MINISTERE DE LA SANTE

REGION LORRAINE

INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE

DE NANCY

EVALUATION ISOCINETIQUE DES LIGAMENTOPLASTIES DE GENOU DE TYPE MAC INTOSH : CHOIX D'UN PROTOCOLE

Rapport de travail écrit personnel
présenté par Philippe BILLON
étudiant en 3ème année de Kinésithérapie
en vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1995-1996.

SOMMAIRE

PAGE

RESUME

1. INTRODUCTION 1

2. RAPPEL BIOMECANIQUE 2

2.1. Action du quadriceps et des ischio-jambiers en chaîne ouverte ... 2

2.1.1. Action du quadriceps 2

2.1.2. Action des ischio-jambiers 3

2.2. Rôle des muscles quadriceps et ischio-jambiers dans la marche .. 3

2.3. Rôle biomécanique du ligament croisé antérieur 4

2.3.1. Rappel anatomique du L.C.A 4

2.3.2. Action mécanique du L.C.A 4

3. MATERIEL ET METHODE 5

3.1. Matériel 5

3.1.1. Population 5

3.1.2. Rappel sur la ligamentoplastie de type Mac Intosh 6

3.1.3. Rappel sur l'isocinétisme 7

3.1.4. Le cybex 350 8

3.1.5. L'orthotron 8

3.1.6. Intérêts et limites 9

3.1.6.1. Intérêts 9

3.1.6.2. Limites 10

3.2. Méthode 11

3.2.1. Protocole d'évaluation 11

3.2.1.1. La fiche cybex 11

3.2.1.2. Date du premier test 11
3.2.1.3. Les tests de progression 12
3.2.1.4. L'échauffement 12
3.2.1.5. Installation du sujet pendant le test 13
3.2.1.6. Positionnement du contre-appui résistif 14
3.2.1.7. Réglage du débattement articulaire 14
3.2.1.8. Déroulement du test 15
3.2.1.9. Reproductibilité des tests 16
3.2.2. Protocole de traitement 17
3.2.2.1. Le réentraînement isocinétique 17
3.2.2.2. Le réentraînement classique associé 19
3.2.2.3. Autres exercices 19
4. RESULTAT 20
4.1. Les valeurs étudiées lors des tests 20
4.2. Etude statistique 20
4.2.1. Nombre de sujets nécessaires 21
4.2.2. Le test statistique 21
5. DISCUSSION 22
6. CONCLUSION 24
BIBLIOGRAPHIE
ANNEXES

RESUME

Le but de notre travail est la mise en place d'un protocole d'évaluation pour objectiver l'efficacité d'un réentraînement isocinétique.

La population visée intéresse les patients opérés d'une ligamentoplastie de type Mac Intosh.

Nous envisageons d'effectuer des tests isocinétiques, successifs, mensuels, à partir de J 90 post-opératoire sur cybex 350.

Le renforcement musculaire isocinétique choisi est le protocole de CODINE à raison d'une séance quotidienne réalisée sur orthotron.

Les paramètres d'évaluation retenus sont : les couples de force, les puissances moyennes, les angles d'apparition des couples de force et le ratio agoniste/antagoniste.

Nous commençons notre travail par des rappels concernant la biomécanique du genou et la technique opératoire.

Après avoir écarté tous les biais de ce protocole, nous proposons le test statistique adapté à l'étude.

1. INTRODUCTION.

Le sujet initial de ce mémoire était de quantifier l'intérêt du réentraînement isocinétique pour les ligamentoplasties de genou. Pour cela, il suffisait de ressortir les dossiers de tous les patients rééduqués au centre pour plastie de type Mac Intosh. Après avoir étudié longuement toutes ces données, il s'est avéré que le protocole présentait des biais :

- 1 : La population n'était pas homogène :

  1 tranche d'âge trop large (20 ans, 70 ans).

- 2 : Un premier test cybex variant de 8 semaines à un an post-opératoire.

- 3 : Des tests de progression inégaux en temps et en nombre.

- 4 : Des protocoles habituels de réentraînement musculaire variant d'un patient à l'autre.

- 5 : A cela s'ajoutait une grande difficulté pour ressortir les données informatiques du cybex 350, cet appareil n'étant pas programmé pour redistribuer les fichiers par pathologie.

De ce fait, notre objectif est de constituer un protocole fiable d'évaluation en isocinétisme en envisageant de corriger tous les biais.

2. RAPPEL BIOMECANIQUE.

L'articulation du genou est stabilisée activement et passivement par diverses structures musculaires et ligamentaires qui sont (13) (Tab. I) :

Tableau I : Stabilité active et passive du genou.

	Stabilité active	Stabilité passive
Plan antéro-postérieur	Quadriceps, Ischio-jambiers gastrocnémiens.	Ligaments croisés, ligaments poplités arqués et obliques, coques condyliennes.
Plan frontal	patte d'oie, bandelette de Maissiat, poplité.	Ligaments latéraux interne et externe (L.L.I et L.L.E), point d'angle postéro-interne (P.A.P.I), coques condyliennes.
Plan transversal	Ischio-jambiers, patte d'oie, bandelette de Maissiat.	Ligaments croisés, L.L.I et L.L.E, coques condyliennes.

Néanmoins, nous avons choisi d'étudier uniquement l'action mécanique active du quadriceps et des ischio-jambiers (seuls groupes musculaires évalués dans les bilans isocinétiques), ainsi que le rôle biomécanique du ligament croisé antérieur (seul ligament en cause dans le type d'intervention étudiée).

2.1. Action du quadriceps et des ischio-jambiers en chaîne ouverte.

2.1.1. Action du quadriceps (Q) (13).

En chaîne ouverte, le Q est extenseur de genou. Par contraction élective du droit fémoral, il participe à la flexion de hanche.

2.1.2. Action des ischio-jambiers (I.J) (13).

En chaîne ouverte, les I.J sont fléchisseurs de genou (pour une contraction synergique). Si les I.J médiaux dominent, il en résulte une composante de rotation médiale de genou ; si le biceps fémoral domine, la flexion sera associée à une rotation externe de genou (ces rotations étant possibles uniquement sur un genou fléchi). De plus, les I.J ont une composante d'extension de hanche en synergie avec le muscle grand fessier.

2.2. Rôle des muscles quadriceps et ischio-jambiers dans la marche (16).

Tableau II : Rôle des quadriceps et des ischio-jambiers dans la marche.

	QUADRICEPS (Q)	ISCHIO-JAMBIERS (I.J)
	Phase d'attaque du talon au sol	
0 à 15%	Le genou est en extension. Le Q donne une stabilité au genou et le laisse se fléchir jusqu'à 10°-20° pour l'amorti du pas.	Les I.J terminent une action de freinage de l'extension du genou. Ils permettent aussi les 10° à 20° de flexion de genou (caractéristiques de cette phase).
	Phase d'appui complet au sol	
15 à 40%	Le Q est actif seulement jusqu'à 20% (surtout vastes intermédiaire et latéral). Son action est de stabiliser le genou en co-contraction avec le soléaire. De 20 à 30°, le Q n'a pas d'action.	Pas d'action spécifique.
	Phase de décollement du talon	
40 à 50%	Pas d'action spécifique.	Pas d'action spécifique.
	Phase de soulèvement de l'avant-pied	
50 à 60%	Le droit fémoral (D.F) et vaste intermédiaire (V. I) freinent l'amplitude de flexion de genou.	La flexion du genou est mécanique à cette phase (due à l'ascension du talon amenant le segment jambier en avant).
	Phase d'oscillation du membre inférieur	
60 à 75%	D.F et V.I freinent la flexion du genou et participent à la flexion de hanche (le D.F uniquement).	La courte portion du biceps fémoral (surtout) contrôle la qualité et l'amplitude de flexion du genou (seul chef mono articulaire).
	Phase d'extension totale du membre inférieur	
75 à 100%	Pas d'action spécifique (L'extension du genou étant mécanique).	Les I.J freinent l'extension du genou (rmq : dès que le membre inférieur est en chaîne fermée, les I.J deviennent extenseurs de hanche).

2.3. Rôle biomécanique du ligament croisé antérieur (L.C.A).

Selon KAPANDJI (13), les ligaments croisés sont les pivots de stabilisation du genou.

2.3.1. Rappel anatomique du L.C.A.

Il se fixe en bas et en avant dans l'aire intercondylaire antérieure du tibia, médialement par rapport à la corne antérieure du ménisque latéral. Son trajet est presque horizontal en arrière et latéralement, et se termine sur la face médiale du condyle latéral du fémur (12).

2.3.2. Action mécanique du L.C.A.

Selon KAPANDJI (13) :

Sur un genou en extension, les deux ligaments croisés sont tendus. Au-delà de 100° de flexion, c'est le L.C.A qui est le plus en tension. Inversement, entre 90° et 100° de flexion, le L.C.A est détendu. Par conséquent, le L.C.A est un frein pour la flexion de genou car il devient horizontal.

De plus, il empêche les mouvements de tiroir antérieur et freine les rotations internes de genou (trop excessives) lorsque le genou est fléchi à 90°. Il freine aussi l'hyperextension (car tendu en extension) et, "*lors de la flexion le L.C.A est responsable du glissement du condyle vers l'avant associé au roulement vers l'arrière*" .

3. MATERIEL ET METHODE.

3.1. Matériel.

3.1.1. Population.

La sélection des patients :

- Nombre population : n = 11 (σ^2/δ^2) (cf 4.2.1).

- Population masculine (majorité des ligamentoplasties).

- 20 < âge < 40.

- Plastie de type Mac Intosh (selon un protocole opératoire identique) (cf 3.1.2). Nécessité du compte rendu de l'intervention chirurgicale.

- Différenciation entre sujets sportifs et sédentaires.

- Amplitude articulaire du genou : F/ E = 110/0/0 (110° étant la flexion maximale possible sur le cybex) ce qui permet un débattement articulaire constant pour toute la population, indispensable à une bonne reproductibilité des valeurs étudiées dans les différents tests.

- Même traitement kinésithérapie pour tous.

- Une séance par jour impérative (sauf week-end).

- Obligation : sujet coopératif, compréhensif, intéressé par le protocole.

- Obligation : membre inférieur contro-latéral sain.

- Chacun ne doit présenter aucune contre-indication qui est un critère d'exclusion du test et de ce fait au protocole.

Les contre-indications sont (4) :

* des douleurs importantes : ligamentaires, musculaires, tendineuses.

* un syndrome neuro-algo-dystrophique.

* des signes inflammatoires, infectieux.

* une phlébite.

* un syndrome rotulien antécédent à l'intervention.

(Remarque : l'apparition d'un de ces critères dans le déroulement du protocole exclut de suite le patient).

3.1.2. Rappel sur la ligamentoplastie de type Mac Intosh.

Selon CHRISTEL P. (6) et RAYBAUD P.J. (17), la ligamentoplastie de type Mac Intosh est une plastie de genou combinée : intra-articulaire et extra-articulaire (supprimant le ressaut latéral). Le transplant utilisé est prélevé sur les tendons rotulien et quadricipital. Ce néo-ligament est placé en intra-articulaire identiquement au L.C.A, puis passe "*over the top*", à travers le condyle latéral du fémur, ressort sur la face latérale du genou et se termine sur le tubercule de Gerdy (fig. 1) :

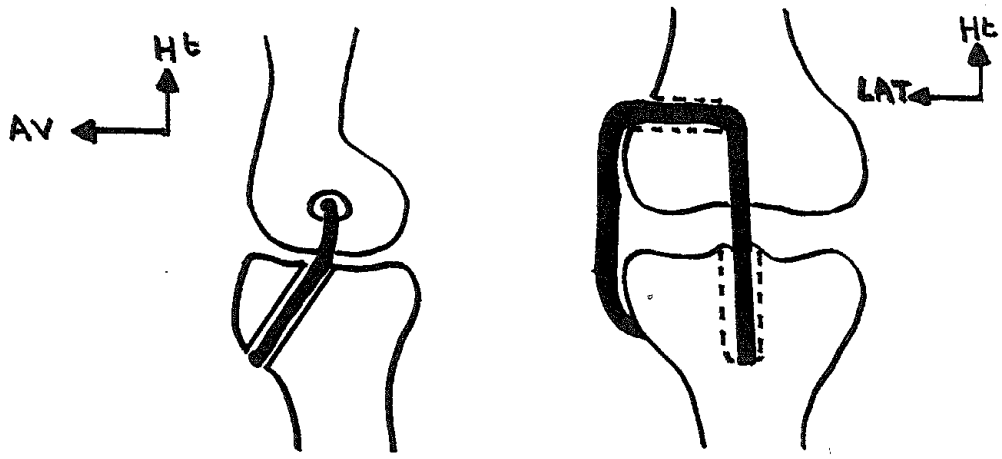


Figure 1 : schéma de l'intervention.

3.1.3. Rappel sur l'isocinétisme.

En 1967, HISLOP et PERRINE sont les investigateurs du concept d'isocinétisme en proposant un exercice musculaire où la vitesse d'exécution est constante, et la contraction musculaire maximale en tout point du débattement articulaire (11, 14). L'appareil d'isocinétisme produit une résistance auto-adaptée à la force contractile du muscle (action = la réaction : la résistance asservie est proportionnelle à la force exercée par le patient) (15). De plus, ces appareils ne nécessitent pas de charges additionnelles, ce qui a pour avantage de produire, quels que soient le bras de levier et la valeur angulaire, une participation maximale du patient (15). Inversement, si le sujet n'effectue pas une poussée suffisante, la résistance asservie de l'appareil sera nulle (une poussée insuffisante = une vitesse inférieure à la vitesse sélectionnée sur l'appareil) (15). L'isocinétisme est choisi parce qu'il permet une adaptation parfaite aux possibilités du sujet (diminution des contraintes sur le transplant surtout à vitesse rapide (7), limitant ainsi les risques d'apparition de phénomènes douloureux).

3.1.4. Le cybex 350.

Le cybex 350 est un appareil d'isocinétisme très sophistiqué qui est utilisé à la fois pour les tests d'évaluation (le plus souvent) et pour le réentraînement musculaire.

Ces deux modes d'utilisation étant employés pour les grosses articulations : hanches, genoux, pieds, épaules, coudes et poignets.

Le cybex est constitué de différents éléments (fig. 2) :

- un dynamomètre muni d'un servofrein électronique ;

- deux sièges munis de divers accessoires ;

- un ordinateur permettant le traitement informatique des données obtenues (ANNEXE I).

Figure 2 : le cybex 350

3.1.5. L'orthotron.

Appareil isocinétique de réentraînement musculaire uniquement. Comme le cybex, il est utilisé pour le renforcement des muscles du genou.

Il est composé de (fig. 3) :

- deux dynamomètres constitués d'un système de ressort à gaz.

- un siège ajustable à toutes les morphologies (hauteur et profondeur réglables).

- des jauges à lecture directe (*"manomètre à 2 échelles"*) affichent le couple de force maximal des patients : procure un feed back.

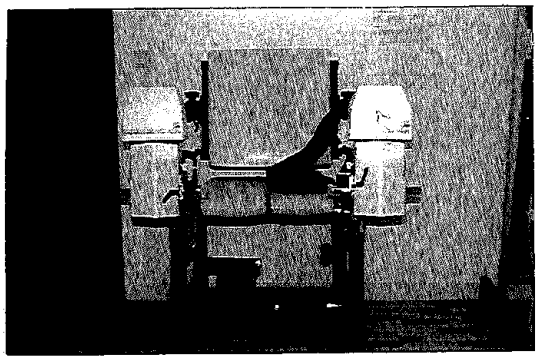


Figure 3 : l'orthotron

3.1.6. Intérêts et limites.

3.1.6.1. Intérêts.

- Fiabilité et reproductibilité des tests et des résultats obtenus (3).

- Réglage de la vitesse d' exécution de l'exercice en fonction du but recherché (14) :

* vitesse lente stimule plus efficacement les fibres lentes de type I (0°/s ≤ v≤ 60°/s).

* vitesse rapide recrute plus volontiers les fibres rapides de type II (180°/s ≤ v ≤ 300°/s).

- Il n' y a pas besoin de calculer à chaque fois la résistance maximale (R.M) puisqu'elle est auto-adaptée (15).

- Le réglage de la vitesse influence directement le travail musculaire : plus la vitesse est grande, moins l'effort musculaire sera important, atténuant les contraintes myo-tendineuses et articulaires (15).

- *"confort et sécurité du patient en cas de douleur d'effort"* car, si le patient diminue sa poussée, l'auto-asservissement fait chuter d'autant la résistance de l'appareil (15).

- *"Impossibilité de tricher"* pour le patient (2).

3.1.6.2. Limites.

Selon BONNET (2) :

- le cybex 350 ne permet pas de travail excentrique.

- *"Méthode analytique d'un groupe musculaire et non d'un chef ou d'un muscle"*.

- *"Le montage et l'adaptation à l'appareil sont assez longs et compliqués, d'où une certaine habitude et rigueur de la méthode"*.

- Le patient doit faire preuve d'une grande concentration et motivation

pour réaliser l'épreuve dans les meilleures conditions.

- L'appareil cybex 350 coûte relativement cher.

3.2. Méthode.

3.2.1. Protocole d'évaluation.

3.2.1.1. La fiche cybex.

Tout patient qui doit subir un test cybex, doit faire l'objet d' un recueil de données nécessaires au bon déroulement des différents tests et du suivi du traitement. Cette fiche doit être remplie par le demandeur du test (anamnèse) et par l'opérateur (déroulement du test) (ANNEXE II).

3.2.1.2. Date du premier test.

Pour la réalisation de ce test initial, nous sommes gênés par la durée de consolidation du transplant qui est de 45 jours. Le réentraînement isocinétique doit être débuté précocement pour une meilleure efficacité (7, 9).

Néanmoins, le G.E.D.R.I (groupe européen pour la recherche et le développement isocinétique) émet plus de réserves quant à la résistance du greffon au tendon rotulien au bout de 6 semaines. Par sécurité, nous effectuons le premier test cybex à J 90 post-opératoire (voir au 4ème mois si douloureux).

3.2.1.3. Les tests de progression.

Pour pouvoir évaluer l'efficacité du traitement au cours du temps, il est nécessaire de faire des tests de progression. Par conséquent, nous soumettons tous les sujets à un test cybex effectué tous les mois, exactement dans les mêmes conditions (cf fiche cybex : ANNEXE II).

3.2.1.4. L'échauffement.

L'échauffement est effectué sur orthotron ce qui nous apporte un double avantage :

- L'effort à fournir par le patient sur orthotron est similaire au cybex, ce qui permet déjà une familiarisation avec la machine.

- Possibilité de placer le contre-appui résistif en proximal (1/3 supérieur de la jambe) évitant le risque de tiroir antérieur de genou lors du mouvement d'extension (8).

Pendant l'échauffement, le patient effectue :

- 3 séries de 8 mouvements (un mouvement = une extension suivie d'une flexion de genou).

- 2 minutes de repos entre chaque série.

- Vitesse d'exécution = 180°/s (vitesse ne donnant pas de contraintes ar-

ticulaires et tendineuses et permettant le passage des arcs douloureux sans difficulté) (7).

3.2.1.5. Installation du sujet pendant le test.

Selon le protocole cybex : réglage et positionnement (ANNEXE III) :

1 - Tourner le dynamomètre sur le côté adéquat.

2 - Placer l'adaptateur long.

3 - Installer le bras réglable.

4 - Positionner le sujet sur le siège correspondant.

5 - Régler l'inclinaison du dossier.

6 - Régler le siège en profondeur.

7 - Régler la hauteur du dynamomètre.

8 - Régler l'axe du dynamomètre : l'axe le plus adéquat pour un positionnement correct du genou est une ligne passant par les condyles fémoraux.

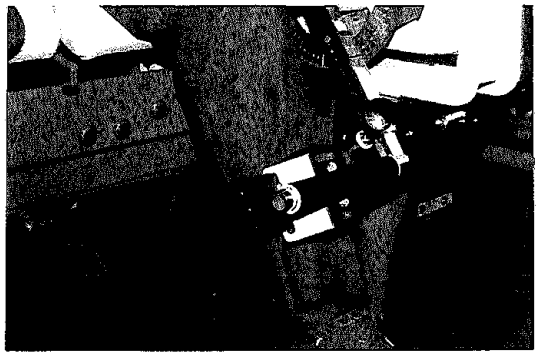
9 - Positionner l'appui tibial (ou le contre-appui résistif).

10 - Stabiliser le sujet (sangles cuisse et tronc).

11 - Commencer le test en flexion complète.

3.2.1.6. Positionnement du contre-appui résistif (8).

Du fait de la fragilité des transplants, il est préférable, les premiers mois, de placer le contre-appui résistif en proximal c'est-à-dire au 1/3 supérieur de la jambe, ceci n'influençant pas la force développée par le sujet. Néanmoins, CROISIER (8) nous dit, qu'à long terme, il est préférable de repositionner l'appui tibial en distal (1/3 inférieur de la jambe), cela étant plus proche des *"sollicitations fonctionnelles"*. D'autre part, le G.E.D.R.I préconise le retrait du système anti-tiroir à J+4 mois post-opératoire. Par conséquent, en fonction de la stabilité antéro-postérieure du genou, nous placerons le contre-appui résistif en distal à J+4 mois ou J+5 mois post-opératoire (fig. 4).



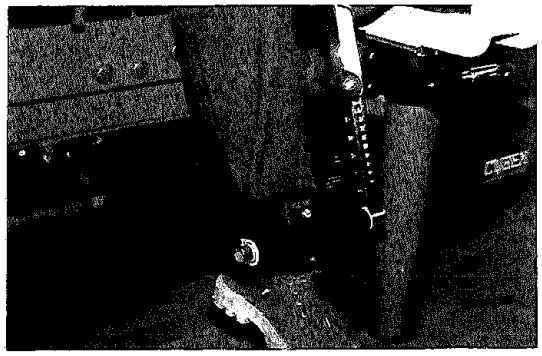


Figure 4 : positionnement du contre appui résistif.

3.2.1.7. Réglage du débattement articulaire.

Avant tout test, nous devons déterminer le débattement articulaire de chaque membre inférieur. En effet le calcul de nombreuses données, tel que le couple de force, dépend de l'amplitude articulaire. Pour cette raison, notre choix est d'exclure tous les sujets n'ayant pas comme amplitude 110/0/0 de F/E aux deux genoux, ce qui permet la reproductibilité des mesures.

3.2.1.8. Déroulement du test.

Dans un premier temps, le patient effectue une série de mouvements d'essai à chaque vitesse pour se familiariser avec l'appareil (évite les effets de surprise) permettant une efficacité maximale lors du véritable test.

Le test se déroule de la manière suivante :

1 : 4 mouvements à 180°/s = essai 3 : 4 mouvements à 60°/s = essai

2 : 4 mouvements à 180°/s = test 4 : 4 mouvements à 60°/s = test

Chaque série débute par une extension suivie d'une flexion de genou. A chaque série d'échauffement (ou de familiarisation), le sujet doit effectuer un effort suffisant pour que la machine résiste mais non maximal pour ne pas fatiguer les muscles sollicités.

A l'inverse, lors des séries réelles, nous demandons au sujet un effort maximal auquel sera ajouté une stimulation verbale de l'examinateur. Entre les séries 2 et 3, nous accordons 20 secondes de repos (fig. 5).

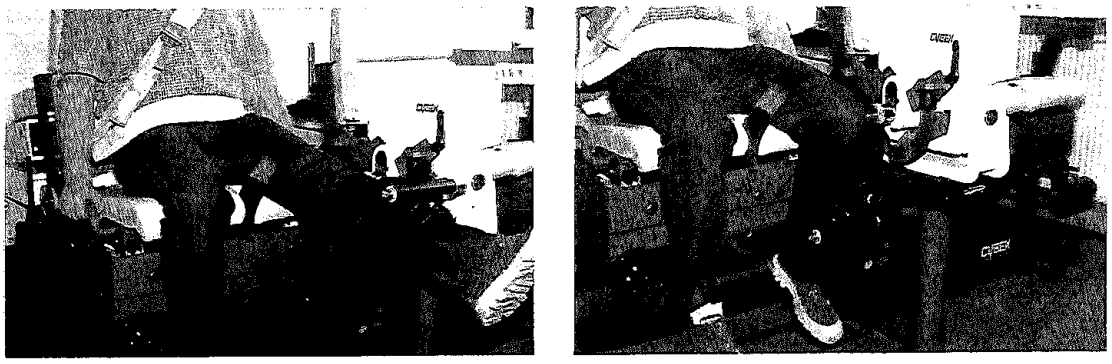


Figure 5 : position pendant le test cybex.

3.2.1.9. Reproductibilité des tests.

Pour que les différents tests de progression soient comparables nous devons être certains de leur reproductibilité. Ceci dépend de la technique utilisée, mais aussi de (3) :

- L'étalonnage de l'appareil : réétalonnage régulier du cybex pour conserver une vitesse d'exécution identique.

- L'installation du sujet : superposable d'un test à l'autre (intérêt de la précision des réglages (du siège par exemple) notifiés sur la fiche cybex).

- L'apprentissage du protocole effectué lors des essais : permet au sujet de ne pas découvrir le fonctionnement de l'appareil lors du test réel. On obtient ainsi une plus grande reproductibilité et fiabilité des valeurs.

- Les forces de gravité : l'appareil tient compte du poids du membre du sujet dans l'exécution des mouvements. Lors de la flexion, il soustrait la force gravitationnelle du poids de la jambe, alors qu'en extension, il l'additionne. C'est pourquoi, la mesure du poids de la jambe doit être la plus précise possible. Elle est effectuée par le cybex lors du relâchement total du segment jambier par le sujet (cela nécessite un bon contrôle du patient).

- L'expérience de l'examinateur est obligatoire puisque, l'utilisation du cybex, selon MERLLIE, nécessite une certaine habitude de manipulation (au niveau du protocole et du système informatique).

3.2.2. Protocole de traitement.

3.2.2.1. Le réentraînement isocinétique.

Nous proposons à tous nos patients opérés d'une ligamentoplastie de type Mac Intosh, un réentraînement isocinétique concentrique avec une vitesse d'exécution de 180°/s selon le protocole de CODINE (7) :

- 8 séries de 12 mouvements,

- 2 minutes de repos entre chaque série,

- 1 séance par jour.

Ce protocole de réentraînement musculaire est effectué sur ORTHOTRON. Lors de l'exercice, nous demandons au patient un effort maximal pendant la durée du protocole (fig. 6).

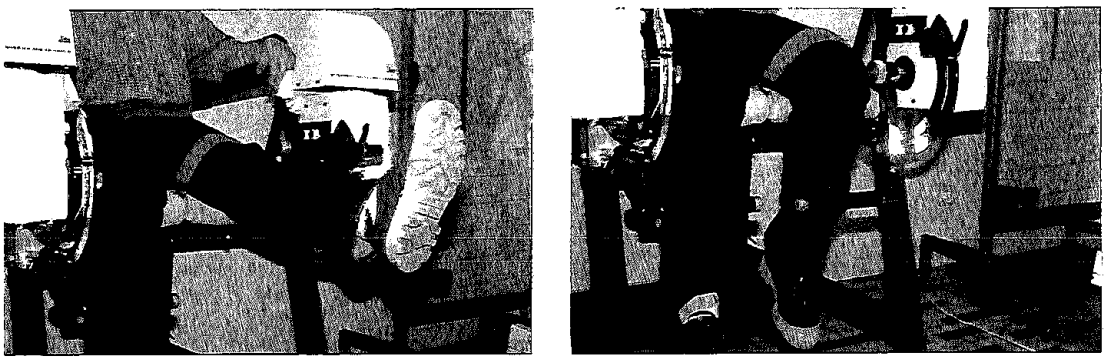


Figure 6 : position sur l'orthotron.

Selon DANIEL (9) et le G.E.R.D.I, nous plaçons le contre-appui résistif :

- au 1/3 supérieur de la jambe évitant ainsi le risque d'un tiroir antérieur de J 90 à J 120 ;

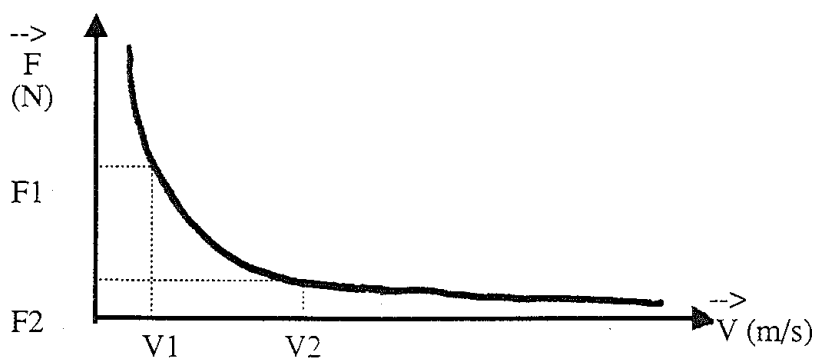
- au 1/3 inférieur de la jambe à partir de 4 mois post-opératoire.

La vitesse utilisée (180°/s) nous apporte plusieurs avantages :

- Vitesse rapide qui stimule plus électivement les fibres rapides de type II. *"Or, après une lésion ligamentaire du genou, l'amyotrophie porte essentiellement sur ce type de fibres et dans le quadriceps et les ischio-jambiers prédominent ce type de fibres"* (7) (ANNEXE IV).

- Vitesse la mieux tolérée nous donnant les résultats les plus satisfaisants (d'après étude de CODINE sur 40 sujets) (7).

- Vitesse diminuant les contraintes articulaires, et les sollicitations tendineuses améliorant particulièrement la bonne tolérance de l'exercice (fig. 7).



V2 > V1 et F2 < F1

Figure 7 : relation vitesse d'exécution - force du muscle.

3.2.2.2. Le réentraînement classique associé.

Nous décidons d'adjoindre au réentraînement isocinétique, un travail musculaire classique, ceci pour donner le maximum de possibilités thérapeutiques au patient. Nous utilisons pour ce fait le protocole de type TROISIER revu et corrigé par M. CHAUVIN : le T.S.I (travail statique intermittent) qui est un mode de travail statique (5).

Ce type de travail diminue les contraintes articulaires, capsulo-ligamentaires et tendineuses, permettant d'obtenir une bonne tolérance de l'exercice (18) (ANNEXE V).

3.2.2.3. Autres exercices.

Il est bien évident que nous poursuivons des exercices de récupération d'amplitude articulaire tels que : des postures, des techniques de contracter-relâcher, de tenu-relâcher (selon le protocole habituel des 6 secondes) (10).

4. RESULTAT.

4.1. Les valeurs étudiées lors des tests.

Après chaque test, nous obtenons des valeurs spécifiques, révélatrices de la stabilité du genou et donc, de l'efficacité du traitement (11). Ces valeurs sont quantitatives, à savoir (tab. III) :

Tableau III : valeurs étudiées lors des tests cybex.

	Couple de force maximale	Angle d'apparition du couple de force	Puissance moyenne	Ratio $\frac{I.J}{Q}$
Quadriceps (Q)	en N/m	en degré (Norme = 60°)	$\frac{\text{Travail total du Q}}{\text{temps}}$ (en watt)	Norme : 0,7 à 180°/s
Ischio-jambiers (I.J)	en N/m	en degré (Norme = 30°)	$\frac{\text{Travail total des I.J}}{\text{temps}}$ (en watt)	

Remarque : chaque mesure est effectuée sur le côté sain puis sur le côté lésé (ANNEXE VI).

4.2. Etude statistique.

Elle est indispensable pour valider les résultats dans les conditions précises du protocole.

4.2.1. Nombre de sujets nécessaires.

Il faut connaître $\hat{\sigma}$ qui est l'écart-type de la différence :

(différence = valeur du couple de force maximale du quadriceps du 2ème test moins celle du 1er test).

Celle-ci est à estimer à partir d'une étude préalable.

$\delta = 10$ (on peut mettre en évidence les différences de 5% pour une moyenne de 200 ± 20 N/m.

Prendre $\alpha = 0{,}05$ et $\beta = 0{,}10$.

$$n = 11 \frac{\sigma^2}{\delta^2}$$

4.2.2. Le test statistique.

Comparaison de moyennes sur séries appariées après vérification de la normalité : recherche du test t sur série appariée.

5. DISCUSSION.

Par l'intermédiaire des différents tests, nous allons évaluer la stabilité active du genou opéré (cf ratio I.J/Q). Nous proposons de comparer les résultats obtenus, lors du test initial, du membre inférieur lésé avec le membre inférieur sain, pour évaluer les déficits en pourcentage.

Lors des tests de progression, nous étudions :

- Les pourcentages de déficit du membre inférieur lésé entre J 90 et J 120 puis entre J 120 et J 150, et ainsi de suite. Ceci permet de quantifier la progression et d'évaluer le réentraînement.

- Les pourcentages de déficit du membre inférieur sain entre J 90 et J 120 puis entre J 120 et J 150, et ainsi de suite. Ceci permet de mesurer le retentissement du réentraînement du côté lésé sur le côté sain.

- Pour la comparaison et la reproductibilité des mesures, le constructeur du dynamomètre isocinétique donne 2% de fiabilité sur toute l'échelle.

- Ce type de réentraînement musculaire mixte (isocinétisme + travail statique intermittent) ne permet pas de quantifier la seule part d'efficacité de l'isocinétisme par rapport au renforcement classique. L'idéal serait donc de soumettre les résultats des patients à ceux d'une population témoin qui ne subirait qu'un traitement classique.

De plus, pour obtenir une progression la plus juste possible, il faudrait que les patients effectuent un test cybex pré-opératoire, ce qui est quasiment impossible.

Pour la date du premier test cybex, le G.E.D.R.I préconise une modulation de J+3 mois à J+4 mois post-opératoire en fonction de la solidité du transplant et des douleurs. Mais, une douleur dont l'intensité est importante, c'est-à-dire supérieure à 5 sur une échelle de 0 à 10 (valeurs subjectives déterminées par le patient où : 0 = pas de douleur, 5 = douleur moyenne, 10 = douleur insupportable) sera un critère d'exclusion au protocole (1).

De plus, pour la sélection des patients (cf 3.1.1), devons-nous éliminer les sujets ayant une amplitude de F/E de genou inférieure à 110/0/0 ?

Il en est de même pour le malade présentant les contre-indications citées paragraphe 3.1.1 (4) : douleurs, syndrome neuro-algo-dystrophique, signes inflammatoires, infectieux, phlébite et syndrome rotulien, pour des raisons de fiabilités statistiques.

Par-là même, nous créons un biais dans le protocole qui est l'exclusion des patients qui n'évoluent pas *"normalement"*. Le but n'est pas d'exclure des *"mauvais patients"*, mais d'obtenir une population la plus homogène possible, pour juger de la progression de la récupération musculaire en respectant les contre-indications du renforcement isocinétique.

6. CONCLUSION.

La mise en place d'un protocole est un travail très fastidieux qui nécessite beaucoup de réflexion. Elle permet d'écarter tous les biais relatifs à une étude, pour obtenir des résultats fiables scientifiquement et statistiquement.

Beaucoup de travaux, de traitements sont encore effectués sans réalisation d'un protocole d'étude préliminaire ou avec un protocole inadapté. Nous-mêmes, avons été "*victimes*" de ce genre d'erreur.

Notre choix s'est donc porté sur la conception d'un protocole, en sachant que cela est peu valorisant dans sa réalisation, mais nécessaire.

A ce jour, nous l'avons testé sur un petit nombre de patients, afin d'évaluer sa faisabilité.

Ne reste qu'une seule incertitude, le départ prématuré d'un patient du centre, entraînerait une perte en nombre dans notre protocole.

BLIBLIOGRAPHIE

1. BESSON J.M. - La douleur. - Médecine. - Paris : Odile JACOB, 1992. - p. 157-168.

2. BONNET J.M. - Evaluation isocinétique de la force musculaire du quadriceps et des ischio-jambiers chez les amputés de jambe (à partir d'une série de 6 cas). - Mémoire DUAHM.- Faculté 1 et 2 de Médecine.
- Université de Nancy : 1991.- 48 p.

3. CALMELS P., ABEILLON G., DOMENCIELS M., MINAIRE P.- Fiabilité et reproductibilité des mesures de la force isocinétique.- HEULEU J.N, CODINE P., SIMON L. - Isocinétisme et médecine de rééducation. - Paris : Masson, 1991. - p. 26-33.

4. CARZON J., DANIEL F., BRETON G., COURTILLON A., DARNAULT A., HEULEU J.N. - Résultat d'un essai contôlé sur cybex : place de l'entraînement musculaire isocinétique dans la rééducation des genoux ligamentaires. - Journée de médecine physique et de rééducation 1985. - Paris : Expansion scientifique française, 1985. - p. 267-271.

5. CHAUVIN Ch. - Renforcement musculaire par le travail statique intermittent. - Annales de kinésithérapie, Août-Septembre 1980, 7, p. 297-302.

6. CHRISTEL P. - La chirurgie du ligament croisé antérieur : indication des plasties et des ligaments synthétiques. - Revue du praticien. - (Médecine générale.), 1990, fév/86, p. 16-24.

7. CODINE Ph., POCHOLLE M., TERRAZA M., BRUN V., DHOMS G., FOUNAU H. - Rééducation des ligamentoplasties : choix d'un protocole. - HEULEU J.N., CODINE P., SIMON L. - Isocinétisme et médecine de rééducation. - Paris : Masson, 1991. - p. 96-103.

8. CROISIER J.L., DELCOUR J.P., HUSKIN J.P., LHERMEROUT C., VANDERTHOMMEN M., CRIELAARD J.M. - Influence du positionnement du contre-appui résistif lors de l'évaluation des ligamentoplasties du genou. - Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation. - 20ième série. - Paris : Masson, 1995. - p. 239-245.

9. DANIEL F., CARZON J., BRETON G., COURTILLON A., DARNAULT A., HEULEU J.N. - Place de l'entraînement musculaire isocinétique en phase précoce de la rééducation des genoux ligamentaires. (Résultats d'un essai contrôlé sur cybex). - Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation. - 11ième série / sous la direction de L. SIMON. - Paris : Masson, 1986. - p. 222-228.

10. DE LECLUSE J., DE SABOURIN F., MIDDLETON P. - La rééducation du genou après plastie de Mac Intosh. - Journée de médecine physique et de rééducation. - Rééducation 86. - Paris : Expansion scientifique française., 1986. - P. 55-60.

11. FOSSIER E. - Méthode d'évaluation isocinétique : principes. - HEULEU J.N., CODINE P., SIMON L. - Isocinétisme et médecine de rééducation. - Paris : Masson, 1991. - p. 10-16.

12. KAMINA P., FRANCKE J.P. - Anatomie : introduction à la clinique. - Arthrologie des membres (description et fonction). - Préface du professeur André GOUAZE. - Paris : Maloine, 1987. - p. 145-161.

13. KAPANDJI A. - Physiologie articulaire : membres inférieurs. - 5ième édition. - Paris : Maloine, 1991. - p. 76-156.

14. KERKOUR K., MEIER J.L., GOBELET C., AUGROS C. - Isocinétique et renforcement musculaire. - Journée de médecine physique et de rééducation 23 septembre 1988. - Paris : Expansion scientifique française, 1988. - p. 257-262.

15. NEIGER H. - Renforcement neuro-musculaire isocinétique asservi.- Kinésithérapie scientifique, 1989, 275. - p. 51-54.

16. PLAS F., VIEL E., BLANC Y. - La marche humaine : Kinésiologie dynamique biomécanique et pathomécaniques. - 3ième édition. - Paris : Masson, 1983. - 146 p.

17. RAYBAUD P.J., RODINEAU J. - Les plasties du ligament croisé antérieur par la technique de Mac Intosh : résultats. - Actualités en rééducation fonctionnelle et réadaptation. - 11ième série. - Paris : Masson, 1986. - p. 197-202.

18. TROISIER O. - Récupération de la force musculaire par le travail statique intermittent. - PLAS F., HAGRON E. - Kinésithérapie active : Mécanothérapie, pouliethérapie, renforcement musculaire. - Paris : Masson, 1979. - p. 115-123. - Monographie de l'école des cadres de kinésithérapie de BOIS LARRIS ; 12, 2.

ANNEXES

ANNEXE I

CYBEX GUIDE D'UTILISATION

A LIRE IMPERATIVEMENT ET ENTIEREMENT AVANT UTILISATION

PROTOCOLE DE MISE EN ROUTE:

L'appareil est en position **STANDBY** (lumière jaune entre les deux sièges),
Ouvrir la porte horizontale située entre les deux sièges,
Débloquer du drive la cassette magnétique, blanche, de protection, en appuyant dessus d'avant en arrière (le petit ergo de maintien disparait , retirer la cassette)
Appuyer sur le bouton **ON** qui déclenche une petite sonnerie de mise en route :

-l'écran affiche le défilement d'opèrations sur fond noir,

-puis au bout d'une minute environ, apparait le **MAIN MENU** sur fond rouge avec 3 propositions:

1-CYBEX
2-SYSTEM MAINTENANCE
3-FILE CONVERSIONS

Dans le même temps s'allume, automatiquement, l'imprimante.
Pour poursuivre, appuyer sur la touche 1- **CYBEX** puis **ENTER**,
L'écran affiche **PLEASE WAIT** pendant 20 secondes environ en bas et à gauche .
Puis apparait les **7 possibilités du menu principal** de la rubrique 1-CYBEX.
Cette page n'apparait que si le moteur du CYBEX a été *chauffé,* sinon une page écran s'intercale marquée **CYBEX sur fond bleu et pictogramme humain,** avec mise en route du moteur (**ronflement**) pendant 2 à 3 minutes, temps nécessaire à la "chauffe"de l'appareil, puis calibration visualisée par la **progression d'un ruban rouge** en bas de l'écran, sur fond bleu et CYBEX en blanc.
Enfin, affichage de la page **MENU à 7 rubriques.**

ANNEXE I (Suite)

PROTOCOLE D'ARRET

L'ensemble du CYBEX(moteur, imprimante, écran) s'arrête sur simple pression sur le bouton **STANDBY** après avoir terminé les tests ou autres.
La procédure de sauvegarde des investigations effctuées apparait à l'écran:

-si vous voulez enregistrer votre travail, il suffit d'appuyer sur la touche **Y** (yes) du clavier,

-si vous ne voulez pas, appuyer sur la touche **N** (no),

Si vous répondez YES , la page écran vous demande d'insérer la cassette magnétique de sauvegarde(une pour les jours pairs, une pour les jours impairs) dans le drive situé entre les deux sièges.Pour la mise en place de la cassette , il faut appuyer d'avant en arrière jusqu'à emprisonnement de celle-ci par le petit ergo, confirmé par une petite sonnette. Appuyer sur la touche ENTER pour lancer la sauvegarde qui s'affiche sur la page écran sous forme de messages.Celle-ci nécessite quelques minutes puisl'arrêt complet se fait seul:

-Arrêt de l'écran,(écran éteint)
-Arrêt de l'imprimante,(4 lumières vertes éteintes),
-Arrêt du boitier informatique,(standby jaune),

Finalement on libère le cassette magnétique qu'on remplace par la cassette blanche de protection du drive.

-NB:

1- au moment de la sauvegarde, on vous demande si l'imprimante est "active"? ce qui signifie non pas que l'imprimante est allumée mais qu'elle est en train de transcrire les résultats,dans ce cas choisir la touche YES du clavier ce qui permettra l'arrêt automatique du CYBEX une heure après, laissant le temps à l'imprimante de transcrire les résultats.

2- si à un moment d'utilisation quelqu'il soit du CYBEX vous trouvex dans une impossibilté de fonctionnement, vous serez sauvez en appuyant **SIMULTANEMENT** sur les touches **<CONTRL> < ALT> < DEL>**

ANNEXE II

DEMANDE DE BILAN CYBEX

R.D.V.

Date :

Heure :

Auprès de :

☐ *INITIAL* ☐ *DE CONTROLE*

NOM du patient :

Prénom :

Date de naissance :

Profession :

DEMANDEUR :

Date de la demande :

Kinésithérapeute :

Horaire :

Taille :

Poids :

Latéralisation :

NIVEAU D'ACTIVITE PHYSIQUE :

Sédentaire : ☐

Actif : ☐

Intensif : ☐

Compétition : ☐

DIAGNOSTIC précis avec nature des lésions, date et type d'intervention :

Nature du bilan demandé :

Côté lésé : **D** **G** Côté controlatéral sain ? **oui** **non**

N° des protocoles réalisés : (F/E genou : protocole n°1 Medimex).

REMARQUES sur le déroulement du test :

Contre appui résistif Distal : ☐

Contre appui résistif Proximal : ☐

Constantes d'installation :

ANNEXE III

MEDIMEX

PROCEDURE DE POSITIONNEMENT

Pour tests et exercices

Le guide suivant permet l'installation des patients sur la CYBEX série 300. Pour la sécurité et la précision, il doit être scrupuleusement suivi, et utilisé en conjonction avec les instructions spécifiques fournies pour chaque articulation.

1. Mettre l'ordinateur en route et suivre les instructions jusqu'à ce que le positionnement concernant l'articulation apparaisse à l'écran.
2. Positionner le dynamomètre et fixer l'accessoire approprié.
3. Ajuster la position du siège de l'UBXT, ainsi que le réglage du dos.
4. Positionner le patient sur le siège ou l'UBXT, ajuster les accessoires de stabilisation, et fixer les sangles comme indiqué.
5. Aligner visuellement et tactilement l'axe de rotation de l'articulation avec l'axe du dynamomètre.
6. Régler l'accessoire de mesure en fonction de la longueur du membre testé.

REMARQUE :

Pour le test de la cheville et du poignet, le réglage de la longueur contrôle l'alignement de l'axe de rotation.

7. Afin de vérifier que l'alignement des axes de l'articulation et du dynamomètre est correct, faire bouger le membre testé sur toute l'amplitude angulaire.
8. Positionner les butées de limiteur angulaire si nécessaire.
9. Saisir le zéro anatomique ou l'angle de compensation.
10. Tester chaque vitesse qui sera utilisé.

Presser la clé "F5" au clavier pour accéder au menu neutre. Essayer chaque vitesse utilisée, et s'assurer de la bonne position du patient, de la fixation des accessoires et sangles.

REMARQUE :

En mode test, avant de commencer un test, la touche "F10" (touche d'interruption) peut être utilisée s'il est nécessaire de repositionner le patient ou de réaligner les axes.

11. Retourner au menu en cours. Donner au patient les informations nécessaires et suivre les instructions pour l'essai, puis le test.

ANNEXE IV

M. A. JOHNSON, J. POLGAR, D. WEIGHTMAN, D. APPLETON

TABLE 4

THE 95% CONFIDENCE LIMITS FOR MEAN FIBRE TYPE PERCENTAGE IN YOUNG MALE ADULT SUBJECTS

	Mean % type I fibres	*Mean % type II fibres*	*With 95% confidence the true mean % will lie between*			
			for type I fibres		*for type II fibres*	
Abductor digiti minimi	51.8	48.2	34.6	72.0	31.0	65.4
Abductor pollicis brevis	63.0	37.0	52.1	73.9	26.2	47.9
Adductor magnus (surface)	53.5	46.5	41.6	65.4	34.6	58.4
Adductor magnus (deep)	63.3	36.7	50.3	76.3	23.7	49.7
Adductor poilicis	80.4	19.6	71.3	89.5	10.6	28.7
Biceps brachii (surface)	42.3	57.7	33.9	50.7	49.3	66.2
Biceps brachii (deep)	50.5	49.5	40.5	60.5	39.3	59.6
Biceps femoris	66.9	33.1	56.0	77.8	22.2	44.0
Brachioradialis	39.8	60.2	30.0	52.6	47.4	73.0
Deltoid (superficial)	53.3	46.7	43.4	63.2	36.8	56.7
Deltoid (deep)	61.0	39.0	46.2	75.7	24.2	53.8
1st Dorsal interosseus	57.4	42.6	51.4	63.4	36.6	48.6
Erector spinae (surface)	58.4	41.6	33.3	83.5	16.5	66.7
Erector spinae (deep)	54.9	45.1	32.0	77.8	22.2	68.1
Extensor digitorum	47.3	52.7	41.8	52.8	47.2	58.2
Extensor digitorum brevis	45.3	54.7	29.3	61.3	38.7	70.6
Flexor digitorum brevis	44.5	55.5	33.6	55.4	44.6	66.4
Flexor digitorum profundis	47.3	52.7	26.9	67.8	32.2	73.2
Frontalis	64.1	35.9	31.2	97.0	3.0	63.8
Gastrocnemius (lat. head surface)	43.5	56.5	37.4	49.6	50.4	62.6
Gastrocnemius (lat. head deep)	50.3	49.7	43.3	57.2	42.8	56.7
Gastrocnemius (medial head)	50.8	49.2	45.6	56.0	44.0	54.4
Gluteus maximus	52.4	47.6	36.1	66.8	33.2	61.9
Iliopsoas	49.2	50.8	39.5	58.8	41.2	60.5
Infraspinatus	45.3	54.7	36.7	54.0	46.0	63.3
Latissimus dorsi	50.5	49.5	38.2	62.8	37.3	61.8
Orbicularis oculi	15.4	84.6	4.1	26.7	73.3	95.9
Pectoralis major (clavic. head)	42.3	57.7	32.2	52.3	47.7	67.8
Pectoralis major (sternal head)	43.1	56.9	28.5	57.8	42.2	71.5
Peroneus longus	62.5	37.5	52.5	72.6	27.4	47.5
Rectus abdominis	46.1	53.9	35.4	56.9	43.1	64.6
Rectus femoris (lat. head surface)	29.5	70.5	22.0	37.0	63.0	78.0
Rectus femoris (lat. head deep)	42.0	58.0	35.6	48.5	51.5	64.4
Rectus femoris (medial head)	42.8	57.2	34.1	51.5	48.5	65.9
Rhomboid	44.6	55.4	33.7	55.3	44.7	66.2
Sartorius	49.6	50.4	39.6	59.7	40.3	60.4
Soleus (surface)	86.4	13.6	74.5	98.4	1.6	25.5
Soleus (deep)	89.0	11.0	80.2	97.9	2.1	19.8
Sternomastoid	35.2	64.8	27.5	42.8	57.2	72.5
Supraspinatus	59.3	40.7	41.1	77.5	22.5	58.9
Temporalis	46.5	53.5	32.9	60.1	39.9	67.1
Tibialis anterior (surface)	73.4	26.6	62.6	84.1	15.9	37.4
Tibialis anterior (deep)	72.7	27.3	67.2	78.1	21.9	32.8
Trapezius	53.7	46.2	32.8	74.6	25.4	67.2
Triceps (surface)	32.5	67.5	16.5	48.6	51.4	83.5
Triceps (deep)	32.7	19.6	45.8	54.2	54.2	80.4
Vastus lateralis (surface)	37.8	67.3	19.6	45.8	52.1	72.3
Vastus lateralis (deep)	46.9	53.1	37.5	56.2	43.8	62.5
Vastus medialis (surface)	43.7	56.3	36.4	51.1	48.9	63.6
Vastus medialis (deep)	61.5	38.5	51.5	71.5	28.5	48.5

ANNEXE V

RENFORCEMENT MUSCULAIRE

TECHNIQUES DYNAMIQUES

1-METHODE DE DELORME ET WATKINS

- On calcule la 10 RM : c'est la charge maximale que le patient peut mobiliser dans toute l'amplitude 10 fois de suite
-On fait une série de 10 mouvements avec 1/2 de la 10 RM (3s de travail dynamique concentrique , 3s de travail dynamique excentrique et 6s de repos)
-2mn de repos
-Une série avec les 3/4 de la 10 RM
-2mn de repos
-Une série avec la 10 RM

Watkins et de Dotte sont des techniques à charge directe , mais on peut les effectuer avec une charge indirecte (système poids-poulie)

2-METHODE DE DOTTE

-On calcule la RM : c'est la charge maximale que le patient peut mobiliser dans toute l'amplitude une seule fois
-On fait une série de 10 mouvements avec 2/5 de la RM (1,5s de travail dynamique concentrique , 0,5s de travail statique , 1sde travail dynamique excentrique et 3s de repos)
-1mn de repos
-Une série avec 3/5 de la RM
-1mn de repos
-Une série avec 4/5 de la RM
-1mn de repos

TEST D'EVALUATION:
se réalise en fin de semaine: 3 mvts avec 2/5 de la RM, puis 3 mvts avec 3/5 de la RM, puis 3 mvts avec 4/5 de la RM ensuite 1 mvt avec la RM si le sujet réalise le mouvement on augmente la charge de 500g si il s'agit d'un membre inférieur ou de 250g si il s'agit d'un membre supérieur, et on progresse jusqu'à l'échec.

3-La 10 rm:

Elle s'adresse à un muscle inférieur à 3. C'est la charge minimale pour aider le mouvement 10 fois de suite. Il faut placer le muscle dans la position 3 du testing
-10 mouvements avec 2x la 10 rm
-10 mouvements avec 1/2 de la 10 rm
-10 mouvements avec la 10 rm

TECHNIQUES STATIQUES

5-METHODE D'HETTINGER-MULLER

-On calcule la RM en statique (utilisation d'une basculine)
-Travail statique pendant 6s avec la 1/2 de la RM
-6s de repos

6-LE TSI de TROISIER revu et corrigé par Mr. CHAUVIN

-1° *TEMPS*: On calcule la FMM = force maximale mesurée : c'est la charge maximale que le patient est capable de tenir une seconde; entre chaque tentative on laisse 1 minute de repos. On arrête le test dès que lepatient n'est plus capable de tenir la charge.

-2° *TEMPS*: On recherche la FMT = force maximale théorique
Pour cette recherche et lors de la 1° seance on utilise une charge equivalente a:
+50% de la FMM : travail en endurance
+ou 65% de la FMM
+ou 80% de la FMM : travail en force

On demande au patient d'effectuer une épreuve de fatigue avec une charge de 50% ou 65% ou 80% de la F.M.M., épreuve au cours de laquelle le temps de repos est égal au temps de travail soit 6 secondes.

Il réalise un certain nombre de contractions jusqu'à l'arrêt du travail par la fatigue. On cherche dans une table le % correspondant à ce nombre de contractions .

La nouvelle FMT est égale à la charge utilisée pour l'épreuve de fatigue divisée par le pourcentage correspondant à ce nombre de contractions.

Lors de la 2° seance on utilise une charge equivalente à:
+50% de la FMT : travail en endurance
+ou 65% de la FMT
+ ou 80% de la FMT: travail en force.

On renouvelle l'épreuve de fatigue qui permet le calcul d'une nouvelle FMT.

1/10e de minute	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
% de F.M.T.	100	96	93	90	87	84	83	80	78	77
1/10e de minute	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
% de F.M.T.	75	73	70	68	66	65	64	62	61	60
1/10e de minute	30	32	34	36	38	40	45	50	55	60
% de F.M.T.	59	58	57	57	56	56	54	53	52	51
1/10e de minute	65	70	75	80	90	100	120			
% de F.M.T.	50	50	49	48	47	46	45			

ANNEXE VI

DEFINITION ET SIGNIFICATION MEDICALE DES MESURES ET VALEURS FOURNIES PAR CYBEX

Les mesures de couple.

Le couple est le résultat d'une force appliquée à un axe de rotation. L'ordinateur le calcule instantanément pour chaque demi-degré du mouvement.

Couple (N.m) = Force (Newton) x Distance (mètre)

D est la distance perpendiculaire à la force et passe par le centre de l'axe de rotation. Dans notre cas, la valeur du couple est directement proportionnelle à la puissance musculaire que le patient peut produire.

GENOU

• extenseurs :		• fléchisseurs :		
- 60°/sec	107 ft/pd	- 60°/sec	70 ft/pd	☛ 1 foot-pound (ft/pd)
- 180°/sec	81 ft/pd	- 180°/sec	55 ft/pd	= 1,3557 N/m.

Ratios et Déficits.

Les CYBEX de la série 300 comparent les mesures entre elles afin de faire apparaître leurs différences. Chaque calcul a une signification spécifique. Ainsi, grâce à la comparaison automatique d'un côté par rapport à l'autre de ces données, le clinicien peut déceler rapidement l'existence d'un déséquilibre ou d'une faiblesse significative.

Le pic de couple.

C'est le niveau de tension musculaire maximum atteint lors d'une série de mouvements (Intensité maximum de la Force).

Il est intéressant de noter que cette force est produite à un angle différent suivant la vitesse.

Valeur du couple à des angles spécifiques.

Les valeurs de couple à des angles autres que celui du pic de couple peuvent être nécessaires dans certains cas :

- il peut être intéressant de connaître le couple pour une position particulière, après un traumatisme par exemple.

Pour ces mêmes angles, on pourra apprécier les changements ou progrès.

L'ordinateur demande à l'opérateur de choisir la valeur de ces angles avant l'essai.

Rapport de pic de couple entre agonistes et antagonistes.

Cette mesure exprime le couple du groupe de muscles le plus faible rapporté au couple de groupe de muscles le plus fort. Ce coefficient est donné en pourcentage.

Il peut excéder 100 % si le groupe de muscles "normalement le plus fort" a subi une lésion, ou dans le cas d'un entraînement développant particulièrement le groupe de muscles le plus faible.

ANNEXE VI (Suite)

DEFINITIONS PRINCIPALES DE L'ESSAI

FACILITY NAME: Cybex Hospital — TEST DATE(S): 5/24/1989 5/2
PATIENT NAME: Reports Cybex — REPS : 04 04 25
REPORT DATE: Mon Sep 11 12:09:40 1989 — RU LI INITIAL BI-LATERAL
PTC1 KNEE EXTENSION/FLEXION

	(1) FLEXION			(2)			(3) DEFICIT		
CYBEX TEST DATE	5/24/1989			5/24/1989					
SPEED	60	180	240	60	180	240	60	180	24
PEAK TORQ (Nm)	139	109	93	78	50	52	43	54	44
PEAK TORQ % BW	220	173	147	123	79	82	44	54	44
ANGLE OF PEAK TORQ	28	39	34	45	45	63			
TORQ @ 30 DEGREE (Nm)	139	93	81	63	48	35	54	48	56
TORQ @ 70 DEGREE (Nm)	101	84	75	58	43	50	42	48	33
TAE (J)	4	15	20	3	7	13	25	53	35
AVG POWER (BWR)(Watts)	100	227	258	57	107	150	43	52	41
AVG POWER % BW	158	360	409	90	169	238	43	53	41
TOTAL WORK (BWR) (J)	187	149	127	74	65	69	60	56	45
TOTAL WORK (BWR) % BW	296	236	201	117	103	109	60	56	45
APV (SET)	7	9	15	27	21	33			
TOTAL WORK SET 1			2305			809			64
1st SAMPLE 1 (TW)(J)			597			250			58
2nd SAMPLE 1 (TW)(J)			341			123			63
ENDURANCE RATIO 1			57			49			14
TOTAL WORK SET 2									
1st SAMPLE 2 (TW)(J)									
2nd SAMPLE 2 (TW)(J)									
ENDURANCE RATIO 2									
RECOVERY RATIO									
EXTENSION									
PEAK TORQ (Nm)	214	134	128	113	77	63	47	42	50
PEAK TORQ % BW	339	212	203	179	122	100	47	42	50
ANGLE OF PEAK TORQ	61	74	61	60	52	42			
TORQ @ 30 DEGREE (Nm)	127	101	90	59	63	50	53	37	44
TORQ @ 70 DEGREE (Nm)	211	128	103	113	66	59	46	48	42
TAE (J)	2	10	16	4	7	10	-100	30	37
AVG POWER (BWR) (Watts)	149	261	337	91	138	176	38	47	47
AVG POWER % BW	236	414	534	144	219	279	38	47	47
TOTAL WORK (BWR) (J)	290	170	147	119	82	66	57	51	55
TOTAL WORK (BWR) % BW	442	269	233	188	130	104	57	51	55
APV (SET)	13	15	15	18	25	35			
TOTAL WORK SET 1			2405			854			64
1st SAMPLE 1 (TW)(J)			673			294			57
2nd SAMPLE 1 (TW)(J)			340			112			67
ENDURANCE RATIO 1			50			39			22
TOTAL WORK SET 2									
1st SAMPLE 2 (TW)(J)									
2nd SAMPLE 2 (TW)(J)									
ENDURANCE RATIO 2									
RECOVERY RATIO									
AGONISTS/ANTAGONISTS RATIOS AND ROM									
PEAK TORQ	64	81	72	69	64	82			
TORQ @ 30 DEGREES	109	92	90	106	76	70			
TORQ @ 70 DEGREES	47	65	72	51	65	84			
AVG POWER (BWR)	67	86	76	62	77	85			
AVG POWER % BW	67	86	76	62	77	85			
TOTAL WORK (BWR)	66	87	86	62	79	104			
TOTAL WORK SET 1			95			94			
TOTAL WORK SET 2									
MAXIMUM ROM	116	120	121	88	112	113	24	6	6
AVERAGE ROM	119	119	118	86	110	107	27	7	9

Mvt Agoniste

Mvt Anta-goniste

1/2

COPYRIGHT LUMEX 1987

(1) Côté droit ou essai 1

(2) Côté gauche ou essai 2

(3) Différence entre essai 1 et 2

EXPLICATIONS DU TABLEAU "INTERPRETATION D'ENREGISTREMENT"

DESCRIPTION

1 Nom de l'installation et date du ou des tests.

2 Nom du patient et nombre de mouvements pour chaque série dans le protocole.

3 Date de l'impression de l'enregistrement
- Côté testé : droit (R) ou gauche (L)
  et côté lésé (I) ou non (U)
- Type d'enregistrement : Etat initial, actuel, état de sortie ; bilatéral ou de progression (comparaison dans le temps)

4 Protocole et configuration testée

5 Désignation du mouvement (flexion, extension, rotation interne, abduction...etc).

6 Dates de test : lors d'une étude de progression, les deux dates sont différentes. Sur un enregistrement bilatéral, les tests sont effectués le même jour.

7 La vitesse du test pour chaque cycle apparaît sur cette ligne. Si un "R" apparaît à coté du chiffre, ceci indique soit un test de reproductibilité, (force), soit un test de récupération (exemple : 25 mouvements à une vitesse de 240° par seconde). Quand il y a une répétition (pour un test de progression, on utilise la même vitesse pour deux essais identiques. Ainsi, l'ordinateur calcule le pic de couple de chaque vitesse, le travail du meilleur mouvement et les autres mesures à cette même vitesse.

8 Pic de couple dans la première direction
(exemple : flexion) Ce chiffre est donné pour chaque vitesse (par colonne). C'est la valeur du meilleur couple enregistré pendant toute la série et en tout point de mouvement.

10 Position angulaire correspondant au pic de couple

11-12 Valeur du couple pour deux angles choisis avant le test de l'opérateur. (ex : 30 et 60°).

16 Puissance moyenne au cours de la meilleure répétition jugée (en terme de travail) pour chaque série (chaque vitesse).
La puissance moyenne est un travail par unité de temps et s'exprime en watt. Spécifiquement, les CYBEX série 300 divisent la valeur du meilleur travail enregistré par le temps de l'effort réel.

30 à 52 Cette série de données présente le couple et le travail du groupe de muscles antagonistes à ceux précédamment listés (ici, l'extension). Les résultats sont exposés dans le même ordre que pour les agonistes.

53 à 61 La dernière partie de ce tableau concerne les rapports de tous les paramètres entre agonistes et antagonistes. Ces rapports sont obtenus en divisant les valeurs du groupe de muscles le plus faible (ex : agonistes) par les valeurs du groupe le plus fort (ex : antagonistes). Le but de cette dernière partie est de comparer les différents paramètres (Pic de couple, puissance,...) entre agonistes et antagonistes.

ANNEXE VI (Suite)

ANNEXE VII

Nouvelle nomenclature	Ancienne nomenclature
Latéral	Externe
Médial	Interne
Droit fémoral	Droit antérieur
Vaste intermédiaire	Crural
Vaste latéral	Vaste externe
Biceps fémoral	Biceps crural
Gastrocnémiens	Jumeaux
Ligament croisé antérieur	Ligament croisé antéro-externe
Talus	Astragal
Aire intercondylaire antérieure	Surface préspinale