

Variations de la force isométrique des fléchisseurs de hanche en fonction de différentes positions angulaires de la coxo-fémorale

Ann. Kinésithér., 1980, 7, 145-153

S. DUBROEUCQ *

Les fléchisseurs de hanche développent un maximum de puissance en position de rectitude et qui diminue au fur et à mesure de la flexion de hanche.

De toutes les positions interrogées, 90° de flexion est la position, où le regroupement de la population est le meilleur. Cette cohérence valide la position de départ de la cotation à 3 du testing des fléchisseurs de hanche.

Introduction

Les travaux de Neiger et Plas (7) ont montré que les extenseurs de hanche développent entre zéro et 90°, une force maximale isométrique moyenne en position couchée, bassin sanglé, de 94,6 Kgf. Comment les fléchisseurs, muscles antagonistes, contrebalencent-ils cette force isométrique?

L'influence de la position articulaire sur la force isométrique des fléchisseurs de hanche n'a pas été étudiée. Mais classiquement le muscle psoas iliaque est considéré comme le fléchisseur principal. Sa composante de flexion augmente avec la flexion (1). Cependant, la force des fléchisseurs de hanche augmente-t-elle au fur et à mesure de la flexion?

Ce travail propose une approche clinique des variations de la force isométrique des fléchisseurs en fonction de différentes positions angulaires de la coxo-fémorale :

- 0° : position de référence;
- 30° : angle de flexion nécessaire à la marche;
- 60° : angle de flexion recruté pour la montée d'un escalier;

* M.C.M.K.; Centre Médical M.G.E.N., 34, place Raoul Dautry, 75014 Paris.

- 90° : position départ pour le testing des fléchisseurs de la hanche à 3 (2);
- 120° : angle moyen maximum de la flexion active complète.

Nous voulions également savoir pourquoi la position assise a été retenue pour la cotation à 3 du testing alors que l'amplitude articulaire est incomplète.

Rappels biomécaniques

1. *Multiplicité des composants musculaires* : Kapandji (6) répartit les fléchisseurs de hanche en deux groupes en fonction de leur composante annexe :

- *Les fléchisseurs abducteurs rotateurs internes* qui sont le tenseur du fascia lata, les faisceaux antérieurs du moyen fessier et le petit fessier.
- *Les fléchisseurs adducteurs rotateurs externes* qui sont le psoas iliaque, le pectiné et le moyen adducteur.

Lors de la flexion directe, il est nécessaire que ces deux groupes entrent en « contraction antagoniste synergique équilibrée » (6).

Duchenne de Boulogne (4) a montré électrophysiologiquement et cliniquement « que le psoas iliaque et le tenseur du fascia lata sont des muscles congénères de la flexion de cuisse et antagonistes de la rotation ».

2. *Les adducteurs dans la flexion de hanche* : la position articulaire peut inverser l'action de certains muscles. Dans la flexion-extension, l'inversion de l'action fléchissante des muscles adducteurs est classique. D'après Woestyn (10) le droit interne reste fléchisseur jusqu'à 40° de flexion; le petit adducteur jusqu'à 50°; le moyen adducteur jusqu'à 70°; le grand adducteur (faisceau supérieur) jusqu'à 20°; le troisième faisceau est toujours extenseur.

L'inversion de la composante du carré crural est aussi à noter; le point de transition correspond à zéro degré de flexion.

3. *Travail fourni par les fléchisseurs de hanche* : Fick (5) en 1911 a étudié la possibilité de travail théorique des fléchisseurs de hanche en multipliant la force maximale par le raccourcissement maximal. Il est intéressant de rapporter en pourcentage du travail total des fléchisseurs le travail de chaque muscle (voir tableau ci-contre).

On note que les muscles principaux (Rash et Burke; 1967) représentent 85,65 % du travail total.

4. *Amplitude de flexion* : la position articulaire du genou influe sur l'amplitude de flexion de la hanche :

- genou fléchi, l'amplitude atteint activement 125°;
- genou en rectitude, le mouvement est limité aux environs de 90° par l'insuffisance passive des Ischio-jambiers.

Plas et Viel (8) ont montré que les fibres des muscles bi-articulaires

Possibilités de travail en kgm

Muscles	Flexion de 0° à 120°	% du Travail total
Ilio-psoas		
Tensor fasciae latae	10,0	22,42
Sartorius	7,5	16,81
Rectus femoris	4,3	9,64
Gluteus minimus (fasc. ant.)	16,4	36,77
Pectineus	3,5	7,84
Adductus longus	2,7	6,05
	0,2	0,44
TRAVAIL TOTAL	44,6	99,97

tels que les ischio-jambiers, ne peuvent permettre une amplitude maximale dans les deux articulations intéressées, genou et hanche, c'est pourquoi dans le protocole d'expérimentation la flexion associée du genou a été demandée.

Matériel et méthodes

Les mesures de force isométrique ont été prises avec un statergomètre, appareil conçu et réalisé par Troisier et le Centre de Recherches de Valenton. Il a deux fonctions :

- une fonction de travail, que nous ne détaillerons pas dans cet exposé;
- une fonction de mesure utilisée pour nos travaux.

L'appareil, branché à une source de courant électrique, comprend un capteur de force relié d'un côté à un point fixe, de l'autre au membre du sujet qui doit bénéficier de la mesure. L'effort musculaire développé par le sujet est reçu directement par le capteur à jauge de contrainte qui transforme en tension électrique de faible valeur la contrainte mécanique qui lui est imposée. La tension électrique amplifiée est mesurée par un voltmètre. La valeur la plus importante enregistrée est mise automatiquement en mémoire (fig. 1).

Population

Les dix sujets participant aux mesures sont tous des masseurs-kinésithérapeutes stagiaires de l'École des Cadres de Bois-Larris. Tous sont de sexe masculin et situés dans une tranche d'âge comprise entre 27 et 30 ans.

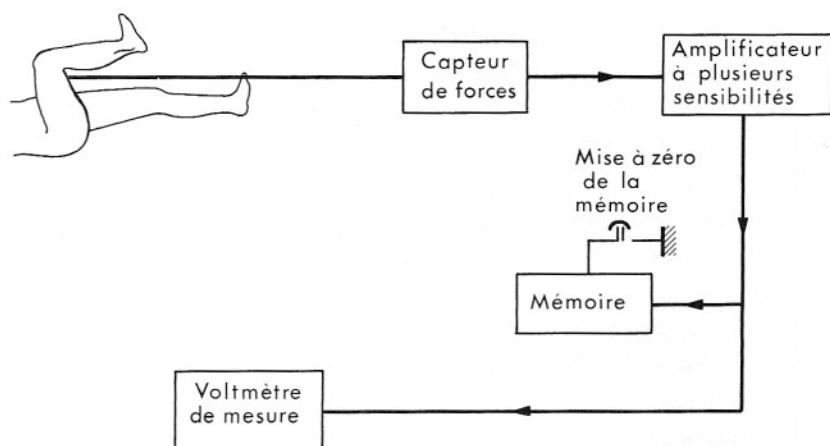


FIG. 1. - Schéma de fonctionnement du statergomètre.

Protocole de travail

Le sujet est installé en décubitus dorsal sur une table, bassin sanglé. Le sanglage du bassin, s'appuyant sur les deux épines iliaques antéro-supérieures, stabilise le sujet.

Lors de l'effort, le cobaye se tient aux rebords de la table, lui évitant de glisser vers le point fixe. La jambe du côté non mesuré est pendante en bout de table. Le genou du membre inférieur intéressé est fléchi (fig. 2).

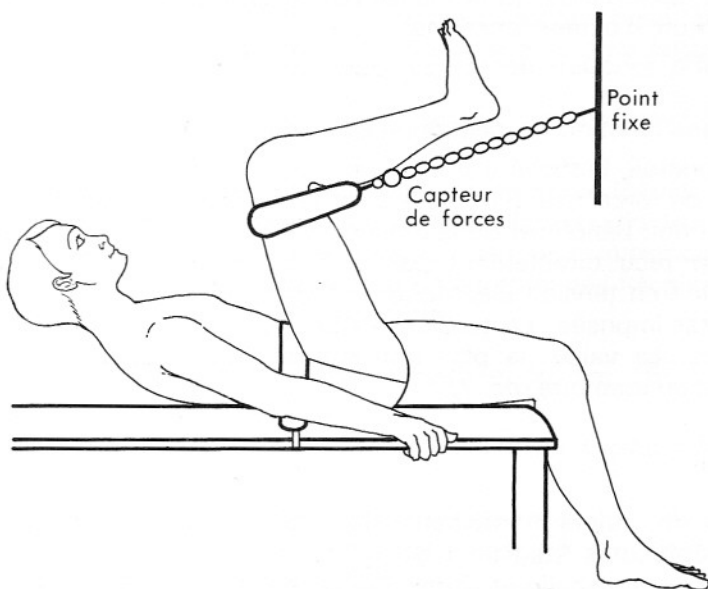


FIG. 2. - Position du sujet.

Le capteur de force est relié à un point fixe par l'intermédiaire d'une chaîne (système non extensible) au sol ou au mur suivant la position angulaire de la hanche. D'autre part, il est placé perpendiculairement à l'axe du fémur passant par le trochanter. La sangle reliant l'anneau des forces à la cuisse est située à cinq centimètres au-dessus de la base de la rotule.

Conditions de mesure

Cinq mesures de force isométriques maximales ont été faites suivant cinq angles différents de la coxo-fémorale (0°, 30°, 60°, 90°, 120° de flexion) sur le membre inférieur droit pour les droitiers.

Les critères suivants ont été respectés :

- l'angle de flexion de hanche est vérifié au goniomètre lors d'une contraction sub-maximale;
- l'orthogonalité du capteur de force avec le membre inférieur est contrôlée;
- trois essais sont pratiqués pour chaque valeur angulaire;
- à la prise de mesure, le sujet est stimulé verbalement;
- un repos d'une minute sépare chaque tentative;
- la valeur la plus importante des trois contractions isométriques est retenue pour les calculs;
- dix minutes de repos séparent chaque série de trois essais;
- les tentatives ont été faites dans un ordre croissant de flexion de hanche.

Résultats

L'expérimentation s'est faite sur dix sujets. Les résultats obtenus sur une population plus importante seraient donc susceptibles de variations.

Valeurs moyennes

Les résultats ont permis de déterminer pour chaque position angulaire, la valeur moyenne de la force isométrique maximale des fléchisseurs de hanche. La valeur moyenne a été calculée suivant l'équation :

$$m = \frac{\sum x}{N} \pm G$$

- N étant le nombre des sujets;
- x la force maximale isométrique retenue pour chaque sujet;
- G est l'écart type.

Nous avons alors :

à 0° de flexion : $m = 68 \text{ kgf} \pm 10,77 \text{ kgf}$

- à 30° de flexion : $m = 39,6 \text{ kgf} \pm 6,29 \text{ kgf}$
- à 60° de flexion : $m = 30,4 \text{ kgf} \pm 4,57 \text{ kgf}$
- à 90° de flexion : $m = 23,7 \text{ kgf} \pm 3,12 \text{ kgf}$
- à 120° de flexion : $m = 13,6 \text{ kgf} \pm 3,65 \text{ kgf}$

La force moyenne maximale isométrique décroît au fur et à mesure de la flexion de hanche (fig. 3). C'est à zéro degré que la force moyenne isométrique est maximale. La comparaison successive de la force isométrique pour chaque angulation fait apparaître des pourcentages significatifs (fig. 4).

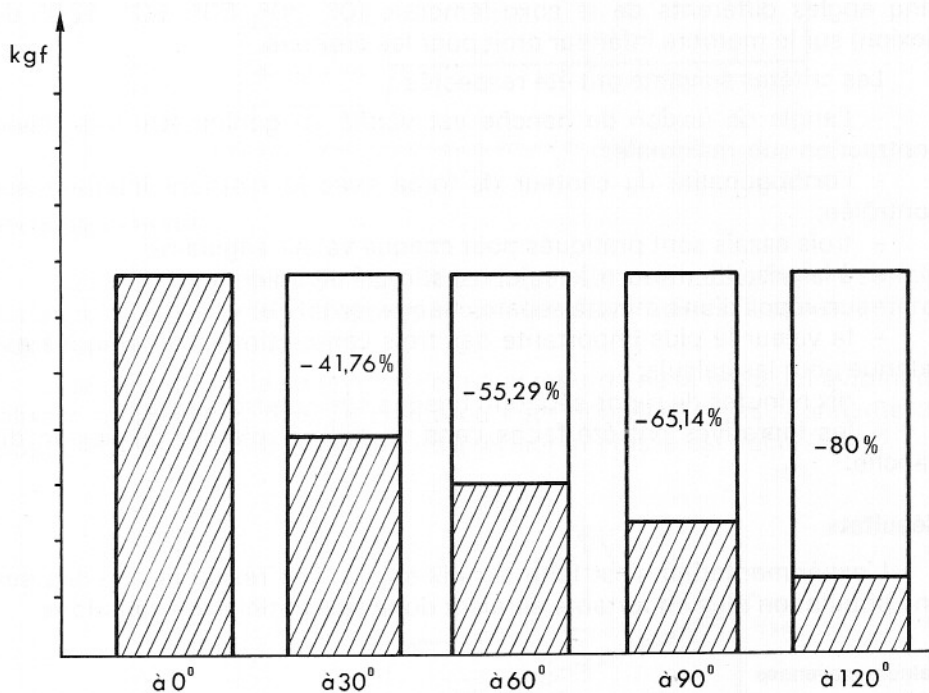


FIG. 3. - La moyenne de la force maximale isométrique de flexion pour les quatre premières positions angulaires comprises entre zéro et 90°, est de 40,42 kgf.

Observations

Au cours de l'expérience, tous les sujets ont décollé la tête et les épaules du plan de la table; lors des contractions isométriques demandées, aucune rotation de hanche ne s'est associée à la flexion; tous les sujets ont dit avoir eu la sensation de ne plus pouvoir faire l'effort d'une contraction à 120° de flexion.

Discussion

D'après les résultats obtenus, la force isométrique maximale moyenne

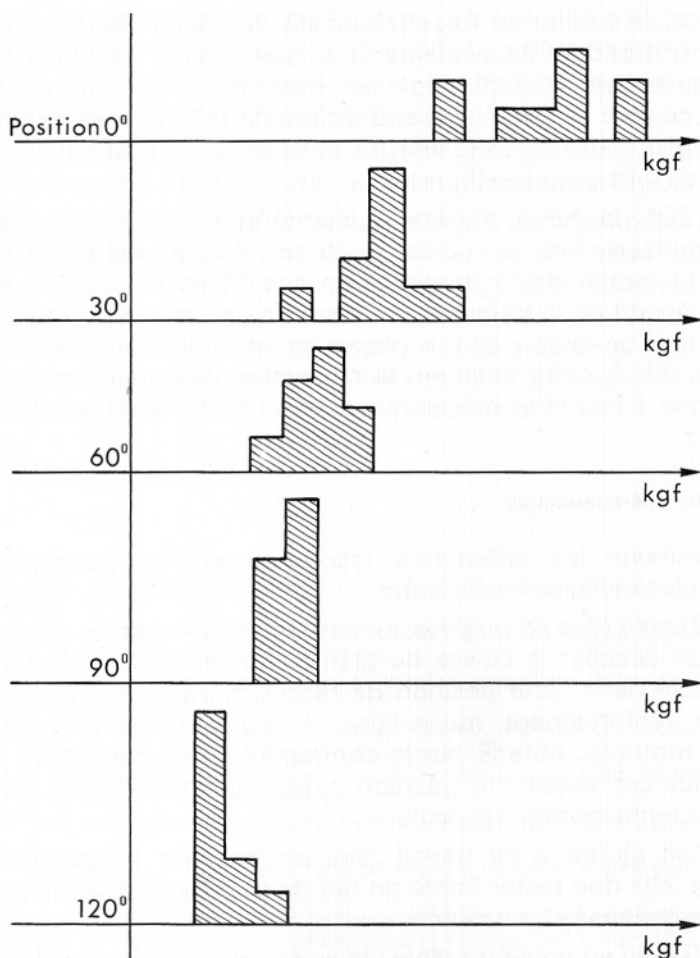


FIG. 4. - Les résultats sont représentés par un histogramme organisé par tranche de force de 5 kgf en fonction des fréquences de la population.

en position couchée des fléchisseurs de hanche est inférieure à celle des extenseurs (fléchisseur 40,42 kgf - extenseur 94,6 kgf d'après Plas-Neiger). Cette expérience montre que la force isométrique des fléchisseurs de hanche est plus importante en position de rectitude. Tous les adducteurs sont alors recrutés comme fléchisseurs ainsi que le carré crural. Mais la dispersion de la population est grande. La force des fléchisseurs varie de façon notable suivant le type de morphologie.

La force isométrique décroît rapidement entre zéro et 30° puis de façon plus progressive entre 30° et 120°. A 30° de flexion, le trajet des muscles adducteurs se rapproche du plan passant par l'axe de flexion-extension. Leur composante de flexion tend vers zéro pour aller jusqu'à s'inverser.

A 90° de flexion, la force maximale des fléchisseurs subit un déficit important. L'action fléchissante des adducteurs est inhibée. Mais le regroupement de la population est maximum. Les différences morphologiques se sont estompées. Cette attitude à 90° de flexion, est la position de testing à 3 des fléchisseurs de hanche (2). L'expérience valide cette position en tant que « position-test ».

A 120°, la force maximale isométrique continue à décroître. Le tenseur du fascia lata va épuiser sa course, il s'est raccourci de la distance égale à la moitié de la longueur de ses fibres (6). Or la tension d'un muscle dépend de la longueur de ses fibres au moment de son excitation (courbe tension-longueur). Le psoas arrive lui aussi, à la limite de son efficacité (6). A cette position, la dispersion des mesures est à nouveau plus grande. L'inconfort mécanique dont se sont plaints les sujets n'est pas à négliger.

Applications thérapeutiques

Examinons les différentes façons acceptées classiquement pour renforcer les muscles fléchisseurs :

1. *Travail libre en position assise*, jambes pendantes : on demande au patient de décoller la cuisse du plan de table, l'efficacité musculaire est défavorable dans cette position de raccourcissement. Selon Delorme (3) pour un renforcement musculaire, il faut un recrutement maximum d'unités motrices, obtenu par la contraction demandée à un muscle non étiré. Pour cet auteur, la position assise satisferait à la définition qu'il donne du renforcement musculaire.

Si l'on ajoute à ce travail libre en position assise une résistance manuelle, elle doit rester faible du fait de peu de force développée par les fléchisseurs dans cette position.

2. *Travail en pouliothérapie* : le sujet est placé en décubitus latéral, le membre inférieur est soutenu par une suspension axiale. La poulie de traction du circuit résistant place l'élingue perpendiculaire à l'axe fémoral en position de rectitude (Rocher). Lors du mouvement de flexion, l'angle d'application du vecteur résistance diminue. La résistance opposée décroît avec la flexion de hanche. La force des fléchisseurs décroît aussi au fur et à mesure de la flexion.

L'utilisation d'un système-poids-poulie pourrait être retenu pour un renforcement musculaire, mais en pratique il est difficile d'apprécier les variations de la résistance en fonction de l'angle d'application. C'est pourquoi, les problèmes classiques de la pouliothérapie (adaptation de la résistance à la force musculaire), s'ils sont minimisés, restent toujours présents.

Conclusion

L'expérience fait apparaître que la force maximale isométrique des

fléchisseurs subit des écarts considérables en fonction de la position angulaire de la coxo-fémorale. En décubitus dorsal, bassin sanglé, l'augmentation de l'angle de flexion de la hanche concourt à une diminution de la force des muscles fléchisseurs.

La force du groupe musculaire des extenseurs (examinée par Plas et Neiger) prédomine celle des fléchisseurs dans un rapport de 2 pour 1.

A la position zéro degré, la force isométrique est maximale, mais les résultats sont variables suivant les sujets. A 90° de flexion, le regroupement des résultats fournit une homogénéité maximale. Nous voyons donc que la position de testing à 3 des fléchisseurs de hanche (flexion 90°), bien qu'étant une angulation défavorable au recrutement efficace des muscles, peut être considérée comme une valeur moyenne, facteur de cohésion, puisqu'elle regroupe les résultats.

Bibliographie

1. CASTAING (J.). – Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur n° 8 la hanche. *Edition E.P.R.I.*, Paris, 1971.
2. DANIELS (L.), WILLIAMS (M.) et WORTHINGHAM (C.). – Le testing évaluation de la fonction musculaire. *Maloine*, édit. Paris, 1966, p. 34-36.
3. DOTTE (P.). – Principes et méthodes de tonification musculaire (Méthode Delorme et dérivées). *Ann. Kinésithér.*, 1959, 2, 19-30.
4. DUCHENNE DE BOULOGNE (G.B.). – Physiologie des mouvements, J.-B. Baillière, Paris, p. 327-371, 1867, (réédition in *Annales de Médecine Physique*, 1967).
5. FICK (M.). – Handbuch der Anatomie und Mechanick der Gelenke unter Berücksichtigung der Bewegender Muskeln (fig. 132). *Fischer*, édit. Paris, 1911.
6. KAPANDJI (I.A.). – Physiologie articulaire, Fasc. 11, Membre Inférieur. *Maloine*, édit. Paris, p. 9-71, 1977.
7. NEIGER (H.), PLAS (F.). – Etude de la force isométrique maximale d'extension de hanche. *Ann. Kinésithér.*, 1976, 3, 175-185.
8. PLAS (F.), VIEL (E.). – Rappels des travaux s'intéressant à la biomécanique du tissu musculaire et incidence sur les méthodes de musculation. *J. Kinésithér.*, 1971, 187, 20-23.
9. WOESTYN (J.). – Etude du mouvement. Tome II, l'Anatomie fonctionnelle. *Maloine*, édit. Paris, 1977, p. 113-117.