

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

Recherche statistique de la corrélation entre les mesures de l'angle-spino-trochantero- fémoral et de la pente pelvienne

Mémoire écrit et présenté par **Brice KAMMERER**

Etudiant en 3^e année de masso-kinésithérapie

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etat

de Masseur-Kinésithérapeute.

Année 2013 - 2014.

Sommaire

1. INTRODUCTION	1
2. RAPPELS	2
2.1. Anatomiques	2
2.1.1. Sacro-iliaque	2
2.1.2. Symphyse pubienne	2
2.1.3. Coxo-fémorale	2
2.2. Cinésiologiques	3
2.2.1. L'os coxal	3
2.2.2. Action musculaire	3
2.2.3. Rôle de l'ilio-psoas	4
2.2.4. Les facteurs limitant le mouvement	4
2.2.5. Incidence de la position du bassin sur le rachis	4
2.2.6. Chaînes musculaires de Busquet	4
2.3. Méthodes de recherche de la position du bassin	5
2.3.1. Lignes de Huc	5
2.3.2. Ligne de Schoemaker	5
2.3.3. L'indice de Marnay	6
2.3.4. Goniométrie de l'angle spino-trochantero-femoral	6
3. BIBLIOGRAPHIE	6
4. MATERIEL ET METHODE	7
4.1. Matériel	7
4.1.1. Crayon dermographique	7
4.1.2. Goniomètre	7

4.1.3. Inclinomètre (adapté avec un support à 2 branches)	7
4.1.4. Planche en bois.....	8
4.2. Méthode.....	8
4.2.1. Population	8
4.2.2. Examineurs	9
4.2.3. Formulaire de consentement	9
4.2.4. Questionnaire.....	9
4.2.5. Protocole expérimental intra-testeur et inter-testeur.....	9
4.2.6. Position du sujet.....	10
4.2.7. Position du thérapeute.....	10
4.2.8. Les repères osseux et palpation	11
4.2.9. Goniométrie	12
4.2.10. Inclinométrie.....	13
4.2.11. Prise de mesure	13
4.3. Méthode d'analyse statistique.....	14
5. RESULTATS	15
5.1. Corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne	15
5.2. Différence entre les hommes et les femmes pour l'angle-spino-trochantero-fémoral	18
5.3. Différence entre les hommes et les femmes pour la pente pelvienne	19
5.4. moyenne de l'angle spino-trochantero-femoral et de la pente pelvienne	20
5.5. Fiabilité inter et intra-testeur	21
5.5.1. Fiabilité inter-testeur.....	21
5.5.2. Fiabilité intra-testeur.....	22
6. DISCUSSION	22
6.1. Choix des paramètres.....	22
6.1.1. Population	22
6.2.2. Choix des conditions d'examen	22
6.2.3. Choix de la position	23
6.2.4. Choix de la position debout	23
6.3. Protocole Intra-testeur et inter-testeur	23
6.4. Analyse des résultats	24

6.4.1. Discussion sur la corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne	24
6.4.2. Discussion sur l'angle spino-trochantero-fémoral entre les hommes et les femmes	25
6.4.3. Discussion sur la pente pelvienne entre les hommes et les femmes	26
6.4.4. Discussion sur les résultats inter-examineur et intra-examineur	26
6.5. Difficultés et erreurs pouvant influencer nos résultats	27
6.5.1. Repérage osseux.....	27
6.5.2. Goniométrie	28
6.5.3. Amélioration à apporter	28
6.6. Raison de la suspicion d'une différence homme et femme	29
7. CONCLUSION.....	30

RESUME

Introduction : La goniométrie de l'angle spino-trochantero-fémoral permet de quantifier la rétroversion et l'antéversion du bassin. A travers notre étude nous avons tenté de mettre en corrélation cette technique de mesure avec celle de l'inclinométrie de la pente pelvienne ; puis d'établir une éventuelle particularité morphologique naturelle de la position du bassin en fonction du sexe.

matériel et méthode : La population choisie est une population de 38 étudiants d'une moyenne d'âge de 20,92 ans. Nous avons utilisé un goniomètre de Houdre pour l'angle spino-trochantero-fémoral réalisé debout en statique, ainsi qu'un inclinomètre posé sur un support avec deux branches posées sur l'EIAS et l'EIPS. Cette étude a été réalisée avec un protocole statistique inter-examineur et intra-examineur pour connaître la fiabilité des mesures.

résultats : Les résultats obtenus montrent une tendance à la corrélation entre l'angle-spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne. En ce qui concerne l'angle-spino-trochantero-fémoral il n'y a pas de différence d'antéversion ou de rétroversion du bassin entre les hommes et les femmes d'un point de vue statistique.

conclusion : La fiabilité de l'inclinométrie laisse à penser qu'elle mériterait d'être plus largement utilisée par les masseurs-kinésithérapeutes. Toutefois, les résultats obtenus à l'aide de la goniométrie et de l'inclinométrie gagneraient à être confirmés par un examen radiologique.

mots clés : goniométrie, inclinométrie, bilan statique, bassin, angle spino-trochantero-fémoral.

keywords : arthrometry, inclinometry, static assessment, pelvis.

1. INTRODUCTION

La prise en charge masso-kinésithérapique débute incontestablement par un bilan diagnostique kinésithérapique. Ce dernier contient différentes étapes : le relaté, l'observé et le mesuré. C'est une étude chronologique dont le bilan statique est une part importante car il permet d'orienter la démarche et par le mesuré d'apprécier la cause et les conséquences d'une pathologie. Cependant nous pouvons constater que ce bilan peut également avoir une fonction préventive afin de préserver l'intégrité physique des patients. Dans ce sens, le bassin a une grande importance sur la statique du sujet et sa position peut être à l'origine de diverses pathologies. Il serait judicieux de mesurer l'angle spino-trochantero-fémoral afin de déterminer les déviations rachidiennes qui peuvent en découler. Si le sujet paraît susciter un certain intérêt, force est de constater qu'il existe bien peu de références bibliographiques qui abordent ce thème. En effet, si la technique des lignes de Huc, utilisée couramment, a permis de mesurer les rétroversion et/ou antéversion du bassin, elle présente des inconvénients non négligeables. D'une part, elle ne permet pas de quantifier l'antéversion ou la rétroversion. D'autre part, ces lignes sont difficiles à réaliser car la prise de repères anatomiques se révèle relativement ardue. Au cours de notre enseignement, nous avons abordé la technique de la goniométrie de l'angle spino-trochantero-fémoral pour apprécier l'antéversion et/ou la rétroversion du bassin. Cet angle pris en position debout, n'a pas fait l'objet d'étude récente.

Ainsi, à travers une étude, nous élaborons une technique de mesure avec l'inclinométrie pour permettre au praticien de quantifier plus précisément l'antéversion ou la rétroversion. Nous avons tenté d'atteindre deux objectifs à travers cette étude. Dans un premier temps, notre intérêt était de déterminer s'il existe une corrélation entre la goniométrie et l'inclinométrie du bassin. Dans un second temps, d'observer si nous pouvons mettre en évidence une particularité morphologique naturelle de l'os coxal lié au sexe des individus étudiés.

Afin de répondre à ces questions nous situerons anatomiquement et cinésiologiquement l'objet de notre étude par le biais de quelques rappels. Puis nous évoquerons notre étude statistique à travers l'analyse de la méthode utilisée et les résultats obtenus. Enfin une discussion nous amènera à soulever les questionnements qui ont découlé de notre analyse.

2. RAPPELS

2.1. Anatomiques

L'os coxal est un os long, pair et non symétrique. Il contribue à former le squelette de la ceinture pelvienne. Il est constitué de 3 os primitifs : l'iliaque en haut, le pubis en avant et l'ischion en arrière. Il possède 2 faces et 4 bords. L'os coxal s'articule avec le sacrum en arrière et en dedans (sacro iliaque), avec la tête fémorale latéralement (coxo-fémorale) et l'os coxal controlatéral en avant (symphyse pubienne)[1].

2.1.1. Sacro-iliaque

C'est une ellipsoïde, elle est très stable grâce à de très forts ligaments postérieurs (interosseux, sacro-iliaques postérieurs et ilio-articulaires) et à distance (sacro-tubéral, sacro-épineux et ilio-lombaires). Elle ne possède aucun muscle moteur donc elle n'a que très peu de mobilité. Ces mouvements sont la nutation, qui est une bascule du promontoire du sacrum vers l'avant, et surtout la contre-nutation, qui est une bascule vers l'arrière du sacrum, et qui servent surtout lors de l'accouchement[1].

2.1.2. Symphyse pubienne

Située entre les corps des 2 pubis, elle est encroûtée de cartilage et elle est renforcée par de nombreux ligaments surtout postérieurs et inférieurs, ainsi que par des terminaisons musculaires[1].

2.1.3. Coxo-fémorale

C'est la plus grosse articulation du corps. C'est une articulation portante, qui a besoin d'une excellente stabilité avant la mobilité. Elle est sphéroïde avec 3 degrés de liberté. Elle s'articule entre l'acétabulum (ou surface semi-lunaire) de l'os coxal et la tête fémorale du fémur. Il y a un labrum entre les 2 surfaces articulaires, qui aide à la congruence et qui est un moyen d'union. L'acétabulum regarde en dehors, en bas et en avant alors que la tête fémorale regarde en dedans, en haut et en avant. Il y a donc une découverte antérieure de la tête. Cependant, cette articulation est stabilisée par de nombreux moyens d'union : une capsule articulaire, la synoviale, le labrum, des ligaments (ilio-fémoral, pubo-fémoral, ischio-fémoral et le ligament de la tête) ainsi que des muscles (le droit fémoral, le petit fessier, l'ilio-psoas et

l'obturateur externe). L'acétabulum recouvre la tête fémorale, on peut calculer radiologiquement ce recouvrement avec différents angles comme l'angle d'inclinaison du toit du cotyle (HTE) ou l'angle de couverture de la tête du fémur (VCE). La coxo-fémorale a des mouvements de flexion/extension, abduction/adduction, rotation médiale/rotation latérale quand l'os coxal est fixe, et des mouvements d'antéversion et rétroversion quand le fémur est fixe[2].

2.2. Cinésiologiques

2.2.1. L'os coxal

Il réalise des mouvements d'antéversion, quand le fémur est fixe, qui isolément produisent une légère flexion de hanche, qu'il faut différencier du mouvement de flexion de hanche quand l'os coxal est fixe ce qui provoque une rétroversion relative du bassin.

Il réalise également des mouvements de rétroversion, qui isolément produisent une légère extension de hanche, qu'il faut différencier du mouvement d'extension de hanche quand l'os coxal est fixe ce qui provoque une antéversion relative du bassin[3].

Ces mouvements sont réalisés dans un plan principalement sagittal mais il est décrit que le mouvement se réalise dans les 3 plans :

- Pour l'antéversion, l'EIAS(épine iliaque antéro-supérieure) se dirige vers le bas, l'avant et le dedans.
- Pour la rétroversion, l'EIAS se dirige vers le haut, l'arrière et le dehors[4,5].

2.2.2. Action musculaire

- Muscles réalisant l'antéversion du bassin : le muscle ilio-psoas, l'obturateur externe, le petit fessier, les fibres antérieures du moyen fessier, le tenseur du fascia lata, le sartorius, le pectiné, faiblement le droit fémoral. Ces muscles font l'antéversion essentiellement en chaîne fermée. Les abdominaux peuvent avoir un rôle d'antéversion si le thorax est fixe.

- Muscles réalisant la rétroversion du bassin : le grand fessier, les ischio-jambiers, certains pelvi-trochantériens (obturateur interne et ses jumeaux, le carré fémoral), ainsi que certains adducteurs (grand adducteur)[1,2,3].

2.2.3. Rôle de l'ilio-psoas

Le psoas iliaque est un muscle puissant car c'est le plus grand fléchisseur de la cuisse sur le bassin. C'est également un faible rotateur externe. Cependant, ses fonctions mécaniques varient selon l'endroit où l'on envisage son point fixe. Il contribue à la fois à la station debout en assurant l'équilibre du tronc, et à la marche en permettant la flexion de la cuisse du membre mobile lors de la phase d'appui unipodal. En chaîne fermée c'est le muscle principal de l'antéversion du bassin[1,2,3].

2.2.4. Les facteurs limitant le mouvement

- Pour l'antéversion, ce sont essentiellement la tension des éléments postérieurs, ainsi que les muscles poly-articulaires (comme les ischio-jambiers en extension de genou).

- Pour la rétroversion, ce sont essentiellement la tension des éléments antérieurs (capsule et ligaments), ainsi que les muscles poly-articulaires (comme le droit fémoral en flexion de genou)[3].

2.2.5. Incidence de la position du bassin sur le rachis

Lorsque le bassin est en antéversion il entraîne le sacrum puis la colonne lombaire en hyperlordose.

A l'inverse lorsque le bassin est en rétroversion il entraîne le sacrum puis la colonne lombaire vers le dos plat voir la cyphose lombaire.

2.2.6. Chaînes musculaires de Busquet

L'intérêt est la conception basée sur la dynamique (posture, équilibre, mouvement) du fonctionnement des chaînes musculaires avec la mise en évidence de l'organisation précise et lisible des « enchaînements » de muscles, selon leur continuité d'orientation.

Le principe est que tout désordre, même et surtout d'origine interne viscérale, engendrera des compensations au niveau musculaire afin de permettre le rétablissement de l'équilibre, du confort, puis de l'économie.

D'après Busquet l'équilibre, le confort et l'économie sont assurés par ces chaînes musculaires :

- 2 chaînes musculaires droites (1 de flexion et 1 d'extension).
- 2 chaînes musculaires croisées (1 antérieure et 1 postérieure).

Ce sont les chaînes droites de flexion et d'extension qui ont un rôle particulier sur le bassin. Le chaîne de flexion a un rôle d'enroulement (flexion globale du rachis) en dynamique, d'où une antéversion du bassin. La chaîne d'extension a un rôle de déroulement (extension globale du rachis) en dynamique, d'où une rétroversion du bassin. Les deux chaînes ont également un rôle sur la stabilité du tronc[6].

2.3. Méthodes de recherche de la position du bassin

2.3.1. Lignes de Huc

Les lignes de HUC sont des horizontales fictives qui passent par : l'ombilic, l'EIPS et l'EIAS. Le bassin est équilibré quand les distances EIAS-EIPS et EIPS-ombilic sont égales.

Mais, si la distance EIAS-EIPS est plus grande que la distance EIPS-ombilic, alors le bassin est en antéversion. A l'inverse, si la distance EIAS-EIPS est plus petite que la distance EIPS-ombilic, alors le bassin est en rétroversion. Pour prendre ces mesures, il faut projeter les 3 points de repères sur la partie latérale du corps à l'aide d'un niveau à bulle à branche, puis mesurer les différentes distances avec un mètre ruban.

Cependant, cette technique des lignes de HUC est longue à réaliser et facilement sujette à l'erreur de mesure. Il a été cependant démontré qu'elle a une bonne fiabilité morphologique à la radiographie[7].

2.3.2. Ligne de Schoemaker

La ligne de Schoemaker est une ligne droite qui unit : l'ombilic, l'EIAS et le grand trochanter. Pour réaliser ce test il faut réaliser une droite entre l'ombilic et le grand trochanter, puis voir la position de l'EIAS par rapport à cette droite. Ces 3 points, dans une statique "normale", doivent être alignés. Cependant, si l'EIAS est au dessus de cette droite, on

considère que le bassin est rétroversé. A l'inverse, si l'EIAS est en-dessous, le bassin est antéversé[7].

Les difficultés de cette technique sont qu'elle est peu précise et peu fiable. C'est une approche subjective sur la position du bassin.

2.3.3. L'indice de Marnay

L'indice de Marnay définit radiologiquement l'équilibre sagittal du bassin. Le cliché radiologique est réalisé de profil, le sujet étant debout et en position spontanée. (Annexe I)

La position est dite en équilibre lorsque la projection moyenne des têtes fémorales sur l'interligne L5-S1, se situe entre le milieu de l'interligne L5-S1 en arrière et la partie antérieure du corps vertébral de L5 en avant. Cependant, lorsque le centre des têtes fémorales se projette en arrière du milieu de l'interligne L5-S1, le bassin est antéversé et lorsque le centre se projette en avant, le bassin est rétroversé[5,8].

2.3.4. Goniométrie de l'angle spino-trochantero-fémoral

Il nous a été démontré lors de notre enseignement que cette technique est celle de référence pour apprécier l'antéversion ou la rétroversion du bassin. Elle se réalise debout avec le centre du goniomètre sur le grand trochanter, une branche vers l'EIAS et l'autre vers l'épicondyle du condyle latéral du fémur[9,10]. Il a été décrit lors d'un mémoire réalisé en 1996 par Audrey SQUADRONI qu'il y a une moyenne pour cet angle de $130^{\circ} +$ ou $- 5^{\circ}$. Cependant, ces mesures ont été réalisées en décubitus[11].

3. BIBLIOGRAPHIE

La recherche bibliographique s'est déroulée dans un premier temps manuellement, notamment à Réédoc, pour les références sur l'anatomie, la biomécanique et certains articles de référence. Puis nous avons cherché sur différentes bases de données numériques telles que PubMed, Science Direct et Google Scholar avec des mots clés tels que «bilan statique», «bassin», «angle spino-trochantero-fémoral», «goniométrie», «inclinométrie» en français et «arthrometry», «inclinometry», «static assessment», «pelvis» en anglais. Cependant nous nous sommes rendu compte que la bibliographie portant sur notre étude était très pauvre et que nous avons peu de résultats correspondant, d'où une bibliographie plutôt obsolète.

4. MATERIEL ET METHODE

4.1. Matériel

4.1.1. Crayon dermatographique

Il est utilisé pour noter les repères osseux sur le sujet.

4.1.2. Goniomètre

Nous avons utilisé un goniomètre de Houdre qui a 2 branches longues rigides. Au centre du goniomètre, il y a l'angulation en degré.

L'avantage de ce goniomètre est la longueur de ces branches qui permettent d'être sur ou d'être proche des repères osseux (pour les sujets grands).



Figure 1 : photo du goniomètre de Houdre et du crayon dermatographique.

4.1.3. Inclinomètre (adapté avec un support à 2 branches)

Nous avons utilisé l'inclinomètre pour essayer de savoir s'il y a une corrélation avec la goniométrie de l'angle spino-trochantero-fémoral.

Pour cela nous avons utilisé comme repères l'EIAS et l'EIPS. Ces repères étant trop éloignés l'un de l'autre nous ne pouvons pas utiliser directement l'inclinomètre, donc nous l'avons adapté. Nous avons accroché l'inclinomètre sur un support avec 2 branches articulées (figure 2) qui sont mises sur les 2 repères ce qui nous donne une angulation [12]. Nous appelons cet angle pente pelvienne de manière arbitraire.

Dans notre étude, nous avons utilisé le Plurimètre V conçu par le Dr Jules Rippstein. Il présente un cadran et une aiguille lestée. L'aiguille étant lestée elle reste toujours en position verticale. Le cadran va de 0 à 180°, il est rotatif ce qui permet de placer l'aiguille en face du 0.

Il fonctionne sur le principe de la gravité donc il n'agit que pour le plan sagittal et frontal mais pas pour l'horizontal[13,14,15]. Cette technique a été utilisée une fois lors d'une étude datant de 1987 par PENINOU G.



Figure 2 : photo de l'inclinomètre attaché adapté avec 2 branches.

4.1.4. Planche en bois

Nous avons utilisé cette planche pour avoir un repère au sol, ce qui permet de standardiser la position. Sur la planche, nous avons tracé une ligne arrière pour pouvoir y aligner les talons puis nous avons tracé 2 droites perpendiculaires à la première avec un écart de 15 cm (ce qui permet d'avoir un écart standard).



Figure 3 : photo de la planche en bois.

Le même matériel a été utilisé par les 2 examinateurs.

4.2. Méthode

4.2.1. Population

Nous avons 39 participants à l'étude mais 1 était absent la deuxième semaine. Ils sont tous étudiants à l'IFMK de Nancy. Nous avons 47 % d'hommes pour 53 % de femmes. Notre

population est âgée de 18 à 28 ans avec une moyenne d'âge de 20.92 ans et un écart-type de 2.61. Les sujets mesurent de 155 à 193 cm avec une moyenne de 173.47 et un écart-type de 8.26. L'IMC moyen est de 21.79 avec un écart-type de 3.02.

Aucune personne de notre population n'a d'antécédents médicaux ou chirurgicaux au niveau de la hanche ou du bassin, ce qui serait un critère de non inclusion. Cependant certains ont eu des antécédents au niveau du reste du membre inférieur notamment les chevilles (entorse à répétition).

4.2.2. Examineurs

Il y a 2 examineurs qui ont participé à cette étude. Il s'agit de 2 étudiants de troisième année à l'IFMK de Nancy : 2 hommes âgés de 23 et 22 ans. Tous deux ont bénéficié de la même formation et ont pu s'habituer à l'utilisation du goniomètre et de l'inclinomètre lors de la première année ou lors des stages.

4.2.3. Formulaire de consentement

Nous avons fait lire un formulaire d'information où le protocole réalisé est indiqué. Après la lecture, en cas d'accord, le sujet remplit le formulaire de consentement. (Annexe II)

4.2.4. Questionnaire

Chaque participant remplit un questionnaire d'information qui nous permet d'avoir diverses données et de noter les différentes valeurs mesurées. (Annexe III)

Dans le questionnaire nous demandons le nom, prénom, l'âge, le sexe, la latéralité, la taille, le poids, le sport, et les antécédents d'éventuelles pathologies du membre inférieur.

4.2.5. Protocole expérimental intra-testeur et inter-testeur

Pour le protocole intra-testeur (même examineur), nous réalisons les mesures sur 2 sessions : à J0 et J+7 jours.

Pour le protocole inter-testeur (2 opérateurs différents), le deuxième examineur a pris les mesures lors de la deuxième session (à J+7) sans avoir connaissance des mesures prises par le premier examineur (à J0).

Nous avons réalisé 2 techniques différentes quant à la prise de mesure du deuxième opérateur :

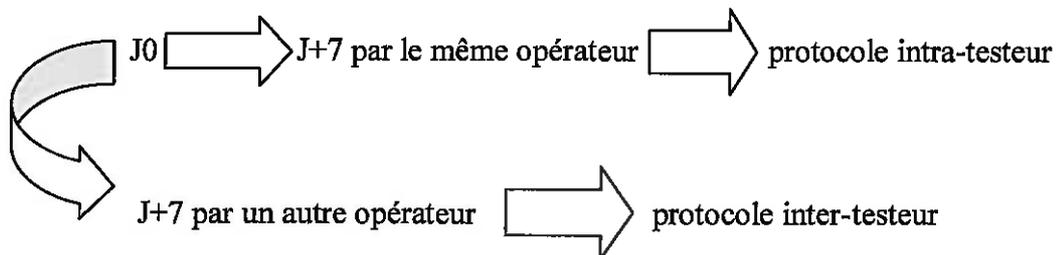
- Pour 25 sujets, le deuxième opérateur a pris ses propres repères puis les mesures avec le goniomètre et l'inclinomètre.

- Pour 13 sujets, il a gardé les repères pris par le premier opérateur en prenant les mesures avec le goniomètre et l'inclinomètre.

Ceci a été réalisé pour savoir si en cas d'importantes différences cela pouvait venir soit :

- De l'imprécision de la prise de repère associée à la prise de mesure.

- De la prise de mesure seule.



4.2.6. Position du sujet

Les sujets se présentent en sous-vêtements.

Nous leur demandons de se mettre debout sur la planche en bois avec les talons alignés sur la ligne avec un écart de pied de 15 cm.

Puis de regarder un point fixe et de se tenir dans une position naturelle (pas trop tendu, ni trop relâché), les bras le long du corps.

4.2.7. Position du thérapeute

Le thérapeute se place du côté à tester, pour prendre les repères puis les mesures. En sachant que nous devons mesurer les 2 côtés, nous reproduisons la même technique de l'autre côté. Nous avons pris de manière aléatoire la moitié des sujets en commençant par la droite et l'autre moitié par la gauche.

La position la plus adéquate pour être à la bonne hauteur est la position en chevalier servant.

4.2.8. Les repères osseux et palpation

Il y a 3 repères osseux à chercher pour l'angle spino-trochantero-fémoral (figure 4) :

- L'EIAS : c'est la partie la plus haute du bord antérieur de l'os coxal, elle suit vers l'avant la crête iliaque. Elle sert d'insertion au sartorius, au TFL, ainsi qu'au ligament inguinal. Pour la palpation il faut suivre la crête iliaque vers l'avant pour être sur l'EIAS. En-dessous il y a une échancrure (échancrure interépineuse antérieure), cependant, avant de la sentir, nous palpons le bord inférieur, que nous marquons au crayon dermographique.

- Le grand trochanter : c'est la partie la plus latérale de l'épiphyse proximale du fémur. Elle sert d'insertion à de nombreux muscles (moyen fessier, petit fessier, obturateur externe, piriforme). Du fait de ses nombreuses insertions il est recouvert d'un groupe musculaire relativement imposant. La palpation se fait en mettant un pouce sur l'EIAS. Nous crocheton avec la main vers le bas et l'arrière puis nous arrivons sur le grand trochanter. Nous pouvons ensuite palper le contour du grand trochanter avec 3 doigts (pouce, index, majeur) sur le bord antérieur, supérieur et postérieur. Ainsi nous cherchons et marquons l'angle postéro-supérieur.

- L'épicondyle du condyle latéral du fémur se situe à la partie latérale de l'épiphyse distale du fémur. Il est saillant et donc facilement palpable à la partie latérale du genou[16].

Il y a également un repère supplémentaire à prendre pour l'inclinométrie (figure 5) :

- L'EIPS(épine iliaque postéro-supérieur) : c'est la partie la plus haute du bord postérieur de l'os coxal, elle suit la crête iliaque en arrière. Pour la palpation il faut suivre la crête iliaque vers l'arrière pour être sur l'EIPS. En-dessous il y a une échancrure (échancrure interépineuse postérieure), cependant, avant de la sentir, nous palpons le bord inférieur, que nous marquons au crayon dermographique. Nous pouvons également, chez certaines personnes la trouver plus facilement grâce aux fossettes de Michaelis[16].



Figure 4 : photo des repères osseux de l'EIAS, grand trochanter et de l'épicondyle du condyle latéral du fémur.



Figure 5 : photo des repères osseux des 2 EIPS (1 par côté mesuré).

4.2.9. Goniométrie

La goniométrie est généralement utilisée pour mesurer les amplitudes articulaires que cela soit en passif ou en actif. Elle est utilisée dans la méthode décrite par Debrunner ou encore appelée "méthode zéro" qui se sert de la position anatomique de référence ou position zéro. La position zéro est définie par le sujet debout, le tronc redressé, le regard horizontal, les membres supérieurs tendus le long du corps, les paumes en avant, les doigts tendus vers le bas, les membres inférieurs sont tendus, les pieds à plat avec les talons joints. Cette méthode prend donc en compte le plan utilisé et les amplitudes maximales de part et d'autre. Elle peut être utilisée dans les 3 plans de l'espace à partir de la position zéro[17,18,19].

Il existe de nombreux types de goniomètres, le plus couramment utilisé est le goniomètre classique à 2 branches (comme utilisé dans cette étude)[20].

Une articulation est l'union entre deux segments corporels mobiles l'un par rapport à l'autre. Le centre articulaire est en projection de l'articulation, la branche fixe est en projection du segment fixe et la branche mobile suit en projection le segment mobile. Les résultats sont généralement retranscrits à l'écrit par la méthode décrite par Debrunner. Cependant dans notre étude, nous utilisons la goniométrie d'une manière décalée par rapport à l'utilisation de base car nous nous en servons pour calculer un angle lors d'un bilan statique (donc sans mouvement comme cela a été décrit au départ). Il y aura donc dans cette goniométrie 2 branches fixes au lieu d'une seule.

L'avantage de la goniométrie pour l'angle spino-trochantero-fémoral, par rapport aux autres techniques, est de chiffrer le bassin dans le plan sagittal et donc de l'objectiver.

4.2.10. Inclinométrie

L'inclinométrie décrite par Loebel, sert à mesurer les déplacements angulaires. Comme pour la goniométrie, l'inclinométrie se base sur la position zéro. Elle va donc avoir sensiblement les mêmes avantages que la goniométrie avec, en plus, la possibilité de régler le zéro sur l'inclinomètre au départ du mouvement. Ce dernier est également plus maniable que le goniomètre car on peut l'utiliser avec une seule main[21].

Cependant, comme pour la goniométrie, dans notre étude, nous l'utilisons de manière statique et en plus nous l'adaptions avec 2 branches ce qui nous obligera à utiliser les 2 mains.

4.2.11. Prise de mesure

Une fois les 8 repères osseux notés (4 à droite et 4 à gauche), nous réalisons les mesures de goniométrie et d'inclinométrie en commençant, pour la moitié des sujets, par la goniométrie, et pour l'autre mesure par l'inclinométrie. Nous alternons également la droite et la gauche.

Pour la goniométrie (figure 6) :

- Nous plaçons le centre articulaire à la partie postero-supérieure du grand trochanter.
- Une branche fixe sera au niveau de la partie inférieure de l'EIAS
- L'autre branche fixe se place au niveau de l'épicondyle du condyle latéral du fémur (ou en direction pour les sujets grands).

Puis nous lisons l'angle trouvé sur le goniomètre. Plus l'angle est grand, plus le bassin est en rétroversion et plus l'angle est petit, plus le bassin est en antéversion[9,10].

Pour l'inclinométrie avec les 2 branches articulées (figure 7) :

- Nous mettons une branche sur la partie inférieure de l'EIAS.
- L'autre sera placée sur la partie inférieure de l'EIPS.

Puis nous lisons l'angle trouvé sur l'inclinomètre. Plus l'angle est grand, plus le bassin est en antéversion et plus l'angle est petit, plus le bassin est en rétroversion[12].



Figure 6 : photo de la goniométrie de l'angle spino-trochantero-fémoral.



Figure 7 : photo de l'inclinométrie de la pente pelvienne.

4.3. Méthode d'analyse statistique

Nous avons 2 groupes différents :

- un où le deuxième examinateur a changé les repères (25 sujets).
- un où il a gardé les mêmes repères, réalisés par le premier opérateur (13 sujets).

Nous avons utilisé le sexe comme paramètre pour notre étude. Nous avons mesuré (2 fois pour le premier opérateur et 1 fois pour le deuxième opérateur) l'angle spino-trochantero-fémoral à droite et à gauche ainsi que la mesure de l'inclinométrie entre l'EIAS et l'EIPS (que nous appelons pente pelvienne) également à droite et à gauche. Pour l'ensemble de ces données, nous avons calculé la moyenne, l'écart-type, le minimum, le maximum, le premier et le troisième quartile.

Nous utilisons des variables quantitatives, donc nous nous sommes servis des coefficients de corrélation intra-classe (ICC). Ils sont calculés pour connaître la reproductibilité intra-testeur et inter-testeur. Le calcul nous donne un indice qui est compris entre 0 et 1. Plus l'indice se rapproche de 1, meilleure est la reproductibilité.

L'interprétation se fait de la manière suivante:

- Un ICC inférieur à 0.20 indique une fiabilité très faible.

- Un ICC compris entre 0.20 et 0.39 traduit une fiabilité faible.
- Un ICC compris entre 0.40 et 0.59 traduit une fiabilité modérée.
- Un ICC compris entre 0.60 et 0.79 traduit une fiabilité élevée.
- Un ICC compris entre 0.80 et 1 traduit une fiabilité très élevée.

Nous avons également utilisé l'erreur type (SEM : standard error of the mean) pour toutes les mesures (intra-testeur et inter-testeur). Elle représente l'erreur de mesure due à l'opérateur obtenue dans le résultat. On l'utilise pour savoir l'importance de l'erreur. Elle prend en compte l'écart-type et l'ICC dans son calcul. Dans notre étude, l'unité de mesure est le degré.

Ensuite, nous avons décrit le test de corrélation de Pierson pour savoir s'il y a une corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne.

Enfin, nous avons utilisé le test paramétrique de Student pour savoir si la différence ou l'équivalence trouvée entre les hommes et les femmes est significative ou non. Les valeurs inférieures ou égales à 0.05 sont considérées comme significatives et comme ayant une tendance significative quand elles sont comprises entre 0.05 et 0.10.

5. RESULTATS

Lexique : ASTFD : angle-spino-trochantero-fémoral à droite.

ASTFG : angle-spino-trochantero-fémoral à gauche.

PPD : pente pelvienne à droite.

PPG : pente pelvienne à gauche.

5.1. Corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne

Pour ce test nous avons utilisé le test de corrélation de Pierson qui nous dit que:

- plus la valeur de p (ou p-value) est proche de 0, plus la corrélation est forte.
- plus la valeur de p est proche de 1, plus la corrélation est faible.

Pour que la corrélation soit significative, elle doit être inférieure à 0.05.

Les 4 graphiques suivants montrent la mesure de la pente pelvienne en ordonnée, ainsi que la mesure de l'angle-spino-trochantero-fémoral en abscisse. Il y a également une courbe de tendance linéaire qui, si elle est oblique, nous montre une corrélation entre les 2 mesures, c'est à dire que l'on pourrait trouver la valeur de l'une grâce à la valeur de l'autre.

Pour la mesure prise par l'opérateur à J0 à droite, nous avons une p-value de 0.956.

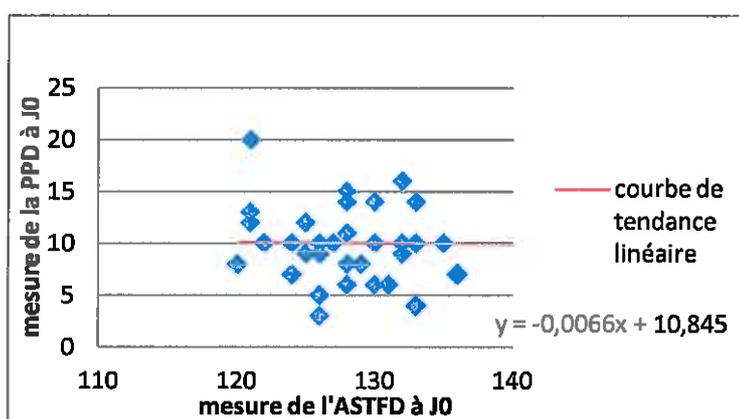


Figure 8 : nuage de points entre l'ASTFD et la PPD à J0 avec la courbe de tendance linéaire.

Dans ce graphique nous voyons qu'il n'y a pas de lien entre les 2 mesures car la courbe de tendance linéaire est très horizontale donc on ne pourrait pas trouver la valeur de l'une des mesure en connaissant la valeur de l'autre. Ce qui nous est confirmé par la p-value élevée.

Pour la mesure prise par l'opérateur à J0 à gauche nous avons une p-value de 0.019.

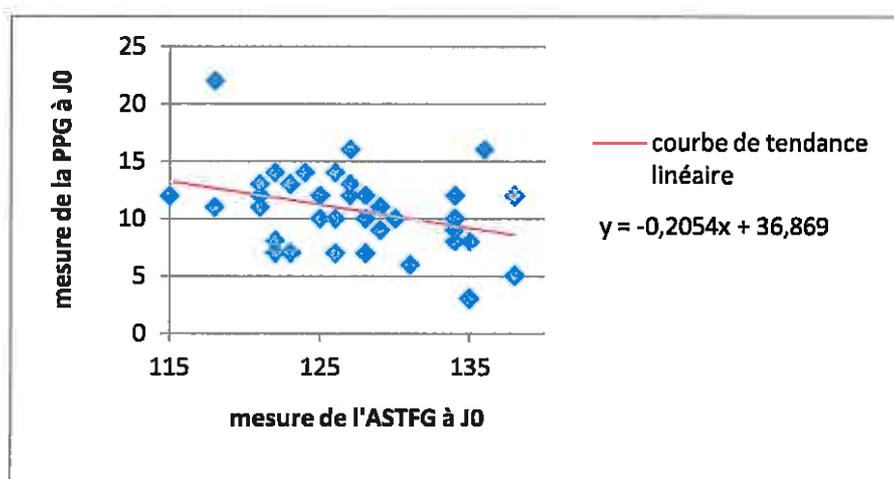


Figure 9 : nuage de points entre l'ASTFG et la PPG à J0 avec la courbe de tendance linéaire.

Pour la mesure prise par l'opérateur à J7 à droite, nous avons une p-value de 0.026.

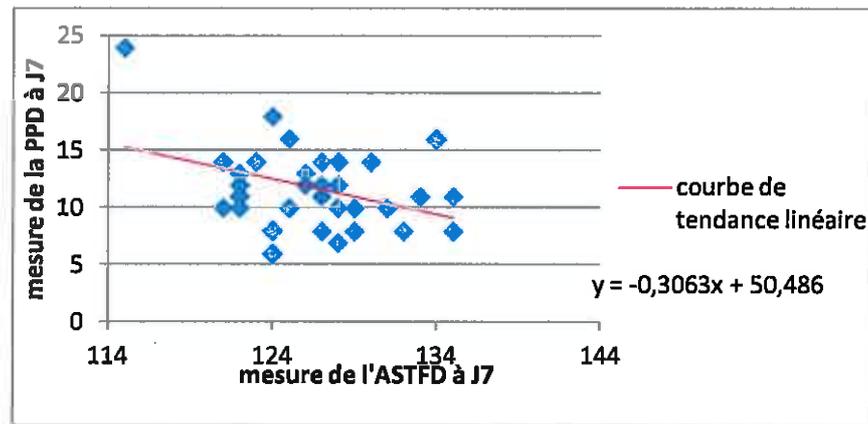


Figure 10 : nuage de points entre l'ASTFD et la PPD à J7 avec la courbe de tendance linéaire.

Pour la mesure prise par l'opérateur à J7 à gauche, nous avons une p-value de 0.004.

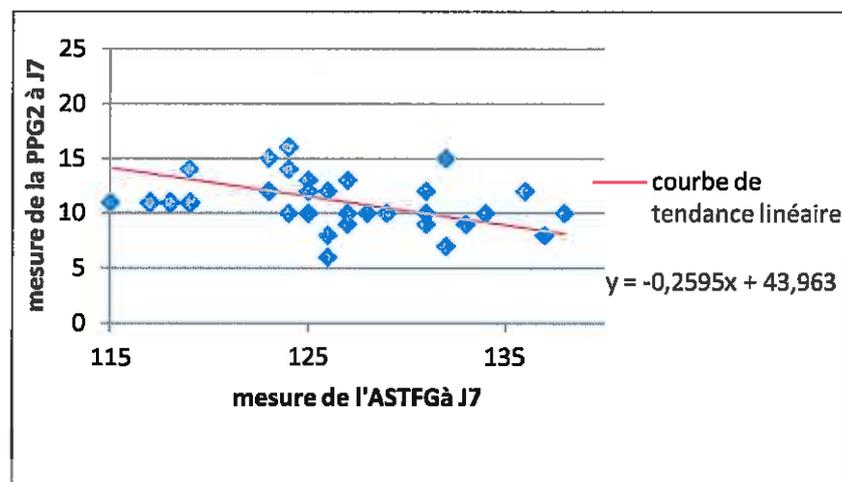


Figure 11 : nuage de points entre l'ASTFG et la PPG à J7 avec la courbe de tendance linéaire.

Dans ces trois derniers graphiques (figure 9, 10 et 11), nous voyons qu'il y a un lien entre les 2 mesures car la courbe de tendance linéaire est oblique donc on pourrait trouver la valeur de l'une des mesures en connaissant la valeur de l'autre. Ceci nous est confirmé par leur p-value basse.

Il y a donc une corrélation significative dans 3 mesures sur 4 entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne.

5.2. Différence entre les hommes et les femmes pour l'angle-spino-trochantero-fémoral

Nous avons utilisé le test paramétrique de Student (décrit précédemment).

Tableau I : Différence entre les hommes et les femmes pour l'angle-spino-trochantero-fémoral droite à J0.

	moyenne	Ecart-type	p
homme	130,17	4,88	0,008
femme	126	4,23	

Nous avons une valeur de p inférieure à 0,05 donc le résultat est significatif. Nous avons une différence entre les hommes et les femmes de $4,17^\circ$ qui est considérée comme faible car inférieure à 5° .

Tableau II : Différence entre les hommes et les femmes pour l'angle-spino-trochantero-fémoral gauche à J0.

	moyenne	Ecart-type	p
homme	127,72	3,73	0,118
femme	125,6	4,36	

Nous avons une valeur de p supérieure à 0,10 donc le résultat est non significatif.

Tableau III : Différence entre les hommes et les femmes pour l'angle-spino-trochantero-fémoral droite à J7.

	moyenne	Ecart-type	p
homme	128,78	5,26	0,068
femme	125,15	6,47	

Nous avons une valeur de p comprise entre 0,05 et 0,10, nous avons donc une tendance significative. Nous avons une différence entre les hommes et les femmes de 3,63°, qui est considérée comme faible car inférieure à 5°.

Tableau IV : Différence entre les hommes et les femmes pour l'angle-spino-trochantero-fémoral l'ASTF gauche à J7.

	moyenne	Ecart-type	p
homme	128,33	4,20	0,029
femme	124,30	6,35	

Nous avons une valeur de p inférieure à 0,05 donc le résultat est significatif. Nous avons une différence entre les hommes et les femmes de 4,03°, qui est considérée comme faible car inférieure à 5°.

5.3. Différence entre les hommes et les femmes pour la pente pelvienne

Nous avons utilisé le test paramétrique de Student (décrit précédemment).

Tableau V : Différence entre les hommes et les femmes pour la pente pelvienne droite à J0.

	moyenne	Ecart-type	p
homme	10,11	3,23	0,855
femme	9,90	3,80	

Nous avons une valeur de p supérieure à 0,05 donc le résultat est non significatif.

Tableau VI : Différence entre les hommes et les femmes pour la pente pelvienne gauche à J0.

	moyenne	Ecart-type	p
homme	11,67	3,03	0,941
femme	11,75	3,73	

Nous avons une valeur de p supérieure à 0,05 donc le résultat est non significatif.

Tableau VII : Différence entre les hommes et les femmes pour la pente pelvienne droite à J7.

	moyenne	Ecart-type	p
homme	10	3,51	0,174
femme	11,55	3,38	

Nous avons une valeur de p supérieure à 0,05 donc le résultat est non significatif.

Tableau VIII : Différence entre les hommes et les femmes pour la pente pelvienne gauche à J7

	moyenne	Ecart-type	p
homme	10,89	2,54	0,573
femme	11,50	3,86	

Nous avons une valeur de p supérieure à 0,05 donc le résultat est non significatif.

5.4. moyenne de l'angle spino-trochantero-fémoral et de la pente pelvienne

tableau IX : moyenne des différentes mesures en fonction du sexe et globale pour l'angle spino-trochantero-fémoral.

	homme	femme	globale
moyenne	128,56	124,73	126,54
Ecart-type	4,70	6,34	5,91

Donc nous trouvons une moyenne globale de $126,54^\circ$ + ou - $5,91^\circ$.

tableau X : moyenne des différentes mesures en fonction du sexe et globale pour la pente pelvienne.

	homme	femme	globale
moyenne	10,44	11,53	11,01
Ecart-type	3,06	3,58	3,36

Donc nous trouvons une moyenne globale de $11,01^\circ$ + ou - $3,36^\circ$.

5.5. Fiabilité inter et intra-testeur

5.5.1. Fiabilité inter-testeur

Nous avons essayé dans cette étude d'évaluer la fiabilité inter-testeur.

Nous avons également essayé deux méthodes différentes pour savoir quelles pouvaient être les difficultés rencontrées pour avoir une bonne fiabilité :

Tableau XI : fiabilité inter-testeur avec 25 sujets où le deuxième opérateur a utilisé la même méthode que le premier opérateur (la prise des repères et la goniométrie réalisées par chaque testeur).

	ICC	SEM(en degré)	fiabilité
ASTFD	0,56 (0,22-0,78)	3,99	modérée
ASTFG	0,39 (0-0,67)	3,65	faible
PPD	0,55 (0,20-0,77)	2,26	modérée
PPG	0,26 (-0,14-0,59)	2,41	faible

Tableau XII : fiabilité inter-testeur avec 13 sujets où le deuxième opérateur n'a pris que la goniométrie mais a gardé les repères osseux pris par le premier opérateur.

	ICC	SEM(en degré)	fiabilité
ASTFD	0,76 (0,38-0,92)	2,62	élevée
ASTFG	0,76 (0,37-0,92)	2,82	élevée
PPD	0,80 (0,46-0,93)	2,35	très élevée
PPG	0,89 (0,67-0,96)	1,75	très élevée

5.5.2. Fiabilité intra-testeur

Tableau XIII : fiabilité intra-testeur où nous avons utilisé le même protocole sur les mêmes 38 sujets à une semaine d'intervalle.

	ICC	SEM(en degré)	fiabilité
ASTFD	0,64 (0,41-0,80)	3,38	élevée
ASTFG	0,59 (0,34-0,77)	3,24	modérée
PPD	0,61 (0,37-0,78)	2,20	élevée
PPG	0,70 (0,50-0,83)	1,84	élevée

6. DISCUSSION

6.1. Choix des paramètres

6.1.1. Population

Nous avons choisi cette population car elle est à un âge adulte (entre 18 et 28 ans) donc sa croissance et son développement ostéo-myo-articulaires sont achevés. La population étant composée exclusivement d'étudiants, cela lui permet d'avoir une morphologie non modifiée par une activité professionnelle[12].

6.2.2. Choix des conditions d'examen

6.2.2.1. Goniomètre de Houdre

Il a l'avantage d'avoir des branches longues et rigides. Le centre du goniomètre donne des mesures précises. On peut également signaler que c'est l'un des goniomètre les plus couramment utilisés[20].

6.2.2.3. Inclinomètre (Plurimètre V)

L'avantage principal est qu'il est facile à utiliser car il est lesté et nous donne l'angulation grâce à la pesanteur[13,15].

6.2.3. Choix de la position

Nous avons utilisé un écart de pied de 15 cm avec les talons alignés pour permettre de standardiser et d'avoir une reproductibilité possible pour chaque mesure des différents sujets.

6.2.4. Choix de la position debout

On a choisi de faire la mesure dans cette position debout car elle est la plus représentative de la statique du sujet sous l'effet de la pesanteur. En charge, il y a les contraintes dues au poids du corps qui entraînent des réactions au niveau musculaire et ligamentaire qui nous donnent cette position spontanée du bassin. A l'inverse, en décharge il n'y aura pas ces contraintes et donc les muscles et les ligaments seront plus détendus et le bassin sera dans une position plus relâchée. De plus, lors de notre étude, c'est la position de référence qui nous a été donnée. Nous pouvons également ajouter que l'indice de Marnay, qui donne la position du bassin à la radiographie se fait également dans cette position, ce qui confirme que c'est la position la plus adéquate pour la mesure[8].

6.3. Protocole Intra-testeur et inter-testeur

Nous avons choisi de réaliser cette méthode pour avoir des statistiques plus précises et avoir des résultats plus pertinents.

Pour la partie du test inter-testeur, cela nous permet de savoir si les techniques peuvent être reproduites par un autre examinateur avec des résultats qui vont être fiables. Cela peut être le cas par exemple pour un patient qui change de praticien en cours de traitement. Dans ce cas, avec ce test, on pourrait savoir si le nouveau praticien peut utiliser ces techniques avec une bonne fiabilité pour voir l'évolution de l'élément recherché.

Pour la partie du test intra-testeur, cela nous permet de savoir si les techniques peuvent être reproduites par le même praticien à deux moments différents et de savoir si les résultats vont être fiables. Par exemple dans le cas d'un bilan réalisé avant le début du traitement puis de voir l'évolution plus tard dans le traitement.

6.4. Analyse des résultats

6.4.1. Discussion sur la corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne

Nous pouvons voir que pour les mesures prises à droite à J0 nous avons une p-value de 0,956 donc d'après cette valeur nous n'avons pas de corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne, ce qui se confirme par la courbe de tendance linéaire qui est très horizontale.

Pour la p-value pour les mesures prises à J0 à gauche, la valeur est de 0,019. Pour celles prises à J+7 à droite, la valeur est de 0,026, pour celles prises à gauche la valeur est de 0,004. Donc d'après ces 3 valeurs, il y a une corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne. Ce qui se confirme avec les 3 courbes de tendance linéaire qui sont obliques vers le bas et la droite. Elles nous indiquent que, d'après les formules notées dans le graphique, on pourrait retrouver la mesure de l'angle spino-trochantero-fémoral avec la mesure de la pente pelvienne et inversement.

D'après ces résultats, nous aurions tendance à dire qu'il y a une corrélation entre l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne. Le résultat trouvé à J0 à droite pourrait être dû à une imprécision lors de la mise en place du protocole et à un manque d'habitude des prises de mesure. Cependant, nous ne pouvons pas affirmer de manière certaine, qu'il y a une corrélation. Pour pouvoir le faire, il faudrait des statistiques plus poussées avec une population plus importante. Ce qui nous amène à dire que nous pouvons certainement utiliser ces 2 techniques sans distinction.

Nous voyons comme avantage de l'inclinométrie :

- Elle ne prend en compte que le bassin contrairement à l'angle spino-trochantero-fémoral, elle est donc un peu plus fiable. A l'inverse, la goniométrie de l'angle spino-trochantero-fémoral prend en compte le fémur, ce qui, en cas de flexum, fausserait l'angle et donc la mesure de la position du bassin.

- Elle est plus facile à utiliser car on peut poser les 2 branches directement sur les points de repères.

- Il n'y a que 2 repères osseux à prendre, contre 3 pour l'angle spino-trochantero-fémoral donc il y a moins d'imprécision due au nombre de points à repérer.

Cependant c'est un instrument que nous avons dû fabriquer et que l'on ne trouve donc pas dans le commerce sous cette forme.

6.4.2. Discussion sur l'angle spino-trochantero-fémoral entre les hommes et les femmes

Pour les mesures prises à J0 à droite, nous avons une différence de $4,17^\circ$ de plus pour les hommes avec un p de 0,008, donc un résultat significatif.

Pour les mesures prises à J0 à gauche, nous avons une différence de $2,12^\circ$ de plus pour les hommes avec un p de 0,118, donc un résultat non significatif, or un p de 0,10 donnerait une tendance significative donc ici le p s'en rapproche.

Pour les mesures prises à J+7 à droite, nous avons une différence de $3,63^\circ$ de plus pour les hommes avec un p de 0,068, donc un résultat qui a une tendance significative.

Pour les mesures prises à J+7 à gauche, nous avons une différence de $4,03^\circ$ de plus pour les hommes avec un p de 0,029, donc un résultat significatif.

Donc nous avons 2 résultats significatifs et un à tendance significative que nous pouvons interpréter. Nous pouvons voir que les hommes sont légèrement plus en rétroversion que les femmes (entre $4,17$ et $3,63^\circ$), cependant les écarts sont trop faibles pour pouvoir affirmer qu'il y a une différence significative entre les hommes et les femmes car dans la goniométrie, un écart de 5° est permis. D'après les résultats de notre étude, d'un point de vue statistique, il n'y a pas de différence d'antéversion ou de rétroversion du bassin entre les hommes et les femmes. Donc l'examen clinique de l'antéversion du bassin des masseur-kinésithérapeutes pourrait être réalisé sans faire de distinction entre les hommes et les femmes. De la même manière que précédemment, pour pouvoir généraliser ces résultats, il faudrait une population plus importante. Etant donné qu'il n'y a pas de différence selon le sexe, d'après nos statistiques, l'angle spino-trochantero-fémoral a une valeur de $126,54^\circ$ + ou - $5,91^\circ$, que l'on soit un homme ou une femme. Donc, d'après nos statistiques, il faudrait un angle au dessus de $132,45^\circ$ pour être en rétroversion et un angle inférieur à $120,63^\circ$ pour être en antéversion.

6.4.3. Discussion sur la pente pelvienne entre les hommes et les femmes

Pour les mesures prises à J0 à droite, nous avons une différence de $0,21^\circ$ de plus pour les hommes avec un p de 0,855 qui est trop élevé, donc un résultat non significatif qui n'amène aucune conclusion possible.

Pour les mesures prises à J0 à gauche, nous avons une différence de $0,08^\circ$ de moins pour les hommes avec un p de 0,941 qui est trop élevé, donc un résultat non significatif qui n'amène aucune conclusion possible.

Pour les mesures prises à J+7 à droite, nous avons une différence de $1,55^\circ$ de moins pour les hommes avec un p de 0,174 qui est trop élevé, donc un résultat non significatif qui n'amène aucune conclusion possible.

Pour les mesures prises à J+7 à gauche, nous avons une différence de $0,61^\circ$ de moins pour les hommes avec un p de 0,573 qui est trop élevé, donc un résultat non significatif qui n'amène aucune conclusion possible.

Nous pouvons dire que la moyenne est de $11,01^\circ$ + ou - $3,36^\circ$. Donc, d'après nos statistiques, il faudrait un angle au dessus de $14,37^\circ$ pour être en antéversion et un angle inférieur à $7,65^\circ$ pour être en rétroversion. Cependant, nous n'avons que des résultats non significatifs, donc nous ne pouvons pas tirer de conclusion. Nous ne pouvons pas dire, si d'après cette mesure, il y a une différence de position du bassin entre les hommes et les femmes.

6.4.4. Discussion sur les résultats inter-examineur et intra-examineur

6.4.4.1. Inter-examineur

Pour l'angle spino-trochantero-fémoral, quand le deuxième opérateur fait le repérage osseux et la goniométrie, la fiabilité est modérée ou faible (0,39 et 0,56) avec une SEM de $3,99^\circ$ et $3,65^\circ$, qui sont acceptables car inférieures à 5° .

Pour l'angle spino-trochantero-fémoral, quand le deuxième opérateur fait juste la goniométrie, la fiabilité est élevée (0,76) avec une SEM de $2,62^\circ$ et $2,82^\circ$, qui sont acceptables car inférieures à 5° .

Donc nous pouvons voir que lorsque qu'il y a 2 paramètres différents pris par un autre opérateur, la fiabilité est très inférieure que lorsqu'il n'y a qu'un seul paramètre. La difficulté principale est de reproduire les prises de repères associées à l'imprécision de la goniométrie.

Pour la pente pelvienne, quand le deuxième opérateur fait le repérage osseux et l'inclinométrie, la fiabilité est modérée ou faible (0,26 et 0,55) avec une SEM de 2,26° et 2,41°.

Pour la pente pelvienne, quand le deuxième opérateur fait seulement l'inclinométrie, la fiabilité est très élevée (0,80 et 0,89) avec une SEM de 1,75° et 2,35°.

Nous pouvons tirer les mêmes conclusions que pour l'angle spino-trochantero-fémoral. Nous pouvons également rajouter que lorsque les repères osseux sont les mêmes, l'inclinométrie donne une fiabilité plus élevée que la goniométrie.

6.4.4.2. Intra-examineur

Pour l'angle spino-trochantero-fémoral, nous trouvons une fiabilité élevée (0,64) ou modérée très proche de l'élevée (0,59) avec une SEM de 3,24° et 3,38° qui sont acceptables car inférieures à 5°.

Pour la pente pelvienne, nous trouvons une fiabilité élevée (0,61 et 0,70) avec une SEM de 1,84° et 2,20°.

Les résultats nous montrent une reproductibilité intra-examineur relativement fiable. La difficulté reste le fait qu'il y ait 2 paramètres à reproduire, comme en inter-examineur.

6.5. Difficultés et erreurs pouvant influencer nos résultats

6.5.1. Repérage osseux

Les repérages osseux doivent être très précis car en cas de léger décalage, cela donnera une différence importante de l'angle trouvé (cf figure 12, 13 et 14). La difficulté principale dans notre étude est le repérage du bord postéro-supérieur du grand trochanter qui est le repère le plus difficile à prendre des 3.



Figure 12 : écart de repère de 7 mm.



Figure 13 : mesure du repère proximal de 127° . Figure 14 : mesure du repère distal de 134° .

Cependant on voit qu'il peut exister de grosses différences sur un point de repère or il y a 3 repères qui sont susceptibles d'être décalés d'où une imprécision qui peut être accentuée.

6.5.2. Goniométrie

Il est décrit qu'il y a facilement un écart de 5° dans la goniométrie d'un examen à l'autre et d'un examinateur à l'autre. Ce qui donne des difficultés pour avoir une reproductibilité fiable[10].

6.5.3. Amélioration à apporter

Plusieurs points de cette étude pourraient être modifiés pour rendre les statistiques plus précises et pour permettre de les généraliser :

- Une population plus importante permettrait d'affiner et d'augmenter la précision de nos résultats.
- Il serait intéressant d'avoir une tranche d'âge plus large pour être plus exhaustif.

- Il pourrait être intéressant d'utiliser le même protocole sur des pathologies précises pour en déduire des angulations d'antéversions ou de rétroversions propres à ces pathologies.

- Nous pourrions également prendre en compte d'autres paramètres comme l'activité sportive, la latéralité, l'IMC (indice de masse corporel) par exemple, pour voir l'influence de ces paramètres sur la position du bassin. Au début de notre étude, nous avons voulu développer ces paramètres, cependant la complexité des statistiques en particulier intra-testeur et inter-testeur nous ont limité à un seul paramètre qui est le sexe.

-Il serait très intéressant de mettre l'indice de Marnay en corrélation avec notre protocole pour pouvoir confirmer de manière certaine nos résultats étant donné que cet indice est l'examen le plus fiable. La corrélation de l'indice de Marnay avec la goniométrie et l'inclinométrie du bassin permettrait également de connaître la précision de ces deux techniques.

6.6. Raison de la suspicion d'une différence homme et femme

Nous avons suspecté une différence de morphologie du bassin entre les hommes et les femmes pour plusieurs hypothèses :

- Kamina décrit une EIAS qui est plus déjetée en dehors chez une femme que chez un homme et donc l'angle pourrait être diminué[22].

- Kapandji décrit un bassin plus large chez la femme avec une orientation qui serait légèrement décalée qui pourrait faire varier l'angle[4].

- Il y a également l'environnement différent entre les hommes et les femmes qui pourrait entraîner des modifications de la position du bassin. Par exemple, les femmes portant des talons vont avoir une démarche particulière avec les chevilles en équin et compenser avec une hyperlordose associée à une antéversion du bassin. Une utilisation fréquente des talons pourrait donc entraîner une modification permanente de la position du bassin.

Cependant notre population étant jeune, sans pathologie et sans activité professionnelle, ces hypothèses ont pu être atténuées. D'où l'utilité d'étendre notre protocole à une population plus importante avec des critères plus élargis (âge ou activité professionnelle spécifique, voir les 2 réunis).

7. CONCLUSION

Notre étude a permis de mettre en évidence plusieurs paramètres. Tout d'abord, afin de prouver l'efficacité des mesures prises par la goniométrie et l'inclinométrie, il faudrait la coupler à un examen radiographique (indice de Marnay) qui lui, laisse moins de marge à l'erreur humaine. Ensuite, s'il semble exister une corrélation entre la goniométrie et l'inclinométrie, il paraît évident que les deux techniques de mesures sont utiles et permettent tout de même de donner une indication sur la position du bassin. Par contre, l'inclinométrie de la pente pelvienne, de par sa fiabilité, mériterait certainement d'être plus couramment utilisée par les masseurs-kinésithérapeutes. Enfin, nous n'avons pas observé de différence significative au niveau des mesures goniométriques et inclinométriques qui auraient permis de mettre en exergue une antéversion ou une rétroversion en fonction du sexe des patients observés. Toutefois, la population considérée dans notre étude présente plusieurs avantages. Il s'agit de jeunes adultes dont la croissance et le développement ostéo-myo-articulaire sont terminés. De plus, dans la mesure où tous sont étudiants, la position de leur bassin n'est pas encore altérée par une activité professionnelle. Cependant ces étudiants ne constituent pas un échantillon représentatif d'une population. Il serait judicieux d'élargir les critères d'inclusion liés à l'âge, à l'activité professionnelle et à l'activité physique afin d'affirmer s'il existe une incidence entre le sexe des patients et la position de l'os coxal dans la population globale.

La représentativité de cette nouvelle étude permettrait au praticien de disposer d'un outil qui l'aiderait à anticiper l'apparition de pathologies liées à la statique pelvienne et de réaliser des actes préventifs ciblés et personnalisés.

Bibliographie

1. **DUFOUR M.** - Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 3 : tête et tronc. 2^{ème} éd. Issy-les moulineaux : Elsevier-Masson, 2007, p.120-122.
2. **DUFOUR M.** - Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 1 : membre inférieur. 2^{ème} éd. Issy-les moulineaux : Elsevier-Masson, 2007, p.128-135.
3. **DUFOUR M., PILLU M.** - Biomécanique fonctionnelle : membres-tête-tronc. Issy-les moulineaux : Elsevier-Masson, 2006, p.117-147, 525-541.
4. **KAPANDJI I.** - La ceinture pelvienne et les articulations sacro-iliaques. Physiologie articulaire. Paris : Maloine, 1994, p.56-57, 70-71.
5. **BAKER S., NOORELAHI Y., GHOSH S., YANG L., KASPER D.** - European journal of radiology volume 82. 2012, p.33-38.
6. **BUSQUET L.** - Chaînes musculaires, Membres inférieurs Tome 4. Frison Roche, 2003. 240 p. ISBN 2876714191
7. **MICHAUD P.** - Examen du sujet en gymnastique analytique. Paris : Spek, Cahiers de formation du kinésithérapeute, 1985, p.36-41.
8. **MARNAY Th., VIDAL J., PERDRIOLLE R.** - L'anté et la rétroversion. Journées G. K.T.S., 1986, Palavas-les-Flots.
9. **GENOT C., LEROY A., PENINOU G., DUFOUR M.** – Les bilans du membre inférieur, Kinesithérapie membre inférieur. Paris : Flammarion médecine-sciences, 1983, p.29, 2.
10. **GENOT C., NEIGER H., LEROY A., PIERRON G., PENINOU G., DUFOUR M.** - Bilans et Mesures, Kinésithérapies principes. Paris : Flammarion médecine-sciences ,1983, p.34-37, 1.
11. **SQUADRONI A.** - Recherche statistique de la norme de l'angle Q. 1996, 23 p. Mémoire de masseur-kinésithérapeute : Nancy.
12. **PENINOU G., BARETTE G., SIERADZSKI M.** - Appréciation de la position sagittale du bassin. Ann. Kinésithér. 1987, 14, 7-8, p. 377-380.
13. **RIPPSTEIN J.** – Le plurimètre V64, un nouvel instrument de mensuration. Ann. Kinésithér. 1983, 10, 1-2, p.37-45.

14. **POICHOTTE E.** – À propos d'inclinomètre. Kinésithérapie, les cahiers. 2005, 44-45, p. 94-96.
15. **GERHARDT J.J., RODINELLI R.D.** - Goniometric techniques for range of motion assessment. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. 2001, 12, p507-527.
16. **HOPPENFELD S.** - examen clinique des membres et du rachis. repérage des membres inférieur. MASSON, 2009, p.132-137, 2.
17. **DELBARRE GROSSEMY I.** - Manuel d'évaluation des amplitudes articulaires des membres et du rachis. Masson, 2008, p.18-51.
18. **CLELAND J.** - examen clinique de l'appareil locomoteur. Tests, évaluation et niveaux de preuves. Masson, 2007, p.253 à 261.
19. **H. NEIGER, C. GENOT** - recherche des amplitudes articulaires. Ann. Kinésithér., 10, 6, Masson, Paris, 1983, p.215-219.
20. **ROYER A., CECCONELLO R.** - Bilans articulaires cliniques et goniométriques. Généralités Encyclopédie Médico-chirurgicale 26-008-A-10. 2004, p.1-6.
21. **POICHOTTE E.** - Inclinomètre et standardisation des mesures d'amplitude articulaire. Kiné Scientifique. 2005, 460, p.37-43.
22. **KAMINA P.** - Ostéologie des membres. Anatomie introduction à la clinique. Paris : Maloine, 1986, p.72-73.

ANNEXES

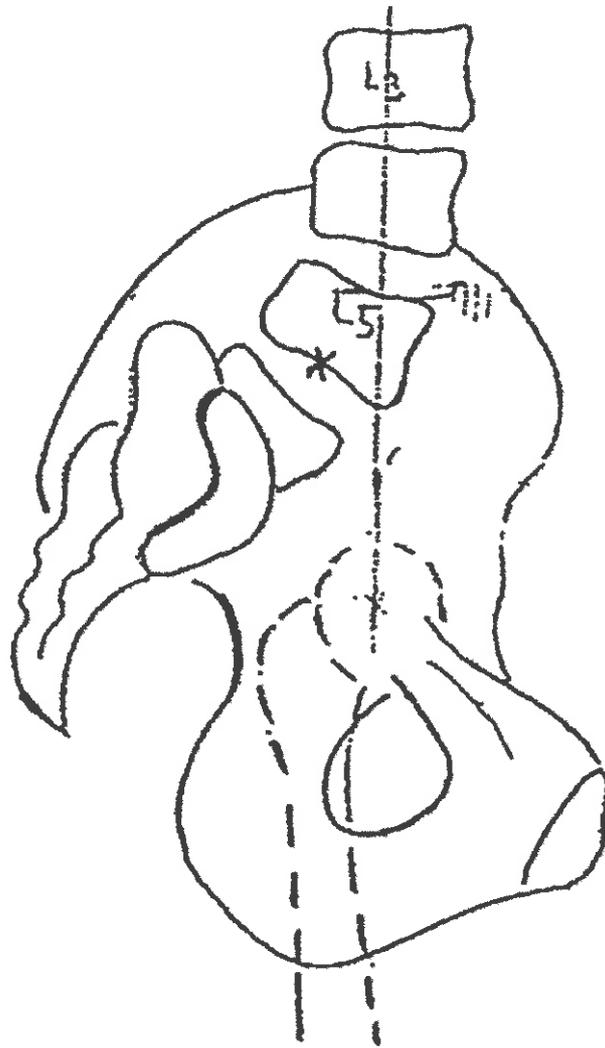
ANNEXE I : Schéma de l'indice de Marnay

ANNEXE II : Formulaire de consentement

ANNEXE III : Questionnaire

ANNEXE I

Schéma de l'indice de Marnay



position d'équilibre selon l'indice de Marnay

ANNEXE II

Formulaire de consentement

Statistiques sur l'angle spino-trochantero-femoral et la pente pelvienne

Formulaire d'information

Madame, monsieur,

Dans le cadre de mon mémoire nous faisons des recherches statistiques sur l'angle spino-trochantero-fémoral et la pente pelvienne en recherchant une corrélation entre les 2 mesures. Nous recherchons également une différence dans les résultats suivants les différentes populations (homme/femme, sportif/non sportif, droite/gauche, antécédents ou non).

Pour cela nous vous proposons de nous laisser réaliser les différentes mesures sur vous. Pour cela il vous est demandé de vous mettre sur un plateau avec les talons alignés et un écart de pied de 15 cm, puis de réaliser quelques pas sur place en regardant un point fixe. Ensuite nous prendrons 4 repères osseux à droite et 4 repères à gauche que nous marquerons avec un crayon dermatographique. Enfin nous réaliserons les mesures avec une goniométrie de l'angle-spino-trochantero-femoral et la mesure de la pente pelvienne avec un niveau à bulle à branche associé à un inclinomètre.

Ces mesures seront réalisées 2 semaines de suite avec 2 mesures qui seront réalisées la 2^{ème} semaine avec une mesure prise par un autre examinateur. Les prises de mesures ne prendront que quelques minutes à chaque fois.

Votre participation à cette étude est librement consentie et il vous est possible de la quitter à tout moment sans aucun préjudice pour vous.

Vous n'aurez aucune charge financière à supporter.

Bien entendu, les données et informations recueillies resteront strictement confidentielles.

Formulaire de consentement éclairé

Je, soussigné(e), M, Mme, Mellené(e) le

- Après avoir reçu oralement et par écrit toutes les informations nécessaires précisant les modalités de déroulement de cette étude.
- J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me paraissent utiles pour la bonne compréhension de la note d'information et de recevoir des réponses claires et précises.
- J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant avant de prendre ma décision.
- J'accepte librement et volontairement de participer à cette recherche dans les conditions ci-dessus, sachant que je suis libre de refuser.
- Je suis conscient que je peux arrêter à tout moment ma participation à cette recherche sans supporter aucune responsabilité.

Je donne mon accord pour participer à cette étude dans les conditions ci-dessous.

- Cet accord ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité.
- Toutes les données et informations qui me concernent resteront strictement confidentielles.
- Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire aux organisateurs de l'étude.

Fait à, le

Signature de l'investigateur

Signature du Volontaire

Précédée de la mention lu et approuvé

ANNEXE III

Questionnaire

NOM :

PRENOM :

AGE :

TAILLE :

POIDS :

SEXE (M/F) :

LATERALITE (D/G) :

SPORTS : - ACTUELS + FREQUENCES :

- PENDANT LA CROISSANCE (ADOLESCENCE) + FREQUENCE :

ANTECEDENTS (FRACTURE MEMBRE INFERIEUR) :

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3
Angle STF D			
Angle STF G			
Pente pelvienne D			
Pente pelvienne G			