

MINISTERE DE LA SANTE REGION LORRAINE

INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

Le signe de
TRENDELENBURG
au XXI^{ème} siècle

Mémoire présenté par Antoine JAILLET

Etudiant en 3^{ème} année de masso-
kinésithérapie

En vue de l'obtention du diplôme d'Etat de
masseur-kinésithérapeute 2011-2012.

Sommaire

RESUME

1	Introduction.....	1
2	Méthodes de recherches bibliographiques.....	2
3	Rappels anatomiques.....	3
3.1	La hanche : structures en présence.....	3
3.2	Stabilité active.....	6
3.3	Stabilité passive.....	7
4	Rappels biomécaniques.....	8
4.1	Balance de PAUWELS.....	8
4.2	Appui bipodal.....	12
4.3	Appui unipodal.....	13
4.4	La période d'appui unipodal lors de la marche.....	14
4.5	Qu'est-ce qu'une boiterie.....	15

5	LE TEST DE TRENDELENBURG	16
5.1	Contexte de l'époque de création du test, pathologies concernées	16
5.2	Conditions préalables	17
5.3	Description et principe du test de TRENDELENBURG.....	18
5.4	Résultats du test.....	19
5.4.1	Réponse normale (test négatif)	19
5.4.2	Réponse anormale (test positif)	20
5.4.3	Faux positifs.....	21
5.4.4	Faux négatifs.....	21
5.4.5	Réponses non valides.....	22
5.4.6	Proposition d'une cotation pour les réponses du test.....	23
5.5	Test dynamique, démarche.....	23
6	Intérêt kinésithérapique	24
7	Discussion	26
8	Conclusion	30
9	Bibliographie	

RESUME :

Le test de TRENDELENBURG est un signe efficace s'il est correctement réalisé. Il permet de dépister une anomalie au niveau de la hanche. En effet la capacité du sujet à maintenir un appui unipodal statique du côté testé permet de révéler les possibilités de stabilisation du bassin dans le plan frontal. Nous avons voulu préciser le mode opératoire, les pièges à éviter lors de la réalisation du test de Trendelenburg ainsi que les différents résultats possibles. D'un point de vue rééducatif, il représente un critère prédictif de boiterie lors de la marche, en relation avec la force des muscles abducteurs de hanche.

Mots clés :

Appui unipodal, boiterie, moyen fessier,
test / signe de TRENDELENBURG.

Keywords :

Limp, gluteus medius muscle, abductor muscle, TRENDELENBURG test,
hip joint, total hip arthroplasty, congenital dislocation of the hip.

1 INTRODUCTION

Friedrich TRENDELENBURG décrit en 1895 un signe clinique permettant de définir l'intégrité des muscles abducteurs de hanche suite à une luxation congénitale de hanche et à une atrophie musculaire progressive. Ce test a été décrit pour la première fois avant l'arrivée de la radiographie médicale et des importants travaux de F.PAUWELS sur la biomécanique du bassin.

Le test consiste à faire tenir le patient en appui unipodal de façon statique du côté à tester, pour évaluer la capacité du patient à maintenir son bassin horizontal dans le plan frontal. Les publications abordant ce sujet sont en grande majorité des articles anglo-saxons sans oublier le texte original de TRENDELENBURG en allemand. Mais aujourd'hui les thérapeutes en France savent-ils vraiment comment faire ce test ? Nous allons nous efforcer d'explicitier la procédure du test et de clarifier les modalités de celui-ci.

Dans un premier temps, nous ferons des rappels anatomiques et biomécaniques concernant la hanche et ses muscles puis nous verrons les principes de l'appui unipodal statique et à la marche.

Dans un deuxième temps nous décrivons le test de TRENDELENBURG et les différents résultats et interprétations possibles de celui-ci, nous proposerons une cotation des résultats du test.

Enfin nous découvrirons son intérêt d'un point de vue masso-kinésithérapique et les limites de ce test.

2 METHODES DE RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES

Lors de nos prospections sur le moteur de recherche **PubMed** nous avons recherché « Trendelenburg test » sur 116 réponses, 3 ont été retenues du fait de leur titre. La traduction des mots clés en français n'a rien donné d'exploitable comme réponses. Sur **Google Scholar** en tapant « Trendelenburg test » 21500 réponses sont apparus, nous en avons retenu une seule car son titre explicitait la signification du test.

Les échanges avec notre référent ont permis l'accès aux archives de PAUWELS [5] ainsi qu'à l'ouvrage « Gray's Anatomy » [3]. Les ouvrages [1], [4], [6] étaient en notre possession. Les recherches à la bibliothèque universitaire de médecine nous ont permis d'accéder aux moteurs de recherche **Scopus** et **Science Direct** donc à des études en lien avec notre travail, sélectionnées en lisant leurs résumés [12], [13], [18]... A RééDoc à l'IRR de Nancy nous avons pu consulter les ouvrages [2], [7], [8] en tapant les mots clés « boiterie » et « moyen fessier ».

De nombreux articles datent de plus de 5 ans ([3], [5], [7], [8], [9], [10]) en effet nous n'avons pas fait de sélection selon leur année de publication, car nos références bibliographiques ont des dates de publication comprises entre 1895 [9] et aujourd'hui.

Il y a peu de bibliographie française concernant le test de TRENDELENBURG, en effet beaucoup d'articles étant en langue anglaise et allemande (pour le texte original de Friedrich TRENDELENBURG) un important travail de traduction a été nécessaire.

3 RAPPELS ANATOMIQUES

3.1 La hanche : structures en présence

L'articulation coxo-fémorale

La hanche est une énarthrose à trois degrés de liberté. Elle met en présence la tête du fémur d'une part et l'acétabulum (la surface semi-lunaire) d'autre part. C'est une articulation stable du fait de l'importante congruence entre ces deux pièces osseuses. L'articulation coxo-fémorale permet des mouvements dans les trois plans de l'espace (frontal, horizontal et sagittal), nous nous intéresserons particulièrement au plan frontal.

Dans le plan frontal nous allons nous intéresser aux mouvements de cette articulation d'une part en chaîne cinétique ouverte et en chaîne cinétique fermée d'autre part :

- L'abduction est le mouvement réalisé dans le plan frontal lorsque le bassin est fixe et le fémur est mobile (en chaîne cinétique ouverte donc). La cuisse s'écarte par rapport au plan médian, ce qui a tendance à entraîner une élévation homolatérale du bassin. Ce mouvement a une amplitude moyenne de 45° mais varie selon l'âge notamment.
- En chaîne cinétique fermée c'est le bassin qui va bouger alors que le fémur reste fixe, il va se produire une élévation du bassin du côté opposé à la contraction musculaire.

Les muscles moteurs de l'abduction sont le moyen fessier, le petit fessier (figure 2) et le deltoïde fessier constitué par les muscles tenseur du fascia lata et le grand fessier (avec une participation accessoire du muscle sartorius et piriforme). Ajoutons que le moyen fessier est le principal moteur de l'abduction car sa puissance est trois fois supérieure à celle du petit fessier et deux fois à celle du tenseur de fascia lata [3].

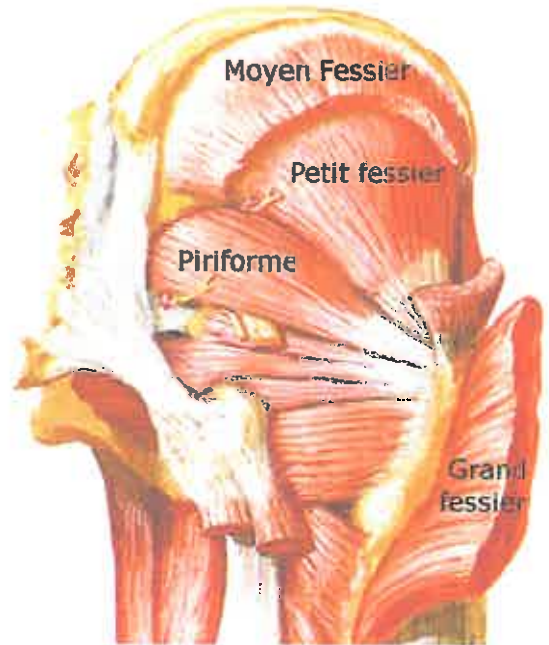


Figure 2 : muscles de la hanche [1]

Le moyen fessier muscle péri articulaire de la hanche prend son origine sur la crête iliaque ainsi que sur la fosse iliaque externe entre les lignes glutéales antérieure et postérieure. Il se dirige vers le bas et en dehors. Ce muscle mono articulaire est un triangle à base supérieure et sommet inférieur. Son tendon terminal s'insère sur la face latérale du sommet du grand trochanter.

Il permet les mouvements d'abduction dans le plan frontal en chaîne ouverte. En chaîne fermée il assure l'élévation controlatérale du bassin. Tout comme le petit fessier et le tenseur du fascia lata il est innervé par le nerf glutéal supérieur de racine L4, L5 et S1.

Le petit fessier s'insère sur la face externe de l'aile iliaque, en avant de la ligne glutéale antérieure mais aussi sur le fascia glutéal et en dessous de

l'insertion du moyen fessier. De forme pyramidale à base supérieure, il se dirige en bas et en dehors. Il franchit alors le bord antérieur du grand trochanter du fémur par l'intermédiaire d'une bourse séreuse et se termine sur le bord antérieur du grand trochanter du fémur. Il réalise en chaîne ouverte de l'abduction, de la flexion et de la rotation médiale de la hanche. En chaîne fermée il participe à la stabilité du bassin dans le plan frontal en aidant le moyen fessier.

Le Tenseur du Fascia Lata (TFL) est un muscle biarticulaire. Il s'insère sur la partie antérieure de la lèvre externe de la crête iliaque de l'os coxal ainsi que sur l'épine iliaque antéro supérieure. Il déborde en arrière sur le fascia glutéal superficiel. De plus il s'insère directement par des fibres charnues au contact des muscles Moyen et Petit Fessier. Le TFL est oblique vers le bas et l'arrière et se rattache au Tractus Ilio Tibial (aussi appelé Bandelette de Maissiat). Le TFL est antérieur par rapport à l'axe vertical passant par le centre de l'articulation coxo- fémorale.

Le fascia lata descend verticalement sur la face antéro latérale de la cuisse pour se terminer sur le tubercule infra-condyloire sous le plateau tibial latéral (appelé auparavant tubercule de GERDY).

Il est fléchisseur, abducteur, rotateur médial de hanche et rotateur latéral de genou en chaîne ouverte ; il permet un verrouillage actif du genou en fin d'extension. En chaîne cinétique fermée le TFL est un hauban latéral permettant une économie intéressante lors de l'appui unipodal. De plus le tractus ilio-tibial se terminant sur l'épiphyse proximale du tibia, le TFL peut être considéré comme un stabilisateur du genou fléchi [1], [2].

3.2 Stabilité active

Le muscle obturateur externe et le muscle psoas-iliaque du fait de leur trajet au contact intime avec la tête fémorale permettent une sustentation de la tête fémorale pour le premier et une stabilisation antérieure de l'articulation coxo-fémoral pour le deuxième.

Associé à la stabilisation (dans le plan frontal) des muscles mono-articulaires petit et moyen fessier décrits plus haut nous avons le deltoïde fessier de Farabeuf (éventail musculaire à base supérieure situé à la face latérale de la cuisse) qui est constitué par le Tenseur du Fascia Lata en avant et le faisceau superficiel du Grand Fessier en arrière (Figure 4).

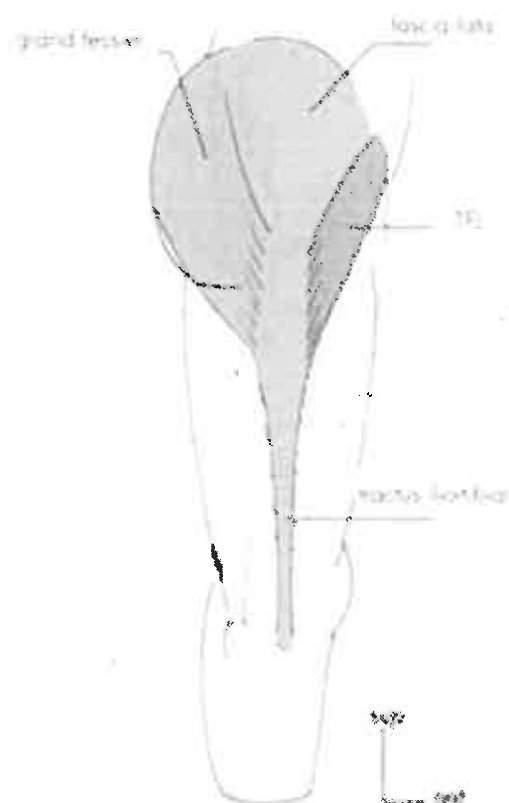


Figure 4: constitution du deltoïde fessier [1]

Le TFL va s'insérer en avant sur le tractus ilio tibial (bande fibreuse recouvrant le moyen fessier et prolongeant le fascia glutéal) et le grand fessier en arrière du tractus ilio tibial. Ce dernier descend verticalement plaqué contre le grand trochanter exerçant sur celui-ci une poussée coaptatrice. Le fascia lata (ou tractus ilio tibial) forme le tendon terminal du deltoïde fessier s'insérant sous le plateau tibial latéral au niveau du tubercule infra condyloire. Lorsqu'il y a une

co-contraction équilibrée des fibres musculaires du deltoïde fessier alors que le membre inférieur n'est pas en appui (chaîne cinétique ouverte), le mouvement réalisé est une abduction pure dans le plan frontal du fait de la traction longitudinale sur le tractus ilio tibial.

Les muscles moteurs de l'abduction sont responsables de la stabilité active du bassin dans le plan frontal en appui unipodal statique (figure5) et lors de la marche: le moyen et le petit fessier du côté porteur associés au deltoïde fessier vont permettre un véritable haubanage latéral actif luttant contre le poids du corps.

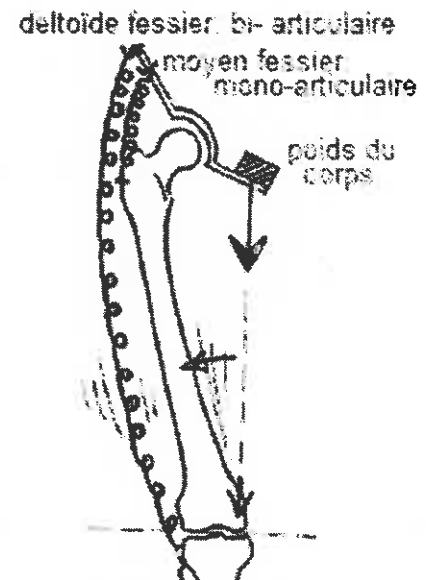


Figure 5 : haubanage musculaire latéral de la hanche [2].

3.3 Stabilité passive

- Elle est due à la pression négative intra capsulaire qui va permettre par phénomène de succion le maintien d'une bonne coaptation au sein de cette articulation portante qu'est la hanche.
- La capsule articulaire est renforcée par le fibrocartilage s'insérant sur le pourtour acétabulaire : le labrum.
- Les ligaments ilio-fémoral et pubo-fémoral en avant avec le ligament ischio-fémoral en arrière sont eux aussi des moyens d'union de l'articulation coxo-fémorale.
- Le tractus ilio tibial peut être considéré comme un élément passif de stabilisation du pelvis dans le plan frontal [1], [3].

4 RAPPELS BIOMECAIQUES

4.1 Balance de PAUWELS

L'articulation coxo-fémorale est un levier du premier genre ou inter-appui :

Il se caractérise par le fait que le point d'appui (le centre de la tête fémorale) se situe entre la force motrice (action du moyen fessier et du deltoïde fessier) et la force résistante (le poids du corps moins celui du membre inférieur en appui). La force motrice et la force résistante sont dirigées dans le même sens (figure 7). Le bassin fait office de levier sur lequel s'exercent 3 forces [4] : la troisième force est celle s'exerçant sur la tête fémorale. Celle-ci est la résultante de la force motrice et de la force résistante aboutissant à une compression plus ou moins élevée selon la surface d'appui et l'angle cervico-céphalo-diaphysaire (figure 8) [5].

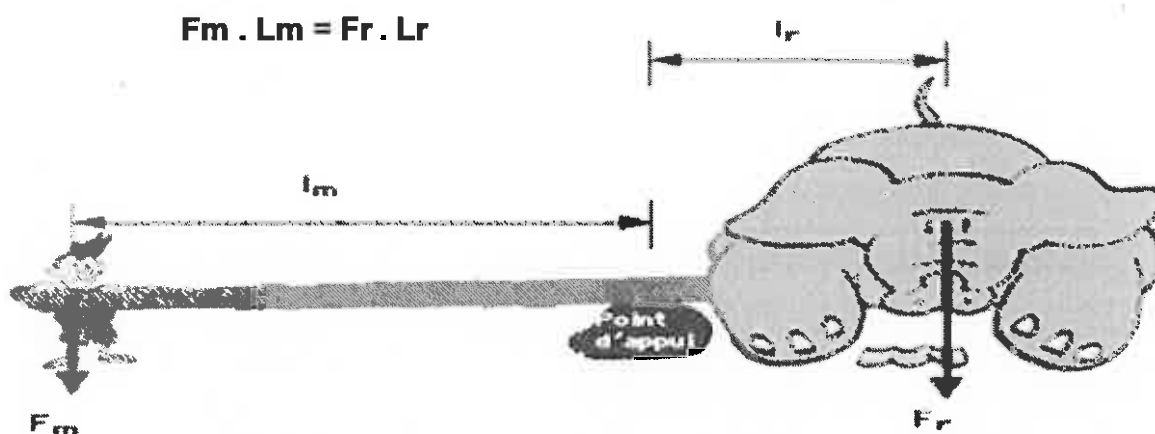
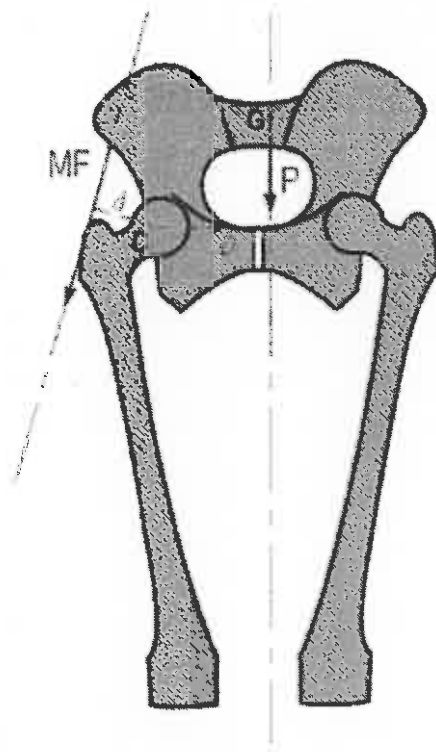


Figure 6 : représentation imagée d'un levier inter appui.

Le bras de levier est la distance entre la force motrice F_m et le point d'appui. Un levier est en équilibre lorsque la force motrice et la force résistante sont inversement proportionnelles à leurs bras de levier respectifs. C'est à dire

que, en équilibre, le produit de la force motrice (F_m) par son bras de levier (L_m) est égal au produit de la force résistante (F_r) par son bras de levier (L_r) :

$$F_m \times L_m = F_r \times L_r$$



Membre inférieur fixe car en appui et bassin mobile

G = le centre de gravité en S5 et décalé vers le membre inférieur en décharge

C = Centre de la tête fémorale = point d'appui du levier

D et d = bras de levier

P = poids du corps

MF = moyen fessier

Figure 7: Représentation inspirée de KAPANDJI [6] de la balance de PAUWELS en appui unipodal.

Pour qu'il y ait équilibre du bassin en appui unipodal, les moments des forces doivent être égaux.

Moment du moyen fessier = Moment du poids

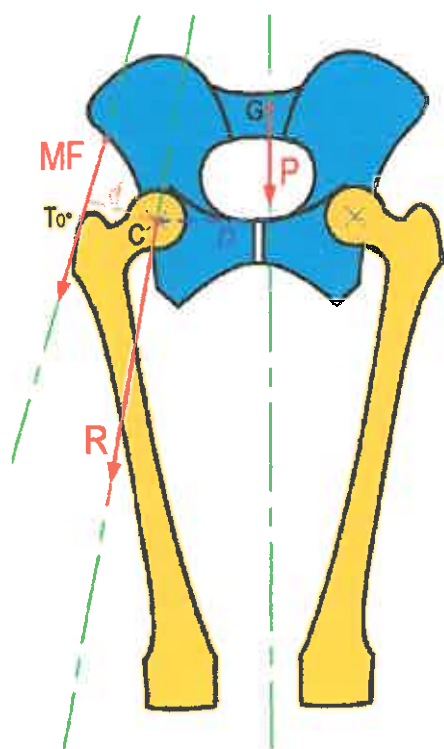
$$M_{MF} = M_P$$

$$MF \times d = P \times D$$

$D \approx 3d$ (P a un bras de levier environ trois fois supérieur à celui du MF)

$$MF = P \times D/d = P \times 3d/d \quad MF = 3P$$

Le MF doit donc tirer l'équivalent d'environ trois fois le poids du corps.



Au niveau de la tête fémorale, la résultante (**R**) est égale à la somme de la force motrice ($3P$) et de la force résistante (P):

$$\mathbf{R} = 3P + P = 4P$$

Le point C supporte 4 fois le poids du corps en appui unipodal.

Les résultats du calcul de PAUWELS sont majorés par rapport à la réalité car tous les éléments pris en compte dans le calcul se trouvent dans le plan frontal, ce qui n'est pas tout à fait exact [2].

Figure 8 : identique à la figure précédente avec ajout

de la force de compression de la tête fémorale R.

Suite aux travaux de RYDELL en 1966 sur des cadavres, celui-ci en déduit que lors de l'appui unipodal statique la résultante au niveau de la tête fémorale est égale à trois fois le poids du corps [2].

L'action en T du moyen fessier sur son bras de levier représenté par le col fémoral varie en fonction du degré d'abduction de la hanche, entre zéro et 35° d'abduction (T0° et T35° sur la figure 9), le moyen fessier est surtout coaptateur de hanche. A 35° degrés d'abduction (T35°) l'efficacité du moyen fessier est optimale car la direction de sa force est alors perpendiculaire à son bras de levier.

De plus si le col fémoral est raccourci ou si l'angle cervico-céphalo diaphysaire est augmenté (coxa valga) la longueur du bras de levier du moyen fessier sera diminuée et ce dernier devra alors fournir une force plus importante (il y aura donc une fatigue prématurée du muscle ce qui pourra se traduire par un signe de Trendelenburg positif, comme nous le décrirons plus tard.

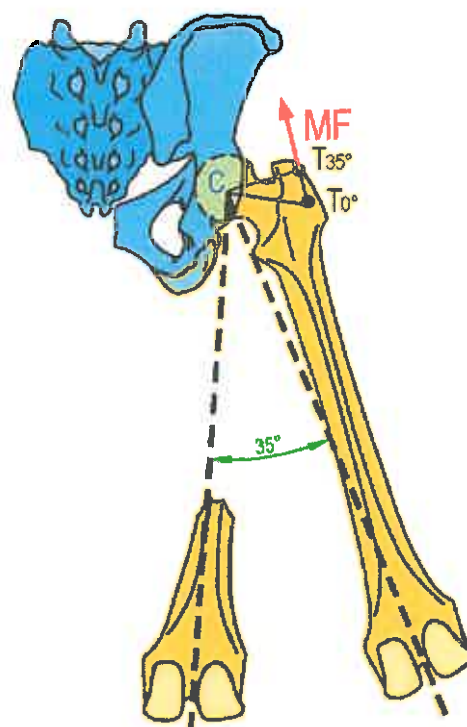


Figure 9: schéma (inspiré de KAPANDJI [6])
Efficacité du moyen fessier selon le degré d'abduction.

On constate ici que le moyen fessier aura alors un rôle important pour stabiliser le bassin dans le plan frontal en luttant contre le poids du corps lors de l'appui unipodal. Le bras de levier du moyen fessier devra conserver une longueur suffisante afin de ne pas diminuer sa force motrice.

4.2 Appui bipodal

Lorsque le bassin est en appui bilatéral, il est soutenu par les deux têtes fémorales, il n'y a donc pas de nécessité de stabilisation musculaire dans le plan frontal [5]. La station bipodale est très stable, en effet en position de garde à vous les muscles abducteurs sont électromyographiquement silencieux pour la plupart des individus (ce qui n'est pas le cas si les pieds sont joints et parallèles comme lors du test de Römberg du fait de la diminution de la stabilité) [3]. De plus les possibilités de mouvements sont plus larges (figure

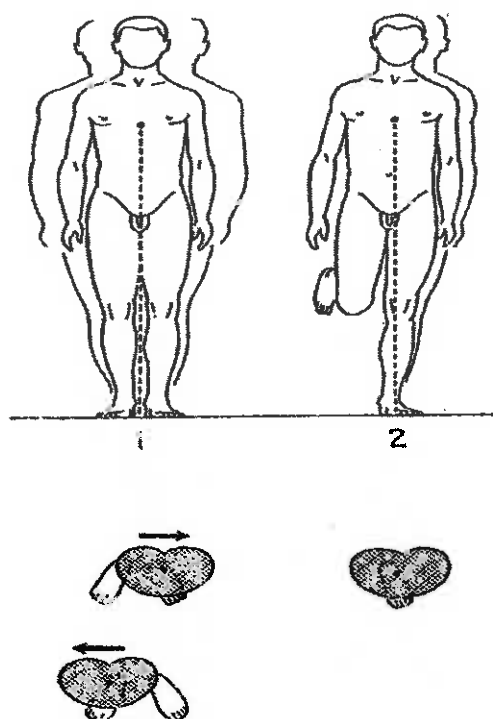


Figure 10 :

- 1 Oscillations dans le plan frontal en appui bipodal
- 2 en appui unipodal d'après DUCROQUET [7]

10) : c'est le cas pour les oscillations du corps dans le plan frontal (qui sont augmentées de quatre cinquièmes par rapport à l'appui unipodal) [7]. Nous garderons à l'esprit que la ligne gravitaire passera toujours à l'aplomb du polygone de sustentation sinon le sujet tombe (s'il ne réagit pas par réaction parachute en rattrapant son équilibre en posant au sol le pied jusque-là non portant). Enfin il est à noter que chaque tête fémorale supporte le tiers du poids corporel selon RYDELL [2] et PAUWELS [5].

4.3 Appui unipodal

Se tenir sur un seul pied n'est pas physiologique contrairement à l'appui bipodal qui est presque une position de repos. Le jeu d'équilibration sur la voûte plantaire permettant alternativement d'augmenter ou de diminuer l'importance de la charge sur celle-ci rend fatigant la station statique sur un seul pied. En effet cela va recruter de manière spécifique les muscles extenseurs des orteils et des muscles longs et courts fibulaires. Ajoutons à cela que le sujet garde les bras à la verticale suspendus le long du corps dans un premier temps, puis avec la fatigue le sujet va écarter les membres supérieurs afin de s'en servir comme des leviers latéraux (tout comme la perche d'un funambule) [7].

La projection du centre de gravité du corps sera différente de celle en appui bipodal symétrique : au début, elle est déplacée vers le membre inférieur qui a quitté le sol. Suite à ce décentrage, le bassin s'abaisse vers le sol du côté non porteur et il y a une translation du corps vers le pied porteur afin de ramener le centre de gravité à l'aplomb du polygone de sustentation (réduit au pied au contact du sol). Cette réaction de translation du corps est indépendante de la force musculaire des stabilisateurs de la hanche dans le plan frontal. La stabilisation frontale active du bassin permet de maintenir la ligne bi-iliaque voisine de l'horizontale et de conserver un parallélisme avec la ligne bi-acromiale (la ligne du regard reste aussi horizontale) avec de possibles variations selon la morphologie, souplesse rachidienne et habitus du sujet. De façon constante et suite à la translation latérale du corps une inclinaison externe du membre inférieur portant, une adduction de l'articulation coxo-

fémorale portante et un abaissement discret de la tête du sujet mettant alors en tension les muscles abducteurs de hanche se retrouveront. [8].

L'équilibre du bassin dans le plan frontal est assuré par l'action des abducteurs du côté de l'appui, du côté opposé ils sont relâchés. Les abducteurs freinent la chute du pelvis et la bascule de celui-ci n'excède pas cinq degrés en dessous de l'horizontal chez un sujet sain. Il en est ainsi seulement si la force du moyen fessier est suffisante pour lutter contre le poids du corps sachant que l'inégalité de leur bras de levier avantage ce dernier.

4.4 La période d'appui unipodal lors de la marche

Mieux vaut observer la stabilisation frontale du bassin lors de l'appui unipodal à l'arrêt plutôt qu'à la marche car la phase d'appui unipodal étant courte, l'observation visuelle directe est rendue difficile.

Lorsque nous marchons, des facteurs issus des phases précédentes du pas ou anticipant sur la phase suivante viennent interférer l'observation de la stabilisation frontale du membre inférieur observé et de son homologue [8]. D'ailleurs, au cours de la marche, la notion de dynamique permet une maîtrise plus aisée de l'équilibre du bassin dans le plan frontal que lors de l'appui unipodal statique. Lorsque nous marchons il y a une synergie des muscles latéraux du pied avec les mouvements de balancier des bras. Aussi, une fine inclinaison pelvienne du côté oscillant à chaque appui unilatéral est compensée par une inclinaison légère des épaules du côté en appui ce qui fait intervenir une contraction croisée du moyen fessier et des abdominaux (les obliques du

côté oscillant) minimisant ainsi la rupture d'équilibre et permettant l'économie d'une part non négligeable de l'effort stabilisateur [7], [8].

Notons que l'inclinaison pelvienne physiologique du côté oscillant est majorée chez les sujets du sexe féminin car leur bassin est plus large, ce qui augmente légèrement le bras de levier du poids du corps du fait de l'éloignement du centre de gravité de la hanche portante. Ajoutons aussi que plus un sujet marche les pieds écartés plus le buste balance vers le membre inférieur en appui [7].

4.5 Qu'est-ce qu'une boiterie

La boiterie est une perturbation de la marche rendant celle-ci asymétrique et moins harmonieuse. C'est une réponse à un déficit donné, variable selon les possibilités de suppléance mécanique et de la coordination neuro-musculaire du sujet. Une boiterie est une adaptation fonctionnelle du sujet face à un déficit de force, d'amplitude ou face à une douleur. Elle répondra à l'impératif de conserver une projection du centre de gravité à l'aplomb du polygone de sustentation. C'est un mécanisme réflexe n'apparaissant que momentanément lors de la mise en charge permettant de diminuer le moment du poids du corps [6], [7], [8]. De plus les différentes boiteries de hanche ne sont pas pathognomoniques de la lésion ou de l'atteinte présentée par le sujet. En outre il est possible qu'un même sujet adopte une boiterie différente en fonction de la douleur ou de la fatigue.

5 LE TEST DE TRENDELENBURG

5.1 Contexte de l'époque de création du test, pathologies concernées

Friedrich TRENDELENBURG chirurgien allemand du XIX^e siècle a cherché à savoir pourquoi les patients présentant une luxation congénitale de hanche avaient une démarche si particulière. Il décrit dans son article en 1895 [9] une chute brutale du bassin du côté opposé au pied en appui alors que le torse compense en se déportant fortement vers le pied en appui lorsque le sujet marche; dans le cadre de son observation statique d'un patient porteur d'une luxation congénitale de hanche il constate que la tête fémorale est ascensionnée par rapport à la cavité acétabulaire du côté pathologique. La luxation congénitale entraînant une atrophie et une insuffisance musculaire du petit et moyen fessier par modification de l'orientation et de la longueur de leurs fibres, le bassin n'est plus retenu dans le plan frontal lors de l'appui unipodal du côté de l'atteinte.

Ce chirurgien met au point alors un signe clinique efficace et rapide pour dépister une anomalie fonctionnelle de la hanche dans le plan frontal, ce qui lui permet de vérifier l'intégrité du muscle moyen fessier. Il publie son test la même année que l'invention des rayons X en 1895 et les premiers services de radiologie ne voient le jour qu'un an plus tard [10], [11]. TRENDELENBURG allait à contre sens de la pensée de l'époque qui était de croire que la boiterie retrouvée chez les patients avec une luxation congénitale de hanche était alors due à une laxité de l'articulation coxo-fémorale. Dans ce test l'appui unipodal permet d'isoler les problèmes propres à la coxo-fémorale portante.

5.2 Conditions préalables

Pour une bonne interprétation des résultats il faut que le thérapeute prenne le temps de bien expliquer le déroulement du test pour obtenir une bonne compréhension et coopération du patient. Lorsque le patient va se tenir en appui unipodal lors du test, la hanche controlatérale est fléchie à 30° plutôt qu'à 90° (même si cela ne joue pas directement sur l'efficacité des muscles abducteurs de hanche) [10], en effet l'appui unipodal avec la hanche fléchie à 90° est moins confortable pour le patient car l'espace entre le bassin et les dernières côtes sera réduit et le contrôle musculaire de la flexion de hanche devra être plus important. Précisons que la hanche est fléchie à 30° avec le genou suffisamment en flexion afin que la jambe soit proche de l'horizontale vers l'arrière et sans rotation ou abduction ou adduction du membre inférieur. Pour tenir en appui unipodal, le sujet fera intervenir les articulations subtalaires, coxo-fémorales et rachidiennes du côté en charge.

Si le patient rencontre une difficulté à décoller le pied du sol on pourra lui demander de monter sur une cale ou une marche surélevant suffisamment le pied du côté opposé au membre testé. Si la stabilité du pied ou de la cheville est insuffisante, il lui sera possible de mettre son genou du côté testé en appui sur une chaise ou une table [8].

5.3 Description et principe du test de **TRENDELENBURG**

L'examineur se trouve derrière le patient et vérifie visuellement l'angle entre le bassin (la ligne passant par les 2 crêtes iliaques) et le sol [9].

Nous lui demandons de lever le pied du côté non testé et de s'équilibrer. Il tient sa cuisse entre 0° et 30° de flexion au niveau de l'articulation coxo-fémorale avec le genou suffisamment replié pour éviter que le pied ne touche le sol. L'horizontalité du bassin est vérifiée alors par rapport au sol. Si le sujet est instable une canne est tenue du côté du membre en appui. De façon alternative le thérapeute peut soutenir les deux épaules du sujet afin de l'aider à maintenir l'équilibre sans canne. Si celui-ci s'incline trop vers la hanche en appui, le thérapeute corrige par une pression latérale douce sur les épaules pour réaligner le tronc au-dessus du centre de l'articulation coxo-fémorale et du pied porteur [12].



Une fois équilibré en gardant droit le tronc et les bras le long du corps, le patient est invité à lever et maintenir son bassin du côté non porteur aussi haut que possible (figure 11). Le thérapeute chronomètre et peut aider le patient en lui tenant le bras du côté en charge. En revanche il faut éviter de tenir le bras du côté non porteur car un point d'appui sera alors donné aux muscles homolatéraux grand dorsal, carré des lombes et aux para vertébraux.

Figure 11: le patient élève son bassin du côté en décharge [10].

5.4 Résultats du test

5.4.1 Réponse normale (test négatif)

Le sujet doit pouvoir lever volontairement son bassin du côté en décharge plus haut que du côté porteur durant 30 secondes avec C7 centré par rapport à la hanche et au pied porteur. Nous observons une inclinaison compensatoire vers le côté déchargé c'est-à-dire une inflexion rachidienne convexe du côté en appui. Autre possibilité pour valider un test négatif : le patient ne lève pas son bassin plus haut que le côté en appui mais celui-ci reste parallèle au sol avec une compensation vertébrale minime. Dans les deux cas le sujet doit être assez fort pour lever sa jambe dans le plan frontal contre résistance comparable au côté sain en position de latérocubitus, c'est-à-dire qu'il est coté à 5 sur 5 sur l'échelle de Daniels & Worthingham [9], [10]). D'ailleurs Nade & Hardcastle [10] ont pu noter que les patients ayant une force musculaire cotée à 4 ou moins avaient tous des réponses anormales apparaissant entre 0 et 25 secondes.

Soulignons que la capacité à produire une réponse normale doit être absolue et le bassin ne doit pas tomber dans les 30 secondes suivant l'élévation du bassin après équilibration du sujet sinon le test est positif.

5.4.2 Réponse anormale (test positif)

Impossibilité de réaliser ce qui est décrit en cas de réponse normale. On parle de réponse anormale si le bassin du côté déchargé ne peut être levé plus haut que du côté controlatéral et maintenu horizontal. Le bassin penche alors du côté du pied en décharge et la fesse s'abaisse aussi de ce même côté.

Nous notons alors une adduction de la hanche en appui et une inflexion vertébrale compensatoire convexe du côté du membre inférieur en décharge. Ainsi l'équilibre est maintenu et le centre de gravité ramené au-dessus du polygone de sustentation même si le parallélisme entre la ligne bi-iliaque et bi-acromiale est perdu et que la tête du sujet est abaissée [8].

Test positif retardé : les patients conservent l'équilibre en appui unipodal en levant leur crête iliaque du côté délesté au même niveau ou plus haut que du côté testé mais moins de 30 secondes. Pour que la réponse soit considérée anormale chez un patient pouvant tenir sa crête iliaque plus haute que du côté controlatéral, cette dernière devra s'abaisser en dessous de l'horizontale dans le délai de 30 secondes. *TRENDELENBURG* n'a jamais vu de patient porteur d'une luxation congénitale de hanche capable, en appui unipodal du côté pathologique, de lever la fesse saine au niveau de la fesse pathologique. C'est encore plus vrai s'il y a une double luxation congénitale de hanche pour laquelle *TRENDELENBURG* a retrouvé une lordose lombaire qui modifie par antéversion du bassin l'inclinaison des fibres musculaires du moyen fessier, ce qui a pour conséquence la diminution de son efficacité [9].

Les réponses faussement positives et faussement négatives sont rares si le test est bien réalisé [10].

5.4.3 *Faux positifs*

Une mauvaise interprétation ou des réponses faussement positives, peuvent être la conséquence de douleurs, d'un manque de coopération du patient ou d'un conflit entre la crête iliaque et la cage thoracique aggravé en cas de scoliose importante. S'il y a une douleur au niveau de la hanche testée, les patients ont tendance, par une forte inclinaison du tronc, à déplacer leur centre de gravité au-dessus de celle-ci pour diminuer la traction des muscles abducteurs de la hanche en appui. De plus si les sujets ont des douleurs de hanche ou vertébrales, ils tiennent peu de temps en appui unipodal du côté où siège la douleur. Deux patients présentant une scoliose sévère ont eu une réponse faussement positive en appui unipodal du fait du contact entre les côtes inférieures et la crête iliaque lorsqu'ils ont essayé de lever leur bassin du côté en décharge [10]. La scoliose représente la principale cause supra pelvienne d'un test faussement positif. Un trouble de l'équilibre ou de la sensibilité profonde du membre inférieur seront responsables d'une réponse positive à tort. Cependant le résultat est significatif si le test est négatif dans toutes ces conditions car le sujet n'a pas directement de problème mécanique au niveau de la hanche [11].

5.4.4 *Faux négatifs*

Le test sera faussement négatif si le patient est en mesure de tenir son bassin plus élevé que du côté en appui et si nous notons un déport important du buste au-delà de la hanche en appui pour maintenir l'équilibre et la stabilité du bassin. Associé à cela le parallélisme entre la ligne des épaules et des

Epines Iliques Antéro Supérieures (EIAS) sera maintenu. D'ailleurs, sans les compensations suivantes la stabilité frontale du bassin ne peut pas être conservée : une abduction de la hanche en décharge combinée à un déport des membres supérieurs vers le membre resté au sol. Ces signes caractéristiques décrits par DUCHENNE [2], [6], [7] montrent une faiblesse des muscles abducteurs de hanche plus importante que si le bassin chute lors d'un test de TRENDELENBURG positif. L'utilisation de muscles sus pelviens entraînera aussi une réponse faussement négative : si le sujet se tient au mur ou à la table du côté en décharge il réussit à lever le bassin du côté non porteur en combinant les contractions musculaires du grand dorsal, du carré des lombes et du psoas du côté en décharge.

5.4.5 Réponses non valides

Il est difficile de procéder au test de TRENDELENBURG avec un sujet dont l'âge ou le statut mental ne permet pas la coopération. Par exemple, pour les enfants de moins de 4 ans l'évaluation n'est pas fiable du fait de leur niveau de compréhension, il en est de même pour un enfant plus âgé non coopérant et les réponses sont variables pour un enfant de moins de 7 ans [10]. Le test de TRENDELENBURG dans le suivi pré-opératoire d'un patient avec une arthrose de hanche est induit en erreur par la douleur, le test sera bien souvent positif sans pour autant pouvoir conclure à l'efficacité des muscles abducteurs de hanche [12], [13].

5.4.6 Proposition d'une cotation pour les réponses du test

1 : test négatif, le sujet est capable de lever son bassin du côté délesté plus haut que du côté testé pendant 30 secondes minimum, nous notons une inclinaison vertébrale convexe du côté de l'appui.

2 : test négatif, le sujet maintient son bassin à l'horizontale et son tronc en rectitude durant 30 secondes au moins.

3 : test positif retardé, le sujet retient son hémi-bassin à l'horizontale ou plus haut que le côté en appui moins de 30 secondes.

4 : test positif, le sujet ne peut pas lever son bassin du côté déchargé au même niveau que du côté en appui. On observe une inclinaison vertébrale convexe du côté en décharge.

5.5 Test dynamique, démarche

Avant de réaliser l'observation fonctionnelle de la boiterie de hanche, il faut s'assurer que la mise en charge est autorisée et qu'il n'y a pas d'esquive antalgique lors de la marche. Pour que l'observation soit valable, un alignement sagittal satisfaisant du tronc et du membre inférieur est nécessaire (sans scoliose importante). Enfin le sujet doit avoir une stabilisation proprioceptive efficace du pied et de la jambe avec une mobilité articulaire de quelques degrés dans les secteurs d'adduction et d'abduction de la hanche testée [7]. Si le sujet tient l'appui unipodal statique 30 secondes, test de TRENDELENBURG négatif coté 1 ou 2, il pourra alors marcher sans boiterie de hanche car la marche nécessite un contrôle moins important de stabilisation pelvienne dans le plan frontal. Concernant les sujets avec une réponse retardée positive (cotation 3),

leur démarche est normale au premier abord ; en revanche, lorsqu'ils accélèrent le pas, il y a rapidement une fatigue et une boiterie caractéristique de Trendelenburg qui devient évidente [10]. Attention toutefois, un résultat positif retardé ne doit pas écarter un bon résultat lorsque le patient marche, c'est la conclusion à laquelle arrivent V.S. PAI [12] dans le cadre d'un suivi post-opératoire d'arthroplastie de hanche par voie latérale: la moitié des patients avec un test de TRENDELENBURG retardé marchaient sans boiterie. Un patient avec une réponse positive (cotation 4) aura une démarche immédiatement inefficace et une boiterie de hanche ainsi que des douleurs ressenties au niveau de la hanche lors d'activités endurantes. Le bras de levier du poids du corps sera réduit grâce à l'inclinaison du buste vers la hanche en appui et la chute du bassin du côté déchargé.

6 INTERET KINESITHERAPIQUE

Le test de TRENDELENBURG est un signe clinique rapide et simple à mettre en œuvre pour détecter une anomalie de la hanche. S'il est négatif (cotations 1 et 2), c'est un signal autorisant la reprise de la marche normale sans boiterie avec abandon des cannes [10], [13]. Les patients avec un test positif auront immédiatement une boiterie, en revanche ce ne sera pas toujours vrai chez les patients opérés d'une prothèse totale de hanche avec un test retardé. C'est un test statique plus rapide, nécessitant moins de connaissances et de moyens techniques que le test de Rabeux & Michaut (abaques pour déterminer la force musculaire minimale et éviter une boiterie résultant d'une insuffisance musculaire) dans un contexte où les praticiens -libéraux en

particulier- n'ont guère de temps pour de longs bilans. Dans le cadre des bonnes pratiques professionnelles, les masseurs kinésithérapeutes se doivent de réaliser des bilans pour informer le prescripteur et être en mesure de justifier la nécessité de séances supplémentaires vis-à-vis des organismes payeurs [14].

L'intérêt de ce test pour le médecin ou le kinésithérapeute est d'éviter au patient de passer une radiographie de l'articulation coxo-fémorale, donc de recevoir une dose de radiations de 0,35 milliSieverts sachant que la dose d'exposition moyenne aux rayonnements ionisants par an et par individu liée aux actes de diagnostic médical en France est de 1,3 milliSieverts. De plus, l'exposition de la population aux rayonnements ionisants liée au diagnostic médical augmente en France d'après le rapport de 2010 de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire [15]. Enfin, ce test représente une économie intéressante pour la sécurité sociale française, surtout si un médecin le préfère pour diagnostiquer une dysfonction de la hanche.

L'évaluation fonctionnelle de l'articulation de la hanche est importante dans l'évaluation clinique du patient, le test de TRENDELENBURG permet une évaluation fonctionnelle dans un espace restreint avec peu de matériel puisqu'il suffit d'un chronomètre. De plus il peut être facilement filmé pour comparer objectivement au cours du traitement kinésithérapique l'évolution du temps de maintien par exemple.

Le test de TRENDELENBURG statique et l'analyse de la démarche (test dynamique) sont de bons indicateurs quant au pronostic de la durée de vie

d'une prothèse totale de hanche ; en effet, si le test est positif et si le sujet boite alors il y a un mauvais pronostic pour la durée de vie de l'implant [12].

Ce test peut être indiqué pour établir le degré de détérioration clinique dans le cas d'une dysplasie acétabulaire ou une subluxation de hanche engendrant la **perte du point d'appui** ; ou en cas de paralysie du moyen fessier ou d'atrophie musculaire engendrant une **diminution du moment de la force musculaire** du ou des muscles abducteurs. Il est aussi utile face à une fracture du col fémoral mal consolidée ou à une hanche en coxa vara **détériorant le bras de levier** du moyen fessier.

7 DISCUSSION

Avec le test de Rabeux & Michaut, il n'y a pas de différence significative de force développée selon que le sujet est gaucher ou droitier (latéralité podale) [14]. Mais qu'en est-il pour le test de TRENDELENBURG concernant la différence de force et d'équilibre selon le côté de l'appui unipodal?

Toute déformation du membre inférieur influence le fonctionnement de la hanche qui est la seule articulation du membre inférieur à permettre autant d'amplitude dans le plan frontal. Donc un valgus ou varus du membre inférieur sera compensé uniquement par la hanche (dans une moindre mesure par l'articulation sub-talaire) afin de maintenir un **axe mécanique correct** du membre lors de la marche [11].

Une déformation en varus du fémur, genou ou tibia, c'est-à-dire une déviation mécanique médiale du membre inférieur obligera la hanche à adopter une position en abduction (figure 12) pour maintenir un axe mécanique droit du membre lors de la marche. Donc si le test de Trendelenburg est positif, l'attitude compensatrice de la hanche porteuse en abduction paraîtra singulière lors du test [11].

Enfin la hanche compensant la déviation de l'axe mécanique par une abduction, le bras de levier des muscles abducteurs sera diminué même si ceux-ci ont une force normale. En fonction du degré de compensation ces patients auront un test immédiatement positif ou retardé et une démarche anormale.



Figure 12 : hanche en abduction résultant d'une anomalie sous-pelvienne [11].

Pour les causes infra pelviennes d'un test positif comme une déformation du membre inférieur, il convient de s'interroger : faut-il considérer que le test est faussement positif ou réellement positif ? Car la référence pour ce test de TRENDELENBURG est la hanche et le but est de déterminer son intégrité. Faut-il considérer que les abducteurs sont faibles du fait de la déformation primaire du membre inférieur et ne pas coter le test à 3 ou 4 car l'origine du problème n'est pas la hanche elle-même ?

L'analyse de la variation de longueur du pas pourrait être un outil diagnostique supplémentaire pour observer la diminution de l'importance d'une

boiterie. En effet, certains auteurs [16] se servent du système d'analyse de démarche GaitMat™2 pour mettre en évidence une amélioration de la marche après manipulations ostéopathiques sur un patient présentant une sclérose en plaques engendrant une dysfonction sacro-iliaque et des raideurs articulaires pelviennes. Après ces manipulations, on note une augmentation de la vitesse, de la longueur de pas et une diminution du nombre de pas. De plus l'inclinaison du tronc est diminuée et le bassin est plus mobile, permettant ainsi une plus grande vitesse de marche par diminution du coût énergétique.

Par ailleurs à l'aide d'un goniomètre universel, des praticiens ont démontré sur des sujets sains la mesure de l'angle d'adduction de hanche en appui dit angle « P-O-F, Pelvis-On-Femur » lors du test de TRENDELENBURG [17]. ASAYAMA I. et ses collaborateurs ont préféré mesurer lors de leur étude [18] l'angle entre la droite formée par les 2 EIAS et la droite passant par la tubérosité tibiale antérieure et l'EIAS du côté en charge lors du test de TRENDELENBURG à l'aide de capteurs de position en 3D reliés à un ordinateur. Si l'angle de départ en appui bipodal moins l'angle trouvé au bout de 30 secondes d'appui unipodal est inférieur ou égal à -2° alors le test est positif. Si ce même angle est supérieur ou égal à $+2^\circ$ alors le test est négatif.

En outre lors du test de RABEUX & MICHAUT l'angle maximal d'adduction tolérable est de 5° , au-delà de cette valeur les muscles stabilisateurs du bassin sont trop faibles [14]. Il en est de même pour l'angle d'adduction P-O-F lors du test de TRENDELENBURG, le bassin ne bascule que de 5° lorsque les muscles abducteurs exercent leur forte action de freinage. Au final, vaut-il mieux chercher l'angle P-O-F à l'aide de capteurs en 3D pour s'assurer de

l'exactitude du résultat plutôt que d'observer le parallélisme entre le sol et la ligne bi-iliaque comme l'a décrit TRENDELENBURG ? Le gain de précision est-il bénéfique par rapport à la perte de temps occasionnée par la mise en place de ce système ? Une mesure goniométrique de l'angle P-O-F serait-elle le bon compromis pour améliorer la précision du test sans être chronophage ?

A l'aide d'un dynamomètre, la force des muscles abducteurs peut être mesurée après pose d'une prothèse totale de hanche grâce à une approche latérale et postérieure [13] : le ratio post opératoire de force isométrique hanche saine par rapport à la hanche opérée est supérieur chez les patients ayant un test de TRENDELENBURG négatif, sans différence entre les deux types d'approche. Tous les patients ayant un ratio de force inférieur à 70% avaient un test positif et une boiterie après l'opération [13].

L'association d'un test quantitatif (dynamomètre, force isométrique) au test qualitatif (TRENDELENBURG) est donc plus fiable mais rend plus long le bilan.

Finalement, il y a un manque de publications démontrant l'exactitude du test de TRENDELENBURG.

J. W. YODAS et ses collaborateurs ont réussi dans leur étude [19] à différencier des sujets présentant ou non une arthrose de hanche en testant la force des abducteurs à l'aide de ce test associé à une évaluation de la performance isométrique des muscles abducteurs. Au final l'évaluation de la force musculaire isométrique enregistrée avec un dynamomètre est plus fiable que le test de TRENDELENBURG en ce qui concerne l'identification d'une arthrose de hanche. Qu'en est-il pour les autres pathologies aboutissant à une faiblesse des muscles abducteurs de hanche ?

8 CONCLUSION

Une fois le mécanisme de l'appui unipodal et d'une boiterie compris, il devient plus aisé d'appréhender le test de TRENDELENBURG. Nous pensons qu'un examen clinique méticuleux fournit un diagnostic correct et nous recommandons un test de Trendelenburg chronométré dans l'évaluation de la fonction et la défaillance de la hanche. Il permet d'avoir un jugement objectif par rapport à l'amélioration ou la détérioration de la fonction neuromusculaire ou mécanique à condition que l'interprétation des résultats à l'aide de nos notations soit correcte. TRENDELENBURG eut une idée judicieuse en mettant au point un signe clinique pour juger la fonction de la hanche dans un contexte où la radiographie n'existait pas. De plus il régnait un contexte d'opposition: les chirurgiens contemporains étaient en désaccord avec lui concernant l'origine de la boiterie chez les patients porteurs d'une luxation congénitale de hanche. Au final, son test peut représenter une économie pour la sécurité sociale, un gain de temps pour le thérapeute et une diminution du nombre de radiations absorbées par le patient. Quel avenir pour le test de TRENDELENBURG, comment le rendre encore plus fiable et plus utilisé par les thérapeutes ? C'est l'objectif que nous avons poursuivi dans la réflexion présentée.

Nous souhaitons que la description, la bonne maîtrise et la connaissance des limites de ce test contribuent à le clarifier et permettent une pratique plus courante et plus précise par les différents thérapeutes susceptibles de l'utiliser au bénéfice des patients.

8 BIBLIOGRAPHIE

- **[1] DUFOUR M.** – anatomie de l'appareil locomoteur, tome 1 : membre inférieur, Elsevier Masson 2007 Issy les Moulineaux cedex, 479 pages.
- **[2] DUFOUR M., PILLU M.**, biomécanique fonctionnelle Membres-Tête-Tronc, Masson, 2007, 568 pages.
- **[3] WILLIAMS PL., WARWICK R.** - Gray's anatomy, 36ème edition, Edinburgh, London, Melbourne, New York, 1980, 1578 pages.
- **[4] SPENLE D., GOURHANT R.** – Guide du calcul en mécanique, Paris : Hachette technique, 2007, 288 pages.
- **[5] PAUWELS F.** – biomécanique de l'appareil moteur, contributions à l'étude de l'anatomie fonctionnelle, traduit de l'allemand par MAQUET P.G., Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1979, p78-101 et p 326-329.
- **[6] KAPANDJI A.I.** – anatomie fonctionnelle, tome 2 : membre inférieur, Maloine, 6ème édition, 2009 paris, 314 pages
- **[7] DUCROQUET R.J et P.** – La marche et les boiteries, Masson, édit., Paris, 1965, 250 pages.

- **[8] DOTTE P.** - Les boiteries de hanche et les signes dits « de Duchenne de Boulogne » ou « de Trendelenburg », annales kinésithérapie, 1978, 5, Masson, Paris, p163-178.

- **[9] TRENDELENBURG, F.** - Ueber den Gang bei angeborener Hüftgelenksluxation. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 1895, Vol. 21, p 21-24.

- **[10] NADE S., HARDCASTLE P.** -The significance of the TRENDELENBURG test. The Journal of Bone and Joint Surgery. 1985, 67 -B, 5, p 741-746.

- **[11] VASUDEVAN P. N., VAIDYALINGAM K. V., BHASKARAN NAIR P.** - CAN TRENDELENBURG'S SIGN BE POSITIVE IF THE HIP IS NORMAL? The Journal of Bone and Joint Surgery. 1997 VOL. 79-B, NO. 3. p462-466.

- **[12] PAI V.S.** - Significance of the TRENDELENBURG test in total hip arthroplasty, influence of the lateral approaches. The journal of arthroplasty, 11, 1996, p174-179.

- **[13] KIYAMA T., NAITO M., SHINODA T., MAEYAMA A.** – Hip abductor strenghts after total hip arthroplasty via lateral and posterolateral approaches. The journal of arthroplasty. 2010, 25, p76-80.

- **[14] CHRISTMANN J.**, Actualisation du test de Rabeux Michaut par le dynamomètre électronique : recherche d'une corrélation entre les données théoriques et la force réelle des stabilisateurs latéraux de hanche chez le sujet sain, rapport de travail écrit présenté en vue de l'obtention du diplôme d'état de masseur kinésithérapeute : ILFMK Nancy, 2010, 39 pages.

- **[15] ETARD C., SINNO-TELLIER S., AUBERT B.**, - Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2007. Juin 2010.

http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/RSN_INVS_Rapport_Expri_032010.pdf (page consultée pour la dernière fois le 02/05/2012).

- **[16] GILLISS A. C., SWANSON R. L., DEANNA J., VENKATARAMAN V.** - Use of osteopathic manipulative treatment to manage compensated TRENDELENBURG gait caused by sacroiliac somatic dysfunction. JAOA case report, 2010, 110, p 81-86.

- **[17] YODAS J. W., MRAZ S. T., NORSTAD B. J., SCHINKE J. J., HOLLMAN J. H.** - Determining Meaningful Changes in Pelvic-On-Femoral Position during the TRENDELENBURG test. Journal of Sport Rehabilitation, 2007, 16, p326-335.

- [18] ASAYAMA I., NAITO M., FUJISAWA M., KAMBE T. – Relationship between radiographic measurements of reconstructed hip joint position and the TRENDELENBURG sign. *The journal of arthroplasty*. 2002, 17, p 747-751.
- [19] YODAS J. W., MADSON T. J., HOLLMAN J. H. - Usefulness of the TRENDELENBURG test for identification of patients with hip joint osteoarthritis. *Physiotherapy Theory and Practice*, 2010, 26, p184-194.

Autre référence bibliographique :

- Figure 6 : <http://perso.b2b2c.ca/login/JP/mecanique/machsimp.html>

Articles traduits mais ne figurant pas dans mémoire :

- **MUHARREM I., ALPAY A., AHMET H., KADIR E.** - *Evaluation of the Gluteus Medius Muscle After a Pelvic Support Osteotomy to Treat Congenital Dislocation of the Hip . The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2005, 87, p 2246-2252.
- **KANAI A., KIYAMA T., GENDA E., SUZUKI Y.** – Biomechanical investigation of ambulatory training in patients with acetabular dysplasia. 2008 *Gait& Posture*, Elsevier, page 52-57.