

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

Le pèse-personne
à l'essai ...



-erreur ?

Rapport de travail écrit personnel
Présenté par **Pierre KERN**
Etudiant en 3^{ème} année de kinésithérapie
En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur-Kinésithérapeute
2008-2009

RÉSUMÉ

En kinésithérapie, la mesure de la force musculaire s'effectue par différentes méthodes selon le matériel à disposition, les habitudes du thérapeute et l'état du patient à évaluer.

Dans un esprit d'homogénéisation des techniques, nous réalisons ici un travail de comparaison entre deux méthodes de mesure de force maximale, que sont la méthode d'essai-erreur et la méthode du pèse-personne.

En réalisant la même mesure de force maximale d'un quadriceps par les deux méthodes sur une population de 104 sujets, nous remarquons que les résultats diffèrent systématiquement. La méthode du pèse-personne donne constamment une valeur supérieure à la méthode d'essai-erreur. La différence entre les deux méthodes est en moyenne de 5,98 Kg. Nous constatons cependant que la corrélation est quasi parfaite entre les méthodes. La relation entre ces méthodes est déterminée par l'équation suivante :

$$[\text{Méthode du pèse – personne}] = \frac{[\text{Méthode essai – erreur}] + 2,3}{0,9}$$

Mots clés : mesure, Force Maximale Mesurée, pèse-personne, essai-erreur.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION	1
2. MATERIEL ET METHODE	2
2.1. Population	2
2.2. Matériel	2
2.3. Méthode	3
2.3.1. Méthode du pèse personne	4
2.3.2. Méthode d'essai et d'erreur	5
3. RESULTATS	6
3.1. Analyse descriptive de l'échantillon	6
3.2. Comparaison des résultats des deux méthodes	6
3.3. Test de corrélation	7
3.4. Régression linéaire	7
3.5. Influence de différents facteurs sur la corrélation entre FMM1 et FMM2	8
4. DISCUSSION	9
4.1. Utilisation pratique en kinésithérapie	9
4.2. Les limites de l'étude	10
4.2.1. La population	10
4.2.2. Le matériel	11
4.2.3. La méthode	11
4.3. Ressenti des sujets	12
5. CONCLUSION	13
BIBLIOGRAPHIE	I
ANNEXES	II

1. INTRODUCTION

L'évaluation quantitative de la force musculaire est un outil essentiel dans l'établissement d'un protocole de renforcement musculaire adapté, ainsi qu'au suivi du patient au cours de sa rééducation. Parmi les différentes méthodes de mesure de la force qui nous sont enseignées au cours de notre formation de masso-kinésithérapie, "la méthode d'essai et d'erreur" (2) et "la méthode du pèse-personne" (4) sont deux techniques très similaires en ce qui concerne les conditions de mesure et leur intérêt d'utilisation.

Mais leurs résultats sont-ils comparables ?

Afin de répondre à cette question, nous nous proposons ici de comparer ces deux techniques : "la méthode d'essai et d'erreur" que l'on retrouve largement dans la littérature et "la méthode pèse-personne" qui est enseignée, utilisée, citée mais très peu publiée.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Population

Les mesures sont effectuées sur 104 sujets sains qui ont été recrutés à l'Institut Lorrain de Formation en Masso Kinésithérapie.

2.2. Matériel

Nous utilisons une fiche composée de deux parties : la première partie intitulée "Fiche de renseignements " est à remplir par le sujet, alors que la seconde permet de noter les résultats des mesures (annexe I).

Afin de réaliser les mesures, nous avons utilisé une table de massage réglable en hauteur, un coussin de mousse triangulaire, un pèse-personne électronique de marque TERRAILLON (modèle Body Control FBC Lovely), une élingue, des sacs de sable de 1 à 5 Kg, un esse et un bottillon de pouliothérapie en cuir.



Figure 1 : matériel

2.3. Méthode

Nous choisissons de porter notre étude sur l'évaluation de la Force Maximale Mesurée (FMM) d'un muscle quadriceps fémoral d'un sujet sain. La force des deux quadriceps d'un individu correspondant à des variables dépendantes (appariées), nous évitons ce biais statistique en ne réalisant nos mesures que sur le membre inférieur droit de chaque sujet.

Afin de comparer le plus précisément possible les deux techniques de mesure, l'installation du sujet est identique pour la mesure avec le pèse-personne et pour la méthode d'essai et d'erreur :

Le sujet est en décubitus dorsal, ses genoux dépassent du bord de la table et un coussin de mousse est placé sous le tiers distal de sa cuisse droite afin d'assurer l'alignement du segment fémoral. La jambe gauche est laissée pendante pour éviter la prise d'appuis lors de la mesure. Au repos, la jambe droite est maintenue en légère flexion du genou (environ 30°) par une suspension, afin d'éviter toute contrainte articulaire, musculaire ou ligamentaire (2).



Figure 2 : installation du sujet.

2.3.1. Méthode du pèse personne (4)

Le thérapeute est au plus près de la cheville droite du sujet, debout sur le pèse personne. Il demande au sujet de réaliser une extension de genou (fig. 3-a) et de résister de toute ses forces à la poussée qu'il va exercer. Le thérapeute place alors ses mains superposées sur la cheville droite du patient, coudes tendus (fig. 3-b). Il applique une poussée verticale en augmentant l'intensité afin de faire céder le patient en quelques secondes pour ne pas faire intervenir la notion d'endurance (fig. 3-c). La mesure est la différence entre le poids indiqué par le pèse-personne avant et au plus fort de la résistance du patient. Elle est appelée force maximale mesurée du quadriceps par la méthode du pèse-personne (FMM1).



Figure 3 : Méthode du pèse personne

2.3.2. Méthode d'essai et d'erreur (2):

Une charge de départ est choisie subjectivement en fonction des caractéristiques et de la potentialité du patient, puis est attachée au bottillon. Le thérapeute réalise l'extension passive du genou droit jusqu'à la position de rectitude (fig. 4-a) et demande au sujet de « maintenir le genou tendu pendant une seconde » (fig. 4-b). Le thérapeute veille à ramener passivement le genou en position de repos ou à ralentir la chute du membre si le patient ne peut soutenir la charge. Chaque essai réussi est suivi d'un repos d'une minute (2, 4, 5) au cours duquel le thérapeute prépare l'essai suivant en augmentant la charge de 1 ou 2 kg. La mesure se termine lorsque le patient ne maintient plus la contraction (fig. 4-c).

La charge la plus élevée que le patient ait pu soutenir une seconde est la force maximale mesurée du quadriceps par la méthode d'essai et d'erreur (FMM2).



Figure 4 : méthode d'essai et d'erreur

3. RESULTATS

3.1. Analyse descriptive de l'échantillon (annexe III)

L'analyse des données concernant les feuilles "Renseignements et résultats" (annexe II) indique que ce groupe de 104 sujets comporte 54 hommes et 50 femmes. L'âge moyen est de 21,7 ans, leur poids moyen est de 66,57 Kg, leur taille moyenne de 173,45 cm et l'I.M.C. (Indice de Masse Corporelle) moyen est de 21,97.

3.2. Comparaison des résultats des deux méthodes

L'étude des résultats de ces mesures permet de constater qu'il y a **bien une différence significative entre les résultats des deux méthodes**. En effet, la mesure de la force musculaire du quadriceps par la méthode du pèse-personne (FMM1) est **systématiquement supérieure** à la mesure de la force musculaire du quadriceps par la méthode d'essai et d'erreur (FMM2). **La différence se chiffre en moyenne à 5,98Kg** (annexe II).

Afin de mettre en évidence un rapport possible entre les résultats des deux méthodes, nous plaçons sur un graphique la FMM2 de chaque sujet en fonction de la FMM1 associée :

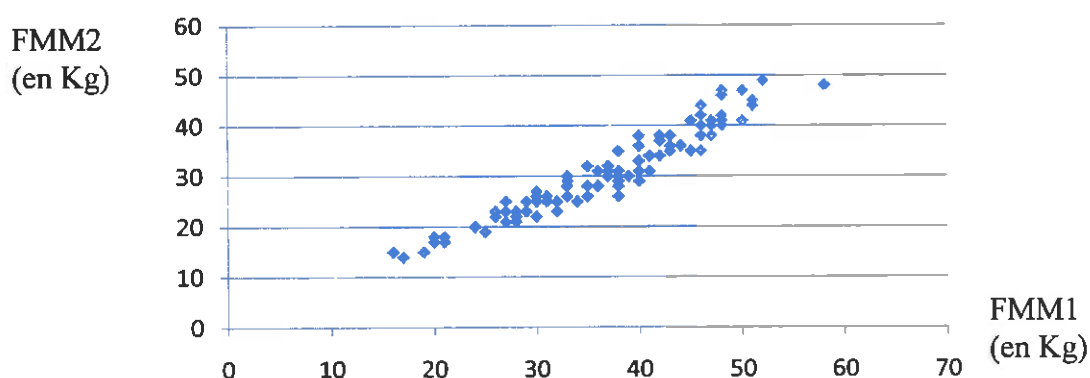


Figure 5 : Rapport entre FMM1 et FMM2

L'aspect linéaire du nuage de points permet de supposer une forte corrélation entre les résultats des deux méthodes étudiées.

3.3. Test de corrélation

D'après l'étude statistique, **les deux séries de mesures sont très fortement corrélées entre elles**. En effet le coefficient de corrélation est **$r = 0,965$** (plus le coefficient est proche des valeurs extrêmes -1 et 1, plus la corrélation entre les variables est forte) avec un intervalle de confiance de [0,948 ; 0,976], le test à 0 de ce coefficient donnant un $p < 0,0001$.

Le fait que le coefficient de corrélation soit si proche de 1 signifie que l'on pourrait, de manière **extrêmement fiable**, utiliser le résultat d'une méthode pour estimer le résultat de la deuxième.

3.4. Régression linéaire

Une régression linéaire nous révèle l'équation qui permet de calculer la FMM1 à partir de la FMM2 et inversement. Nous obtenons ainsi les équations suivantes :

$$\text{FMM2} = 0,9 * \text{FMM1} - 2,3 \quad \text{et} \quad \text{FMM1} = (\text{FMM2} + 2,3)/0,9$$

On visualise l'intensité du lien linéaire par la proximité du nuage de points avec la droite qui le modélise.

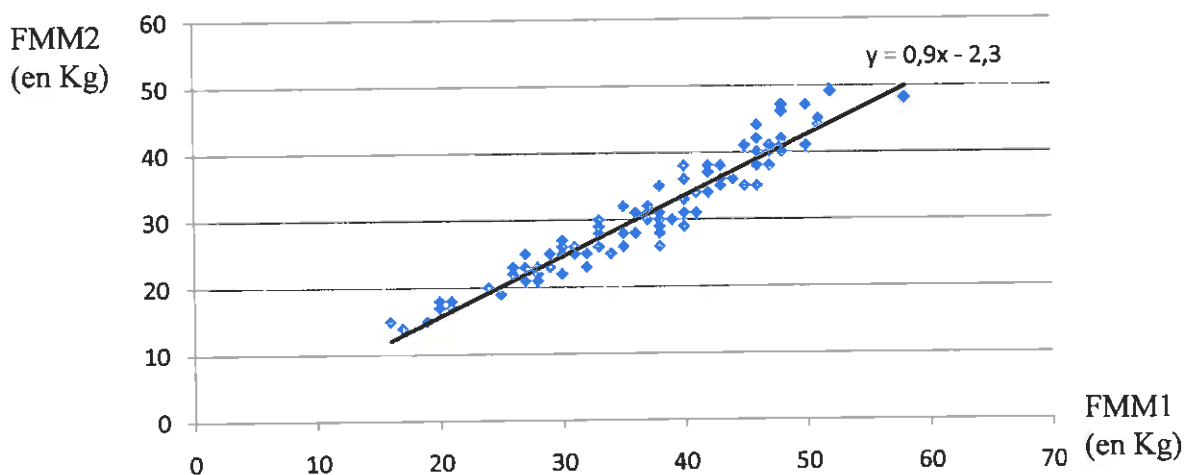


Figure 6 : Intensité du lien linéaire entre FMM1 et FMM2

3.5. Influence de différents facteurs sur la corrélation entre FMM1 et FMM2

La corrélation observée entre FMM1 et FMM2 est valable indépendamment du sexe, de l'âge, de l'I.M.C., du pied dominant ou de la présence de douleur avant les mesures. Pour mettre ceci en évidence, nous utilisons une régression linéaire multiple (annexe III). Les résultats utiles sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau I : Valeur de p en fonction du facteur analysé

Facteur analysé	Sexe	Age	I.M.C.	Douleur avant le test	Pied dominant
Valeur de p	0,49	0,88	0,25	0,30	0,08

Il est considéré le plus souvent qu'un facteur est significatif quand « $p < 0,05$ », c'est-à-dire qu'il y a moins d'une chance sur vingt que la différence observée soit due au hasard. Ces résultats attestent donc qu'aucun des facteurs testés n'est significatif dans le modèle.

4. DISCUSSION

4.1. Utilisation pratique en kinésithérapie

En pratique, **les deux méthodes ne sont pas aussi simple d'utilisation (5)**. On constate que la méthode d'essai et d'erreur nécessite une quantité importante de matériels spécifiques, souvent de nombreuses minutes d'installation et d'attente entre les mesures. Elle requiert également un port de charges pouvant être important pour le thérapeute. Au contraire, la méthode du pèse-personne ne nécessite qu'un pèse-personne, quelques dizaines de secondes d'installation et de mesure le tout sans aucun port de charge pour le thérapeute.

Le choix de la méthode est d'autant plus libre que les résultats indiquent une corrélation quasi parfaite. On peut donc utiliser indifféremment les deux méthodes.

Mais les deux méthodes ne donnent pas les mêmes valeurs de force maximale mesurée, la différence se quantifiant en moyenne à 5,98 Kg. Les différences entre FMM1 et FMM2 variant de 1 Kg à 12 Kg avec un écart-type de 2,4, il serait totalement inexact d'utiliser la différence moyenne pour estimer le résultat d'une méthode à partir de l'autre. Ainsi, **on ne peut pas comparer directement des mesures réalisées avec les deux méthodes.**

Cependant, le coefficient de corrélation entre les deux variables étant très proche de 1 ($r=0,965$) nous pouvons nous fier aux résultats de la régression linéaire. **En utilisant l'équation donnée par la régression linéaire, on peut comparer de manière extrêmement fiable des mesures de force musculaires réalisées avec les deux méthodes.**

Il convient de noter que, dans le cadre d'un suivi de renforcement d'un quadriceps, **l'augmentation de la force mise en évidence par la méthode du pèse-personne sera supérieure de 10% à la même progression évaluée par la méthode d'essai et d'erreur.**

Exemple : En début de rééducation, on mesure une FMM1 à 10 Kg soit une FMM2 à 6,7 Kg.

En fin de rééducation, on mesure une FMM1 à 20 Kg soit une FMM2 à 15,7 Kg.

Les mesures réalisées par la méthode du pèse-personne (FMM1) ont objectivé une augmentation de force de 10 Kg alors que la méthode d'essai et d'erreur (FMM2) n'a mise en évidence qu'une augmentation de force de 9 Kg. Cependant, en pratique courante, une différence de 10% n'aura pas une incidence fondamentale sur la prise en charge, d'autant que la référence lors d'un renforcement musculaire est le plus souvent le membre controlatéral. Dans ce cas, le choix de la méthode de mesure n'aura aucune conséquence.

4.2. Les limites de l'étude

4.2.1. La population

Avec 104 sujets, notre étude obtient des résultats statistiques représentatifs (selon le logiciel Power And Sample Size 2008, le nombre de sujets nécessaire est de $N = 73$). Par son mode de sélection, la population testée est très homogène en ce qui concerne l'âge, le sexe et l'IMC. Ceci permet d'éviter certains biais statistiques, mais limite l'extrapolation des résultats. Les sujets étant tous jeunes et en bon état fonctionnel, **on ne peut présager des résultats de mesures réalisées sur des patients âgés ou pathologiques.**

De la même manière, le nombre de sujet déclarant un antécédent traumatique concernant le genou testé ou une douleur dans le genou avant la mesure, n'est pas suffisant pour que l'on puisse établir de conclusion sur cette population. **Donc nous ne pouvons pas présager des résultats de mesures réalisées sur des patients souffrant d'une pathologie de genou.** De plus, dans le cas où une douleur de genou limite la mesure, la valeur relevée correspond à la Force Musculaire Douleureuse (FMD) (2,11) et non à la FMM.

4.2.2. Le matériel

Nous avons choisi d'utiliser un pèse-personne électronique afin d'augmenter la précision de la mesure (celle du pèse-personne mécanique étant de l'ordre du kilogramme). La première difficulté fût d'en trouver un avec affichage en temps réel, la plupart des pèse-personnes n'affichant la valeur que lorsqu'elle est stabilisée. Puis au cours des mesures, nous avons constaté qu'il était difficile et relativement imprécis de relever les décimales. De plus, l'appareil ne se déclenchant pas toujours au bon moment, il fût nécessaire de recommencer un certain nombre de mesures. Nous supposons à postériori qu'**un pèse-personne mécanique serait peut être plus adapté à la réalisation de mesures de la force musculaire.**

4.2.3. La méthode

Dans la réalisation des deux méthodes, il existe une notion plus ou moins importante de subjectivité et d'appréciation du thérapeute. Dans un certain nombre de mesures, les sujets relâchent la contraction d'un coup, donnant alors une mesure nette. Mais très souvent, lorsque la charge appliquée par l'une ou l'autre des méthodes devient trop élevée, **le sujet se place en légère flexion de genou de facilitant ainsi le travail musculaire** par l'utilisation du mode de contraction excentrique et surtout par une position articulaire plus favorable au développement de la force du quadriceps. Cette flexion compensatoire de quelques degrés est **encore plus difficile à apprécier lors de la méthode du pèse-personne.** Le thérapeute se situe alors à l'aplomb du genou testé et se voit donc contraint à tolérer malgré lui une légère flexion lorsque la résistance est maximale, induisant la notion de subjectivité.

On pourrait limiter l'effet de cette compensation par l'utilisation d'un miroir placé face au thérapeute. Il aurait la possibilité de contrôler l'éventuelle flexion de genou indiquant un

début de compensation et donc l'arrêt de la mesure. Nous supposons cependant que cette amélioration n'aura qu'une efficacité partielle, car on devine qu'il serait difficile de surveiller en même temps la flexion du genou dans le miroir et l'affichage du pèse personne.

4.3. Ressenti des sujets

Bien que le protocole d'étude ait été défini et appliqué dans le but d'obtenir des conditions de réalisation les plus similaires possibles entre les deux méthodes, des sujets ont spontanément réalisé des remarques comparatives sur ces méthodes.

Une remarque récurrente concerne la gêne ressentie par la compression de la cheville lors de la méthode d'essai et d'erreur. Les charges utilisées étant importantes, lors des mesures et pendant les temps de repos, la cheville est prise en étau par l'allongement fusiforme résultant de la traction de la charge sur le bottillon. Lorsque les sujets ont évoqué cette gêne, nous avons évidemment tenté de la diminuer par l'ajustement du bottillon, des élingues et en intercalant une feuille d'alèse jetable entre le bottillon et la cheville afin amortir les pressions. Bien que ce ne soit pas décrit dans le protocole initial, il semble important de prendre en compte cette gêne, en rembourrant automatiquement la zone de pression, par exemple avec une mousse. Nous supposons en effet qu'un sujet subissant une gêne voire une douleur lors de la mesure, aura une motivation moindre et donc développera une force certainement inférieure (1), faussant ainsi la mesure de la force maximale. Bien qu'il ne soit plus beaucoup utilisé, nous devons évoquer la possibilité d'utiliser un haltère pédestre (5) dont la structure métallique éviterait une compression de la cheville.

5. CONCLUSION

Au terme de cette étude, nous concluons que sur une population jeune sans pathologie du genou testé, il est effectivement possible de comparer les résultats des mesures réalisées par la méthode d'essai et d'erreur et par la méthode du pèse-personne, mais pas directement. En effet, la méthode du pèse personne donne des mesures systématiquement supérieures aux mesures réalisées par la méthode d'essai et d'erreur. C'est pourquoi on ne peut comparer les différents résultats, de manière fiable, qu'en utilisant l'équation de la relation linéaire qui les lie :

$$\text{FMM2} = 0,9 * \text{FMM1} - 2,3 \quad \text{et} \quad \text{FMM1} = (\text{FMM2} + 2,3)/0,9$$

Les deux techniques peuvent donc être utilisées indifféremment pour un suivi longitudinal, avec une mise en évidence de progression qui diffère de 10%, mais de manière parfaitement proportionnelle.

Quant à l'application des techniques, il nous apparait plus approprié d'utiliser un pèse-personne mécanique plutôt qu'électronique afin de faciliter les mesures. Un miroir placé à proximité permettra sûrement de mieux apprécier la flexion du genou lors de mesures réalisées par la méthode du pèse-personne. Pour ce qui est de la méthode d'essai et d'erreur, on améliorera certainement le confort du patient en rembourrant généreusement le bottillon de pouliothérapie en cuir, ou en utilisant un autre système de fixation des charges comme par exemple un haltère pédestre.

Les conclusions que nous pouvons tirer de notre étude sont limitées dans leurs applications en kinésithérapie. Il nous semblerait donc intéressant de vérifier ces conclusions sur une population pathologique, ainsi que sur d'autres muscles que le quadriceps.

BIBLIOGRAPHIE

01. ASTRAND P., RODAHL K. – Précis de physiologie de l'exercice musculaire. – 3^{ème} éd. - Masson, 1994. – 544 p.
02. CHAUVIN C. – Le renforcement musculaire par le travail statique intermittent. – Ann. Kinésithér., 1980, 7, p. 297 – 302.
03. DANY I., PIERRON G. – Essai d'évaluation de la force maximale isométrique mesurée (F.M.M.) – Ann. Kinésithér., 1991, 18, 5, p. 227 – 231.
04. GENOT C., NEIGER H., LEROY A., PIERRON G., DUFOUR M., PENINOU G. – Kinésithérapie I principes : Bilans Techniques passives et actives de l'appareil locomoteur. – Flammarion, 1983. – 153 p.
05. GUILLAUME A., PIERRON G. – Rapport entre la RM et la FMM du quadriceps crural. – Ann. Kinésithér., 1991, 18, 5, p. 221 – 225.
06. HOGREL J., OLLIVIER G., DESNUELLE C. – Testing musculaire manuel et quantifié dans les maladies neuromusculaires – comment assurer la qualité des mesures de force dans les protocoles cliniques ? – Rev. Neurol., 2006, 162, p. 427 – 436.
07. KOTZKI N., DUPEYRON A. – Renforcement musculaire et reprogrammation motrice. – Paris : Masson, 2008. – 176 p.
08. MATUSZAK M., FRY A., WEISS L., IRELAND T., MCKNIGHT M., - J Strength Cond Res., 2003, 17(4), p. 634-7.
09. MONEDI J., LAVIGNOLLE B., GIOUX M. – Muscle et rééducation : techniques de récupération de la force et du volume musculaire. – Paris : MASSON, 1988. – 244 p.
10. TROISIER O. – Limites de la force maxima mesurée en contraction isométrique. – Ann. Readapt. Med. Phys., 1988, 31, p. 417 – 424.
11. TROISIER O. – Méthodes d'évaluation et renforcement de la force et de la puissance musculaire. – Cah. Kinésithér., 1982, fasc. 93, n° 1, p. 7-44.
12. TROISIER O., MICHAUT E., PELISSE F. - Evaluation de la force musculaire par le statergomètre. – Ann. méd. phys., 1980, 23, p. 501 – 507.

Sources internet :

<http://kinesitherapie.chez-alice.fr/EP17scoreconstant.htm>
<http://kinesitherapie.chez-alice.fr/EG30evaluationforcedcus.htm>
<http://clic.ntic.org/cgi-bin/aff.pl?page=article&id=41>
<http://www.gnb.ca/0000/publications/servped/Educationphysique11e2007.pdf>
<http://prevost.pascal.free.fr/theorie/eval/evalFMT0.htm>

ANNEXES

ANNEXE I

Fiche de renseignements du sujet n° ____

Date de naissance : ____/____/____

Sexe : Homme Femme

Pied dominant (celui que l'on utilise pour taper dans une balle) :

Droit Gauche

Antécédents traumatiques concernant le genou testé : Oui Non

Poids : ____ Kg

Taille : ____ cm

Douleur ou gêne dans le genou concerné avant le test : Oui Non

Résultats des mesures :

FMM1 = Force maximale mesurée à l'aide du pèse personne : ____ Kg

FMM2 = Force maximale mesurée avec la méthode s'essai et d'erreur : ____ Kg

ANNEXE II

Récapitulatif des fiches de renseignements et des mesures réalisées :

Sujet n°	Date de naissance	Sexe	Pied dominant	Antécédents	Poids (en Kg)	Taille (en cm)	Douleur avant	FMM1 (en Kg)	FMM2 (en Kg)
1	09/06/1988	F	D	N	48	154	N	24	20
2	10/06/1987	F	D	O	67	175	N	20	18
3	30/01/1986	H	D	N	115	190	O	42	38
4	22/01/1987	F	D	N	57	167	N	20	17
5	26/12/1987	F	D	N	53	171	N	26	23
6	07/06/1987	H	D	N	84	183	N	40	38
7	02/07/1988	F	D	N	50	171	N	21	17
8	23/03/1987	H	D	N	85	187	N	48	47
9	21/11/1986	H	D	N	73	179	N	50	47
10	20/11/1981	H	D	N	85	192	N	46	44
11	01/11/1986	H	D	N	71	175	N	48	42
12	27/01/1989	F	D	N	53	163	N	36	31
13	06/06/1986	H	D	N	69	173	N	38	35
14	03/01/1986	F	D	N	58	159	N	28	21
15	06/11/1988	F	D	N	74	163	N	28	22
16	17/08/1988	H	D	N	73	177	N	40	29
17	27/09/1987	H	D	N	80	185	N	48	46
18	18/01/1987	F	D	N	55	163	N	21	18
19	30/08/1985	H	D	N	69	175	N	47	41
20	27/02/1987	H	D	N	72	181	N	38	28
21	15/03/1982	H	D	N	70	175	N	46	40
22	15/03/1988	H	D	N	75	171	N	48	40
23	02/10/1989	H	G	N	72	186	N	44	36
24	06/06/1984	F	D	N	60	173	N	27	25
25	04/09/1975	F	D	O	54	165	N	31	25
26	28/05/1988	F	G	N	62	170	N	34	25
27	14/02/1988	F	G	N	61	175	N	28	23
28	27/07/1988	H	D	N	48	165	N	28	21
29	16/05/1987	H	D	N	70	185	N	31	26
30	16/02/1987	F	D	O	57	165	O	37	31
31	08/11/1988	H	D	N	74	177	N	40	36
32	01/08/1988	F	D	N	52	160	N	37	31
33	24/04/1982	F	D	N	50	165	N	37	30
34	02/08/1988	H	D	N	70	175	N	44	36
35	14/05/1988	H	D	N	73	186	N	38	31
36	31/05/1988	F	D	N	53	168	N	24	20

Sujet n°	Date de naissance	Sexe	Pied dominant	Antécédents	Poids (en Kg)	Taille (en cm)	Douleur avant	FMM1 (en Kg)	FMM2 (en Kg)
37	17/04/1984	F	D	N	65	174	N	41	31
38	04/10/1987	F	D	N	58	165	N	35	26
39	14/02/1987	F	D	N	65	174	N	36	28
40	19/10/1987	F	D	N	63	167	N	38	30
41	11/06/1988	H	G	N	70	180	N	46	35
42	03/01/1987	H	D	N	82	188	O	51	45
43	13/11/1987	H	D	N	70	177	N	45	35
44	07/08/1987	H	D	O	80	188	N	33	28
45	25/03/1985	H	D	N	83	185	N	38	29
46	11/04/1987	H	D	N	76	187	N	40	31
47	23/02/1988	H	D	N	79	176	N	46	38
48	13/12/1988	H	D	N	69	180	N	31	26
49	14/10/1987	H	D	N	70	175	O	43	38
50	13/02/1985	H	D	N	80	180	O	44	36
51	16/05/1978	H	G	N	66	173	N	35	28
52	22/12/1987	F	D	N	54	170	N	28	21
53	30/09/1986	H	D	N	86	180	N	48	42
54	22/01/1988	F	D	N	56	163	N	30	22
55	26/10/1978	F	D	N	44	150	O	33	29
56	27/10/1976	H	D	N	72	176	N	46	42
57	21/05/1986	H	D	N	80	200	O	47	38
58	16/12/1988	F	D	N	51	162	O	30	22
59	05/08/1988	H	D	N	66	173	N	33	29
60	07/09/1987	H	D	N	69	180	N	33	29
61	21/03/1977	H	D	N	70	182	O	38	26
62	27/02/1988	H	D	N	75	182	N	43	36
63	24/06/1977	H	D	O	100	175	N	51	44
64	07/02/1987	H	D	N	73	172	N	43	35
65	20/04/1987	F	D	N	65	176	N	38	30
66	07/04/1982	F	D	N	57	168	O	19	15
67	09/12/1980	H	D	N	75	183	N	42	34
68	10/04/1987	F	G	N	50	161	N	29	25
69	01/03/1989	F	D	N	75	180	N	37	32
70	29/12/1988	H	D	N	86	184	N	45	41
71	29/03/1987	F	D	N	55	165	N	28	23
72	20/03/1988	H	D	N	70	178	N	30	25
73	14/07/1990	H	G	N	75	178	N	50	41
74	01/05/1985	H	D	N	80	180	N	48	40
75	24/11/1987	F	D	N	59	166	N	29	23
76	26/04/1989	H	D	N	66	176	N	48	41

Sujet n°	Date de naissance	Sexe	Pied dominant	Antécédents	Poids (en Kg)	Taille (en cm)	Douleur avant	FMM1 (en Kg)	FMM2 (en Kg)
77	25/03/1989	H	D	N	85	188	N	52	49
78	29/08/1987	F	D	N	55	166	N	28	23
79	21/10/1989	F	D	N	52	165	N	26	22
80	03/04/1975	F	D	N	50	170	N	16	15
81	10/06/1983	H	D	N	76	175	N	46	38
82	25/11/1988	H	D	N	58	174	N	48	41
83	01/07/1987	H	G	N	80	176	N	48	41
84	21/11/1986	F	D	N	66	174	N	35	32
85	11/04/1988	H	D	O	79	171	N	41	34
86	03/04/1988	F	D	N	64	170	N	30	25
87	31/12/1986	F	D	N	54	170	N	30	26
88	29/12/1986	H	G	N	72	174	N	40	33
89	04/02/1986	F	D	N	54	161	N	25	19
90	06/01/1988	F	D	N	52	160	N	33	30
91	06/02/1986	F	G	N	48	157	N	33	26
92	09/08/1984	H	D	N	75	178	N	58	48
93	08/07/1989	F	D	O	60	168	N	30	26
94	09/05/1988	H	D	N	61	178	N	47	40
95	11/06/1988	F	D	N	55	164	N	32	23
96	09/10/1989	F	D	N	61	169	N	30	27
97	10/12/1988	F	D	N	58	165	N	17	14
98	27/09/1989	F	D	N	60	166	N	32	25
99	26/02/1987	H	G	N	70	170	N	42	37
100	13/05/1984	F	D	N	70	186	N	43	35
101	20/04/1984	F	G	N	56	169	O	39	30
102	29/09/1988	F	D	N	62	172	N	27	21
103	01/02/1989	F	D	N	55	162	N	31	25
104	05/02/1987	F	D	N	58	168	N	27	23

ANNEXE III

Analyse descriptive de l'échantillon

La procédure MEANS

Variable	Libellé	Nb	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
age	age	103	21.6893204	3.2024168	18.0000000	33.0000000
imc	Indice de masse corporelle	104	21.9710426	2.5700116	17.0992784	32.6530612
FMM1_Kg	FMM1_Kg	104	36.7019231	9.0702542	16.0000000	58.0000000
FMM2_Kg	FMM2_Kg	104	30.7211538	8.4479638	14.0000000	49.0000000

Analyse descriptive de l'échantillon

La procédure FREQ

sexe				
sex	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcent. cumulé
1	54	51.92	54	51.92
2	50	48.08	104	100.00

antécédents				
atcd	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcent. cumulé
0	97	93.27	97	93.27
1	7	6.73	104	100.00

douleur avant le test				
douleur	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcent. cumulé
0	93	89.42	93	89.42
1	11	10.58	104	100.00

ped dominant				
ped	Fréquence	Pourcentage	Fréquence cumulée	Pourcent. cumulé
1	92	88.46	92	88.46
2	12	11.54	104	100.00

corrélation entre les deux mesures de force (analyse bivariée)

La procédure CORR

1 Avec Variables :	FMM2_Kg
1 Variables :	FMM1_Kg

Statistiques simples							
Variable	Nb	Moyenne	Écart-type	Somme	Minimum	Maximum	Libellé
FMM2_Kg	104	30.72115	8.44796	3195	14.00000	49.00000	FMM2_Kg
FMM1_Kg	104	36.70192	9.07025	3817	16.00000	58.00000	FMM1_Kg

Coefficients de corrélation de Pearson, N = 104 Prob > r under H0: Rho=0	
	FMM1_Kg
FMM2_Kg	0.96490
FMM2_Kg	<.0001

Pearson Statistiques de corrélation (Transformation z de Fisher)									
Variable	Avec variable	Nb	Corrélation d'échantillonnage	Z de Fisher	Ajustement biaisé	Estimation des corrélations	Limites de confiance 95 %		p Value for H0:Rho=0
FMM1_Kg	FMM2_Kg	104	0.96490	2.01247	0.00468	0.96457	0.948112	0.975877	<.0001

régression linéaire entre les deux mesures de force (analyse bivariée)

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: FMM2_Kg FMM2_Kg

Number of Observations Read	104
Number of Observations Used	104

Analyse de variance					
Source	DF	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	1	6843.90945	6843.90945	1376.87	<.0001
Error	102	507.00401	4.97063		
Corrected Total	103	7350.91346			

Root MSE	2.22949	R-Square	0.9310
Dependent Mean	30.72115	Adj R-Sq	0.9304
Coeff Var	7.25718		

Résultats estimés des paramètres						
Variable	Libellé	DF	Résultat estimé des paramètres	Erreur std	Valeur du test t	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-2.26281	0.91540	-2.47	0.0151
FMM1_Kg	FMM1_Kg	1	0.89870	0.02422	37.11	<.0001

régression linéaire entre les deux mesures de force avec ajustement (analyse multivariée)

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: FMM2_Kg FMM2_Kg

Number of Observations Read	104
Number of Observations Used	103
Number of Observations with Missing Values	1

Analyse de variance					
Source	DF	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur F	Pr > F
Model	6	6762.94437	1127.15740	229.30	<.0001
Error	96	471.91000	4.91573		
Corrected Total	102	7234.85437			

Root MSE	2.21714	R-Square	0.9348
Dependent Mean	30.82524	Adj R-Sq	0.9307
Coeff Var	7.19263		

Résultats estimés des paramètres						
Variable	Libellé	DF	Résultat estimé des paramètres	Erreur std	Valeur du test t	Pr > t
Intercept	Intercept	1	-1.95617	3.46674	-0.56	0.5739
FMM1_Kg	FMM1_Kg	1	0.86770	0.03702	23.44	<.0001
sex	sexe	1	-0.45656	0.65215	-0.70	0.4856
age	age	1	0.01099	0.07026	0.16	0.8760
lmc	Indice de masse corporelle	1	0.12222	0.10535	1.16	0.2489
douleur	douleur avant le test	1	-0.76194	0.72597	-1.05	0.2966
pled	pled dominant	1	-1.20420	0.68711	-1.75	0.0829