

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE
DE NANCY

**PRISE EN COMPTE DU PIED DANS LA MESURE DE
LONGUEUR ANATOMIQUE DU MEMBRE INFÉRIEUR :
VARIABILITÉ INTRA ET INTER-TESTEURS**

Mémoire présenté par **Vincent HÉLIGOT**
étudiant en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État
de Masseur-Kinésithérapeute.
2011-2012

SOMMAIRE

	Page
RÉSUMÉ	
1. INTRODUCTION	1
2. MÉTHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	2
3. MATÉRIEL ET MÉTHODE	6
3.1. Protocole intra-testeur	6
3.1.1. Population	6
3.1.2. Les critères d'inclusion et d'exclusion	6
3.1.3. Matériel et protocole	7
3.1.3.1 Matériel	7
3.1.3.2. Protocole	7
3.2. Protocole inter-testeurs	9
3.2.1. Population	9
3.2.2. Les examinateurs	10
3.2.3. Matériel et Protocole	10
3.2.3.1. Matériel	10
3.2.3.2. Protocole	10
3.3. Méthode statistique	11
4. RÉSULTATS	12
4.1. Intra-testeur	12
4.1.1. Description de l'échantillon	12

4.1.2. Légende utilisée	12
4.1.3. Variabilité et côté mesuré	13
4.1.4. Variabilité et sexe du sujet mesuré	13
4.1.5. Variabilité et membre inférieur dominant du sujet mesuré	14
4.1.6. Variabilité et âge du sujet mesuré	14
4.1.7. Variabilité et I.M.C. du sujet mesuré	15
4.2. Inter-testeurs	15
4.2.1. Variabilité et côté mesuré	15
4.2.2. Variabilité et sexe de l'examineur	16
4.2.3. Variabilité et latéralité de l'examineur	16
4.2.4. Variabilité et expérience de l'examineur	17
5. DISCUSSION	17
5.1. Intra-testeur	18
5.1.1. Variabilité générale	18
5.1.2. Variabilité et sexe	18
5.1.3. Variabilité et côté dominant	19
5.1.4. Variabilité et âge	19
5.1.5. Variabilité et I.M.C.	20
5.2. Inter-testeurs	21
5.2.1. Variabilité générale	21
5.2.2. Variabilité et sexe de l'examineur	21

5.2.3. Variabilité et expérience	22
5.2.4. Variabilité et latéralité de l'examineur	22
5.3. Les problèmes rencontrés	23
5.3.1. L'élaboration du protocole	23
5.3.2. La prise de mesure	24
5.4 Intérêts pour le Masseur-Kinésithérapeute	25
6. CONCLUSION	26
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

Résumé

Le Masseur-Kinésithérapeute (M.K.) dans son bilan orthopédique évalue la longueur anatomique de membre inférieur. Pour ce faire il utilise des méthodes cliniques directes ou indirectes. Après une recherche bibliographique concernant les méthodes de mesures de membres inférieurs, il est apparu qu'aucune méthode directe ne tenait compte du pied.

Objectif : montrer que la prise en compte du pied n'augmente pas la variabilité des mesures centimétriques chez des sujets sains.

Méthode : Intra-testeur : 1 examinateur mesure (avec un mètre ruban aveugle) à 3 reprises les 2 membres inférieurs de 56 sujets sains avec une méthode référente (M.R.) : de l'E.I.A.S. à la malléole médiale et avec une méthode intégrant le pied (M.V.) : de l'E.I.A.S. à la styloïde du 5^{ème} métatarse.

Inter-testeurs : 20 examinateurs mesurent (avec un mètre ruban aveugle) à 3 reprises les 2 membres inférieurs d'1 sujet sain avec les deux méthodes.

Avec les deux méthodes « un écart » a été calculé. Pour chaque membre inférieur cet écart est égal à la différence entre la plus grande et la plus petite mesure obtenue. Les moyennes des écarts calculées avec les deux méthodes ont ensuite été comparées à l'aide de tests de Student.

Résultats : -intra-testeur : - M.V. est sensible à l'âge ($p=0,03$). Elle n'est pas sensible au sexe ni au côté mesuré ($p>0,09$). Elle semble sensible ($0,05<p<0,09$) au caractère dominant du membre inférieur, et à l'I.M.C. du sujet mesuré.

- M.R. est sensible au côté mesuré ($p=0,03$) et à l'I.M.C. supérieur à 18 ($p=0,04$). Mais elle ne présente pas de sensibilité ($p>0,09$) au sexe, au côté dominant et à l'âge du sujet mesuré.

La sensibilité de la méthode référente (M.R.) au côté mesuré sur notre échantillon en fait une méthode moins sûre que notre méthode (M.V.).

-inter-testeurs : les particularités (âge, sexe, expérience) des examinateurs n'ont pas d'influence sur les moyennes des écarts de notre échantillon et ce quelle que soit la méthode.

Conclusion : En intra comme en inter-testeurs notre travail permet de démontrer que la prise en compte du pied sur notre échantillon n'augmente pas la variabilité des mesures centimétriques.

Le M.K. pourra donc, sous certaines conditions tenir compte du pied lors de la mesure de membre inférieur. Il devra être vigilant à la hauteur de la table, ainsi qu'à l'installation du sujet (écart inter-malléolaire, axe de symétrie du corps). La réalisation de 3 ponts fessiers suivis d'un remplacement passif des membres avant la prise de mesures équilibreront le tonus du plan postérieur. Enfin en réalisant la moyenne de deux mesures il augmentera la fiabilité du test.

Mots clés : leg length discrepancy, leg length inequality, leg length measurement, method of leg length, et leurs traductions en langue française.

1. INTRODUCTION

Le Masseur-Kinésithérapeute (M.K.) au cours de son examen clinique (1, 2, 3, 4, 5) est amené à évaluer l'existence d'une différence de longueur entre les deux membres inférieurs. La littérature recense deux types de différence de longueur de membre inférieur appelées aussi Leg Length Discrepancy (L.L.D.) (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) :

- la L.L.D. anatomique ou structurelle : décrite comme « *une asymétrie du squelette quelque part sur le membre inférieur* » (8).

- la L.L.D. fonctionnelle ou apparente : décrite comme « *une réponse physiologique à une altération mécanique le long d'une chaîne cinétique depuis le pied jusqu'à la colonne lombaire donnant l'apparence d'une jambe courte* » (14). C'est un « *phénomène qui ne fait pas l'unanimité* » (8).

L'évaluation de la L.L.D. se fait à l'aide de méthodes cliniques (1, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21) ou de techniques d'imageries (6, 7, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21). L'imagerie est considérée comme l'instrument de mesure le plus reproductible et le plus fiable « gold standard » (6). Pour pallier à son accès difficile, onéreux et exposant le patient à des doses de rayons X, des méthodes cliniques moins précises se sont développées. Nous retrouvons une méthode clinique indirecte (6, 7, 11, 12, 15, 17, 21) consistant à placer des cales sous le membre inférieur court afin d'obtenir l'équilibre du bassin chez un sujet en charge (la L.L.D. étant égale à la hauteur des cales). Nous recensons aussi l'utilisation de méthodes directes (1, 2, 3, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 18, 20, 21) mesurant à l'aide d'un mètre ruban la distance entre deux points fixes osseux chez un sujet en décubitus. Le contrôle visuel (8, 9)

est utilisé par les chiropracteurs et est démontré dans la littérature. Bien que la méthode indirecte soit considérée comme la plus fiable et la plus reproductible des méthodes cliniques (6, 14), il existe des désaccords. Mann (22) trouve une mauvaise fiabilité dans la détermination de la hauteur de la crête iliaque et Frieberg écrit que la méthode indirecte est « *inexacte et imprécise* » (6). La littérature révèle aussi de nombreuses divergences quant à la validité et la reproductibilité intra et inter-examineurs des mesures cliniques (6, 7). Gurney (6) parle « *d'un désaccord quant à la validité et la fiabilité de ces méthodes* ». Sabharwal précise (7) que « *la majorité des études sont des séries rétrospectives de cas avec de multiples variables non clairement définies par les chercheurs* ».

Pour Sabharwal (7) « *la méthode idéale pour évaluer la L.L.D. devrait être (...) exacte, fiable, visualisant le membre entier et minimisant les expositions aux rayons X (...)* ». Dans la littérature, la seule méthode clinique incluant le pied est une méthode en charge. Mais le Masseur-Kinésithérapeute est souvent confronté à des patients ne bénéficiant que d'un appui partiel. Il doit alors mesurer une longueur anatomique chez un patient en décharge. La question se pose de savoir si inclure le pied dans une méthode clinique en décharge aurait un impact sur la prise de mesures.

2. MÉTHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Nous proposons dans ce travail une méthode clinique directe en décharge incluant le membre entier (M.V.) : de l'épine iliaque antéro supérieure (E.I.A.S.) à la styloïde du 5^{ème} métatarse. Nous comparons les résultats obtenus avec M.V. à ceux trouvés avec une « méthode référente » (M.R.) (1) : de l'E.I.A.S. à la malléole médiale. Il ne s'agit pas ici de

mesurer une inégalité de longueur de membre inférieur mais de comparer deux méthodes cliniques en décharge. L'objectif est de montrer qu'inclure le pied n'augmente pas la variabilité des mesures centimétriques intra et inter-testeurs. Nous faisons l'hypothèse que chez des sujets sains la variabilité des mesures centimétriques obtenue avec « notre méthode » est moins importante que celle obtenue avec une « méthode référente ». Pour répondre à cette hypothèse, nous analysons dans un premier temps comment M.V. et M.R. se comportent par rapport aux caractéristiques du sujet mesuré (âge, I.M.C., sexe, côté dominant). Puis nous regardons pour les deux méthodes si les singularités de l'examineur (sexe, expérience, latéralité) ont un effet sur la variabilité des mesures centimétriques.

La recherche bibliographique s'est déroulée entre les mois d'Août et Décembre 2011. Nous avons interrogé les bases de données : Pubmed, Pedro, Kinédoc, Google scholar, Cochrane. Pour qu'un article soit retenu il devait au moins contenir l'utilisation d'une méthode clinique. Les revues de la littérature concernant les méthodes de mesures de L.L.D. étaient toutes retenues. Les articles abordant les pathologies, les techniques d'imagerie, les méthodes d'allongement, le traitement d'une L.L.D., la pédiatrie et enfin les rapports entre L.L.D. et pathologies ont été exclus. Les références trouvées avec les mots clés « leg length assessment », ne correspondant pas à nos attentes. Nous avons réorienté notre recherche en utilisant les mots-clés suivants : leg length discrepancy, leg length inequality, leg length measurement, method of leg length.

- Pubmed

Avec les critères de recherches : 10 ans/ anglais, français/ êtres humains/ adulte 19-44 ans et les mots clés « **Leg Length discrepancy** » nous retenons 5 références (8, 9, 15, 16, 21) sur 276 résultats. Avec « **Leg length inequality** » nous gardons 3 articles (8, 15, 21) sur 208 résultats. N'ayant que peu d'articles nous étendons notre recherche sur la période 1980-2011. Avec « **Leg Length discrepancy** » nous sélectionnons 9 références (6, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 23, 24) sur 660 résultats. Avec « **Leg length inequality** » 3 références (8, 15, 24) sur 524 résultats sont relevées. En utilisant « **leg length measurement** » nous gardons 4 articles (15, 17, 23, 24) sur 165 résultats. Avec « **method of leg length** » (présent dans le titre) nous retenons 3 articles (16, 17, 23) sur 6 références.

- Pedro

En recherche simple avec « **leg length discrepancy** » nous obtenons 2 résultats qui ne sont pas retenus. Aucun résultat n'apparaît avec « **leg length inequality** ». Avec « **method of leg length** » dans le titre (recherche avancée : essai clinique) nous ne sélectionnons aucun des 22 résultats. En recherche simple avec « **method of leg length** » les 44 résultats sont exclus. Aucun des 17 articles n'est retenu avec les mots clés « **leg length measurement** ».

- Google Scholar

Sur la période 1980-2011, avec « **Leg length discrepancy** » (présents dans le titre, expression exacte) nous retenons 6 références (6, 7, 14, 15, 16, 23) sur 172 résultats. Avec les

mêmes critères et « **leg length inequality** », nous relevons 5 articles (9, 10, 11, 17, 25) sur 91. Aucun article sur les 12 n'est retenu avec les mots clés « **leg length measurement** ». Avec « **method of leg length** » nous ne gardons aucune référence sur les 3 obtenues.

- Cochrane

Les critères utilisés : Base cochrane, Title abstract, Keyword, de 1980 à 2011 avec « **Leg length discrepancy** » nous ne retenons aucun des 13 essais cliniques trouvés. Avec « **method of leg length** » nous conservons 1 essai clinique (8) sur 124. Aucune des 3 revues Cochrane et des 2 évaluations économiques ne correspondent à nos attentes. Seul (8) est retenu avec les mots clés « **Leg length measurement** ». L'utilisation de « **leg length inequality** » nous permet de sélectionner 2 essais cliniques (8, 24) sur 42.

- Kinédoc

Nous utilisons les mots clés : « inégalité de longueur de membres », « mesure de membres inférieurs », « mesure de longueur de membres inférieurs », « méthodes de mesures de membres inférieurs ». Aucun des mots clés ne nous apportent de références exploitables.

- Recherches manuelles

Les échanges avec notre référent concernant la bibliographie ont été très fréquents (1, 2, 3, 5, 19). Les ouvrages d'anatomie (26, 27, 28, 29) étaient déjà en notre possession. La consultation des archives du Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy (J.O.S.P.T.)

nous a permis de trouver 5 références (12, 13, 20, 22, 30). En utilisant la bibliographie de certains articles, nous avons trouvé une référence (31) qui n'apparaissait pas lors de nos recherches dans les bases de données.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Nous remarquons que la position du sujet lors des mesures n'est pas toujours bien définie, que la hauteur de la table est un thème rarement abordé, et que la prise en compte du pied ne se fait que dans la méthode indirecte. Nous essayons au travers de notre protocole d'être le plus reproductible possible dans l'installation du sujet et de l'examineur.

3.1. Protocole Intra-testeur

3.1.1. Population

La population est composée de 56 sujets sains, tous étudiants à l'Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie (I.L.F.M.K.) Notre étude comporte 26 hommes et 30 femmes dont la moyenne d'âge est de 22,2 ans \pm 3,6.

3.1.2. Les critères d'inclusion et d'exclusion

Les sujets présentant des antécédents traumatiques de moins de trois mois au niveau du rachis, du bassin, et du membre inférieur (fémur, tibia, fibula, pied) sont exclus. (Woodfield exclut de son étude (9) les sujets ayant eu un traumatisme du membre inférieur de moins de 30 jours). Les sujets de moins de 18 ans ne sont pas retenus puisqu'il est possible à cet âge

que la croissance ostéo-myo-articulaire ne soit pas terminée. La sédentarité ou l'activité sportive ne constitue pas un facteur d'exclusion. Les sujets sont prévenus et acceptent d'être intégrés dans un protocole consistant à mesurer les membres inférieurs.

3.1.3. Matériel et protocole

3.1.3.1 Matériel

Le matériel est composé : d'une table de massage électrique à hauteur réglable, d'un coussin triangulaire pour mettre sous la tête (10 cm d'épaisseur), d'une fiche de renseignements (ann. I), d'un mètre ruban de couturière dont une des faces est cachée (fig. 1, ann. II), d'une épingle à chignon et d'un goniomètre de Cochin (fig. 2, ann. II), d'un caisson amovible fabriqué en bois et en aluminium permettant de positionner la talo crurale à 10° de flexion plantaire pendant les mesures (fig. 3, ann. II), d'un marche pied, du logiciel Excel et ses macros. L'ensemble du matériel nécessaire au recueil des données a été testé et adapté lors de pré-tests.

3.1.3.2. Protocole

L'intérêt du protocole est de voir si la prise en compte du pied (avec M.V.) augmente la variabilité des mesures centimétriques. Chaque sujet est recruté par appel selon un ordre aléatoire. A son entrée nous l'informons du protocole. Il finalise ensuite son accord en remplissant la fiche de renseignements (ann. I). Pour connaître le côté dominant du sujet nous décidons de le faire monter sur un marche pied. Le premier pied posé sur la marche détermine

le côté dominant. La suite du protocole de mesures se fait membres inférieurs dénudés (sans chaussettes ni pantalon).

- Position de l'examineur et de la table

L'examineur se place pieds joints à côté de la table les membres supérieurs le long du corps et les mains positionnées à plat. Cette position détermine la hauteur de la table.

- Position du sujet

Le sujet s'installe en décubitus (pour Beattie **(18)** la position couchée reprend la position anatomique de référence) sur la table avec un coussin triangulaire sous sa tête. Au préalable, le milieu de la table a été matérialisé par une bande de strap placée dans la longueur. (Beattie **(18)** matérialise ainsi « *l'axe de symétrie du corps* »). La bande de strap est située dans le prolongement de l'entre-jambe du sujet (fig. 4, ann. II).

- Déroulement des mesures

Le sujet réalise trois ponts fessiers (fig. 5, ann. II) afin d'équilibrer son bassin (Bonneau **(31)** considère que « *cet exercice équilibre le tonus du plan postérieur* »). Puis l'examineur repositionne passivement les membres inférieurs sur la table. L'examineur place les pieds du sujet dans le caisson amovible et le règle de façon à avoir une amplitude de 10° de flexion plantaire au niveau des talo crurales ainsi qu'un espace inter malléolaires de 20 cm (10 cm de part et d'autre de la bande de strap). (Petronne **(15)** met 15 cm entre les talons, Hoyle **(13)** met

la même distance entre les talons que celle entre les deux E.I.A.S.). Le sujet croise ses membres supérieurs sur son thorax. Une première mesure est réalisée à l'aide du mètre ruban aveugle en prenant comme repères osseux l'E.I.A.S. (bout métallique placé dessous en butée) et la styloïde du 5ème métatarse (M.V.) (fig. 7, ann. II). L'examineur marque la mesure à l'aide de l'épingle. Cette mesure réalisée successivement sur les membres inférieurs droit et gauche, est reproduite à trois reprises (dans la littérature il est préconisé de faire la moyenne de deux mesures (18), Petronne (15) prend quant à lui trois mesures). Chaque prise de mesures est entrecoupée de trois ponts fessiers (puis repose des membres inférieurs passivement par l'examineur). Chaque mesure est enregistrée par le sujet dans un tableau récapitulatif. L'examineur réalise (sans la présence du caisson) selon les mêmes critères (hauteur de table, installation du sujet, ponts fessiers, nombre de mesures avec mètre ruban aveugle...) les mesures de membres inférieurs de l'E.I.A.S. à la malléole médiale (M.R.) (fig. 6, ann. II).

Quelle que soit la méthode utilisée le mètre ruban emprunte le trajet le plus direct entre les points de repères osseux. L'examineur ne connaît jamais la valeur des mesures réalisées durant le protocole. Le recueil des données fait par le sujet est repris ensuite par l'examineur dans un tableau Excel.

3.2. Protocole inter-testeurs

3.2.1. Population

Un homme de 29 ans, 1,74 m, 65 kg. Le sujet respecte les critères d'exclusion cités précédemment.

3.2.2. Les examinateurs

Il s'agit de 10 étudiants volontaires de 3ème année (K3) et de 10 étudiants de 1^{ère} année (K1) de l'I.L.F.M.K. de Nancy. 8 sont des femmes et 12 des hommes, 3 sont gauchers et 17 droitiers. Ils prennent connaissance du protocole de mesures grâce à un document écrit (ann. III). Ils signent ce document attestant leur consentement à participer à l'étude.

3.2.3. Matériel et Protocole

3.2.3.1. Matériel

Le matériel est le même que pour les mesures intra-examineur.

3.2.3.2. Protocole

Chaque examinateur reçoit un document écrit comprenant les consignes relatives au protocole (ann. III). Les examinateurs n'ont pas d'autres informations que celles présentes sur le document écrit.

☛ Position de l'examineur et de la table :

L'examineur se place pieds joints à côté de la table, bras le long du corps et mains à plat sur la table. Cela détermine la hauteur de la table.

- Position du sujet :

Une bande adhésive est installée sur la table dans le sens de la longueur matérialisant ainsi l'axe de symétrie du corps (18). Le sujet se place en décubitus, la bande adhésive dans le prolongement de l'entre-jambe (fig. 4, ann. II).

- Déroulement des mesures :

De la même manière que dans le protocole intra-testeur.

3.3. Méthode statistique

Nous manipulons des variables quantitatives, et les mesures obtenues avec M.V. ne dépendent pas de celles obtenues avec M.R. Pour le traitement statistique nous utilisons les « macros complémentaires » présents sous Excel. Avant chaque test statistique nous nous assurons de l'égalité des variances des deux échantillons (F-test). Cela nous permet de déterminer si la distribution suit une loi normale. Si nous constatons une valeur de F non significative ($p > 0,05$) nous comparons les moyennes des deux échantillons avec un Test de Student. Si la valeur de F est significative ($p < 0,05$) nous utilisons le test de Welch-Aspin (W.A.). M.V. prend en compte le pied alors que la méthode référente (M.R.) s'arrête à la malléole médiale. Cela entraîne des différences entre les mesures de M.V. et de M.R. Afin d'être cohérent nous avons utilisé pour chaque méthode un « ratio » que nous appelons écarts. Ces écarts sont calculés en retranchant la plus petite des mesures obtenue à la plus grande. Comparer ces différents écarts nous permet de déterminer si une méthode présente moins de variabilité qu'une autre. Nous analysons les moyennes des écarts obtenues en fonction des particularités du sujet et en fonction des singularités des examinateurs.

4. RÉSULTATS

4.1. Intra-testeur

4.1.1. Description de l'échantillon

Tableau I : l'échantillon

	Population générale	Hommes	Femmes
Nombre	56	26	30
Age (années)	22,2 ± 3,6	22,3 ± 3,6	22,1 ± 3,8
I.M.C. (Indice de Masse Corporelle)	21,9 ± 2,3	22,5 ± 2,1	21,3 ± 2,3

4.1.2. Légende utilisée

Tableau II : abréviations utilisées

M.V. G. (+--)	écart (différence entre la plus grande et la plus petite valeur) obtenu lors de la mesure du membre inférieur Gauche avec la méthode M.V.
M.V. D. (+--)	écart obtenu lors de la mesure du membre inférieur Droit avec la méthode M.V.
M.R. G. (+--)	écart obtenu lors de la mesure du membre inférieur Gauche avec la méthode M.R.
M.R. D. (+--)	écart obtenu lors de la mesure du membre inférieur Droit avec la méthode M.R.

* : différence significative ($p < 0,05$)

I : écart type

◊ : différence qui tend à être significative ($0,06 < p < 0,09$)

4.1.3. Variabilité et côté mesuré

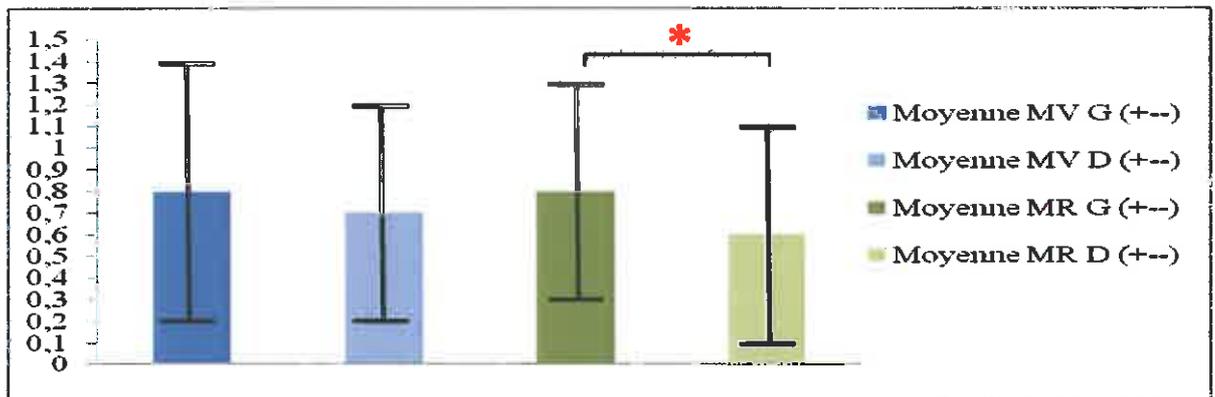


Figure 1 : histogramme présentant les moyennes des écarts gauches et droits \pm écarts types.

Les moyennes des écarts droits sont inférieures aux moyennes des écarts gauches quelle que soit la méthode utilisée. Cette différence est statistiquement significative ($p=0,03$) pour M.R. (tab. I, ann. IV).

4.1.4. Variabilité et sexe du sujet mesuré

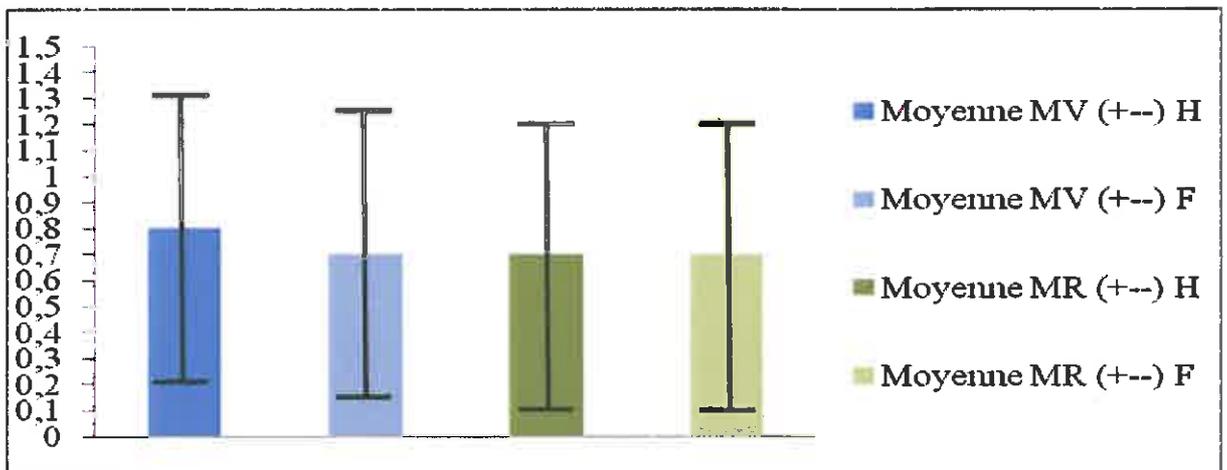


Figure 2 : histogramme présentant les moyennes des écarts \pm écarts types en fonction du sexe du sujet.

Les moyennes des écarts sont moins élevées avec M.R. qu'avec M.V., mais cette différence n'est pas significative (tab. II, ann. IV).

4.1.5. Variabilité et membre inférieur dominant du sujet mesuré

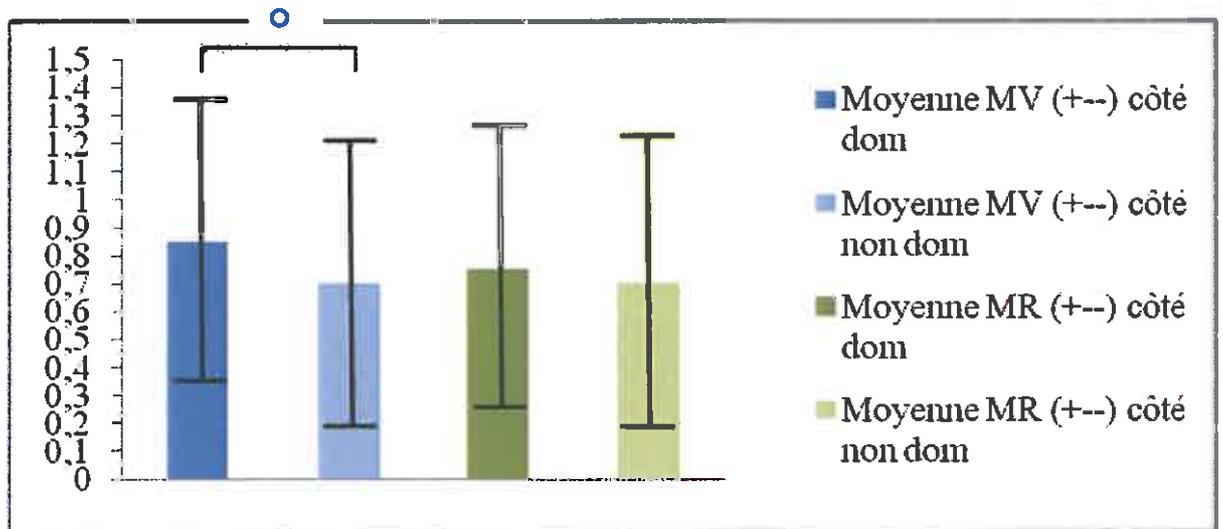


Figure 3 : histogramme représentant les moyennes des écarts \pm écarts types en fonction du côté dominant du sujet.

Les moyennes des écarts sont plus importantes quand le côté dominant est mesuré et ce quelle que soit la méthode. Cette différence tend à être significative pour M.V. ($p=0,06$) (tab. III, ann. IV).

4.1.6. Variabilité et âge du sujet mesuré

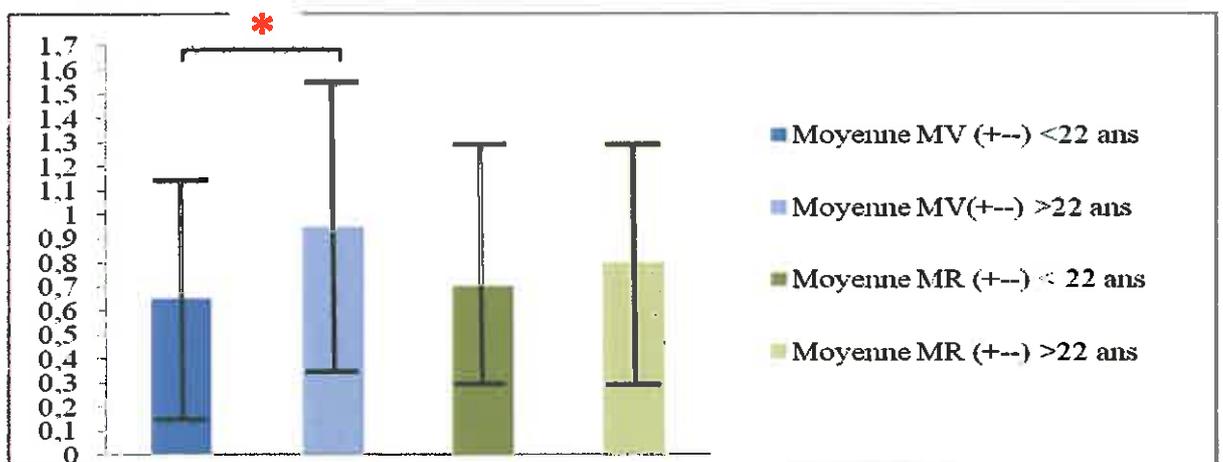


Figure 4 : histogramme des moyennes des écarts \pm écarts types en fonction de l'âge du sujet.

Pour les deux méthodes les moyennes des écarts sont plus élevées lorsque le sujet est âgé de plus de 22 ans (tab. IV, ann. IV). Pour M.V. cette différence est significative ($p=0,03$).

4.1.7. Variabilité et I.M.C. du sujet mesuré

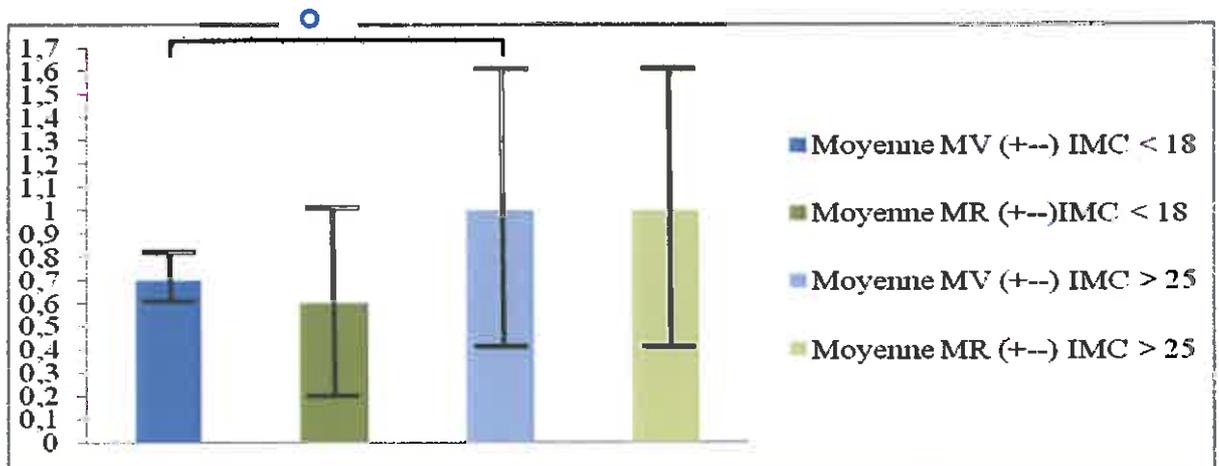


Figure 5 : histogramme des moyennes des écarts \pm écarts types en fonction de l'I.M.C. du sujet.

Les moyennes des écarts sont moins importantes pour les sujets dont l'I.M.C. est inférieur à 18. Cette différence tend à être significative ($p=0,08$) pour M.V. (tab. V, ann. IV).

4.2. Inter-testeurs

4.2.1. Variabilité et côté mesuré

Les moyennes des écarts gauches et droits sont les mêmes pour M.V. Avec M.R. une tendance vers une différence significative ($p=0,09$) apparaît entre ces mêmes moyennes (tab. I, ann. V).

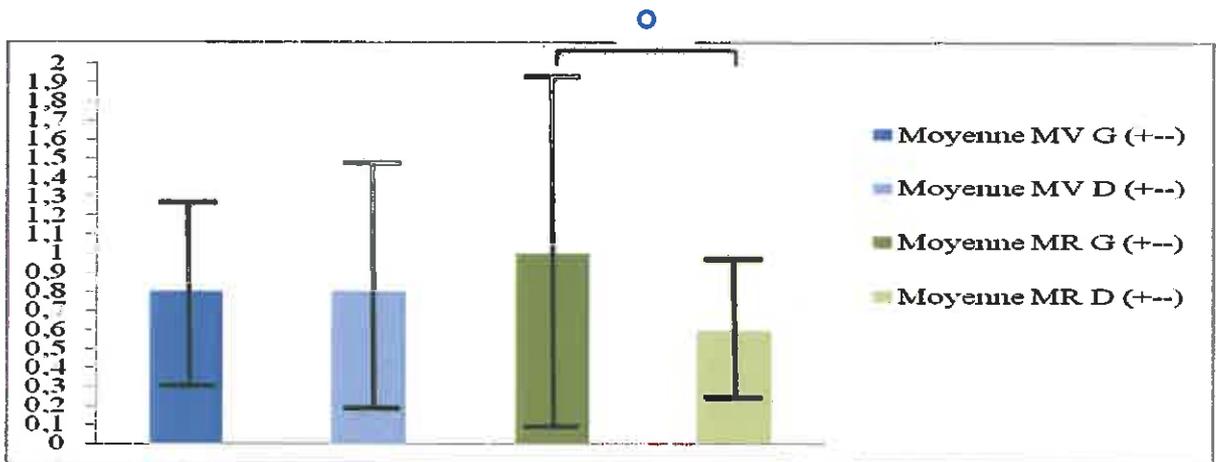


Figure 6 : histogramme présentant les moyennes des écarts gauches et droits \pm écarts types.

4.2.2. Variabilité et sexe de l'examineur

Le sexe de l'examineur n'influence pas de manière significative les moyennes des écarts obtenues avec les deux méthodes (tab. II, ann. V).

4.2.3. Variabilité et latéralité de l'examineur

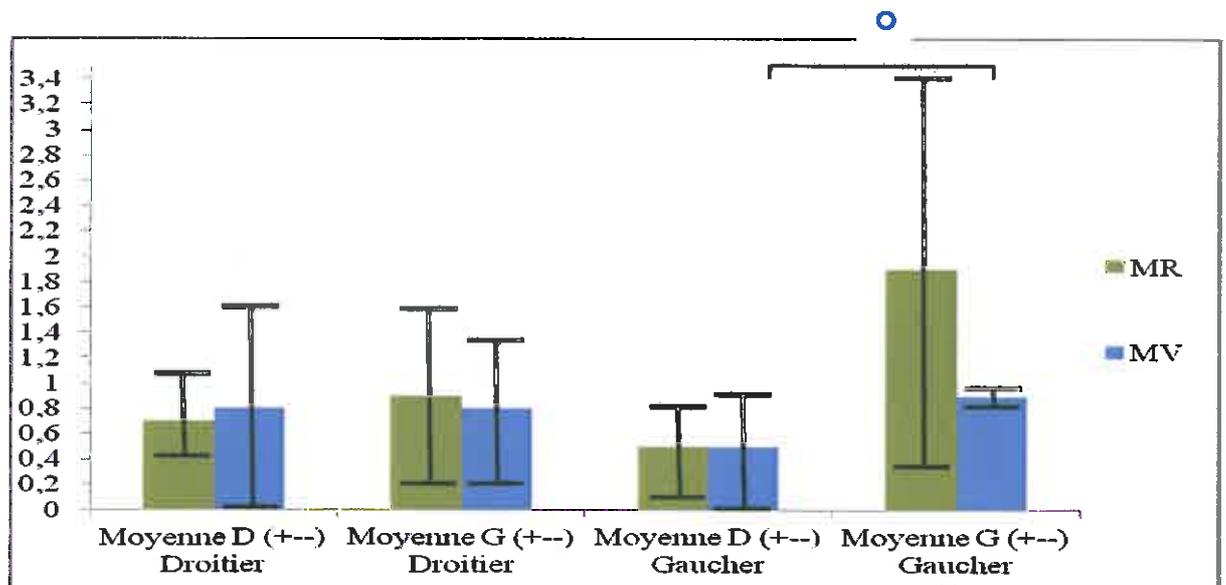


Figure 7 : histogramme des moyennes des écarts \pm écarts types en fonction de la latéralité de l'examineur.

Avec M.V. les examinateurs gauchers sont plus à l'aise quand ils mesurent un membre inférieur droit ($p=0,09$). Les droitiers sont autant à l'aise à gauche qu'à droite. Avec M.R. les moyennes des écarts sont plus basses à droite qu'à gauche (tab. IV, ann. V).

4.2.4. Variabilité et expérience de l'examineur

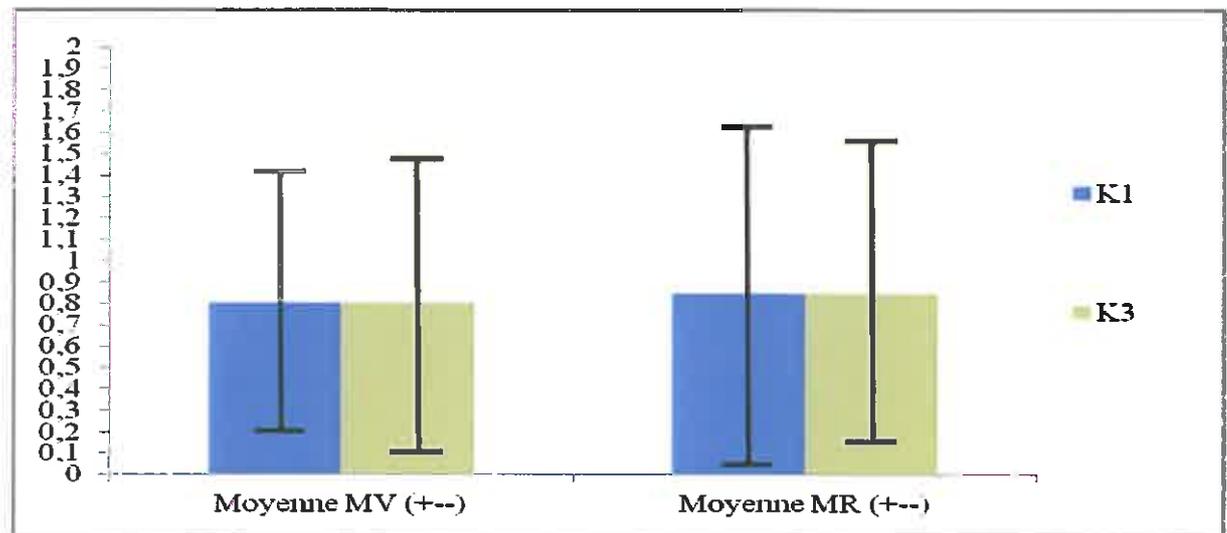


Figure 8 : histogramme des moyennes des écarts \pm écarts types en fonction du niveau d'étude de l'examineur.

Les moyennes des écarts sont les mêmes avec M.V. et M.R. Nous retrouvons des différences entre les moyennes des écarts en fonction du côté mesuré (tab. III, ann. V).

5. DISCUSSION

Nous déclinons la valeur de p de cette manière. Si $p < 0,05$ alors la méthode est sensible, si $0,06 < p < 0,09$ alors la méthode semble sensible, si $p > 0,09$ la méthode n'est pas sensible.

5.1. Intra-testeur

5.1.1. Variabilité générale (tab. I, ann. IV)

Sans tenir compte du côté mesuré, la moyenne des écarts avec M.V. est supérieure à celle obtenue avec M.R., mais cela n'est pas statistiquement significatif ($p=0,62$). En tenant compte du côté mesuré, les moyennes des écarts avec M.V. sont moins importantes à droite qu'à gauche. Mais cela n'est pas significatif ($p=0,46$). **M.V. n'est pas sensible au côté mesuré.**

Avec M.R. (fig. 1) la différence entre les moyennes des écarts gauches et droits est significative ($p=0,03$). **M.R. est sensible au côté mesuré.** Nous expliquons cela par la latéralité droite de l'examineur. Ce dernier est plus à l'aise pour déplacer le curseur avec sa main caudale, qui est aussi sa main dominante.

5.1.2. Variabilité et sexe (tab. II, ann. IV)

Le sexe du sujet n'influence ni M.V., ni M.R. de manière significative (fig. 2). Quels que soient le sexe et la méthode utilisés les résultats sont meilleurs quand le côté droit est mesuré. Avec M.R. cela est significatif ($p=0,01$) chez les hommes. Ceci peut encore une fois s'expliquer par la latéralité droite de l'examineur.

5.1.3. Variabilité et côté dominant (tab. III, ann. IV)

M.V. (fig. 3) semble sensible au caractère dominant du membre inférieur mesuré ($p=0,06$). Le côté dominant est le membre inférieur le plus fort, il est souvent plus musclé et présente un galbe pouvant être à l'origine de la tendance vers cette différence significative. Le pied du côté dominant peut aussi présenter des déformations venant perturber M.V.

M.R. n'est pas sensible au caractère dominant du côté mesuré ($p=0,83$). Mais une différence significative ($p=0,01$) apparaît entre les moyennes des écarts du côté gauche dominant et celle du côté droit dominant. Quelle que soit la méthode utilisée les moyennes des écarts à droite sont moins importantes qu'à gauche. Ceci est significatif pour M.R. et tend à l'être pour M.V. Cette différence peut être due au fait que l'examineur soit droitier.

5.1.4. Variabilité et âge (tab. IV, ann. IV)

Avec M.V., il existe une différence significative ($p=0,03$) entre les moyennes des écarts obtenues (fig. 4) chez les sujets âgés de plus de 22 ans et ceux de moins de 22 ans. **L'âge influence de manière significative les mesures obtenues avec M.V.**

M.R. n'est pas sensible à l'âge du sujet ($p=0,50$). Les moyennes des écarts des deux méthodes sont inférieures quand le côté droit est mesuré et ce quel que soit l'âge (non significatif). L'I.M.C. des plus de 22 ans et des moins de 22 ans étant le même (22) la différence significative ($p=0,03$) obtenue avec M.V. n'est pas expliquée par l'I.M.C. Nous

pouvons émettre l'hypothèse qu'avec l'âge les déformations au niveau du pied sont plus importantes, ce qui peut perturber la méthode M.V.

5.1.5. Variabilité et I.M.C. (tab. V, ann. IV)

Les échantillons étant de petite taille nous réalisons cette analyse sans discerner le côté mesuré.

Avec M.V. il existe une tendance vers une différence significative ($p=0,08$) entre les moyennes des écarts obtenues chez les sujets ayant un I.M.C. inférieur à 18 et ceux ayant un I.M.C. supérieur à 25 (fig. 5). Les conclusions sont les mêmes lorsque nous comparons les moyennes des écarts entre les sujets présentant un I.M.C. supérieur à 25 et ceux présentant un I.M.C. entre 18 et 25. **M.V. semble sensible à l'I.M.C. du sujet ($p=0,08$).**

Pour M.R. il existe une différence significative ($p=0,04$) entre les moyennes des écarts des sujets présentant un I.M.C. entre 18 et 25 et ceux dont l'I.M.C. est supérieur à 25. **M.R. est sensible à un I.M.C. supérieur à 18.**

Il ressort que des reliefs osseux moins saillants et qu'un volume de membre inférieur plus important chez les sujets présentant un I.M.C. élevé perturbent la mesure du membre inférieur et ce quelle que soit la méthode utilisée. Woerman (14), avait cité parmi les sources d'erreurs possibles lors de mesures entre l'E.I.A.S. et la malléole médiale « *la difficulté dans la localisation des points de repères osseux (...) qui peut être augmentée dans des cas d'obésité* ».

5.2. Inter-testeurs

5.2.1. Variabilité générale (tab. I, ann. V)

Avec M.V., il n'y a pas de différence significative ($p=0,98$) entre les moyennes des écarts gauches et droits. **M.V. n'est pas sensible au côté mesuré.**

Avec M.R., (fig. 6) il existe une différence qui tend à être significative ($p=0,09$) entre les moyennes des écarts gauches et droits. **M.R. semble sensible au côté mesuré.** Nous expliquons cette différence par le fait que 17 examinateurs sur 20 soient des droitiers, leur main dominante déplaçant le curseur pendant la mesure du membre inférieur droit.

5.2.2. Variabilité et sexe de l'examineur (tab. II, ann. V)

Sans considérer la latéralité du côté mesuré nous ne retrouvons pas de différence significative ($p=0,75$ pour M.V. et $p=0,28$ pour M.R.) entre les moyennes des écarts des membres inférieurs mesurés par les hommes et par les femmes. **M.V. et M.R. ne sont pas sensibles au sexe de l'examineur.**

Avec M.R., les moyennes des écarts obtenues par les hommes et les femmes sont moins importantes à droite qu'à gauche. Mais ces différences ne sont pas significatives ($p=0,10$ pour les hommes et $p=0,65$ pour les femmes). Le côté mesuré semble une fois de plus avoir un impact sur M.R. Avoir plus d'examineurs droitiers ($n=17$) que gauchers ($n=3$) peut être une explication à cette différence. Avec M.V. les moyennes sont les mêmes à droite et à gauche (0,8cm).

5.2.3. Variabilité et expérience de l'examineur (tab. III, ann. V)

Le niveau d'étude de l'examineur n'a pas d'influence sur la moyenne des écarts et ce quelle que soit la méthode (fig. 8). Sans tenir compte du côté mesuré les moyennes des écarts des K1 et des K3 sont les mêmes avec 0,8 cm pour M.V. et 0,85 cm pour M.R. Woerman (14) écrit « *l'expérience de l'examineur ne semble pas affecter l'exactitude des méthodes testées* ».

Avec M.R. les résultats sont meilleurs à droite et ce quel que soit le niveau d'expérience de l'examineur. Mais cela n'est pas significatif ($p=0,17$ pour les K1 et $p=0,36$ pour les K3). L'hypothèse pouvant expliquer cette observation est encore une fois le nombre plus élevé d'examineurs droitiers que gauchers au sein de notre échantillon.

5.2.4. Variabilité et latéralité de l'examineur (tab. IV, ann. V)

Sans considérer le côté mesuré la moyenne des écarts chez les gauchers est moins importante avec M.V. qu'avec M.R. Chez les droitiers la moyenne de ces écarts est la même.

Avec M.V., les droitiers ont une moyenne des écarts identique à gauche et à droite. Les gauchers semblent plus à l'aise ($p=0,09$) quand ils mesurent le côté droit. L'hypothèse que nous proposons pour expliquer les résultats des gauchers concerne la position de la main dominante pendant les mesures. Les 3 examineurs gauchers de notre échantillon préfèrent avoir leur main dominante immobile pendant la prise de mesures (au niveau de l'E.I.A.S.).

Etant donné le nombre limité de gauchers dans notre échantillon cette observation n'est pas généralisable.

Avec M.R., les moyennes des écarts sont moins importantes à droite chez les droitiers (non significatif). Cela peut s'expliquer par le nombre important de droitiers dans notre échantillon (main droite mobile pendant la prise de mesure). Les résultats montrent que les gauchers sont aussi plus à l'aise à droite. Mais avec le nombre réduit de gauchers dans notre échantillon et les « mesures surprenantes » de certains d'entre eux, nous ne pouvons pas considérer ces résultats comme fiables.

5.3. Les problèmes rencontrés

5.3.1. L'élaboration du protocole

La première étape du protocole est la conception du caisson amovible. Elle a nécessité de nombreux échanges avec Mr Petitdant. Des pré-tests réalisés au Centre Emile Gallé en septembre/octobre 2011 ont permis de déterminer la position du sujet (distance entre les malléoles **(15)**, bande de strap matérialisant « l'axe de symétrie du corps » **(18)**), de l'examineur (réglage de la table) ainsi que les points de repères osseux utilisés. D'autres pré-tests réalisés à l'I.L.F.M.K. début novembre mettent en avant l'intérêt d'utiliser un mètre ruban aveugle (Beattie **(18)** utilisait « a blank tape measure ») et un système de curseur (épingle à chignon). Lors de ces mêmes pré-tests nous sommes confrontés à la difficulté de mettre l'articulation talo crurale en position 0°. Par souci de relâchement lors des prises de mesures nous optons pour une position en flexion plantaire de 10°.

Au départ nous voulions faire les mesures à un temps 1 puis à un temps 2 espacées de plusieurs heures. (Terry (21) en 2005 espaçait les mesures « *d'approximativement 4 heures* », Beattie (18) demandait au patient de bouger pendant approximativement une minute entre les prises de mesures). Nos mesures étant réalisées le temps de midi il était difficile d'avoir une telle organisation. Faire réaliser trois ponts fessiers sur la table s'est avéré être la meilleure solution (Bonneau (31) considère que « *cet exercice équilibre le tonus du plan postérieur* ») en terme de reproductibilité et de temps entre les mesures.

5.3.2. La prise de mesures

Les mesures sont réalisées pendant le temps de midi à l'I.L.F.M.K. Des périodes plus longues de prises de mesures auraient certainement donné d'autres résultats. La mise en tension identique du mètre ruban entre les différentes mesures est un biais à ne pas négliger. La palpation des repères osseux s'est affinée avec la répétition des mesures et le geste s'est automatisé. Ces deux facteurs évoluant au cours du protocole ont rendu les mesures plus « *précises* ». Hoyle (13) en 1991 parlait déjà de la difficulté du repérage osseux lors de mesures cliniques.

Avoir des étudiants de l'I.L.F.M.K. habitués aux protocoles d'examen clinique peut rendre les résultats meilleurs (8). L'enregistrement des mesures par le sujet lui-même lors du protocole intra-testeur constitue un biais (erreur de lecture...). Dans l'étude de Beattie (18) l'examineur montrait la valeur à une tierce personne qui l'enregistrait. Utiliser un simple fil pour mesurer et le poser ensuite sur un mètre ruban étalon nous aurait permis d'éviter ce biais. L'enregistrement des mesures dans la base de données peut aussi entraîner des erreurs de

saisie. Lors du protocole inter-testeurs, nous avons remarqué que la concentration des examinateurs diminuait avec la répétitivité des mesures.

5.4. Intérêts pour le Masseur-Kinésithérapeute

Les proportions de L.L.D. dans la population sont variables selon les auteurs. Holt (8) et Knuston (11) parlent de 90%, Gurney (6) cite 40% (chiffre de Subotnick). Woerman (14) parle de 60 à 70% de la population. Pour Bonneau (31), 80% des personnes ont des variations inférieures à 10 mm, et 10% au delà de 10mm.

Les causes de L.L.D. anatomique sont nombreuses et souvent citées (6, 7, 9, 11, 12). Pour Gurney (6) la L.L.D. anatomique peut être congénitale (luxation de hanche...) ou acquise (infection paralysie, tumeur, remplacement prothétique). Nous retrouvons aussi des raisons traumatiques (9, 12), dégénératives (6, 9, 11, 12), infectieuses (6, 9, 12), et iatrogènes (6, 9). Les L.L.D. entraînent des limitations fonctionnelles sur la posture (6, 13), des désordres musculaires (6, 7), des douleurs lombaires (6, 12, 13, 30), des pathologies de hanche (6, 12), des scoliose fonctionnelles (11, 12), des fractures de fatigue (6), de l'arthrose des articulations du membre inférieur (30).

Le M.K. à l'aide de techniques cliniques peut « suspecter » une L.L.D. et orienter son patient vers le médecin pour des examens complémentaires. Après élimination d'une déformation du pied (équin/talus, valgus/varus) lors du bilan subjectif, le M.K. pourra sous certaines conditions tenir compte du pied lors de la mesure du membre inférieur en décubitus. Il faudra qu'il respecte quelques principes concernant son installation (hauteur de la table) et

celle du patient (écarts inter-malléolaires, axe de symétrie du corps). Avant la prise de mesures la réalisation de 3 ponts fessiers et le positionnement passif des membres du patient sur la table d'examen permettront d'équilibrer le tonus du plan postérieur (31). Réaliser la moyenne d'au moins deux mesures (15) augmentera la fiabilité du test. Le M.K. devra être vigilant à l'âge et au membre inférieur dominant du patient mesuré. Ce travail pour des raisons d'effectif ne montre pas l'impact de la latéralité de l'examineur dans la prise de mesures. Mais il nous semble important de mettre en garde le M.K. sur ce sujet.

6. CONCLUSION

En intra-testeur :

- M.V. est sensible à l'âge ($p=0,03$). Elle n'est pas sensible au sexe ni au côté mesuré ($p>0,09$). Elle semble sensible ($0,05<p<0,09$) au caractère dominant du membre inférieur, et à l'I.M.C. du sujet mesuré.
- M.R. est sensible au côté mesuré ($p=0,03$) et à l'I.M.C. supérieur à 18 ($p=0,04$). En revanche M.R. ne présente pas de sensibilité ($p>0,09$) au sexe, au côté dominant et à l'âge du sujet. La sensibilité de la méthode référente (M.R.) au côté mesuré fait d'elle une méthode moins sûre que notre méthode (M.V.). **Notre hypothèse est donc vérifiée puisqu'en intra-testeur sur notre échantillon la prise en compte du pied (avec M.V.) n'augmente pas la variabilité des mesures centimétriques.** Nous pouvons expliquer ces résultats par la mise en place d'un protocole rigoureux concernant l'installation du sujet et de l'examineur avec M.V. Une population plus importante permettrait d'améliorer notre étude intra-testeur (même si notre population de sujets sains est une des plus grandes retrouvées dans la littérature). Pouvoir comparer la mesure clinique obtenue avec M.V. à une mesure radiographique (gold

standard) nous permettrait de calculer la fiabilité de « notre méthode » (Sabharwal (7) écrit qu'il faut comparer les méthodes cliniques à la radiographie).

En inter-testeurs, M.V. et M.R. ne sont ni sensibles ($0,05 < p < 0,09$) au sexe, ni à l'expérience de l'examineur. M.V. présenterait une sensibilité ($p=0,09$) à la latéralité gauche de l'examineur. Nous ne retenons pas ce résultat car le nombre de gauchers ($n=3$) n'est pas représentatif et la latéralité droite des examinateurs ($n=17$) de notre échantillon n'a pas d'influence sur M.V. Un échantillon plus important d'examineurs gauchers et droitiers permettrait de vérifier si la latéralité de l'examineur a bien un impact sur la prise de mesures. Réaliser un protocole où l'examineur alternerait la position du curseur (une fois main dominante et une fois main non dominante) nous permettrait de voir si la latéralité joue un rôle dans la prise de mesures. Quelle que soit la méthode les particularités des examinateurs n'ont pas d'influence sur les moyennes des écarts de notre échantillon. **En inter-testeurs la prise en compte du pied (avec M.V.) n'augmente pas la variabilité des mesures centimétriques.**

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces résultats :

- les examinateurs ne connaissant pas M.V. se sont plus appliqués à la réaliser,
- le sujet mesuré (aussi auteur de cet écrit) s'est peut être plus appliqué pour maintenir la position dans le caisson,
- la position de l'examineur et l'installation rigoureuse du sujet durant le protocole.

Pour améliorer notre étude inter-testeurs nous pourrions comparer :

- ☐ les deux méthodes chez un plus grand nombre de sujets avec des caractéristiques différentes (Femme/Homme, personne âgée/jeune, obèse/maigre...).
- ☐ les résultats de M.V. avec une mesure radiographique (7). (Notre généraliste a refusé de nous prescrire une téléradiographie en décubitus pour des raisons de justification auprès de la sécurité sociale).

La prise en compte du pied n'accentue pas la variabilité des mesures centimétriques intra et inter-testeurs chez des sujets sains. Le M.K. peut donc en respectant quelques précautions tenir compte du pied dans son bilan du membre inférieur. De prochains travaux pourraient comparer les résultats d'une mesure de longueur anatomique entre M.V. et la radiographie chez des sujets présentant une L.L.D.

BIBLIOGRAPHIE

1. **HOPPENFELD S.** Physical examination of the spine and extremities, 1e éd. New York : Appleton Century Crofts, 1976. 276 p.
2. **MICHAUD P.** L'examen du sujet en gymnastique analytique, Cahiers de formation continue du kinésithérapeute, spek, 1985. 130 p.
3. **DAVID J. M.** Orthopaedic physical assessment, W.B. Saunders Company, 1987. 423 p.
4. **DUFOUR M., COLNE P., BARSİ S.** Masso-kinésithérapie et thérapie manuelle pratiques. Paris : Masson, 2009, 333 p.
5. **CHARRIERE I., ROY J.** Kinésithérapie des déviations latérales du rachis. 2e ed. Paris : Masson, 1973. 172 p.
6. **GURNEY B.** - Leg-length discrepancy. Gait and posture, 2002, 15, p. 195 - 206
7. **SABHARWAL S., KUMAR A.** - Methods for assessing leg length discrepancy, Clin Orthop Relat Res., 2008, 12, 466, p. 2910 - 2922
8. **HOLT K. R., RUSSEL D. G., HOFFMANN N. J., BRUCE B. I., BUSHELL P. M., TAYLOR H. H.** - Interexaminer reliability of a leg length analysis procedure among novice and experienced practitioners. J. Manipulative Physiol Ther, 2009, 32, p. 216 - 222
9. **WOODFIELD H. C., GERSTMAN B. B., OLAISEN R. H., JOHNSON D. F.** – Interexaminer reliability of supine leg checks for discriminating leg-length inequality. J Manipulative Physiol Ther, 2011, 34, p. 239 - 246
10. **McCAW S. T., BATES B.** - Biomechanical implications of mild leg length inequality, Br J Sp Med, 1991, 25, 1, p. 10 - 13

11. **KNUTSON G. A.** - Anatomic and functional leg-length inequality: A review and recommendation for clinical decision-making. Part II, the functional or unloaded leg-length asymmetry. *Chiropractic & Osteopathy*, 2005, 13, 12, p. 1 - 6
12. **BRADY R. J., DEAN J. B., SKINNER T. M., GROSS M. T.** - Limb Length Inequality: Clinical Implications for Assessment and Intervention. *JOSPT*, 2003, 33, p. 221 -234
13. **HOYLE D. A., LATOUR M., BOHANNON R. W.** - Intraexaminer, interexaminer, and interdevice comparability of leg length measurements obtained with measuring tape and Metrecom. *JOSPT*, 1991, 14, 6, p. 263 - 268
14. **WOERMAN A. L., BINDER MACLEOD A.** - Leg length discrepancy assessment: Accuracy and precision in five clinical methods of evaluation. *JOSPT*, 1984, 5, 5, p. 230 - 239
15. **PETRONE M. R., GUINN J., REDDIN A., SUTLIVE T. G., FLYNN T. W., GARBER M. P.** - The Accuracy of the palpation meter (PALM) for measuring pelvic crest height difference and leg length discrepancy. *JOSPT*, 2003, 33, 6, p. 319 - 325
16. **JAMALUDDIN S., SULAIMAN A. R., KAMARUL IMRAN M., JUHARA H., EZANE M. A., NORDIN S.** - Reliability and accuracy of the tape measurement method with a nearest reading of 5 mm in the assessment of leg length discrepancy. *Singapore Med J*, 2011, 52, 9, p. 681 - 684
17. **JONSON S. R., GROSS M. T.** - Intraexaminer reliability, interexaminer reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen. *JOSPT*, 1997, 25, 4, p. 253 - 263
18. **BEATTIE P., ISAACSON K., RIDDLE D. L., ROTHSTEIN J. M.** - Validity of derived measurements of leg-length differences obtained by use of a tape measure. *Phys Ther*, 1990, 70, p. 150 - 157
19. **OLIVIER G.** *Morphologie et types humains*. Paris : Vigot frère, 1961, 168 p.

20. **GOGIA P. P., BRAATZ J. H.** - Validity and reliability of leg length measurements. *JOSPT*, 1986, 8, 4, p. 185 - 188
21. **TERRY M. A., WINELL J. W., GREEN D. W., SHNEIDER R., PETERSON M., MARX R. G., WIDMANN R.** - Measurement variance in limb length discrepancy. *J Pediat Orthop*, 2005, 2, 25, p. 197 - 201
22. **MANN M., GLASHEEN-WRAY M., NYBERG R.** - Therapist Agreement for Palpation and Observation of Iliac Crest Heights. *Phys. Ther*, 1984, 64, p. 334 - 338
23. **HANADA E., LEE KIRBY R., MITCHELL M., SWUSTE J. M.** - Measuring Leg-Length Discrepancy by the "Iliac Crest Palpation and Book Correction Method" : Reliability and Validity. *Arch Phys Med Rehabil*, 2001, 82, p. 938 - 942
24. **DEBOER K. F., HARMON R. O. Jr, SAVOIE S., TUTTLE C. D.** - Inter and intra-examiner reliability of leg-length differential measurement: a preliminary study. *J Manipulative Pysiol Ther*, 1983, 6(2), 61 - 6
25. **COOPERSTEIN R MA., LEW M.** - The relationship between pelvic torsion and anatomical leg length inequality: a review of the literature. *Journal of Chiropractic Medicine*, 2009, 8, p. 107 - 118
26. **DUFOUR M.** Anatomie de l'appareil locomoteur : Membre inférieur. 2e éd. Issy-Les Moulineaux : Masson, 2007. 479 p. ISBN 978-2-294-08055-5
27. **NETTER F. H.** Atlas d'anatomie humaine. 2e éd. Paris : Masson, 2002. ISBN 2-294-01198-8
28. **TIXA S.** Anatomie palpatoire : Tome 2 membre inférieur. 3e éd. Paris : Masson, 2008. 236 p. ISBN 978-2-294-70126-7
29. **KAPANDJI A. I.** Anatomie fonctionnelle : Membre inférieur. 6e éd. Paris : Maloine, 2009. 308 p. ISBN 978-2-224-03214-2

- 30. POMMEROL P., CHEZE L., CARRET J. P.** - Etude bibliographique sur le retentissement clinique d'une inégalité de longueur des membres inférieurs (ILMI) et de sa compensation. KS, 2003, 432, p. 31 - 37
- 31. BONNEAU D.** - « Inégalité de longueur des membres inférieurs ». Médecins du sport, 33, 02-2000, pp 28 - 31

ANNEXES

ANNEXE I : fiche de renseignements mesures intra-testeur

NOM : Prénom :
Date de naissance : Sexe :
Taille : cm Poids : kg
Antécédents traumatiques de **moins de 3 mois** : Rachis : OUI / NON
Bassin : OUI / NON
Membre inférieur : OUI / NON

Activités sportives :
Compétition : OUI / NON
Loisir : OUI / NON Nombre d'heures par semaine :
Sédentaire : OUI / NON

Côté dominant (à déterminer par l'examineur) :

Mesures :

MÉTHODE E.I.A.S.-STYLOIDE DU 5 (M.V.)			
Mesures			
	1	2	3
Droit			
Gauche			

MÉTHODE E.I.A.S.-MALLÉOLE MÉDIALE (M.R.)			
Mesures			
	1	2	3
Droit			
Gauche			

ANNEXE II : matériel, installation et prise de mesures

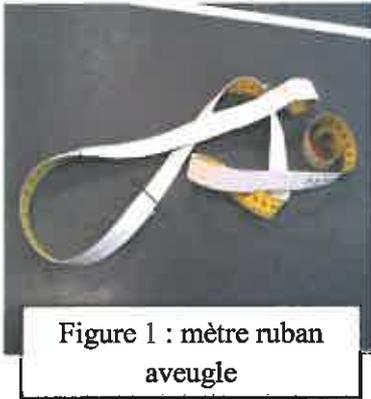


Figure 1 : mètre ruban aveugle

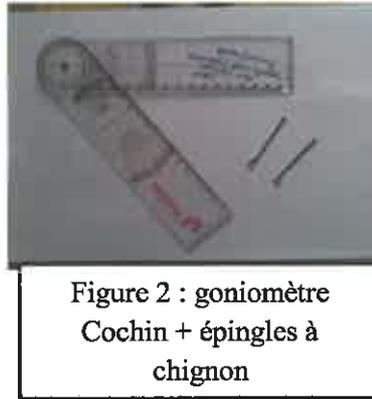


Figure 2 : goniomètre Cochin + épingles à chignon

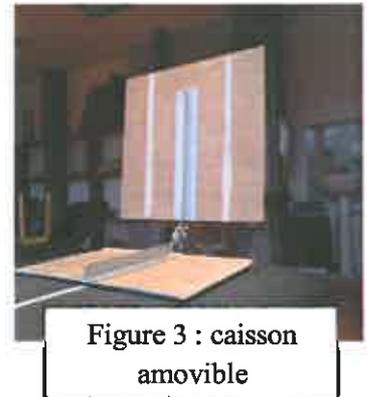


Figure 3 : caisson amovible



Figure 4 : position du sujet

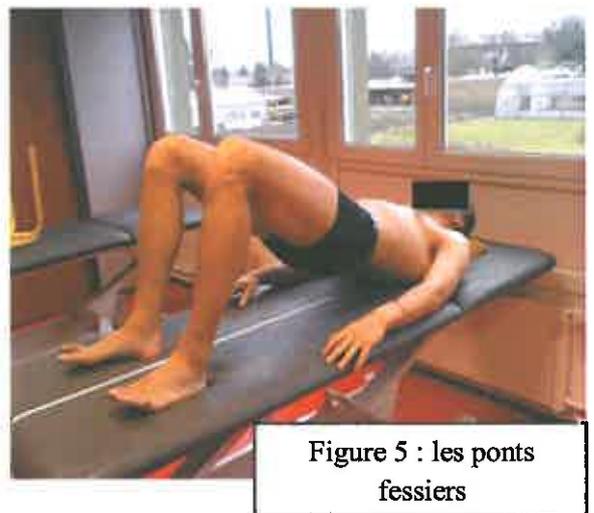


Figure 5 : les ponts fessiers

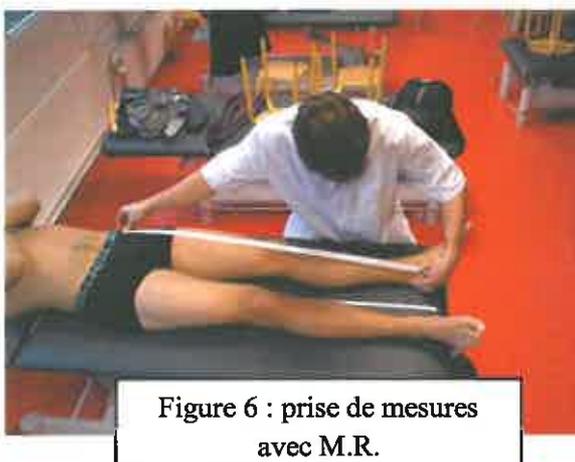


Figure 6 : prise de mesures avec M.R.

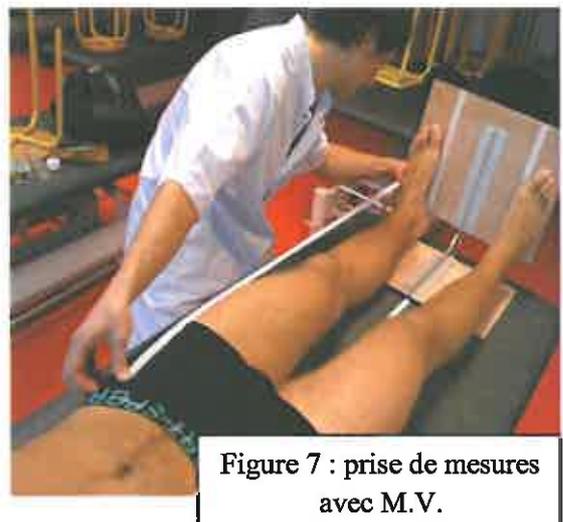


Figure 7 : prise de mesures avec M.V.

ANNEXE III : document relatif aux consignes pour les mesures inter-testeurs

Réglage de la hauteur de la table :

Placez-vous à côté de la table, les pieds joints et réglez la hauteur de celle-ci de façon à avoir les bras le long du corps et les mains à plat sur la table.

Installation du sujet :

Placer le sujet en décubitus dorsal sur la table, les membres inférieurs dénudés de part et d'autre du ruban adhésif, les membres inférieurs sont tendus.

Déroulement du protocole :

Vous allez mesurer les membres inférieurs d'un homme avec deux méthodes différentes. Les mesures se font en aveugle (mètre ruban avec une face cachée) c'est-à-dire que vous ne saurez pas quel en est le résultat. Pour marquer la mesure vous utiliserez un curseur, et vous montrerez le mètre ruban au sujet qui notera la valeur. Entre chaque mesure vous veillerez à déplacer le curseur.

Pour la première méthode (méthode 1) le sujet réalise trois ponts fessiers avant d'être replacé passivement (les membres inférieurs tendus) avec un écart inter-malléolaire de 20 cm et une flexion plantaire de cheville de 10° dans le caisson amovible. Vous placerez le mètre ruban entre l'E.I.A.S. (en butée dessous) et la styloïde du 5^{ème} métatarse. 1 mesure à G et à D, trois ponts fessiers et vous recommencez ceci afin d'avoir 3 mesures à D et 3 mesures à G.

Pour la deuxième méthode le sujet réalise trois ponts fessiers avant d'être replacé passivement (les membres inférieurs tendus) avec un écart inter-malléolaire de 20 cm (10 cm de part et d'autre du ruban adhésif). Vous placerez le mètre ruban entre l'E.I.A.S. (en butée dessous) et le bord inférieur de la malléole médiale. 1 mesure à G et à D, trois ponts fessiers et vous recommencez ceci afin d'avoir 3 mesures à D et 3 mesures à G.

ANNEXE III (suite) : déroulement du protocole

1. REGLER LA HAUTEUR DE TABLE
2. INSTALLER LE SUJET EN DECUBITUS
3. DEMANDER 3 PONTS FESSIERS
4. REPLACER PASSIVEMENT LES MEMBRES INF EN POSITION DE MESURE
5. POUR LA METHODE 1 : MESURER 10° DE FLEXION PLANTAIRE ET 20 cm D'ECART INTER MALLEOLAIRE MEDIAL

POUR METHODE 2 : MESURER 20 cm D'ECART INTER MALLEOLAIRE MEDIAL
6. POUR LA METHODE 1 : TENDRE LE METRE RUBAN FACE CACHEE ENTRE L'E.I.A.S. (en butée dessous) et LA STYLOIDE DU V

POUR LA METHODE 2 : TENDRE LE METRE RUBAN ENTRE L'E.I.A.S. (en butée dessous) ET LE BORD INF DE LA MALLEOLE MEDIALE

A CHAQUE FOIS DEPLACER LE CURSEUR A L'ENDROIT SOUHAITE
7. MONTRER LE METRE RUBAN AU SUJET
8. DEMANDER 3 PONTS FESSIERS(...) ET RECOMMENCER LES ETAPES 4, 5, 6, 7, 8.

ANNEXE III (suite) : fiche de renseignements des mesures inter-testeurs

NOM :

PRENOM :

Examineur N° :

Niveau d'étude : 1^{ère} année / 3^{ème} année

Main dominante : Droite / Gauche

Accepte de participer à l'étude et de le faire le plus sérieusement possible.

Date et signature :

Méthode E.I.A.S. / Styloïde du V (méthode 1)

Mesures			
	1	2	3
Droit			
Gauche			

Méthode E.I.A.S. / malléole médiale (méthode 2)

Mesures			
	1	2	3
Droit			
Gauche			

ANNEXE IV : résultats statistiques intra-testeur

Tableau I : comparaison des moyennes des écarts gauches et droits pour chaque méthode.

Côté	n	M.V.	M.R.	Test de Student
		Moyenne (+--) ± écart type	Moyenne (+--) ± écart type	Valeur p
G (+--)	56	0,8cm±0,6cm	0,8cm±0,5cm	0,79
D (+--)	56	0,7cm±0,5cm	0,6cm±0,5cm	0,33
Valeur p		0,46	0,03	
Moyenne (+--)	112	0,75 cm ±0,5cm	0,7 cm ±0,5cm	0,62

Tableau II : comparaison des moyennes des écarts en fonction du sexe du sujet.

Sexe	n	M.V.			M.R.		
		Moyenne G (+--) ± écart type	Moyenne D (+--) ± écart type	Valeur p	Moyenne G (+--) ± écart type	Moyenne D (+--) ± écart type	Valeur p
H	26	0,9cm±0,6 cm	0,7cm±/0,4cm	0,22 WA	0,9cm±0,5 cm	0,5cm±0,5 cm	0,01
F	30	0,7cm±0,5 cm	0,7cm±0,6 cm	0,90	0,7cm±0,5 cm	0,7cm±0,5 cm	0,62
Valeur p		0,22	0,92 WA		0,31	0,26	
Moyenne (+--)	52	0,8cm ±0,5cm			0,7cm ±0,5cm		0,38
Moyenne (+--)	60	0,7cm ±0,55cm			0,7cm ±0,5cm		0,89
Valeur p		0,39			0,88		

Tableau III : comparaison des moyennes des écarts en fonction du côté dominant.

Côté dom	n	M.V.			M.R.		
		Moyenne G (+--) ± écart type	Moyenne D (+--) ± écart type	Valeur p	Moyenne G (+--) ± écart type	Moyenne D (+--) ± écart type	Valeur p
Gauche	23	1,0cm±0,6 cm			0,9cm±0,5 cm		
				0,06			0,01
Droit	33		0,7cm±0,5 cm			0,6cm±0,4 cm	
Moyenne (+--) Côté dom	56	0,85 cm ±0,5 cm			0,75 cm ±0,5 cm		0,23
Moyenne (+--) Côté non dom	56	0,7 cm ±0,5 cm			0,7 cm ±0,5 cm		0,60
Valeur p		0,06			0,83		

Tableau V : comparaison des moyennes des écarts en fonction de l'I.M.C. du sujet.

I.M.C.	N	M.V.		M.R.	
		Moyenne (+--) ± écart type		Moyenne (+--) ± écart type	Valeur p
I.M.C.< 18 (3)	2	0,7cm±0,1 cm		0,6cm ±0,4cm	0,78 WA
18<I.M.C.< 25 (1)	45	0,7cm ±0,5 cm		0,7cm ±-0,5cm	0,55 WA
I.M.C. >25 (2)	9	1,0cm ±0,6cm		1,0cm±0,6cm	0,88
		Entre (1) et (2)		Entre (3) et (2)	
Valeur p		0,08		0,24	
		Entre (2) et (3) 0,08 WA		Entre (1) et (2) WA 0,04	

Tableau IV : comparaison des moyennes des écarts en fonction de l'âge du sujet.

Age	n	M.V.			M.R.		
		Moyenne G (+--) \pm écart type	Moyenne D (+--) \pm écart type	Valeur p	Moyenne G (+--) \pm écart type	Moyenne D (+--) \pm écart type	Valeur p
<22 ans	30	0,7cm \pm 0,5 cm	0,6cm \pm 0,4 cm	0,40	0,8cm \pm 0,5 cm	0,6cm \pm 0,4 cm	0,08 WA
>22 ans	15	1,0cm \pm 0,7cm	0,8cm \pm 0,6cm	0,40	0,9cm \pm 0,4cm	0,7cm \pm 0,6 cm	0,33
Valeur p		0,11 WA	0,18 WA		0,71	0,60 WA	
Moyenne (+--)							
<22 ans	60		0,65cm \pm 0,5 cm		0,7cm \pm 0,5 cm		0,54
Moyenne (+--)							
>22 ans	30		0,95cm \pm 0,6 cm		0,8cm \pm 0,5cm		0,27
Valeur p			0,03 WA		0,50		

ANNEXE V : résultats statistiques inter-testeurs

Tableau I : comparaison des moyennes des écarts en fonction du côté mesuré.

Côté	n	M.V.	M.R.	Test T de Student
		Moyenne (+--) ± écart type	Moyenne (+--) ± écart type	Valeur p
Gauche	20	0,8cm ±0,5cm	1,0cm ±0,9cm	0,35
Droit	20	0,8cm ±0,7cm	0,6cm ±0,4cm	0,41
Valeur p		0,98	0,09	
Moyenne (+--)	40	0,8cm ±0,7cm	0,8cm±0,7cm	0,62

Tableau II : comparaison des moyennes des écarts en fonction du sexe de l'examineur.

Sexe examinateur	n	M.V.			M.R.		
		Moyenne G (+--) ± écart type	Moyenne D (+--) ± écart type	Valeur p	Moyenne G (+--) ± écart type	Moyenne D (+--) ± écart type	Valeur p
Homme	12	0,8cm±0,3 cm	0,8cm±0,5 cm	0,95	1,2cm±1,0 cm	0,7cm±0,5 cm	0,10 WA
Femme	8	0,9cm±0,8 cm	0,8cm±1,1 cm	0,96	0,8cm±0,6 cm	0,7cm±0,4 cm	0,65
Valeur p		0,76 WA	0,88 WA		0,22	0,98	
Moyenne(+--) Homme	24	0,8cm ±0,4cm			0,9cm ±0,9cm		0,42 WA
Moyenne(+--) Femme	16	0,8cm ±0,9cm			0,7cm ±0,4cm		0,56 WA
Valeur p		0,75 WA			0,28 WA		

Tableau III : comparaison des moyennes des écarts en fonction du niveau de l'examineur.

Niveau	n	M.V.			M.R.			
		Moyenne D (+--) \pm écart type	Moyenne G (+--) \pm écart type	Valeur p	Moyenne D (+--) \pm écart type	Moyenne G (+--) \pm écart type	Valeur p	
K1	10	0,7cm \pm 0,4cm	0,9cm \pm 0,7cm	0,42	0,6cm \pm 0,3cm	1,1cm \pm 1,0cm	0,17 WA	
K3	10	0,8cm \pm 1,0cm	0,8cm \pm 0,3cm	0,54 WA	0,7cm \pm 0,5cm	1,0cm \pm 0,9cm	0,36	
Valeur p		0,39 WA	0,64 WA		0,62	0,85		
Moyenne (+--) K1	20	0,8cm \pm 0,6cm			0,85cm \pm 0,8cm			0,73
Moyenne (+--) K3	20	0,8cm \pm 0,7cm			0,85cm \pm 0,7cm			0,96
Valeur p		0,65			0,96			

Tableau IV : comparaison des moyennes des écarts en fonction de la latéralité de l'examineur.

Latéralité	n	M.V.			M.R.			
		Moyenne D (+--) \pm écart type	Moyenne G (+--) \pm écart type	Valeur p	Moyenne D (+--) \pm écart type	Moyenne G (+--) \pm écart type	Valeur p	
Gaucher	3	0,5cm \pm 0,5 cm	0,9cm \pm 0,1cm	0,09	0,5cm \pm 0,4 cm	1,9cm \pm 1,5 cm	0,21	
Droitier	17	0,8cm \pm 0,8 cm	0,8cm \pm 0,6cm	0,81	0,7cm \pm 0,4 cm	0,9cm \pm 0,7 cm	0,29	
Valeur p		0,50	0,82		0,60	0,42		
Moyenne (+--) Gaucher	6	0,7cm \pm 0,3cm			1,2cm \pm 1,2cm			0,39 WA
Moyenne (+--) Droitier	34	0,8cm \pm 0,7cm			0,8cm \pm 0,7cm			0,77
Valeur p		0,43 WA			0,30 WA			