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

Yves CHATRENET
Kinésithérapeute Chef de Centre
Centre de rééducation SANCELLEMOZ
74480 PLATEAU D'ASSY

INFLUENCE DU DERNIER ESSAI SUR L'EVALUATION DE LA FORCE MAXIMALE ISOMETRIQUE DU QUADRICEPS

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Jérôme DUPEYRON**
étudiant en 3ème année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1997-1998

SOMMAIRE

1. GENERALITES 1

1.1.Qu' est-ce que la force musculaire ? 1

1.2.Qu'est-ce que la force isométrique ? 1

1.3.Methode d'évaluation de la force maximale isométrique (FMI) 1

1.4.Intérêt de l'évaluation de la force maximale isométrique en kinésithérapie 2

2 MATERIEL ET POPULATION 2

2.1 Population 2

2.2 Matériel 3

2.3.Ecran du myostatic 4

3 REALISATION DU TEST. PROTOCOLE 5

3.1.Echauffement 5

3.2.Instalation de la personne effectuant le test 6

3.3. Protocole 7

3.3.1. Consignes au sujet 8

3.3.2.Informations extéroceptives 8

3.3.3.Intérêt du biofeedback 9

3.4.Douleurs provoquées 9

4 RESULTATS 10

4.1.Répartition du meilleur essai selon les groupes 10

4.2.Moyenne relative 12

4.3. Conclusion 14

5 DISCUSSION 14

5.1.facteurs de performances 14

5.1.1.Facteurs favorables 14

5.1.2.Facteurs défavorables 15

5.2.Intérêt de la mesure de la FMI 15

5.2.1.Le travail statique ou isométrique 15

5.2.2.Avantages et inconvénients du travail statique 16

5.2.3.Travail statique et musculation 16

5.3.Liste non exhaustive des protocoles de renforcement musculaire utilisant le travail statique 17

6 CONCLUSION 18

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Un précédent travail écrit [8] montrait que 40 % des sujets réalisaient leur meilleure performance au dernier essai lors de l'évaluation de la force maximale isométrique (FMI). Nous avons donc voulu mettre en évidence l'influence de la relation motivation/performance sur l'évaluation de la FMI.

Sur une chaise à quadriceps permettant un travail statique, reliée à un dynamomètre électronique, 30 sujets sains répartis de façon homogène ont tenté d'évaluer leur force maximale.

Les trois groupes devaient réaliser un nombre d'essai différent permettant ainsi de mettre en évidence la relation "motivation performance" du dernier essai.

Seuls huit sur les trente sujets réalisent leur meilleure performance au dernier essai, ne permettant pas ainsi de mettre en évidence la relation "motivation/performance".

1. GENERALITES

1.1.Qu' est-ce que la force musculaire ?

Le Grand Larousse Universel définit la force musculaire comme : «La force développée lors de la contraction d'un muscle. Elle peut s'exercer contre résistance, sans déplacement des membres (contraction isométrique), et la force développée est liée essentiellement a la longueur initiale du muscle. En cas de déplacement le développement d'une force constante (contraction isotonique) permet d'observer que la force maximale est liée à la vitesse de déplacement du muscle.

1.2.Qu'est-ce que la force isométrique ?

La force isométrique est évaluée lorsque la longueur du muscle reste identique et que la résistance appliquée est égale à la tension du muscle. L'application d'une résistance maximale sur le bras de levier, sans déplacement, permet de définir la force isométrique.[7]

1.3.Methode d'évaluation de la force maximale isométrique (FMI)

Elle doit être mesurée avec un appareillage qui ne permet aucun déplacement. Il y a plusieurs méthodes d'évaluation :

- Charge directe selon la méthode essais-erreurs
- A l'aide d'un dynamomètre
- A l'aide d'un appareil à jauge de contrainte.

C'est avec cette dernière que nous avons procédé dans notre étude.

1.4.Intérêt de l'évaluation de la force maximale isométrique en kinésithérapie

La force maximale isométrique permet :

- d'évaluer le déficit d'un muscle ou d'un groupe musculaire par rapport au même muscle du coté controlatéral

- de mettre en place des protocoles de rééducation

- de suivre l'évolution, de façon objective, de la récupération de la force musculaire.

2 MATERIEL ET POPULATION

2.1 Population

La population est constituée du personnel, de patients et de visiteurs du centre de rééducation de Sancellemoz

3 groupes sont réalisés, comprenant chacun 5 hommes et 5 femmes.

Ces groupes sont réalisés de manière à ce que la moyenne d'âge de chacun et que l'écart type des âges soient à peu près identiques.

Les groupes se repartissent de la manière suivante :

- Un groupe réalisant 5 essais

- Un groupe réalisant 7 essais

- Un groupe réalisant 9 essais

La seule condition requise pour ce test est de ne pas présenter de pathologie sur le membre inférieur testé.

2.2 Matériel

Une chaise à quadriceps munie d'une mousse plus dense au tiers inférieur de la cuisse pour éviter un enfoncement de la cuisse dans la chaise lors de la contraction du quadriceps.

Deux poignées situées légèrement en dessous de l'assise pour permettre au sujet de se "caler" au fond de la chaise mais aussi permettant une contraction intense entraînant un recrutement maximum des fibres musculaires.

Un myostatic : capteur à jauge de contrainte relié à une unité de lecture et de traitement informatique qui fournit les valeurs par un affichage digital, la plage de mesure est de 1 kg à 250kg, la sensibilité est de 1 kg.

Une chaîne en acier inextensible, composée de 15 maillons.

Un coussin qui sera placé entre la résistance et la jambe du patient pour son confort.

Une "leg-press", presse pour les membres inférieurs permettant l 'adjonction de poids en fonte.

Un chronomètre

2.3.Ecran du myostatic

Deux écrans sont disponibles :

- Un écran pour la visualisation de la valeur instantanée de la FMI.
- Un écran qui affiche la meilleure performance réalisée lors du test.

Le myostatic permet un travail en force maximale, un travail en temps maximal endurant et un travail statique intermittent. Dans l'étude, seul sera utilisé le travail en force maximale, le myostatic devant être taré à chaque essai.

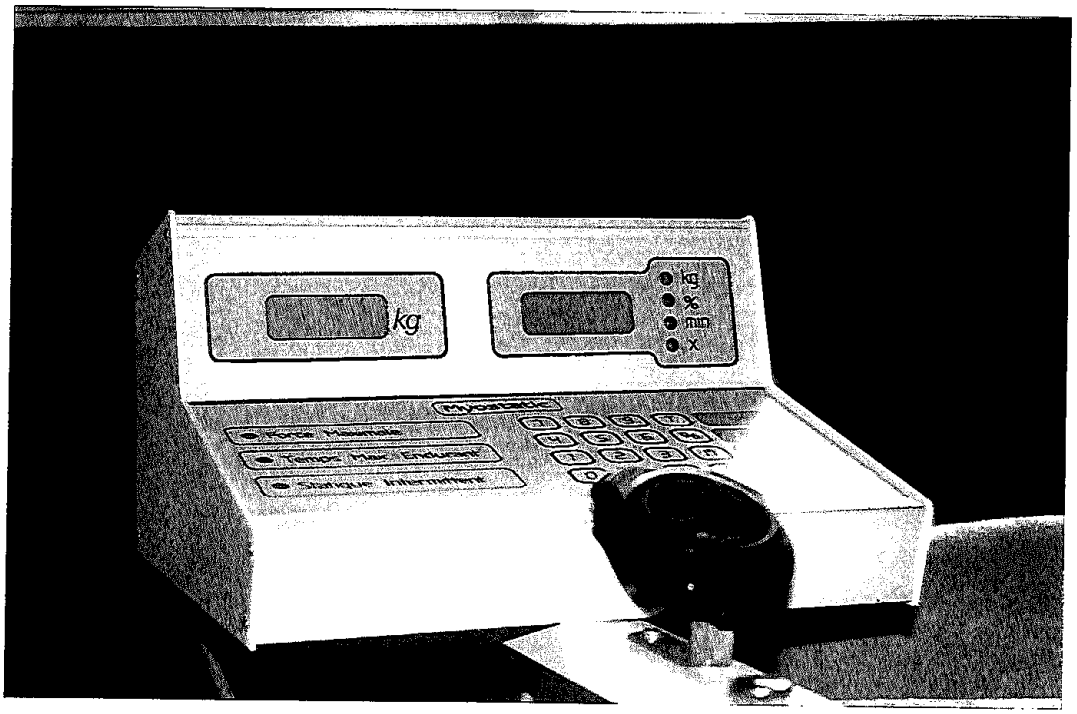

Figure 1 : Le myostatic

3 REALISATION DU TEST. PROTOCOLE

Le protocole mis en place sera identique pour chaque sujet réalisant le test

3.1.Echauffement

L'échauffement débutera par la réalisation de deux séries de 15 mouvements de flexion-extension du genou, en appui unipodal sur la "leg press". Chaques séries devant être espacées d'un temps de repos de 1 minute.

La position de départ est :

- le genou à 80° de flexion,

- le pied en flexion dorsale active pour éviter le travail du triceps.

La position d'arrivée sera en extension complète ou en légère flexion de 10° du genou. L'examinateur veillera à ce que le genou ne soit pas en récurvatum. La résistance de la presse sera égale à 75% du poids du corps du sujet. Le dossier de la presse est en position allongée.

L'échauffement se poursuivra par la réalisation de la "chaise sans chaise", en appui unipodal sur le membre inférieur testé. Cet exercice sera réalisé 3 fois pendant 10 secondes. Chaque exercice sera espacé d'une période de repos de 1 minute.

Le sujet terminera l'échauffement par un parcourt à cloche-pied, d'une distance de 40 mètres sur le membre inférieur testé.

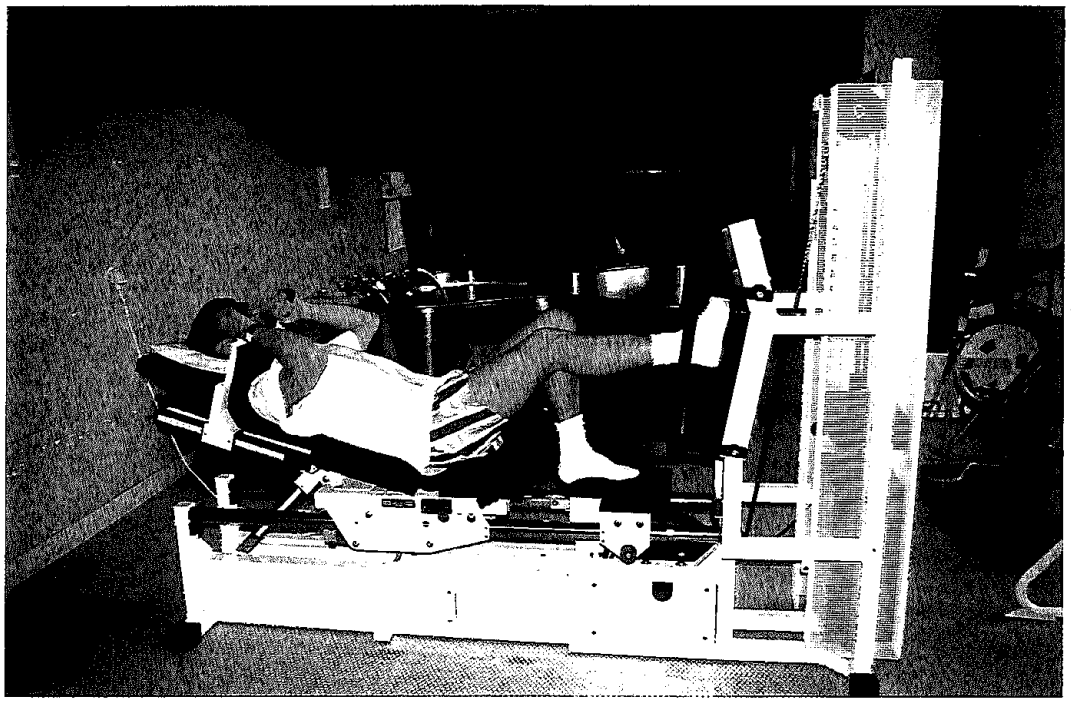

Figure 2 : La leg press

3.2.Instalation de la personne effectuant le test.

Le sujet est assis sur la chaise à quadriceps, jambes pendantes, le tronc appuyé sur le dossier de la chaise de façon à avoir une flexion de hanche de 90°.

Le dossier est réglé de façon à ce que le dos soit en contact avec le dossier et que l'axe de flexion/extension du genou coïncide avec celui de l'appareil.

La résistance est placée sur la tubérosité tibiale antérieure pour limiter la longueur des bras de levier et ainsi limiter les contraintes articulaires.

Les mains du sujet saisissent les poignées de part et d'autre de l'assise.

La résistance coulissant sur la barre, nous utiliserons la graduation N°2 permettant

un appui sur la tubérosité tibiale antérieure ; et nous utiliserons 13 maillons de la chaîne pour obtenir un travail à 30° de flexion du genou.

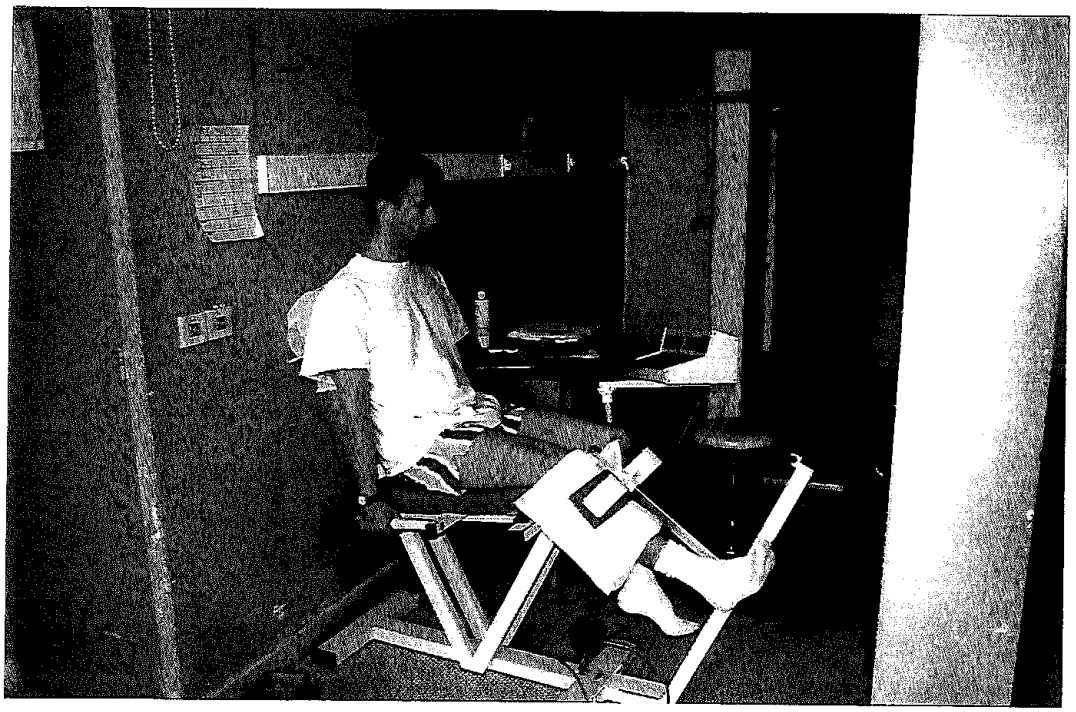

Figure 3 : Position lors du test

3.3. Protocole

Le patient réalise :

- Une première série de fléxion-extension sur la presse.
- Une minute de repos, pendant laquelle le questionnaire est réalisé.[Annexe 5]
- Une deuxième série sur la presse.
- Une minute de repos.
- Trois séries de 10 secondes de la "chaise sans chaise", séparées par une minute de repos.
- Une minute de repos.
- Un parcourt à cloche-pied.

- Une minute de repos pendant laquelle nous installons le sujet sur la chaise à quadriceps et lui donnons les consignes.

3.3.1. Consignes au sujet

Le sujet saisit les poignées pour "galber" l'ensemble de sa musculature. Il met la chaîne en tension et fait la tare. Il doit ensuite réaliser l'exercice progressivement et sans à-coup. Le sujet contracte le muscle tibial antérieur, réalisant ainsi une flexion dorsale de la cheville. Il doit éviter l'hyperextension du cou, pour cela il doit se tenir en double menton. L'effort doit être bref et intense, et ne pas dépasser 10 secondes. Le temps de repos entre chaque test est de 2 minutes.

3.3.2. Informations extéroceptives

Pour que les tests soient identiques pour chaque sujet, les informations extéroceptives et les stimulations seront identiques.

Le patient aura deux types de stimulations extéroceptives :

- d'une part, les stimulations de l'examinateur : "allez pousser, encore, encore, plus fort..."

- d'autre part, des stimulations visuelles et auditives :

  ✓ *visuelles* : en visualisant sur l'écran du myostatic la valeur de la force exercée

  ✓ *auditives* : chaque fois que les valeurs augmentent le myostatic émet un son "BIP". Par contre lorsque les valeurs stagnent l'appareil n'émet aucun son.

Les tests sont réalisés de préférence sans spectateur pour ne pas déconcentrer le sujet.

Pour la fiabilité des tests, nous n'avons pas informé auparavant les sujets de l'intérêt de ces tests. Il n'y a pas non plus de stimulations supplémentaires au dernier essai.

Par contre une certaine compétition sera instaurée entre les sujets pour leur donner une motivation supplémentaire.

3.3.3. Intérêt du biofeedback

Chez la plupart des gens, il est intéressant de constater la facilité avec laquelle ils utilisent les informations feed-back, et apprennent à s'en servir pour acquérir un contrôle plus précis des muscles, et un recrutement plus important des fibres musculaires.[3]

3.4. Douleurs provoquées

Sur les 30 sujets ayant participés à cette étude, tous ont pu mener les tests jusqu'à leur terme. Cependant certains sujets se sont plaints de douleurs pendant et/ou après le test.

- 3 sujets ont eu des douleurs pendant le test au niveau du muscle vaste interne (les douleurs ont disparues après le test).

- 3 sujets ont eu des douleurs d'appui au niveau de la tubérosité tibiale antérieure pendant le test (les douleurs ont disparues après le test).

- 8 sujets se sont plaints de courbatures au niveau des trapèzes supérieurs le lendemain et le surlendemain du test.

Aucune douleur n'a contraint à arrêter les tests.

4 RESULTATS

4.1.Répartition du meilleur essai selon les groupes

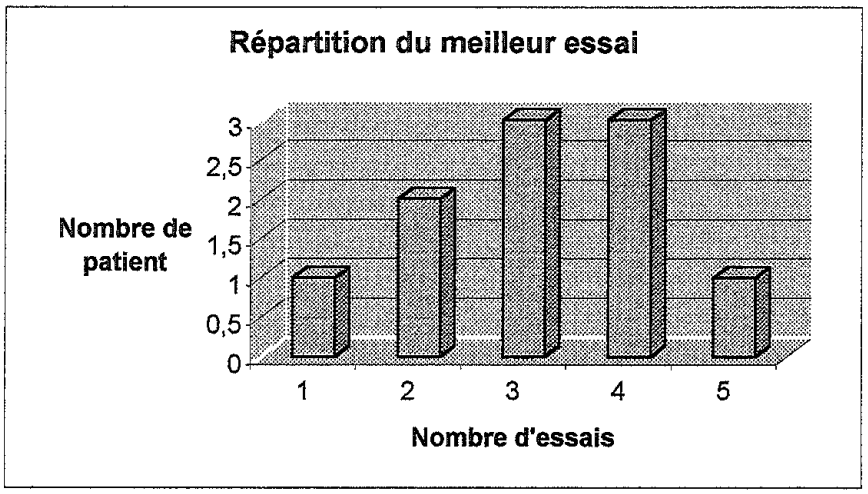

Figure 4 : Répartition du meilleur essai pour le groupe 1

On constate qu'il y a le même pourcentage de meilleur résultat aux essais 3 et 4 (30%) et seulement 10% au dernier essai. Il n'y a pas d'essai significativement supérieur aux autres, sauf pour les essais 3 et 4 qui à eux deux totalisent 60% des meilleurs résultats.

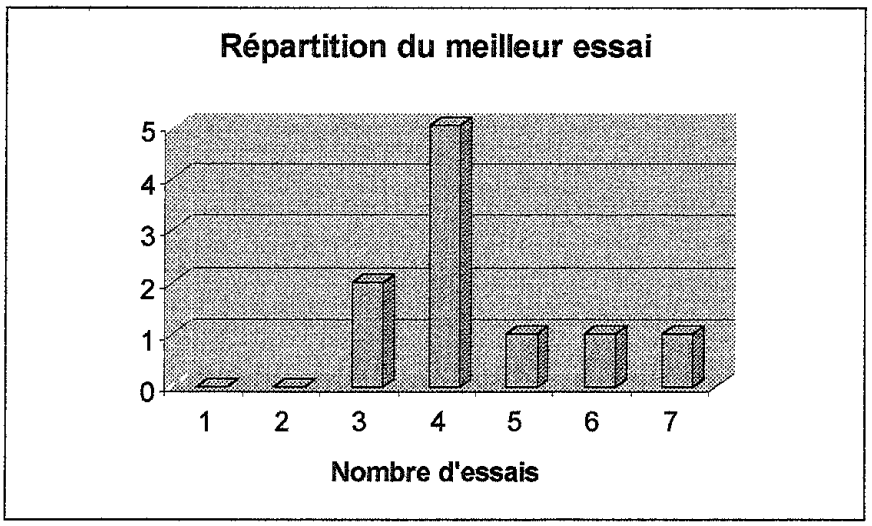

Figure 5 : Répartition du meilleur essai pour le groupe 2

Aucun meilleur résultat n'est réalisé au 1er et 2ème essai. 20 % de meilleur résultat sont réalisés au 3ème essai, 10 % réalisés au 5ème , 6ème et 7ème, et surtout 50 % au quatrième essai.

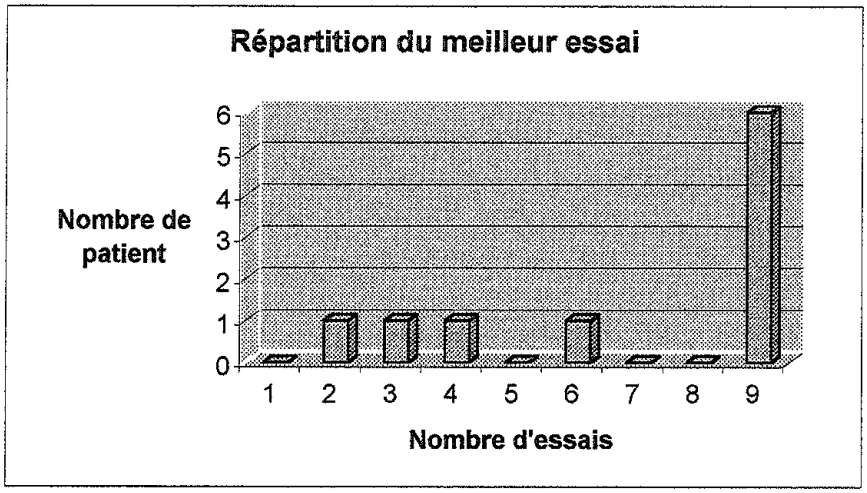

Figure 6 : Répartition du meilleur essai pour le groupe 3

Aucun meilleur résultat n'est réalisé aux essais 1, 5, 7, et 8. Le pourcentage identique (10%) dans les essais 2, 3, 4, et 6. 60% des sujets de ce groupe réalisent leur meilleure performance au dernier essai.

4.2.Moyenne relative

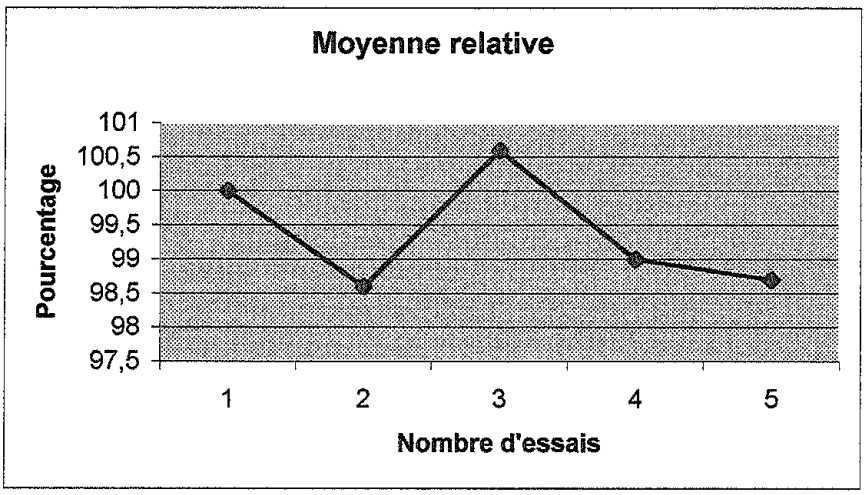

Figure 7 : Moyenne relative du groupe 1

Nous constatons une évolution en "dents de scie", avec une régression du premier au deuxième essai, une progression du deuxième au troisième et une régression progressive du troisième au cinquième essai.

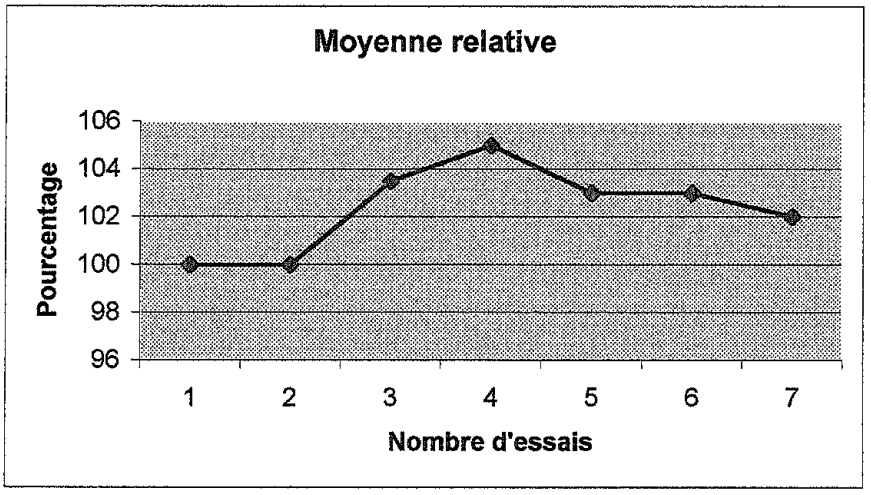

Figure 8 : Moyenne relative du groupe 2

Nous constatons une courbe avec deux phases :

- Une phase progressive du premier au quatrième essai

- Une phase régressive du quatrième au septième essai.

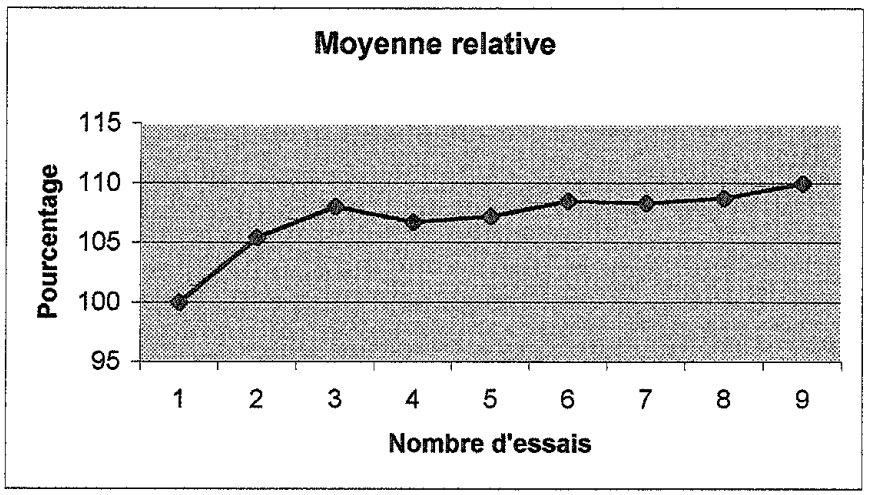

Figure 9 : Moyenne relative du groupe 3

Lorsque nous regardons les moyennes relatives du groupe 3, une progression quasi constante de la moyenne est observée du premier au dernier essai.

La moyenne des mesures relatives reflète l'évolution moyenne du groupe, mais non l'évolution moyenne de chacun des sujets. Ces courbes ne sont pas les courbes type d'un sujet :

- Nous constatons par exemple pour le sujet 22, une régression constante du deuxième au dernier essai, alors que la progression du groupe est constante
- De même pour le sujet 19, nous constatons une évolution inverse de la moyenne relative du groupe. [Annexe 4]

Chaque sujet a une évolution propre, alors que chaque groupe a une évolution différente

Dans les figures 4 et 5 la meilleure performance arrive à peu près au milieu des

tests (60 % aux essais 3 et 4 pour le groupe 1 et 50 % au quatrième essai pour le groupe 2).

En revanche pour le groupe 3, 60 % réalisent leur meilleur performance au dernier essai ; ceci nous incite à nous demander si les sujets ne se sont pas préservés pour le dernier essai.

4.3. Conclusion

Il est fort probable que dans la série 3 qui comporte 9 essais et qui est la plus longue (27 à 30 minutes échauffement et essais compris), les sujets aient voulu se préserver pour parvenir au bout du test tout en étant capable de maintenir, voire d'améliorer leurs performances. Ceci explique le pourcentage de réussite au dernier essai.

5 DISCUSSION

5.1.facteurs de performances

L'évaluation de la force maximale isométrique n'est pas chose aisée car elle est soumise à l'influence de nombreux facteurs aussi bien favorables que défavorables.

5.1.1.Facteurs favorables

Les facteurs favorables sont :

- Une motivation plus importante lorsqu'il existe une certaine compétition, ainsi qu'un désir de se surpasser. La motivation à fournir des efforts maximaux, et à atteindre un résultat maximum lors d'un programme de musculation est un facteur à ne pas négliger. Personne n'ignore que des circonstances exceptionnelles permettent parfois un recours surprenant à une force ignorée et inusitée.

- Une intégration nerveuse de l'activité musculaire maximale. L'activité musculaire volontaire dépend de la mise en jeu de mécanismes neurophysiologiques déterminants sur la qualité et l 'efficacité de l'effort.[5]

5.1.2.Facteurs défavorables

Nous constatons comme facteurs défavorables à la réalisation du test :

- Une diminution des réserves énergétiques. (baisse du taux d'adénosine triphosphate = ATP et de phosphocréatine = TP)

- Une réduction rapide du stock de phospho-créatine-kinase (CPK) lors des contractions intenses avec un épuisement de 90 à 95 % en 20 à 30 secondes. La reconstitution de PC est quasi totale en 4 minutes avec un demi-temps de restauration de 25 secondes. [7]

- La motivation du sujet, son état psychologique, sa fatigue locale et générale, ainsi que sa labilité de concentration sont autant de facteurs défavorablesà la réalisation d'un effort maximal.

5.2.Intérêt de la mesure de la FMI

La FMI permet de mettre en œuvre des protocoles de renforcement musculaire en travail statique.

5.2.1.Le travail statique ou isométrique

Il est utilisé lors de douleur, d'inflammation articulaire en rhumatologie ou encore, lors d'une immobilisation post traumatique ou chirurgicale ; ceci afin de garder le schéma de contraction des muscles péri-articulaires mais aussi de maintenir une bonne trophicité du

membre. Le travail isométrique contre résistance(dont l'exemple type est le TSI d'O. Troisier) permet le renforcement musculaire sans solliciter le complexe articulaire. [7]

5.2.2.Avantages et inconvénients du travail statique

Dès le début, pendant la rééducation, les exercices de musculation sont réalisés sous forme de contractions isométriques sans puis avec résistance. Le travail isométrique est important, car il permet de préserver une certaine activité musculaire, alors que l'articulation est plus ou moins limitée dans sa fonction.

Par la suite le travail isométrique est poursuivit mais de façon moins importante, car il présente des inconvénients tels que le travail en apnée essentiellement, le gain de force dans une position donnée et l'absence de travail de vitesse.

5.2.3.Travail statique et musculation

La spécificité angulaire de la musculation ne permet pas d'escompter sur un transfert de gain de force dans un autre secteur d'amplitude.

La zone d'effort doit donc rester celle de l'effet recherché. Cependant les gains isométriques acquis dans une zone de faiblesse peuvent contribuer à améliorer la performance dynamique (renforcement d'un passage). [5]

5.3.Liste non exhaustive des protocoles de renforcement musculaire utilisant le travail statique

Tous ces protocoles nécessitent une évaluation préalable de la force maximale isométrique.

Hettinger et Muller ont proposé une contraction par jour, d'une durée de 6 secondes et contre une charge de 40 à 50% de la force maximale, ceci permettant un gain de force optimal et rapide.[1]

Liberson a étudié et comparé la méthode isotonique de Delorme et Watkins et la contraction isométrique maximale brève, unique ou multiple. Les résultats, sur l'accroissement de la force musculaire et l'endurance, ont été nettement supérieurs en utilisant les contractions isométriques maximales brèves. Il a pu constater que c'est la première contraction qui contribue, plus que toutes les autres, à l'accroissement de la force.[1]

O.Troisier a proposé le TSI [1]

Les avantages du TSI sont bien codifiés :

- absence de mouvement articulaire
- facilité d'obtenir une résistance constante
- élimination des variations de la force résultant de l'accélération, de décélération et du changement d'amplitude.[1]

6 CONCLUSION

Dans les conditions de cette étude, on constate que la relation motivation-performance ne peut être affirmée. Lorsque l'on regarde l'ensemble des résultats, la prépondérance du meilleur résultat au dernier essai n'est pas significative puisque, tous groupes confondus seulement 26,7% des sujets réalisent leur meilleure performance au dernier essai.

L'état psychique, physique et mentale sont des facteurs importants de fluctuation des performances, pour optimiser ces résultats il faudrait une population avec un état psychique, physique et une motivation optimale, ce qui ne refléterait pas la population généralement rencontrée en rééducation.

Il serait intéressant de comparer cette étude réalisée avec des sujets sains à une étude réalisée avec des sujets porteurs de pathologies ce qui se rapprocherait plus de notre pratique professionnelle quotidienne.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

[1] ADAM M.C.- Exercice isométrique maximal bref et musculation progressive. Ann. Kinesither. 1986, t.13, n° 7-8, pp. 363-371

[2] ASTRAND P.O., RODHAL K. – Précis de physiologie de l'exercice musculaire. –2ème édition- Paris : Masson, 1980

[3] BASMAJIAN J.V.- Muscles alive- 3ème édition- Baltimore : The Williams and Wilkins Compagny, 1974, pp. 131-139

[4] CHAUVIN C.- Le renforcement musculaire par le travail statique intermittent. Ann. Kinésither., 1980, n°7, pp. 297-302

[5] DOTTE P. – Force musculaire et musculation en kinésithérapie – Ann. Kinésither., 1976, 3, pp. 213-234

[6] GUILLAUME A., PIERRON G. – Rapport entre le RM et FMM du quadriceps crural. Ann. Kinésither., 1991, t. 18, n°5, pp. 221-225

[7] HEULEU J.N., SIMON L. – Muscle et rééducation – Paris : Masson, 1988

[8] KRESSMANN D. – Evaluation de la force maximale isométrique du quadriceps.- Travail écrit en vue de l'obtention du diplôme d'état de masseur kinésithérapeute, 1996

[9] MILLER R.G. et al. – Advances in experimental medecine and biology. – Vol 384, Mecanisms of human fatigue, pp. 195-203

[10] STINJS H.J., DE DEKKER W., MOENS J. – Etude de la force isométrique maximale du muscle quadriceps – Ann. Kinésither., 1974, 1., pp. 407-414

[11] TROISIER O. – Méthode d'évaluation de la force musculaire par le travail statique – Ann. Kinésither., 1980, 7., pp.291-296

[12] TROISIER O. – Méthode d'évaluation et de renforcement de la force et de la puissance musculaire – Cah. Kinésither., 1982, 93, n°1, pp. 7-44

[13] VIEL E. – Les différentes méthode de renforcement musculaire – Ann. Kinésither., 1980, n°7, pp.377-383

[14] Le Grand Larousse Universel, Vol.6, 1989, pp.4388-4390

ANNEXES

ANNEXE 1

Numéro	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5
1	98	95	95	89	81
2	178	181	186	185	179
3	107	90	71	108	102
4	124	120	130	124	123
5	156	165	173	176	171
6	201	180	208	174	214
7	176	170	180	169	159
8	229	232	2313	215	225
9	156	167	161	162	156
10	134	137	133	141	129

ANNEXE 2

Numéro	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Essai 6	Essai 7
11	167	171	181	186	182	175	181
12	145	134	146	142	140	149	134
13	90	97	99	97	95	94	92
14	186	184	186	187	182	181	186
15	176	165	186	181	176	180	177
16	201	197	195	207	205	197	198
17	106	111	109	114	121	117	109
18	114	116	122	125	113	114	115
19	121	118	115	114	116	122	126
20	95	107	111	118	115	115	112

ANNEXE 3

Numéro	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Essai 6	Essai 7	Essai 8	Essai 9
21	61	78	80	81	84	85	84	87	94
22	131	140	132	129	127	126	127	125	125
23	69	75	76	77	85	87	80	83	83
24	194	197	203	200	188	192	201	198	186
25	96	106	106	107	116	119	115	114	121
26	178	207	227	217	223	227	226	228	232
27	94	92	97	95	92	93	89	90	98
28	175	183	187	191	188	189	185	178	171
29	186	178	181	182	185	183	192	195	205
30	182	184	185	178	177	181	180	187	192

ANNEXE 4

NUMERO	SEXE	AGE	POIDS	TAILLE EN CM	MEMBRE TESTE	SPORT H/SEMAINE
1	F	27	47	157	DROIT	4H
2	M	29	65	171	DROIT	0
3	F	37	53	167	DROIT	8H
4	F	32	65	170	DROIT	5H
5	F	21	68	174	DROIT	0
6	F	28	85	173	DROIT	4H
7	M	29	69	183	GAUCHE	5H
8	M	30	75	182	DROIT	20H
9	M	27	70	183	GAUCHE	5H
10	M	23	65	183	DROIT	0
11	M	37	92	189	DROIT	3H
12	M	24	65	172	DROIT	0
13	F	24	47	158	DROIT	0
14	M	36	78	176	GAUCHE	3H
15	M	24	75	180	DROIT	0
16	M	36	82	178	DROIT	0
17	F	25	61	172	GAUCHE	0
18	F	27	62	162	GAUCHE	4H
19	F	28	49	164	DROIT	3H
20	F	27	55	163	DROIT	4H
21	F	34	55	165	DROIT	0
22	F	24	65	169	DROIT	0
23	F	33	47	158	DROIT	3H
24	M	26	67	170	DROIT	12H
25	F	24	59	175	GAUCHE	5H
26	M	22	74	173	DROIT	8H
27	F	38	46	157	GAUCHE	15H
28	M	29	70	183	DROIT	0
29	M	27	69	170	DROIT	2H
30	M	29	82	184	DROIT	0

ANNEXE 5

QUESTIONNAIRE

Nom :.....

Prénom : .....

Sexe : .....

Age : .....

Poids : .....

Taille : .....

Sport pratiqué : .....

Membre inférieur testé : .....

Mesures :

Mesure	1	2	3	4	5		6	7		8	9
Résultat											