

MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

Isocinétisme et sport :

Etude de ratios
pour un meilleur choix
de renforcement musculaire.
Cas particulier d'un handballeur.

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Marlène MORETTI**
étudiante en 3^{ème} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur-Kinésithérapeute
2006-2007.

SOMMAIRE

	Page
RESUME	
INTRODUCTION	1
1. GENERALITES	2
1. 1. Anatomie, biomécanique et physiopathologie du genou.....	2
1. 2. Les différents modes de contraction.....	4
1. 3. L'isocinétisme.....	5
1. 3. 1. Principes de fonctionnement.....	6
1. 3. 2. Les contres indications et effets néfastes liés à l'utilisation de l'isocinétisme.....	6
1. 3. 3. L'équipement.....	7
1. 3. 4. Les mesures, quelques définitions.....	8
1. 4. Intérêt des ratios.....	9
2. LE BILAN INITIAL	10
2. 1. Anamnèse.....	10
2. 2. Inspection, palpation, bilan de la douleur et articulaire.....	11
2. 3. Le bilan musculaire.....	12
2. 3. 1. Evaluation manuelle et test de détente.....	12
2. 3. 2. Evaluation mécanique.....	13
2. 3. 2. 1. Description de l'évaluation dynamométrique.....	13
2. 3. 2. 2. Analyse des courbes.....	14
2. 3. 2. 3. Analyse des ratios.....	15
2. 4. Bilan proprioceptif.....	16

2. 5. Profil psychologique.....	16
2. 6. Bilan diagnostic masso-kinésithérapique et objectifs.....	17
3. LA PRISE EN CHARGE.....	17
3. 1. Intérêts du mode excentrique.....	17
3. 2. Le BIODEx®, outil de renforcement.....	19
3. 3. Les séances en piscine.....	21
3. 4. Les étirements.....	22
3. 5. Le massage.....	23
4. LE BILAN EN FIN DE STAGE.....	23
4. 1. Inspection, palpation.....	23
4. 2. Bilan de la douleur et articulaire.....	23
4. 3. Bilan musculaire.....	24
5. DISCUSSION.....	24
6. CONCLUSION.....	25

BIBLIOGRAPHIES

ANNEXES

INTRODUCTION

La pratique du sport à haut niveau impose des exigences physiques de plus en plus importantes ; avec pour corollaire l'augmentation des accidents musculo-tendineux et ligamentaires.

Au handball, hormis les accidents de membres supérieurs liés au principe de base de ce sport, les genoux et les chevilles sont particulièrement exposés. Ces articulations intermédiaires sont en effet soumises à de fortes contraintes en extension, compression et rotation (courses d'élan, sauts, réceptions, changements de direction brutaux, chutes...), (fig.1).

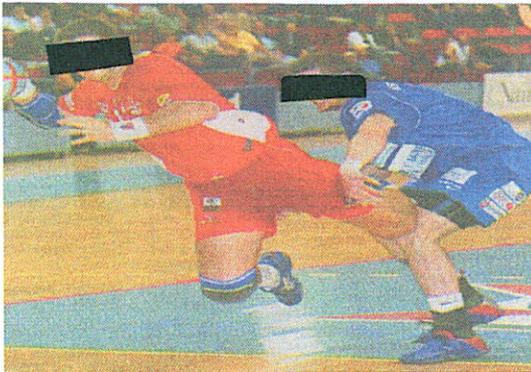


Figure 1 : match de handball extrait de l'est républicain (décembre 2006).

Dans ce cadre sportif, l'isocinétisme est en plein essor. C'est un moyen qui mesure la capacité musculaire de l'athlète, puis, par l'usage de ratios, permet d'évaluer les équilibres ou déséquilibres, les insuffisances musculaires et donc, de repérer les situations à risques et de définir les mesures correctives de rééducation.

Actuellement, de nombreuses études portent sur le renforcement en mode excentrique, mais celui-ci n'est encore utilisé que par une minorité.

Nous nous proposons à travers la prise en charge et le suivi de Monsieur H., de montrer l'intérêt de l'utilisation du mode excentrique et de ses ratios lors de l'évaluation musculaire puis l'apport du renforcement musculaire par isocinétisme.

1. GENERALITES

1. 1. Anatomie, biomécanique et physiopathologie du genou

Le genou, composé de l'articulation fémoro-patellaire et fémoro-tibiale, est un ensemble stable et mobile. De multiples moyens d'union participent à la stabilité passive : capsule et synovie, ligaments collatéraux externes (LLE) et internes (LLI), pivot central constitué du ligament croisé antérieur (LCA) et LC postérieur (LCP), système sagittal avec notamment le ligament patellaire indissociable du tendon patellaire. Les muscles qui haubangent l'articulation du genou participent à sa stabilisation active (9).

Concernant l'action mécanique active en chaîne cinétique ouverte (CCO), le quadriceps (Q) a pour action l'extension (E) du genou et le droit fémoral (DF) la flexion (F) de hanche. Les ischiojambiers (IJ) sont fléchisseurs de genou, le semi membraneux et semi tendineux exercent une rotation médiale de genou, sur genou fléchi, le biceps fémoral une rotation latérale. La cocontraction IJ et grand fessier permet une extension de hanche.

Lors de la marche, le DF et le vaste interne freinent la flexion du genou lors de la phase de soulèvement de l'avant pied et lors de la phase oscillante. L'E active du genou est permise par le Q en concentrique, les IJ en excentrique et le triceps sural (TS) : c'est le paradoxe de Lombard. Les IJ freinent l'extension du genou par exemple lors de l'attaque du talon au sol. En chaîne cinétique fermée (CCF), les IJ deviennent aussi extenseurs de hanche.

Du point de vue physiologique, les fibres de type II (rapides, fatigables) sont plus nombreuses au sein des IJ, ceci leur donne «un meilleur rendement aux vitesses élevées par rapport au Q» (18) qui a plus de fibres de type I (rouges, lentes, non fatigables).

Selon les gestes sportifs, l'action musculaire du Q et des IJ diffèrent. En effet, au football lors d'un shoot dans le ballon, le Q, agoniste, travaille en concentrique (extension de genou), les IJ, antagonistes, freinent ce mouvement et agissent donc en excentrique.

Au handball, le Q fonctionnera essentiellement sur un mode excentrique lors des réceptions de sauts par exemple.

(2, 20) Le tendon patellaire est légèrement oblique en bas et en dehors, il va de l'apex de la rotule à la tubérosité tibiale antérieure (TTA), correspond à la partie distale du Q.

La rupture du tendon rotulien est rare, survenant généralement avant 40 ans. Elle se produit au cours d'un traumatisme direct, lors d'une hyperflexion du genou avec le Q contracté ou «lors d'une contraction violente en mode excentrique du Q sur un genou fléchi (réception ou impulsion d'un saut, trébuchement, relèvement d'une position accroupie)» (2).

Il existe plusieurs formes cliniques (2, 3) :

- les sportifs qui souffrent de tendinopathies chroniques et ont subi des microtraumatismes itératifs dans des sports de détente généralement : handball, volley-ball, basket-ball. De plus, une surcharge du travail musculaire excentrique est en cause.

- Les personnes plus âgées qui présentent des ruptures spontanées suite à des maladies systémiques.

- Des ruptures iatrogènes peuvent survenir.

Le traitement chirurgical et masso-kinésithérapique de la rupture du tendon rotulien sont décrits en annexe I (partie 1).

Nous avons décidé de ne décrire que la pathologie la plus récente qu'a présenté notre patient. Les mécanismes de rupture du LCA et les différents protocoles mis en place sont cités en annexe I (partie 2).

1. 2. Les différents modes de contraction

Il existe 3 grands modes de contraction musculaire : (10, 15, 17, 23)

- le mode concentrique : «contraction musculaire pendant laquelle la force développée est supérieure à la résistance offerte par le support résistant» (10). Le moment moteur (M_m) est supérieur au moment résistant (M_r). Il s'agit d'une activité mobilisatrice. Les points d'insertion se rapprochent et le muscle se raccourcit. Ce raccourcissement est réalisé par les cycles de liaisons et de ruptures des ponts d'actine-myosine, constituants du sarcomère (unité contractile du muscle). Quand tous les ponts sont établis, la force développée est maximale. La contraction concentrique (conc) nécessite de l'adénosine triphosphate (ATP). La dégradation des substrats se fera par voie aérobie et anaérobie lactique. Le débit cardiaque augmente quand la durée et l'intensité de l'effort augmentent. Il y a recrutement préférentiel des fibres I, IIa ou IIb.

- Le mode excentrique : (exc) «contraction musculaire pendant laquelle la force développée est inférieure à la résistance offerte par le support résistant» (10). M_m inférieur à M_r . Il s'agit d'une activité frénatrice, le muscle s'allonge. La force maximale est située en fin d'étirement musculaire. Le tissu contractile agit lors de ce mode et «la production de la force dépend essentiellement de la résistance à l'étirement du tissu non contractile» (16). Le stock d'ATP est peu utilisé. Il s'agit d'un travail anaérobie. On ne note pas de changement au niveau cardio respiratoire. Il semble exister plutôt une activité des fibres IIb.

- Le mode statique : «contraction musculaire pendant laquelle la force développée est égale à la résistance offerte par le support résistant. Il n'y a pas de mouvement» (10). $M_m = M_r$. La longueur du complexe musculo-tendineux n'est pas modifiée. La force est développée par le tissu contractile et la résistance à l'étirement du tissu non contractile.

Remarque : la pliométrie correspond à une contraction excentrique suivie immédiatement d'une contraction concentrique.

La vitesse influe sur la force développée (lors de l'utilisation de l'isocinétisme).

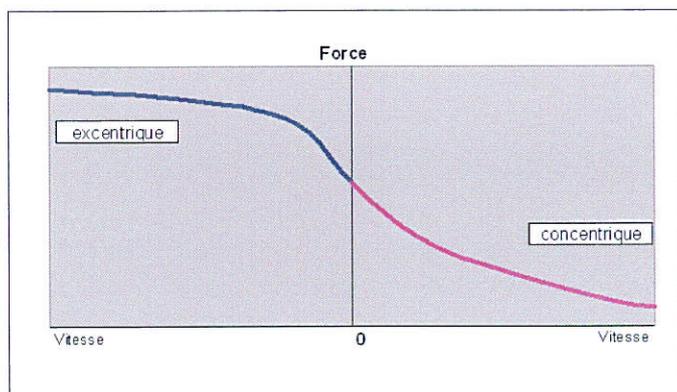


Figure 2 : relation force / vitesse.

La force musculaire concentrique décroît lorsque la vitesse augmente. Plus la vitesse augmente, plus la contrainte articulaire diminue (Loi de Bernouilli). Par contre, la force excentrique augmente avec la vitesse, mais elle atteint vite un plateau (fig. 2).

Excentrique > statique > concentrique.

«Pour une même force développée, le travail excentrique nécessite l'activation de deux fois moins d'unités motrices que lors du travail concentrique» (17).

1. 3. L'isocinétisme

Le concept d'isocinétisme a été décrit par Perrine et Hislop en 1967 (10).

Ce principe autorise le développement d'un moment de force maximal, sur toute l'amplitude du mouvement (différent du travail isotonique).

1. 3. 1. Principes de fonctionnement

Le fonctionnement d'un appareil isocinétique repose sur 2 principes biomécaniques :

- la maîtrise de la vitesse : une vitesse constante est imposée au mouvement, elle se règle entre 0°/s et 500°/s.

- L'asservissement de la résistance : «la résistance varie et s'autoadapte en tous points du mouvement pour être égale à la force développée par le muscle» (10). La contraction musculaire est maximale sur toute l'amplitude de l'articulation. «Un rétrocontrôle actif adapte en permanence la résistance du système aux capacités de force instantanée du sujet» (11).

Les appareils ont évolué et progressé. Les modalités de travail sont variées : concentrique, excentrique, isométrique voire mobilisation continue passive, mais aussi possibilité de travail en CCO ou CCF (8).

1. 3. 2. Les contre indications et effets néfastes liés à l'utilisation de l'isocinétisme

(10, 21, 22)

Le travail sur un muscle ou tendon en cours de cicatrisation, un processus pathologique évolutif : syndrome inflammatoire ou infectieux, une fracture non consolidée, une pathologie cardiovasculaire non équilibrée interdisant tout effort sont les contre indications absolues.

Des contre indications relatives existent : douleur invalidante, hydarthrose importante ou récidivante, lésion ligamentaire récente, épilepsie, lésion cutanée, grossesse, SAD en phase froide, arthrose évoluée, rejet psychologique du travail sur machine.

Les accidents liés à l'utilisation de l'appareil peuvent se manifester sous forme de courbatures, d'élongations, d'hématomes causés par des appuis, de douleurs rotuliennes, de lésions méniscales, de syndrome fémoro-patellaire, de malaise vagal ou hypoglycémique.

1. 3. 3. L'équipement

Le BIODEX® System 3 (fig. 3), appareil mis à notre disposition sur le lieu de stage, peut tester toutes les grosses articulations (hanche, genou, cheville, épaule, coude, tronc). La fiabilité et la reproductibilité des mesures sur cet appareil ont été démontrées.

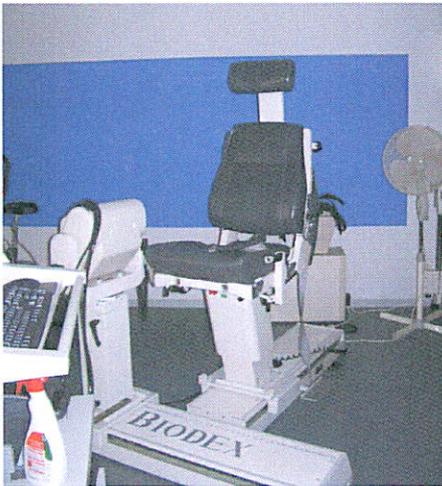


Figure 3 : le BIODEX®

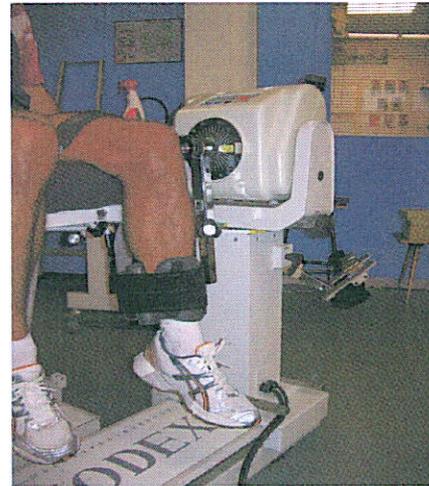


Figure 4 : ajustement du dynamomètre

- le dynamomètre (fig. 4)

Il assure la constance de la vitesse. Le dynamomètre est conçu pour permettre la réalisation d'un mouvement articulaire autour d'un axe (aligné sur l'axe de rotation). Il faudra aligner l'axe du dynamomètre avec l'axe biomécanique de l'articulation testée.

- les accessoires

Le siège : il se doit d'être confortable et équipé de poignées et de sangles (thoraciques, pelviennes, fémorales...) pour maintenir le sujet dans la position souhaitée et éviter des compensations musculaires parasites. Le siège est réglable dans plusieurs axes (fig. 3).

Les pièces amovibles : pour le membre supérieur (MS) et le membre inférieur (MI). Ils se règlent également et servent de bras de levier.

- le poste informatique (fig. 5)

Il enregistre et traite les données recueillies. Il permet de faire certaines corrections : l'effet de la pesanteur, la masse du bras de levier etc. Enfin il est utilisé lors d'une séance pour le suivi en temps réel de l'exercice par le thérapeute et par le patient (rôle de biofeedback (fig. 6)).

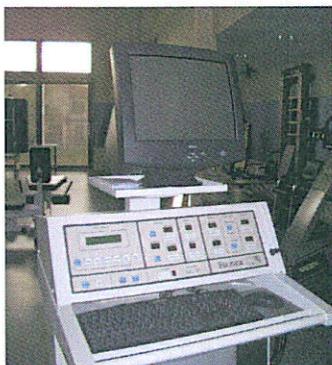


Figure 5 : poste informatique



Figure 6 : écran de visualisation

1. 3. 4. Les mesures, quelques définitions

Les mesures obtenues sont à la fois graphiques et numériques.

L'analyse des courbes des moments de force permet de détecter une anomalie de type douleur lors de l'effort demandé, c'est en fait un accident de courbe qui correspond à une inhibition douloureuse de la contraction. L'aspect de la courbe peut changer du fait d'un déficit musculaire global. Ce n'est pas un bon indicateur de la pathologie.

«La forme de la courbe varie en fonction de l'articulation testée, de la marque de l'appareil, du logiciel, de la vitesse du mouvement et du mode évalué» (10). C'est pourquoi, il est préférable de se reporter en plus aux valeurs numériques. Les plus utilisées sont les suivantes : (les définitions ci-après sont extraites du rapport rédigé par la Haute Autorité de Santé (10))

- le moment de force maximale= pic de couple= couple de force= moment maximum : exprimé en Newton-mètre (N.m), il correspond au moment de force le plus élevé développé au cours du mouvement isocinétique.

- Le travail maximal : exprimé en Joules (J), correspond à l'intégration de la surface située sous la courbe de moments de force. Le travail total dépend de l'amplitude globale du mouvement. Il rend compte de la force explosive du moment lors des premiers 1/8 de seconde du mouvement (8).

- La puissance maximale : exprimée en Watt est le travail effectué par unité de temps. On l'obtient en multipliant le moment de force par la vitesse angulaire.

- L'angle d'efficacité maximale : valeur angulaire anatomique exprimé en degrés (°) = position angulaire correspondant au moment de force maximale. «Il dépend de la relation musculaire tension/longueur et du positionnement articulaire» (7).

- Le rapport agoniste/antagoniste = ratio, exprimé en %, est obtenu à partir des moments de force maximum développés lors d'un même mode de contraction, pour une vitesse angulaire. «C'est le reflet de l'équilibre dynamique entre groupes musculaires antagonistes» (11). Des études ont permis de déterminer des valeurs normatives des ratios au niveau du genou (4, 18).

Le ratio IJ/Q concentrique est le plus fréquemment utilisé. D'autres ratios sont étudiés, utilisant deux modes de contraction différents, par exemple Q_{conc}/IJ_{exc} : on l'appelle ratio mixte. Ainsi on retrouve $conc/exc$ Q ou IJ. Autre ratio : IJ_{exc}/Q_{exc} ...

1. 4. Intérêt des ratios

Le ratio reflète la physiologie et prend en compte l'aspect fonctionnel de l'articulation et du geste sportif. Il représente l'équilibre nécessaire à un fonctionnement articulaire normal. Il sert d'indicateur pour le suivi de la rééducation.

Appliqué au même groupe musculaire (le Q), le ratio fournit des informations sur la prédominance d'un mode de contraction sur un autre (Q_{conc}/Q_{exc}).

Le rapport conc/exc est plus proche de la réalité physiologique qu'un rapport conc/conc. En effet, il convient mieux de calculer le rapport Q_{conc}/IJ_{exc} chez un footballeur plutôt que Q_{conc}/IJ_{conc} (4).

«Le rapport agoniste/antagoniste concentrique affirme que le sport améliore la force du muscle agoniste par rapport au muscle antagoniste. Il n'a pas d'intérêt dans le suivi d'une lésion où seules l'analyse de la courbe et la mesure du travail sont significatives» (16).

«Il compare les performances maximales de ces deux groupes musculaires. Des déséquilibres augmentent les risques de blessures articulaires et musculaires. Les valeurs du rapport agoniste/antagoniste en exc sont diminuées comparativement aux valeurs conc, appliqué aux IJ et Q» (7). L'équilibre entre IJ/Q est variable.

2. LE BILAN INITIAL

2.1. Anamnèse

Monsieur H. né le 22.02.1976, mesure 1m88 pour 90 kg. Il pratique le handball depuis l'âge de 12 ans. Sportif de haut niveau, sa carrière a été perturbée par de multiples blessures. Aujourd'hui, il est professeur d'éducation physique et sportive, entraîneur-joueur au sein d'une équipe de handball en pré national. Il a évolué en national à Nancy puis en D2 à Metz.

Durant sa jeunesse, il a subi plusieurs entorses bénignes aux chevilles. Depuis ses débuts en haut niveau, des tendinopathies au niveau rotulien se répétaient mais ni peignage ni infiltrations n'ont été envisagés. Une microrupture à gauche s'est produite lors d'un saut en hauteur alors qu'il pratiquait l'athlétisme ; le «primum novens» de la lésion tendineuse (14).

En 2001, lors d'un match de handball, une chute en torsion a entraîné la rupture du LCA droit. Des lésions associées ont touché les ménisques, le LLI, la capsule et il y a eu contusion osseuse. M. H. a été opéré un mois plus tard selon le protocole Kenneth Jones.

En 2002 ce transplant s'est rompu, lors d'une réception d'un saut, opéré alors avec DIDT + Lemaire. Suite à une infection nosocomiale, le transplant a été retiré un mois après, puis un traitement fonctionnel a été mis en place pendant un an.

En 2003, réalisation à droite d'une ligamentoplastie avec TFL (Mac Intosh modifié).

En décembre 2004, survenue d'une rupture du tendon rotulien gauche lors d'une prise d'appui en changeant de direction. Après le traitement chirurgical, M. H. a fait beaucoup de séances de kinésithérapie avec pour difficulté principale la sollicitation du quadriceps. Notre patient a repris l'activité sportive huit mois plus tard. Depuis, le centre Thionis assure le suivi de M. H. qui a repris récemment contact avec l'établissement suite à une gêne fonctionnelle.

2. 2. Inspection, palpation, bilan de la douleur et articulaire

Inspection, palpation

- Pilosité et couleur cutanée normales : pas de trouble circulatoire, pas d'hématome.
- Cicatrices au genou toutes anciennes, non adhérentes, bel aspect.

Périmétrie : pas d'écart significatif entre côté droit et gauche (annexe II).

A la palpation des tissus mous : cordes sur les triceps suraux (TS) des deux cotés et DF droit.

Nous complétons cet examen par un test d'hypoextensibilité des DF et des TS

Pour le DF : il n'y a pas d'hypoextensibilité car les amplitudes sont supérieures à 120°.

Etant donné une normalité des amplitudes articulaires passives au niveau de la cheville genou tendu ou genou fléchi, nous ne notons pas de déficit d'extensibilité des TS.

La douleur

Au genou gauche : sensation de tiraillement sur face antérieure au repos, coté à 1/10 sur l'échelle visuelle analogique (EVA). Suite à une activité sportive : 4/10 parfois 6/10. A la mobilisation passive en F et E active contrariée, pas de douleur au tendon rotulien.

Au genou droit : la douleur est moins prononcée et elle est occasionnelle, quand elle est présente l'EVA indique 1/10.

Bilan articulaire

La mobilité de la patella, longitudinalement et transversalement, comparable des 2 cotés est qualifiée de normale. A noter quelques craquements indolores lors de l'abaissement de la patella gauche.

Selon la notation de De Brunner, voici les résultats goniométriques en actif :

Genou droit : hanche tendue F/E 130/0/0, hanche fléchie F/E 135/0/0, rotation LAT/MED 20/0/20 (mesure faite avec une flexion de genou de 90°).

A savoir qu'en passif un gain de presque 5° est obtenu en F.

Genou gauche : hanche tendue et hanche fléchie F/E 140/0/0, rotation LAT/MED 22/0/20.

Analytiquement, les tibio fibulaires supérieures et inférieures ont une mobilité normale. Les autres articulations du membre inférieur ne présentent aucun déficit articulaire (hanches, chevilles et orteils).

Train porteur

- Pas d'inégalité des membres inférieurs.
- Bassin horizontal.
- Pied d'appel = pied gauche.
- En charge : varus de genoux.

2. 3. Le bilan musculaire

2. 3. 1. Evaluation manuelle et test de détente

Nous évaluons analytiquement la force musculaire de certains muscles selon Daniels, en CCO. Les moyens fessiers, grands fessiers, IJ, tibiaux antérieurs, fibulaires, TS sont à 5.

En CCF, nous testons le Q. Notre patient est contre le mur avec une flexion de hanche et de genou d'environ 90°. Consigne : tenir le plus longtemps possible dans cette position, nous chronométrons. Le score est de : 165 s. Le résultat est excellent car il dépasse 159 s.

Lors du test de détente, M. H. réalise 75,5 cm avec élan et 54,5 cm sans élan. L'indice de détente est bon, il est de 1,31 (annexe III).

2. 3. 2. Evaluation mécanique

Nous pourrions poursuivre le bilan par une évaluation instrumentale dynamique mais nous préférons réaliser une évaluation dynamométrique isocinétique (10). Les résultats sont plus quantifiables ainsi que les déficits. Le test permet l'évaluation des performances d'un segment musculaire sous différents modes et de plusieurs groupes musculaires, agonistes et antagonistes.

2. 3. 2. 1. Description de l'évaluation dynamométrique

Avant chaque séance sur BIODEX®, il faut réaliser un échauffement.

Il se fait sur bicyclette en trois phases : 3 mn avec une puissance équivalente au poids du corps de M. H. à 70 tours/mn, puis 3 mn avec deux fois le poids du corps à 70 tours/mn, enfin 2 mn avec deux fois le poids du corps à 100 tours/mn (fig. 7).

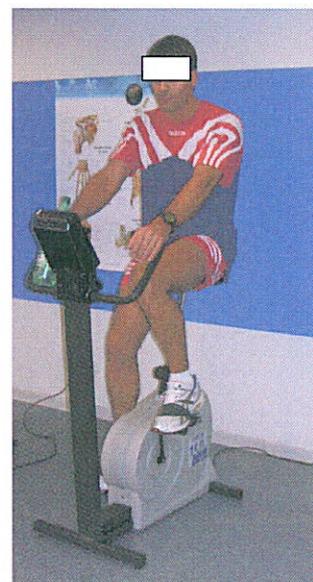


Figure 7 : cyclo-ergomètre

Nous installons notre patient sur le BIODEX®. Il doit être calé au fond du siège, nous réalisons les réglages nécessaires pour la hauteur, la profondeur du siège, le positionnement du dynamomètre..., nous alignons également les axes. Le contre appui se situe à l'extrémité inférieure du tibia. Nous mettons en place les sangles : 1 abdominale, 2 croisées au niveau thoracique et 1 au niveau de la cuisse testée. Ceci est valable pour le test en concentrique, en excentrique il n'est pas essentiel de fixer les sangles thoraciques.

A l'aide du logiciel, des ajustements permettent d'enregistrer les amplitudes limites, d'ôter le poids de la jambe à 30° de flexion.

M. H. connaît les principes d'utilisation du BIODEX®. Afin que le patient reste concentré sur les mouvements demandés, il ne peut observer l'écran.

Nous réalisons tout d'abord le test en concentrique à 90°/s (mesure de la force musculaire). Entre chaque série nous lui accordons une minute de repos. Le Q puis les IJ sont testés à chaque fois. On poursuit le test en concentrique avec une vitesse à 240°/s (mesure de la puissance). Nous appliquons le même protocole du côté controlatéral.

Lors du test en excentrique des IJ réalisé à 90°/s, le patient freine la montée de sa jambe. Pour le test du Q, nous lui demandons de freiner la descente.

Nous notons l'apparition d'une douleur à la pointe de la patella au niveau de l'insertion du tendon patellaire cotée à 4/10 sur l'EVA survenue lors du test en excentrique du quadriceps.

2. 3. 2. 2. Analyse des courbes

Les annexes IV illustrent les résultats des tests (courbes et tableaux).

Test concentrique à 90°/s : la première courbe correspond au Q, la phase ascendante correspond au temps de développement de tension maximale. Elle est conforme aux normes.

Le moment maximum du Q droit est un peu plus inférieur que le gauche. La partie

descendante de la courbe est le reflet de la capacité à maintenir la contraction maximale jusqu'à la fin du mouvement. Nous observons un petit accrochage vers 1 s sans aucune valeur pathologique. Le temps d'inhibition réciproque se situe à droite comme à gauche à 1,1 s.

La deuxième parabole informe sur les IJ, le coté gauche est plus fort que le droit.

Test concentrique à 240°/s : comparé aux résultats de l'étude (7), les moments maximaux des IJ sont conformes, ceux des Q supérieurs.

Test en excentrique : nous voyons bien une différence entre les deux cotés, le Q gauche est plus faible. Les 2 courbes représentant les IJ sont quasiment identiques.

2. 3. 2. 3. Analyse des ratios

Nous nous proposons d'étudier plusieurs ratios à partir des résultats obtenus.

IJconc /Qconc à 90°/s :

à droite : $140,5/271,5 = 0,52$

à gauche : $156,3/283,5 = 0,55$

La norme pratiquée au centre est de 0,7. Elle est de 0,6 à 0,65 pour des footballeurs (8).

Ici, nous sommes sous cette valeur, les IJ sont faibles par rapport à la force développée des Q.

Nous pourrions proposer un renforcement musculaire des IJ pour rétablir l'équilibre.

Qconc/IJexc à 90°/s :

à droite : $271,5/207,3 = 1,31$

à gauche : $283,5/211,5 = 1,34$

Tout déséquilibre musculaire peut être à l'origine d'un dysfonctionnement articulaire et de blessures tendineuses.

D'après Middleton, le ratio doit être inférieur 1,4. Pour notre cas, le centre retient des valeurs entre 1,15 et 1,40. Les valeurs calculées sont comprises dans cet intervalle.

Compte tenu de ces valeurs, un renforcement des IJ en excentrique n'est pas justifié.

L'équilibre musculaire Qconc/IJexc est maintenu.

Qexc/Qconc à 90°/s :à droite : $256,7/271,5 = 0,94$ à gauche : $196,8/283,5 = 0,69$

Le déficit entre droite et gauche du Q est :

en excentrique d'environ 30% ; en concentrique, le déficit n'est que de 4%.

Il met en évidence d'une part une insuffisance bilatérale du Q en excentrique (moments maximums inférieurs aux moments maximums concentriques) et d'autre part un déséquilibre entre droite et gauche. Nous nous rendons compte qu'il existe une anomalie sur le Q.

Le rapport Qconc/Qexc dépend du sport pratiqué. Au football, le Q est peu sollicité en excentrique, le rapport est donc élevé (17). Au handball et autres sports nécessitant de la détente, le rapport est bas. Chez M. H, à droite le rapport est de 1,06 à gauche il est de 1,44.

IJexc/Qexc à 90°/s :à droite : $207,3/256,7 = 0,80$ à gauche : $211,5/196,8 = 1,07$

Une norme de 0,66 a été établie (4, 18) avec un minimum à 0,38 (12). Une augmentation du ratio signe une faiblesse relative du Q par rapport aux fléchisseurs.

De l'analyse de l'ensemble des ratios, il ressort une faiblesse des Q en excentrique notamment du côté gauche, la mise en place d'un protocole de renforcement du Q gauche en mode excentrique permettra de retrouver un ratio équilibré droite – gauche.

2. 4. Bilan proprioceptif (annexe V)

En mode actif puis en passif, nous ne notons aucun trouble proprioceptif apparent.

2. 5. Profil psychologique

M. H. est très coopératif, il tient à s'investir dans son protocole de réentraînement.

Il désire reprendre dans de brefs délais ses entraînements au sein de son club.

2. 6. Bilan diagnostique masso-kinésithérapique et objectifs

Les déficiences s'expriment par un déficit musculaire du Q gauche en excentrique, des cordons myalgiques au DF droit et TS bilatéraux, une douleur mécanique localisée au genou.

Les incapacités se manifestent par une gêne fonctionnelle notamment lors d'efforts et lors des activités de la vie journalière, d'où une impression de baisse de l'endurance.

Les désavantages se traduisent par une réduction de son activité sportive et professionnelle.

Les objectifs de traitement sont de renforcer le muscle déficitaire (force et extensibilité) analytiquement, diminuer les cordons myalgiques et lors d'efforts les douleurs.

3. LA PRISE EN CHARGE

L'axe de notre prise en charge est le renforcement musculaire, il s'effectuera sur machine d'isocinétisme complété d'un travail en piscine.

3. 1. Intérêts du mode excentrique

Avantages et effets du mode excentrique.

La force musculaire est toujours supérieure. Il augmente la force réactive et active. Le rendement mécanique est meilleur. Le coût énergétique est moindre. La coordination neuro-musculaire est meilleure. Il optimise le cycle étirement détente. La force augmente avec l'étirement. L'activité excentrique autorise une stabilité articulaire et une protection physiologique face aux contraintes imposées par le cartilage articulaire (4).

Il permet de renforcer les possibilités musculaires: il améliore les forces concentriques par sollicitations des fibres IIb, statiques et excentriques (17), travaux de Friden (15). De plus,

il améliore le tissu conjonctif de soutien (non contractile) et le rend apte à supporter des contraintes de plus en plus importantes (18). «Il améliore la résistance à l'étirement du tissu conjonctif de soutien» (17, 23), du complexe musculo-tendineux (15).

Il prévient les accidents musculo-tendineux : il sera utile de renforcer en excentrique le muscle antagoniste du mouvement ou le muscle agoniste. Chez les jeunes adultes et avant le début d'une saison sportive, il est intéressant d'avoir recours au mode excentrique (15, 18).

L'excentrique diminue le tonus musculaire : lors d'une crampe, nous réalisons un étirement du muscle contracté, on obtient un travail musculaire excentrique et donc un relâchement musculaire immédiat (17).

En résumé, les indications principales de l'emploi de l'excentrique sont : le renforcement musculaire en vue d'une prévention de lésions musculo-tendineuses, le traitement de lésions musculaires et tendineuses non opérées (Fyfe et Stanish sont à l'origine du protocole pour les traitements des tendinites), le traitement de lésions musculaires et tendineuses opérées et lors de ruptures tendineuses pour améliorer la qualité du tissu cicatriciel mais aussi pour le traitement d'instabilités articulaires. Il convient de l'utiliser également pour diminuer le tonus musculaire et la spasticité ou lorsque l'on recherche un gain d'amplitude articulaire.

Inconvénients de l'excentrique.

Il se crée une surcharge articulaire. Il y a des soucis de programmation (protocole chaîne fermée). Il est «interdit avant la fin de la croissance (fragilité du cartilage de croissance et des insertions)» (23).

Il est source de lésions entraînant des DOMS = Delayed Onset Muscular Soreness = douleurs retardées, qui surviennent dans les heures qui suivent le travail excentrique prolongé. L'origine est double. Elle est métabolique : le travail est anaérobie, il y a une modification interne de la cellule musculaire et des tenocytes (la température locale augmente, des métabolites sont produits), une modification de la viscosité et de l'élasticité du muscle, la vascularisation est stoppée, une acidose apparaît entraînant une fragilité et la nécrose cellulaire est possible. La seconde origine est mécanique par «overstretching» : un étirement devient source de lésions au niveau de l'insertion tendineuse, de la jonction musculo-tendineuse, au niveau d'une zone fragilisée, il y a atteinte du tissu conjonctif de soutien et libération d'hydroxyproline. (15, 17).

«La force développée en excentrique peut dépasser de 20 à 50% la force maximale statique volontaire, elle est maximale en position d'étirement» (23) d'où des risques de lésions plus accrues.

3. 2. Le BIODEx®, outil de renforcement

Suite à notre raisonnement, il convient d'utiliser un protocole isocinétique excentrique décrit par Stanish dans le but d'améliorer la résistance à l'étirement du complexe musculo-tendineux et de renforcer le muscle déficitaire, pour supporter les contraintes imposées par la pratique sportive. La machine impose le mouvement articulaire et force le Q à l'allongement bien qu'il se contracte (6). Le protocole s'étend sur 3 semaines, avec 3 séances par semaine (les lundis, mercredis, et vendredis). Il est fait en chaîne cinétique ouverte.

Avant chaque séance, M. H. effectue un échauffement sur bicyclette (voir paragraphe 2.3).

Nous installons notre patient sur le BIODEx®, nous gardons en mémoire les repères pour que l'installation soit identique à chaque fois et assurer la reproductibilité (annexe VI).

Les sangles sont mises en place. Nous ne mettons pas de contention au membre inférieur droit (19), (figure 8, annexe VI).

1^{ère} semaine

1^{ère} séance: une mesure est réalisée pour déterminer la résistance maximale (RM) excentrique et les amplitudes articulaires pour les limites du débattement. Nous demandons au patient un travail frénateur de la flexion du genou ce qui permet de solliciter en étirement le Q. Le patient ne doit pas arrêter la machine. Le retour est passif. Nous réalisons un test au rythme de 30°/s. Sur plusieurs répétitions la valeur maximale du moment de force est retenue (345 N.m). Après accoutumance à la machine nous débutons la séance.

Travail à 30% de la résistance maximale obtenue = 103,5 N.m.

M. H. réalise 3 séries de 15 répétitions. Entre chaque série, un repos d'1 minute est accordé. Le patient suit la série sur ordinateur placé devant lui, nous lui demandons d'atteindre les 103,5 N.m à chaque mouvement le plus vite possible puis de maintenir le plus longtemps la courbe à ce niveau.

Séance 2 : échauffement sur vélo puis sur BIODEx® travail à 50% de la RM = 172,5 N.m avec 3 séries de 15 répétitions.

Séance 3 : échauffement sur vélo puis sur BIODEx® travail à 70% de la RM = 241,5 N.m.

2^{ième} semaine

Nous évaluons une nouvelle R.M. à 60°/s. Elle est de 315 N.m.

Séance 4 : échauffement sur vélo puis sur BIODEx® travail à 30% = 94,5 N.m.

Séance 5 : échauffement sur vélo puis sur BIODEx® travail à 50% = 157,5 N.m.

Séance 6 : échauffement sur vélo puis sur BIODEx® travail à 70% = 220,5 N.m.

3^{ième} semaine

Détermination de la nouvelle RM à 90°/s = 315 N.m.

Séance 7 : échauffement sur vélo puis sur BIODER® travail à 30% = 94,5 N.m.

Séance 8 : échauffement sur vélo puis sur BIODER® travail à 50% = 157,5 N.m.

Séance 9 : échauffement sur vélo puis sur BIODER® travail à 70 % = 220,5 N.m.

Nous effectuons un bilan musculaire à l'issue du cycle. (Voir paragraphe 4.2). Si la force musculaire du Q n'a pas atteint la valeur espérée, un nouveau cycle de 3 semaines est lancé.

3. 3. Les séances en piscine

Le renforcement musculaire en piscine se rapproche des principes de l'isocinétisme.

En effet, le milieu aquatique oppose une résistance à tout mouvement : c'est la résistance hydrodynamique. Elle s'adapte quand on augmente la vitesse du geste.

La séance, collective, débute par 5 minutes d'échauffement : marche, mouvements talons-fesses puis genoux poitrines.

Ensuite, le patient réalise des séries de courses : avant, arrière, pas chassés, foulées bondissantes, sur pointes de pied, sauts groupés sauts alternés sur marche d'escaliers. Il y a alternance de travail d'1 mn et récupération de 30 s. Pour renforcer les Q et IJ, le patient muni de palmes est assis dans l'eau et réalise des mouvements de flexion et extension.

Puis le patient nage avec des palmes : 1 aller retour rapide suivi d'1 aller retour lentement et ce 4 fois donc 16 longueurs. De la même manière, un renforcement des membres supérieurs et des dorsaux peut être proposé, à la place des palmes nous plaçons un pull-boy entre les jambes pour inhiber leur activité. Chaque exercice requiert un gainage abdominal.

Nous terminons la séance par une récupération de 5 minutes : marche en piscine, stretching des Q, des IJ puis bain froid.

Ces exercices permettent par ailleurs d'améliorer la proprioception du membre inférieur. D'autres plus spécifiques peuvent être envisagés à sec (annexe VII).

3. 4. Les étirements

Les étirements vont intéresser le Q, plus particulièrement le DF, et les TS.

Ils se feront «après l'effort pour faciliter la vidange lactique des muscles et prévenir de douleurs musculaires» (1). Se créent alors un relâchement et une décontraction du muscle. Ils sont réalisés par le thérapeute.

Etirement du DF :

Le patient est en décubitus bord de table. Le membre inférieur gauche est placé en F maximale, nous réalisons une mise en allongement du DF en plaçant la hanche droite en E maximale et le genou en F maximale progressivement (sans atteindre un seuil douloureux important). Bien dégager le creux poplité. Nous maintenons l'étirement environ 20 s, le patient insiste sur son expiration. Le retour à la position initiale se fait lentement. Nous réitérons 3 fois l'étirement. Cet étirement peut être fait aussi à gauche.

Etirement du TS :

Le patient est en décubitus genou tendu, le thérapeute fait une flexion dorsale de la cheville. Nous empaumons le calcanéum, l'appui est renforcé avec l'avant bras contre la plante du pied. Nous effectuons une contre prise au 1/3 antéro-inférieur de la jambe. Le principe est identique à celui du DF. Il est réalisé sur les deux TS.

Nous enseignons à M. H. quelques auto étirements qu'il pourra reproduire seul et notamment lors de son activité sportive avant un match et lors d'entraînements associés à un échauffement et des assouplissements. («Utile pour la prévention des déchirures, arrachements, ou autres tant musculaires que ligamentaires» (23)).

Stretching des fléchisseurs de hanche : patient à genou dressé, pieds sur un coussin, réalisation d'un autograndissement. Etirement des fléchisseurs de hanche par rétroversion du bassin. Enfin déport postérieur du tronc (5).

Stretching du DF : le patient est en unipodal gauche. Il réalise une F maximale du genou droit, tenant dans sa main droite la cheville droite. Le sujet doit garder le bassin en rétroversion. Il effectue un mouvement vers le bas et vers l'arrière avec la cuisse droite.

3. 5. Le massage

Il est infradouloureux et agit sur l'élasticité et le métabolisme du muscle. Les techniques principales sont les effleurages, pétrissages, frictions, vibrations légères et pressions glissées. Nous le réalisons après effort pour détendre et relâcher la musculature, il dure 20 minutes.

4. LE BILAN EN FIN DE STAGE

4. 1. Inspection, palpation

Le bilan cutané trophique est normal. Pas d'évolution notable sur la périmétrie (annexe II).
Les tests d'hypoextensibilité se révèlent être normaux tant aux DF qu'aux TS.

4. 2. Bilan de la douleur et articulaire

La douleur

Elles se sont atténuées, varient de 1/10 à 4/10 selon l'intensité de l'activité sportive.

Le bilan articulaire

Il est réalisé en passif.

Genou droit : hanche tendue F/E 135/0/0 hanche fléchie F/E 140/0/0

Genou gauche : hanche tendue F/E 145/0/0 hanche fléchie F/E 150/0/0

Les amplitudes des rotations du genou n'ont pas été mesurées.

En actif, les valeurs sont légèrement diminuées mais restent correctes.

4. 3. Bilan musculaire

L'assis sans chaise est maintenu par M. H. pendant 170 s.

Nous réalisons le test de détente, l'indice est de 1,33 contre 1,31 initialement (annexe III).

M. H. s'échauffe sur le cyclo-ergomètre puis est installé sur le BIODEX®.

Nous débutons le test en concentrique du Q puis des IJ à des vitesses de 90°/s puis 240°/s au membre inférieur gauche puis droit.

Le test se poursuit par l'évaluation en excentrique du Q et des IJ à une vitesse de 90°/s.

Le traitement informatique nous donne les tableaux de résultats et courbes (annexe VIII).

Nous calculons les différents rapports.

IJconc/Qconc à 90°/s : à droite : $142,0/254,1 = 0,56$ à gauche : $175,7/270,3 = 0,65$

Qconc/IJexc à 90°/s : à droite : $254,1/210,3 = 1,21$ à gauche : $270,3/220,5 = 1,23$

Qexc/Qconc à 90°/s : à droite : $301,7/254,1 = 1,19$ à gauche : $306,7/270,3 = 1,14$

IJexc/Qexc à 90°/s : à droite : $210,3/301,7 = 0,70$ à gauche : $220,5/306,7 = 0,72$

5. DISCUSSION

Après 3 semaines de traitement, les techniques mises en œuvre ont donné les résultats escomptés. Cette prise en charge nous a permis de réaliser une réharmonisation musculaire.

Un gain de 110 N.m du Q à gauche en excentrique a entraîné une diminution du rapport IJexc/Qexc.

La différence des moments de force du Q en excentrique entre droite et gauche n'est plus que de 1,6%, initialement il était de 30%.

L'équilibre Qconc/IJexc à 90°/s est maintenu. Le ratio est contenu dans l'intervalle 1,15-1,4. Néanmoins pour tendre vers 1,4 et considérant que les IJ sont bons, les Q à droite comme à gauche pourraient faire l'objet d'un renforcement musculaire complémentaire.

Nous remarquons également une élévation du moment de force du Q_{exc} à droite.

Les cordons myalgiques ont disparu et une légère amélioration de l'extensibilité musculaire du droit fémoral est obtenue.

Monsieur H. a repris son activité sportive et professionnelle. Il continue à être suivi à titre de contrôle et de prévention. Il sera revu dans 6 mois au centre Thionis pour un nouveau bilan.

6. CONCLUSION

L'analyse de ratios lors d'un bilan isocinétique permet une évaluation musculaire du genou précise et quantifiée. Le rapport IJ_{conc}/Q_{conc} le plus couramment utilisé ne suffit pas à détecter toutes les éventuelles anomalies. Les ratios utilisant le mode excentrique doivent venir compléter le bilan : Q_{conc}/IJ_{exc} , rapport le plus représentatif en terme de fonctionnalité d'une articulation ; Q_{exc}/Q_{conc} , rapport comparant deux modes et Q_{exc}/IJ_{exc} mais peu utile.

Le sport à haut niveau provoque des changements de force musculaire. Il est important de connaître les actions et modes de contraction des muscles dans les différents gestes sportifs puis de choisir le ratio le plus approprié pour le bilan musculaire et enfin établir un protocole de renforcement adapté. Cependant il faut rester vigilant sur l'utilisation du mode excentrique. Les lésions musculo-tendineuses dues à la pratique d'un sport se créent lors d'un travail excentrique. Lorsque le muscle antagoniste est touché, le ratio préférentiel sera Q_{conc}/IJ_{exc} . Lorsque le muscle agoniste fort dans la discipline est lésé, l'étude portera sur le muscle en excentrique (Q_{exc}) comparé au côté sain ou le ratio Q_{exc}/Q_{conc} . Ceci est aussi applicable en cas de lésions sur un tendon (exemple : l'appareil extenseur dans les sports de détente).

Des études sur une population de handballeurs sains ou victimes de lésions seraient à envisager pour déterminer des valeurs de référence de ratios destinées aux thérapeutes.

Bibliographies

- 1. BARIZIEN N.** – Douleurs antérieures du genou au beach-volley : quelles préventions possibles? – Kinésithérapie scientifique, juin 2004, n° 445, p. 33-37.
- 2. BOGGIONE C., MARMORAT J.L.** – Traitement des ruptures totales du tendon rotulien. – J.Traumatol.Sport, 2004, 21, n°4, p. 204-217.
- 3. BUQUET P., PIETU G., HUGUET D.** – Rupture du tendon rotulien. – Ann.orthop ouest, 1999, n°31, p. 45-50.
- 4. CALMES P.** – Détermination des ratios agoniste/antagoniste des différentes articulations du membre inférieur par évaluation isocinétique à différentes vitesses angulaires. – Université de Bourgogne, Faculté de médecine Dijon : octobre 1995, 79 p.
- 5. CHANUSSOT J.C., DANOWSKI R.G.** – Rééducation en traumatologie du sport. – Tome 2, membre inférieur et rachis – 2^{ème} édition. – Paris : Masson, 1999.- 370 p.
- 6. CROISIER J.L., CRIELAARD J.M.** – Expérience de l'isocinétisme dans l'encadrement sportif. – J. Traumatol. Sport, 2004, p. 238-243.

- 7. CROISIER J.L., LUXEN P., LHERMEROUT C., CRIELAARD J.M.** – Evaluation isocinétique concentrique et excentrique du genou chez l'adulte. – Actualités en rééducation fonctionnelle 19^e série, 1994, p. 1-8.
- 8. DELEMME Y., POCHOLLE M., LASSAU V.** – Isocinétisme et football professionnel : profil musculaire du genou chez 34 joueurs de D1. – Ann. Kinésither., 1999, 26, n°6, p. 251-264.
- 9. DUFOUR M.** – Anatomie de l'appareil locomoteur. – Tome 1, membre inférieur. – Paris : Masson, 2001. – 479 p.
- 10. HAUTE AUTORITE DE SANTE** – Les appareils d'isocinétisme en évaluation et en rééducation musculaire : intérêt et utilisation. – Février 2001, 113p.
- 11. HEULEU J.N., CODINE P., SIMON L.** – Isocinétisme et médecine de rééducation. – n°21. – Paris : Masson, 1991. – 146p. – Problèmes en médecine de rééducation.
- 12. KARRAY B., LEBIB S., KARRAY S., BEN SALAH F.Z., MIRI I., DZIRI C.** – Apport de l'isocinétisme dans la reprise du sport dans le genou ligamentaire opéré. – Entretiens de Bichat. Journées de médecine orthopédique et de rééducation, 2004, p. 29-37.
- 13. KERKOUR K.** – Reconstruction du ligament croisé antérieur (LCA) : incidences du choix du greffon sur la proprioception du genou. – Fisoactive, 2002, n°3, p. 26-30.

- 14. LUTZ C., POULHES J.C., JACQUOT X., JAEGER J.H.** – Itinéraire du tendon pathologique du sportif. – Kinésithérapie scientifique, juin 2004, n° 445, p. 13-17.
- 15. MIDDLETON P.** – Le travail excentrique musculaire. – Laboratoires Ciba-Geigy, 1994, 22 p.
- 16. MIDDLETON P., TROUVE P., PUIG P.** – Etude critique des rapports agonistes/antagonistes concentriques chez le sportif. – Actualités en rééducation fonctionnelle 19^e série, 1994, p. 18-21.
- 17. MIDDLETON P., TROUVE P., PUIG P., CHERON F.** – Les effets du travail musculaire excentrique. – Actualités en rééducation fonctionnelle 19^e série, 1994, p. 22-27.
- 18. POCHOLLE M., CODINE P.** – Les tests isocinétiques du genou. – Kinésithérapie Scientifique, février 2000, n° 397, p. 6-13.
- 19. PROU E., SZCZOT A., BENEZET P.** – Evaluation isocinétique des effecteurs du genou: effets de l'apprentissage, de la latéralisation et de la stabilisation du membre controlatéral. – J. Traumatol.Sport, 2004, 21, p. 197-203.
- 20. SAVALLI L., MIDDLETON P., PUIG P., TROUVE P.** – Rééducation et devenir du sportif après rupture du tendon rotulien opéré. – J. Traumatol. Sport, 2001, 18, p. 27-34.

21. VAILLANT J. – Appareils d'isocinétisme : intérêt et utilisation en évaluation et en rééducation musculaire (1^{ère} partie). – Kinésithérapie scientifique, juin 2003, n° 434, p. 51-52.

22. VAILLANT J. – Appareils d'isocinétisme : intérêt et utilisation en évaluation et en rééducation musculaire (2^{ème} partie). – Kinésithérapie scientifique, juillet 2003, n° 435, p. 53-54.

23. XHARDEZ Y. et collaborateurs – Vade-mecum de kinésithérapie et de rééducation fonctionnelle. – 5e édition. – Paris : Maloine, Bruxelles : Prodim, 2004.- 1344 p.

ANNEXES

ANNEXE I

Partie 1 (2,20) et (principe chirurgical p. 212 (2))

Le traitement est toujours chirurgical. Les techniques sont variées. Il peut s'agir d'une suture simple : réalisée avec laçage de type Judet ou Krackow avec ou sans tunnel transosseux. Une lame de PDS® peut venir renforcer la suture simple. Sinon la suture peut être protégée par cerclage métallique. Dans d'autres cas sont réalisés des renforcements de suture avec un ligament artificiel ou du fil non résorbable ou un renforcement par autogreffe (avec semi tendineux, TFL voire DIDT (demi tendineux et gracile)). Enfin le tendon peut être reconstruit par allogreffe (souvent à l'aide du tendon rotulien).

Ci-après les grandes lignes des principes et contre indications en post chirurgical.

La rééducation est précoce, longue, délicate et contraignante. Une genouillère plâtrée ou une attelle en extension pendant 4 semaines est mise en place sous couvert de 2 cannes anglaises. L'appui est précoce et partiel. Mobilisation passive du genou limitée à 70° de flexion pendant 45 jours. Renforcement isométrique du Q, genou en extension. Extension active du genou interdite pendant 45 jours. Puis travail actif débuté et récupération de la flexion complète. Travailler les IJ en CCO et le Q en CCF à partir de J60 J90, presse et stepper. Application de contraintes précoces mais progressives pour redonner au tendon ses propriétés de résistance et d'élasticité. Ablation du cerclage entre J60 et J90. Travail isocinétique J90 J120 en concentrique avec pyramide inversée de Davies et mode excentrique selon Stanish. Délais pour le footing 3 à 4 mois, 6 à 12 mois pour l'entraînement, 9 à 15 mois pour la compétition. Reprise du sport avec un niveau sportif comparable au bout de 8 à 18 mois.

Les complications possibles sont : syndrome algoneurodystrophique (SAD), hygroma pré rotulienne, problèmes de cicatrisation cutanée, syndrome fémoro-patellaire ou douleurs tendineuses de l'appareil extenseur, rupture itérative, malposition de la rotule engageant le pronostic fonctionnel.

Partie 2

Mécanismes de rupture du LCA et traitements.

Les ligaments du genou peuvent être lésés suite à un mécanisme de :

- valgus, flexion, rotation externe : le LLI peut être touché isolément ou avec le LCA.

Au maximum, l'atteinte concernera le LCA, le LLI, le ménisque et la capsule (triade malheureuse).

- Varus, flexion, rotation interne : le LLE, le LCP +/- la capsule postéro-externe sont lésés.

- Choc direct antéro postérieur : le LCA et au maximum les LC et la capsule postérieure.

- Hyper extension forcée (lors du shoot dans le vide par exemple).

Certains sports sont plus souvent générateurs de ce type d'incidents : football, judo, basket-ball, ski, handball...

Outre le traitement fonctionnel ou le traitement orthopédique, le traitement chirurgical est le plus appliqué pour corriger la laxité antérieure. Il consiste à réaliser une ligamentoplastie, il requiert alors l'utilisation d'un transplant pour remplacer le ligament rompu. Il est fait en urgence chez les sportifs de haut niveau, alors que les autres patients seront opérés en différé si une instabilité persiste 3 mois après la mise en place d'une rééducation.

Le choix des plasties diffèrent selon les procédés. Sont utilisés :

- pour le protocole selon Kenneth Jones, le tiers du tendon rotulien (+/- un fragment osseux),
- pour le procédé DIDT, le gracile (droit interne) et le semi tendineux,
- pour le protocole Mac Intosh, le tiers du tendon rotulien, le tissu fibreux pré-rotulien et une partie fibreuse du tendon quadricipital ; il existe un Mac Intosh modifié au TFL (tenseur du fascia lata),
- pour un Lemaire, la bandelette du fascia lata.

Les grands principes des protocoles de rééducation actuels (5) consistent à : lutter contre la douleur, les troubles cutanés et trophiques, obtenir une extension du genou totale sur 15 jours, travailler le Q en CCF, travailler en différé de 3 semaines pour les DIDT et en CCO pour les IJ, autoriser l'appui d'emblée, ôter les cannes anglaises à J21, ôter l'attelle de Zimmer quand le Q est fonctionnel, reprendre l'entraînement sportif à 3 mois si la flexion du genou est supérieure à 120°. La reprise du sport dépend du type d'activité si pivot, contact...

L'amyotrophie est fréquente sur le Q et les TS. Souvent en post opératoire nous notons une sidération du Q. Les pertes de force sont parfois importantes « 60% pour le Q, 40% pour les IJ et durable jusqu'à 20% de perte du Q après 2 ans » (5).

La réalisation d'un test isocinétique permet d'évaluer la balance musculaire des Q et IJ. Souvent il en ressort la nécessité de renforcer les IJ en excentrique et le Q en concentrique pour corriger la balance et la rendre normative.

Pour plus d'informations sur les méthodes de rééducation se reporter aux documents 5, 11, 23.

ANNEXE II

Périmétrie - bilan de départ

Gauche

interligne	40 (cm)
+5 cm	43
+10 cm	50
+15 cm	55
-5 cm	36,5
-10 cm	37,5
-15 cm	39,5

Droite

interligne	40 (cm)
+ 5 cm	43
+ 10 cm	49
+ 15 cm	56
- 5 cm	36,5
- 10 cm	37,5
- 15 cm	39

Périmétrie - bilan en fin de stage

Gauche

interligne	39,5 (cm)
+5 cm	44
+10 cm	51
+15 cm	55
-5 cm	36,5
-10 cm	37,5
-15 cm	39,5

Droite

interligne	40 (cm)
+ 5 cm	44
+ 10 cm	50
+ 15 cm	54
- 5 cm	36,5
- 10 cm	37,5
- 15 cm	39

ANNEXE III

Le test de détente

Au départ nous mesurons la distance sol-majeur (bras en élévation maximale) du patient situé contre un mur de profil = mesure avec une main. Puis nous mesurons la distance sol-majeur, le patient est face au mur dans ce cas = mesure avec deux mains.

Avec 2 mains : 238,0 cm, avec 1 main : 239,5 cm.

Puis nous demandons au patient de réaliser plusieurs sauts sans élan (avec deux mains). Nous marquons d'un trait la hauteur atteinte. Le patient saute également avec élan (avec une main).

Test lors du bilan d'entrée : avec 2 mains : 292,5 cm, avec 1 main : 315,0 cm.

D'où : avec 2 mains = 54,5 cm, avec 1 main = 75,5 cm.

Test lors du bilan final : avec 2 mains : 299,5 cm, avec 1 main : 320,0 cm.

D'où : avec 2 mains = 61,5 cm, avec 1 main = 80,5 cm

Un indice permet de considérer les résultats comme normaux ou insuffisants.

Il suffit de prendre la détente en cm avec élan que l'on divise à la distance prise au départ avec une main. Le patient a une bonne détente lorsque l'indice se rapproche de 1,4.

Les patients pratiquant des sports tels que le volley-ball, le basket-ball auront un indice supérieur à 1,4.

Chez notre patient, l'indice de départ est de : $315,0/239,5 = 1,31$.

A la fin de la prise en charge il est de : $320/239,5 = 1,33$.

ANNEXE IV

Bilan musculaire initial

Pages suivantes

Courbes et tableaux du test :

- concentrique des quadriceps et ischiojambiers à 90°/s
- concentrique des quadriceps et ischiojambiers à 240°/s
- excentrique des quadriceps à 90°/s
- excentrique des ischiojambiers à 90°/s

Sur le graphique :

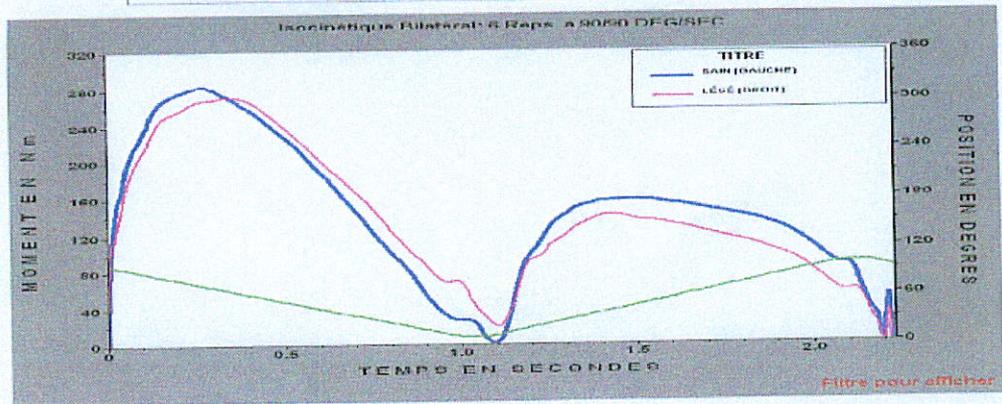
- en bleu le membre inférieur gauche
- en rose le membre inférieur droit

La notion de membre sain et lésé a été faite arbitrairement.

Evaluation compréhensive

Nom:		Séance:		Filtrage:	Aucun
Code:	10082006	Côté Lésé:	Les deux	Protocole:	Isocinétique Bilatéral
Né(e)le:	22/02/1976 (dd/MM/yyyy)	Clinicien:		Mouvement:	Extension/Flexion
Taille (cm):	188	Correspondant:		Mode:	Isocinétique
Poids (kg):	90.0	Articulation:	Genou	Contraction:	Con/Con
Sexe:	Masculin	Diagnostic:		Gravité:	25 N.m à 30 Grav. angle:

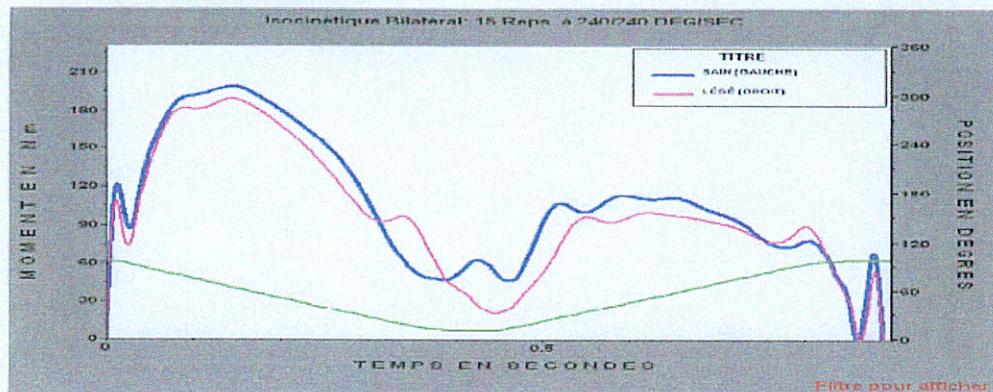
		EXTENSION 90 DEG/SEC			FLEXION 90 DEG/SEC		
NB de REPS: Droit 6		SAN	LÉSÉ	DEFICIT	SAN	LÉSÉ	DEFICIT
NB de REPS: Gauche 6		GAUCHE	DROIT		GAUCHE	DROIT	
MOMENT MAX	N.m	283.5	271.5	4.2	156.3	140.4	10.1
MOM. MAX / POIDS	%	315.4	302.1		173.9	156.2	
TEMPS MOM. MAX	ms	280.0	360.0		430.0	340.0	
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	74.0	67.0		43.0	37.0	
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	119.2	145.2	-21.8	149.9	132.3	11.7
MOMENT À 0.18 SEC	N.m	271.9	253.0	6.9	121.0	115.5	4.6
COEFF. DE VARIANCE	%	3.7	5.3		3.9	6.0	
TRAVAIL MAX	N.m	293.7	306.3	-4.3	202.9	178.4	12.1
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	2	2		1	1	
TRAVAIL / POIDS	%	326.7	340.8		225.7	198.4	
TRAVAIL TOTAL	N.m	1682.0	1705.5	-1.4	1141.8	967.4	15.3
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	567.6	596.1		401.0	349.4	
TRAVAIL 2ème TIERS	N.m	529.7	528.4		349.0	299.2	
FATIGUE AU TRAVAIL	%	6.7	11.4		13.0	14.4	
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	263.2	251.6	0.6	167.4	143.3	14.4
DUREE ACCELERATION	ms	20.0	30.0		90.0	50.0	
DUREE DECELERATION	ms	90.0	140.0		130.0	120.0	
AMPLITUDE	DEG	90.8	90.8		90.8	90.8	
MOM. MAX MOY.	N.m	266.1	251.7		147.8	130.2	
RAPPORT AGO/ANTA	%	55.1	51.7	O: N/A			



Evaluation compréhensive

Nom:		Séance:		Filtrage:	Aucun
Code:	10082006	Côté Lésé:	Les deux	Protocole:	Isocinétique Bilatéral
Né(e)le:	22/02/1976 (dd/MM/yyyy)	Clinicien:		Mouvement:	Extension/Flexion
Taille (cm):	188	Correspondant:		Mode:	Isocinétique
Poids (kg):	90.0	Articulation:	Genou	Contraction:	Con/Con
Sexe:	Masculin	Diagnostic:		Gravité:	25 N.m à 30 Grav. angle:

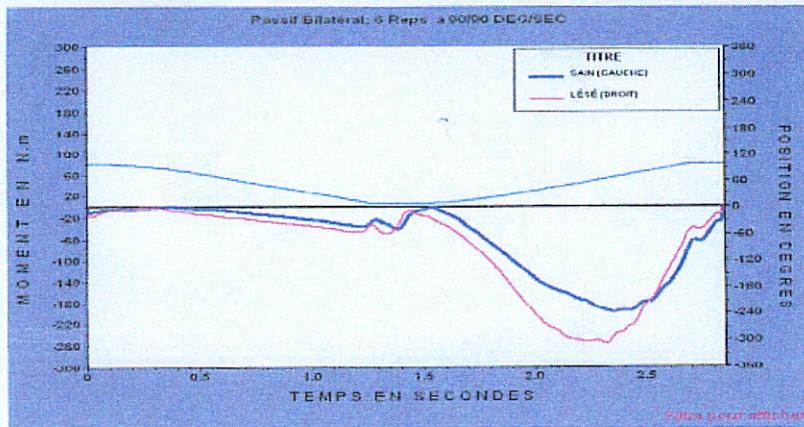
		EXTENSION 240 DEG/SEC			FLEXION 240 DEG/SEC		
NB de REPS: Droit 15		SAIN	LÉSÉ	DEFICIT	SAIN	LÉSÉ	DEFICIT
NB de REPS: Gauche 15		GAUCHE	DROIT		GAUCHE	DROIT	
MOMENT MAX	N.m	198.8	189.2	4.8	112.7	99.7	11.5
MOM. MAX / POIDS	%	221.1	210.5		125.4	110.9	
TEMPS MOM. MAX	ms	160.0	160.0		170.0	220.0	
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	63.0	64.0		43.0	50.0	
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	119.9	112.5	6.1	101.4	96.0	5.4
MOMENT À 0.18 SEC	N.m	189.5	183.8	3.0	110.8	94.9	14.4
COEFF. DE VARIANCE	%	9.3	9.4		15.9	11.8	
TRAVAIL MAX	N.m	224.5	222.5	0.9	145.9	129.7	11.1
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	3	2		2	1	
TRAVAIL / POIDS	%	249.8	247.5		162.3	144.2	
TRAVAIL TOTAL	N.m	2914.6	2643.8	9.3	1739.0	1527.4	12.2
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	1147.9	1038.2		710.2	596.3	
TRAVAIL 3ième TIERS	N.m	734.8	675.8		412.8	392.3	
FATIGUE AU TRAVAIL	%	36.0	34.9		41.9	34.2	
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	431.1	388.8	9.8	244.6	216.0	11.7
DUREE ACCELERATION	ms	40.0	30.0		60.0	80.0	
DUREE DECELERATION	ms	90.0	120.0		100.0	110.0	
AMPLITUDE	DEG	89.2	89.9		89.2	89.9	
MOM. MAX MOY.	N.m	171.6	154.1		91.8	82.6	
RAPPORT AGO/ANTA	%	56.7	52.7	O: N/A			



Evaluation comprehensive

Nom: Séance: Filtrage: **Aucun**
 Code: **10082006** Côté Lésé: **Les deux** Protocole: **Passif Bilatéral**
 Né(e)le: **22/02/1976 (dd/MM/yyyy)** Clinicien: Mouvement: **Extension/Flexion**
 Taille (cm): **188** Correspondant: Mode: **Passif**
 Poids (kg): **90.0** Articulation: **Genou** Contraction: **Exc/Exc**
 Sexe: **Masculin** Diagnostic: Gravité: **Pas de correction pesanteur bilatéral à 3 vitesses**

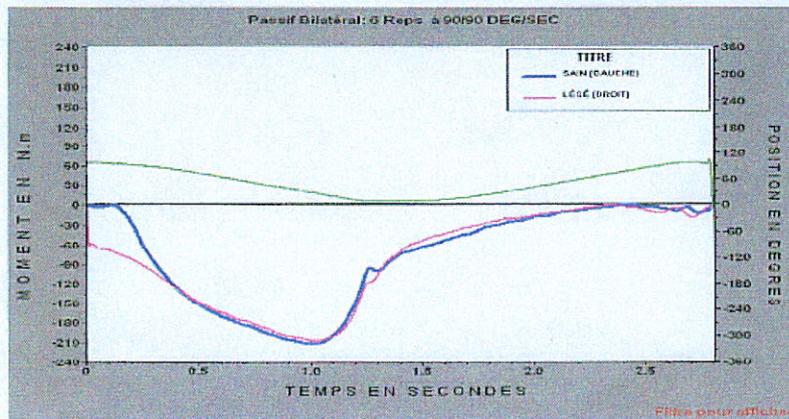
EXTENSION 90 DEG/SEC				FLEXION 90 DEG/SEC					
NB de REPS: Droit 6				SAIN	LÉSÉ	DEFICIT	SAIN	LÉSÉ	DEFICIT
NB de REPS: Gauche 6				GAUCHE	DROIT		GAUCHE	DROIT	
MOMENT MAX	N.m	45.0	49.1	-9.2	196.8	256.7	-30.5		
MOM. MAX / POIDS	%	50.0	54.6		218.9	285.6			
TEMPS MOM. MAX	ms	1420.0	1320.0		940.0	910.0			
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	6.0	6.0		66.0	65.0			
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	23.6	35.2	-49.3	112.5	161.4	-43.5		
MOMENT À 0.18 SEC	N.m	4.6	4.5	2.2	10.9	31.8	-192.0		
COEFF. DE VARIANCE	%	12.9	7.1		25.6	4.8			
TRAVAIL MAX	N.m	24.2	39.1	-61.8	213.7	274.5	-28.5		
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	1	5		2	3			
TRAVAIL / POIDS	%	26.9	43.5		237.7	305.4			
TRAVAIL TOTAL	N.m	126.8	191.3	-50.9	909.5	1562.8	-71.8		
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	45.5	80.9		400.8	500.4			
TRAVAIL 3ième TIERS	N.m	35.4	73.8		182.6	517.3			
FATIGUE AU TRAVAIL	%	22.2	-21.3		54.4	-3.4			
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	15.0	22.4	-48.9	105.6	183.0	-73.2		
DUREE ACCELERATION	ms	410.0	350.0		380.0	380.0			
DUREE DECELERATION	ms	170.0	170.0		170.0	180.0			
AMPLITUDE	DEG	91.8	91.9		91.8	91.9			
MOM. MAX MOY.	N.m	38.7	44.7		149.7	243.5			
RAPPORT AGO/ANTA	%	437.6	522.9	O: N/A					



Evaluation comprehensive

Nom:	Séance:	Filtrage:	Aucun
Code: 10082006	Côté Lésé: Les deux	Protocole: Passif Bilatéral	
Né(e)le: 22/02/1976 (dd/MM/yyyy)	Clinicien:	Mouvement: Extension/Flexion	
Taille (cm): 188	Correspondant:	Mode: Passif	
Poids (kg): 90.0	Articulation: Genou	Contraction: Exc/Exc	
Sexe: Masculin	Diagnostic:	Gravité: Pas de correction pesanteur bilatéral à 3 vitesses	

		EXTENSION IS 90 DEG/SEC			FLEXION 90 DEG/SEC		
NB de REPS: Droit 6		SAN	LÉSÉ	DEFICIT	SAN	LÉSÉ	DEFICIT
NB de REPS: Gauche 6		GAUCHE	DROIT		GAUCHE	DROIT	
MOMENT MAX	N.m	211.5	207.3	2.0	81.4	76.2	6.4
MOM. MAX / POIDS	%	235.3	230.6		90.6	84.8	
TEMPS MOM. MAX	ms	1010.0	1040.0		10.0	10.0	
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	28.0	27.0		6.0	6.0	
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	211.0	0.0	100.0	25.4	21.4	15.7
MOMENT À 0.10 SEC	N.m	15.3	77.8	-407.1	58.1	46.7	19.7
COEFF. DE VARIANCE	%	3.2	4.1		8.7	11.4	
TRAVAIL MAX	N.m	255.8	263.3	-2.9	32.0	25.8	19.5
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	2	1		3	1	
TRAVAIL / POIDS	%	284.6	292.9		35.6	28.7	
TRAVAIL TOTAL	N.m	1489.2	1443.7	3.1	168.6	139.0	17.6
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	485.9	515.0		53.5	47.4	
TRAVAIL 3ième TIERS	N.m	507.6	461.7		56.4	44.6	
FATIGUE AU TRAVAIL	%	-4.5	10.3		-5.3	5.9	
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	178.8	170.6	4.4	19.5	16.1	17.2
DUREE ACCELERATION	ms	360.0	370.0		370.0	370.0	
DUREE DECELERATION	ms	150.0	170.0		180.0	200.0	
AMPLITUDE	DEG	91.9	91.9		91.9	91.9	
MOM. MAX MOY.	N.m	205.9	195.4		68.5	64.3	
RAPPORT AGOJANTA	%	38.5	36.8	O: N/A			



ANNEXE V

Le bilan proprioceptif

La proprioception nous donne une information sur la position d'une articulation, d'un segment de membre dans l'espace et par rapport à notre corps. Les récepteurs sont cutanés, articulaires et musculaires (I, IIa et IIb).

La reprogrammation neuromusculaire place la personne dans des conditions d'informations sensorielles. Nous agissons en CCO, en CCF, sur la vitesse qui peut être lente, modérée ou rapide, sur la course musculaire et le mode de contraction. Nous mettons également en jeu les voies extéroceptives et/ou intéroceptives.

Nous appliquons les tests d'évaluation de la proprioception du genou (13) :

- en mode actif : M. H. est assis sur la table, sans contact de la face postérieure du genou avec la table. Les yeux sont fermés. Nous plaçons lentement et passivement le membre droit dans une position de flexion du genou (60-15-0) puis nous lui demandons de replacer activement son genou gauche dans la même position que le genou droit. Nous mesurons la différence articulaire entre les deux genoux.

- en mode passif : même position que pour le test actif. Nous plaçons lentement et passivement le membre droit dans une position de flexion de genou puis nous déplaçons le segment jambier gauche vers la même position que le droit. Quand M. H. perçoit qu'il se trouve dans la même position que le genou droit nous stoppons puis mesurons la différence goniométrique entre les deux genoux.

Chez M. H., il n'y a pas de différence significative pour ces 2 tests.

ANNEXE VI

Installation et position de l'équipement

- dossier avant/ arrière : position 4
- dossier inclinaison : 85°
- chaise hauteur : position 4,5
- dynamomètre gauche/droite : position 18
- dynamomètre hauteur : 0
- dynamomètre rotation : 90°
- dynamomètre inclinaison : 0°
- chaise avant/ arrière : position 11
- accessoires longueur : position 13

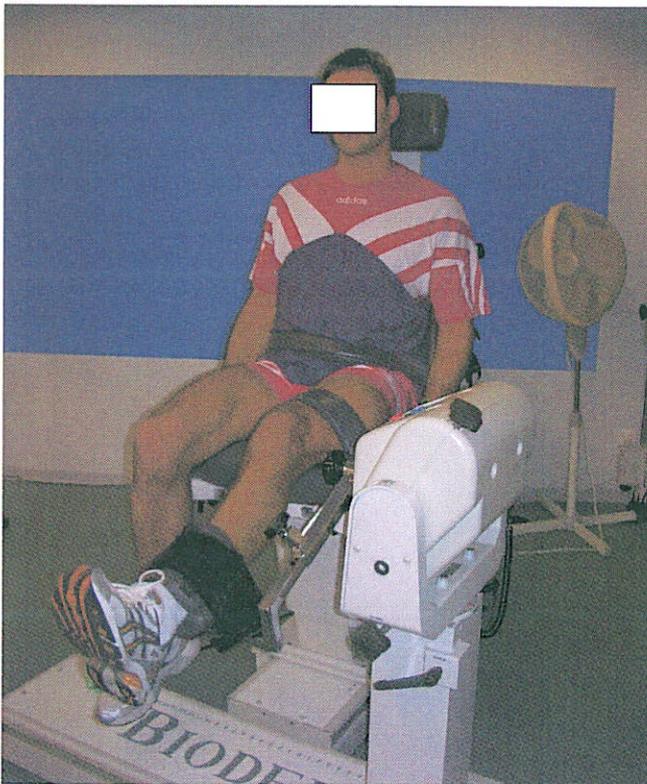


Figure 8 : installation du patient et séance

ANNEXE VII

Renforcement et proprioception

«Pour Bouël, les exercices de renforcement musculaire augmente la proprioception» (13).

Les exercices en piscine ont donc amélioré la proprioception aux membres inférieurs.

Nous pouvons avoir recours aux vibrations tendineuses à 70 Hz, elles donnent une illusion du mouvement ainsi qu'une sensation d'allongement du muscle.

Nous complétons la rééducation neuro-proprioceptive par différents exercices sur trampoline, sur sol en un appui unipodal avec une variation de flexion du genou : le thérapeute lance le ballon dans diverses directions, le patient réceptionne et le relance. Pour augmenter les déséquilibres à partir du pied, l'utilisation d'un tapis en mousse est intéressante. Il est possible d'utiliser la planche de Freeman pour travailler l'équilibre unipodal ou l'escarpolette de Dotte : appui bipodal yeux ouverts puis yeux fermés.

Pour finaliser le renforcement musculaire, nous pourrions proposer :

- un travail à la presse, le poids peut être supérieur au poids de M. H.,
- un travail sur stepper,
- un exercice consistant à lever alternativement un pied puis l'autre lorsque le patient est debout genoux fléchis. Ceci sollicite le quadriceps,
- un travail de différentes diagonales de Kabat (ex : F, ABD, RI, genou tendu).

Le travail des sauts est essentiel, il permet de solliciter les rotateurs du genou.

En complément, il faut travailler les changements de direction et les pivots.

ANNEXE VIII

Bilan musculaire final

Pages suivantes

Courbes et tableaux du test :

- concentrique des quadriceps et ischiojambiers à 90°/s
- concentrique des quadriceps et ischiojambiers à 240°/s
- excentrique des quadriceps à 90°/s
- excentrique des ischiojambiers à 90°/s

Sur le graphique :

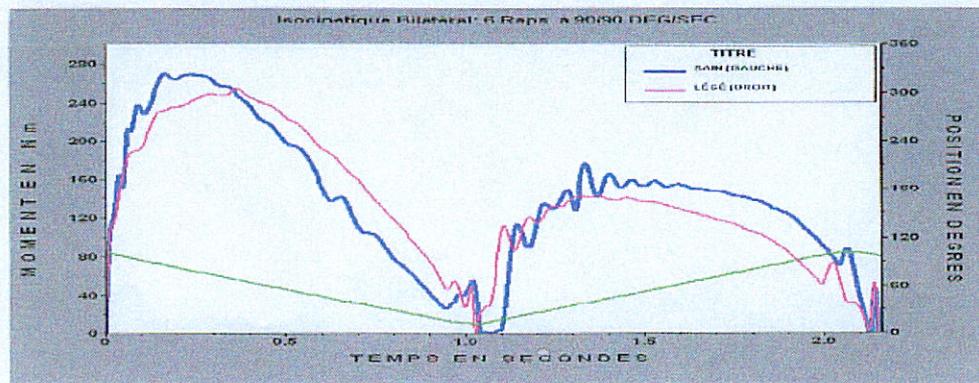
- en bleu le membre inférieur gauche
- en rose le membre inférieur droit

La notion de membre sain et lésé a été faite arbitrairement.

Evaluation comprehensive

Nom:	Séance:	Filtrage:	Aucun
Code: 10082006	Côté Lésé: Les deux	Protocole: Isocinétique Bilatéral	
Né(e)le: 22/02/1976 (dd/MM/yyyy)	Clinicien:	Mouvement: Extension/Flexion	
Taille (cm): 188	Correspondant:	Mode: Isocinétique	
Poids (kg): 90.0	Articulation: Genou	Contraction: Con/Con	
Sexé: Masculin	Diagnostic:	Gravité: 27 N.m à 30 Grav. angle:	

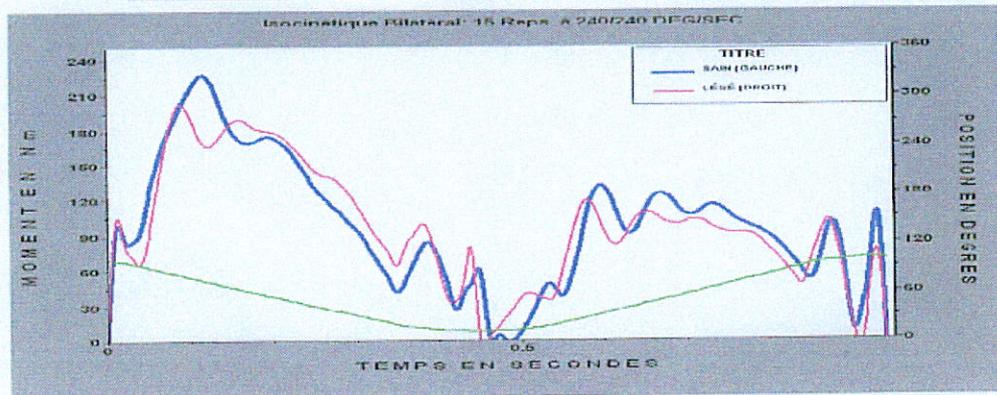
		EXTENSION 90 DEG/SEC			FLEXION 90 DEG/SEC		
NB de REPS: Droit 6		SAIN	LÉSÉ	DEFICIT	SAIN	LÉSÉ	DEFICIT
NB de REPS: Gauche 6		GAUCHE	DROIT		GAUCHE	DROIT	
MOMENT MAX	N.m	270.3	254.1	6.0	175.7	142.0	19.2
MOM. MAX / POIDS	%	300.7	282.7		195.5	158.0	
TEMPS MOM. MAX	ms	180.0	380.0		310.0	310.0	
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	86.0	67.0		35.0	36.0	
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	82.6	132.6	-60.5	146.9	131.4	10.6
MOMENT À 0.18 SEC	N.m	267.5	234.5	12.3	134.0	114.9	14.3
COEFF. DE VARIANCE	%	3.3	5.0		7.3	5.2	
TRAVAIL MAX	N.m	269.1	289.1	-7.4	202.0	177.3	12.3
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	4	3		1	1	
TRAVAIL / POIDS	%	299.4	321.6		224.8	197.2	
TRAVAIL TOTAL	N.m	1557.6	1659.2	-6.5	1168.4	979.8	16.1
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	512.8	550.1		407.8	349.0	
TRAVAIL 3ième TIERS	N.m	496.7	526.4		360.9	298.2	
FATIGUE AU TRAVAIL	%	3.1	4.3		11.5	14.6	
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	245.7	255.7	-4.1	177.6	146.2	17.6
DUREE ACCELERATION	ms	30.0	30.0		80.0	70.0	
DUREE DECELERATION	ms	100.0	1030.0		120.0	160.0	
AMPLITUDE	DEG	90.6	90.8		90.6	90.8	
MOM. MAX MOY.	N.m	261.9	236.9		162.6	134.9	
RAPPORT AGO/ANTA	%	65.0	55.9	O: N/A			



Evaluation compréhensive

Nom:		Séance:		Filtrage:	Aucun
Code:	10082006	Côté Lésé:	Les deux	Protocole:	Isocinétique Bilatéral
Né(e)le:	22/02/1976 (dd/MM/yyyy)	Clinicien:		Mouvement:	Extension/Flexion
Taille (cm):	188	Correspondant:		Mode:	Isocinétique
Poids (kg):	90.0	Articulation:	Genou	Contraction:	Con/Con
Sexe:	Masculin	Diagnostic:		Gravité:	27 N.m à 30 Grav. angle:

		EXTENSION 240 DEG/SEC			FLEXION 240 DEG/SEC		
NB de REPS: Droit 15		SAN	LÉSÉ	DEFICIT	SAN	LÉSÉ	DEFICIT
NB de REPS: Gauche 15		GAUCHE	DROIT		GAUCHE	DROIT	
MOMENT MAX	N.m	225.8	202.7	10.2	130.6	118.9	9.0
MOM. MAX / POIDS	%	251.2	225.5		145.3	132.3	
TEMPS MOM. MAX	ms	130.0	100.0		150.0	140.0	
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	74.0	82.0		33.0	30.0	
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	85.8	104.1	-21.3	128.8	118.9	7.7
MOMENT À 0.18 SEC	N.m	171.3	182.0	-6.2	95.5	93.4	2.2
COEFF. DE VARIANCE	%	10.0	8.7		16.8	11.2	
TRAVAIL MAX	N.m	225.1	215.8	4.2	139.4	128.2	8.0
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	3	1		2	1	
TRAVAIL / POIDS	%	250.4	240.0		155.1	142.6	
TRAVAIL TOTAL	N.m	2804.4	2640.6	5.8	1624.5	1570.9	3.3
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	1097.5	1032.7		663.1	593.2	
TRAVAIL 3ième TIERS	N.m	720.6	669.7		396.4	417.4	
FATIGUE AU TRAVAIL	%	34.3	35.2		40.2	29.6	
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	423.6	397.1	6.3	235.4	230.0	2.3
DUREE ACCELERATION	ms	50.0	70.0		400.0	100.0	
DUREE DECELERATION	ms	420.0	110.0		90.0	400.0	
AMPLITUDE	DEG	89.3	90.1		89.3	90.1	
MOM. MAX MOY.	N.m	188.3	179.3		99.7	98.0	
RAPPORT AGO/ANTA	%	57.8	58.7	O: N/A			



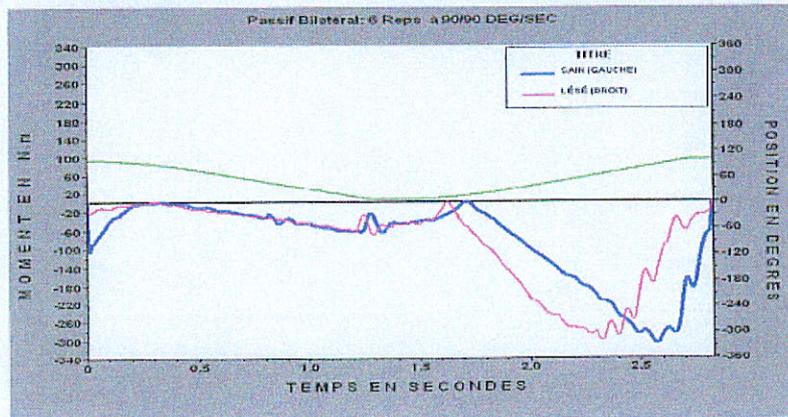
Evaluation comprehensive

Nom:	Séance:	Filtrage: Aucun
Code: 10082006	Côté Lésé: Les deux	Protocole: Passif Bilatéral
Né(e): 22/02/1976 (dd/MM/yyyy)	Clinicien:	Mouvement: Extension/Flexion
Taille (cm): 188	Correspondant:	Mode: Passif
Poids (kg): 90.0	Articulation: Genou	Contraction: Exc/Exc
Sexe: Masculin	Diagnostic:	Gravité: Pas de correction pesanteur bilatéral à 3 vitesses

EXTENSION
90 DEG/SEC

FLEXION
90 DEG/SEC

NB de REPS: Droit 6		SAIN	LÉSÉ	DEFICIT	SAIN	LÉSÉ	DEFICIT
		GAUCHE	DRIT		GAUCHE	DRIT	
NB de REPS: Gauche 6							
MOMENT MAX	N.m	104.7	68.3	34.8	306.7	301.7	1.6
MOM. MAX / POIDS	%	116.5	76.0		341.2	335.6	
TEMPS MOM. MAX	ms	16.0	1320.0		1160.0	960.0	
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	99.0	8.0		87.0	70.0	
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	47.6	44.5	6.5	69.6	133.7	-92.1
MOMENT À 0.18 SEC	N.m	16.3	8.4	48.5	31.9	34.2	-7.2
COEFF. DE VARIANCE	%	34.0	16.1		4.4	10.5	
TRAVAIL MAX	N.m	50.4	48.6	3.6	258.3	294.1	-13.8
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	2	3		3	3	
TRAVAIL / POIDS	%	56.1	54.1		287.4	327.2	
TRAVAIL TOTAL	N.m	240.6	202.5	15.8	1482.6	1645.6	-11.0
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	92.6	66.8		509.8	543.5	
TRAVAIL 2ième TIERS	N.m	57.3	55.8		464.4	527.0	
FATIGUE AU TRAVAIL	%	38.1	16.5		8.9	3.0	
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	28.1	23.6	15.8	175.0	189.6	-8.3
DUREE ACCELERATION	ms	480.0	470.0		510.0	990.0	
DUREE DECELERATION	ms	190.0	190.0		150.0	210.0	
AMPLITUDE	DEG	92.7	93.2		92.7	93.2	
MOM. MAX MOY.	N.m	62.3	54.6		291.6	275.4	
RAPPORT AGO/ANTA	%	292.9	441.7	O: N/A			



Evaluation compréhensive

Nom:	Séance:	Filtrage:	Aucun
Code: 10082006	Côté Lésé: Les deux	Protocole:	Passif Bilatéral
Né(e)le: 22/02/1976 (dd/MM/yyyy)	Clinicien:	Mouvement:	Extension/Flexion
Taille (cm): 188	Correspondant:	Mode:	Passif
Poids (kg): 90.0	Articulation: Genou	Contraction:	Exc/Exc
Sexe: Masculin	Diagnostic: J3	Gravité:	Pas de correction pesanteur bilatéral à 3 vitesses

EXTENSION
90 DEG/SEC

FLEXION
90 DEG/SEC

NB de REPS: Droit 6		SAIN	LESE	DEFICIT	SAIN	LESE	DEFICIT
NB de REPS: Gauche 6		GAUCHE	DROIT		GAUCHE	DROIT	
MOMENT MAX	N.m	220.5	210.3	4.6	83.3	53.8	35.4
MOM. MAX / POIDS	%	245.3	233.9		92.7	59.8	
TEMPS MOM. MAX	ms	1010.0	1060.0		15.0	20.0	
ANGLE AU MOMENT MAX	DEG	31.0	29.0		7.0	7.0	
MOMENT À 30.0 DEG	N.m	219.8	0.0	100.0	25.6	17.8	33.1
MOMENT À 0.18 SEC	N.m	80.5	49.2	38.9	56.7	34.8	41.1
COEFF. DE VARIANCE	%	2.1	2.8		6.5	5.2	
TRAVAIL MAX	N.m	282.8	251.3	11.1	31.7	23.7	25.2
N° REP. AU TRAVAIL MAX	#	5	1		5	5	
TRAVAIL / POIDS	%	314.6	279.5		35.3	26.4	
TRAVAIL TOTAL	N.m	1656.9	1417.0	14.5	175.3	130.9	25.3
TRAVAIL 1er TIERS	N.m	553.5	499.6		55.7	41.6	
TRAVAIL 3ième TIERS	N.m	552.1	444.1		61.5	45.0	
FATIGUE AU TRAVAIL	%	0.2	11.1		-10.4	-8.2	
PUISSANCE MOYENNE	WATTS	198.4	165.0	16.9	19.9	15.1	24.1
DUREE ACCELERATION	ms	500.0	520.0		500.0	1270.0	
DUREE DECELERATION	ms	160.0	180.0		230.0	200.0	
AMPLITUDE	DEG	92.7	93.2		92.7	93.2	
MOM. MAX MOY.	N.m	213.1	202.8		76.2	50.9	
RAPPORT AGDIANTA	%	37.8	25.6	O: N/A			

