

MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY

**PARAMETRES DE NORMALITE DU MEMBRE SUPERIEUR
ET INCIDENCES EN KINESITHERAPIE :**

**Y A T-IL UNE DIFFERENCE ENTRE COTE DOMINANT
ET COTE NON DOMINANT EN CE QUI CONCERNE
LA FORCE DE PREHENSION, LE VOLUME DE LA MAIN
ET LE DEGRE D'ADIPOSITE CORPORELLE ?**

Rapport de travail écrit personnel
présenté par Eve REMY étudiante en
3ème année de kinésithérapie en
vue de l'obtention du diplôme d'état
de masseur-kinésithérapeute
1992-1993

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Population étudiée

2.2. Matériel utilisé

2.2.1. Le poids et la taille

2.2.2. Le volume de la main

2.2.3. Le pli cutané tricipital

2.2.4. La force de préhension

2.2.5. La circonférence brachiale

2.3. Protocole

2.3.1. Interrogatoire, mesure du poids et de la taille

2.3.2. Mesure de la circonférence brachiale

2.3.3. Mesure du pli cutané tricipital

2.3.4. Mesure du volume de la main

2.3.5. Mesure de la force de préhension

2.3.6. Feuille de méthodologie

2.4. Méthode statistique

3. RESULTATS

3.1. Caractéristiques des sujets étudiés

3.2. Reproductibilité

3.2.1. Entre les deux mesures successives

3.2.2. Entre la première et la troisième mesure

3.3. Comparaison entre côté dominant et côté non dominant, et entre les deux sexes

3.4. Estimation d'un paramètre d'un côté à partir du même paramètre de l'autre côté

3.5. Coefficients de corrélation entre les différents paramètres anthropométriques et les forces de préhension pour les deux sexes

3.6. Estimation d'un paramètre d'un membre à partir d'un autre paramètre du même côté

4. DISCUSSION

4.1. Comparaison entre les deux membres et entre les deux sexes

4.2. Estimation d'un paramètre par rapport à un autre

4.3. Comparaison des dynamomètres de Jamar et de Collins

5. CONCLUSIONS

RESUME

Certains auteurs parlent d'une différence de 10% entre côté dominant et côté non dominant pour les hommes et les femmes et ceci quels que soient les paramètres envisagés.

Dans cette étude, nous avons choisi à l'aide d'un protocole très précis d'examiner les différences de force de préhension et de volume entre les deux mains en fonction du sexe et du côté dominant ou non. A ces éléments s'ajoutent la circonférence brachiale et la masse adipeuse représentée par le pli cutané tricipital. Une méthode statistique adaptée a permis d'apprécier les divers liens entre ces paramètres et de rechercher les moyens de les évaluer les uns par rapport aux autres.

Il s'est avéré que :

- les différences retrouvées sont presque toutes inférieures à 10% mais variables selon le sexe.
- certains coefficients de corrélation sont plus importants que d'autres et varient d'un sexe à l'autre.
- il est possible d'effectuer certaines estimations avec une assez bonne précision mais d'autres sont beaucoup plus aléatoires.
- les dynamomètres utilisés donnent des résultats différents avec une précision et une marge d'erreur tout aussi variées.

1. INTRODUCTION

La principale conséquence d'une atteinte traumatique du membre supérieur est un déséquilibre musculaire qui se répercute sur la préhension. La force de préhension est un indice important pour déterminer, au stade final de la rééducation, la date de la reprise du travail. Mais, pour déterminer les objectifs à atteindre, il faudrait connaître l'état antérieur au traumatisme ce qui est impossible. Certains auteurs évaluent les différents paramètres à partir du membre supérieur sain controlatéral en estimant la différence entre le côté dominant et celui non dominant à 10% (2, 8, 11, 12, 13).

Le problème reste identique lorsqu'il s'agit d'un oedème : il est estimé à partir du volume de la main controlatérale. De plus, les variables considérées peuvent varier avec le sexe, l'âge et la catégorie socio-professionnelle du patient.(9). En France, aucune investigation n'a été faite sur ce sujet.

Nous nous proposons d'établir une étude qualitative et quantitative sur des sujets sains provenant d'une même population et de sexes confondus.

Les problèmes soulevés sont les suivants :

* Y a-t-il une différence entre les 2 membres et quelle est sa valeur en ce qui concerne la force de préhension, le volume de la main et la circonférence musculaire brachiale ?

* Estimation des valeurs d'un membre à partir de l'autre membre pour chacun de ces paramètres.

* Comparaison entre les 2 sexes.

* Estimation de la valeur d'un paramètre pour un membre donné à partir de l'âge, du poids et la taille, de la circonférence brachiale, de la circonférence musculaire brachiale et de la surface musculaire brachiale.

* Relations entre ces paramètres.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1. Population étudiée (Annexe V)

Elle est composée de 100 sujets volontaires apparemment en bonne santé.

Tous font partie du personnel :

- du Centre de Réadaptation de Gondreville (55 hommes et 25 femmes)
- de l'Hôpital Jeanne d'Arc de Dommartin-lès-Toul (20 femmes)

2.2. Matériel utilisé

2.2.1. Le poids et la taille

- un pèse personne TERRAILLON, Planéal, Pèse-Forme électronique extra-plat. Automatic Memory. (Annexe I, Fig.1)

Portée : 135 Kg, Précision : 200 g

- une toise : Microtoise STANLEY 0.04.116

Précision : 1 cm

2.2.2. Le volume de la main

Certains auteurs prenaient la mesure du volume de la main avec un oedémomètre c'est à dire un récipient rempli d'eau à ras-bord dans lequel on plongeait la main (14). La lecture directe se faisait sur une éprouvette graduée qui recueillait le trop plein de liquide. (Annexe I, Fig. 2)

Dans l'optique de cette étude, nous avons préféré utiliser une autre méthode qui a la propriété d'offrir une plus grande fiabilité et une meilleure précision. Elle a été découverte par M.M. Chockaert et Pertuzon (4), recommandée par Edwards (5) : un seau rempli d'eau est placé sur une balance tarée et le membre est immergé. Le poids indiqué sur la balance correspond à la valeur de la poussée d'Archimède. Le volume est lu directement sur la balance.

Le matériel utilisé est une balance TERRAILLON (balance culinaire BE5+ à capteur haute résolution) ayant une portée de 5 Kg et une précision de 5g.

2.2.3. Le pli cutané tricipital

Le pli cutané permet d'apprécier le degré d'adiposité du corps (masse grasse). Il est mesuré à l'aide d'un compas de type Harpenden Skinfold Caliper ayant une précision de 0.2 mm. (Annexe I. Fig. 3)

2.2.4. La force de préhension (10)

Nous avons utilisé 3 dynamomètres différents (Annexe I. Fig. 4) :

- Pinch Meter ou Jamar Hydraulic Pinch Gauge PC5030HPG d'une précision de 0.5 KgF (Kilogram Force). Il permet la mesure de l'opposition subterminolaterale c'est à dire de la pince effectuée entre la pulpe du pouce et la face externe du 2ème et 3ème doigts.

- Dynamomètre de Jamar ou Adjustable Hand Dynamometer inventé par Bechtol en 1954 avec une précision de 2 KgF.

- Le dynamomètre de Collins ou "Geckeler and Collins dynamometer" ou "Misdow Franck dynamomètre" créé en 1957 avec une précision de 1 KgF.

Ces deux derniers dynamomètres mesurant la prise en force (de type poignet de main).

2.2.5. Circonférence brachiale

- un mètre ruban de couturière avec une précision de 1 mm.

2.3. Protocole (16)

2.3.1. Interrogatoire. mesure du poids et de la taille

Le questionnaire recueille les initiales du nom et du prénom, la date de naissance, la profession et le côté dominant.

Mesure du poids : le sujet est debout sur le pèse personne, sans chaussure.

Position de référence pour la mesure de la taille : sujet debout sous la toise, talons contre le mur, tête en double menton. (Annexe II. Fig. 5)

2.3.2. Mesure de la circonférence brachiale (Annexe II. Fig. 6 et 7)

Nous traçons un repère sur le bras du sujet préalablement placé debout, en flexion de coude à 90°. Ce repère se situe à mi-distance entre l'acromion et l'olécrâne. Ensuite, le patient redescend son avant-bras, se relâche et nous prenons la circonférence brachiale avec le mètre ruban au niveau de ce même repère. Deux mesures sont effectuées de chaque côté.

2.3.3. Mesure du pli cutané tricipital (Annexe II. Fig.8)

Le degré d'adiposité du corps peut être mesuré à différents endroits. Nous avons choisi le niveau tricipital (à la face postéro-interne du bras) avec le même repère que la circonférence brachiale. Deux mesures sont faites de chaque côté.

2.3.4. Mesure du volume de la main

Pour les raisons énumérées au paragraphe 2.2.2., nous prenons le volume de la main directement par le biais de la poussée d'Archimède. Pour mesurer à chaque fois la même chose, il faut imposer un niveau d'immersion. Ce repère est marqué au niveau du pli proximal de flexion du poignet par deux traits (Annexe II. Fig.9) ; le sujet immerge sa main jusqu'aux deux traits.

Le volume de la main comprend : le volume des phalanges, du métacarpe et du carpe dans son entier ainsi que les éléments capsulo-ligamentaires, musculo-tendineux, aponévrotiques, cutanés et le paquet vasculo-nerveux. La difficulté de cette mesure réside dans la position globale du membre supérieur qui doit permettre aux deux traits d'être sur une ligne parallèle à la surface de l'eau.

Nous plaçons le sujet debout à 90° d'abduction d'épaule dans le plan de l'omoplate, à 90° de flexion du coude, avant-bras vertical, la main regardant le patient. Dans cette position, l'avant-bras est perpendiculaire à la surface de l'eau. (Annexe II. Fig. 10)

Pour obtenir une bonne compréhension, nous mimons la manoeuvre. Le sujet ne doit ni toucher les bords du seau, ni son fond : nous lui demandons de fléchir légèrement les doigts sans serrer le poing. Entre les deux mesures effectuées de chaque côté, les mains sont soigneusement essuyées et la balance retarée.

2.3.5. Mesure de la force de préhension (Annexe IV. Fig. 11. 12 et 13)

L'utilisation des trois dynamomètres se fait dans la même position : le sujet se tient debout, en extension de coude, à environ 30° d'abduction physiologique d'épaule (abduction dans le plan de l'omoplate), en flexion dorsale du poignet à environ 30° et légère inclinaison cubitale (position fonctionnelle du poignet prise spontanément lors des mouvements en force de la main).

Deux mesures sont effectuées de chaque côté, alternativement en commençant par le côté dominant.

* Le Pinch meter : la pression s'effectue grâce à la pulpe du pouce avec un contre-appui sur la face externe de l'index. Les quatre derniers doigts sont fléchis. Nous demandons au sujet de serrer le plus fort possible l'appareil afin d'évaluer la pression maximale exercée sur le capteur sans tenir compte de l'endurance c'est à dire d'effectuer un geste ou une pression maximale. Si le sujet continue d'appuyer sur le capteur, on remarque que la pression appliquée diminue et que la force s'épuise rapidement même s'il essaye de serrer plus fort. Deux mesures sont donc réalisées de chaque côté en alternance. Le temps de repos entre deux contractions est égal au temps de travail de l'autre côté.

* Le dynamomètre de Jamar : l'appareil est pris à pleine main entre le pouce et les quatre derniers doigts comme le maintien d'un outil (manche de pioche). Il existe 5 positions de réglage de la poignée, nous avons choisi volontairement la troisième. Deux mesures sont également prises de chaque côté en alternance (15 secondes environ entre chaque mesure).

* Le dynamomètre de Collins : du fait de la forme particulière de cet appareil, la prise est légèrement différente. Le corps du dynamomètre repose directement dans la paume du sujet, l'aiguille et le cadran restant visibles. La différence avec le dynamomètre précédent réside dans le fait que sa taille est plus petite, aussi, la mesure est faite sur des doigts un peu plus fléchis.

2.3.6. Feuille de méthodologie

L'ensemble de ces mesures est répertorié dans l'annexe III. Celles-ci sont effectuées dans un ordre très précis :

1. Pinchmètre
2. Jamar
3. Circonférence brachiale
4. Pli cutané tricipital
5. Volume de la main
6. Collins

Les mesures avec le dynamomètre de Collins sont effectuées en dernier, car il semble demander un effort plus exigeant.

7. Afin de savoir si les mesures effectuées par le Jamar et le Pinchmètre n'influent pas sur les mesures du dynamomètre de Collins, nous faisons trois mesures supplémentaires pour les 30 derniers participants. du côté dominant et dans cet ordre : Pinchmètre, Jamar, Collins.

2.4. Méthode statistique (1, 3, 6, 7, 15)

Posons : CB = circonférence brachiale

PCT = pli cutané tricipital

Avec les valeurs de CB et de PCT, nous calculons la circonférence musculaire brachiale (CMB) et la surface musculaire brachiale (SMB) grâce aux formules suivantes (15) :

$$\text{CMB (cm)} = \text{CB (cm)} - \Pi \times \text{PCT (cm)}$$

$$\text{SMB (cm}^2\text{)} = \text{CMB}^2 / 4 \Pi$$

La comparaison de l'âge des sujets, de la valeur de chaque paramètre anthropométrique, de chaque force de préhension entre les deux sexes est faite avec la méthode d'analyse de la variance à 1 facteur.

Le test d'indépendance du χ^2 a été utilisé pour comparer la distribution de l'âge des sujets des deux sexes. Pour examiner la reproductibilité des mesures de chaque paramètre, nous comparons la moyenne de la différence entre les deux mesures successives à zéro (nous testons la nullité de la différence).

Pour examiner si l'utilisation du Jamar avant le Collins influe sur les mesures effectuées avec le Collins (valeurs plus faibles que celles du Jamar), nous comparons la différence entre les deux mesures successives de chaque paramètre à zéro, entre la première et la deuxième mesure et entre la première et la troisième. On effectue la même chose avec le Jamar et le Pinchmètre.

La relation entre les deux paramètres d'un même membre et celles entre les valeurs d'un même paramètre pour les deux membres sont définies par un coefficient de corrélation linéaire.

3. RESULTATS

3.1. Caractéristiques des sujets étudiés (Annexe V)

Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les 2 sexes en ce qui concerne la moyenne d'âge et le côté dominant (autant de droitiers que de gauchers pour les deux sexes). Par contre, il y a une différence significative pour le poids et la taille des sujets entre les deux sexes avec un risque d'erreur d'1 sur 10 000 (ce qui est faible).

3.2. Reproductibilité

3.2.1. Entre les deux mesures successives (Annexe VI)

Chez les hommes, nous comparons les deux mesures de la circonférence brachiale, du volume de la main, du pli cutané tricipital, des dynamomètres de Jamar et de Collins et du Pinchmètre : nous remarquons que seules celles effectuées avec le Collins présentent une différence significative au risque de 5 % pour le côté dominant et celui non dominant.

Du côté dominant, la différence est de 2% (première mesure - deuxième mesure / première mesure et X 100) et elle est de 3% de l'autre côté.

En effectuant la même chose pour le sexe féminin, il apparaît qu'il y a plus de paramètres qui présentent une différence significative :

* Circonférence brachiale : 0,04% de différence entre les deux mesures du côté dominant

* Volume de la main : 0,7% du côté non dominant

* Dynamomètre de Jamar : 4,5% du côté non dominant

* Dynamomètre de Collins : 4% du côté non dominant

* Pinchmètre : 4% du côté dominant

Dans l'ensemble, toutes ces différences sont négligeables si nous nous rapportons à l'échelle humaine.

Aucune différence n'a été révélée pour tous les autres paramètres qui n'ont pas été cités, ce qui signifie que toutes les mesures sont reproductibles, le protocole retenu offrant donc une bonne précision.

3.2.2. Entre la première et la troisième mesures (Annexe VII)

Seules les mesures effectuées avec le Collins présentent une différence significative (au risque de 1%) soit 2.7% pour les hommes et soit 3.5% pour les femmes ce qui peut être dû à une erreur de lecture de 1KgF environ.

3.3. Comparaison entre côté dominant et côté non dominant, et entre les deux sexes (Annexe VIII)

La comparaison entre les côtés dominant et non dominant, chez les hommes, montre une différence significative au risque de 5% pour chacun des paramètres mais la valeur de la différence relative varie :

- elle est faible en ce qui concerne les valeurs obtenues au niveau du bras (circonférence brachiale : 1%, CMB = 2.2%, SMB = 4.3%) mais un peu plus importante pour celles de la main : 3.2%.
- les différences sont un peu plus significatives pour le pli cutané tricipital (11.2%), le dynamomètre de Jamar (6.2%), le Collins (10.4%) et le Pinchmètre (9.6%).

En effectuant la même chose avec la population féminine, seuls le volume de la main et les mesures faites avec les 3 dynamomètres présentent une différence : différence relative de 4.1% pour le volume de la main, 7% pour le Jamar, 13.3.% pour le Collins et 5.9% pour le Pinchmètre. Tous les autres paramètres sont identiques de chaque côté.

Les différences entre les deux sexes sont significatives pour les deux membres et pour tous les paramètres au risque de 1 sur 10 000. Les valeurs pour les hommes sont toujours plus élevées quel que soit le paramètre et quel que soit le côté.

3.4. Estimation d'un paramètre d'un côté à partir du même paramètre de l'autre côté

Le tableau de l'annexe IX permet d'établir l'équation de régression linéaire de chaque paramètre d'un membre à partir de ceux de l'autre membre. C'est à dire qu'on peut déduire à partir d'un paramètre d'un seul côté la valeur de ce même paramètre de l'autre côté grâce à la formule suivante .

Posons :

a = coefficient de régression pour un membre donné

b = constante

r = coefficient de corrélation entre les deux membres
pour chaque paramètre

X = valeur du paramètre considéré

X (côté dominant) = a x X (côté non-dominant) + b

Cette équation donne une précision de : $r^2 \times 100$ en %. Tous les coefficients de corrélation sont significativement différents de zéro au risque d'erreur de 1 sur 10 000.

Exemple : Pour un homme : évaluation de la circonférence brachiale,

CB (côté dominant) = 0.92 x CB (côté non-dominant) + 2.71

avec une précision de $(0.94)^2 \times 100 = 88\%$.

De même :

CB (côté non dominant) = 0.96 x CB (côté dominant) + 0.96

avec la même précision.

Nous pouvons obtenir de cette manière, une assez bonne estimation :

* de la circonférence brachiale : précision à 88% pour les hommes, 94% pour les femmes

* du volume de la main : précision à 85% pour les hommes, 92% pour les femmes

Par contre, la précision est moins bonne pour la force musculaire mesurée à partir du Jamar (71% pour les hommes, 83% pour les femmes) mais elle reste acceptable du point de vue statistique.

Les estimations obtenues avec le dynamomètre de Collins et le Pinchmètre le sont beaucoup moins:

* Collins : précision à 69% pour les deux sexes

* Pinchmètre : précision à 58% pour les hommes, 52% pour les femmes

En excluant ces deux derniers appareils, la précision obtenue est meilleure pour les femmes que pour les hommes d'une manière générale.

3.5. Coefficients de corrélation entre les différents paramètres anthropométriques et les forces de préhension pour les deux sexes (Annexe X et XI)

Le lien entre deux paramètres est d'autant plus important que le coefficient de corrélation est proche de 1 et que le risque d'erreur est faible. Chez les hommes, par exemple, l'âge est lié à quelques paramètres (CMB, SMB, PCT, Collins) faiblement mais significativement. Si nous considérons les paramètres ayant un coefficient de corrélation supérieur à 0,41 (au risque de 1 sur 10 000), il apparaît qu'ils sont plus élevés chez les femmes. La circonférence brachiale, la circonférence musculaire brachiale, la surface musculaire brachiale et le pli cutané tricipital sont liés avec le poids. De même, le volume de la main est lié avec la taille, le poids et CB quels que soient le sexe et le côté considérés. Il est également lié de façon fort significative avec CMB et SMB chez les femmes.

Le dynamomètre de Jamar est lié avec celui de Collins avec un coefficient de corrélation intéressant ; ils sont liés plus faiblement avec le Pinchmètre. Chez les hommes, seul le Jamar est lié avec le volume de la main alors que chez les femmes, le volume est aussi lié avec les deux autres appareils.

3.6. Estimation d'un paramètre d'un membre à partir d'un autre paramètre du même côté (Annexe XII)

De la même façon qu'au paragraphe 3.4., nous estimons un paramètre grâce à un autre par une équation de régression linéaire, mais le tableau de l'annexe XII ne retient que les paramètres qui ont les liaisons les plus fortes.

Exemple :

Estimation du volume de la main du côté non-dominant à partir du poids chez un homme : VM (côté non-dominant) = $2,21 \times P - 211$

avec une précision de $(0,68)^2 \times 100 = 46\%$ (faible)

Le coefficient de corrélation est significativement différent de 0 au risque d'erreur de 1 sur 10 000.

Ces équations donnent les valeurs théoriques des paramètres inconnus. Nous pouvons, de cette manière, obtenir une estimation acceptable du volume de la main à partir du poids et de la taille avec une précision de 69% pour le côté non dominant et 64% pour le côté dominant pour les femmes, mais une moins bonne de 46% pour le côté non dominant et de 45% pour le côté dominant pour les hommes.

Les autres résultats sont nettement moins acceptables.

4. DISCUSSION

4.1. Comparaison entre les deux membres et entre les deux sexes

Chez les hommes, les mesures effectuées du côté dominant sont toujours supérieures au côté non dominant, sauf au niveau du pli cutané tricipital : la masse adipeuse est plus importante pour le membre qui travaille le moins. La différence entre les deux côtés n'est pas la même selon tous les paramètres. La circonférence brachiale est plus grande du côté dominant, mais la différence est faible (1%). Chez les femmes, il n'y a pas de différence significative entre les deux côtés pour les mêmes paramètres et la masse adipeuse. Par contre, chez l'homme, le degré d'adiposité du côté non dominant est supérieur de 11,2%, ce qui montre que sa masse musculaire est plus faible de ce côté.

Concernant le volume de la main, une différence significative entre les deux côtés apparaît pour les deux sexes (3,2% pour les hommes et 4,1% pour les femmes) mais elle est plus nuancée, que celles retrouvées au niveau de la force de préhension et quelque soit le dynamomètre.

La comparaison des trois dynamomètres montre, entre eux, une différence entre les deux côtés dont la plus importante est celle qui concerne le Collins (Tableau I), puis vient le Pinchmètre et enfin le dynamomètre de Jamar. Ces différences sont plus élevées chez les femmes que chez les hommes (sauf le Pinchmètre), ce qui tendrait à prouver que les femmes utilisent plus leur côté dominant pour les épreuves de force que les hommes.

Tableau I : Différence entre les deux côtés et entre les sexes (en %)

	Hommes	Femmes
Collins	10,4	13,3
Pinchmètre	9,6	5,9
Jamar	6,2	7

Il existe une différence statistiquement significative entre les deux côtés pour le volume de la main et quel que soit le sexe. Mais elle ne se retrouve pas avec la même intensité pour la force de préhension.

Si nous étudions maintenant avec plus de précision les valeurs de ces différences, seules celles effectuées avec le dynamomètre de Collins et celle du pli cutané tricipital sont réellement à considérer en pratique (Tableau II).

Tableau II : Différence entre les deux côtés et entre les deux sexes et précision dans les unités de chaque appareil

	Hommes	Femmes	Précision des appareils
Dyn. de Jamar (KgF)	3,8	2,6	2
Dyn. de Collins (KgF)	5,1	4,1	1
Pli cutané tricipital (mm)	1,1	N.S.	0,2

Considérons le dynamomètre de Jamar : la différence entre les deux côtés que nous avons trouvée peut ne pas se révéler avec un autre thérapeute. En effet, l'aiguille de l'appareil peut s'arrêter entre deux graduations, d'où la nécessité d'arrondir la lecture en prenant la valeur soit supérieure, soit inférieure. Avec une telle marge d'erreur, la différence (entre les deux côtés) obtenue est relative. Il en va de même pour tous les autres appareils sauf le dynamomètre de Collins et le compas de Harpenden Skinfold Caliper (pour le pli cutané tricipital) : la différence obtenue avec le Collins est largement supérieure à la marge d'erreur de l'appareil (1 KgF), de même pour le pli cutané tricipital chez les hommes (0,2 mm).

En pratique, on ne considère que les différences supérieures ou égales à 10%. Les autres différences que nous avons trouvées sont donc à relativiser.

4.2. Estimation d'un paramètre par rapport à un autre

Les équations linéaires de régression permettent d'estimer :

- * un paramètre d'un membre à partir du même paramètre de l'autre membre.
- * un paramètre d'un membre à partir d'un autre paramètre du même côté.

Plusieurs cas de figures peuvent se présenter en cas de pathologie :

- un oedème de la main au niveau d'un des deux membres supérieurs

Comment évaluer l'oedème en méconnaissance du volume initial de la main lésée ? Il suffit de calculer sa valeur théorique à partir du volume de la main saine controlatérale : une assez bonne précision de 85 ou 92% est obtenue selon le sexe du patient. Il reste à faire la différence entre le volume de la main oedématisée et la valeur théorique.

- un oedème de la main au niveau des deux membres supérieurs (atteinte bilatérale)

Nous pourrions estimer le volume initial des deux mains à partir du poids et de la taille, mais les précisions ne sont pas assez fiables excepté peut être pour les femmes (64-69%).

- un déficit musculaire au niveau de la force de préhension

Comment évaluer ce déficit ? Comment définir un objectif en fin de rééducation ? Dans les deux cas, nous pouvons estimer la force de préhension qui existait avant le traumatisme grâce à des valeurs théoriques : soit en utilisant la valeur obtenue avec le même dynamomètre de l'autre côté (Tableau III).

Tableau III : Précision obtenue en estimant chaque paramètre à partir du même paramètre de l'autre côté (en %)

	Hommes	Femmes
Jamar	71	83
Collins	69	69
Pinchmètre	58	52

Dans le cas d'une atteinte bilatérale, nous ne pouvons pas estimer, avec une bonne précision, les paramètres antérieurs au traumatisme.

4.3. Comparaison des dynamomètres de Jamar et de Collins

Pour le Jamar, il n'y a aucune différence significative entre les deux premières mesures pour le côté dominant et quel que soit le sexe. Il en va de même pour le côté non dominant chez l'homme. Par contre, chez la femme, il en existe une du côté non dominant de 4,5%. Les résultats obtenus en comparant la première et la troisième mesures du côté dominant ne montrent aucune différence. Le Jamar semble donc présenter une grande fiabilité en ce qui concerne la mesure de la force de préhension chez l'homme et du côté non dominant chez la femme.

Concernant le Collins, on retrouve, à chaque fois, une différence significative, sauf pour le côté dominant chez la femme entre les deux premières mesures. Ce résultat tendrait à prouver que les mesures faites avec cet appareil ne sont pas tellement reproductibles. Cependant, si nous étudions avec plus de précision ces différences, elles ne vont que de 2 à 4% (alors que, paradoxalement, celle du Jamar est supérieure). Ceci peut éventuellement s'expliquer par certaines caractéristiques propres au dynamomètre de Collins : tous les participants l'ont trouvé plus douloureux que le Jamar, notamment au niveau de l'éminence thénar et de la face palmaire des articulations interphalangiennes proximales. Si, à la première utilisation, cette douleur est supportable, elle l'est beaucoup moins lors des suivantes.

Si nous étudions enfin le coefficient de corrélation entre les deux dynamomètres, nous remarquons qu'il est assez proche de 1 (au risque de 1 sur 10000) quels que soient le sexe et le côté considéré (Tableau IV).

Tableau IV : coefficients de corrélation entre les dynamomètres de Jamar et de Collins

	Côté dominant	Côté non dominant
Hommes	0,81	0,86
Femmes	0,85	0,85

5. CONCLUSIONS

Il y a une différence statistiquement significative entre les deux membres en ce qui concerne la force de préhension et le volume de la main, mais seule celle retrouvée avec le dynamomètre de Collins est à considérer en pratique.

Paradoxalement et concernant les dynamomètres, c'est l'appareil de Jamar qui offre la meilleure fiabilité, même si son utilisation est répétée plusieurs fois. De plus, il est moins blessant pour la main du patient. Quant au Collins, si ses mesures sont peu reproductibles, la différence d'une valeur à l'autre n'est que de 1 KgF environ, ce qui correspond finalement à la précision de l'appareil.

Le degré d'adiposité du corps est identique de chaque côté pour les femmes, alors que chez les hommes, il prédomine du côté non dominant ; la valeur de la masse adipeuse masculine est plus faible pour les deux membres que celle féminine.

D'une manière générale, les 10% théoriques de différence entre les deux membres et pour chaque paramètre annoncés par certains auteurs sont loins d'être retrouvés dans notre étude (Tableau V).

Tableau V : Différences entre les deux côtés et pour les deux sexes (en %)

	Hommes	Femmes
Circonférence brachiale	1,0	N.S.
Volume de la main	3,2	4,1
Pli cutané tricipital	-11,2	N.S.
CMB	2,2	N.S.
SMB	4,3	N.S.
Jamar	6,2	7,0
Collins	10,4	13,3
Pinchmètre	9,6	5,9

Les équations de régression permettent d'estimer un paramètre d'un membre grâce à ce même paramètre de l'autre côté avec une bonne précision, mais cette démarche devient inutile pour les paramètres dont la différence entre les deux côtés est inférieure à 10%. Ces équations concernent plutôt le dynamomètre de Collins, mais la précision obtenue est moyenne (69% pour les hommes aussi bien que pour les femmes).

Dans le cas d'une atteinte bilatérale où il est impossible d'utiliser le membre controlatéral pour connaître le paramètre antérieur au traumatisme, nous sommes extrêmement limités. En effet, seule l'estimation du volume de la main à partir du poids et de la taille chez la femme offre une bonne précision. Pour les hommes, les équations donnent tout au plus une idée très approximative.

La méthode que nous avons retenue pour la mesure du volume de la main offre la possibilité de reproduire les mêmes valeurs avec un risque d'erreur minime.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARMITAGE R., BERRY G.

Statistical methods in medical research.

Oxford : Blackwell Scientific Publications 559 pages. 1987

2. BECHTOL C. O.

Grip test : Use of dynamometer with adjustable handle spacing

Journal of bone and joint surgery 36A/ 820-824 - 1954

3. CHAU N., PATRIS A., MARTIN J., KOHLER F., ANDRE J. M.

Conception d'un logiciel de traitement et d'interrogation statistique de données logistiques.

Int J Biomed Comput 16/95-118 - 1985

4. CNOCKAERT J.C., PERTUZON E.

Détermination des constantes biomécaniques d'un segment corporel (avant-bras plus main). 1. Mesure du volume et estimation de la masse.

Le travail humain 33/1-2 : 37-46 - 1970

5. EDWARDS DAW, HAMMOND WH., HEARY NRJ., TANNER JM., WHITEHOUSE RH.

Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness

Br J Nutr 9/133-143 - 1955

6. FREUND R.J., MINTON P.D.

Regression Methods. A tool for data analysis, statistics : textbooks and monographs.

Vol 30. New York : Marcel Dekker Inc. 1979.

7. GABLE C., CHAU N., XENARD D., ANDRE J.M.

Accords inter-juges d'une mesure fonctionnelle analytique du membre supérieur

Rev. Epidémiol. Santé Publique. In press.

8. GODAL R., SWEDBORG I.

A correction for the natural asymetry of the arms in the determination of the volume of oedema. Scand J Rehab Med 9/13-35 - 1982

**9. INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES
ECONOMIQUES**

(INSEE)

Nomenclature des professions et catégories socio-professionnelles PCS. Index analytique, Paris. INSEE, 1983.

10. MARTINET N.

Conception, réalisation et expérimentation d'un capteur tridimensionnel pour l'étude quantifiée de la préhension. Thèse Doctorat en Médecine.

Faculté de Médecine, Nancy 1988

**11. MATHIOWETZ V., KASHMAN N., VOLLAND G., WEBER K., DOWE M.,
ROGERS S.**

Grip and Pinch Strength : Normative Data for adults.

Arch Phys Med Rehabil 66/69-74 - 1985

12. MATHIOWETZ V., WIEMER D.M., FEDERMAN S.M.

Grip strength : Norms for 6- to 19- Years Olds.

The american journal of occupational therapy 40/705-711 - 1986

13. PETERSEN P., PETRICK M., CONNOR H., CONCKLIN D.

Grip strength and hand dominance : challenging the 10% rule

The american journal of occupational therapy 43/444-447 - 1989

14. SWEDBORG I.

Voluminometric estimation of the degree of lymphedema and its therapy by pneumatic compression. Scand J Rehab Med 9/131-135 - 1977

15. TEBI A.

Evaluation des critères de diagnostic de la malnutrition protéino-énergétique chez les personnes âgées.

Thèse de doctorat spécialisé : Nutrition Humaine, Université de Nancy 1, 1988

16. TUBIANA R.

Traité de chirurgie de la main. Tome 1 : Anatomie, physiologie, biologie, méthodes d'examen, Paris, Masson, 1980.

Annexe I

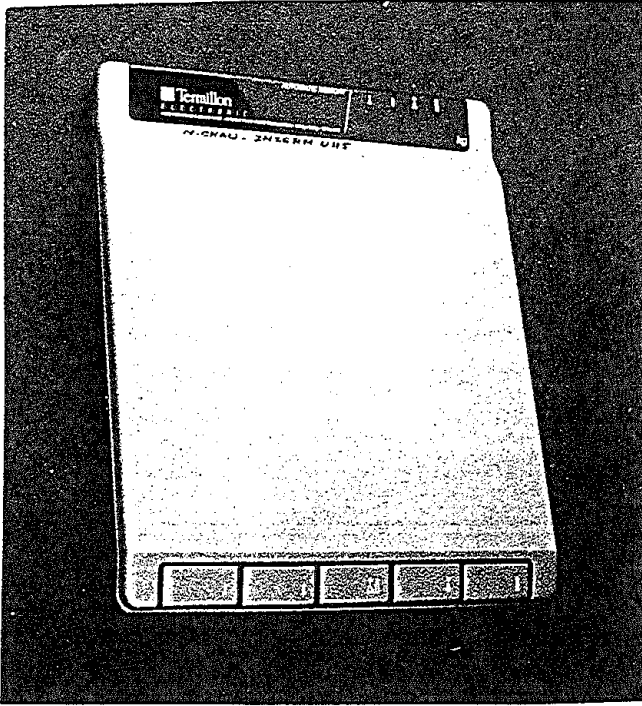


Fig.1: pèse-personne

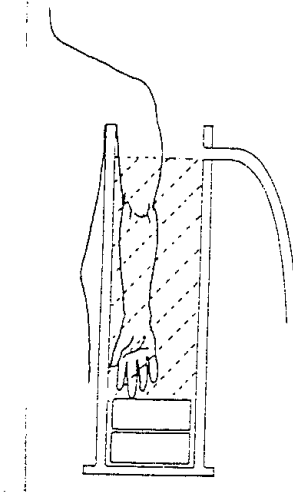


Fig.2 : oedémomètre

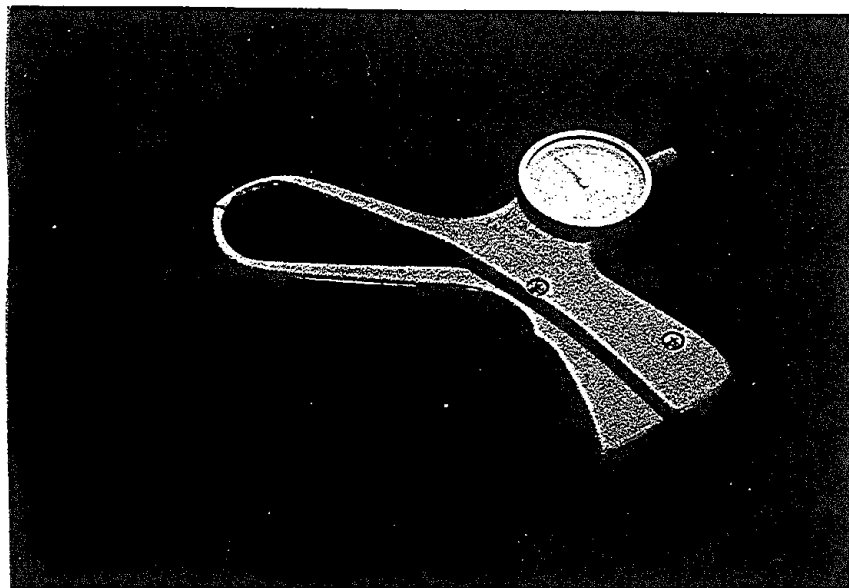


Fig.3 : compas type Harpenden Skinfold Caliper

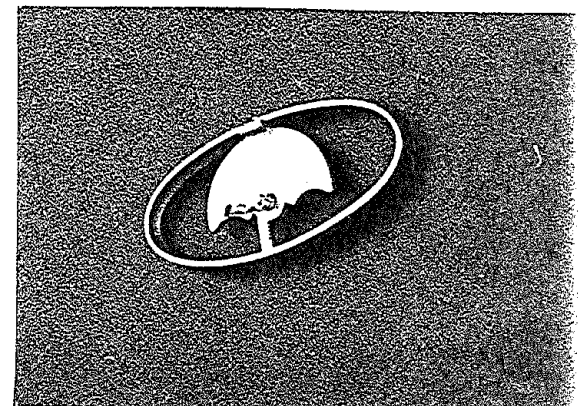
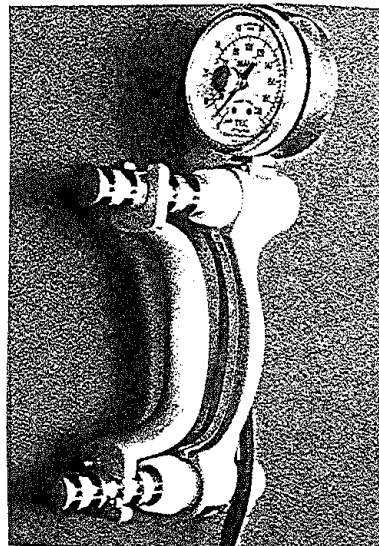
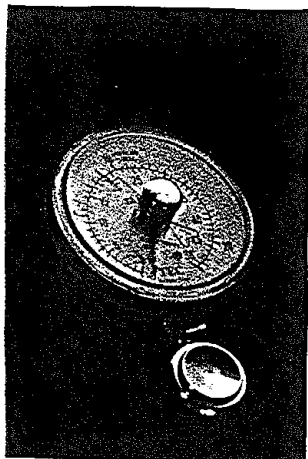


Fig.4 : (de gauche à droite) Pinchmètre. dynamomètres de Jamar. de Collins

Annexe II



Fig. 5 : prise de la taille



Fig. 6 : prise du repère



Fig. 7 : circonférence brachiale

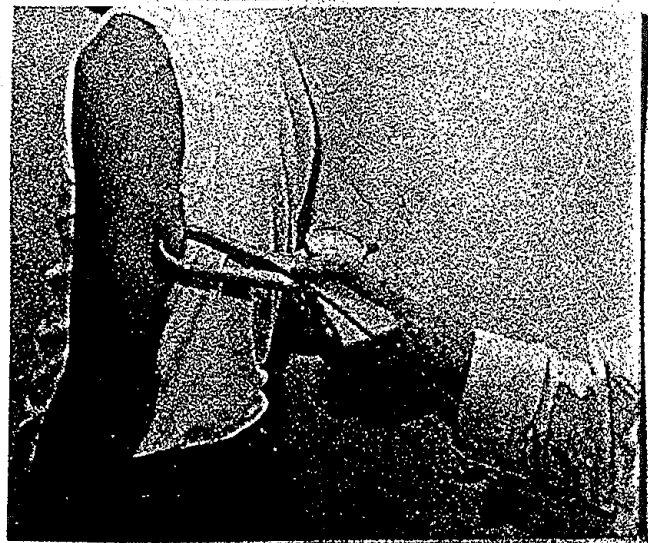


Fig. 8 : pli cutané tricipital



Fig. 9 : pli proximal de flexion du poignet

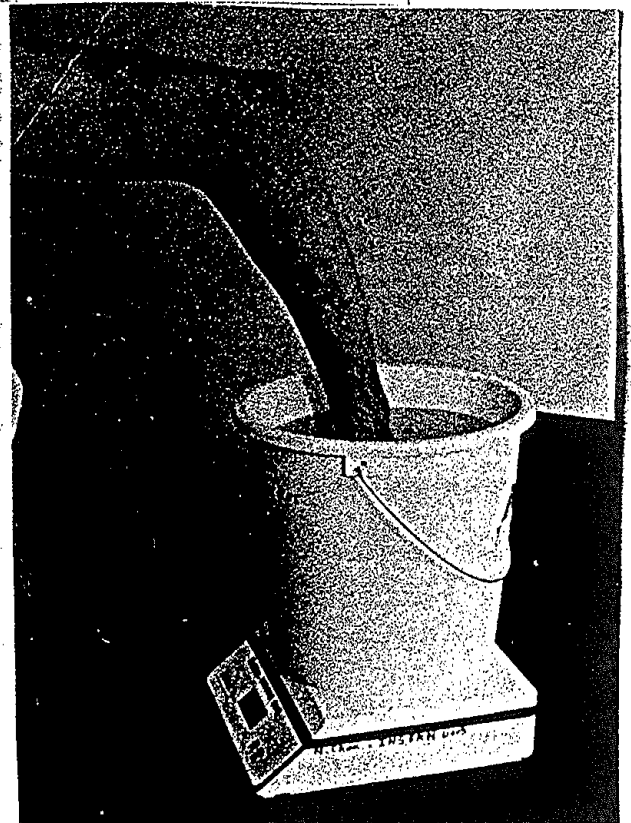


Fig. 10 : technique de mesure du volume de la main

Annexe III

Protocole

Initial du nom, et prénom : N° d'anonymat : |_|_|_|

Sexe : 1 = Masculin 2 = Féminin |_|

Date de naissance (jour / mois / année) : |_|_|/|_|_|/|_|_|

Poids : |_|_|,|_| Kg

Taille : |_|,|_|_| m

Main dominante : 1 = Droitier 2 = Gaucher 3 = A la fois droitier et gaucher |_|

Profession (en clair) : Code INSEE |_|_|

	Membre gauche		Membre droit	
	1ère mesure	2ème mesure	1ère mesure	2ème mesure
Circonférence brachiale	_ _ , _ cm	_ _ , _ cm	_ _ , _ cm	_ _ , _ cm
Pli cutané tricipital	_ _ , _ mm	_ _ , _ mm	_ _ , _ mm	_ _ , _ mm
Volume de la main*	_ _ _ g	_ _ _ g	_ _ _ g	_ _ _ g
Force de préhension :				
1. Jamar	_ _ Kgf	_ _ Kgf	_ _ Kgf	_ _ Kgf
2. Pinchmètre	_ _ Kgf	_ _ Kgf	_ _ Kgf	_ _ Kgf
* Dynamomètre de Collins	_ _ Kgf	_ _ Kgf	_ _ Kgf	_ _ Kgf

* Poids lu sur la balance, exprimé en gramme (poussée d'Archimède)

Annexe IV



Fig. 11 : Pinchmètre



Fig. 12 : dynamomètre de Jamar



Fig. 13 : dynamomètre de Collins

Annexe V

Tableau VI : Caractéristiques des sujets étudiés.

	Hommes (55 sujets)	Femmes (45 sujets)	Total (100 sujets)	Comparaison entre les 2 sexes
<i>Age (ans): % de sujets</i>				
< 29:	30,9	37,8	34,0	
30-39:	27,3	24,4	26,0	NS
40-49:	18,2	28,9	23,0	
≥ 50:	23,6	8,9	17,0	
Moyenne ± e.c.:	38,5 ± 11,8	35,5 ± 10,7	37,2 ± 11,4	NS
Taille (cm): moyenne ± e.c.	173 ± 6,9	162 ± 6,6	168 ± 8,7	p < 0,0001
Poids (Kg): moyenne ± e.c.	78,0 ± 10,5	60,5 ± 9,9	70,1 ± 13,4	p < 0,0001
% de sujets droitiers	87,3	91,1	89,0	NS

Annexe VI

Tableau VII : Reproductibilité entre deux mesures successives (première et deuxième)

	Côté non dominant			Côté dominant		
	Première mesure	Deuxième mesure	(1)	Première mesure	Deuxième mesure	(1)
<i>Hommes (55 sujets) :</i>						
Circonférence brachiale (cm)	31,4±2,7	31,4±2,7	0,00±0,019	31,7±2,7	31,7±2,7	0,002±0,023
Volume de la main (ml)	417±51	417±51	0,00±5	432±53	431±53	0,27±4,35
Pli cutané tricipital (cm)	1,06±0,54	1,06±0,55	-0,003±0,036	0,95±0,46	0,95±0,46	-0,007±0,033
Jamar (kgf)	51,8±8,4	51,0±9,1	0,82±4,0	55,5±9,1	55,0±10,2	0,44±4,8
Dynamomètre de Collins (kgf)	43,8±8,9	42,5±8,4	1,31*±3,7	48,8±8,8	47,7±8,4	1,02*±2,7
Pinchmètre (kgf)	9,2±2,0	9,2±1,8	0,027±1,5	10,2±1,9	10,3±2,0	-0,09±1,3
<i>Femmes (45 sujets) :</i>						
Circonférence brachiale (cm)	27,9±3,3	27,9±3,3	0,00±0,00	28,0±3,2	28,1±3,2	-0,011*±0,032
Volume de la main (ml)	274±36	272±35	2,0*±5	285±35	284±35	1,0±5
Pli cutané tricipital (cm)	1,60±0,60	1,60±0,60	0,006±0,055	1,60±0,64	0,95±0,46	0,005±0,052
Jamar (kgf)	33,4±6,5	31,9±6,3	1,5*±2,2	35,3±6,5	35,1±7,3	0,24±2,2
Dynamomètre de Collins (kgf)	26,9±7,0	25,7±6,1	1,1*±2,8	30,9±6,9	30,0±6,6	0,87±3,0
Pinchmètre (kgf)	6,5±1,6	6,5±1,4	0,00±0,69	6,8±1,3	7,1±1,6	-0,28*±0,91

(1) : Première mesure - deuxième mesure

*p < 0,05

Annexe VII

Tableau VIII : Reproductibilité entre la première mesure et la troisième (pour le côté dominant)

	Hommes (9 sujets)	Femmes (21 sujets)	Total (30 sujets)
Jamar (kgf)	0,056±6,4	0,00±1,56	0,017±3,6
Dynamomètre de Collins (kgf)	1,2*±1,2	1,1*±1,9	1,1*±1,7
Pinchmètre (kgf)	0,28±0,75	-0,20±0,87	-0,058±0,85

(1) : Première mesure - troisième mesure

*p < 0,01

Annexe VIII

Tableau IX : Comparaison entre côté dominant et côté non dominant, et entre les deux sexes

	Hommes (55 sujets)				Femmes (45 sujets)			
	Côté non dominant	Côté dominant	(a)	(b) (%)	Côté non dominant	Côté dominant	(a)	(b) (%)
Circonférence brachiale (cm)	31,43 ± 2,8	31,75 ± 2,7	0,32 ± 0,93	1,0 ± 0,29	27,91 ± 3,3	28,05 ± 3,2	0,13 ± 0,77	0,5 0,03
Volume de la main (ml)	417 ± 51	431 ± 53	14 ± 21	3,2 ± 4,5	273 ± 35	285 ± 38	12 ± 10	4,1 ± 3,6
Pli cutané tricipital (cm)	1,06 ± 0,54	0,95 ± 0,46	-0,11 ± 0,20	-11,2 ± 20,4	1,60 ± 0,60	1,60 ± 0,63	0,002 ± 0,22	-2,2 ± 17
CMB (cm)	28,11 ± 2,2	28,77 ± 2,4	0,66 ± 0,95	2,2 ± 3,2	22,89 ± 2,38	23,01 ± 2,3	0,13 ± 0,96	0,5 ± 4,2
SMB (cm ²)	63,3 ± 10	66,3 ± 11	3,0 ± 4,4	4,3 ± 6,3	42,12 ± 9	42,55 ± 8	0,43 ± 3,6	0,9 ± 8
Jamar (kgf)	51,4 ± 8,5	55,3 ± 9,4	3,8 ± 5,2	6,2 ± 11	32,6 ± 6,3	35,2 ± 6,8	2,6 ± 2,8	7,0 ± 7
Dynamomètre de Collins (kgf)	43,2 ± 8,5	48,3 ± 8,5	5,1 ± 4,9	10,4 ± 10	26,3 ± 6,6	30,4 ± 7,1	4,1 ± 3,8	13,3 ± 12
Pinchmètre (kgf)	9,2 ± 1,8	10,3 ± 1,8	1,0 ± 1,3	9,6 ± 11	6,5 ± 1,5	6,9 ± 1,4	0,45 ± 1,1	5,9 ± 15

(a) : Côté dominant - côté non dominant.

(b) : $100 \times (\text{Côté dominant} - \text{côté non dominant}) / \text{côté dominant}$.

Texte en gras : valeurs significativement différentes de zéro ($p < 0,05$).

Remarque : La différence entre les deux sexes est significative pour chaque côté et pour tous les paramètres avec $p < 0,0001$.

Annexe IX

Tableau X : Equation de régression linéaire pour chaque paramètre d'un côté à partir du même paramètre de l'autre côté

Variables	Hommes (55 sujets)			Femmes (45 sujets)		
	(a)	(b)	r	(a)	(b)	r
<i>Côté non dominant :</i>						
Circonférence brachiale (cm)	0,96±0,047	0,96±0,13	0,94	1,01±0,037	-0,53±0,12	0,97
Volume de la main (ml)	0,88±0,052	35,98±2,75	0,92	0,96±0,042	-0,43±1,46	0,96
Jamar (kgf)	0,76±0,068	9,40±0,64	0,84	0,84±0,058	2,94±0,39	0,91
Dynamomètre de Collins (kgf)	0,83±0,076	3,25±0,64	0,83	0,81±0,082	1,77±0,54	0,83
Pinchmètre (kgf)	0,75±0,087	1,58±0,16	0,76	0,75±0,11	1,25±0,15	0,72
<i>Côté dominant :</i>						
Circonférence brachiale (cm)	0,92±0,045	2,71±0,12	0,94	0,93±0,034	2,01±0,12	0,97
Volume de la main (ml)	0,96±0,056	32,69±2,86	0,92	0,96±0,042	21,81±2,86	0,96
Jamar (kgf)	0,92±0,083	7,86±0,70	0,84	0,99±0,068	3,03±0,42	0,91
Dynamomètre de Collins (kgf)	0,84±0,077	12,09±0,64	0,83	0,86±0,087	7,88±0,55	0,83
Pinchmètre (kgf)	0,78±0,091	3,11±0,16	0,76	0,68±0,10	2,51±0,15	0,72

(a) : Coefficient de régression d'un côté ± erreur ; (b) : Constante ± erreur ; r : Coefficient de corrélation.
Tous les coefficients de régression et tous les coefficients de corrélation sont significativement différents de zéro au risque $p < 0,0001$.

Annexe X

Tableau XI : Coefficients de corrélation entre les différents paramètres anthropométriques et les forces de préhension pour les hommes (55 sujets)

	Poids	Taille	Circonférence VM brachiale	CMB	SMB	PCT	dynam Jamar	dynam Collins	Finch- mètre
<i>Côté non dominant :</i>									
Age	-	-	-	0,31	0,30	-0,31	-	0,32	-
Taille		0,44	-	0,55	-	-	-	-	-
Poids			0,71	0,61	0,47	0,47	0,53	-	-
Circonférence brachiale (CB)				<i>0,41</i>	0,78	0,79	0,58	(0,23)	(0,23)
Volume de la main (VM)				<i>0,38</i>	<i>0,38</i>	-	0,33	-	-
Circonférence musculaire brachiale (CMB)					1,00	-	<i>0,38</i>	0,43	<i>0,37</i>
Surface musculaire brachiale (SMB)						-	<i>0,39</i>	0,44	<i>0,38</i>
Pli cutané tricipital (PCT)						-	-	-	-
Dynamomètre de Jamar								0,86	<i>0,37</i>
Dynamomètre de Collins									0,52
<i>Côté dominant :</i>									
Age	-	-	-	<i>0,35</i>	0,34	<i>-0,35</i>	-	0,28	(0,24)
Taille		0,44	-	0,54	-	-	0,33	-	-
Poids			0,73	0,59	0,50	0,50	0,55	-	-
Circonférence brachiale (CB)				<i>0,36</i>	0,85	0,85	0,47	0,27	0,32
Volume de la main (VM)				0,29	0,29	-	0,28	-	-
Circonférence musculaire brachiale (CMB)						1,00	-	0,42	0,51
Surface musculaire brachiale (SMB)							-	0,42	0,51
Pli cutané tricipital (PCT)							-	(-0,24)	(-0,23)
Dynamomètre de Jamar									0,81
Dynamomètre de Collins									0,54

Seuls les coefficients significativement différents de zéro sont indiqués : texte normal $p < 0,05$; italique $p < 0,01$; texte en gras $p < 0,0001$.

Annexe XI

Tableau XII : Coefficients de corrélation entre les différents paramètres anthropométriques et les forces de préhension pour les femmes (45 sujets)

	Taille	Poids	Circonf. brachiale	VM	CMB	SMB	PCT	dynam Jamar	dynam Collins	Pinch- mètre
Côté non dominant :										
Age	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taille		0,42	-	0,63	-	-	-	(0,28)	-	-
Poids			0,85	0,76	0,78	0,79	0,49	-	-	0,35
Circonférence brachiale (CB)				0,55	0,83	0,82	0,71	-	-	-
Volume de la main (VM)					0,54	0,56	(0,27)	0,49	0,35	<i>0,38</i>
Circonférence musculaire brachiale (CMB)						1,00	-	-	-	<i>0,31</i>
Surface musculaire brachiale (SMB)							-	(0,26)	-	0,32
Pli cutané tricipital (PCT)							-	-0,37	-	-
Dynamomètre de Jamar									0,85	0,58
Dynamomètre de Collins										0,43
Côté dominant :										
Age	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taille		0,42	-	0,59	-	-	-	-	-	(0,28)
Poids			0,82	0,74	0,68	0,68	0,54	-	-	<i>0,38</i>
Circonférence brachiale (CB)				0,52	0,78	0,78	0,71	-	-	0,32
Volume de la main (VM)					0,52	0,53	-	0,52	0,35	<i>0,45</i>
Circonférence musculaire brachiale (CMB)						1,00	-	<i>0,39</i>	0,37	<i>0,42</i>
Surface musculaire brachiale (SMB)							-	<i>0,40</i>	<i>0,38</i>	<i>0,43</i>
Pli cutané tricipital (PCT)							-	(-0,28)	-	-
Dynamomètre de Jamar									0,85	0,64
Dynamomètre de Collins										0,67

Seuls les coefficients significativement différents de zéro sont présentés : texte normal $p < 0,05$; italique $p < 0,01$; texte gras $p < 0,0001$.

Annexe XIII

Tableau XIII : Equation de régression linéaire du volume de la main, des dynamomètres de Jamar et de Collins et du Pinchmètre à partir de l'âge et des paramètres anthropométriques (poids, taille, circonférence brachiale, circonférence musculaire brachiale, surface musculaire brachiale et pli cutané tricipital) ; coefficient de régression ± constante

	Taille (cm)	Poids (kg)	CB (cm)	CMB (cm)	SMB (cm ²)	PCT (cm)	Constante	R
<i>Hommes (35 sujets)</i>								
<i>Côté non dominant :</i>								
Volume de la main (ml)	264 ± 84	2,21 ± 0,55	-	-	-	-	-211 ± 5	0,68
Jamar (kgf)	-	-	-	-	<i>0,33 ± 0,11</i>	-	31 ± 1	<i>0,39</i>
Dynamomètre de Collins (kgf)	-	-	-	-	0,37 ± 0,10	-	20 ± 1	0,44
Pinchmètre (kgf)	-	-	-	-	<i>0,067 ± 0,022</i>	-	4,97 ± 0,23	<i>0,38</i>
<i>Côté dominant :</i>								
Volume de la main (ml)	267 ± 89	2,24 ± 0,59	-	-	-	-	-205 ± 5	0,57
Jamar (kgf)	44 ± 16	-	-	-	0,35 ± 0,10	-	-45 ± 1	0,53
Dynamomètre de Collins (kgf)	38 ± 16	-0,32 ± 0,12	-	-	0,53 ± 0,10	-	-28 ± 0,94	0,60
Pinchmètre (kgf)	-	-	-	-	<i>0,060 ± 0,021</i>	-	6,3 ± 0,23	<i>0,36</i>
<i>Femmes (35 sujets)</i>								
<i>Côté non dominant :</i>								
Volume de la main (ml)	203 ± 50	2,14 ± 0,34	-	-	-	-	-184 ± 3	0,83
Jamar (kgf)	-	<i>0,28 ± 0,10</i>	-	-	-	<i>-4,65 ± 1,7</i>	23 ± 0,86	<i>0,44</i>
Dynamomètre de Collins (kgf)	-	-	-	-	<i>0,23 ± 0,10</i>	<i>-4,56 ± 1,5</i>	24 ± 0,85	<i>0,49</i>
Pinchmètre (kgf)	-	<i>0,052 ± 0,021</i>	-	-	-	-	3,3 ± 0,21	<i>0,35</i>
<i>Côté dominant :</i>								
Volume de la main (ml)	176 ± 54	2,16 ± 0,36	-	-	-	-	-132 ± 3	0,80
Jamar (kgf)	-	-	-	<i>1,10 ± 0,42</i>	-	-	7,8 ± 0,95	<i>0,39</i>
Dynamomètre de Collins (kgf)	-	-	-	-	<i>0,32 ± 0,10</i>	<i>-3,4 ± 1,4</i>	22 ± 0,87	<i>0,50</i>
Pinchmètre (kgf)	-	-	-	-	<i>0,070 ± 0,023</i>	-	3,9 ± 0,19	<i>0,43</i>

CB : Circonférence brachiale ; CMB : Circonférence musculaire brachiale ; SMB : Surface musculaire brachiale ; PCT : Pli cutané tricipital ; R : coefficient de corrélation multiple.

Seuls les coefficients de corrélation significativement différents de zéro sont présentés : texte normal p < 0,05 ; italique p < 0,01 ; texte en gras p < 0,0001.