre en évidence un éventuel arrachement osseux (épine tibiale, fracture de Segond...). Elle est indispensable à la détermination de la pente tibiale. Hormis ces cas particuliers, le bilan lésionnel d'une entorse du genou est essentiellement clinique. L'IRM ou l'arthroscanner ne sont pas indispensables à la mise en place du traitement fonctionnel si l'examen clinique a été conduit avec sérieux. Ces moyens d'investigations sont ultraperformants, mais onéreux. Ils se justifient d'un point de vue médico-légal dans l'hypothèse d'une intervention chirurgicale. Ils permettent de confirmer le diagnostic posé et de déterminer les lésions associées qui ne peuvent pas être mises en évidence lors de l'examen clinique (chondropathie, contusion osseuse) pour moduler la stratégie thérapeutique.

### Techniques de rééducation

Le but de la kinésithérapie est d'obtenir une articulation mobile, indolente et surtout stable. Le rééducateur doit réduire les déficiences (douleur, raideur, amyotrophie, instabilité) pour permettre au patient de reprendre ces activités socioprofessionnelles à court terme. La seconde phase de la réhabilitation consiste à mettre en place un programme de reprise sportive sous contrôle du praticien pour que le retour sur le terrain se fasse dans de bonnes conditions. Le patient doit alors poursuivre seul des exercices d'autorééducation que lui a montré le professionnel de santé afin de prévenir les récurrences et d'éviter de développer d'autres pathologies secondaires au traumatisme. Ce travail doit être pratiqué du côté traumatisé, mais aussi du supposé sain.

Le rééducateur, tout au long de cette rééducation doit respecter le principe de non-agressivité pour les tissus. Les amplitudes articulaires et le type de renforcement musculaire doivent être contrôlés pour ne pas perturber la cicatrisation.

### Lutte contre la douleur et les phénomènes inflammatoires

Lors de la première phase, le thérapeute lutte contre la douleur, l'œdème et l'enraidissement. Nous abordons le chapitre du traitement par agents physiques avec prudence car ces nombreuses techniques ne sont pas efficaces sur du long terme [44]. En effet, si l'on s'en réfère à la revue de littérature de Crépon [44], seule les techniques d'électrophysiothérapie antalgique provoquant la libération d'endorphines sont efficaces. La physiothérapie par inhibition sensitive segmentaire (TENS) peut être appliquée comme option thérapeutique pour soulager des douleurs. Pour cet auteur, il ne semble pas opportun d'inclure la diélectrolyse médicamenteuse (ionisation, ionophorèse) dans la rééducation des instabilités articulaires car l'efficacité reste controversée alors que des brûlures galvaniques, attribuées à une mauvaise manipulation de l'appareil, ont été recensées chez de nombreux patients. Néanmoins, l'utilisation de courants excitomoteurs basse fréquence (< 20 Hz) associée à une contention élastique et une à surélévation du membre inférieur favorisent la résorption de l'œdème. Pour les atteintes des ligaments latéraux, les ondes mécaniques constituent un traitement fibrolytique intéressant, mais non validé. Ces effets sclérolytiques sont théoriquement indiqués dans les lésions anciennes de fibrose cicatricielle. Vu leurs effets thermiques, les ultrasons ne doivent pas être appliqués en phase aiguë car ils risquent de favoriser l'œdème et de perturber la cicatrisation. Les lasers sont formellement contre-indiqués car ils provoquent des brûlures.

Toutes ces techniques font partie de l'arsenal thérapeutique du kinésithérapeute. Nous les utilisons exceptionnellement car la philosophie de notre équipe est de chercher à réaliser un traitement étiologique plutôt que symptomatique. En accord avec d'autres auteurs, nous pensons que les phénomènes inflammatoires et les déficits articulaires sont souvent entretenus par un dérangement articulaire secondaire au traumatisme,



Figure 8. Technique de recentrage articulaire.

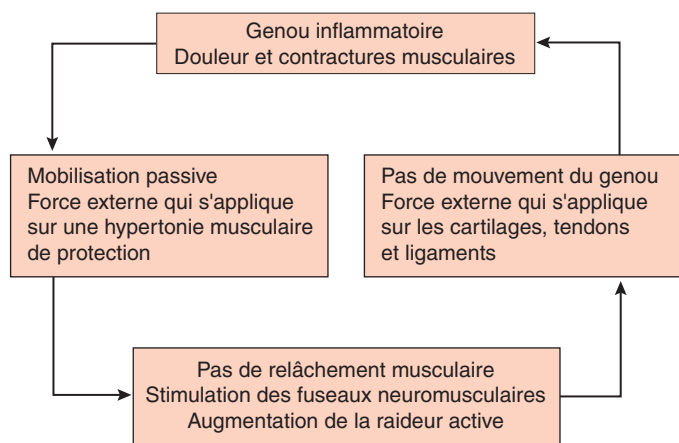
associé à une raideur active et/ou passive des chaînes musculaires antérieures et postérieures [45]. Les techniques de réharmonisation articulaire vont permettre aux ligaments de cicatriser en position de normotension et de diminuer des phénomènes inflammatoires [45] (Fig. 8). Cette approche, décrite par Bonin pour les entorses de cheville, est transposable au niveau de toutes les articulations. En association à ces techniques, le drainage lymphatique manuel et le massage sont effectués pour favoriser la résorption de l'œdème, ce qui va entraîner un meilleur contrôle musculaire et proprioceptif.

### Techniques de mobilisation articulaire

La restitution des mouvements mineurs (glissements articulaires) va faciliter la récupération des mouvements majeurs [41]. Il ne s'agit pas d'aggraver la laxité ligamentaire, c'est pourquoi ces manipulations doivent être non forcées et strictement indolentes.

En plus de rééquilibrer toutes les possibilités de glissement de l'articulation, le praticien doit effectuer des manipulations qui vont dans le sens de raccourcissement des structures ligamentaires lésées. Dans les suites d'une rupture du LCP, les manœuvres de translation antérieure du tibia sous le fémur peuvent éviter que la laxité ne se fixe en tiroir postérieur permanent et ne devienne irréductible. Les techniques de relâchement musculaire vont rétablir l'équilibre de tension des muscles qui croisent l'articulation du genou. C'est l'équilibre de tension des tissus mous qui est responsable de la possibilité de glissement des os entre eux. Le travail de la mobilité majeure se fait par des exercices de mobilisation passive continue, bénéfiques à la cicatrisation ligamentaire et aux échanges liquidiens. En période post-traumatique aiguë, une réaction inflammatoire va s'organiser, associée à un mécanisme de protection du genou qui se matérialise par des contractures réflexes au niveau des muscles qui croisent l'articulation. Ces réactions musculaires adverses vont limiter, voire interdire les mouvements physiologiques de flexion et d'extension. Cette hypertonie antalgique est une posture anormale née d'une activité nerveuse visant à atténuer la douleur du genou, en relation avec un réflexe polysynaptique [46]. La contracture est transitoire et s'atténue ou disparaît temporairement lorsque le genou lésé et son environnement sont relâchés [46]. Inversement, les réactions musculaires de défenses sont provoquées ou exacerbées par toute action mécanique exercée sur l'articulation [46]. Ces considérations nous amènent à ne pas pratiquer de manipulations passives en flexion ou en extension du genou. La force externe, qui va s'appliquer sur les muscles hypertoniques et hypoextensibles, va stimuler les fuseaux neuromusculaires et renforcer les réactions de défenses et les douleurs du patient (Fig. 9).





**Figure 9.** Cercle vicieux d'aggravation des phénomènes inflammatoires.



**Figure 10.** Mobilisation autopassive avec un skate-board.

Au final, le rééducateur est confronté à une augmentation des contractures musculaires et, par conséquent, à une aggravation de la raideur articulaire. Pour ces raisons neurophysiologiques, nous recommandons de mobiliser manuellement le patient en actif-aidé plutôt qu'en passif pur. En effet, la contraction d'un agoniste, grâce au mécanisme d'innervation réciproque décrit par Sherrington, va engendrer le relâchement, donc la diminution du tonus musculaire de l'antagoniste [47]. Ce travail est aussi intéressant en actif pur contre résistance manuelle ou mécanique. Pour ces mêmes considérations, nous préférons utiliser des appareils de mobilisation autopassive de type skate-board, rameur ou vélo, où le patient travaille en actif et gère sa mobilisation plutôt que des machines mécanisées par une force externe imposée de type arthromoteur ou presse avec charge lourde qui peuvent renforcer les phénomènes inflammatoires et la raideur articulaire (Fig. 10). Quoi qu'il en soit, le travail des amplitudes de flexion et d'extension ne doit jamais être douloureux pour ne pas être iatrogène et doit rester dans un secteur articulaire de confort pour le patient [47]. Les techniques de « contracté-relâché », aujourd'hui rebaptisées « levée de tension », sont décrites pour permettre de gagner en amplitude avec un minimum de douleur. Elles peuvent être utilisées mais il est préférable que la mobilisation se fasse de manière indolente. Au-delà du gain de mobilité recherché par le masseur-kinésithérapeute, le but est surtout d'améliorer le drainage et la vascularisation de l'articulation pour favoriser la cicatrisation. La sollicitation dirigée des fibres conjonctives permet d'orienter le collagène, ce qui va constituer, à terme, une meilleure résistance mécanique de la structure ligamentaire. Ces exercices doivent respecter impérativement les amplitudes de non-sollicitation des tissus mous afin de ne pas être agressifs et toxiques (Tableau 2). Au-delà de ces secteurs articulaires, les structures ne sont plus en

**Tableau 2.**

Amplitude de non-sollicitation des structures capsuloligamentaires et méniscales du genou.

	Flexion/Extension
Ligament croisé antérieur	(120° - 0°)
Ligament croisé postérieur	(90° - 0°)
Ligament collatéral médial	(90° - 20°)
Ligament collatéral latéral	(120° - 20°)
Ménisques	Dépend du siège de la lésion
Points d'angle	(- - - 20°)

position de détente, mais la tension qui s'exerce ne produit pas de déformation plastique sans déclencher de douleurs. Les patients hyperlaxes sont des cas particuliers qui posent problème et qui doivent être pris en charge différemment.

## “ Point important

- Le recentrage articulaire permet aux ligaments de cicatriser en bonne position et favorise le gain d'amplitude de flexion et d'extension.
- Les mobilisations du genou sont préférentiellement effectuées en actif-aidé plutôt qu'en passif.
- Le praticien doit toujours respecter les amplitudes de non-sollicitation des tissus mous pour ne pas perturber la cicatrisation.
- Le but de la mobilisation articulaire n'est pas seulement le gain d'amplitude. C'est surtout de favoriser la cicatrisation.

L'hydrokinésithérapie offre un vaste champ d'applications thérapeutiques et doit intégrer l'arsenal des moyens mis en œuvre pour recouvrer la fonction du genou ou améliorer ses capacités [48]. Cependant, cette technique n'est pas indispensable d'autant qu'elle nécessite un matériel très coûteux. La mécanothérapie ou la poulithérapie n'ont pas été abordées car elles ont tendance à disparaître des cabinets de kinésithérapie.

## Renforcement musculaire

Il doit prendre en compte, selon Gain, la physiologie fonctionnelle du muscle [49]. Il doit être adapté au patient et à sa pathologie pour sortir des protocoles stéréotypés mal adaptés [49]. Les différentes fibres musculaires et leurs actions sont aussi à prendre en considération. Exacoustos nous rappelle que les structures de type 1 font partie du système tonique, postural qui a pour fonction de stabiliser les os entre eux [50]. Ce système antigravitaire, réflexe et involontaire, tend à l'amyotrophie à la suite d'une période de décharge. Ces entités sont durables et on les retrouve plus volontiers dans les muscles courts monoarticulaires. Les fibres de type 2 sont recrutées pour effectuer des actions motrices volontaires, nécessaires au mouvement et à la gestuelle motrice. Ces unités sont fatigables et ont pour action de mobiliser les segments osseux les uns par rapport aux autres. Elles sont principalement présentes au sein des muscles longs, polyarticulaires. Dans les suites d'une immobilisation, leurs structures se modifient, se raccourcissent et se fibrosent, entraînant l'enraidissement et l'hypoextensibilité du système musculotendineux. Le quadriceps en est le parfait exemple. Le droit fémoral, chef polyarticulaire phasique, responsable de la flexion de hanche et de l'extension de genou lors du pas antérieur, est souvent hypoextensible. Les vastes, éléments monoarticulaires stabilisateurs de la patella, sont plutôt toniques et ont tendance à l'amyotrophie et à la sidération.

## Phase post-traumatique immédiate

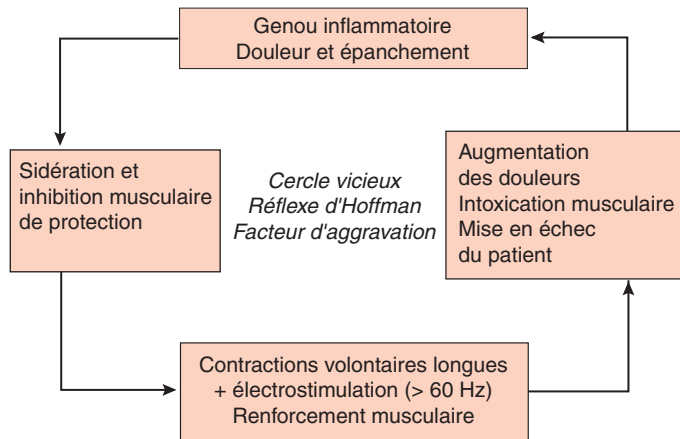
C'est la période de tous les dangers. Le rééducateur doit prendre en compte de nombreux paramètres pour adapter ses

**Tableau 3.**

Contraintes maximales ligamentaires et ostéoarticulaires (d'après Salvator-Vitwoet).

	LCA	Fémoropatellaire	Fémorotibiale
CCP ou CCF	> 80°	> 60°	0 à 30°
CCS ou CCO quadriceps	0° à 60°	0° à 90°	> 90°
CCS ou CCO ischiojambiers	Aucune	Aucune	0 à 30°

LCA : ligament croisé antérieur ; CCO : chaîne cinétique ouverte ; CCF : chaîne cinétique fermée ; CCS : chaîne cinétique série ; CCP : chaîne cinétique parallèle.

**Figure 11.** Cercle vicieux d'Hoffman d'aggravation de la sidération musculaire.

techniques. Le genou est toujours positionné dans un secteur angulaire indolent dans lequel la cicatrisation n'est pas perturbée (Tableau 3). L'état inflammatoire de l'articulation impose la prudence. La musculation traditionnelle, ici, n'a pas sa place et sa pratique serait difficile pour le patient, voire impossible. Cette méthode risquerait d'aggraver les phénomènes douloureux, d'augmenter l'épanchement et d'accroître les dysfonctions musculaires réflexes. Il peut s'en suivre aussi une surcharge de déchets intramusculaires qui ne pourra pas être éliminée par le muscle lui-même, ce dernier étant trop inhibé ou contracté pour se drainer seul. L'intoxication de cette structure va favoriser son mauvais fonctionnement. Tous ces phénomènes, associés à la mise en échec du sujet, constituent un cercle vicieux d'aggravation décrit par Hoffman (Fig. 11).

Lors de cette première étape, on ne doit pas parler de renforcement mais de réveil musculaire ou de lever de sidération musculaire [51]. Le principe de cette phase est de permettre au patient de retrouver une bonne contraction volontaire et un schéma moteur satisfaisant. Les structures intéressées sont le quadriceps, les ischiojambiers, mais aussi le triceps et tous les muscles du membre inférieur qui interviennent dans la stabilité ou la motricité du genou. Le patient doit être placé assis sur une table en position de confort, genou en subextension. Diverses techniques peuvent être employées. Le massage va tout d'abord permettre de prendre contact avec le sujet et d'assouplir le muscle en le drainant grâce à des manœuvres circulatoires. La méthode proposée par Rachet semble efficace. Il demande au patient des longues séries de contractions « flash » (10 secondes/contractions) et des courtes séries de contraction dites longues, d'une durée de 30 secondes chacune [51]. Les procédés d'irradiation par contractions des muscles gâchettes ou de piégeage par utilisation d'automatismes cinétiques sont recommandés. L'électrostimulation est le moyen de réveil musculaire le plus utilisé. Pour les raisons citées ci-dessus (réflexe d'Hoffman), la participation du sujet n'est pas souhaitée.

Les travaux de Delitto montrent que les excitomoteurs favorisent la récupération musculaire [52]. Sydney-Mackler confirme ces résultats sur 58 patients et précise que l'application du courant doit débuter en début de prise en charge [53].

**Figure 12.** Électrode Mi-Sensor®.

Néanmoins, Paternostro-Sluga, dans son étude en double aveugle, ne trouve pas d'intérêt thérapeutique à cette technique [54]. Les choix des paramètres de stimulation utilisés pour cette étude apparaissent toutefois peu optimaux. Laborde compare deux protocoles d'électrostimulation (20 Hz versus 80 Hz). Il obtient une amélioration de la force musculaire plus importante avec un courant de basse fréquence [55]. Cependant, les protocoles utilisés dans ces études sont perfectibles car le type de courant utilisé est le même tout au long de la rééducation, alors que la récupération musculaire évolue. Cette technique doit être adaptée au patient et modulée en fonction de la phase de rééducation. La qualité du courant doit être irréprochable. On assiste à l'apparition de certains procédés novateurs. Les nouveaux appareils de la gamme Compex® possèdent l'accessoire Mi-Sensor® (Fig. 12). Ce dispositif comporte la fonction Mi-scan® qui permet de connaître les caractéristiques d'excitabilité du muscle et de personnaliser précisément les réglages de l'électrostimulateur. Dans un premier temps, le courant le plus approprié est celui préconisé par Laborde. Il doit être rectangulaire, de basse fréquence (environ 30 Hz). Il est appliqué précisément au niveau des points moteurs pour le confort du patient. Les muscles concernés sont le triceps, les ischiojambiers et surtout le quadriceps. L'objectif est, dans un premier temps, de stimuler spécifiquement les fibres de type 1, qui sont principalement touchées et sidérées durant cette période d'inactivité. Ce travail aura un effet circulatoire afin de favoriser le drainage du muscle et du genou. Les fibres de type 2 seront sollicitées par les exercices de mobilisation active décrits dans le paragraphe précédent. Le *biofeedback* est un outil intéressant pour reprendre conscience visuellement de la quantité et de la qualité de contraction musculaire [56]. Cet appareil limite les phénomènes de compensation musculaire.

#### Phase de renforcement musculaire actif

À ce stade de la rééducation, et si l'état inflammatoire de l'articulation le permet, les machines de musculation peuvent être intégrées dans le programme. Lorsque la sidération a disparu, laissant place à un schéma moteur satisfaisant et à un contrôle musculaire de bonne qualité, les séances d'électrostimulation peuvent être associées à la participation du patient pour récupérer l'extension active, tout en respectant la non-sollicitation de la cicatrice ligamentaire (Fig. 13). La fréquence du courant utilisé doit être plus élevée (> 60 Hz). La participation du patient pendant le temps de travail va optimiser la récupération [57, 58]. Strojnik étudie la contraction isométrique du quadriceps associée à une électrostimulation. Par rapport à la même sollicitation statique isolée, il observe un gain de force supérieur. Néanmoins, lorsque la stimulation électrique est associée à un *squatt-jump* (saut), le courant a une action néfaste. Il semble perturber la coordination et diminue la détente verticale. Tout se passe comme si l'électrostimulation était adaptée à des tâches simples et non complexes. De plus, la force ne dépend pas exclusivement de la contraction musculaire. Elle résulte aussi, pour les muscles phasiques, de la commande corticale et de la conduction nerveuse. Pour les muscles toniques, qui sont conditionnés par un mécanisme neurologique réflexe, les récepteurs sensoriels vont aussi intervenir dans la performance, en plus du système nerveux d'intégration et de conduction. Le muscle, intéressé par le renforcement, doit être



**Figure 13.** Récupération de l'extension active avec un électrostimulateur.



**Figure 14.** Électrostimulation du quadriceps en squatt.

sollicité dans sa position de fonction (Fig. 14). Nous avons vu par exemple que le quadriceps avait deux dominantes. Une action phasique d'extension de genou et de flexion de hanche grâce au droit fémoral et une fonction tonique antigravitaire qui contrôle la flexion du genou lors de l'appui du pied au sol. Le muscle doit être sollicité dans ces deux activités. Cependant, les méthodes de renforcement musculaire du quadriceps, dans les pathologies ligamentaires du genou, provoquent des divergences d'opinions rarement connues dans le monde de la rééducation. Les publications de Hening et Beynon ont prouvé que le travail du quadriceps en chaîne cinétique ouverte (CCO) favorisait la translation antérieure du tibia [59, 60]. Cette contrainte est maximale, selon Salvator-Vitwoet, entre 0 et 45° de flexion [61]. La toxicité augmente lorsque la charge est placée loin de l'articulation. Lorsque la résistance est positionnée proche du genou, sur la tubérosité antérieure du tibia, l'effet nocif est faible [62]. D'autres publications ont précisé que l'agressivité était maximale lorsque le mode de contraction demandée était excentrique. Les praticiens avertis ont adopté la méthode de renforcement du quadriceps en chaîne cinétique

fermée (CCF). Salvator-Vitwoet rappelle que le bénéfice de type de travail est triple [61]. D'abord, le recrutement simultané des agonistes et des antagonistes permet d'annuler les forces de translation antérieure du tibia sous le fémur et diminue de ce fait les contraintes ligamentaires et ostéoarticulaires [61]. Ensuite, ce principe se rapproche de la physiologie de protection articulaire, ce qui favorise la reprogrammation neuromusculaire [61]. Enfin l'auteur précise que cela favorise la stabilité du genou [61]. Néanmoins, Chatrenet a montré que le travail à la presse (CCF) était toxique pour les patients présentant une rupture du LCA associée à des lésions des structures postéro-médiales et une pente tibiale excessive [62].

Face à ces promoteurs de la chaîne cinétique fermée ou parallèle, des études isocinétiques ont mis en évidence un déficit du quadriceps qui persiste plus longtemps chez des patients qui n'ont pas pratiqué de rééducation du quadriceps en chaîne cinétique ouverte ou série. Pour certains, ce renforcement analytique ne peut pas être compensé par une autre activité physique et sportive. La toxicité des chaises à quadriceps a été limitée par l'apparition des barres antitiroir qui diminuent la translation antérieure du tibia lors de l'extension du genou contre résistance [62]. Renstrom et Arms préconisent un travail statique en CCO du quadriceps dans des secteurs angulaires supérieurs à 60° de flexion car la translation antérieure est faible dans ces amplitudes élevées [63, 64]. Certains ont adopté ce mode de musculation qu'ils ont appelé « chaîne cinétique ouverte intelligente ». Mikkelsen retrouve une force au niveau du quadriceps supérieure chez des patients qui ont effectué une rééducation mixte (CCF + CCO) par rapport à un groupe exclusivement renforcé en CCF [65]. Cette étude est critiquable et les conclusions précipitées car les patients qui ont présenté la meilleure récupération sont les patients qui ont pratiqué un renforcement musculaire plus important. L'auteur prouve surtout qu'une rééducation plus soutenue entraîne des résultats plus satisfaisants. Perry a comparé deux populations et montre que le mode de renforcement en CCO ne procure pas un bénéfice supérieur au mode de renforcement en CCF [66]. Bynum et Barrack avaient fait les mêmes constatations 10 ans plus tôt [67]. Malheureusement, toutes ces études sont évaluées par un appareil en CCO et l'ensemble de ces propositions de rééducation en CCO a pour but principal d'obtenir de bons résultats isocinétiques. La méthode de ce bilan est critiquable car l'extension du genou contre résistance est une fonction qui n'est pas physiologique et que l'on ne retrouve pas ou peu dans les activités physiques et sportives. En outre, nous avons remarqué que cette méthode d'examen est nécessaire pour évaluer la force, mais qu'elle ne donne pas le reflet de la stabilité articulaire et la que priorité du traitement de l'entorse du genou n'est pas la réussite d'un bon test isocinétique [41]. L'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (ANAES) en 2001 (nouvellement Haute Autorité de santé [HAS]) avait déjà précisé que l'isocinétisme n'évalue ni la stabilité, ni la fonctionnalité [68]. Les experts précisaient que cet outil venait compléter l'évaluation clinique d'un déficit musculaire [68]. Étant donné que l'objectif principal du traitement est d'obtenir une articulation mobile, indolente et surtout stable, nous devons nous interroger sur l'intérêt du renforcement du quadriceps en chaîne cinétique ouverte. Hormis l'aspect iatrogène sur la translation antérieure du tibia sous le fémur, il existe un réel risque de survenue d'une symptomatologie fémoropatellaire et nous pensons que ce type de musculation n'apporte aucun avantage dans le traitement fonctionnel des entorses du genou. En effet, Billuart rapporte des travaux qui rappellent qu'un muscle est performant selon la vitesse, le secteur angulaire et la course dans lesquels il a été entraîné [17]. Comme lui, nous pensons qu'il faut s'élever contre une approche trop analytique du renforcement musculaire qui n'intègre pas la coordination des différents groupes musculaires [17]. Nous ne connaissons aucune pratique physique et sportive qui nécessite le travail du quadriceps contre résistance. Même le shoot au football ou au rugby, pouvant justifier cette attitude, est une action faisant surtout intervenir la vélocité du membre inférieur et non la force. Cometti a observé que l'activité électromyographique (EMG) du quadriceps était antiphiologique lors d'un

exercice de musculation en extension de genou contre résistance [69]. La chronicité de recrutement des unités motrices est différente par rapport à celle produite lors des activités en position fonctionnelle du quadriceps, c'est-à-dire le squatt pied au sol. Cette activité de CCO provoque une déprogrammation neurophysiologique de la contraction musculaire. Nous devons donc retenir de tous ces travaux que le renforcement en chaîne cinétique ouverte du quadriceps, même s'il n'est peut-être pas préjudiciable pour la laxité du genou, est antiphysiologique. Les rééducateurs ne doivent plus l'introduire dans leurs programmes de réhabilitation et cela, quelle que soit la pathologie. N'en déplaise à certains, ce type de musculation n'a rien d'intelligent, bien au contraire.

En revanche, l'ensemble des auteurs s'accorde à penser qu'il faut impérativement récupérer une extension active comparable au côté opposé. La persistance d'un flexum actif non justifié (sauf cicatrisation de points d'angle) est responsable d'une amyotrophie du quadriceps et peut évoluer en symptomatologie fémoropatellaire. Nous proposons un travail de l'extension active sans résistance (Fig. 13). Ce type de contraction, lors de la marche, est un mouvement physiologique et cela ne nécessite pas de renforcer le quadriceps en chaîne cinétique ouverte avec des poids au bout du pied. Isberg a montré dans ces travaux que la recherche de l'extension active sans résistance mécanique est sans risque sur la laxité antérieure [70]. Ce travail est différent de celui de la CCO car il recherche la fonction et non la force musculaire. Nous avons adopté ce principe en couplant la contraction du quadriceps à un électrostimulateur.

Cet exercice peut être effectué assis en bord de table, mais nous préférons le proposer debout. Cette position présente deux avantages. D'une part, l'exercice est plus physiologique et, d'autre part, le poids de la jambe, parallèle à l'axe du membre inférieur, n'exerce pratiquement pas de contrainte sur la laxité antérieure.

La seconde fonction du quadriceps, celle qui sollicite le plus ce muscle, est l'action antigravitaire. Cette structure, en cocontraction avec les ischiojambiers, va contrôler la flexion du genou sous l'effet de la pesanteur. On retrouve ici tout l'intérêt fonctionnel du renforcement en CCF qui a pour principe de respecter les contraintes qui peuvent s'exercer au niveau du pivot central et des structures ostéocartilagineuses [61]. Il faut retenir que lors des exercices en CCF, les ischiojambiers deviennent inefficaces pour la protection de la translation antérieure au-delà de 60° à 80° de flexion en fonction des auteurs (Tableau 3). Aussi, l'action en CCO des ischiojambiers (IJ) est extrêmement toxique pour les lésions du ligament croisé postérieur d'après Middleton [5]. L'auteur précise que ce type de travail doit être banni de la rééducation des lésions du LCP [5]. Cet effet nocif est maximal à 90° de flexion. Hormis cette pathologie, ce type de renforcement n'entraîne pas d'autre contrainte au niveau ligamentaire. Moins de polémiques ont été observées pour la musculation des IJ, mais ce renforcement est très peu physiologique.

## “ Points importants

- La première phase de la récupération musculaire est un réveil où l'électrostimulation basse fréquence et les techniques de levée de sidération occupent une place importante.
- La seconde étape est le renforcement musculaire où tous les modes de contractions doivent être travaillés.
- Les exercices de musculation analytique en chaîne cinétique série (ou ouverte) avec charge ne doivent plus faire partie des programmes de rééducation pour des raisons neurophysiologiques. Le travail en chaîne cinétique parallèle (ou fermée) est préférable car il est plus fonctionnel.



Figure 15. Renforcement du quadriceps en chaîne cinétique parallèle.



Figure 16. Travail du verrouillage poplité debout selon la technique de l'écrase-coussin avec électrostimulateur pour les patients présentant une atteinte du ligament croisé antérieur (LCA).



Plusieurs exercices de renforcement en CCF peuvent être proposés en fonction de l'équipement du rééducateur (Fig. 14, 15). Les exercices de verrouillage (écrase-coussin) sont préférentiellement exécutés debout (Fig. 16).



Lorsque l'atteinte du patient porte sur le LCA, le contre-appui doit se positionner derrière le fémur afin d'éviter une translation néfaste (Fig. 16). Il est placé derrière le tibia en présence d'une lésion du LCP (Fig. 17). Dans le cadre de cette dernière pathologie, ce type d'exercice est la priorité du renforcement musculaire [5]. Le squatt reste le mode de travail qui nécessite le moins de matériel. Comme l'indique Strojnik dans son étude, nous couplons cet exercice avec un électrostimulateur pour avoir une efficacité supérieure [57] (Fig. 14).

Des exercices à la presse permettent d'avoir une évolution de charge de travail plus progressive. Pour favoriser l'action des ischiojambiers lors du travail en CCF, Chatrenet conseille d'incliner le tronc vers l'avant dans le cadre des lésions du LCA [62]. Kvist a étudié la translation antérieure du tibia lors de trois positions de squatt différents (centre de gravité en arrière, au-dessus et en avant du polygone de sustentation) [71]. Il montre que la position postérieure du centre de gravité est la plus favorable au contrôle du tiroir antérieur [71]. Ces études ne sont pas contradictoires. Pour avoir une position idéale, le



**Figure 17.** Travail du verrouillage poplité debout selon la technique de l'écrase-coussin avec électrostimulateur pour les patients présentant une atteinte du ligament croisé postérieur (LCP).

patient doit incliner son tronc avec un centre de gravité postérieur (Fig. 14). Pour ne pas être iatrogène pour les cartilages, le travail en CCF ne doit jamais dépasser 60-80° de flexion. Au-delà de ce secteur angulaire, les forces de contraintes sur l'articulation fémoropatellaire dépassent 9 000 newtons (N).

Lors de la première phase, la présence d'un épanchement persistant ou l'existence d'une souffrance ou altération cartilagineuse nécessite la mise en place d'un renforcement musculaire isométrique. Ce type de contraction statique évite les sollicitations intempestives responsables d'une recrudescence des phénomènes inflammatoires. Les autres méthodes de travail sont réintégrées progressivement. Tous les modes de contraction musculaire sont pratiqués [49]. Le but est thérapeutique et l'important est d'être progressif. L'objectif reste la réhabilitation du patient et d'une fonction et non l'amélioration des performances d'une articulation pathologique. Solliciter le genou à outrance pour obtenir un exploit thérapeutique, alors que les tissus n'ont pas acquis une maturité cicatricielle nécessaire à la solidité du ligament et que les muscles n'ont pas récupéré une force suffisante à une activité de la vie quotidienne, est dangereux et dénué de bon sens. Au contraire, en fonction des

manifestations cliniques, les exercices peuvent être modulés au niveau des charges et des vitesses. Le concentrique reconstruit un schéma moteur et une gestuelle précise. La dynamique (va-et-vient) permet une réadaptation du muscle à l'effort. Le rééducateur propose des séries longues avec de faibles charges pour développer l'endurance. Ce travail est ciblé sur la filière énergétique aérobie et sur les fibres de type 1. La répétition des mouvements permet l'oxygénation des cellules et favorise le drainage du membre inférieur. D'autres méthodes d'endurance avec des charges plus lourdes sont introduites par la suite. En fin de traitement, la rééducation est orientée sur des sollicitations musculaires spécifiques. Le développement de puissance maximale, de type vitesse d'exécution gestuelle, va nécessiter une résistance équivalente à 30 puis 50 % de la résistance maximale (RM) dynamique [49]. Quelle que soit la charge, la consigne donnée au sujet est d'accélérer le mouvement le plus possible [49]. L'amélioration de la force explosive et la vitesse maximale vont suivre les mêmes principes. La force maximale nécessite plutôt des répétitions courtes avec des charges élevées. Le mode excentrique est celui qui se rapproche le plus de la fonction antigravitaire et des mécanismes de protections articulaires. C'est le plus intéressant. Ce type de contraction présente de nombreux avantages curatifs et préventifs [49]. Par définition, le travail excentrique est une contraction musculaire associée à un allongement du système musculotendineux. Dans les exercices de préparation physique, ce phénomène est provoqué en appliquant au sportif une charge supérieure à sa RM [49]. L'objectif recherché est la performance. En kinésithérapie, le but est thérapeutique et la charge peut être inférieure à la RM du patient. Nous pratiquons plutôt un mode de contraction musculaire freinateur que l'on peut appeler excentrique sous-maximal comme l'avait décrit l'équipe médicale de Capbreton. C'est cette fonction de contrôle que l'on retrouve pour protéger les muscles et les articulations. Il semble donc préférable aujourd'hui de préconiser la réalisation d'un travail excentrique sous-maximal pour améliorer les capacités freinatrices. L'amélioration peut être due à une adaptation du système musculaire ou/et à une adaptation neuromotrice. Pour optimiser l'action de contrôle freinateur, ces exercices doivent être effectués à des vitesses variables. Les positions du pied au sol doivent changer pour entraîner le genou à toutes les situations possibles. L'introduction des appareils dynamiques de réadaptation à l'effort tels que le vélo, le rameur, le stepper, le vélo elliptique se fait en fonction de l'état clinique du genou (Fig. 18, 19). Ces exercices permettent l'amélioration des capacités d'endurance cardiorespiratoire et vasculaire du patient. Le praticien est vigilant aux amplitudes nécessaires à la pratique de chaque appareil. En fin de réhabilitation, des séquences dites « fractionnées » sont intéressantes pour réhabituer le patient aux



**Figure 18.** Exercices dynamiques de type vélo (A) et stepper (B).



**Figure 19.** Exercice dynamique au rameur.



**Figure 20.** Renforcement des stabilisateurs latéraux en charge avec un élastique.

accélération violentes. Les muscles stabilisateurs peuvent être renforcés spécifiquement par les techniques de Kabat. Nous préférons travailler ces muscles en charge. L'appui manuel du kinésithérapeute est remplacé par un élastique au niveau du pied non traumatisé, dirigé dans un plan frontal (Fig. 20). Les mouvements d'adduction de hanche du membre inférieur sain contre la résistance du dispositif vont produire, au niveau du genou traumatisé mis en position de légère flexion, une déstabilisation en valgus-rotation latérale du tibia sous le fémur. Pour maintenir l'intégrité de son articulation, le patient va solliciter les muscles fléchisseur propre du gros orteil, tibial postérieur, gastrocnémiens, quadriceps, muscles de la patte-d'oie, semi-membraneux, adducteurs et rotateurs latéraux de coxofémoral. Lors de l'exercice opposé, l'action de déstabilisation est vers le varus-rotation médiale du tibia sous le fémur. Les muscles concernés sont l'extenseur commun des orteils, les fibulaires, les gastrocnémiens, le quadriceps, le biceps crural, le tenseur du fascia lata, les rotateurs médiaux de coxofémoral.

Le renforcement isocinétique est plus médiatisé qu'indispensable. L'efficacité de ces machines n'est pas encore démontrée pour un coût bien réel. Les structures libérales qui possèdent ce type d'appareil sont très rares et peu s'en servent comme moyen de rééducation. Nous n'avons pas d'expérience sur le renforcement musculaire avec la technique de vibrotonie corporelle. Selon les concepteurs, ces plateformes produisent une vibration qui engendre automatiquement une contraction et un relâchement musculaire. Ce dispositif est largement médiatisé auprès du grand public, mais il n'y a pas, à notre connaissance, de publication médicale à ce sujet.

## Reprogrammation neuromusculaire

C'est la phase la plus importante du traitement. Elle va permettre d'améliorer la stabilité et de diminuer les récurrences. Les exercices de proprioception sont la pierre angulaire du programme rééducatif. Cette reprogrammation neuromusculaire est fondamentale pour effectuer un retour aux activités socio-professionnelles et sportives dans de bonnes conditions. En effet, le traumatisme du genou peut être bien toléré au niveau de la stabilité articulaire, lorsqu'il s'agit de lésions bénignes, mais l'atteinte du ligament croisé antérieur engendre une impotence fonctionnelle invalidante et d'importantes perturbations. Barrack et al. (1989) ont étudié le seuil de détection du mouvement sur une série de patients présentant une lésion du LCA depuis 3 mois [72]. Les valeurs étaient respectivement de 2,57° chez les sujets sains et de 3,53° après lésion du LCA, soit une augmentation de 0,96° après lésion ligamentaire [72]. Corrigan et al. (1992) ont mesuré ce même paramètre dans une population de sujets présentant une lésion avec un recul moyen de 5,25 ans. Les valeurs étaient respectivement de 1,88° et 2,62°, soit une augmentation de 0,74°. Des valeurs plus faibles, mais toujours statistiquement significatives ont été mesurées par MacDonald en 1996 (0,67° et 0,81°, soit une différence de 0,14°) et Beynon en 1999 (1,17° et 1,45°, soit une différence de 0,28°). Pour la mesure du sens de position articulaire (stathésie), suivant les auteurs, l'erreur moyenne de positionnement entre les deux mesures s'évalue entre 2,2 à 2,4 plus ou moins 1° chez des patients sains. Hurley et Scott, en 1998, ont rééduqué des sujets atteints de gonarthrose. Ces auteurs ont observé des erreurs de positionnement, passant de 3,6 à 3,1° à la suite de la rééducation. Au niveau de l'évaluation de la perturbation de la stabilité articulaire, Thoumie, dans une étude récente (1999), s'est intéressé à l'analyse des instabilités sur plateforme de force du genou ligamentaire [42]. Ce dernier propose comme perspective d'avenir d'introduire l'évaluation de la stabilité sur cet instrument comme élément de suivi des patients [42]. L'étude de l'appui unipodal sur plateforme de forces a été effectuée initialement par Tropp, en 1984, à la mesure de l'instabilité après entorse de cheville puis secondairement par Gauffin (1990) à l'articulation du genou [73]. Gauffin a réalisé une première étude stabilométrique chez des sujets footballeurs traités fonctionnellement après une rupture du LCA [73]. Le déficit des muscles stabilisateurs du côté atteint était variable, compris entre 0 et 7 %. L'examen stabilométrique réalisé 16 ± 9 mois après le traumatisme a montré que les oscillations posturales étaient augmentées de façon bilatérale en position d'extension, alors que les valeurs en flexion à 30° étaient normales par rapport à une population de témoins sportifs [73]. Shiraishi (1996) a exploré de façon comparative deux groupes de patients, les uns traités fonctionnellement et les autres opérés, et a comparé leurs résultats à une population de sujets sains [74]. Tant chez les hommes que les femmes pouvait s'objectiver une instabilité en appui unipodal (20 secondes, genou fléchi à 20°) qui était maximale chez les sujets non opérés et intermédiaires chez les sujets opérés [74]. Comme le souligne Thoumie, ces résultats appellent quelques remarques quant à l'interprétation et aux applications que l'on peut proposer dans le cadre de la rééducation [42]. En effet, la persistance d'une instabilité après lésion du LCA en l'absence de déficit moteur significatif est interprétée par les auteurs comme l'expression d'un trouble proprioceptif. Le caractère bilatéral de l'instabilité noté par Gauffin avait déjà été observé par Tropp lors de l'évaluation de l'instabilité de la cheville et avait été interprété comme le reflet d'une modification du contrôle central de la proprioception en rapport avec le déconditionnement bilatéral du patient après le traumatisme dû à la diminution d'activité [73]. Ces études avaient une population présentant une rupture ancienne du LCA avec des instabilités chroniques. Gauffin est l'auteur qui présente la population avec la moins grande ancienneté de lésion, qui s'élève tout de même à 16 plus ou moins 9 mois [74]. Hot (2007) reprend les travaux de Gauffin avec une population de 25 patients présentant une rupture fraîche du ligament croisé antérieur [75, 76]. Le délai entre le traumatisme et l'évaluation était de 14 jours, cela afin d'évaluer

au mieux les troubles de la stabilité sans qu'un phénomène de cicatrisation ou de compensation ne rende l'interprétation moins fiable [75]. Il observe, par des tests stabilométriques, une perturbation de la stabilité articulaire sur le côté lésé, mais aussi sur le côté controlatéral supposé sain par rapport à un groupe témoin [75]. Ces résultats rejoignent ceux de ces auteurs. Tropp et al., en 1984, ont étudié le déficit proprioceptif par des enregistrements stabilométriques chez des sujets souffrant d'une entorse aiguë de la cheville. D'après ces auteurs, ce déficit de stabilité bilatérale peut constituer un argument en faveur d'une perturbation non pas périphérique, mais bien d'origine centrale. Ainsi, Hot explique que cet affaiblissement bilatéral est secondaire à la modification, par la lésion du LCA, des programmes moteurs centraux mémorisés au niveau du *feedforward*. L'exécution du mouvement est troublée en amont, ce qui nécessite un réajustement des programmes centraux et de la commande motrice. Cette perturbation d'origine centrale peut être un élément expliquant la fréquence des ruptures bilatérales. En effet, Chambat, en 2002, soulignait la fréquence des ruptures bilatérales du LCA. Il explique ce phénomène par deux hypothèses. La première concerne le manque de confiance dans le genou lésé ou opéré qui amène le sportif à solliciter de façon plus intense le genou controlatéral. La seconde concerne l'absence de travail, pendant la période de rééducation, du genou controlatéral qui est « l'oublié de l'histoire ». Or, ce genou « sain » car exempt de phénomène inflammatoire, d'après les résultats de ces travaux, présente lui aussi une stabilité perturbée et doit être rééduqué. Malgré cela, les rééducations post-traumatiques sont exclusivement ciblées sur l'articulation pathologique. Le membre inférieur controlatéral, supposé sain, est laissé « à l'abandon » durant toute la rééducation. C'est pourquoi la reprogrammation neuromusculaire doit être pratiquée sur chaque membre inférieur.

Elle va s'intéresser tout d'abord aux versants conscients de la proprioception (sens kinesthésique et statesthésique) par des exercices en décharge de perception consciente du mouvement. Le patient est en bout de table, yeux fermés, et doit percevoir les mouvements que fait son genou mobilisé par le rééducateur. Ensuite, le praticien place l'articulation dans une position et le sujet, mis dans la même situation que précédemment, doit décrire l'amplitude dans laquelle se trouve son genou. Les stabilisations rythmiques et les techniques de Kabat sont un bon moyen d'améliorer le contrôle musculaire [77]. Cependant, la priorité reste la stabilité articulaire involontaire et inconsciente. Cette phase de la rééducation va solliciter les systèmes de protection articulaire, de *feedback* et surtout de *feedforward*, cités dans un chapitre précédent. Cette banque de programmes moteurs d'origine centrale mémorise d'innombrables informations sensibles et sensorielles acquises tout au long de la vie. Pour améliorer la performance de ces mécanismes, le rééducateur doit solliciter les muscles toniques qui interviennent dans le maintien des os les uns par rapport aux autres [50]. Pour cela, il doit proposer au patient des exercices qui se rapprochent des mécanismes physiologiques de protection articulaire involontaire pour espérer renforcer les fibres musculaires toniques qui ne peuvent être rééduquées que par des techniques qui leur sont spécifiques [50]. Or, la reprogrammation neuromusculaire dans la rééducation des instabilités est une technique qui n'a pas évolué depuis l'invention de la pouliothérapie et du plateau de Freeman. Ce dernier avait mis en place un programme progressif qui comportait 10 étapes. Aujourd'hui, ce dispositif, conçu au départ pour les instabilités de cheville, est utilisé à outrance pour les traumatismes articulaires du genou. Les étapes ne sont plus respectées et de nombreux programmes de reconconditionnement proprioceptif se résument à la station monopodale sur ce plateau oscillant. Ces systèmes, qui déstabilisent le membre inférieur par le bas, produisent des programmes moteurs qui ne sont pas adaptés au mécanisme qui génère les entorses. Ces entraînements vont engendrer un *feedforward* qui ne sera pas efficace. Nos propos sont aussi argumentés par Forestier et Toschi (2005) [78]. Selon eux, les plateaux de Freeman, ou plus largement les plateaux oscillants, en utilisation unipodale, induisent des accélérations importantes du centre de gravité du sujet, sollicitant en priorité les organes

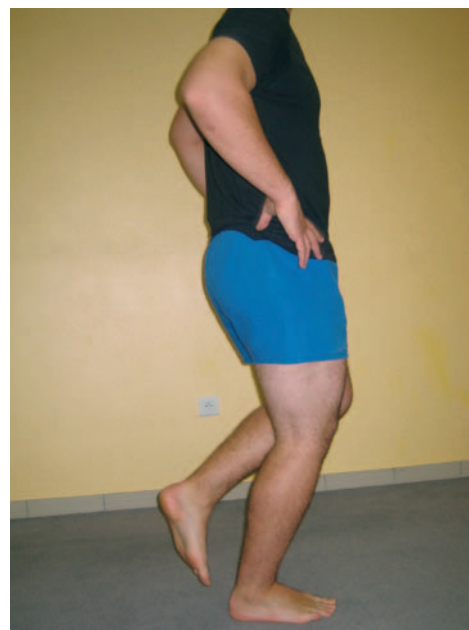


Figure 21. Reprogrammation neuromusculaire sur plan stable.

labyrinthiques (dont les informations sont modulées au niveau des noyaux vestibulaires par des afférences rétinienne). Cette stratégie vestibulaire est beaucoup plus imprécise et détermine un contrôle postural de réajustement beaucoup plus grossier et tardif. Les lésions ligamentaires sont une atteinte du système somesthésique qui est le départ d'un processus neurophysiologique d'adaptation rapide et fine. En 1986, Horak et Nashner démontrent que sur sol instable asservi aux oscillations du sujet, le complexe visiovestibulaire est très sollicité pour rétablir l'équilibre [79]. Il est à présent couramment admis que les récepteurs labyrinthiques et visuels (ou visiovestibulaires) sont des systèmes d'urgence permettant au sujet de répondre à de gros déséquilibres. Sur ces plateaux instables, le patient utilise une compensation avec un schéma corporel antécédent au traumatisme alors qu'il devrait, au contraire, reprogrammer son articulation à partir de sa nouvelle cartographie sensitive postlésionnelle. Riva (2003) parle de syndrome de régression fonctionnelle [80]. L'individu utilise le système le plus performant et le moins altéré au détriment des autres qu'il néglige et qu'il abandonne petit à petit. Ce dernier rapporte le cas d'athlètes de haut niveau qui, en s'entraînant plusieurs heures par jour, induisent une hyperstimulation de certains systèmes (visuel, vestibulaire ou proprioceptif) causant la régression de systèmes moins engagés [80].

Inversement, la rééducation sur plan stable semble solliciter en premier lieu les afférences somesthésiques afin d'éduquer, selon Castaing et Deplace (1975), les récepteurs sensoriels (capsule articulaire, tissus graisseux...) qui ne sont pas intoxiqués par la distension articulaire, afin de suppléer à la défaillance sensorielle [22]. Ces propos sont rejoints par ceux de Johanson en 1990, puis de Kraupse, en 1992, qui démontrent que même en l'absence de LCA, la tension des mécanorécepteurs capsulaires entraîne, d'une part, l'activation des ischio-jambiers et, d'autre part, l'inhibition du quadriceps, limitant ainsi la translation tibiale antérieure et, par ce fait, l'instabilité [81, 82]. Ces afférences permettent d'obtenir un contrôle postural plus rapide et précis que les afférences visiovestibulaires, pouvant expliquer que le meilleur moyen d'améliorer la stabilité du genou est de rééduquer les patients sur plan stable (Fig. 21). Cette reprogrammation doit débuter dès que l'appui est autorisé. Le patient, au départ, peut avoir une aide manuelle à l'espallier par exemple (Fig. 22). Il n'est pas raisonnable d'autoriser la marche sans canne et d'interdire ce type d'exercice. Lorsque le patient est capable de tenir en station unipodale pendant une durée supérieure à 5 secondes, la déambulation sans aide peut être débutée au sein de l'établissement. Le praticien va, dans un premier temps, permettre au sujet de ne pas se servir des béquilles en milieu sécurisé c'est-à-dire au



**Figure 22.** Reprogrammation neuromusculaire sur plan stable avec aide manuelle à l'espalier.



**Figure 23.** Reprogrammation neuromusculaire sur plan stable avec ballon.

domicile du patient. Ensuite, et si le genou continue à évoluer favorablement, les cannes pourront être totalement abandonnées. Comme pour le renforcement musculaire, ce sont les variations des signes cliniques qui vont dicter la progression. Cette évolution peut se faire les yeux ouverts puis les yeux fermés. Des rotations de tête et de tronc vont perturber le système vestibulaire et vont solliciter en priorité la somesthésie. Pour optimiser le gain de stabilité articulaire et l'apprentissage des schémas moteurs acquis, les exercices doivent se faire selon le système de double tâche [83]. Le premier élément est le programme perturbateur. Le rééducateur demande au patient de lancer une balle contre un mur ou de la faire tourner autour de son abdomen (Fig. 23).

Le but est de cibler l'action volontaire du sujet sur une gestuelle précise, indépendante de l'articulation traumatisée. Le second paramètre est le programme cible, ici la sollicitation du système de protection articulaire du genou. La difficulté croissante se fait principalement au niveau des éléments perturbateurs avec la réalisation d'exercices de précision et de



**Figure 24.** Reprogrammation neuromusculaire sur plan stable incliné.

force au niveau des membres supérieurs ou du membre inférieur opposé. En fin de traitement, le travail se fait sur un plan stable incliné pour solliciter l'articulation proche du mécanisme lésionnel (Fig. 24). Lorsque tous les exercices sont bien maîtrisés et acquis par le patient, l'apprentissage des sauts peut commencer en bipodal en vérifiant qu'il n'y a pas de phénomène compensatoire. Au début, ils peuvent être effectués avec une aide manuelle et, par la suite, ils respecteront la même progression. D'autres procédés existent avec le même principe de progression. Les outils informatisés avec *feedback* visuel ont montré leurs efficacité [84, 85]. Ils peuvent être utilisés, mais restent onéreux et souvent difficiles à mettre en place. Aujourd'hui, il semble que les appareils de coordination motrice à plateau motorisé mobile correspondent le mieux au cahier des charges de la reprogrammation neuromusculaire du membre inférieur [86]. En effet, toutes les techniques traditionnelles ont l'inconvénient d'être réalisées en isométrie au niveau du genou. La tétanisation musculaire pour stabiliser une articulation se rapproche de manière incomplète des situations lors des activités sédentaires ou sportives. Ce concept ne nous satisfait pas totalement et nous pensons que les nouvelles machines Huber® distribuées par LPG Systems France®, qui provoquent une adaptation permanente de la régulation de la protection articulaire tout en sollicitant préférentiellement le système proprioceptif, représentent enfin une évolution dans la reprogrammation neuromusculaire.



Ce nouveau procédé permet également aux patients d'effectuer un travail en double tâche et de solliciter principalement les muscles toniques (Fig. 25).

Pour les patients qui souhaitent reprendre une activité sportive avec accord de l'entourage médical, cette phase de rééducation ne doit pas se limiter aux exercices effectués au sein de l'établissement et peut se poursuivre à l'extérieur du cabinet sous contrôle du rééducateur. La course en ligne commence sur terrain plat, stable et souple pour épargner les cartilages. Au début les temps de récupération sont fréquents. Là aussi, ce sont les manifestations cliniques qui vont guider la progression. Les franchissements d'obstacles, réceptions de saut, changements de direction... sont tout autant d'éléments qui doivent être introduits pour solliciter le patient de manière dirigée et contrôlée. L'objectif de la réhabilitation sur le terrain reste la stabilité articulaire et les créations de schéma moteur pour développer le *feedforward*. Après le traitement, ce programme curatif doit être poursuivi par le patient comme moyen de prévention des traumatismes articulaires. L'étude de Caraffa chez les footballeurs en a prouvé l'efficacité [87]. La performance et l'athlétisation sont laissées aux compétences des préparateurs physiques et des entraîneurs.



**Figure 25.** Nouvelle méthode de reprogrammation neuromusculaire dynamique sur appareil Huber® avec plateau motorisé.

### Étirements musculaires passifs

Ils sont malheureusement aujourd'hui de moins en moins pratiqués car une polémique récente inquiète les praticiens sur leur efficacité. Pourtant, le bénéfice de cette technique est multiple même si l'on observe beaucoup de controverses dans la littérature. Les points contradictoires sont sur la modalité, la chronologie, le temps de réalisation. L'objectif thérapeutique principal des étirements musculaires était la diminution du tonus musculaire et l'augmentation des amplitudes articulaires. Secondairement, on leur a attribué des vertus sur l'amélioration des performances sportives. En rééducation, cette technique est recommandée. Elle doit intéresser tous les muscles qui croisent l'articulation du genou. Nous avons vu précédemment que les déficits structurels étaient entretenus par des réactions secondaires au traumatisme. La présence de contracture antalgique correspond à une augmentation de la raideur active qui, progressivement, provoque aussi une raideur passive. Les études de Gruissard et al. montrent que les étirements diminuent le tonus musculaire grâce à la réduction de l'excitation du système nerveux [88]. Cet auteur précise que les étirements passifs sont recommandés car ils vont rendre leurs extensibilités aux muscles et aux tendons, leurs mobilités aux articulations. De plus, Magnusson précise que quatre à cinq étirements sont suffisants pour diminuer la raideur d'un muscle au cours d'une séance [89]. Néanmoins, la durée d'application doit être courte, malgré ce qui est parfois dit. En effet, la compression du système capillaire et l'interruption du système vasculaire qui se produisent lors du stretching ont été démontrées par Freidwald et al. [90]. Les étirements musculaires du patient sont exécutés préférentiellement avec l'aide du rééducateur en fin de séance.

### ■ Complications et échecs de la rééducation

Ils sont le plus souvent secondaires à une rééducation inadaptée ou à une mauvaise indication. Proposer au patient des exercices de pliométrie au bout de la cinquième séance est tout aussi toxique que d'appliquer de la physiothérapie antalgique durant tout le traitement. La difficulté de la prise en charge fonctionnelle des entorses du genou est multiple. Les techniques, adaptées au patient, prennent aussi en compte l'environnement socioprofessionnel. Souvent, les activités du sujet à l'extérieur de l'établissement de soin sont plus agressives que la réhabilitation elle-même. L'efficacité du soin doit permettre au genou du patient de réagir favorablement aux sollicitations de

### “ Points essentiels

- La reprogrammation neuromusculaire est la phase la plus importante du traitement des instabilités du genou.
- L'atteinte ligamentaire du LCA provoque une perturbation de la stabilité articulaire au niveau du genou traumatisé, mais aussi du membre inférieur controlatéral supposé sain.
- Les exercices de proprioception doivent être pratiqués sur chaque membre inférieur.
- Les plateaux oscillants de type Freeman ne doivent pas être utilisés car ils sollicitent le système vestibulaire et non le système somesthésique de protection articulaire. Ce dispositif produit de mauvais schémas moteurs.
- La reprogrammation neuromusculaire s'effectue sur plan stable.
- Les étirements musculaires ont des effets thérapeutiques bénéfiques.

la vie quotidienne. Les conseils et les recommandations font partie intégrante du traitement. Souvent, le défaut d'observance médical ou le manque de fermeté du professionnel sont les causes des complications fonctionnelles. L'exemple le plus marquant est la récurrence qui est rencontrée plus volontiers dans les atteintes du ligament croisé antérieur. Elle peut évoluer vers une instabilité chronique et aboutir à une chirurgie inévitable. Au vu des études de Hot, Gauffin et Chambat citées dans un chapitre précédent, l'entorse controlatérale doit être classée comme un échec à la prise en charge globale du patient. La raideur articulaire peut être rencontrée dans toute atteinte ligamentaire. Elle peut être secondaire à une décompensation fonctionnelle. Peyre et Besch ont analysé les problèmes d'amplitude articulaire après des lésions du ligament collatéral médial [91]. Ces auteurs précisent que ce type de complication ne doit pas être systématiquement rapporté à une simple perte d'extensibilité passive et/ou des chaînes musculotendineuses biarticulaires ou à une dystonie quadricepsitaire. Ces éléments sont certes les premiers à rechercher car ils relèvent principalement de la rééducation. Ils ont des répercussions sur le schéma de marche et peuvent aboutir à un cercle vicieux s'ils ne sont pas traités par des étirements et du renforcement musculaire. En cas de persistance malgré une rééducation bien conduite, Peyre et Besch rapportent que ces manifestations musculaires peuvent être révélatrices d'une autre lésion sous-jacente [91]. Middleton décrit deux complications spécifiques à l'atteinte du ligament collatéral médial [34]. Le syndrome de Palmer se manifeste par une douleur en regard du LCM dans les vingt derniers degrés d'extension, lorsque le ligament est mis sous tension. La maladie de Pellegrini-Stieda présente sensiblement le même tableau clinique avec une raideur majorée. Cette pathologie est matérialisée par une calcification au niveau de l'insertion haute du LCM. Cette particularité anatomique est visible à la radio autour de la 3<sup>e</sup> semaine post-traumatique. Dans les deux cas, une infiltration locale permet de débloquer la situation [34]. Les blocages en extension peuvent avoir d'autres origines en fonction de la structure touchée. En effet, Trojani retrouve un syndrome du cyclope présent chez des patients qui présentaient un flexum préopératoire d'une ligamentoplastie antérieure de genou [92]. Dans ce cas, le déficit d'extension s'installe progressivement, à la différence de la rupture du LCA en « battant de cloche », décrit par Servien, où la raideur est présente d'emblée après le traumatisme [92, 93]. Le traitement est chirurgical. L'auteur précise que cette particularité est préférentiellement rencontrée dans les lésions partielles du pivot central [93]. Le blocage en extension d'apparition brutale peut être la conséquence d'une lésion méniscale qui a évolué pour son propre compte en languette ou anse de seau. Une manipulation peut libérer l'articulation, mais, le plus souvent, un geste arthroscopique est nécessaire pour régulariser la structure. La persistance

ou l'augmentation de douleurs et de phénomènes inflammatoires, non attribuées à une modification d'activité du patient ou à une évolution dans la rééducation, doivent alerter le praticien. Les souffrances au niveau du mollet associées à une augmentation du volume musculaire doivent faire suspecter l'apparition d'une phlébite. Le kinésithérapeute doit alors adresser son patient au médecin traitant pour établir le diagnostic à partir d'une échographie et mettre en place un traitement médical à base d'anticoagulant. D'autres gênes tendinomusculaires peuvent survenir progressivement au niveau de la face antérieure du genou. Le praticien peut être confronté à une symptomatologie fémoropatellaire ou à une tendinopathie rotulienne de survenue parfois rapide dans les suites d'une rupture du LCP. Ces complications sont souvent d'origine fonctionnelle secondaire à un flexum ou à une hypoextensibilité musculaire. Ces symptômes sont à différencier des douleurs globales du genou avec des sensations diverses (étai, brûlure...). Ces signes plus inquiétants peuvent être diurnes ou nocturnes et doivent faire penser à une algodystrophie. Cette complication, redoutée par tous, doit modifier la rééducation. L'entourage médical doit être prévenu, même si la solution thérapeutique n'est connue de personne. Les laxités résiduelles ne sont pas prises en compte dans ce chapitre car le souhait du patient et l'objectif du praticien sont d'obtenir en priorité un bons résultats fonctionnels.

## ■ Conclusion

Les études scientifiques, sur la cicatrisation ligamentaire et sur le préjudice de l'immobilisation et de la décharge, ont permis de changer les comportements protectionnistes qui ont engendré pendant de nombreuses années des complications et des séquelles souvent irréversibles. La recrudescence des indications de prise en charge fonctionnelle des entorses du genou témoigne, d'une part, des bons résultats produits par cette orientation et, d'autre part, de la confiance en constante augmentation que les médecins font aux masseurs-kinésithérapeutes. Cette responsabilité supplémentaire passe par l'élaboration d'un bilan sérieux et rigoureux qui va déterminer les déficits et les incapacités du patient. C'est à partir de cet examen clinique et des connaissances de la physiopathologie que les objectifs de la rééducation seront déterminés. Le souhait du patient est aussi pris en compte pour adopter un traitement « sur mesure ».

L'évolution de la prise en charge des entorses du genou passe par l'évaluation scientifique des techniques de rééducation. Cette mise au point sur la kinésithérapie des entorses du genou a montré la validité de certaines pratiques et les déceptions et désillusions au niveau des procédés que nous utilisons depuis longtemps. En effet, les publications sur les agents physiques antalgiques révèlent une efficacité décevante pour la quasi-totalité d'entre elles. Les nouvelles manipulations plus fines de recentrage articulaire ont une approche plus étiologique pour combattre les douleurs et les phénomènes inflammatoires. Néanmoins, des travaux scientifiques doivent être menés pour quantifier l'efficacité cette approche qui peut paraître, pour certains, du domaine de l'ésotérisme. Ce travail, en concordance avec la littérature, a aussi permis de mettre un terme à la querelle qui existait depuis plus de 20 ans sur le type de musculature à employer dans le cadre d'une atteinte du LCA. Aujourd'hui, la méthode de renforcement analytique du quadriceps en chaîne cinétique série (ouverte) avec charge doit être proscrite de tous les programmes de rééducation et cela pour des raisons neurophysiologiques en plus de l'aspect iatrogène. La chaîne cinétique parallèle (ou fermée) lui est préférable car elle est plus fonctionnelle. Cette dernière a l'avantage de développer les mécanismes de protection articulaire nécessaire au membre inférieur. Cette reprogrammation neuromusculaire est la phase la plus importante de la rééducation. Les techniques n'avaient pas évolué, voire avaient régressé, depuis l'invention de la planche de Freeman et nous avons vu que ces plateaux oscillants sont inadaptés à l'amélioration de la stabilité. Aujourd'hui, le travail sur plan stable semble le plus adapté, mais il est incomplet car il produit un verrouillage statique du

genou alors que les sollicitations physiologiques sont dynamiques. L'évolution de toutes ces techniques permettra d'obtenir de meilleurs résultats et de diminuer les complications.

Les conseils et les recommandations professionnelles fermes font aussi partie intégrante de la prise en charge et permettent de ne pas être confronté à des déboires le plus souvent évitables. La confiance entre le rééducateur et le malade est un avantage indispensable durant toute la rééducation. Dans le cadre d'une prise en charge fonctionnelle d'une rupture du pivot central, le praticien doit informer son patient que son genou ne sera jamais plus comme avant.



## ■ Références

- [1] Azars FM. Evaluation and treatment of chronic medial collateral ligament injuries of the knee. *Sports Med Arthrosc* 2006;**14**:84-90.
- [2] Jacobson KE, Chi FS. Evaluation and treatment of medial collateral ligament and medial-slide injuries of the knee. *Sports Med Arthrosc* 2006;**14**:58-66.
- [3] Giannotti BF, Rudy T, Graziano J. The non-surgical management of isolated medial collateral ligament injuries of the knee. *Sports Med Arthrosc* 2006;**14**:74-7.
- [4] Chambat P, Graveleau N. Indications thérapeutiques dans les ruptures du ligament croisé antérieur. Le genou du sportif. 10<sup>es</sup> journées lyonnaises de chirurgie du genou, octobre 2002. p. 185-8.
- [5] Middleton P, Boudine, Duprey E, Delest M, Fournadet C. Traitement conservateur des ruptures du LCP. LCA/LCP nouvelles approches thérapeutiques des ligamentoplastie du genou. In: *XII<sup>e</sup> journée de Menucourt*. Montpellier: Sauramps médical; 2003. p. 129-33.
- [6] Amiel D, Wayne DI, Akeson WH, Harwood FL, Franck CB. Stress deprivation effect on metabolic turn over of the medial collateral ligament collagen. A comparison between 9 and 12 weeks immobilization. *Clin Orthop Relat Res* 1983;**172**:265-70.
- [7] Franck CB, Hart DA, Shrive NG. Molecular biology and biomechanics of normal and healing ligament. *J Osteo-Arthritis Res Soc Int* 1999;**7**:30-140.
- [8] Hildebrand KA, Franck CB. Scar formation and ligament healing. *Can J Surg* 1998;**41**:425-9.
- [9] Tayon B, Azmy C. Cicatrisation des tendons et des ligaments. *Kinésithér Sci* 2003(n°438):7-16.
- [10] Couturier C. Cicatrisation ligamentaire. *Kinésithér Sci* 2005(n°459):9-12.
- [11] Bonnin M. La subluxation tibiale antérieure en appui monodal dans les ruptures du ligament croisé antérieur. Étude clinique et biomécanique. [thèse médecine], Lyon, 1990. n°180.
- [12] Bonnin M, Carret JP, Dimmet J, Dejour H. The weight bearing knee after ACL rupture: an in vivo biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;**3**:245-51.
- [13] Shoeaker SC, Markolf KL. The role of the meniscus in the anterior-posterior stability of the loaded anterior cruciate deficient knee: effects of partial versus total excision. *J Bone Joint Surg Am* 1986;**68**:71-9.
- [14] Slocum B, Devine T. Cranial tibial thrust: a primary force in the canine stifle. *J Am Vet Med Assoc* 1983;**183**:456-9.
- [15] Verdonk R, Almqvist F. Lésions traumatiques des ménisques du genou. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-084-A-10, 2005.
- [16] Jacquot L, Selmi TA, Servien E, Neyret P. Lésions ligamentaires récentes du genou. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-080-A-20, 2003 : 20p.
- [17] Billuart F, Chanussot JC. Les mécanismes de protection articulaire : applications en kinésithérapie. *Kinésithér Sci* 2003(n°438):25-32.
- [18] Tsuda E, Okamura Y, Otsukan H, Komatsu T, Tokuya S. Direct evidence of the anterior cruciate ligament-hamstring reflex arc in humans. *Am J Sport Med* 2001;**29**:83-7.
- [19] Freeman M. Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 1965;**47**:661-8.
- [20] Freeman M. Coordination exercises in the treatment of functional instability of the foot. *Physiotherapy* 1965;**51**:393-5.
- [21] Freeman M, Daeam M, Hanham I. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br* 1965;**47**:678-85.
- [22] Delaplace J, Castaing J. Place de la rééducation proprioceptive dans les instabilités musculo-ligamentaires externes de la cheville. *Ann Med Phys (Lille)* 1975;**18**:605-17.
- [23] Castaing J, Delaplace J, Dien F. Instabilités chroniques externes de la cheville. *Rev Chir Orthop* 1975;**61**(suppl.2):167-74.

- [24] Pope MH, Johnson RJ, Brown DW, Tighe C. The role of the musculature in injuries to medial collateral ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1979;**61**:398-402.
- [25] Thonnard JL, Plaghki L, Willems P, Benoit JC, De Nayer J. Pathogenesis of ankle sprain: testing of hypothesis. *Acta Belg Med Phys* 1986;**9**:141-5.
- [26] Thonnard JL, Bragard D, Willems P, Plaghki L. Stability of the braced ankle. A biomechanical investigation. *Am J Sports Med* 1996;**24**:356-61.
- [27] Thonnard JL. La pathogénie de l'entorse du ligament latéral externe de la cheville. Évaluation d'une hypothèse. [thèse en vue de l'obtention du grade de Docteur en réadaptation], Université Catholique de Louvain, Faculté de médecine, Institut d'éducation physique et de réadaptation, 1988.
- [28] Frank C, Amiel D, Woo S, Akeson W. Normal ligament properties and ligament healing. *Clin Orthop Relat Res* 1985;**196**:15-25.
- [29] Fujimoto E, Sumen Y, Ochi M, Ikuta Y. Spontaneous healing of acute anterior cruciate ligament (ACL) injuries - conservative treatment using an extension block soft brace without anterior stabilization. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;**122**:212-6.
- [30] Wilk KE, Reinold MM, Hooks TR. Recent advances in the rehabilitation of isolated and combined anterior cruciate ligament injuries. *Orthop Clin North Am* 2003;**34**:107-37.
- [31] Baudot C, Colombet P, Thoribé B, Paris G, Robinson J. Cicatrisation du ligament croisé antéro-externe. Devenir fonctionnel à plus d'un an. À propos de 50 cas. *J Traumatol Sport* 2005;**22**:141-7.
- [32] Woo SL, Gomez MA, Woo YK, Akeson WH. Mechanical properties of tendons and ligaments. The relationships of immobilization and exercises of tissue remodelling. *Biorheologie* 1982;**19**:397-408.
- [33] Dojcinovic S, Servien E, Ait Si Selmi T, Bussière C, Neyret P. Instabilités du genou. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-080-B-10, 2005.
- [34] Middleton P, Puig PL, Trouve P, Savalli L, Roulland R, Boussaton M, et al. Rééducation des entorses du genou. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-240-C-10, 1998 : 19p.
- [35] Shelbourne KD, Patel DV. Timing of surgery in anterior cruciate ligament-injured knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1995;**3**:148-56.
- [36] Solomonow M, Baratta R, Zhou BH, Shobi H, Bose W, Beck C, et al. The synergistic action of anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sports Med* 1987;**15**:207-13.
- [37] Chatrenet Y. Évaluation et bilan kinésithérapeutiques des ligamentoplasties. *Ann Kinésithér* 2003;**13**:28-30.
- [38] Gal C. Rééducation après ligamentoplastie du LCAE : bases scientifiques - aspect pratique. *Kinésithér Sci* 1999(n°388):7-20.
- [39] Hatcher J, Hatcher A, Arbuthnot J, McNicholas M. An investigation to examine the inter-tester and intra-tester reliability of the Rolimeter knee tester, and its sensitivity in identifying knee joint laxity. *J Orthop Res* 2005;**23**:1399-403.
- [40] Kerkour K. Reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) : répercussion du choix du greffon sur la sensibilité proprioceptive du genou. *Ann Kinésithér* 2003;**13**:19-24.
- [41] Fabri S, Dolin R, Marc T, Lacaze F, Gaudin T. Le bilan stabilométrique : un nouveau critère de reprise du sport. *Kinésithér Sci* 2005(n°456):27-31.
- [42] Thoumie P, Sautreuil P, Cantalloube S. Apport de la stabilométrie dans l'évaluation de l'instabilité après lésion du ligament croisé antérieur. *Lettre Méd Rééduc* 1999(n°51):41-3.
- [43] Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 1982;**10**:150-4.
- [44] Crepon F. Électrophysiothérapie des entorses, luxations et instabilités. *Kinésithér Sci* 2005(n°459):105-10.
- [45] Bonin M, Peyramond Y. Les entorses de cheville et leurs séquelles. In: *Sport et rééducation du membre inférieur*. 2000. p. 131-44.
- [46] Serratrice G. Contractures musculaires. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Neurologie, 17-007-A-40, Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-476-A-10, 2003 : 6p.
- [47] Chavanel R, Janin B, Allamargot T, Bedel Y, Maratrat R. Principes de la kinésithérapie active. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-045-A-10, 2002 : 15p.
- [48] Kemoun G, Watelain E, Carette P. Hydrokinésithérapie. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-140-A-10, 2006.
- [49] Gain H, Hervé JM, Hignet R, Deslandes R. Renforcement musculaire en rééducation. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-055-A-11, 2003 : 10p.
- [50] Exacoustos A. Éducation proprioceptive : quelques principes d'utilisation des PEP appliqués au genou et à la cheville. *Kinésithér Sci* 1999(n°391):18-26.
- [51] Jacquot L, Rachet O, Chambat P. La rééducation du genou après greffe du ligament croisé antérieur. In: *Sport et rééducation du membre inférieur. Actualité dans la rééducation*. Montpellier: Sauramps Médical; 2001. p. 31-50.
- [52] Delitto A, Rose SJ, McKowen JM, Lehman RC, Thomas JA, Shively RA. Electrical stimulation versus voluntary exercise in strengthening thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. *Phys Ther* 1988;**68**:660-3.
- [53] Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *J Bone Joint Surg Am* 1995;**77**:1166-73.
- [54] Paternostro-Sluga T, Fialka C, Alacamlioglu Y, Saradeth T, Fialka-Moser V. Neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament surgery. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**368**:166-75.
- [55] Laborde A, Rebai H, Coudeyre L, Boisgard S, Eyssette M, Coudert J. Étude comparative de deux protocoles d'électrostimulation du quadriceps après chirurgie du ligament croisé antérieur. Étude de faisabilité. *Ann Readapt Med Phys* 2004;**47**:56-63.
- [56] Draper V. Electromyographic biofeedback and recovery of quadriceps femoris muscle function following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther* 1990;**70**:11-7.
- [57] Strojnik V. The effects of superimposed electrical stimulation of the quadriceps muscles on performance in different motor tasks. *J Sports Med Phys Fitness* 1998;**38**:194-200.
- [58] Woo SL, Hildebrand K, Watanabe N, Fenwick JA, Papageorgiou CD, Wang JH. Tissue engineering of ligament and tendon healing. *Clin Orthop Relat Res* 1999;**367**(suppl):312-23.
- [59] Henning CE, Lynch MA, Glick KJ. An in vivo strain gage study of the elongation of the anterior cruciate ligament. *Am J Sport Med* 1985;**13**:22-6.
- [60] Beynon BD, Fleming BC, Johnson RJ. Anterior cruciate ligament strain behaviour during rehabilitation exercises in vivo. *Am J Sport Med* 1995;**23**:24-34.
- [61] Salvator-Vitwoet V, Lavanant S, Belmahfoud R, Bovard M. Évolution de la conduite à tenir en rééducation après chirurgie du LCA : LCA/LCP nouvelles approches thérapeutiques des ligamentoplasties du genou. In: *XII<sup>e</sup> journée de Menucourt*. Montpellier: Sauramps Médical; 2003. p. 53-73.
- [62] Chatrenet Y. La place de la chaîne cinétique fermée dans la rééducation des ligamentoplasties du LCA : attention au maillon faible. *Ann Kinésithér* 2003;**13**:16-9.
- [63] Renstrom P. Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. *Am J Sports Med* 1986;**14**:83-7.
- [64] Arms S. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sports Med* 1984;**12**:8-18.
- [65] Mikkelsen C, Werner S, Eriksson E. Closed kinetic chain alone compared to combined open and closed kinetic chain exercises for quadriceps strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction with respect to return to sport: a prospective matched follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;**8**:337-42.
- [66] Perry MC, Morrissey MC, King JB, Morrissey D, Earnshaw P. Effects of closed versus open kinetic chain knee extensor resistance training on knee laxity and leg function in patients during the 8- to 14-week post-operative period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;**13**:357-69.
- [67] Bynum EB, Barrack RL, Alexander AH. Open versus closed chain kinetic exercises after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study. *Am J Sports Med* 1995;**23**:401-6.
- [68] ANAES. *Les appareils d'isocinétisme en évaluation et en rééducation musculaire : intérêt et utilisation*. février 2001.
- [69] Cometti G. *Les méthodes modernes de musculation. Tome 1 : Données théoriques*. Dijon: P U Bourgogne; 1990.
- [70] Isberg J, Faxén E, Brandsson S, Eriksson BI, Kärrholm J, Karlsson J. Early active extension after anterior cruciate ligament reconstruction does not result in increased laxity of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;**14**:1108-15.
- [71] Kvist J, Gillquist J. Sagittal plane knee translation and electromyographic activity during closed and open kinetic chain exercises in anterior cruciate ligament-deficient patient and control subjects. *Am J Sport Med* 2001;**29**:72-82.

- [72] Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1989;**17**:1-6.
- [73] Gauffin H, Petterson G, Tegner Y, Tropp H. Function testing in patients with old rupture of the anterior-cruciate ligament. *Int J Sports Med* 1990;**11**:73-7.
- [74] Shiraiishi M, Mizuta H, Kubota K, Otsuka Y, Nagamoto N, Takagi K. Stabilometric assessment in the Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Knee. *Clin J Sport Med* 1996;**6**:32-9.
- [75] Hot P, Fabri S, Roussenne A, Lacaze F. Perturbation de la stabilité dans les suites d'un traumatisme articulaire. *Kinésithér Sci* 2007(n°478):19-24.
- [76] Graveleau N, Chambat P. Les ruptures bilatérales du ligament croisé antérieur. Le genou du sportif. 10<sup>es</sup> journées lyonnaises de chirurgie du genou, octobre 2002. p. 335-8.
- [77] Viel E. Le point sur la rééducation par la proprioception. Déception et concepts utilisables. *J Traumatol Sport* 2001;**18**:93-103.
- [78] Forestier N, Toschi P. The effects of an ankle destabilization device on muscular activity while walking. *Int J Sport Med* 2005;**26**:464-70.
- [79] Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol* 1986;**55**:1369-81.
- [80] Riva D, Trevisson P. L'augmentation de force exprimable pour l'optimisation de la performance sportive. *Kinésithér Sci* 2004(n°445):27-31.
- [81] Johansson H, Sjölander P, Sojka P. Activity in receptor afferents from the anterior cruciate ligament evokes reflex effects on fusimotor neurons. *Neurosci Res* 1990;**8**:54-9.
- [82] Krauspe R, Schmidt M, Schaible HG. Sensory innervation of the anterior cruciate ligament. An electrophysiological study of the response properties of single identified mechanoreceptors in the cat. *J Bone Joint Surg Am* 1992;**74**:390-7.
- [83] Lempereur JJ. Rééducation dite « proprioceptive » appliquée au rachis cervical traumatique. *Kinésithér Sci* 2003(n°439):21-7.
- [84] Sornay Y. Corrélation équitest-multitest. *Kinésithér Sci* 2003(n°436):7-19.
- [85] Rougier P, Farenc I, Berger L. Effets sur le contrôle de la station debout de l'échelle de représentation de la trajectoire du centre des pressions sur l'écran d'un moniteur. *Kinésithér Sci* 2001(n°410):6-13.
- [86] Couillandre A, Portero P, Duque Ribeiro M, Thoumie P. In: *Incidence sur la fonction motrice d'un programme d'exercices de renforcement réalisés sur plateau mobile. Journée de médecine orthopédique et de rééducation. Entretien de Bichat*. Paris: Expansion Scientifique Française; 2007. p. 1-4.
- [87] Caraffa A, Cerulli G, Projetti M, Aisa G, Rizzo A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;**4**:19-21.
- [88] Guissard N, Duchateau J, Hainaut K. Muscle stretching and motoneuron excitability. *Eur J Appl Physiol* 1988;**58**:47-52.
- [89] Magnusson SP, Aargaard P, Simonsen EB, Bojsen-Moller F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1998;**19**:310-6.
- [90] Freidwald J, Engelhardt M, Konrad P, Jager M, Gnewuch A. Dehnen - neuere Forschungsergebnisse und deren praktische Umsetzung. *Manuelle Med* 1999;**37**:3-10.
- [91] Peyre M, Besch S, Dupre JP, Rodineau J, De Lecluse J, Ballner I. Raideurs du genou et pathologies ligamentaires. Raideur du genou après entorse des plans capsulo-ligamentaires internes. *Rev Chir Orthop* 2002;**88**(suppl5):1S31-1S35.
- [92] Trojani C, Coste JS, Michiels JF, Boileau P. Le cyclope : un problème préexistant à la greffe du LCA. Le genou du sportif. 10<sup>es</sup> journées lyonnaises de chirurgie du genou, octobre 2002. p. 169-74.
- [93] Servien E, Ait Si Selmi T, Marchand B, Neyret P. La rupture du LCA en battant de cloche. Le genou du sportif. 10<sup>es</sup> journées lyonnaises de chirurgie du genou, octobre 2002. p. 165-7.

## Pour en savoir plus

- Chanussot JC, Danowski RG. *Rééducation en traumatologie du sport. Collection médecine du sport*. Paris: Masson; 2001.
- LCA/LCP nouvelles approches thérapeutiques des ligamentoplastie du genou. In: *XII<sup>e</sup> journée de Menucourt*. Montpellier: Sauramps Médical; 2003.
- Le genou du sportif. 10<sup>es</sup> journées lyonnaises de chirurgie du genou*. Montpellier: Sauramps Médical; 2002.
- Sport et rééducation du membre inférieur. Actualité dans la rééducation*. Montpellier: Sauramps Médical; 2001.
- Dojcinovic S, Servien E, Ait Si Selmi T, Bussière C, Neyret P. Instabilités du genou. *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur*, 14-080-B-10, 2005.
- Gal C. Rééducation après ligamentoplastie du LCAE : bases scientifiques -aspect pratique. *Kinésithér Sci* 1999(n°388):7-20.
- Jacquot L, Selmi TA, Servien E, Neyret P. Lésions ligamentaires récentes du genou. *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Appareil locomoteur*, 14-080-A-20, 2003 : 20p.
- Middleton P, Puig PL, Trouve P, Savalli L, Roulland R, Boussaton M, et al. Rééducation des entorses du genou. *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation*, 26-240-C-10, 1998 : 19p.

S. Fabri, Masseur-kinésithérapeute (kinespe.genou@free.fr).

F. Lacaze, Chirurgien-orthopédiste.

T. Marc, Masseur-kinésithérapeute.

A. Roussenne, Masseur-kinésithérapeute.

A. Constantinides, Masseur-kinésithérapeute.

Centre de rééducation spécialisée, 15, avenue du Professeur-Grasset, 34070 Montpellier, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Fabri S., Lacaze F., Marc T., Roussenne A., Constantinides A. Rééducation des entorses du genou : traitement fonctionnel. *EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation*, 26-240-B-10, 2008.

Disponibles sur [www.emc-consulte.com](http://www.emc-consulte.com)

