



L'influence des facteurs anatomiques sur le manque de fiabilité du test positionnel du sacrum : revue de littérature

LAURENT MARC ¹ ET OLIVIER MERDY ^{2,3}

- 1 Ostéopathe DO, La Chapelle Saint Mesmin, France
- 2 Ostéopathe DO, Le May Sur Evre, France
- 3 Laboratoire de Recherche Ostéopathique, Orvault, France

Mots-clés: *sacrum, fiabilité, reproductibilité, anatomie, diagnostic, ostéopathie*

Key words: *sacrum, reliability, reproducibility, anatomy, diagnosis, osteopathy*

— RÉSUMÉ —

Introduction

Le test positionnel du sacrum consiste en la palpation des angles inférolatéraux et de la profondeur des sulcus du sacrum. Le but de ce test est de déterminer la position du sacrum entre les os coxaux. La fiabilité de la palpation des sulcus et des angles est de très faible à faible. Cependant, des études récentes mettent en évidence son utilisation encore fréquente lors des routines d'examen clinique. L'objectif de cette étude est de faire une revue précise de l'épaisseur des différentes couches tissulaires qui recouvrent la face postérieure du sacrum afin de mettre en évidence les facteurs de variabilité propres au patient et leur possible influence sur ce test.

Méthodes

Notre revue a été effectuée sur deux bases de données (Pubmed et Springer) et sur des publications ostéopathiques francophones et anglophones sur une période de 1990 à 2013. Nous avons aussi utilisé des livres spécialisés sur une période de 1890 à 2013. Nous n'avons inclus que les

études qui produisaient des résultats précis et/ou chiffrés sur l'anatomie de la région sacrée postérieure.

Résultats

1226 études ou livres ont été passés en revue pour l'étude. 52 ont vraiment répondu à nos critères de recherches et été finalement inclus.

Discussion

Dans cette revue nous avons identifié une variabilité interindividuelle de chaque couche tissulaire de la région postérieure du sacrum. Cette variabilité est due à plusieurs facteurs: l'état de contraction des muscles érecteurs du rachis et/ou grands fessiers, les variations anatomiques du grand fessier, la répartition de la masse graisseuse, l'état de tension du fascia thoraco-lombaire, des ligaments sacro-tubéraux, ou des ligaments sacro-iliaques postérieurs, l'asymétrie de forme du sacrum. Mis ensemble, cela met en évidence beaucoup de sources d'erreurs possibles pour le test positionnel du sacrum. L'épaisseur séparant nos doigts de l'os testé varie de 3,8 à 6,4 cm pour les sulcus sacrés et 2,3 à 10,8 cm pour les angles inférolatéraux.

Conclusion

Les données anatomiques récoltées dans cette revue de littérature devraient nous interroger sur l'importance donnée au test positionnel du sacrum durant l'examen palpatoire ostéopathique. De prochaines études devraient étudier différemment la reproductibilité de ce test. Vérifier les contractures musculaires et les différences de tension ligamentaire devraient probablement permettre de modifier le score kappa et réduire les risques de faux positifs ou de faux négatifs.

— 1 / INTRODUCTION —

Les études actuelles de reproductibilité des tests ostéopathiques s'intéressent bien souvent à des critères propres au praticien (entraînement, années d'expérience) et pas à ceux propres au patient ⁽¹⁻³⁾. Cependant, l'approche d'un patient se fait à partir de critères subjectifs et objectifs spécifiques au patient et au praticien qui conduisent à un choix de tests et de traitement.

Nous avons choisi d'effectuer une revue de littérature sur le test positionnel du sacrum car il s'agit d'un test très présent dans les routines de tests des ostéopathes américains (74 % des ostéopathes interrogés pour la palpation des angles inférolatéraux et 82 % pour celle des sulcus sacrés) et un peu moins chez les ostéopathes anglo-saxons (environ 58 % des ostéopathes interrogés utilisent la palpation de ces points de repère) ⁽⁴⁻⁵⁾. Par ailleurs, ce test ou, à défaut, la palpation de ces repères anatomiques sont encore régulièrement cités dans les ouvrages d'enseignement des techniques ostéopathiques du bassin ⁽⁶⁻¹⁰⁾.

Il repose sur la palpation de quatre repères anatomiques : les deux sulcus sacrés et les angles inférolatéraux du sacrum ⁽¹¹⁾. Il est généralement complété par un test du rebond lombaire. Le modèle biomécanique sur lequel il repose est sujet à caution ⁽¹²⁾, bien qu'il soit très pédagogique. Néanmoins, nous n'aborderons pas la question de la validité du modèle biomécanique de ce test dans cette revue de littérature.

Les études menées sur la fiabilité de ce test ont montré un manque de reproductibilité inter-examineur ⁽²⁻³⁾. L'analyse des facteurs responsables de ce manque de reproductibilité doit être vu en priorité afin d'améliorer les pratiques ou bien d'effectuer un tri parmi les tests existants afin de garder uniquement les plus fiables ⁽¹³⁾. Peu décrite dans ces études précédentes, l'anatomie de la face postérieure du sacrum peut expliquer ce manque de fiabilité. Une seule étude a soulevé la question mais sans donnée chiffrée sur l'épaisseur des différentes couches tissulaires ⁽¹⁴⁾. Il semble donc nécessaire de faire un point sur l'abord de cette région et d'en tirer les possibilités d'objectivations de ces critères patient-dépendants.

— 2 / MÉTHODES —

Afin de réaliser un point sur la variabilité anatomique de la face postérieure du sacrum, une revue de littérature a été réalisée au sein des deux bases de données suivantes : Pubmed et Springer. Elle a été complétée d'une recherche parmi les publications francophones et anglophones ostéopathiques non indexées à Pubmed (La revue de l'ostéopathie, Ostéo, anciens numéros du Journal of the American Osteopathic Association) ainsi que dans des ouvrages professionnels d'ostéopathie, d'anatomie, de chirurgie esthétique. La recherche a inclus différents mots-clés (**Tableau 1**) et associés sur la base du modèle suivant : (Épaisseur/Thickness) + (Tissu recherché) ou (Variation) + ((Forme/Shape)+) (Tissu recherché).

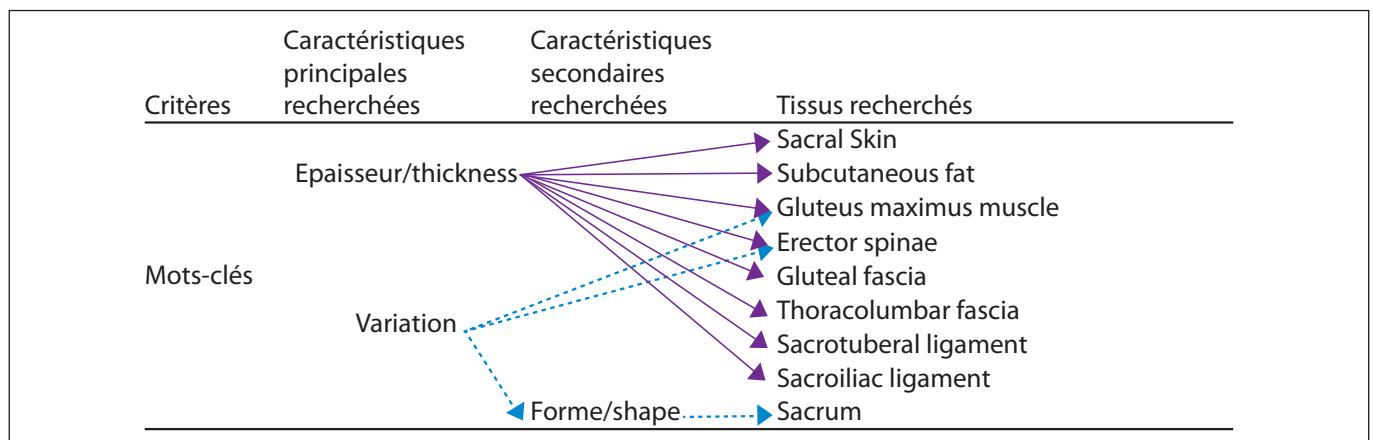
Les critères d'inclusion pour cette revue de littérature ont été les suivants : données chiffrées sur le tissu étudié, description détaillée du tissu étudié. Ont été exclues les études contenant des données chiffrées d'épaisseur chez l'animal et non chez l'homme, des données redondantes ou reprises dans une étude plus récente, ou des données chiffrées ne correspondant pas à une épaisseur.

La recherche s'est effectuée sur des articles couvrant une période allant de 1990 à 2013. Pour les ouvrages d'anatomie, la période choisie a été plus importante pour ne pas négliger certains livres compilant des données sur les variations anatomiques. Elle s'est étendue de 1890 à 2013.

Les articles retenus étaient soit des articles originaux, soit des cas cliniques, ou soit des avis d'expert.

— 3 / RÉSULTATS —

La revue de littérature s'est effectuée en deux temps comme illustré dans la **figure 1**. Elle a permis de mettre en évidence 1209 articles sur Pubmed et Springer, 3 articles dans les publications ostéopathiques francophones non indexées, et 4 articles dans les publications anglophones non indexées. La recherche manuelle a permis de mettre



» » Tableau 1 : mots-clés utilisés pour la stratégie de recherche dans chaque base de données. En violet l'association entre le premier critère principal et le tissu concerné, et en bleu l'association entre le second critère principal, éventuellement le critère secondaire, et le tissu concerné.

en évidence 10 livres susceptibles d'être retenus pour la revue de littérature. Cela nous fait un total de 1226 articles incluables dans la revue.

Après une première sélection sur la base du titre et du résumé, 976 articles ont été exclus car le résumé montrait que les résultats portaient sur des animaux, ou que les données n'étaient pas suffisamment précises ou non chiffrées, ou que les données chiffrées correspondaient à des unités de volume et non pas à des données d'épaisseur. Seuls 250 articles et livres ont été conservés pour la seconde étape de la revue de littérature.

Lors de cette seconde étape, nous avons décidé de sélectionner sur le contenu de l'article ou du livre. Nous avons cette fois-ci exclu 198 livres car les données étaient soit reprises dans un article plus récent, soit les descriptions étaient peu détaillées. Nous avons retenu au final pour notre revue de littérature 52 articles et livres.

— 4 / DISCUSSION —

■ L'épaisseur de la couche cutanée et de la couche grasseuse sous-cutanée.

La peau au niveau du sacrum est épaisse comparée à celle de la région inguinale ou celle de l'abdomen. Elle est composée de nombreuses fibres collagéniques dont l'organisation est variable. Son épaisseur moyenne est de $1,6 \pm 0,2$ mm ⁽¹⁵⁻¹⁶⁾.

La graisse sous-cutanée a une organisation particulière. La couche grasseuse auréolaire est la couche grasseuse la plus superficielle et la plus fine. Son épaisseur est variable en fonction de la zone anatomique considérée. La couche lamellaire est la plus épaisse, c'est elle qui sert au stockage des graisses ⁽¹⁷⁾. Son épaisseur est dépendante

du sexe, de l'origine ethnique ou du morphotype du patient. Ces deux couches sont séparées par le fascia superficiel ⁽¹⁸⁾. Cette couche est plus épaisse dans le dos, particulièrement chez les femmes (0,2 mm contre 0,14 mm chez les hommes) et parfois dédoublée dans le bas du tronc ⁽¹⁹⁾.

L'épaisseur de la couche grasseuse est variable en fonction de la zone testée du sacrum. La zone sacro-coccygienne possède chez l'homme une épaisseur variant de 9 à 22 mm ⁽²⁰⁾. La graisse sous cutanée de la zone glutéale a une épaisseur variant de 1,1 à 80,4 mm chez l'homme et de 8,3 à 81,5 mm chez la femme. Il faut noter que l'épaisseur de cette zone est fréquemment plus importante chez la femme que chez l'homme ⁽²¹⁻²³⁾.

- Possibles variations inter-individuelles :

Outre le sexe ou le changement de régime alimentaire, il faut noter que la peau et la graisse sous-cutanée peuvent aussi diminuer d'épaisseur sous l'influence d'autres facteurs comme un âge avancé ou un diabète ⁽²⁴⁾. Cependant, une autre étude donne un chiffre moyen de 2,3 mm pour la peau chez les personnes souffrant d'un diabète (Type 1, Type 2) au niveau de la zone d'injection glutéale ⁽²⁵⁾. Comme nous pouvons le voir, cette épaisseur donnée est plus importante que pour la moyenne chez un sujet sain citée précédemment. Cette deuxième étude utilise une mesure in vivo par ultrason, là où la première étude est effectuée avec des prélèvements sur cadavre. Nous privilégierons pour la suite de la revue la mesure effectuée avec les prélèvements qui est plus précise.

Enfin, la peau est très mobile dans le sens supéro-inférieur mais peu mobile dans le sens latéro-médial dans la zone située entre les épines iliaques postéro supérieures et en regard de S1 ⁽²⁶⁾. Cette mobilité est probablement due au fait que la peau repose directement sur le fascia thoracolumbaire dont les fibres superficielles sont orientées essentiellement dans ce sens. De plus, cette mobilité préférentielle peut être intéressante lors du geste de mise en tension du tissu à réaliser pour palper ces repères anatomiques.

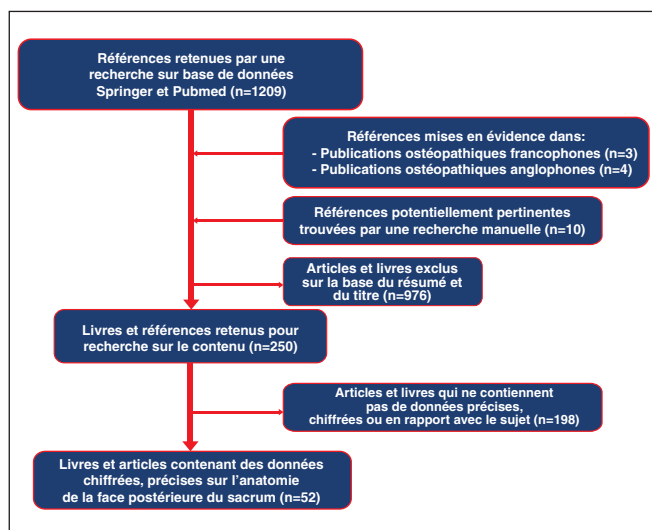
■ La couche musculaire et fasciale périmusculaire :

Il faut distinguer deux groupes musculaires en jeu dans le test positionnel du sacrum. La masse sacrolombaire vient recouvrir la zone des sulcus sacrés, et les grands fessiers viennent recouvrir les angles inférolatéraux.

- En regard des angles inférolatéraux :

En lien direct avec la question de l'épaisseur, la possibilité de contraction de cette couche peut elle-même induire une différence d'épaisseur et de forme du muscle ⁽²⁷⁻²⁹⁾.

L'épaisseur moyenne du glutéus maximus est comprise entre 17,1 mm et 18,1 mm. Il faut ajouter le fascia glutéal qui a une épaisseur moyenne en regard du sacrum qui varie entre 0,6 et 0,7 mm. Il est plus épais chez l'homme ($0,7 \pm 0,23$ mm) que chez la femme ($0,53 \pm 0,21$ mm) ⁽³⁰⁾.



>> Figure 1 : processus de sélection de la revue de littérature. Elle s'est fait en deux étapes : une première sélection sur le titre et le résumé et une seconde sur le contenu de l'article. Sur les 1226 articles du début, seuls 52 ont été retenus.

- En regard des sulcus sacrés :

Concernant la partie de la masse sacro-lombaire qui nous intéresse, elle est composée du muscle multifide, de la partie lombaire du muscle ilio-costal et du longissimus dorsi ⁽³¹⁻³²⁾. Les fibres qui vont croiser la zone des sulcus sont avant tout les faisceaux partant des épineuses de L1 à L5 pour s'insérer terminalement sur la face dorsale du sacrum pour le multifide. Les parties lombaires de l'ilio-costal et du longissimus dorsi viennent s'insérer également sur l'ensemble de l'épine iliaque postéro-supérieure ⁽³³⁾. En contraction maximum, l'épaisseur de la masse sacro lombaire entre les étages L5 et S1 est de l'ordre de $31,68 \pm 5,98$ mm ⁽³⁴⁾.

Langevin dans son étude mentionne l'existence d'un tissu péri-musculaire autour des érecteurs du rachis ayant une épaisseur allant de 3,3 à 5,2 mm ⁽³⁵⁾. Malheureusement, cette structure périmusculaire ne différencie pas le fascia thoraco-lombaire d'autres tissus adjacents, et se définit principalement par rapport au tissu musculaire. Lors de l'étude de Willard, il a été constaté que le faisceau du fascia thoraco lombaire à ce niveau possède une épaisseur de 0,56mm ⁽³⁶⁾. Afin de ne pas prendre le risque de compter deux fois l'épaisseur d'un même tissu, seul l'épaisseur donnée dans l'étude de Willard sera conservée.

Les fibres de ce fascia, essentiel dans la stabilité lombo-pelvienne, ont une orientation particulière vers le bras homolatéral. On peut donc penser que lors d'un test positionnel, la tension de ce fascia pourra changer selon que le patient ait ses bras croisés sous la tête ou le long du corps. Cela pourrait influencer la palpation des sulcus. De plus, il est en continuité avec le fascia glutéal et les ligaments sacrotubéraux ⁽³⁶⁾ qu'il peut influencer.

- Possibles variations des tissus concernés :

Chez les sportifs, l'épaisseur musculaire sera variable en fonction du moment de la saison où le sportif est pris en charge ⁽³⁷⁾. Les muscles du tronc augmentent de volume en cours de saison, et diminuent durant l'inter-saison. À contrario, l'épaisseur musculaire va diminuer et la tension musculaire va augmenter chez les patients souffrant de lombalgie chronique et/ou de discarthrose. Cela serait dû à un changement de la composition histologique du multifide au profit d'un envahissement par des lobules de tissu adipeux ⁽³⁸⁻³⁹⁾.

Il faut noter qu'il existe quelques variations musculaires présentes uni ou bilatéralement dont des muscles surnuméraires qui pourraient, sur un nombre restreint de patients, fausser le test :

- Le muscle sacro-coccygien postérieur qui constitue une bandelette musculaire charnue partant de la face postérieure du coccyx jusqu'au ligament sacro-tubéral. Il s'agit d'un reliquat des muscles extenseurs de la queue présents chez les mammifères ⁽⁴⁰⁾.
- Le muscle gluteus maximus est parfois dédoublé en deux parties ⁽⁴¹⁾ : un chef cranial ou sacro-iliaque et un chef caudal coccygien (parfois dénommé aussi coccygo-

fémoral). Cette division existe chez l'embryon et normalement, les deux chefs fusionnent au cours de l'embryogénèse. Il arrive que cette fusion ne se produise pas.

■ La couche ligamentaire

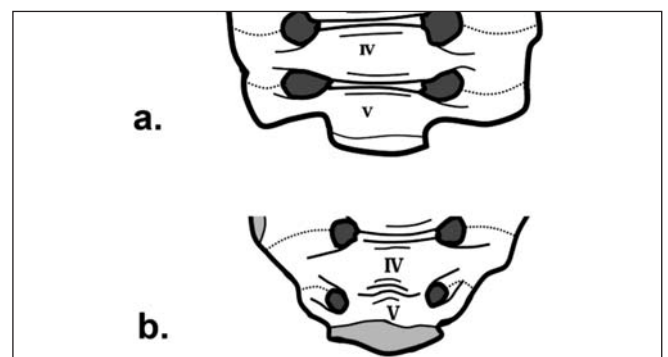
La couche ligamentaire en regard des sulcus sacrés est avant tout constituée des ligaments sacro-iliaques postérieurs. A noter que le ligament long sacro-iliaque postérieur est éloigné de 0,9 mm de l'articulation sacro-iliaque pour une épaisseur allant de 1,57 mm à 1,7 mm selon les études ⁽⁴²⁻⁴⁴⁾. La plupart des études se base le plus souvent sur le ligament long sacro-iliaque postérieur parce qu'il est plus facilement individualisable à l'échographie, mais il est difficile de trouver des données exactes sur l'épaisseur de cette couche tissulaire. Par défaut, nous conserverons la valeur de 1,7 mm.

Au niveau de l'angle inférolatéral du sacrum s'insère le ligament sacrotubéral. Son épaisseur moyenne est de 4 mm (2,5 - 5,8 mm) ⁽⁴⁵⁾. Le rôle de ce ligament serait de participer au transfert de force dans la ceinture pelvienne afin de soulager l'articulation sacroiliaque homolatérale ⁽⁴⁶⁾. Il faut aussi prendre en compte le fait que ce ligament est sujet à la calcification ⁽⁴⁷⁾, ce qui pourrait créer un relief qui induirait une asymétrie de palpation. De même, il possède parfois quelques fibres communes avec le biceps fémoral, et dans certains cas les deux sont solidement connectés ce qui pourrait influencer la mise en tension du ligament ⁽⁴⁸⁾.

■ L'asymétrie de forme du sacrum et les différentes formes d'angles inférolatéraux.

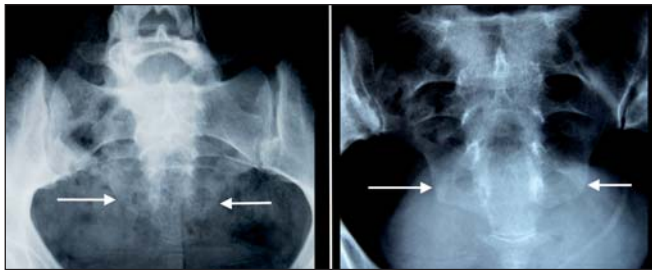
Il existe dans la forme du sacrum une asymétrie droite-gauche ⁽⁴⁹⁾. Chez la plus grande partie des patients, l'aile gauche du sacrum est plus développée que l'aile droite, ce qui peut donner une différence de profondeur de sulcus de l'ordre d'un millimètre.

À cette asymétrie vient s'ajouter une variabilité dans les angles inférolatéraux qui s'inscrit généralement dans un contexte de variabilité de la forme générale du sacrum ⁽⁵⁰⁾. Les deux formes d'angles inférolatéraux sont illustrées dans la Figure 2.



>> Figure 2 : illustration de la variabilité de forme des angles inférolatéraux du sacrum liée au morphotype du patient. La partie illustrée en a. représente la partie inférieure d'un sacrum hypobasal, et celle illustrée en b. est celle d'un sacrum hyperbasal ou homobasal.

Les angles inférolatéraux effilés sont liés aux sacrum hyper/homobasaux. Ce type de sacrum est associé à une surface auriculaire formant un angle compris entre 80° et 100°, et une colonne vertébrale aux courbures accentuées. Les angles inférolatéraux possédant un angle prononcé sont liés au sacrum hypobasal. La surface auriculaire forme un angle entre 110° et 150°, et la colonne vertébrale n'a que très peu de courbures. Ces formes d'angles inférolatéraux sont identifiables sur cliché radiographique (Figure 3).

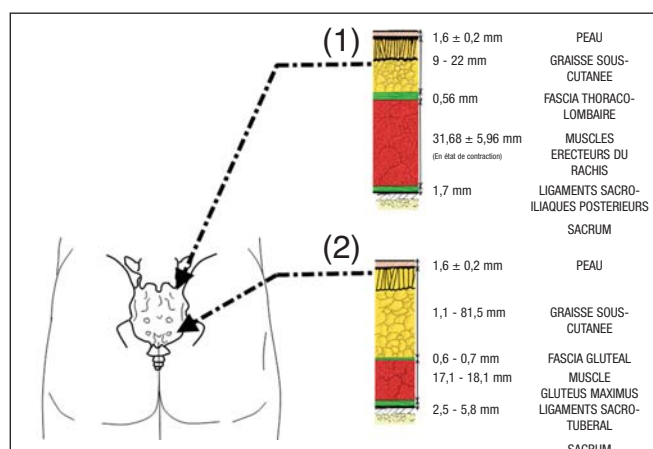


» » Figure 3: clichés radiographiques mettant en évidence les deux possibilités de forme des angles inférolatéraux chez deux patients. Le sacrum à gauche est un sacrum a priori hyper ou homobasal, et le sacrum à droite est un sacrum a priori hypobasal.

Nous pouvons donc voir que la forme des angles ne s'aborde pas tout à fait de la même façon en fonction des morphotypes.

— 5 / CONCLUSION —

Au vu des différentes couches qui se superposent et du comportement visco-élastique particulier de chacune ⁽⁵¹⁾, il serait difficile d'affirmer être correctement placé lors d'un test positionnel. En effet, comment être sûr d'avoir impacté toutes les couches tissulaires de manière identique avec les pouces droit et gauche, sachant que généralement nous ne mettons pas tout à fait le même appui avec l'un et l'autre ⁽⁵²⁾? Au niveau du comportement physique des différents tissus, la graisse possède un module d'élasticité plus faible que la peau ou le muscle, ce qui induit une plus grande déformabilité de ce tissu ⁽⁵³⁻⁵⁵⁾. Or comme nous l'avons vu, c'est le tissu dont l'épaisseur sera la plus variable, notamment au niveau des angles inféro-latéraux (Figure 4).



» » Figure 4: schéma résumant l'ensemble des épaisseurs tissulaires retrouvées dans la revue de littérature. En (1) se trouve le détail des épaisseurs tissulaires en regard des sulcus sacrés, et en (2), celui en regard des angles inférolatéraux.

Il existe d'autres moyens de mesure que l'échographie pour différencier les patients sur le critère de l'épaisseur de graisse sous-cutanée. Ce sont des moyens de mesure externes, faciles à mettre en place et qui pourraient permettre une comparaison en fonction de l'épaisseur de graisse sous-cutanée comme l'adipomètre par exemple ⁽⁵⁶⁾.

De plus, la position du patient en elle-même influe sur l'épaisseur musculaire et graisseuse sous cutanée, en venant soit étaler le tissu lorsque la position du tronc est en antéflexion, et au contraire augmenter l'épaisseur musculaire dans la position d'hyperextension ⁽²⁵⁻²⁶⁾. Comme l'ont montré des travaux récents, l'interconnexion des tissus est omniprésente et la mobilisation de l'un peut influencer sur l'autre ⁽⁵⁷⁻⁵⁹⁾.

Afin de compléter un tel test en pratique comme lors d'une recherche sur la fiabilité et la reproductibilité de ce dernier, il sera probablement plus judicieux d'y adjoindre un test préparatoire qui vérifiera l'état de tension musculaire de la masse sacro-lombaire et du grand fessier, afin d'éviter tout risque de biais. Il sera également intéressant d'effectuer des marques pour repérer les zones à tester préalablement. Puis, il faudra effectuer le geste de manière continue à partir des lombaires basses où la couche graisseuse sous-cutanée est plus mince et donc plus facilement impactable.

Ces précautions ne nous mettraient pas à l'abri d'un test faussé par l'asymétrie de l'os sacré en lui-même. Cependant, il serait intéressant d'effectuer des recherches supplémentaires afin de vérifier si ces ajouts au protocole de tests permettraient d'obtenir une meilleure fiabilité inter-examineur.

L'ensemble de la variabilité des tissus est objectivable dans un protocole. La variabilité de la graisse sous-cutanée est mesurable par adipométrie. Les contractures musculaires sont détectables par la palpation, par des tests déjà évalués et codifiés ⁽⁶⁰⁾ et par le testing musculaire. Les calcifications des ligaments et la forme des angles inférolatéraux peuvent être mises en évidence avec la radiographie ^(50,61). Les tests ostéopathiques doivent aussi subir des tests de reproductibilité et de fiabilité en fonction de critères objectivables sur le patient afin de savoir si certains de ces tests doivent être réservés à une certaine morphologie de patient. En fonction de ces résultats, il sera possible d'établir une sélection des tests qui doivent être conservés, pratiqués et enseignés en ostéopathie.



CONTACT

M. Laurent MARC
Ostéopathe DO
24B, Allée des tilleuls,
45380 La Chapelle Saint Mesmin.
Mail: laurentmarcsteo@hotmail.fr

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Vaucher P. Ostéopathie et rationalité scientifique: la place des tests sacro-iliaques dans le traitement ostéopathique lors du 8^e Symposium romand d'Ostéopathie, 22 et 23 novembre 2013, Lausanne. Pelvienne, scapulaire: des ceintures complémentaires!
- 2 Stovall BA, Kumar S. Reliability of bony anatomic landmark asymmetry assessment in the lumbopelvic region: Application to osteopathic medical education. *J Am Osteopath Assoc*, 2010, 110, 11, p 667-674.
- 3 Rajendran D, Gallagher D. The assessment of pelvic landmarks using palpation: a reliability study of undergraduate students. *IJOM*, 2011, 14, p 57-60.
- 4 Fryer G, Morse CM, Johnson JC. Spinal and sacroiliac assessment and treatment techniques used by osteopathic physicians in the United States. *Osteopathic medicine and primary care*, 2009, 3, p 4.
- 5 Fryer G, Johnson JC, Fossum C. The use of spinal and sacroiliac joint procedures within the British osteopathic profession. Part 1: Assessment, *IJOM*, 2010, 13, p 143-151.
- 6 Sammut E, Searle-Barnes P. *Osteopathic Diagnosis*. 1st Edition, Cheltenham: Stanley Horne, 1998, 292p.
- 7 Greenman PE. *Principles of manual medicine*. 3rd edition, Philadelphia: Lippincott William & Wilkins, 2003, 613p.
- 8 Chantepie A, Perot JF, Toussirot P. *Ostéopathie clinique et pratique*. 1ère édition, Paris: MALOINE, 2005, 417p.
- 9 Chantepie A, Perot JF, Toussirot P. *Concept ostéopathique de la posture*. 2^e édition, Paris: MALOINE, 2006, 149p.
- 10 Bihoux P, Cambier S. *De la Biomécanique à la clinique ostéopathique*, Tome 1, Bassin et lombaires. 1^{ère} édition, Paris: De BOECK, 2012, 232p.
- 11 Mitchell FL. *Structural pelvic function*. Year Book 1958, Academy of Applied Osteopathy, p 71-90.
- 12 Dufour M, Pillu M. *Biomécanique fonctionnelle*. 1^{ère} édition, Masson, 2006, 568p.
- 13 Lucas N, Bogduk N. Diagnostic reliability in osteopathic medicine. *IJOM*, 2011, 14, p 43-47.
- 14 McGrath MC. Palpation of the sacroiliac joint: An anatomical and sensory challenge. *IJOM*, 2006, 9, p 103-107.
- 15 Kun H, Dae Jong K, Ik Joon L. An anatomic comparison of the skin of five donor sites for dermal fat graft. *Annals of plastic surgery*, 2001, 46, 3, p 327-331.
- 16 Porto Dar Rocha R, Bolivar de Souza Pinto E, Anthero Fernandes Cardoso R, Nardino EP, Rodrigues L, Veira Tonetti RL. Morphological aspect of dorsum and sacrum skin as related to liposuction. *Aesth Plast Surg*, 2000, 24, p 171-178.
- 17 Gasperoni C, Salgarello M. Rationale of subdermal superficial liposuction related to the anatomy of subcutaneous fat and the superficial facial system. *Aesth Plast Surg*, 1995, 19, p 13-20.
- 18 Illouz YG. Study of subcutaneous fat. *Aesth Plast Surg*, 1990, 14, p 165-177.
- 19 Abu-Hijleh MF, Roshier AL, Al-Shboul Q, Dharap AS, Harris PF. The membranous layer of superficial fascia: evidence for its widespread distribution in the body. *Surg Radiol Anat*, 2006, 28, p 606-619.
- 20 Balik O, Balik AA, Polat KY, Aydinli B, Kantarci M, Aliagoaglu C, Akcay MN. The importance of local subcutaneous fat thickness in pilonidal disease. *Dis Colon Rectum*, 2006, 59, 11, p 1755-1757.
- 21 Chan VO, Colville J, Persaud T, Buckley O, Hamilton S, Torreggiani WC. Intramuscular injections into the buttocks: Are they truly intramuscular? *European Journal of radiology*, 2006, 58, p 480-484.
- 22 Burbridge EB. Computed tomographic measurement of gluteal subcutaneous fat thickness in reference to failure of gluteal intramuscular injections. *Can J Assoc Radiol*, 2007, 58, 2, p 72-75.
- 23 Boyd AE, DeFord LL, Mares JE, Leary CC, Garris JL, Dagohoy CG et al. Improving the success rate of gluteal intramuscular injection. *Pancreas*, 2013, 42, 5, p 878-882.
- 24 Petrofsky JS, Prowse M, Lohman E. The influence of ageing and diabetes on skin and subcutaneous fat thickness in different regions of the body. *The journal of applied research*, 2008, 8, 1, p 55-61.
- 25 Gibney MA, Arce CH, Byron KJ, Hirsch LJ. Skin and subcutaneous adipose layer thickness in adult with diabetes at sites used for insulin injections: implications for needle length recommendations. *Current Medical Research and Opinion*, 2010, 26, 6, p 1519-1530.
- 26 Moga PJ. Skin distraction at select landmarks on the spine midline in the upright and fully flexed postures. *Journal of bodywork and movement therapies*, 2010, 14, p 13-18.
- 27 Watanabe K, Miyamoto K, Masuda T, Shimizu K. Use of Ultrasonography to Evaluate Thickness of the Erector Spinae Muscle in Maximum Flexion and Extension of the Lumbar Spine. *Spine*, 2004, 29, 13, p 1472-1477.
- 28 Masuda T, Miyamoto K, Oguri K, Matsuoka T, Shimizu K. Relationship between the thickness and hemodynamics of the erector spinae muscles in various lumbar curvatures. *Clinical biomechanics*, 2005, 20, p 247-253.
- 29 Chen CKH, Yeh LR, Chang WN, Pan HB, Yang CF. MRI diagnosis of contracture of the gluteus maximus muscle. *AJR*, 2006, 187, p W169-W194.
- 30 Hwang SW, Nam YS, Hwang K, Han SH. Thickness and tension of the gluteal aponeurosis and the implications for subfascial gluteal augmentation. *J Anat*, 2012, 221, p 69-72.
- 31 Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. *Gray's Anatomie pour les étudiants*. 2^e édition, Paris: Elsevier, 2006, 1111p.
- 32 Ben Hadj Yahia S, Vacher C. Does the latissimus dorsi insert on the iliac crest in man? Anatomic and ontogenic study. *Surg Radiol Anat*, 2011, 33, p 751-754.
- 33 Bogduk N, Endres SM. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*. 4th Edition, London: Elsevier, 2005, 250p.
- 34 Koppenhaver SL, Fritz JM, Hebert JJ, Kawchuk GN, Childs JD, Parent EC, Gill NW, Teyhen DS. Association Between Changes in Abdominal and Lumbar Multifidus Muscle Thickness and Clinical Improvement After Spinal Manipulation. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 2011, 41, 6, p 389-399.
- 35 Langevin HM, Fox JR, Koptiuch C, Badger GJ, Grenann-Naumann AC, Bouffard NA et al. Reduced thoracolumbar fascia shear strain in human chronic low back pain. *BMC Muskeletal disorders*, 2011, 12, p203.
- 36 Willard FH, Vleeming A, Schuenke MD, Dannels L, Schleip R. The thoracolumbar fascia: anatomy, function and clinical considerations. *J Anat*, 2012, 221, p 507-536.
- 37 Hides J, Stanton W. Muscle imbalance among elite Australian rules football players: a longitudinal study of changes in trunk muscle size. *Journal of Athletic training*, 2012, 47, 3, p 314-319.
- 38 Kjaer P, Bendix T, Solgaard Sorensen J, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Are MRI-defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Médecine*, 2007, 5, p 2.
- 39 Brown SHM, Gregory DE, Carr JA, Ward SR, Masuda K, Lieber RL. ISSLS Prize Winner: adaptations to the Multifidus Muscle in Response to Experimentally Induced Intervertebral Disc Degeneration. *Spine*, 2011, 36, 21, p 1728-1736.
- 40 Le Double AF. *Traité des variations du système musculaire de l'homme et de leur signification au point de vue de l'anthropologie zoologique*. Tome 1, 1^{ère} édition, Paris: Schleicher Frères, 1897, 368p.
- 41 Kirici Y, Ozan H. Double gluteus maximus muscle with associated variations in the gluteal region. *Surg radiol anat*, 1999, 21, p 397-400.
- 42 Bandinelli F, Melchiorre D, Scazzarello F, Candelieri A, Conforti D, Matucci-Cerinic M. Clinical and radiological evaluation of sacroiliac joint compared with ultrasound examination in early spondylarthritis. *rheumatology*, 2013, 52, 7, p 1293-1297.
- 43 Le goff B, Blanchais A, Robert R, Berthelot J. Étude échographique

des ligaments postérieurs de l'articulation sacro-iliaque. 22^e Congrès de la société de rhumatologie, Paris, 2009, Résumé de communication.

- 44 Moore AE, Jeffery R, Gray A, Stringer MD. An anatomical ultrasound study of the long posterior sacro-iliac ligament. Clin Anat, 2010, 23, 8, p 971-977.
- 45 Loukas M, Louis RG Jr, Haffner B, Gupta AA, White D. Anatomical and surgical considerations of the sacrotuberous ligament and its relevance in pudendal nerve entrapment syndrome. Surg Radiol Anat. 2006 28, p 163-169.
- 46 Pel JJM, Spoor CW, Poul-Goudzward AL, Hoek GA, Snijders CJ. Biomechanical analysis of reducing sacroiliac joint shear load by optimization of pelvic muscle and ligament forces. Annals of Biomedical Engineering, 2008, 36, 3, p 415-425.
- 47 Sandri A, Regis D, Toso M, Bartolozzi P. Surgical removal of a partial ossified sacrotuberous ligament for refractory pudendal nerve entrapment syndrome. J Orthop Sci, 2013, 18, 4, p 671-674.
- 48 Sato K, Nimura K, Yamaguchi K, Akita K. Anatomical study of the proximal origin of hamstring muscles. J Orthop Sci, 2012, 17, 5, p 614-618.
- 49 Plochoki JH. Directionnal bilateral asymmetry in human sacral morphology. International Journal of Osteoarcheology. 2002; 12, 5, p 349-355.
- 50 Marc L, Matthew T. Variations de forme du sacrum: implications en clinique et en recherche, la revue de l'ostéopathie. 2013, 1-3, p 5-10.
- 51 Silber G, Then C. Preventive Biomechanics. 1^{ère} édition, Berlin: Springer-Verlag, 2013, 384p.
- 52 Talbi F, Lepers Y, Salem W, Klein P. Asymétrie de perception d'une force appliquée de droite à gauche et de gauche à droite sur un modèle expérimental. La revue de l'ostéopathie, 2011, 3-1, p 21-26.

- 53 Then C, Menger J, Benderoth G, Alizadeh M, Vogl TJ, Hübner F, Silber G. A method for a mechanical characterization of a human gluteal tissue. Technology and health care, 2007, 15, p 385-398.
- 54 Gras LL. Caractérisation du comportement mécanique du muscle à différentes vitesses de sollicitation (En ligne). Science des métiers de l'ingénieur, Spécialité Biomécanique. Paris: Art et Métier ParisTech, 2011, 188p. Disponible sur http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/65/18/74/PDF/Memoire_LLGras.pdf (Dernière consultation le 06-12-2013)
- 55 Geerligts M, Peter GWM, Ackermans PAJ, Oomens CWJ, Baaijens FPT. Linear viscoelastic behavior of subcutaneous adipose tissue. Biorheology, 2008, 45, p 677-688.
- 56 Sakamaki S, Yasuhara Y, Motoki K, Takase K, Tanioka T, Locsin R. The relationship between body mass index, thickness of subcutaneous fat and the gluteus muscle as the intramuscular injection site. Health, 2013, vol 5, n°9, p 1443-1448.
- 57 Guimberteau JC, Sentucq-Rigall J, Panconi B, Boileau R, Mouton P, Bakhach J. Introduction à la connaissance du glissement des structures sous-cutanées humaines. 2005, vol 50, n°1, p19-34.
- 58 Kapandji AI. Le système conjonctif, grand unificateur de l'organisme. Annales de chirurgie plastique esthétique. 2012, 57, p 507-14.
- 59 Guimberteau JC, Architecture d'intérieur ou l'exploration de l'architecture du corps humain lors du 8^e Symposium romand d'Ostéopathie, 22 et 23 novembre 2013, Lausanne. Pelvienne, scapulaire: des ceintures complémentaires!
- 60 Roy J, Bussièrre A. Compendium de l'examen physique, une évaluation de l'état général et du système neuro-musculo-squelettique. 1^{ère} édition, Québec: Presses de l'Université du Québec, 2008, 178p.
- 61 Lee SH, Agashe MV, Suh SW, Yoon YC, Song SH, Yang JH, Lee H, Song HR. Paravertebral ligament ossification in vitamin D-resistant rickets: incidence, clinical significance, and genetic evaluation. Spine, 2012, Vol 37, n°13, p E792-E796.



Location de Tens, 100% remboursée

> Une méthode efficace contre les douleurs.

> Sans aucun effet secondaire.

> Sans prise de médicaments.

> 100% remboursé par les assurances.

> Sans durée minimale de location

> Expédition chez le patient ou au cabinet.



Service de traitement à domicile

021 695 23 60

Lundi au vendredi

8h00 à 12h00 et 13h30 à 16h30

www.tens-medical.ch

CefarCompex



Centre d'impression de la Broye

**Vous avez un projet,
vous souhaitez
bénéficier des
meilleures
prestations
d'impression,
faites nous part
de vos besoins,
nous sommes
à votre service !**

Route de la Scie 9 • 1470 Estavayer-le-Lac
Tél. 026 663 12 13 • Fax 026 663 46 85
E-mail: info@cibsa.ch • www.cibsa.ch