



UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2  
**FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année 2017

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT

DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Les nerfs cluniaux supérieurs : confrontation anatomique et  
échographique**

Présentée et soutenue publiquement le 22 mai 2017 à 18h00  
au Pôle Formation

**Par Benoît Van-Maël**

---

**JURY**

**Président :**

**Madame le Professeur Anne Cotten**

**Assesseurs :**

**Monsieur le Professeur Xavier Demondion**

**Monsieur le Professeur Bernard Cortet**

**Directeur de Thèse :**

**Monsieur le Docteur Mazen El Rafei**

---

# **Avertissement**

**La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.**



# TABLE DES MATIERES

I.	Introduction.....	3
A.	Anatomie.....	3
1.	Anatomie contemporaine .....	3
2.	Anatomie ancienne .....	9
3.	Cas particulier de la branche médiale.....	13
B.	Contexte .....	15
1.	Syndrome de la jonction thoraco-lombaire (STL).....	15
2.	Syndrome canalaire des nerfs cluniaux supérieurs .....	16
3.	Greffon de crête iliaque .....	17
C.	Place de l'imagerie .....	19
D.	But de l'étude.....	20
II.	Matériel et méthodes.....	21
A.	Etude anatomique sur cadavres .....	21
B.	Etude échographique sur cadavres .....	21
C.	Etude échographique sur sujets volontaires .....	23
D.	Etude IRM des nerfs cluniaux supérieurs .....	25
III.	Résultats .....	26
A.	Etude anatomique sur cadavres .....	26
B.	Etude échographique sur cadavres .....	34
C.	Etude échographique sur sujets volontaires .....	43
D.	Etude IRM des nerfs cluniaux supérieurs .....	49
IV.	Discussion.....	54
A.	Discussion des résultats .....	54
B.	Limites .....	57
V.	Conclusion.....	64
VI.	Bibliographie.....	65
VII.	Iconographies.....	68

## LISTES DES ABREVIATIONS :

mNCS	Branche médiale des nerfs cluniaux supérieurs
iNCS	Branche intermédiaire des nerfs cluniaux supérieurs
INCS	Branche latérale des nerfs cluniaux supérieurs
CTL	Charnière thoraco-lombaire
CIP	Crête iliaque postérieure
EHR	Échographie haute résolution
EIPS	Epine iliaque postéro-supérieure
FFE	Fast Field Echo
FTL	Fascia thoraco lombaire
FOV	Field of Field (champ de vue)
ICC	Intra classe coefficient (coefficient intra classe)
ER	Muscles érecteurs du rachis
NCS	Nerfs cluniaux supérieurs
RS	Résolution spatiale
STL	Syndrome thoraco-lombaire (syndrome de Maigne)
TOF	Tunnel ostéo-fibreux
TSE	Turbo spin écho

# I. Introduction

## A. Anatomie

### 1. Anatomie contemporaine

Clunéal vient du latin « clunes » se rapportant à la fesse ou « buttock » des anglo-saxons. Les nerfs cluniaux supérieurs (*nervi clunium superiores*) (NCS) purement sensitifs, innervent les téguments de la région lombaire basse, la partie supérieure de la fesse et la partie latérale et proximale de cuisse (1-6). Classiquement au nombre de trois, ce sont des terminales des branches latérales des rameaux dorsaux des nerfs spinaux thoraco-lombaires (2-6) (Figure 1). Leurs origines sont variables. Ils peuvent provenir des racines T12 à L2. Des études anatomiques cadavériques importantes ont été réalisées afin de préciser les origines et le trajet des NCS. Dans les années soixante-dix, Maigne J.Y., anatomiste français du 20<sup>ème</sup> siècle, mettait en exergue la responsabilité de douleurs fessières hautes (ou lombaires basses) liées aux NCS. A partir de 67 dissections, Maigne étudia les branches cutanées latérales des rameaux postérieurs des nerfs rachidiens de la charnière thoraco-lombaire (2, 7) : il montrait que dans environ deux tiers des cas, les NCS naissaient des branches latérales des rameaux dorsaux de T12 et L1 (dans ce cas, seules deux branches nerveuses existaient), 27% de T12, L1 et L2 ou 13% de T12, L1 et L2 recevant une anastomose de L3 (7) (Figure 2).

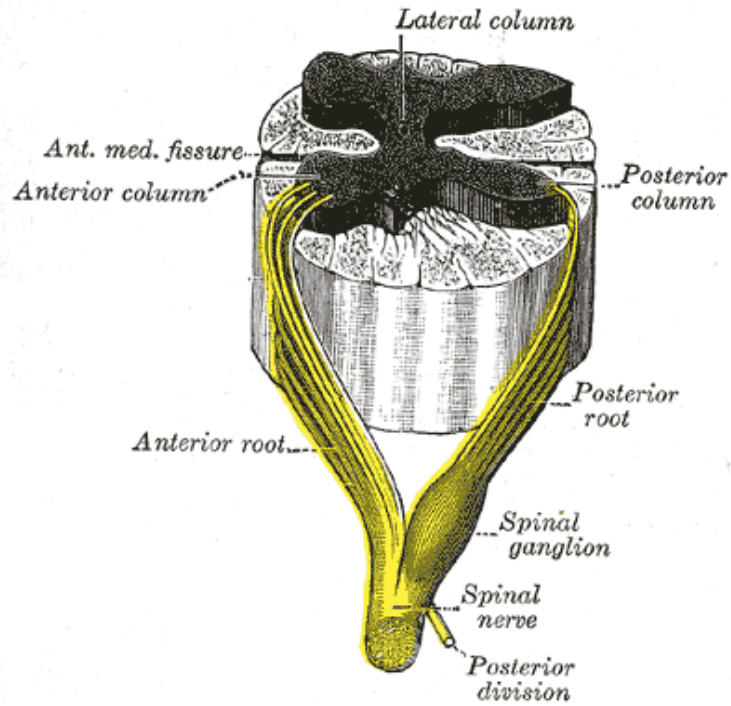


Figure 1 : Représentation schématique d'un nerf rachidien avec émergence de son rameau postérieur (vue latérale), d'après Gray (8)

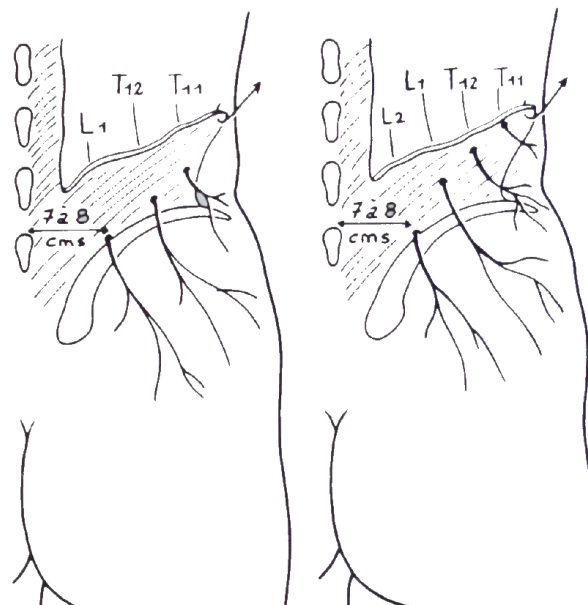


Figure 2 : Représentation schématique des NCS perforant le fascia thoraco lombaire (FTL), d'après Maigne (7)

A la sortie du foramen intervertébral, le rameau dorsal du nerf spinal, très court, se divise rapidement en branches médiale et latérale. La branche latérale du rameau dorsal du nerf spinal se dirige en bas, en dehors et en arrière, innervant au passage les muscles érecteurs du rachis (ER) et sort de ces muscles pour passer sous le fascia thoraco-lombaire (FTL) (Figure 3). Le FTL (Figure 4) est une structure fibreuse thoracique basse et lombaire. Il donne insertion à l'aide de ces trois couches aux muscles psoas, par sa couche antérieure, au carré des lombes par ses couches antérieure et moyenne et aux muscles érecteurs du rachis par ses couches moyenne et postérieure. Enfin il donne insertion aux muscles grand dorsal et dentelé supérieur et inférieur par sa couche postérieure (8). Il joint les muscles précédents à la cage thoracique et la crête iliaque latéralement et à la colonne vertébrale et le sacrum médialement (8).



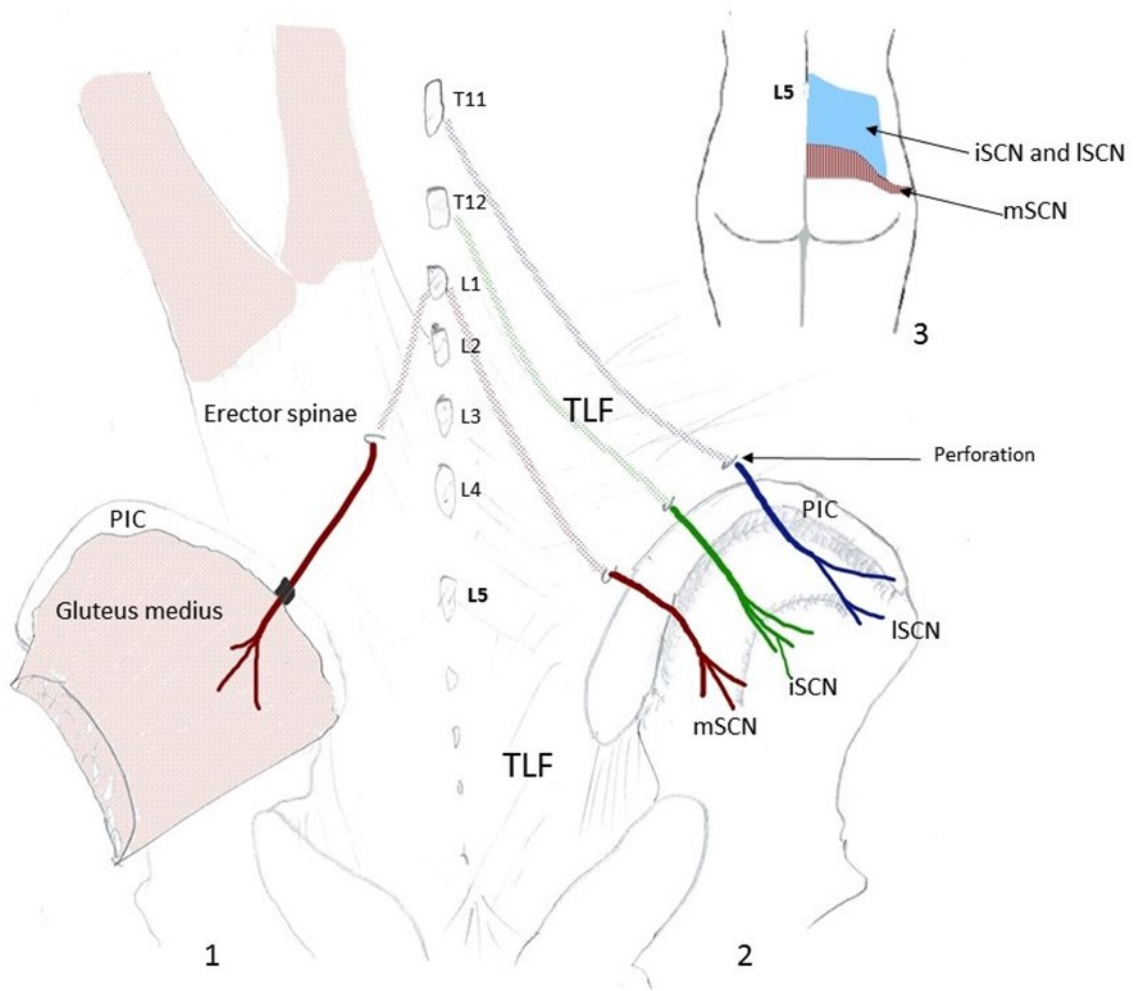


Figure 3 : Représentation schématique de l'origine et du trajet des NCS

1. Trajet de la branche médiale des NCS. (FTL récliné) : Dans cet exemple, partant de la racine L1, la mNCS traverse les muscles érecteurs du rachis et se dirigent en bas, en dehors et en arrière vers la crête iliaque postérieure (CIP) où elle passe par un tunnel ostéo-fibreux (illustré en noir). 2. Pattern le plus fréquent où les trois branches des NCS naissent de T11, T12 et L1 (2). Après leur trajet dans les érecteurs du rachis et sous le FTL, les NCS perforent ce dernier quelques centimètres au-dessus de la CIP pour rejoindre la région fessière. 3. Dermatomes des nerfs cluniaux supérieurs à la partie lombaire basse, avec notamment la mNCS qui a un territoire d'innervation plus large.

Les NCS perforent ensuite le fascia thoraco-lombaire (FTL) à deux ou quatre niveaux plus bas que leur sortie vertébrale (9). Après la perforation du FTL, quelques centimètres au-dessus de la crête iliaque, le passage de ces nerfs se fait soit librement, soit au sein d'un tunnel ostéo-fibreux (TOF) qui correspond anatomiquement à un espace compris entre les fibres du FTL

s'insérant sur la crête iliaque et la crête iliaque (10-12) (Figure 5). Enfin, ils innervent les tissus cellulo-graisseux de la fesse par leurs ramifications distales.

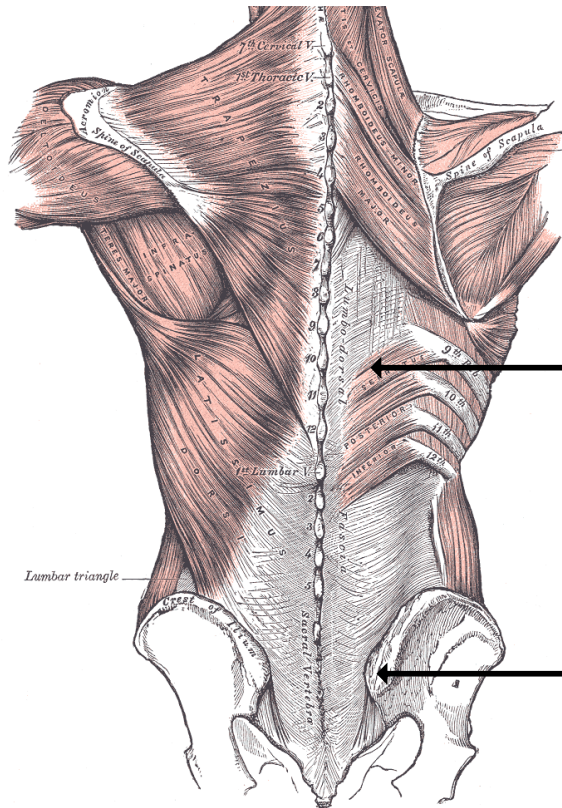


Figure 4 : Planche anatomique illustrant le FTL (flèches noires) d'après Gray (8)

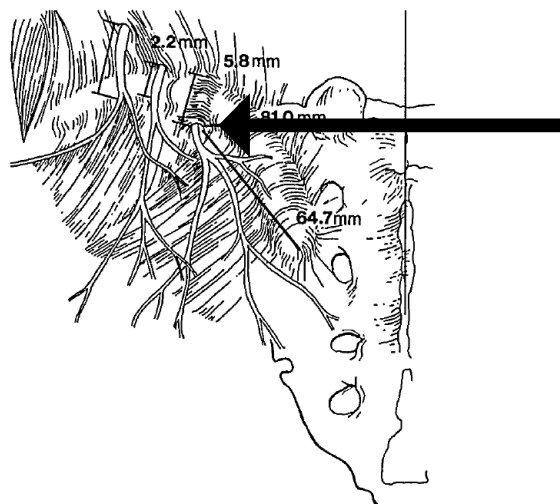


Figure 5 : Représentation schématique du passage des branches des NCS au-dessus de la crête iliaque après leur perforation du FTL, avec représentation d'un TOF (flèche noire) pour le passage de la branche médiale, d'après Lu et al. (1)

Maigne (7, 13) évaluait dans une étude anatomique sur 37 dissections que la branche la plus médiale des NCS (mNCS), issue de L1 ou L2, croisait invariablement la crête iliaque entre 7 et 8 cm la ligne médiane. Cliniquement, ce croisement correspondait à un point douloureux lors de la palpation de la crête iliaque appelé « zone gâchette » ou « trigger point », retrouvé fréquemment chez les patients porteurs de lombalgies basses (13). Deux sujets sur les 37 dissections ont présenté un rétrécissement au sein de ce que l'auteur décrivait comme un tunnel ostéo-fibreux (TOF) où la branche médiale (mNCS) était comprimée (11) (Figure 6). C'est à ce moment que naissait le concept de syndrome canalaire de la mNCS (7, 9, 11, 12). En dissection, ce TOF se présente comme un épaississement focal des fibres distales du FTL à leurs insertions sur la crête iliaque et délimitant un espace où une des branches des NCS peut cheminer. (Figure 7).

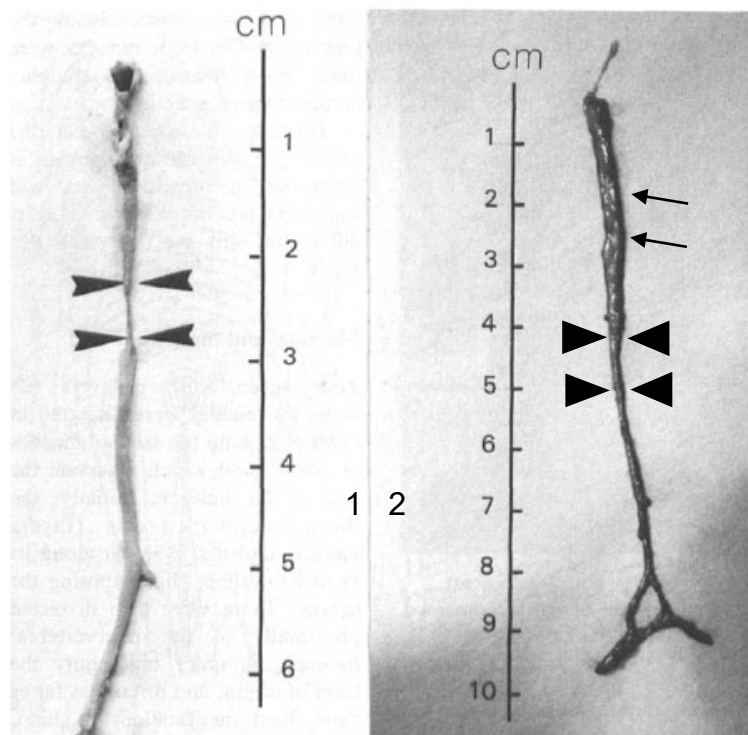


Figure 6 : Photographies de dissection montrant une compression des branches médiales des NCS, d'après Maigne (7) 1. La dissection retrouvait un rétrécissement focal du calibre de la mNCS (têtes de flèches noires) témoignant d'une possible compression au sein du TOF. 2. Asymétrie de calibre traduisant une compression canalaire de la mNCS au sein d'un TOF (têtes de flèches noires) avec tuméfaction d'amont (flèches noires).

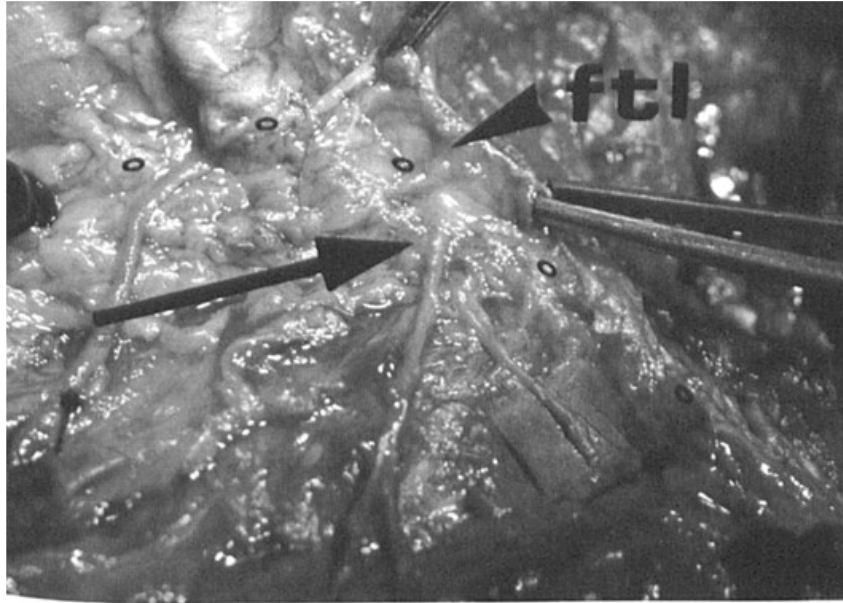


Figure 7 : Photographies de dissection d'un tunnel ostéo fibreux (TOF) en regard de la crête iliaque postérieure d'après Maigne (7). Ce TOF, contenant ici la mNCS, est constitué des fibres du FTL en superficie et de la crête iliaque en profondeur.

## 2. Anatomie ancienne

Les premières descriptions des NCS datent de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. L'auteur Testut décrivait le « douzième nerf intercostal auquel nous ne donnons ce nom que par analogie [...] Le rameau perforant latéral du douzième nerf intercostal se distingue de tous les autres par son trajet et sa distribution. Après avoir perforé le muscle grand oblique, il se porte verticalement en bas dans le tissu cellulaire sous cutané, croise la crête iliaque et s'épanouit alors en de nombreux et longs rameaux qui se perdent dans la peau de la région fessière » (5) Il décrivait que le dermatome de la partie haute de la fesse était pris en charge par des « branches postérieures des nerfs lombaires » (14). Hovelacque (3) introduisait des notions essentielles sur les repères anatomiques des NCS notamment avec la branche la plus médiale retrouvée à 8 centimètres de la ligne médiane « Le rameau externe du 12<sup>ème</sup> nerf [...] sort de l'aponévrose du grand dorsal (FTL) à 8 cm de la ligne médiane à 1 cm au-dessus de la crête iliaque qu'il croise à l'union de son tiers postérieur et de ses deux tiers antérieurs pour gagner

la région fessière ». « Le rameau externe des deux premières branches lombaires postérieures est long, il se porte tout de suite en bas en dehors. S'engageant sous la face profonde du muscle grand dorsal [...] ; la partie terminale du nerf uniquement sensitive traverse très obliquement l'aponévrose du grand dorsal et se distribue à la peau, gagnant la partie postérieure de la région fessière (nerfs fessiers sous-cutanés ou nerfs fessiers supérieurs de SAPPEY) ». (Figure 8)

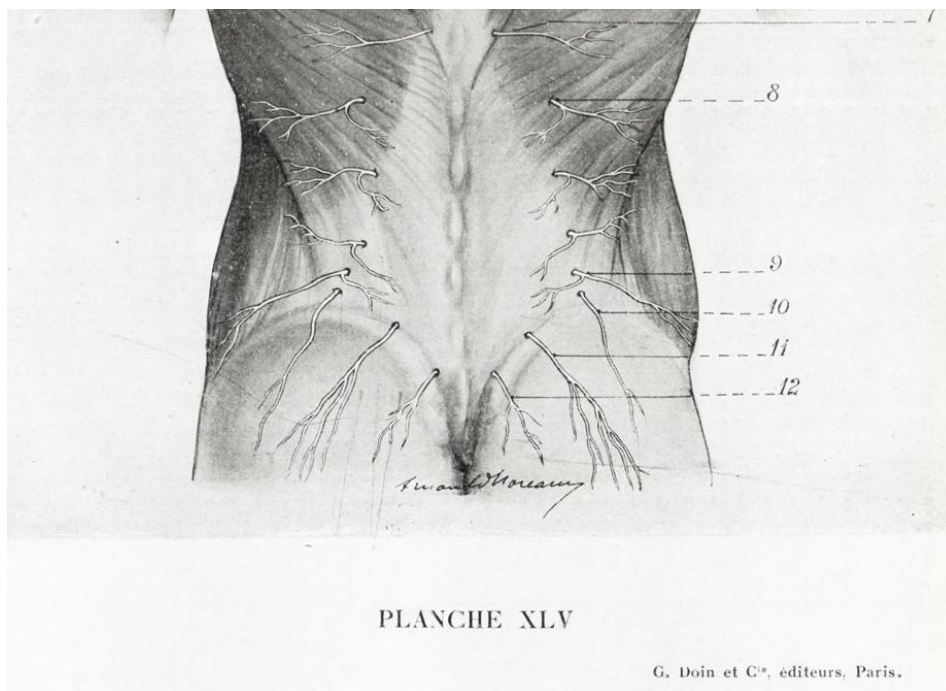


Figure 8 : Planche anatomique illustrant les branches latérales des rameaux dorsaux et lombaires des nerfs rachidiens selon Hovelacque (3)

Dans ces travaux anatomiques, Hovelacque citait les auteurs BOPPE et BROUET (3) qui décrivaient lors de leurs études anatomiques que « Le rameau externe de la première branche lombaire postérieure apparaît au bord externe de la masse sacro-lombaire (muscles érecteurs du rachis) à 3 cm au-dessus de la crête iliaque, il ne se dégage de l'aponévrose du grand dorsal qu'à la hauteur de la crête iliaque à l'union de son quart postérieur et de ses trois quarts antérieurs. Le rameau externe de la deuxième branche lombaire postérieure, souvent dédoublé, traverse la masse sacro-lombaire, il émerge au ras de la crête iliaque » (3).

Dans la littérature anatomique anglo-saxonne, Swann décrivait des branches postérieures des 10,11, et 12<sup>èmes</sup> nerfs dorsaux et du 1<sup>er</sup> nerf lombaire : « la branche postérieure donne des filets aux petits muscles des gouttières vertébrales, au sacro-lombaire et au très long du dos, elle les traverse ainsi que le tendon du très large du dos, et va se terminer dans la peau de la région lombaire après s'être anastomosée avec un rameau de la branche postérieure du 1<sup>er</sup> nerf lombaire » (15). A propos de L1, il décrit que « sa branche postérieure passe entre les apophyses transverses des première et deuxième vertèbres lombaires ; elle donne des filets aux petits muscles des gouttières vertébrales, au sacro-lombaire, traverse ces muscles ainsi que l'aponévrose du très large du dos ; et après s'être anastomosée avec un rameau du deuxième nerf lombaire, elle se termine à la peau sur la partie postérieure de l'iléum » (16) (Figure 8 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

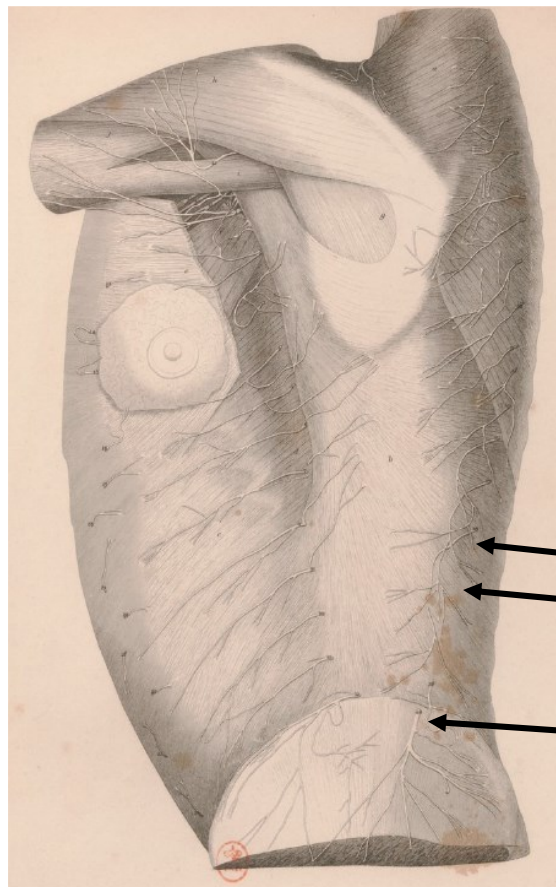


Figure 9 : Planche anatomique illustrant les branches latérales des rameaux dorsaux (flèches noires) des nerfs rachidiens selon SWANN (6)



GRAY (8) précisait à propos de la branche latérale du douzième nerf dorsal, comme les anatomistes français, que « the lateral branch of the twelfth thoracic, after sending a filament medialward along the iliac crest, passes downward to the skin of the buttock. The medial cutaneous branches of the posterior divisions of the thoracic nerves descend for some distance close to the spinous processes before reaching the skin, while the lateral branches travel downward for a considerable distance before they become superficial; the branch from the twelfth thoracic, for instance, reaches the skin only a little way above the iliac crest. ».

### 3. Cas particulier de la branche médiale

Dans la littérature, la mNCS croise invariablement la CIP entre 7 et 8 cm de la ligne médiane et à 4,5 et 5.5 cm de l'épine iliaque postéro-supérieure (EIPS) (7, 10, 11, 17-19). Les branches intermédiaire (iNCS) et latérale (INCS) croisent latéralement la crête iliaque postérieure à 1.5 cm de la mNCS pour la iNCS et à 1.5 cm de la iNCS pour la INCS (1, 10). Le passage de la mNCS au travers d'un TOF est variable (10, 11, 20). En effet, Maigne et Doursounian traitaient chirurgicalement par neurolyse 19 patients soupçonnés de présenter une compression de la mNCS avec un bon résultat sur 2 ans de suivi (11). La mNCS passerait, selon ces derniers, dans la majeure partie des cas au travers d'un TOF (1, 11). Dans une étude anatomique plus récente, Kuniya et al. montraient que le passage de la mNCS au sein d'un TOF est inconstant et que les iNCS et INCS pouvaient passer également par un TOF pour rejoindre la région glutéale (10). Sur 109 spécimens, dans 56% des cas, au moins une des trois branches passait par un TOF. Dans 44% des cas, les trois branches des NCS passaient au-dessus de la crête iliaque perforant le FTL mais sans passer par un TOF. Quand une branche des NCS passait par un TOF, elle était médiale dans 39% des cas, intermédiaire dans 28% et latérale dans 13% (10) (Figure 10). Une dépression sur la crête iliaque peut être également palpée en cas de TOF (11). Dans la littérature, la compression de la mNCS au sein d'un TOF est rare et les branches intermédiaire et latérale n'apparaissent jamais comprimées malgré leur passage également possible dans un TOF (10, 11, 17, 21). Ces données suggèrent que le passage des NCS au sein d'un TOF est une variante anatomique qui pourrait entraîner dans certains cas un syndrome canalaire de la mNCS.



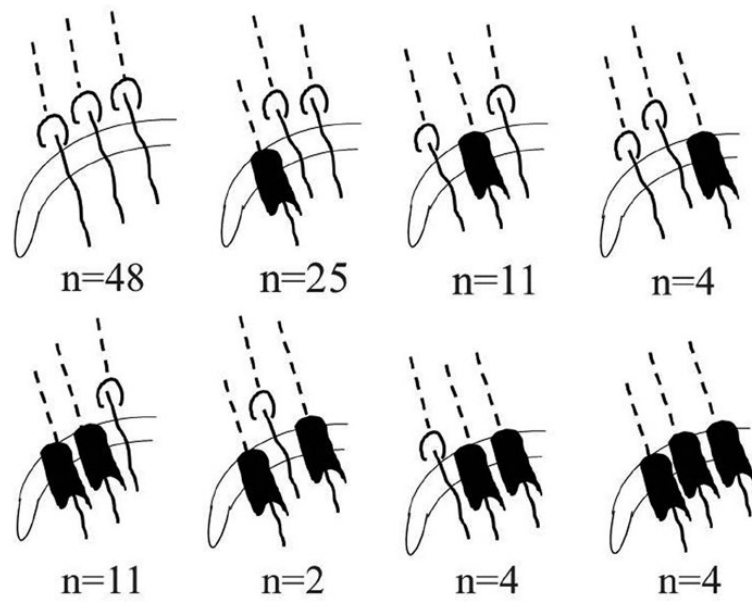


Figure 10 : Représentation schématique des différents pattern de passage des NCS au sein d'un TOF (matérialisé en noir) ou passant librement après leur perforation du FTL (blanc) d'après Kuniya (10)

## B. Contexte

### 1. Syndrome de la jonction thoraco-lombaire (STL)

Ce syndrome a été décrit par R. Maigne (9) et sera par la suite communément appelé le syndrome de Maigne. Ce syndrome se réfère à un dysfonctionnement de la charnière vertébrale thoraco-lombaire responsable de douleurs dans les dermatomes correspondant aux nerfs cluniaux supérieurs (9). La cause plus commune de STL serait un dysfonctionnement vertébral mineur de la charnière rachidienne thoraco-lombaire (T11-L1) (9). L'origine de ce dysfonctionnement est peu clair mais une cause discale ou articulaire postérieure est envisagée (9). Une hernie discale, une fracture vertébrale de T11 à L1 semble plus rare. Les lombalgies basses sont les symptômes les plus fréquents de STL (9). L'examen clinique permet de rattacher ces douleurs à une origine dorso-lombaire avec une charnière dorso-lombaire généralement douloureuse notamment à la pression des épineuses ou des articulaires postérieures de T11 à L2. (22) La station debout, la latéro-flexion du bassin et l'extension lombaire accroissent les douleurs tandis que les antéro-flexions les soulagent (20, 22). Les douleurs peuvent être aiguës notamment à l'occasion de faux mouvement en rotation du bassin. Des douleurs cellulo-myalgiques peuvent être mises en évidence par des manœuvres de pincé-roulé dans les dermatomes des NCS (9, 22) (Figure 11). En dehors des anomalies citées précédemment, les imageries complémentaires sont non contributives (9, 22, 23). Cependant, Maigne R et JY (7, 22, 23) décrivaient, lors d'une étude clinique chez des sujets lombalgiques, la fréquence des ossifications des ligaments jaunes à la charnière thoraco lombaire (T11 à L1) en scanographie, en comparaison avec les autres étages thoraciques (23). L'hypothèse formulée serait que les contraintes mécaniques rotationnelles seraient plus importantes à ces niveaux (9, 23). Une infiltration test à la Lidocaine 1% de l'articulaire postérieure et plus latéralement autour du rameau dorsal correspondant à l'étage infiltré entraînait le plus souvent un amendement des douleurs (9, 24).

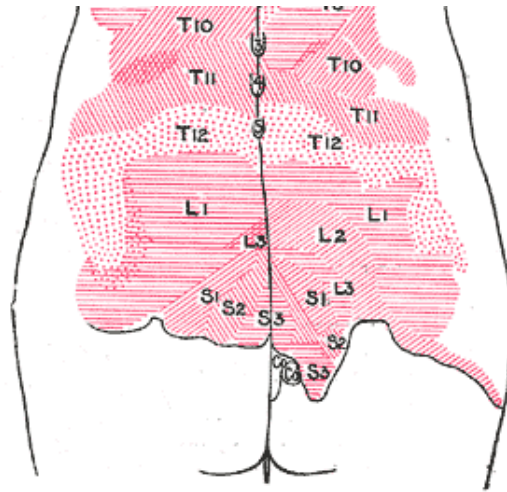


Figure 11 : Représentation schématique des dermatomes des branches cutanées des branches latérales des rameaux postérieurs des nerfs spinaux d'après Gray (4)

## 2. Syndrome canalaire des nerfs cluniaux supérieurs

Il correspond aux douleurs projetées dans les dermatomes des NCS appelées également clunéalgies (9, 13, 20, 22, 23, 25, 26). La littérature lui attribue entre 1.6 à 12% des causes de lombalgies basses (11, 20). Nous avons vu ci-dessus que les dermatomes des NCS correspondent aux téguments de la région lombaire basse, glutéale supérieure et de la région proximale et latérale de la cuisse. (1, 2, 7, 11, 20) (Figure 12). Cliniquement, la pression à l'aide du doigt de la crête iliaque entre 7 et 8 cm de la ligne médiane peut révéler un point douloureux (13). Ce point douloureux est appelé point de crête ou « trigger point ». (1, 12, 13, 20, 27). Dans les études anatomiques et cliniques (10, 11), ces douleurs se rattachent à un syndrome canalaire où la branche médiale peut être comprimée lors de son passage dans un TOF au niveau de la crête iliaque postérieure, comme vu au B§3. Là ou les branches des NCS concernées par le syndrome canalaire seraient irritées et affectées par des phénomènes ischémiques microcirculatoires au niveau du TOF à la crête iliaque postérieure. Les autres causes d'atteintes locales de ces nerfs peuvent être consécutives à des injections intra

dermiques, des traumatismes directs et à des procédures chirurgicales régionales. Ces clunéalgies sont donc liées à une atteinte locale au niveau de la CIP, en comparaison avec des clunéalgies liées au STL. Lorsque que des clunéalgies sont soupçonnées, bien souvent l'infiltration empirique à base de dérivés cortisonés du « trigger point » constitue une acte diagnostic et thérapeutique (20, 22, 27-29). Le syndrome canalaire des NCS, à fortiori de la branche médiale, peuvent exceptionnellement bénéficier d'une neurolyse chirurgicale (25).

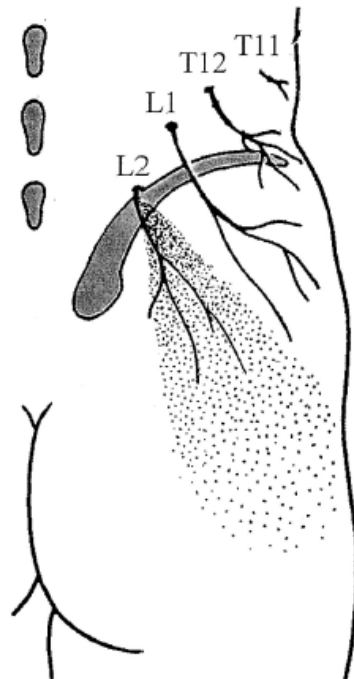


Figure 12 : Représentation schématique du dermatome de la branche médiale des NCS d'après Maigne (30)

### 3. Greffon de crête iliaque

Dans la littérature les lésions iatrogènes des NCS sont une complication rare mais classique des prélèvements osseux de la partie postérieure de la crête iliaque (18, 30-32) par les chirurgiens orthopédiques, plasticiens et ORL pour les reconstructions maxillo-faciales (33) ou pour les arthrodèses vertébrales (30). Il en résulte des douleurs chroniques, des

hyperesthésies, des dysesthésies ou une diminution de la sensibilité. La meilleure connaissance anatomique des NCS a permis des approches chirurgicales plus sécurisantes pour ces prélèvements (31, 32). Une étude de Mahli traitait en prospectif par alcoolisation des NCS, après infiltration test, 4 patients présentant des clunéalgies après prélèvement de crête iliaque. Plus aucun patient n'a éprouvé de douleurs après 4 ans de suivi, ce qui suggère un intérêt potentiel de l'alcoolisation dans les lésions iatrogènes de NCS. (30)

### C. Place de l'imagerie

Du fait de leur petit calibre (variable dans la littérature mais entre 0.8 à 1.2 mm (34, 35)) la visualisation des NCS n'est pas aisée et l'imagerie est considérée comme non contributive pour avancer dans le diagnostic de clunéalgies. Les tests électrophysiologiques n'ont pas non plus leur place (20, 25). L'imagerie permettra surtout d'éliminer les diagnostics différentiels d'atteinte des rameaux postérieurs des nerfs spinaux à la charnière thoraco-lombaire (B§1) causant une symptomatologie similaire. La première approche échographique des NCS dans la littérature avait été réalisée par Bodner et al. en 2016 (35). Ils ont montré par une étude de faisabilité qu'il était possible d'explorer la mNCS en échographie haute résolution à la fois chez des cadavres et chez des sujets suspectés de présenter un syndrome canalaire liée à la mNCS. Il n'y avait pas eu de confrontation anatomique ni d'étude chez des volontaires sans antécédent de lombalgies basses. Malgré la précision quant à la technique utilisée pour le repérage des NCS en échographie, notamment grâce au repérage de l'enthèse du muscle moyen glutéal, aucun repère n'avait été précisé pour analyser avec fiabilité les NCS. Seule la mNCS avait été analysée, les branches intermédiaire et latérale n'étaient pas mentionnées. Chez leurs sujets lombalgiques, seuls quelques individus présentaient une tuméfaction de la mNCS traduisant un syndrome canalaire lié au TOF (35). Des infiltrations-test échoguidées à base de dérivés cortisoniques avaient permis une annulation voire réduction significative des symptômes (35). C'est la seule étude de la littérature de visualisation des nerfs cluniaux supérieurs mais sans corrélation anatomique sur des pièces de dissection. Il n'existe pas à notre connaissance de technique de repérage échographique validée de ces nerfs. Des abords longitudinaux ou transversaux ont été abordés dans les derniers articles en partant de la région fessière basse (35, 36).

Aucune donnée de la littérature ne fait mention de la visualisation des NCS en IRM. L'exploration du plexus lombo-sacré est possible depuis le développement des techniques de

neurographie en IRM ; Ces techniques sont bien connues, grâce notamment à l'avènement des IRM 3 Tesla (37-39). La neurographie IRM des nerfs périphériques est également utilisée dans la pratique courante grâce à l'IRM 3T (40-42). En plus d'une pondération T2 optimale (TE long), les techniques de saturation de la graisse ou d'inversion récupération sont essentielles pour permettre une analyse optimale des structures nerveuses (43-45). En plus de ces techniques de suppression du signal de la graisse, les séquences 3D isotropiques permettent une analyse dans l'ensemble des plans de l'espace même si le rapport signal sur bruit est limité et que les structures vasculaires adjacentes peuvent gêner l'interprétation du signal de ces nerfs. (38, 39, 41, 43). La neurographie IRM par les techniques de diffusion sont encore à l'étude et ne sont pas encore tombées dans la pratique courante, leur utilisation servant surtout à éliminer le signal des structures vasculaires adjacentes (44, 45). Les séquences anatomiques restent la base de l'exploration de toute structure nerveuse, avec notamment des séquences T1 spin écho 2D ou des séquences T1 spin écho 3D (37, 41, 44, 45).

A notre connaissance, une seule étude démontre l'apport de l'échographie haute résolution dans l'analyse des NCS (35) et aucune ne mentionne l'IRM dans l'étude des NCS.

#### D. But de l'étude

L'objectif de ce travail était d'évaluer l'apport de l'échographie et de l'IRM dans l'étude des nerfs cluniaux supérieurs au niveau de la région lombaire basse, de préciser ses rapports avec les structures anatomiques adjacentes et corrélérer ces résultats à une étude anatomique.

## II. Matériel et méthodes

### A. Etude anatomique sur cadavres

Tous les corps ayant servis pour cette étude sont issus de don à la science. L'étude a d'abord été entreprise sur des cadavres pour comprendre l'origine et le trajet des NCS. Les dissections ont été réalisées par un anatomiste en formation et un radiologue musculo-squelettique junior de 4 ans d'expérience en échographie musculo-squelettique. Les dissections étaient réalisées par une approche postérieure. Un premier sujet formolé a été disséqué pour un repérage (sexe féminin, 89 ans, 1m70, 50 Kg, IMC 17.3 kg/m<sup>2</sup>). Ont été étudiées : la naissance, le trajet, le calibre des nerfs, le nombre de branches, la présence ou non d'un TOF, la distance entre le croisement de la crête par les NCS et la ligne médiane et la palpation éventuelle d'une gouttière sur la crête iliaque postérieure. Ces données ont ensuite été analysées en consensus par deux radiologues junior et sénior avec respectivement 4 et 6 ans d'expérience en échographie musculo-squelettique. Toutes les dissections ont été photographiées à l'aide d'un appareil photo numérique. La distance en centimètres entre la ligne médiane (épineuse de L5) et le croisement de la crête iliaque par les NCS a été mesurée à l'aide d'un mètre ruban et d'un pied à coulisse. Un héli tronç d'un second sujet (formolé, sexe masculin, 80 ans, 1m80, 90 kg, IMC 27.8 kg/m<sup>2</sup>) a été recueilli pour réaliser des coupes anatomiques axiales sériées à l'aide d'une scie électrique à ruban (Taurus Ingénierie 3160) après congélation afin de préciser la corrélation entre l'anatomie et l'imagerie.

### B. Etude échographique sur cadavres

Quatre sujets (technique de conservation formolée et selon la technique BIOMET, 1 homme (un héli-bassin) et 3 femmes (3 bassins), âge moyen au moment du décès : 83 ans, BMI moyen 20kg/m<sup>2</sup>) ont été utilisés pour évaluer l'apport de l'échographie dans l'évaluation des NCS. Une technique standardisée de repérage échographique des NCS a été appliquée par les deux radiologues musculo-squelettiques. Les structures nerveuses ont été recherchées en



regard du trajet théorique des NCS : c'est-à-dire au contact de la CIP à environ 7 centimètres de la ligne médiane. Les structures nerveuses suspectées ont été marquées sous guidage échographique à l'aide d'une sonde 18-5 Mhz (EPIQ 7G, Philips Healthcare®, Andover, USA), d'une aiguille 21GA et de 0.5 cc de charbon liquide (SPOT, GI Supply®). Tous les cadavres ont ensuite bénéficié d'une dissection bilatérale pour rechercher les structures marquées et étudier les branches et le trajet des NCS. Les données recueillies analysées en consensus par les deux radiologues en échographie puis en dissection étaient :

- Le nombre de branches visibles en échographie puis en dissection,
- La distance en centimètres entre la ligne médiane et le passage des nerfs au-dessus de la crête iliaque, à l'aide du mode panoramique en échographie et à l'aide d'un mètre ruban ou d'un pied à coulisse en dissection,
- La visualisation ou non du passage des NCS sous le FTL en échographie.

L'avantage de la technique de conservation selon la formule BIOMET (eau distillée, glycérine, méthanol et phénol) par rapport à la technique de conservation formolée réside dans la souplesse des tissus, donnant un aspect moins cartonné aux téguments et une reproduction échographique des structures plus fidèle à celle du vivant. Elle facilite également les plans de clivage entre les différentes structures anatomiques lors de la dissection. Ses inconvénients sont une durée de conservation moins élevée qu'avec la technique à base de Formaldéhyde et par l'impossibilité de congélation.

## C. Etude échographique sur sujets volontaires

### 1. Modèle de l'étude

Trente volontaires ont participé à cette étude qui a été approuvée par notre comité local d'éthique. Chaque volontaire a émis son consentement éclairé. Les volontaires n'avaient pas d'antécédents de douleurs lombaires ni d'antécédents de chirurgie rachidienne. L'indice de masse corporelle (IMC) a été calculé. Sur les deux héli-bassins de chaque sujet, toutes les échographies ont été réalisées selon la même technique de repérage que l'étude cadavérique. L'échographe était le même que celui de l'étude anatomique (EPIQ 7G, Philips Healthcare®, Andover, USA) et à l'aide d'une sonde linéaire haute fréquence 18-5 Mhz. Tous les examens échographiques ont été réalisés en décubitus ventral sur des sujets. Le faisceau ultrasonore était toujours perpendiculaire aux structures observées afin d'éliminer les artéfacts liés à l'anisotropie. Les modes doppler couleur et pulsée ont été utilisés à chaque examen pour différencier les nerfs des vaisseaux adjacents. Les données ont été analysées de manière indépendante par les deux radiologues musculo-squelettiques, afin d'estimer la reproductibilité inter-observateur.

Les paramètres échographiques analysés étaient :

- 1) le nombre de branches visibles
- 2) le calibre des nerfs
- 3) la distance en centimètres entre la ligne médiane et le passage des nerfs au-dessus de la crête iliaque à l'aide du mode panoramique
- 4) la présence de vaisseaux à proximité des nerfs à l'aide du mode doppler-couleur et puissance
- 5) la visualisation ou non du passage des NCS sous le FTL

## 2. Analyse statistique

Les variables quantitatives ont été décrites par la moyenne et l'écart type ou par la médiane et l'intervalle interquartile. La normalité de l'indice de masse corporelle a été vérifiée graphiquement ainsi que par le test de Shapiro-Wilk. Les variables qualitatives ont été décrites par la fréquence et le pourcentage. La concordance entre les opérateurs (sénior et junior) au niveau des variables binaires a été évaluée par l'intermédiaire du Kappa de Cohen. La concordance entre les opérateurs (sénior et junior) au niveau des variables quantitatives a été appréciée par l'intermédiaire du coefficient de corrélation intraclasse (ICC) de Fleiss. Une analyse de Bland-Altman a également été réalisée afin de représenter graphiquement les limites d'accord entre les opérateurs. Un test t de Student pour données appariées lui est associé pour comparer la différence de mesure entre les deux opérateurs. Le lien entre la détection d'au moins un nerf sur les 2 côtés (droit et gauche) et le sexe et l'IMC a été étudié par un modèle mixte généralisé avec un effet aléatoire sur le patient afin de tenir compte de la corrélation entre les mesures d'un même patient. De la même manière, un modèle linéaire mixte avec un effet aléatoire sur le patient a été utilisé pour évaluer le lien entre la taille du patient et la distance entre le nerf vu au niveau de la crête iliaque et la ligne médiane. Le seuil de significativité a été fixé à 0.05. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 9.4 (SAS Institute, Cary NC, USA).

#### D. Etude IRM des nerfs cluniaux supérieurs

L'objectif de cette étude descriptive était de visualiser en IRM les NCS, structures d'environ 1 mm. Trois hémi-bassins avaient été utilisés pour visualiser les NCS : l'hémi-tronc droit d'un sujet sexe masculin (formolé, 80 ans, 1m80, 90 kg, IMC 27.8 kg/m<sup>2</sup>) et le bassin d'un sujet féminin (BIOMET, 85 ans, 1m57, 42 kg, BMI 17 kg/m<sup>2</sup>). Un sujet volontaire (homme, 1m85, 84 kg, 28 ans) ayant participé à l'étude échographique des NCS, avait présenté son consentement éclairé pour une exploration des NCS en IRM. En accord avec la littérature (37-39, 41, 44, 45), les examens ont été réalisés sur une IRM haut champs magnétique 3 Tesla (Ingenia, Philips Healthcare, Netherlands) pour son rapport signal sur bruit meilleur que l'imagerie par résonance magnétique 1.5T. A l'aide de deux ingénieurs d'application de chez Philips Healthcare et en accord avec les recommandations actuelles de la littérature, des séquences 2D, 3D en pondération T1 et T2 ont été élaborées et testées pour identifier les NCS en IRM.

### III. Résultats

#### A. Etude anatomique sur cadavres

Le sujet disséqué était de sexe féminin, 89 ans, 1m70, 50 Kg, IMC 17.3 kg/m<sup>2</sup> et était conservé selon la technique formolée. Une dissection bilatérale standardisée à l'aide d'une approche postérieure a été réalisée. Immédiatement après réclinement des tissus cellulo-graisseux, on exposait une aponévrose superficielle correspondant à une expansion aponévrotique du muscle grand dorsal. Cette aponévrose superficielle, très fine ne faisait pas partie en tant que telle du FTL, mais le recouvrait; à environ 7 cm de l'épineuse de L5 (ligne médiane) on repère une structure nerveuse perforant ce fascia superficiel correspondant à la branche médiale des NCS (Figure 13). Plus crânialement, on retrouvait les branches intermédiaire et latérale. Une fois l'aponévrose superficielle réclinée, on exposait le FTL en profondeur qui était perforé par les NCS au même niveau endroit que le fascia superficiel (Figure 14)(Figure 15). Ont été recherchés : la présence des 3 branches des NCS, un TOF (disséqué le cas échéant), la distance de la ligne médiane (épineuse de L5) et la présence d'une gouttière à la palpation sur la crête iliaque postérieure.

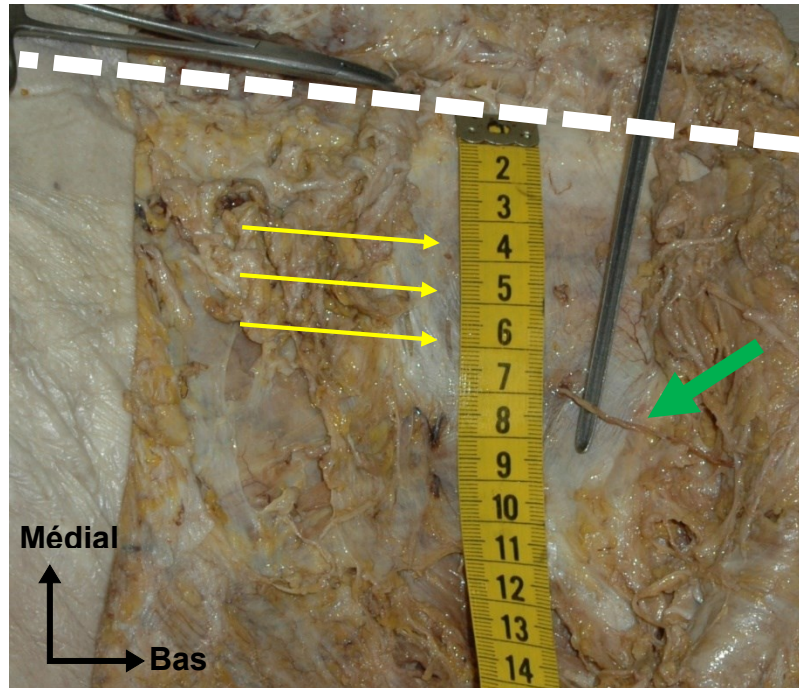


Figure 13 : perforation du fascia superficiel (flèches jaunes) par la branche médiale des NCS (flèche verte) Ligne médiane (ligne discontinue blanche)

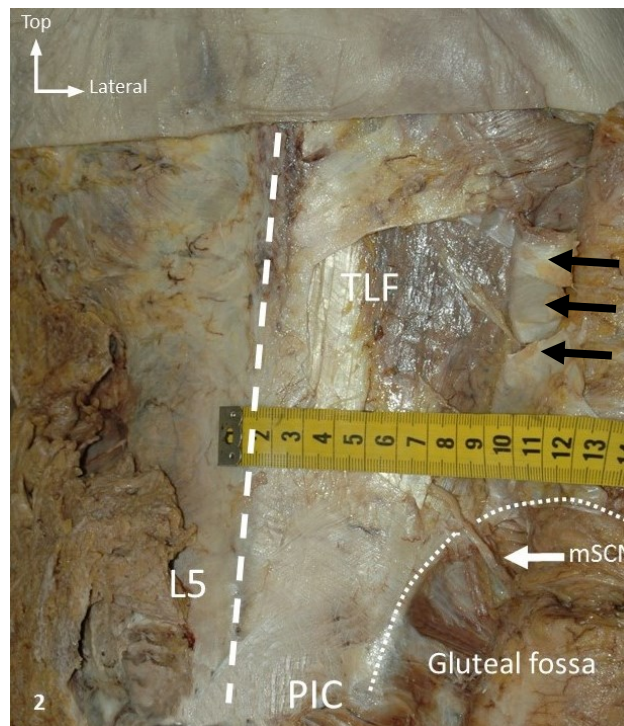


Figure 14 : Mesure de la distance par rapport à la ligne médiane (ligne discontinue) du croisement de la crête iliaque (CIP) par la mNCS (flèche blanche) perforant juste au dessus le FTL. Aponévrose superficielle du grand dorsal réclinée (Flèches noires).

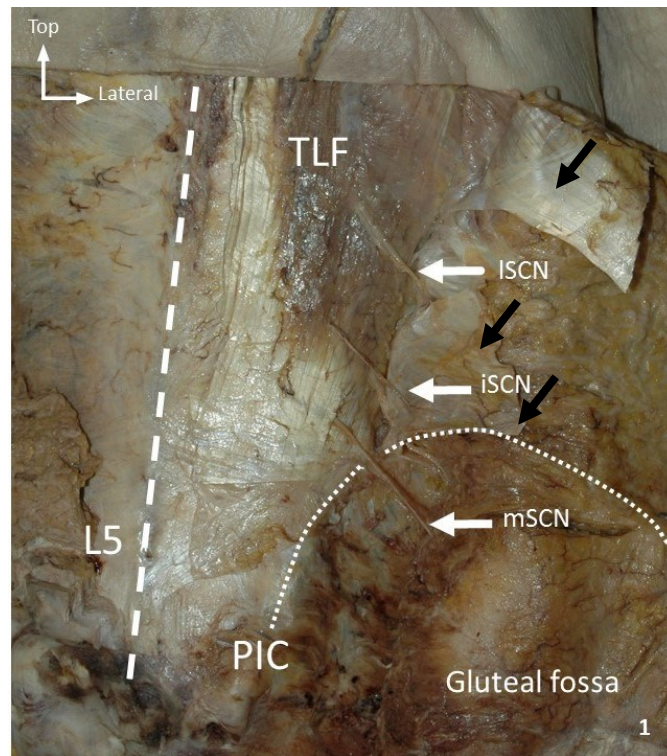


Figure 15 : Aponévrose superficielle réclinée (flèches noires) exposant le FTL : perforation des 3 branches des NCS : médiale, intermédiaire et latérale. Les NCS se dirigent en bas, en dehors et en arrière

A droite comme à gauche trois nerfs ont été mis en évidence (Figure 15). Les trois branches des NCS se dirigeaient parallèlement en arrière, en dehors et en bas pour rejoindre la région glutéale. La mNCS perforait l'aponévrose superficielle du grand dorsal et le FTL à environ 7 cm de l'épineuse de L5 à 1.5 cm au-dessus de la crête iliaque (Figure 13 et 14). A 1.5 cm en dehors de la mNCS, on constatait la perforation de la iNCS et encore plus latéralement à environ 1.5 cm la lNCS. (Figure 15). A gauche, aucun TOF n'a été mis en évidence, toutes les branches passaient librement au-dessus de la crête iliaque après leur perforation du fascia thoraco-lombaire (Figure 16). A droite, seule la branche intermédiaire était fixée à la crête iliaque par un renforcement aponévrotique du FTL (Figure 17). La branche latérale passait librement au-dessus de la crête iliaque après sa perforation du FTL (Figure 18). Une dépression a été notée à la palpation de la crête iliaque au passage de la branche médiale. Une dissection des trois branches des nerfs cluniaux supérieurs a été réalisée jusqu'à leur



émergence des foramens intervertébraux. L'origine de ces nerfs a pu être démontrée par l'ouverture du canal vertébral de T12 à L3 en visualisant leurs provenances des rameaux postérieurs des nerfs spinaux (T12, L1, L2 et L3). Bilatéralement, les trois branches naissent respectivement de T12, L1 et L2. A droite, nous avons observé une variante avec un apport de L3 pour la branche de L2 constituant la branche médiale des NCS (Figure 19).

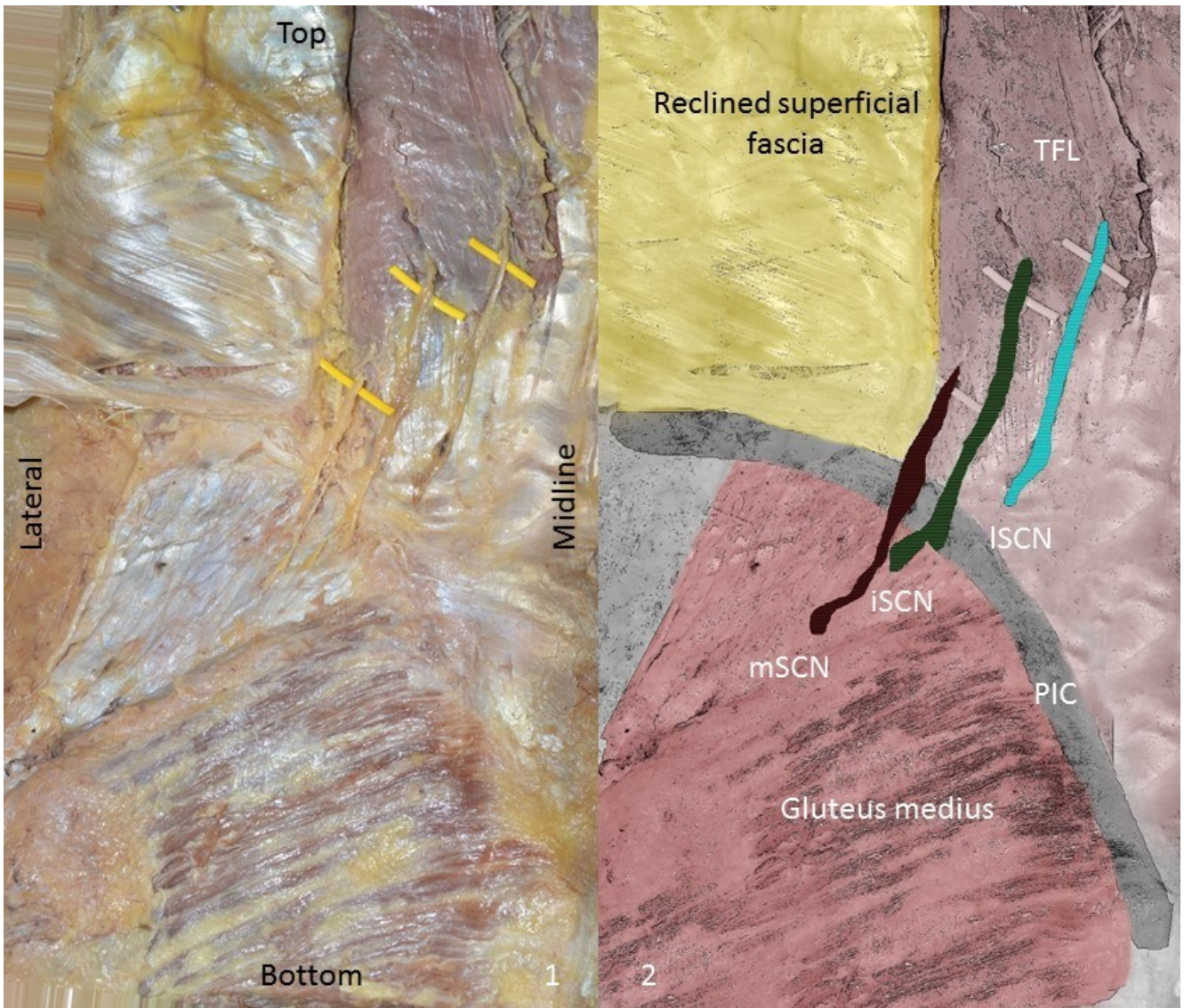


Figure 16 : Photographie de dissection de l'hémi bassin gauche du sujet 1: 1 : Dissection 2: Représentation schématique de la dissection en 1.



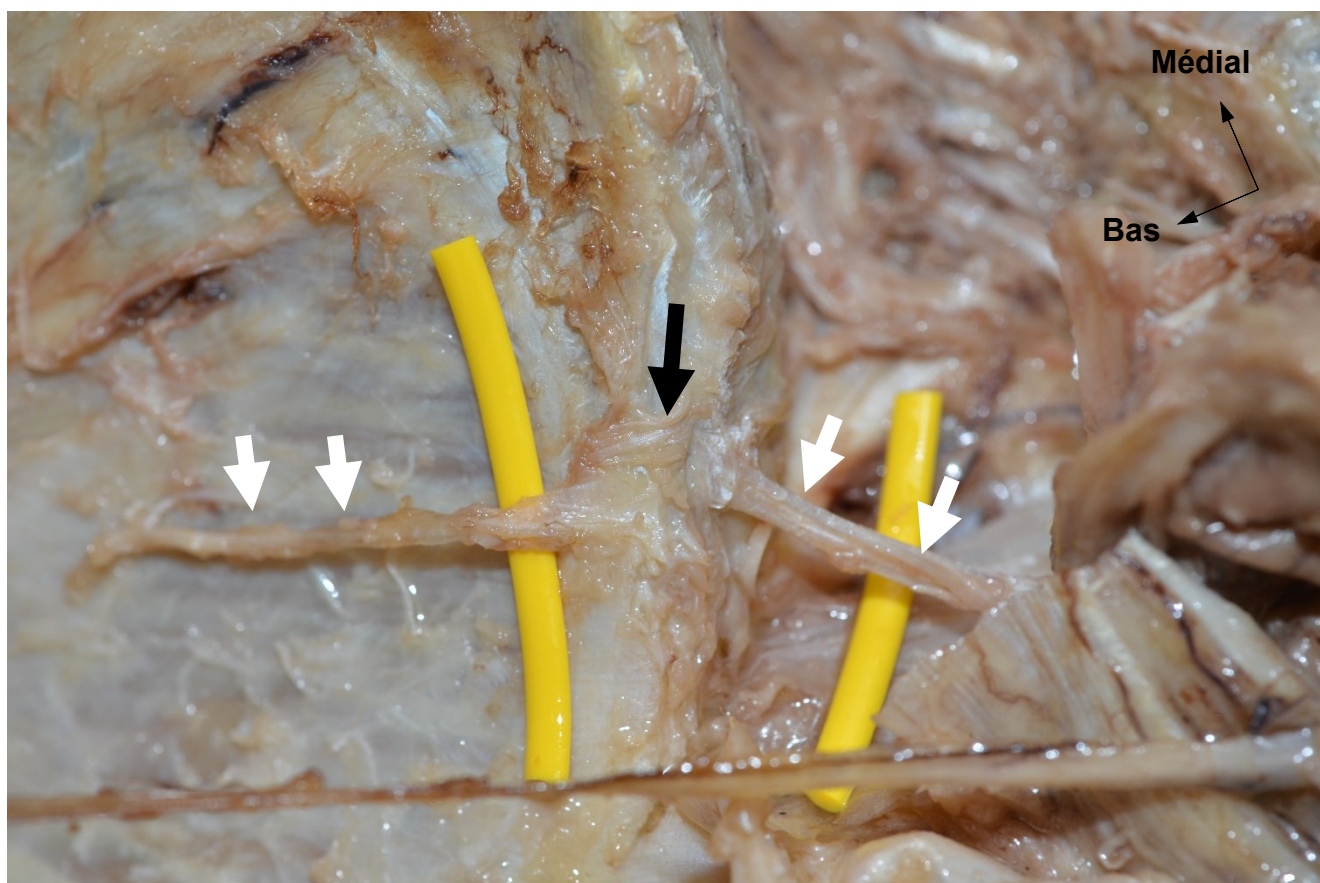


Figure 17 : Photo de dissection : passage de la branche intermédiaire (flèches blanches) au sein d'un TOF (flèche noire)

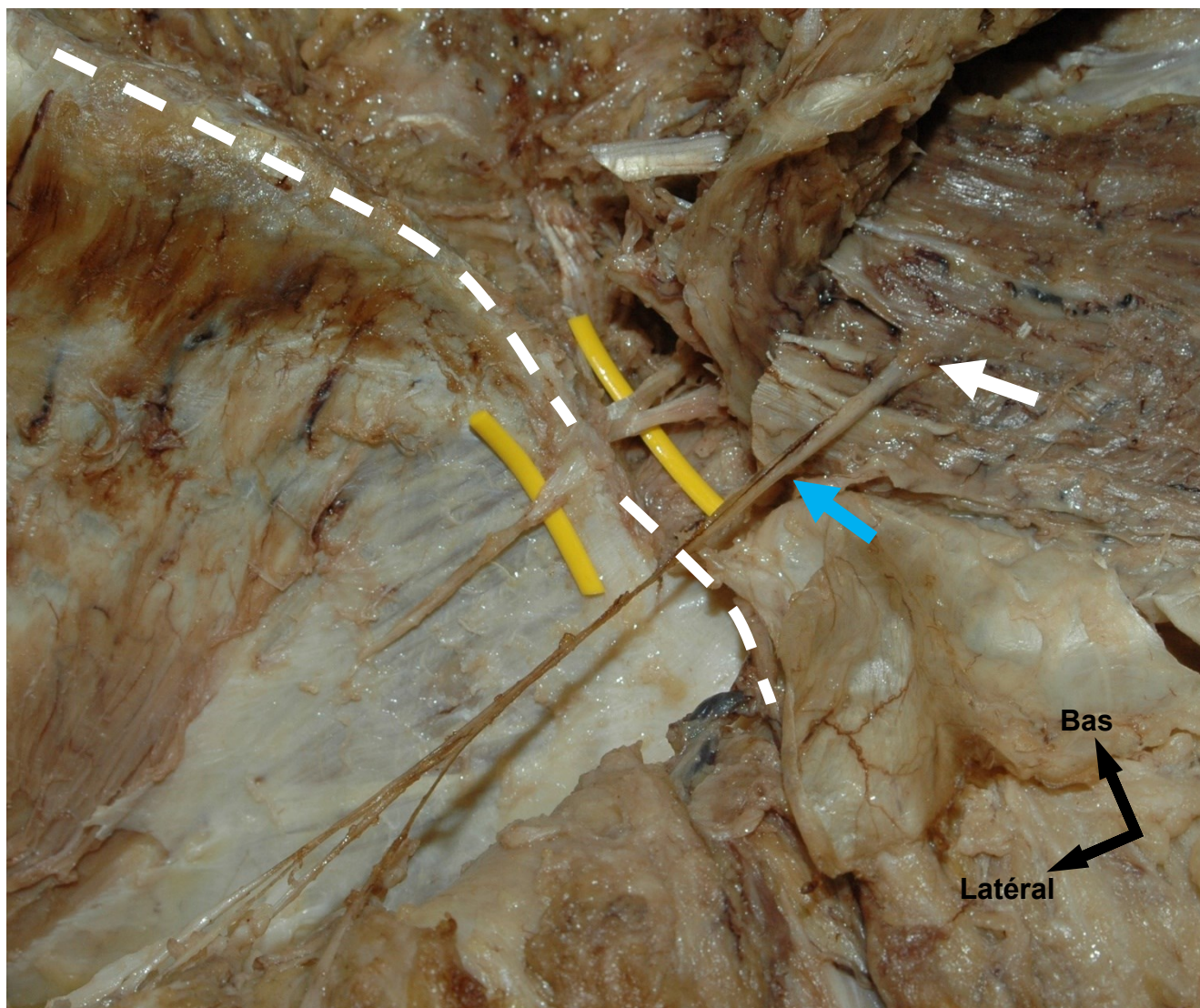


Figure 18 : Photographie de dissection : hémibassin droit du sujet 1 : Passage libre de la branche latérale (flèche bleue) au-dessus de la crête iliaque postérieure (flèche jaune) après sa perforation du FTL (flèche blanche)



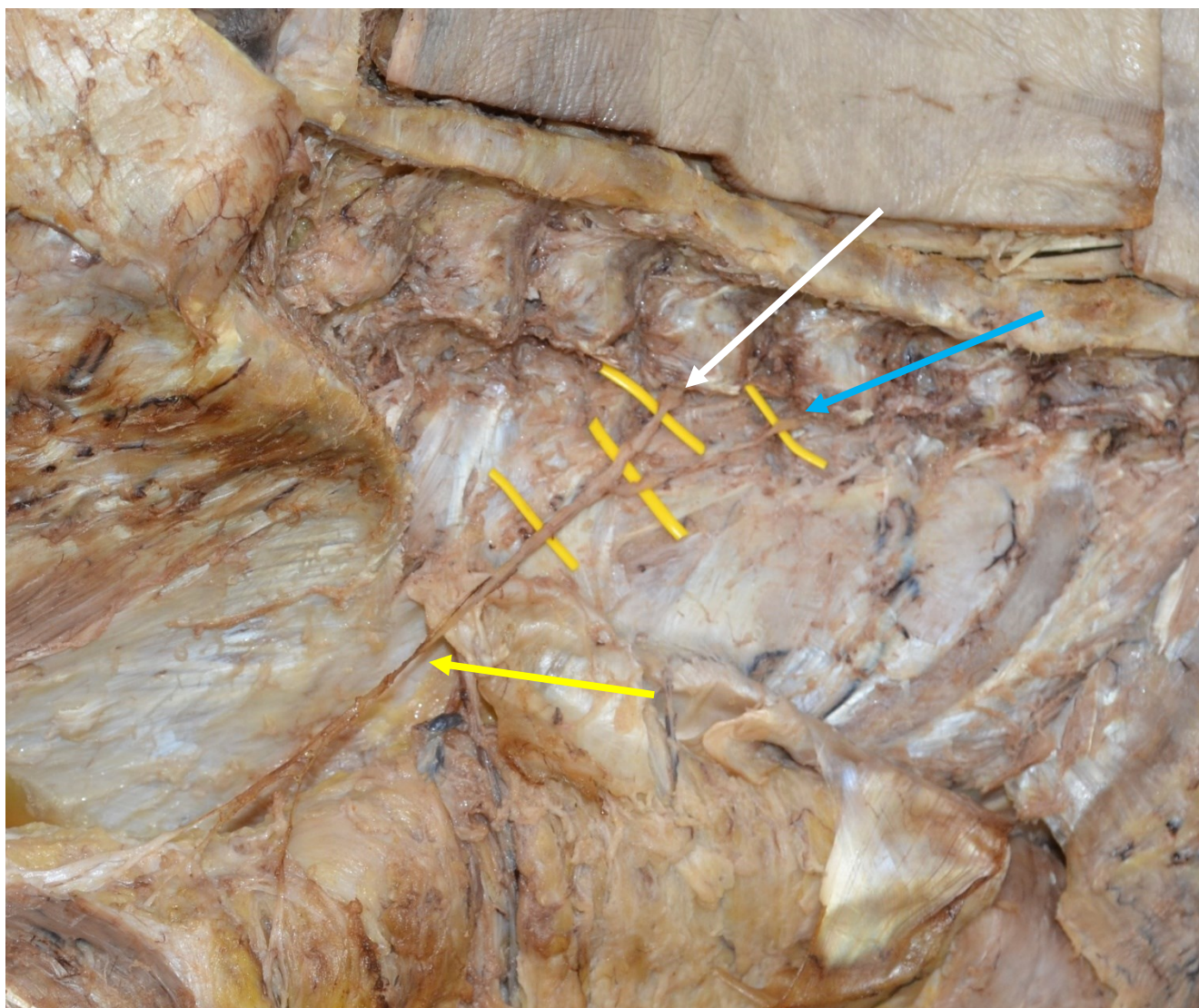


Figure 19 : Photographie de dissection : apport de L3 (flèche blanche) pour L2 (flèche bleue) à droite après leurs sorties des foramens inter-vertébraux de L2 et L3

Sur l'hémi-bassin d'un second sujet formolé, (sexe masculin, âge du décès : 80 ans, 90 kg, IMC 27.8 kg/m<sup>2</sup>), des coupes sériées de 3 mm d'épaisseur ont été réalisées afin de préciser les rapports anatomiques des NCS au niveau de la région lombaire basse. Les coupes anatomiques ont ensuite bénéficié d'une analyse macroscopique sans et avec une technique de transillumination (Figure 20). On objectivait le fascia thoraco lombaire recouvrir la masse musculaire sacro-spinale ou muscles érecteurs du rachis. A hauteur du corps vertébral de L4, c'est dans le dédoublement du FTL qu'une structure correspondant à la branche médiale des nerfs cluniaux était mise en évidence, juste avant son passage au-dessus de la CIP.

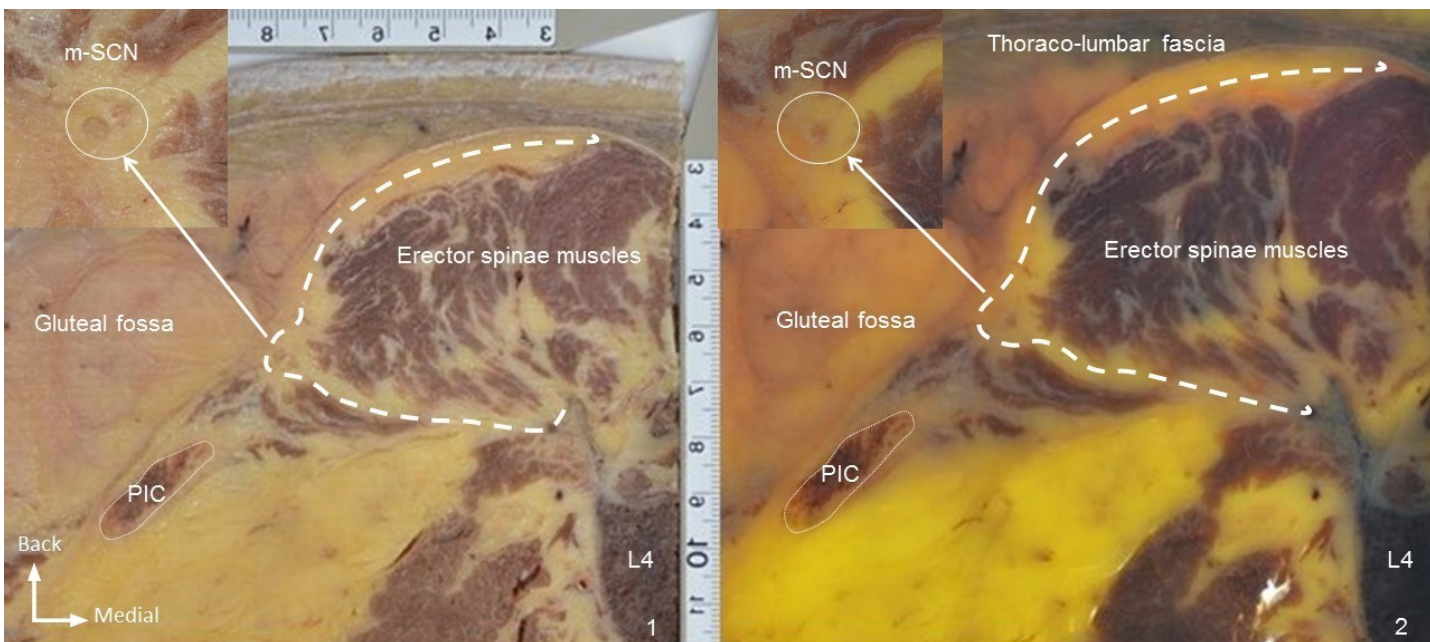


Figure 20 : 1 : Vue macroscopique d'une coupe axiale passant par la mNCS 2. Vue de la même coupe par la technique de transillumination. Les coupes ont volontairement été inversées pour que la coupe axiale s'apparente aux coupes axiales réalisées en échographie.

## B. Etude échographique sur cadavres

Sept hémi-bassins au total de 4 sujets ont été utilisés pour cette étude : un hémi tronc d'un sujet formolé et trois bassins (6 hémi bassins) conservés selon la méthode Biomet, . Pour repérer les NCS dans leur trajet théorique, l'exploration échographique commençait dans le plan axial par le repérage de la ligne médiane matérialisée par les processus épineux des vertèbres lombaires. Le processus épineux de L5 était défini comme celui immédiatement en dessous de L4, correspondant cliniquement au sommet des crêtes iliaques. Partant de L5 dans le plan axial, la sonde était translaturée en dehors à environ 7 cm pour atteindre la CIP (où selon la littérature nous étions le plus à même de retrouver la mNCS) et l'enthèse du muscle moyen fessier. A ce niveau, bilatéralement sur chaque bassin, les examens échographiques réalisés en consensus mettaient en évidence une structure ovoïde, tubulaire et hypoéchogène semblant correspondre à la mNCS. Une fois cette hypothétique structure nerveuse repérée, des coupes longitudinales ont été réalisées pour éliminer une image construite et visualiser la structure nerveuse dans son long axe. Pour obtenir une coupe orthogonale parfaite de la structure nerveuse, le plan axial-oblique était utilisé car la mNCS se dirige en bas et dehors.

Chez 6 hémi-bassins sur 7, seule la branche médiale des NCS avait été identifiée en échographie (Tableau 1). L'aiguille avait pu être positionnée au contact de la mNCS au niveau de la CIP sous guidage échographique dans chaque cas. Les dissections avaient confirmé que le charbon liquide marquait la mNCS au niveau de son passage sur la crête iliaque chez 6 hémi bassins sur 7. Les branches iNCS et INCS n'avaient jamais été retrouvées en échographie alors qu'elles étaient toutes systématiquement retrouvées en dissection. Les branches intermédiaire et latérale n'avaient donc jamais été marquées au charbon liquide. Chez aucun des cadavres, le trajet proximal en échographie de la mNCS au-dessus de la crête iliaque n'a pu être analysé. En échographie, le passage de mNCS sous le fascia thoracolumbaire n'avait jamais été vu sur aucun des hémi-troncs (Tableau 1).

La distance linéaire entre ligne médiane (épineuse de L5) et le croisement de la CIP par la mNCS avait été mesurée en échographie à l'aide du mode panoramique, en prenant soin d'être parfaitement horizontal, à 7.2 cm (moyenne) [6.5 - 8cm] (étendue) (Tableau 1). Les dissections ont confirmé que le charbon liquide marquait la mNCS à son croisement de la CIP à 7.5 cm (moyenne) [7 – 8.2cm] (étendue) (Tableau 1). En dissection, sur deux bassins, la mNCS passaient par un TOF mais aucune spécificité échographique n'avait été retrouvée.

Tableau n°1 : Résultats de l'étude échographique sur cadavres

Sujets	Marquage		Distance en cm de la ligne médiane entre la mNCS à la CIP			
			Echographie		Dissection	
	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche
n°1	nerf sacré					
n°2	mNCS	mNCS	6,5	6,8	6,9	7,1
n°3	mNCS	mNCS	7,1	7,9	7,8	8,2
n°4	mNCS	mNCS	7,2	7,7	7	8
Moyennes			7,2		7,5	
			Echographie		Dissection	
Nombres de branches retrouvées par héli-bassin		mNCS	6 sur 7		7 sur 7	
		iNCS	0 sur 7		7 sur 7	
		INCS	0 sur 7		7 sur 7	
Passage sous le FTL pour la mNCS			0 sur 7		7 sur 7	

Sujet 1 : héli-tronc d'un sujet formolé, sexe masculin, 80 ans, 90 kg, IMC 27.8 kg/m<sup>2</sup>. En échographie, sur cet héli-bassin, une structure hypoéchogène séparée par deux interfaces hyperéchogènes a été mise en évidence et marquée (Figure 21). La structure marquée correspond à une structure nerveuse mais beaucoup trop médiale (environ 6 cm) et compatible



avec un nerf sacré. En dissection, les branches médiale et intermédiaire traversaient un TOF mais pas la branche latérale, avec une dépression de la crête iliaque au passage de ces deux branches.

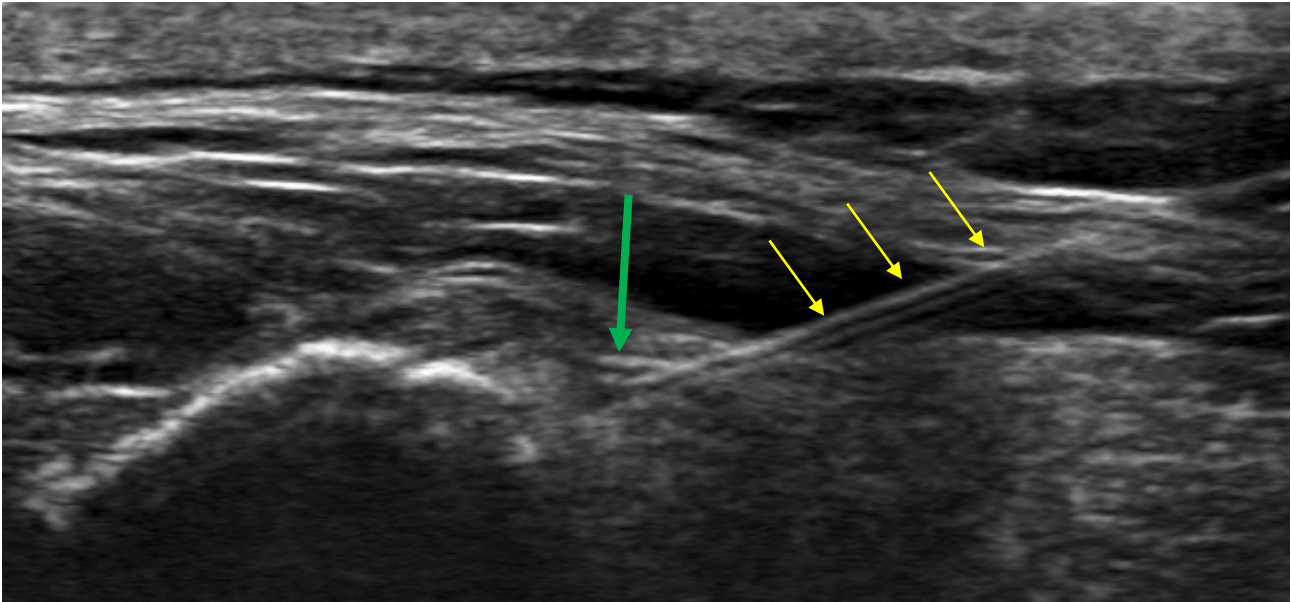


Figure 21 : coupe échographique axiale au niveau de la CIP avec marquage de la structure nerveuse hypoéchogène (flèche verte) à l'aide de charbon (aiguille : flèches jaunes)

Sujet n°2 : BIOMET femme, 85 ans, 1m57, 42 kg, BMI 17 kg/m<sup>2</sup>. Au contact de la PIC à environ 7 centimètres de la ligne médiane étaient mises en évidence une structure tubulée par hémibassin. (Figure 22). Un marquage à l'aide de 0.5cc de charbon liquide a été réalisé avec une aiguille 21G. Après dissection, deux structures perforantes le FTL au contact du marquage ont été mises en évidence et correspondant aux branches médiales de ces NCS. Les trois branches des NCS ont été retrouvées pour compléter la dissection. Elles passaient toutes librement au-dessus de la CIP après avoir perforées le FTL. En échographie, la distance linéaire entre la ligne médiane et le croisement de la CIP par la mNCS à l'aide du mode panoramique a été mesurée à 6.5 cm droite et à 6.8 cm gauche. En dissection, la distance linéaire entre la ligne médiane et le croisement de la CIP par la mNCS à l'aide d'un mètre ruban a été mesurée à 6.9 cm droite et 7.1 cm à gauche. (Tableau 1).

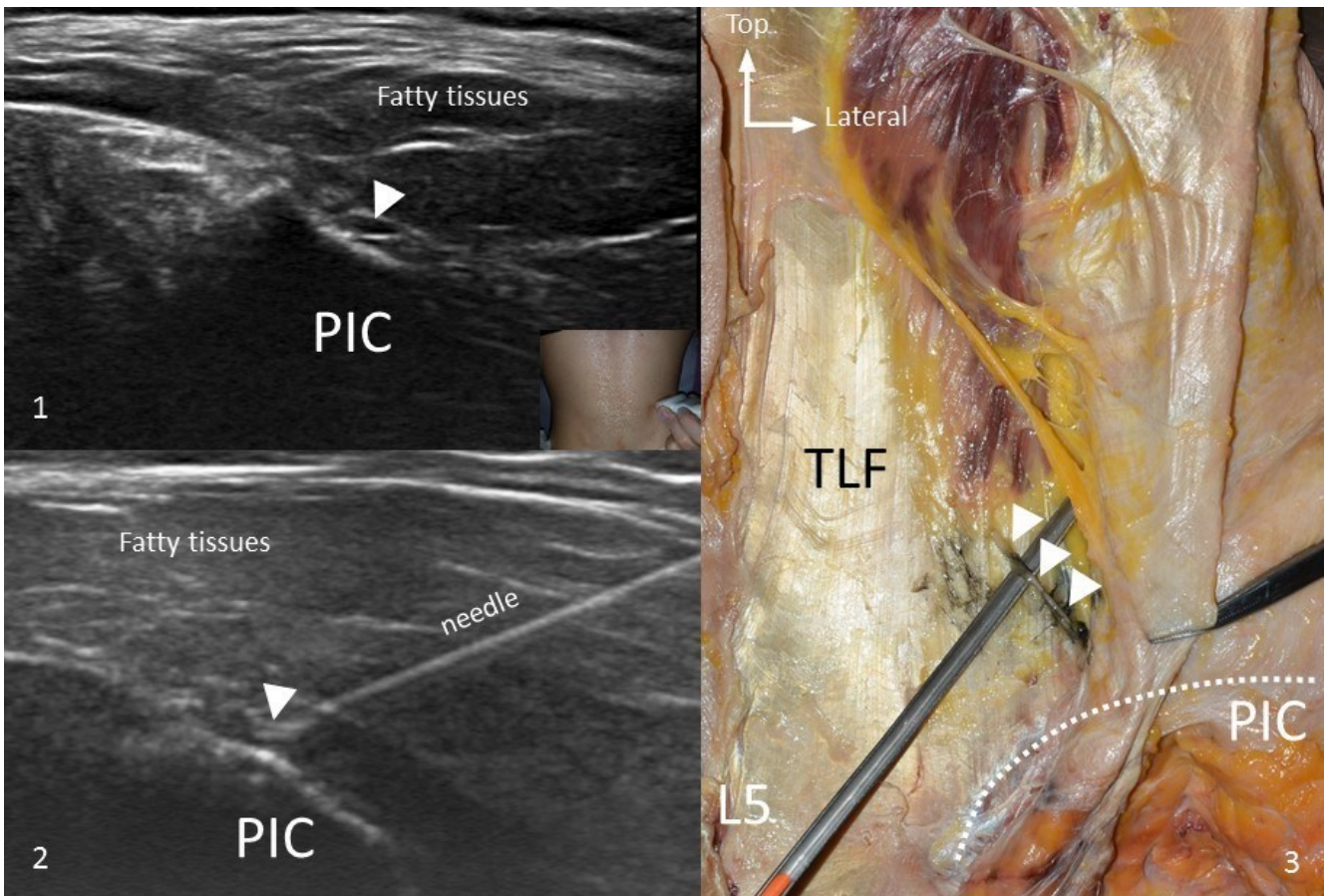


Figure 22 : 1. Repérage échographique en coupe axiale de la mNCS au niveau de la CIP. 2. Aiguille au contact de la structure nerveuse avec injection de 0.5 cc de charbon liquide. 3. mNCS marquée avec succès, ici disséquée au niveau de sa perforation du FTL.

Sujet 3 : Biomet, sexe féminin, 83 ans, 1m60, 30 Kg, IMC 12 kg/m<sup>2</sup>. On retrouvait bilatéralement une structure tubulée hypoéchogène en superficie de l'enthèse proximale du muscle moyen glutéal près de la CIP. Cette structure est ensuite marquée comme précédemment à l'aide de 0.5 cc cubes de charbon liquide (Figure 23). La dissection montrait que le marquage ciblait bien une structure nerveuse correspond à la mNCS mais dans son trajet plus distal, c'est-à-dire entre le muscle moyen fessier en profondeur et son aponévrose en superficie (Figure 24). L'empreinte de contraste (flèches noires) s'explique par une extravasation du charbon liquide s'étendant le long du fascia superficiel du moyen fessier. (Figure 24). Afin de compléter la dissection, les trois branches des nerfs cluniaux étaient retrouvées bilatéralement perforant successivement de haut en bas le FTL. Aucune gouttière



ou TOF n'est mis en évidence, les branches des NCS passant librement au-dessus de la crête iliaque postérieure comme pour le sujet 2. En échographie, la distance linéaire entre la ligne médiane et le croisement de la CIP par la mNCS à l'aide du mode panoramique a été mesurée à 7.1 cm droite et à 7.9 cm gauche. En dissection, la distance linéaire entre la ligne médiane et le croisement de la CIP par la mNCS à l'aide d'un mètre ruban a été mesurée à 7.8 cm droite et 8.2 cm à gauche. (Tableau 1).

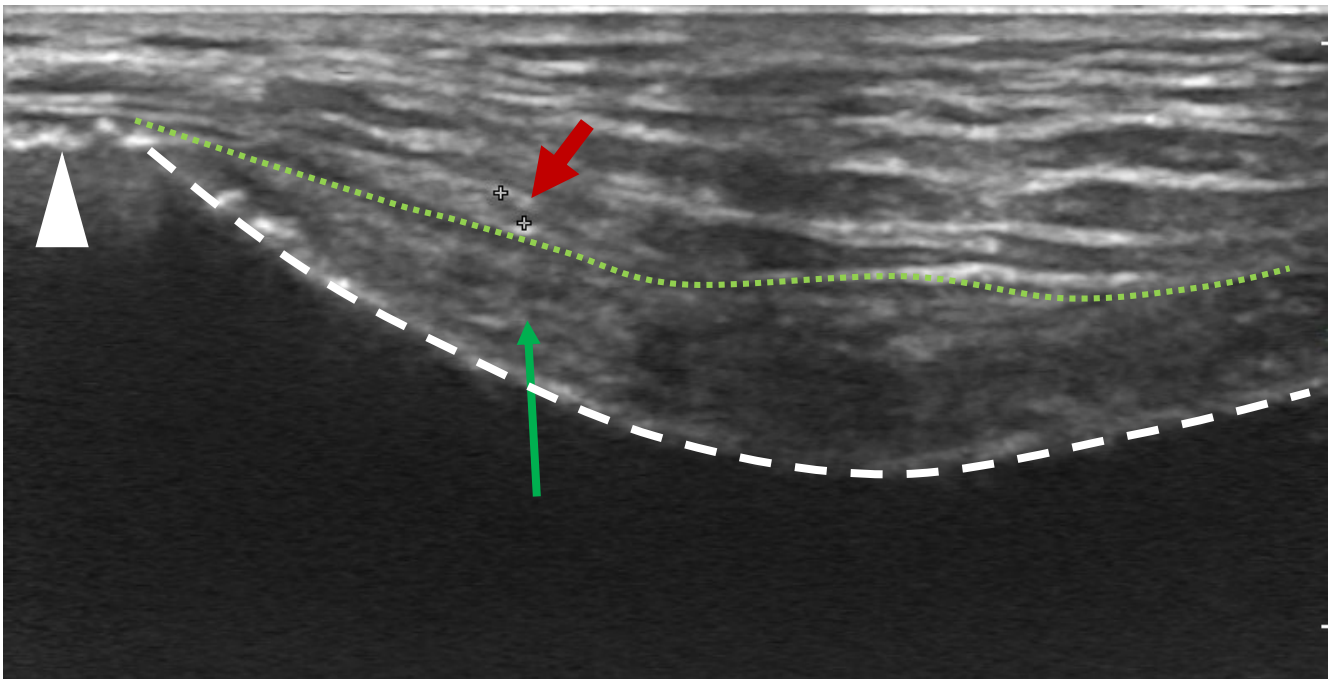


Figure 23 : Echographie coupe axiale : Après le passage de CIP (tête de flèche blanche), identification d'une structure hypoéchogène (flèche rouge) sur le fascia superficiel (ligne pointillée verte) du muscle moyen fessier (flèche verte). Aile iliaque (ligne pointillée) délimitant la fosse glutéale.

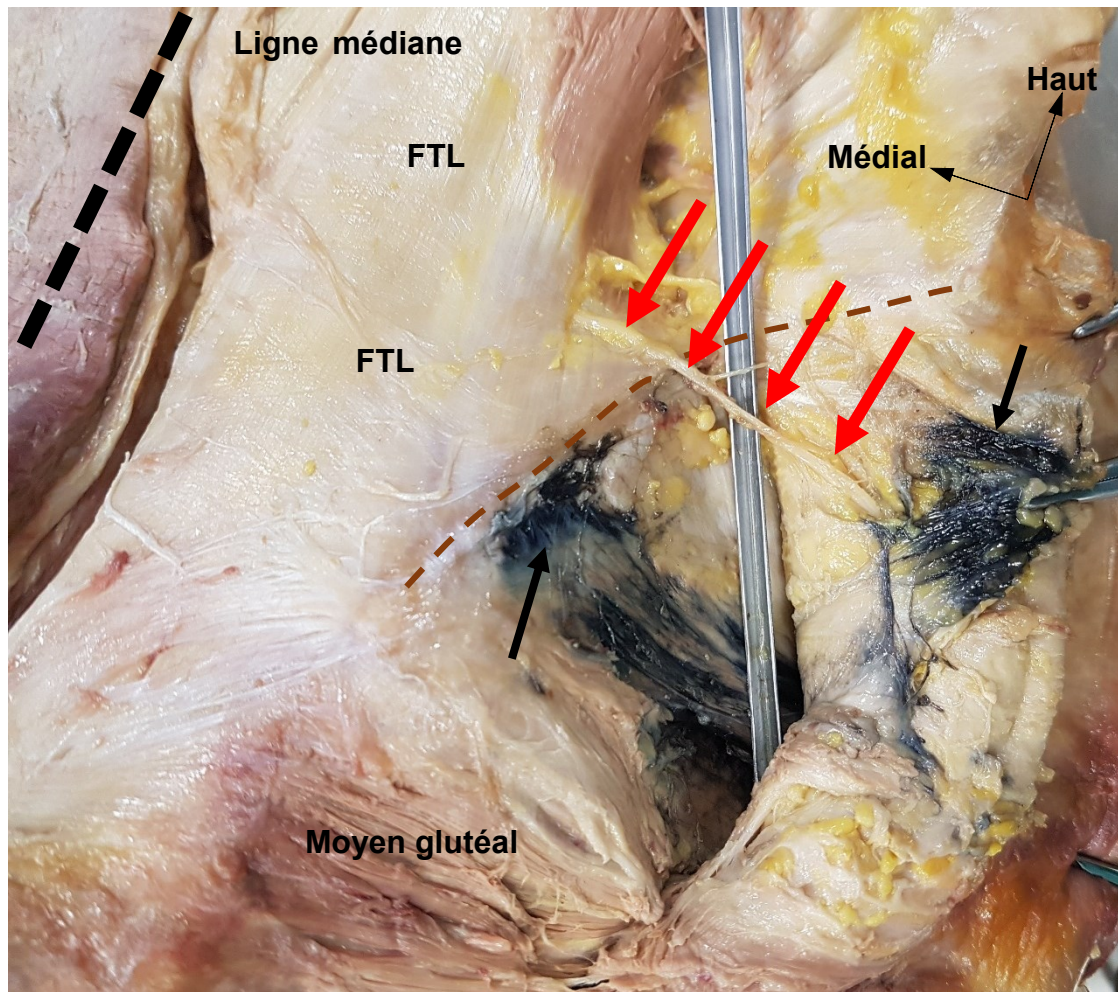


Figure 24 : mNCS (flèches rouges) marquée plus distalement que les autres sujets en surface du moyen glutéal par le charbon liquide (flèche noire).

Sujet 4 : BIOMET femme, 84 ans, 1m65, 60 kg, BMI 22 kg/m<sup>2</sup>. Sur les deux héli-bassins, au contact de la CIP à 7 cm de l'épineuse de L5, avait été repérée une seule structure tubulée hypoéchogène pouvant correspondre à la mNCS. (Figure 25). La supposée mNCS avait pu être analysée dans son grand axe longitudinale au-dessus de la CIP (Figure 26). Les branches intermédiaire et latérale n'avaient pas pu être identifiées en échographie. Sous contrôle échographique et à l'aide de 0.5 cc3 de charbon liquide, le marquage avait été effectué comme expliquée en II. B. (Figure 25). La dissection bilatérale retrouvait une mNCS marquée par le charbon (Figure 27). En échographie, la distance linéaire entre la ligne médiane et le croisement de la CIP par la mNCS à l'aide du mode panoramique a été mesurée à 7.2 cm à droite et à 7.7 cm gauche. En dissection, la distance linéaire entre la ligne médiane et le croisement de la CIP par la mNCS à l'aide d'un mètre ruban a été mesurée à 7 cm droite et 8 cm à gauche. (Tableau 1). Pour les deux héli bassins, la dissection avait retrouvé les deux autres branches des NCS. Le passage des branches iNCS et INCS au-dessus de la CIP était plus latéral et plus profond compliquant la détection en échographie. . La mNCS passait des deux côtés par un TOF alors que les branches intermédiaire et latérale passaient librement au-dessus de la CIP après leur perforation du FTL. Lors de nos dissections, des gouttières avait pu être palpées au niveau de la crête iliaque postérieure sans forcément qu'un nerf y trouve passage. La présence de TOF n'était pas non plus accompagnée systématiquement d'une gouttière.

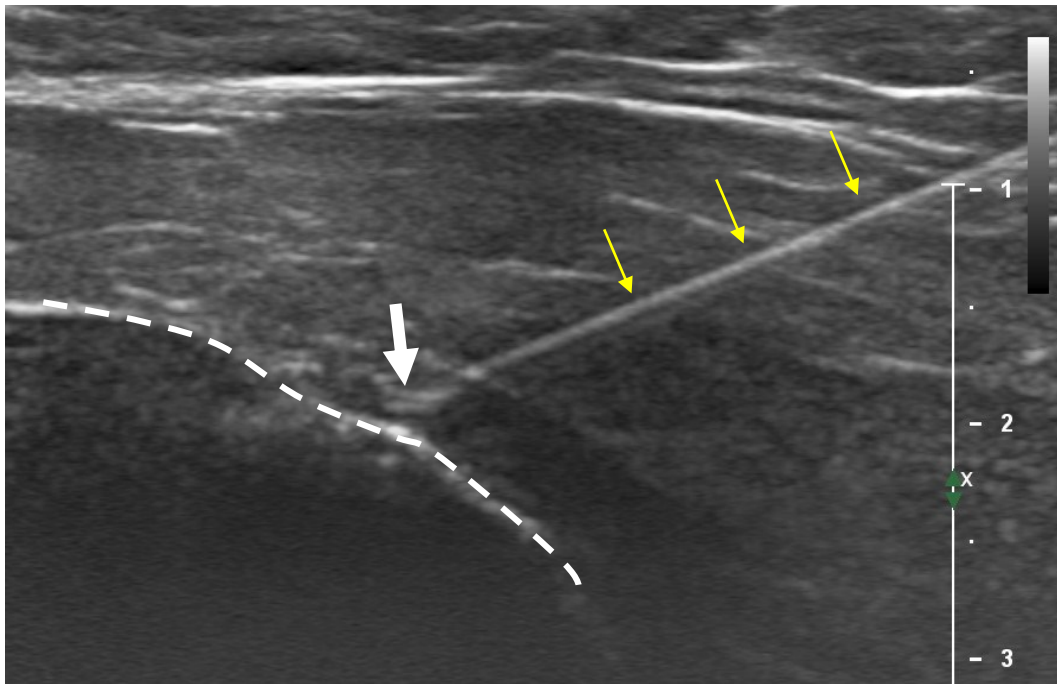


Figure 25 : Echographie, coupe axiales avec aiguille en place (flèches jaunes) au contact de la mNCS (flèche blanche) et la crête iliaque postérieure (ligne pointillée)

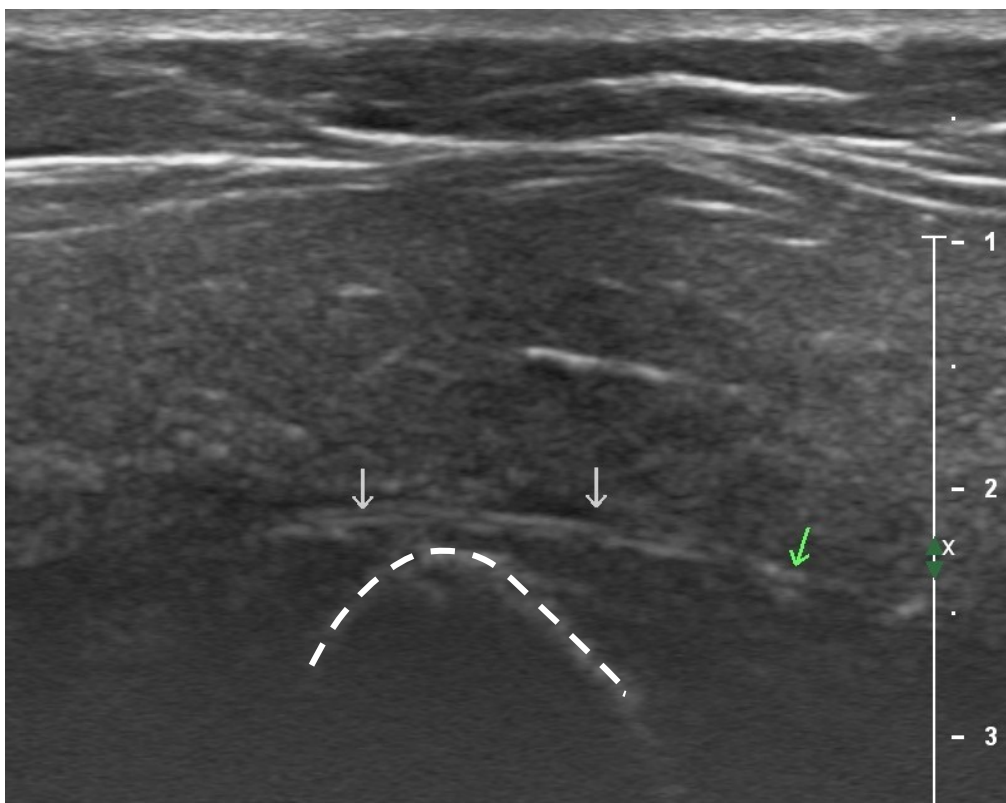


Figure 26 : Echographie, coupe longitudinale, nerf allongé (flèches) dans son grand axe au-dessus de la crête iliaque postérieure (ligne pointillée)



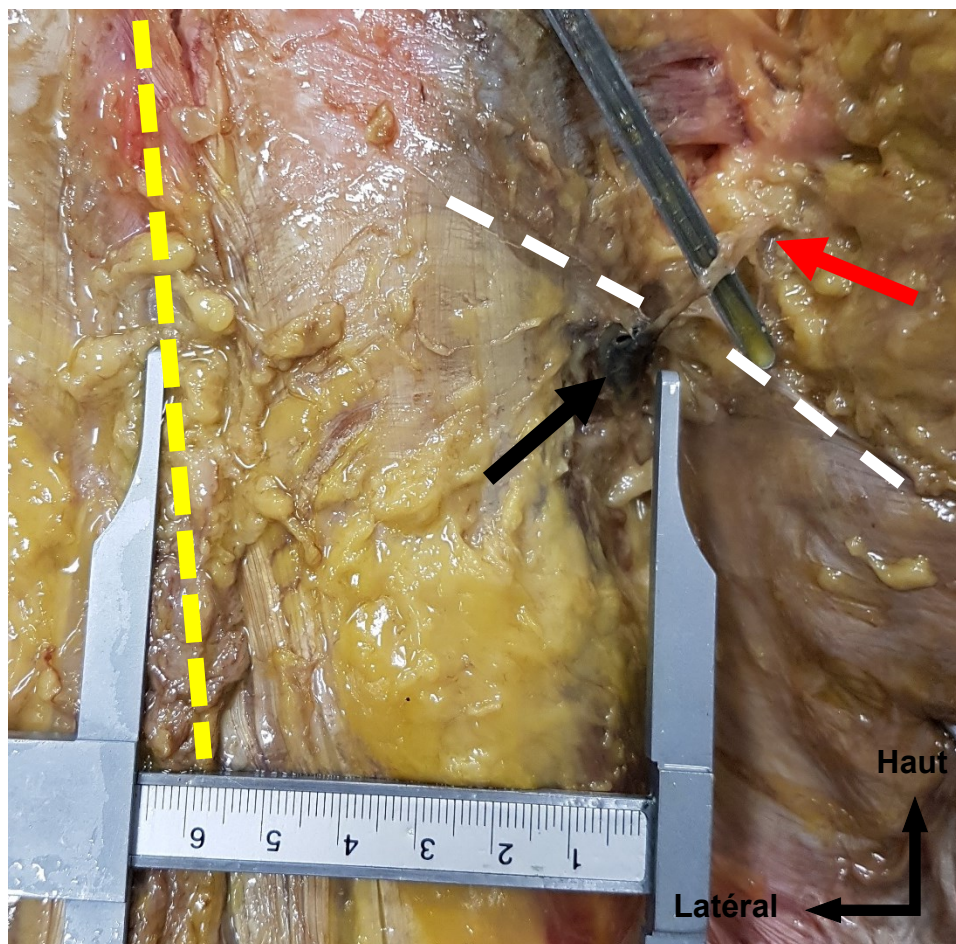


Figure 27 : Dissection de la branche médiale des NCS (flèche rouge et soulevée par la canule) correctement marquée par le charbon liquide (flèche noire) au contact de la crête iliaque postérieure (flèche blanche) chez le sujet 4, situé à 7 cm de l'épineuse de L5 ou ligne médiane (ligne discontinue)

### C. Etude échographique sur sujets volontaires

Sur un effectif total de 30 volontaires, ils y avaient 13 femmes (43.3%) et 17 hommes (56.7%). L'IMC moyen était de 22.6 kg/m<sup>2</sup> (17.36 – 35.92). L'âge moyen était de 27.5 ans (étendue : 21-36 ans) (Tableau 2).

Population n=30	Moyenne ± DS	Etendue des mesures
Age	27,5 ± 3,6 ans	[21-36]
IMC (indice de masse corporel)	22,6 ± 3,7 kg/m <sup>2</sup>	[17,36 – 35,9]
Taille	174 ± 10,7 cm	[153-190]
Poids	68,90 ± 16,4 kg	[47-110]
Sexe	Femmes : 13 (43,3%)	Hommes : 17 (56,7%)

Tableau 2 : Données descriptives de la population

Pour repérer les NCS en échographie, nous avons utilisé la même méthode de repérage que celle de l'étude échographique sur les cadavres. Pour les résultats descriptifs de la détection d'au moins un nerf parmi les 3 NCS, l'effectif total était de n=120 correspondant aux nombres de mesures bilatérales droite et gauche des deux opérateurs junior et sénior.

Concernant la détection des NCS : dans 82% des cas (n=98/120), au moins une structure compatible avec la mNCS avait été identifiée en échographie en regard de la crête iliaque (Tableau 3). La concordance inter observateur était moyenne avec Kappa = 0.55 IC95% [0.28-0.82] (Tableau 3). Un test du Khi-2 avait été utilisé pour étudier le lien entre la détection d'au moins un nerf clunéal supérieur et le sexe et un test de Student pour étudier le lien entre la détection et l'IMC. Dans les deux cas, il n'avait pas été démontré de lien entre sexe et détection p=0.068 ainsi que l'IMC et la détection p=0.059. (Tableau 4)

Quand il existait au moins une structure nerveuse, elle était unique dans 92% des cas (n=90/98) et correspondait à la mNCS. Deux branches des NCS avaient été mises en évidence dans 8% des cas (8/98) (Figure 28) (Tableau 3). Aucune des observations ne montrait trois NCS. Les données recueillies concernant le nombre de branches ont été parfaitement concordantes entre les deux opérateurs. Quand deux branches avaient été identifiées, il est important de préciser que la mNCS croisait la CIP mais que la iNCS n'était visible en échographie qu'au-dessus de la CIP, c'est à dire dans le dédoublement FTL (Figure 28). En effet, comme constaté dans l'étude échographique sur les cadavres, les iNCS et INCS croisaient la CIP trop latéralement et trop profondément pour être visible en échographie.

Dans 60% des cas (n=59) au moins une structure vasculaire adjacente à la mNCS était mise en évidence. La reproductibilité entre les deux observateurs pour cette observation était considérée comme moyenne à bonne kappa (K) = 0.58 IC95% [0.36-0.82]. (Tableau 3)

Le passage sous le fascia thoraco-lombaire (Figure 29) uniquement de la branche médiale (mNCS) avait été observé dans 55% des cas (n=54/98). La concordance pour cette détection entre les deux opérateurs était moyenne : kappa = 0.50 IC95% [0.27-0.74] (Tableau 3)

La distance linéaire entre la ligne médiane et la mNCS à son croisement au niveau de CIP (Figure 28) était mesurée à 7.55 cm  $\pm$  0.6 étendue [6.2-8.9], tous côtés et opérateurs confondus. Quand la branche intermédiaire existait, sa distance de la ligne médiane au niveau de la crête iliaque n'avait pas été évaluée. La réalisation d'un test T de Student n'avait pas retrouvé de différence significative entre les deux opérateurs pour les mesures de cette distance, p=0.70. (Tableau 3) Il n'y avait pas de lien statistique entre la distance mesurée et la taille du sujet : absence de différence significative avec p=0.198. (Tableau 4)

Le calibre de la mNCS avait été mesuré à  $0,85 \text{ cm} \pm 0,15$ . La concordance des mesures était mauvaise avec un coefficient intra classe (ICC) = 0.27 IC95% [0.04-0.48]  $p=0.0012$  (Tableau 3).

Un possible renforcement hyperéchogène à la partie distale du FTL au-dessus de la CIP a été constaté chez seulement 1% des sujets, mais sans disparité de calibre de la mNCS.

Cette donnée pouvait supposer la présence d'un TOF.



Données	Total des mesures opérateurs 1 et 2 n=120	Concordance
Détection : Au moins un nerf vu	98/120 (82%)	K = 0.55
Nombre de NCS (n=98 ≥1 NCS)		
une branche	90 (92%)	concordance
deux branches	8 (8%)	parfaite
trois branches	0 (0%)	
Au moins un vaisseau adjacent	60% (n=59)	K = 0,58
Passage sous le fascia thoraco-lombaire	55% (n=54)	K = 0,50
Distance entre mNCS et ligne médiane	7.55 cm ± 0.6	ns p = 0.70
Calibre de mNCS	0,85 cm ± 0,15	ICC = 0,27

Tableau 3 : Résultats des variables et concordance inter observateur. ns = Non Significatif K = Coefficient Kappa, ICC = coefficient intra classe.

Résultats pour Kappa et ICC : <0.4 mauvaise concordance 0.4-0.6 : concordance moyenne >0.6 bonne concordance

Liens statistiques entre	Valeurs de p
Détection d'au moins un nerf et l'indice de masse corporel	ns p=0,059
Détection d'au moins un nerf et le sexe	ns p=0,068
Distance entre mNCS et la ligne médiane et la taille du sujet	ns p=0,198

Tableau 4 : Paramètres évalués et concordance inter-observateur

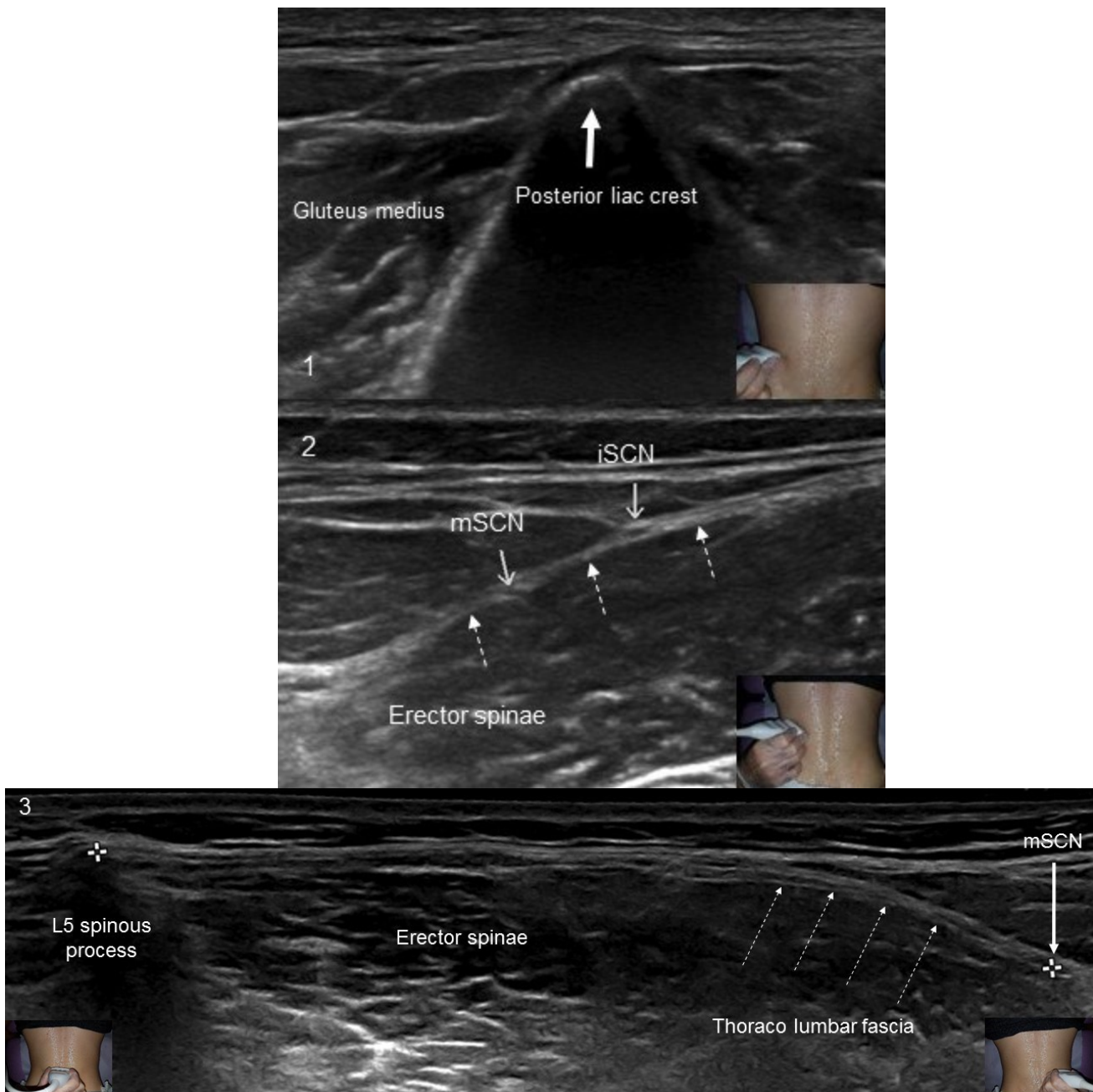


Figure 28 : 1 Echographie, coupe axiale oblique montrant la CIP et l'entèse du moyen glutéal. L'ascension crâniale de la sonde au-dessus de la CIP mettait en évidence le FTL (flèches pointillées) 2. Les mNCS et iNCS passaient sous le FTL (flèches simples).3. Utilisation du mode panoramique pour mesurer la distance entre la ligne médiane (épineuse de L5) et la mNCS passant en regard de la CIP.

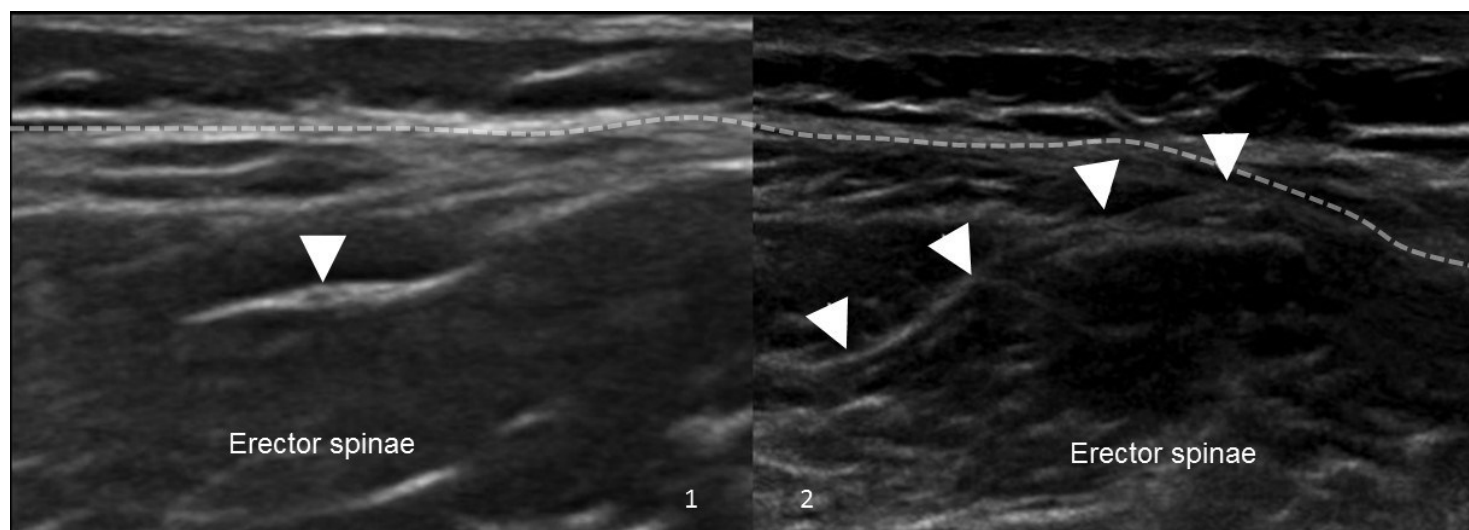


Figure 29 : Echographie 1. Coupes axiales de la mNCS (tête de flèche) dans son trajet au sein des muscles érecteurs du rachis. 2. Coupe longitudinale allongeant le grand axe de la mNCS (têtes de flèche) passant sous le FTL (ligne discontinue)

#### D. Etude IRM des nerfs cluniaux supérieurs

Trois héli-bassins avant dissection avaient été recueillis pour l'étude en IRM des NCS : un héli-tronc d'un sujet de sexe masculin (formolé 80 ans, 1m80, 90 kg, IMC 27.8 kg/m<sup>2</sup>) et un bassin complet d'un sujet féminin (BIOMET, 85 ans, 1m57, 42 kg, BMI 17 kg/m<sup>2</sup>). Nous rappelons que l'héli tronc du sujet masculin avait ensuite bénéficié de coupes axiales sériées après congélation. Des antennes de type « body » (corps) et « knee » (genou) avaient été utilisées pour les acquisitions. Les séquences 2D spin écho haute résolution en pondération T1 dans le plan axial n'avaient pas permis d'identifier avec certitude les NCS. Juste au-dessus de la crête iliaque et dans le dédoublement du FTL étaient mis en évidence un paquet probablement vasculo-nerveux pouvant contenir au moins une branche des NCS, à fortiori la mNCS, comme retrouvé lors l'étude anatomique sur cadavre à l'aide de coupes axiales sériées (Figure 30). Les séquences Fast Field Echo (FFE) et T2 Turbo spin écho (TSE) pondérées en T2 montraient un signal d'emblée supprimé de la graisse, probablement en rapport avec la modification tissulaire induite par les techniques de conservation cadavérique formolée ou à l'alcool (Biomet). Les séquences 3D isotropiques pondérées en T2 avec suppression du signal de la graisse et TE long (200ms) bénéficiaient d'une haute résolution spatiale (RS) et un champ de vue (FOV) très faible adapté à la visualisation de petites structures nerveuses. Mais ces séquences n'avaient pas permis de visualiser les NCS ni les racines du plexus lombaire à cause de l'absence de contraste entre les nerfs, les muscles et la graisse (hyposignal global). Seules des structures vasculaires étaient visibles en hypersignal T2. L'inconvénient supplémentaire de ces séquences 3D isotropiques était le temps d'acquisition très long (environ 10 minutes).

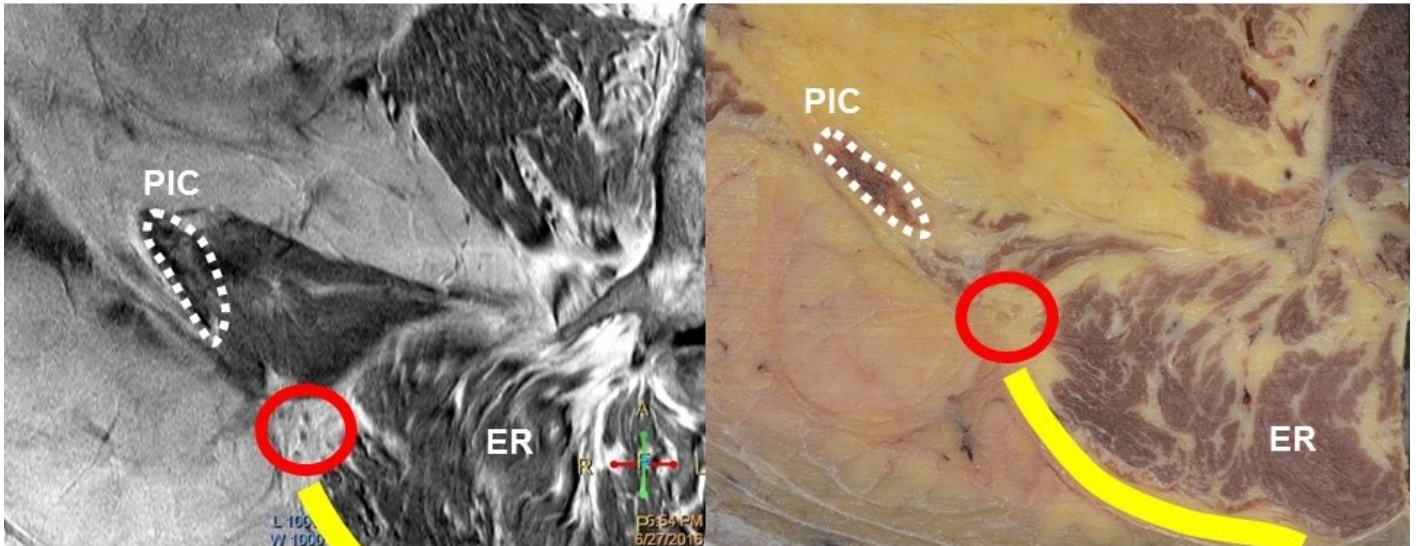


Figure 30 : Confrontation entre une coupe axiale T1 haute résolution en IRM (à gauche) et une coupe anatomique (à droite) : identification d'un paquet vasculo-nerveux (rond rouge) à la partie antérieure du fascia thoraco lombaire (ligne jaune) juste avant le croisement de la CIP (ligne pointillée). Sur les coupes sériées, il s'agissait de la mNCS.

Un sujet volontaire (homme, 1m85, 84 kg, 28 ans) ayant participé à l'étude échographique avait bénéficié d'une étude IRM complémentaire. Les mêmes séquences que les cadavres avaient été utilisées (tableau 5). Chez ce sujet, les séquences T1 haute résolution retrouvaient une structure nerveuse semblant correspondre à la mNCS dans le dédoublement du FTL juste avant son passage en regard de la crête iliaque (Figure 31). Le FTL apparaissait comme une structure linéaire en hyposignal T2. (Figure 31). Les séquences 3DFFE avec suppression du signal de la graisse possédaient le plus de résolution spatiale et de contraste entre les structures nerveuses, la graisse et les tissus musculaires car les branches du plexus lombaire étaient bien visibles en hypersignal T2 (Figure 32). Au niveau de coupe attendue, où les séquences pondérée T1 en haute résolution mettaient en évidence ce qui ressemblait le plus à la mNCS, aucune structure n'avait pu être visualisée au niveau du FTL, que ce soit à l'aide des séquences 2D ou 3D isotropiques pondérées T2 avec ou sans suppression du signal de la graisse.

Antenne	Pondération	Technique	Plan	Epaisseur / intercoupe	FOV en mm	Avantages	Inconvénients
Body	T2	TSE DIXON	Coronale	4 / 1,5 mm	375	contraste	Plan d'étude inadapté pour les NCS
Body	T2	TSE	Axiale	3 / 0,5 mm	150	Hyposignal spontanée de la graisse	RS et contraste médiocre
Body	T2 FS	FFE Fast Field Echo	3D	1,6 / -0,8 mm (chevauchement)	100	petit FOV / RS	racines du plexus lombaire non visible
Body	T2 FS	FFE Fast Field Echo	3D	1 / -0,5	171	petit FOV / RS / racines du plexus visibles	pas de contraste pour les nerfs périphériques
Genou	T2 FS	TSE	3D	1,2 / -0,6	161	Bons contraste et RS	Hypersignaux musculaires du Biomet
Body	T2 FS	DRIVE	3D	1,1 / -0,6 mm (chevauchement)	150	Très bonne RS	Long, signal des vaisseaux, contraste nul
Body	T1 HR	TSE	Axiale	3 / 0,3 mm	130	Séquences anatomiques	Contraste nerf / vaisseaux / vaisseaux / longueur d'acquisition

Tableau 5 : Séquences utilisées pour l'exploration des NCS en IRM. RS (résolution spatiale)



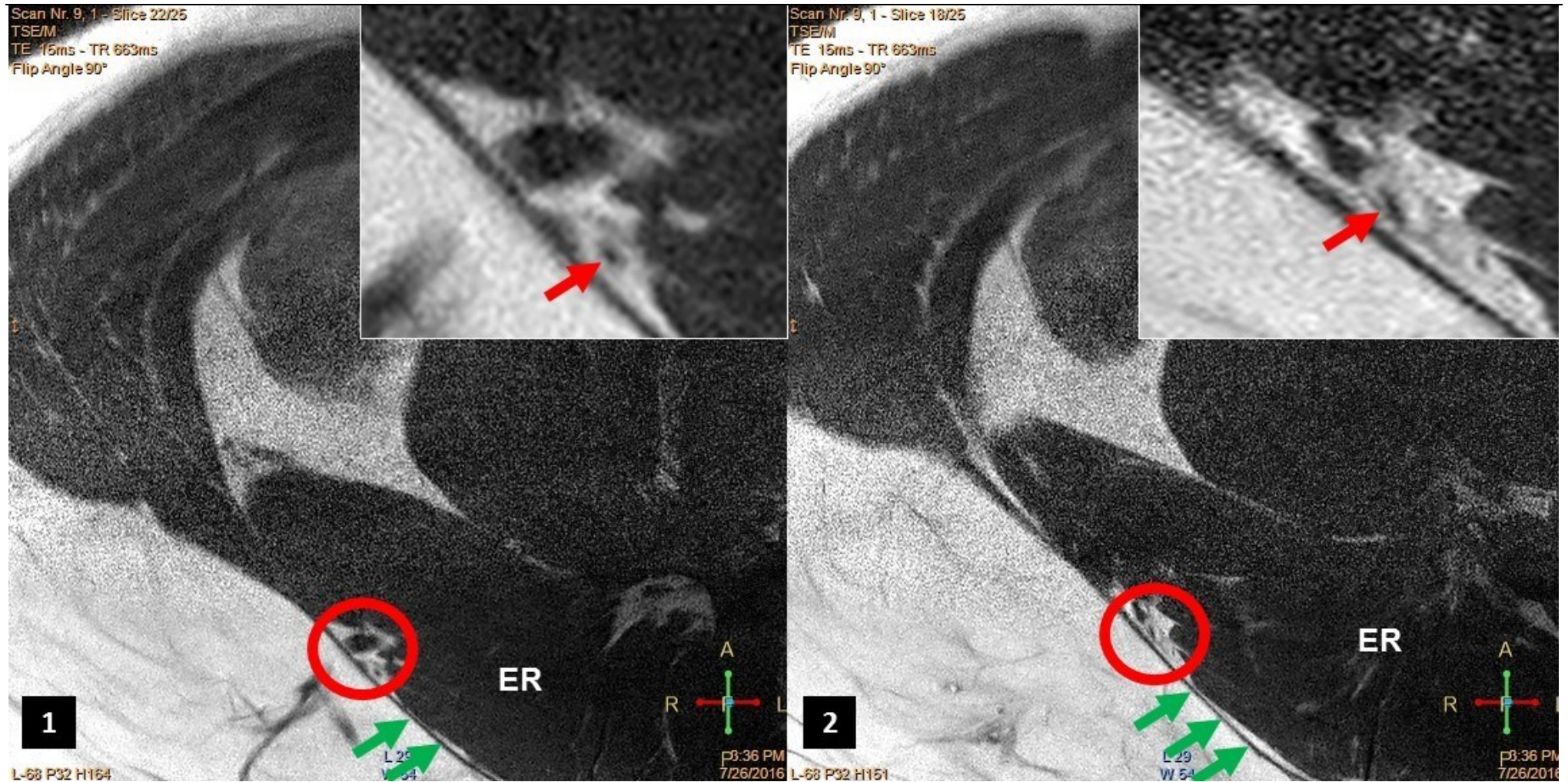


Figure 31 : Coupes axiales IRM pondérées en T1 Haute résolution : 1. En profondeur du FTL (flèches vertes) il existait une structure millimétrique pouvant correspondre à la mNCS 2. Plus en distalité, cette structure semblait s'engager au-dessus de la crête iliaque, mais n'était pas analysable plus en distalité. ER = muscles érecteurs de rachis.

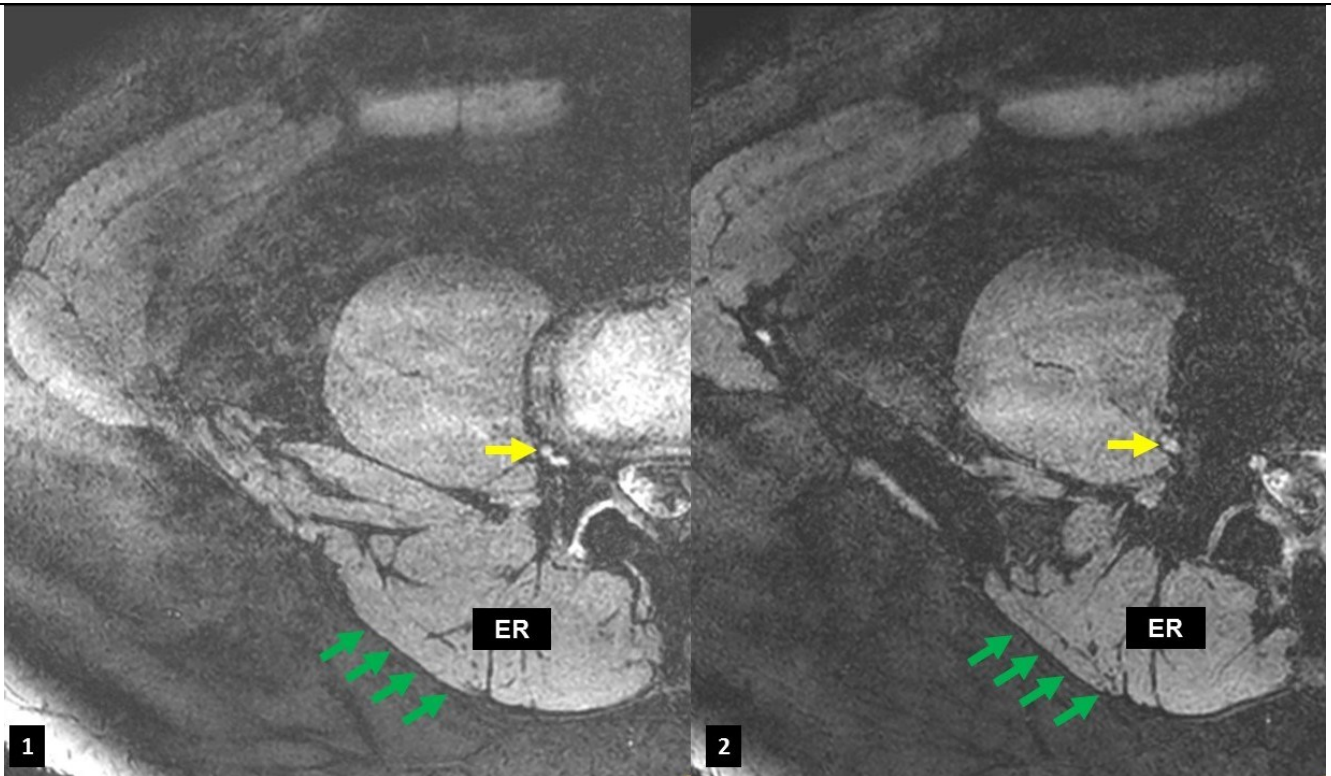


Figure 32 : Coupes axiales IRM pondérées en T2FFE 3D isotropiques : 1. Le FTL (flèches vertes) est en hyposignal et recouvre les muscles ER. Aucune structure n'est retrouvée au même niveau de coupe où la mNCS était attendue et visible sur les séquences anatomiques T1HR. 2. Technique optimisée pour la neurographie : branche L2 bien visible en hypersignal T2



## IV. Discussion

### A. Discussion des résultats

Le syndrome canalaire de la branche médiale des NCS est une cause reconnue de lombalgies basses dans la littérature (10-12, 17, 19, 21, 25, 27, 28, 46-48). Les lésions des NCS sont des complications bien connues des prélèvements chirurgicaux de greffon osseux à partir de la crête iliaque (18, 30-33). En échographie, la localisation précise des NCS a des implications cliniques utiles incluant la diminution de la morbidité des des prélèvement chirurgicaux de crête iliaque (31, 32), la réduction des lésions iatrogènes des NCS lors d'injections intra-dermiques (24). L'identification échographique des NCS permet également de détecter des névromes et des signes indirects de compression nerveuses (11, 12) et enfin d'écho-guider l'infiltration à base de dérivés cortisoniques des syndromes canauxaires de la mNCS (13).

Le but de notre étude était de déterminer, en s'appuyant sur une étude anatomique, qu'il était possible d'étudier les NCS en échographie. Nous avons tenté de visualiser les NCS en IRM mais malheureusement l'exploration s'était avérée décevante.

Comme dans l'étude de Bodner et al. (35), nous avons confirmé qu'il était clairement possible d'analyser la mNCS en échographie haute résolution. L'objectif de leur étude était de savoir si l'échographie haute fréquence avait un intérêt dans l'identification des NCS chez des patients porteurs de lombalgies basses et soupçonnés de présenter un syndrome canalaire de 0mNCS. La méthode de détection échographique de la branche médiale avait été décrite mais il s'agissait d'une première approche dans la littérature et aucun critère échographique n'avait été précisé pour analyser avec fiabilité les NCS. Seule la branche médiale des NCS avait été analysée. L'étude de Bodner et al. (35) ne comportait pas de confrontation anatomique car il n'y a pas eu d'évaluation anatomique chez des cadavres et ni chez des volontaires sains. Par

contre, nous avons utilisé comme Bodner et al. des marquages échoguidés de la mNCS suivis de dissection.

Dans notre étude chez les volontaires, dans 82% des cas, au moins une branche des NCS avait été visualisée. Dans de rares cas (8%) et chez des sujets minces, une deuxième structure était identifiable dans le dédoublement du FTL, médialement à la mNCS, qui correspondait à la iNCS. Même si la littérature ne mentionne pas que la branche intermédiaire peut être le siège d'un syndrome canalaire (10, 11, 19, 21, 27, 47) son passage au sein d'un TOF est variable mais décrit (10). Nous avons montré que dans certains cas, bien que rares, l'échographie permettait d'analyser la branche intermédiaire des NCS sous le fascia thoraco-lombaire. La iNCS n'avait jamais pu être ensuite visualisée en distalité car en corrélation avec les dissections, elle croisait la crête iliaque trop latéralement et trop profondément. Par contre, la branche latérale des NCS n'avait jamais été détectée en échographie ni chez les cadavres ni chez les volontaires, alors qu'elle était constamment retrouvée sur les héli-bassins disséqués. Il existait une parfaite concordance entre les deux opérateurs pour l'identification du nombre de branche des NCS en échographie dans l'étude chez les volontaires.

Il était également possible d'étudier la mNCS dans son trajet au-dessus de la CIP, c'est-à-dire sous le fascia thoraco-lombaire. Ce passage sous le FTL était visualisé en échographie de façon inconstante dans notre étude chez les volontaires (55% des cas) mais jamais chez les sujets de l'étude anatomique. Ces résultats suggèrent que le passage de la mNCS sous le FTL serait un repère échographique inconstant mais intéressant pour préciser le trajet de la mNCS en échographie.

La littérature suggère que la distance linéaire entre la mNCS en regard de la CIP et la ligne médiane est quasiment invariable, toujours comprise entre 7 et 8 cm (1, 10, 11, 13, 18, 19). Les résultats de nos études cadavériques et chez des volontaires retrouvaient les mêmes

résultats (Tableau 3 et 4). De plus, il existait une reproductibilité entre les deux opérateurs devant l'absence de différence significative entre les données recueillies : ICC = 0.30 IC95%(0-0.58) p=0.756. Il n'avait pas non plus été démontré de lien entre la taille du sujet et la distance à laquelle la mNCS croisait la CIP (différence non significative avec p=0.198). Ces données suggèrent que la distance de la ligne médiane à laquelle la mNCS croise la CIP est un repère important et reproductible pour identifier avec succès la mNCS en échographie.

Quand une branche des NCS avait été visualisée en échographie, dans 60% des cas, au moins une structure vasculaire adjacente avait été mise en évidence. Ces structures vasculaires apparaissaient de taille similaire (de l'ordre du millimètre) aux branches des NCS. L'étude doppler en échographie s'était avérée indispensable pour faire la distinction entre structure vasculaire et NCS.

Dans notre étude échographique chez des cadavres, après dissection, la mNCS passait au travers d'un TOF chez quelques sujets. Mais en échographie, il n'avait pas été retrouvé de repère présageant de la présence d'un TOF. Dans l'étude chez les volontaires, un seul sujet présentait un renforcement hyperéchogène au niveau de la crête iliaque postérieure juste en regard du passage de la mNCS mais ces données sont insuffisantes pour témoigner de la présence ou non d'un TOF en échographie.

Dans l'étude chez les volontaires sains, le recueil indépendant des données en échographies avait été préféré au recueil en consensus. Ce traitement indépendant des résultats nous avait permis d'estimer la concordance inter observateur pour les différentes variables. Cette analyse indépendante évitait également un biais lié à l'influence de l'opérateur sénior sur le junior.

## B. Limites

La concordance inter-observateur pour la détection d'au moins une branche de NCS était moyenne  $K=0.55$ . Concernant cette discordance entre les deux opérateurs chez les 30 sujets analysés (60 héli-bassins) : les deux opérateurs ont montré une parfaite concordance pour 51 héli-bassins. Une franche discordance entre les deux opérateurs n'avait été observée que chez 6 héli-bassins. En effet, dès qu'il existait un doute sur le caractère nerveux de la structure visualisée (image construite, vaisseaux sans signal doppler) pour un héli-bassin chez un opérateur, la donnée était traitée comme discordante. (Tableau 6). Cette concordance moyenne reflète donc plutôt une estimation basse de la concordance inter-observateur. La détection en échographie des NCS, en l'occurrence de la branche médiale, était difficile chez les cadavres porteurs d'atrophie musculaire sévère, d'enthésopathie et chez les sujets volontaires obèses.

		Détection ≥ 1 NCS				Détection ≥ 1 NCS	
		Opérateur		Opérateur			
			droite gauche		droite gauche		
<b>Sujet n°1</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°16</b>	Sénior	oui	douteux
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°2</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°17</b>	Sénior	non	non
	Junior	oui	oui		Junior	douteux	non
<b>Sujet n°3</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°18</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°4</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°19</b>	Sénior	oui	non
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°5</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°20</b>	Sénior	non	oui
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°6</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°21</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°7</b>	Sénior	non	oui	<b>Sujet n°22</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	non	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°8</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°23</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°9</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°24</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°10</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°25</b>	Sénior	oui	douteux
	Junior	oui	oui		Junior	oui	douteux
<b>Sujet n°11</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°26</b>	Sénior	non	non
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°12</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°27</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°13</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°28</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	oui	oui		Junior	non	non
<b>Sujet n°14</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°29</b>	Sénior	oui	oui
	Junior	oui	oui		Junior	oui	oui
<b>Sujet n°15</b>	Sénior	oui	oui	<b>Sujet n°30</b>	Sénior	non	non
	Junior	oui	oui		Junior	non	non

Tableau 6. Recueil des données pour la détection d'au moins une branche des NCS.

Légende : vert : concordance parfaite, bleu : douteux et rouge : absence de concordance.

Il n'existait pas de lien statistiquement significatif entre l'IMC et la détection des NCS ( $p < 0.092$ ). Il existait cependant une tendance à un IMC plus élevé pour le groupe où aucun nerf n'avait été vu :  $25.2 \text{ kg/m}^2 \pm 5.9$  contre  $22 \text{ kg/m}^2 \pm 2.6$  dans le groupe où au moins une branche des NCS avait été visualisée. L'absence de significativité des résultats pourrait provenir du fait que notre population de volontaire présente un IMC faible (moyenne de  $22.6 \text{ Kg/m}^2$ ) et suggère que la détection serait plus difficile en cas de population à plus IMC voire obèse. D'autres études sont nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Il n'existait pas de lien statistiquement significatif entre le sexe et la détection des NCS ( $p < 0.068$ ). Il existait cependant une tendance à une meilleure détection de la mNCS chez les hommes (62.5% de vu) que chez les femmes (66.7% de non vu). Ces résultats pourraient s'expliquer par la répartition différente de l'adiposité entre les deux sexes, où l'épaisseur des tissus adipeux de la région lombaire peut gêner l'exploration échographique des NCS.

Le calibre moyen de la branche médiale des NCS était de  $0,85 \text{ cm} \pm 0,15$ . Nous avons souffert d'une mauvaise reproductibilité inter observateur (ICC = 0.27 IC95% [0.04-.48]  $p=0.0012$ ) pour cette mesure (tableau 7). Ceci peut être lié au niveau de coupe échographique différente où la mNCS est mesurée : son calibre semblait varier de quelques millimètres qu'elles soient mesurées immédiatement au-dessus ou en dessous de la crête iliaque.

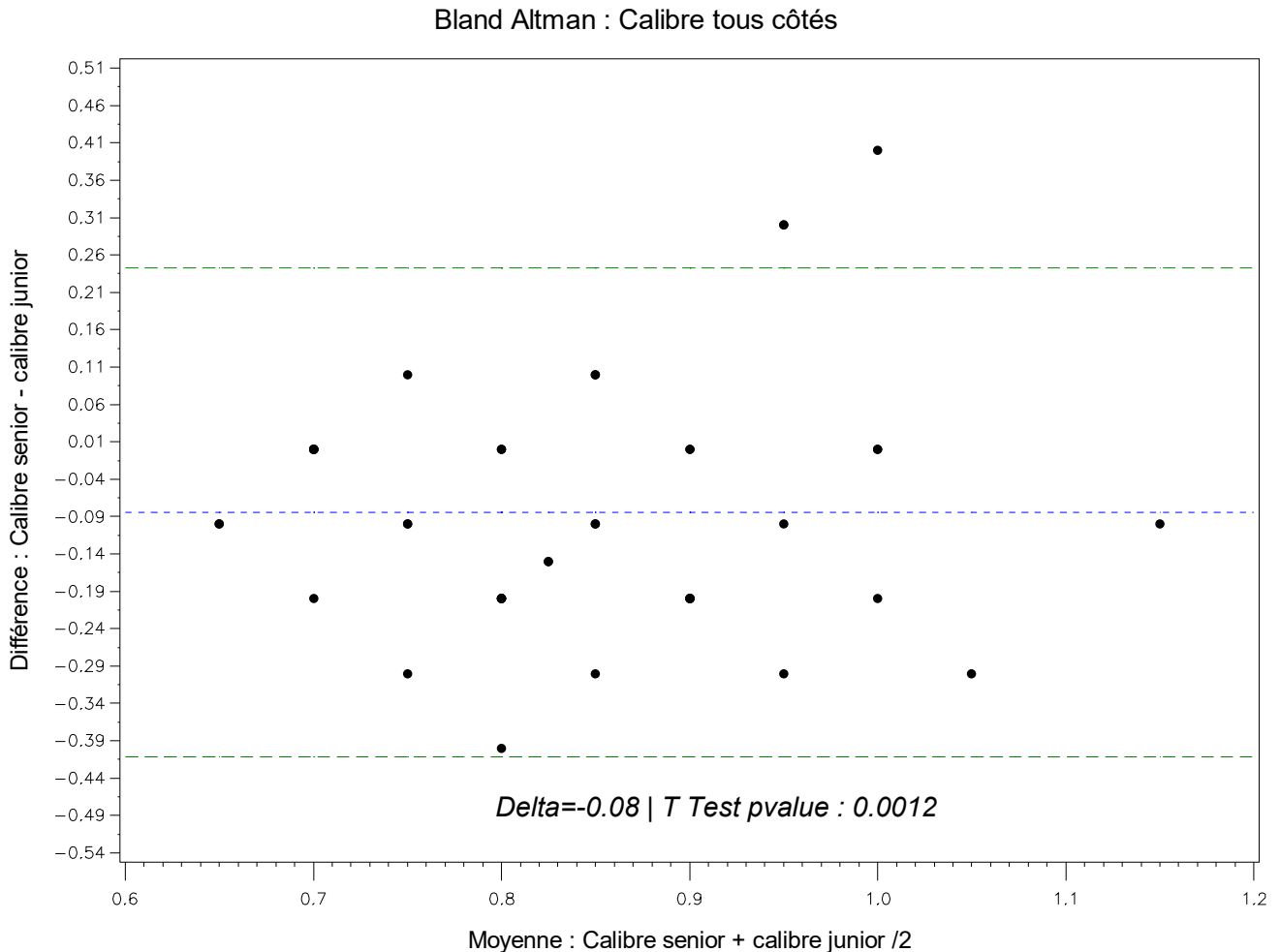


Tableau 7. Tableau de Bland-Altman montrant la dispersion des mesures de calibres entre les opérateurs. Ligne bleue pointillée = moyenne des différences de calibre entre sénior et junior. Lignes vertes pointillés =  $\pm 2$  déviation standards.

La mesure moyenne de la distance entre la ligne médiane et le passage de la mNCS au niveau de crête iliaque était de  $7.55 \text{ cm} \pm 0.6$ . Il existait une absence de différence significative des mesures réalisées par les deux observateurs ( $p=0.70$ ). Cependant, le graphique de Bland Altman mettait en avant une tendance de l'opérateur sénior à minimiser la mesure quand la distance était peu importante ( $<7.5 \text{ cm}$ ) et à la maximiser au-dessus de  $7.8 \text{ cm}$  (tableau 8). Ces résultats souffraient également d'une grande étendue des mesures (minimum  $6.2 \text{ cm}$  et maximum  $8.9 \text{ cm}$ ). La variabilité de ces mesures, malgré l'absence de lien avec la taille du sujet, peut s'expliquer par la difficulté de mesurer cette distance correctement avec le mode panoramique de l'échographe. En effet, lors de l'activation du mode panoramique, la résolution de l'image est automatiquement réduite et la précision du placement du caliper à l'emplacement exact de la mNCS diminue. Enfin, la mNCS n'était pas exactement mesurée au niveau de son passage en regard de la CIP, mais où est ce qu'elle était le mieux visible, c'est-à-dire soit un peu plus en proximalité ou en distalité de la CIP.



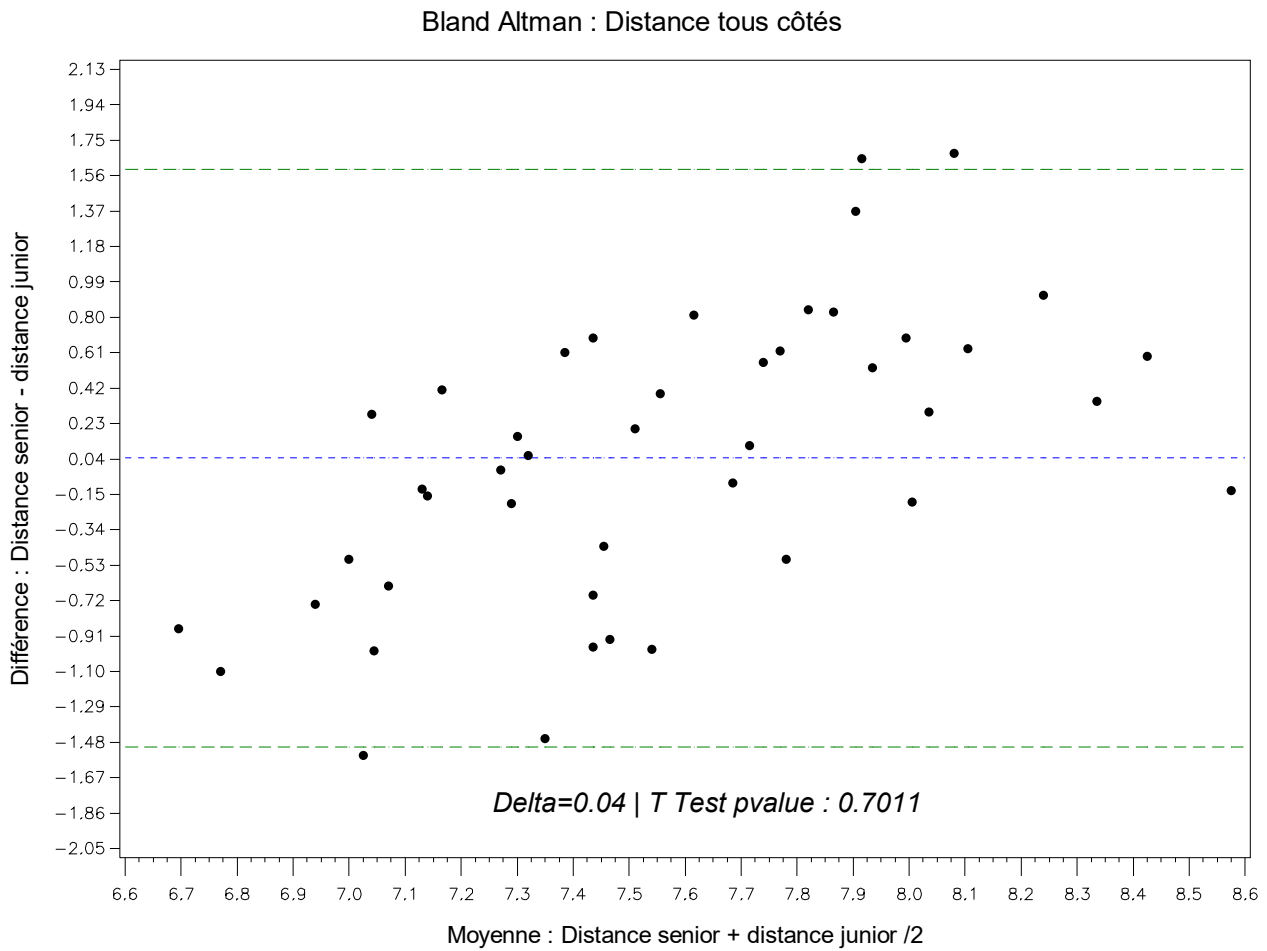


Tableau 8. Tableau de Bland-Altman montrant la dispersion des mesures des distances entre les deux opérateurs. Ligne bleue pointillée = moyenne des différences de calibre entre sénior et junior. Lignes vertes pointillés =  $\pm 2$  déviation standards.

En IRM, malgré l'utilisation sur une IRM 3T de séquences isotropiques de neurographie 3D, haute résolution, avec suppression du signal de la graisse, FOV réduit, pondération T2 optimisée, les NCS n'avaient pas pu être analysés. Seules les séquences anatomiques 2D haute résolution pondérée en T1 ont permis d'approcher ce qui ressemblait le plus à la mNCS en corrélation avec les coupes anatomiques sériées de l'hémi-tronc de notre étude anatomique. Il semble difficile d'explorer les NCS quand ils sont strictement normaux notamment à cause de leur calibre millimétrique. L'hypothèse serait que chez les patients symptomatiques soupçonnés de névrome d'un NCS ou d'un syndrome canalaire de la mNCS, un hypersignal T2 pathologique sur les séquences avec suppression du signal de la graisse ou une tuméfaction nerveuse pourrait être visualisé.

## V. Conclusion

En accord avec les résultats anatomiques et la seule étude échographique des NCS dans la littérature, nos études démontraient que chez des sujets normaux il existait trois nerfs cluniaux supérieurs en dissection et qu'en échographie haute résolution, la branche médiale et parfois la branche intermédiaire des NCS pouvaient être visualisées. La branche latérale n'était jamais visualisée en échographie. La distance entre la ligne médiane et la branche médiale des nerfs cluniaux supérieurs au niveau de la crête iliaque postérieure ainsi que le passage de la branche médiale sous le fascia thoraco-lombaire étaient les repères échographiques les plus intéressants pour une détection fiable dans notre étude. Les applications potentielles de cette technique devraient maintenant être confirmées par des études cliniques. En effet, chez des sujets qui présentent une forte suspicion de lombalgies basses liées à un syndrome canalaire des nerfs cluniaux supérieurs, la détection échographique devrait être évaluée et des critères échographiques pathologiques à type de tuméfaction ou disparité de calibre pourraient être recherchés.

Notre étude était une première approche des nerfs cluniaux supérieurs en IRM. Malgré les séquences de neurographie moderne sur notre IRM 3T, les nerfs cluniaux supérieurs n'avaient pas pu être analysés de façon satisfaisante. Ceci mériterait une étude dédiée afin d'évaluer la détection des nerfs cluniaux supérieurs en IRM chez des sujets sains et chez des sujets pathologiques soupçonnés de clunéalgies liés à un syndrome canalaire afin de rechercher des signes directs ou indirects de compression ou de souffrance nerveuse.

## VI. Bibliographie

1. Lu J, Ebraheim NA, Huntoon M, Heck BE, Yeasting RA. Anatomic considerations of superior cluneal nerve at posterior iliac crest region. *Clinical orthopaedics and related research*. 1998(347):224-8.
2. Maigne JY, Lazareth JP, Maigne R. [Anatomical study of the cutaneous innervation of the lumbosacral region. Application to the physiopathology of certain lumbalgias]. *Revue du rhumatisme et des maladies osteo-articulaires*. 1988;55(2):107-11.
3. Hovelacque A. Anatomie des nerfs crâniens et rachidiens et du système grand sympathique chez l'homme - Les branches postérieures des nerfs rachidiens 1927:337-9.
4. Gray H, Lewis WH. *Anatomy of the human body*, by Henry Gray. 20th ed. 1918;Chapter IX Neurology - 6 The Spinal Nerves - a. The Posterior Divisions.
5. Testut L, Latarjet A. *Traité d'anatomie humaine Tome II Névrologie - Organes des sens* Caractères particuliers des différents nerfs intercostaux, Douzième nerf intercostal. 1897 Chapitre III Article V:715.
6. Swan J, Chassaignac PME. *Névrologie ou description anatomique des nerfs du corps humain* 1838;Volume 1 Planches illustrées:20.
7. Maigne JY, Lazareth JP, Guerin Surville H, Maigne R. The lateral cutaneous branches of the dorsal rami of the thoraco-lumbar junction. An anatomical study on 37 dissections. *Surgical and radiologic anatomy : SRA*. 1989;11(4):289-93.
8. Gray H, Lewis WH. *Anatomy of the human body*, by Henry Gray. 20th ed. 1918;3. The Spinal Cord or Medulla Spinalis Figure 675 – A spinal nerve with its anterior and posterior roots:409.
9. Maigne JY. Thoracolumbar Junction and Thoracolumbar Spinal pain syndromes. *Société Française de Médecine Manuelle*. 1996.
10. Kuniya H, Aota Y, Saito T, Kamiya Y, Funakoshi K, Terayama H, et al. Anatomical study of superior cluneal nerve entrapment. *Journal of neurosurgery Spine*. 2013;19(1):76-80.
11. Maigne JY, Doursounian L. Entrapment neuropathy of the medial superior cluneal nerve. Nineteen cases surgically treated, with a minimum of 2 years' follow-up. *Spine*. 1997;22(10):1156-9.
12. Maigne JY, Doursounian L, Maigne R. [Tunnel syndrome of the dorsal ramus of L1 at the iliac crest. Treatment by neurolysis]. *Revue du rhumatisme et des maladies osteo-articulaires*. 1991;58(3):230-1.
13. Maigne JY, Maigne R. Trigger point of the posterior iliac crest: painful iliolumbar ligament insertion or cutaneous dorsal ramus pain? An anatomic study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1991;72(10):734-7.
14. Testut L. *Traité d'anatomie humaine Tome II Névrologie - Organes des sens - Nerfs rachidiens - Nerfs sensitifs*. 1897:754.
15. Swan J, Chassaignac PME. *Névrologie ou description anatomique des nerfs du corps humain* 1838;Volume 1 Chapitre cinquième Nerfs Dorsaux 112.
16. Swan J, Chassaignac PME. *Névrologie ou description anatomique des nerfs du corps humain* 1838;Volume 1 Chapitre sixième Nerfs lombaires:112-6.
17. Morimoto D, Isu T, Kim K, Imai T, Yamazaki K, Matsumoto R, et al. Surgical treatment of superior cluneal nerve entrapment neuropathy. *Journal of neurosurgery Spine*. 2013;19(1):71-5.
18. Tubbs RS, Levin MR, Loukas M, Potts EA, Cohen-Gadol AA. Anatomy and landmarks for the superior and middle cluneal nerves: application to posterior iliac crest harvest and entrapment syndromes. *Journal of neurosurgery Spine*. 2010;13(3):356-9.
19. Talu GK, Ozyalcin S, Talu U. Superior cluneal nerve entrapment. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2000;25(6):648-50.

20. Kuniya H, Aota Y, Kawai T, Kaneko K, Konno T, Saito T. Prospective study of superior cluneal nerve disorder as a potential cause of low back pain and leg symptoms. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2014;9:139.
21. Speed S. Entrapment of the Medial Branch of the Superior Cluneal Nerve – a Previously Unrecognized Cause of Lower Back Pain in Cricket Fast Bowlers. *Journal of Medical Cases*. 2011.
22. Maigne R. Diagnostic et traitement des douleurs communes d'origines rachidienne - Une nouvelle approche. *Expansion Scientifique Française*. 1989;Chapitre 9 - Lombalgie basse d'origine haute.
23. Maigne JY, Kenesi MA, Vadrot D, Ecoiffier J, Maigne R. [Ossification of the ligamentum flavum at the thoracolumbar junction. Role of rotatory strains]. *Revue du rhumatisme et des maladies osteo-articulaires*. 1990;57(3):197-200.
24. Maigne R. Low back pain of thoracolumbar origin. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1980;61(9):389-95.
25. Bard H, Demondion X, Vuillemin V. Les syndromes canaux des régions glutéales et de la face latérale de la hanche. *Revue du Rhumatisme*. 2007;74(4):393-400.
26. Maigne R. [The thoraco-lumbar junction syndrome. Low-back pain, pseudo-visceral pain, pseudo-hip pain and pseudo-pubic pain (author's transl)]. *La semaine des hopitaux : organe fonde par l'Association d'enseignement medical des hopitaux de Paris*. 1981;57(11-12):545-54.
27. Chiba Y, Isu T, Kim K, Iwamoto N, Morimoto D, Yamazaki K, et al. Association between intermittent low-back pain and superior cluneal nerve entrapment neuropathy. *Journal of neurosurgery Spine*. 2015:1-5.
28. Iwamoto N, Isu T, Kim K, Chiba Y, Kokubo R, Morimoto D, et al. Low Back Pain Caused by Superior Cluneal Nerve Entrapment Neuropathy in Patients with Parkinson Disease. *World neurosurgery*. 2016;87:250-4.
29. Herring A, Price DD, Nagdev A, Simon B. Superior cluneal nerve block for treatment of buttock abscesses in the emergency department. *The Journal of emergency medicine*. 2010;39(1):83-5.
30. Mahli A, Coskun D, Altun NS, Simsek A, Ocal E, Kostekci M. Alcohol neurolysis for persistent pain caused by superior cluneal nerves injury after iliac crest bone graft harvesting in orthopedic surgery: report of four cases and review of the literature. *Spine*. 2002;27(22):E478-81.
31. Sittitavornwong S, Falconer DS, Shah R, Brown N, Tubbs RS. Anatomic considerations for posterior iliac crest bone procurement. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2013;71(10):1777-88.
32. Merritt AL, Spinnicke A, Pettigrew K, Alamin TF. Gluteal-sparing approach for posterior iliac crest bone graft: description of a new technique and assessment of morbidity in ninety-two patients after spinal fusion. *Spine*. 2010;35(14):1396-400.
33. Nkenke E, Weisbach V, Winckler E, Kessler P, Schultze-Mosgau S, Wiltfang J, et al. Morbidity of harvesting of bone grafts from the iliac crest for preprosthetic augmentation procedures: a prospective study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2004;33(2):157-63.
34. Marchand F. Les nerfs cluniaux supérieurs : corrélations anatomie-imagerie. 2016;Mémoire d'anatomie - Master Biologie et Santé.
35. Bodner G, Platzgummer H, Meng S, Brugger PC, Gruber GM, Lieba-Samal D. Successful Identification and Assessment of the Superior Cluneal Nerves with High-Resolution Sonography. *Pain physician*. 2016;19(3):197-202.
36. Chang KV, Hsu SH, Wu WT, Ozcakar L. Ultrasonographic Technique for Imaging and Injecting the Superior Cluneal Nerve. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2016.

37. Soldatos T, Andreisek G, Thawait GK, Guggenberger R, Williams EH, Carrino JA, et al. High-resolution 3-T MR neurography of the lumbosacral plexus. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2013;33(4):967-87.
38. Chhabra A, Lee PP, Bizzell C, Soldatos T. 3 Tesla MR neurography--technique, interpretation, and pitfalls. *Skeletal radiology.* 2011;40(10):1249-60.
39. Petchprapa CN, Rosenberg ZS, Sconfienza LM, Cavalcanti CF, Vieira RL, Zember JS. MR imaging of entrapment neuropathies of the lower extremity. Part 1. The pelvis and hip. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc.* 2010;30(4):983-1000.
40. Thawait SK, Chaudhry V, Thawait GK, Wang KC, Belzberg A, Carrino JA, et al. High-resolution MR neurography of diffuse peripheral nerve lesions. *AJNR American journal of neuroradiology.* 2011;32(8):1365-72.
41. Amrami KK, Felmlee JP, Spinner RJ. MRI of peripheral nerves. *Neurosurgery clinics of North America.* 2008;19(4):559-72, vi.
42. Hormann M, Traxler H, Ba-Ssalamah A, Mlynarik V, Shodaj-Baghini M, Kubiena H, et al. Correlative high-resolution MR-anatomic study of sciatic, ulnar, and proper palmar digital nerve. *Magnetic resonance imaging.* 2003;21(8):879-85.
43. Kasper JM, Wadhwa V, Scott KM, Rozen S, Xi Y, Chhabra A. SHINKEI--a novel 3D isotropic MR neurography technique: technical advantages over 3DIRTSE-based imaging. *European radiology.* 2015;25(6):1672-7.
44. Filler A. Magnetic resonance neurography and diffusion tensor imaging: origins, history, and clinical impact of the first 50,000 cases with an assessment of efficacy and utility in a prospective 5000-patient study group. *Neurosurgery.* 2009;65(4 Suppl):A29-43.
45. Filler AG, Maravilla KR, Tsuruda JS. MR neurography and muscle MR imaging for image diagnosis of disorders affecting the peripheral nerves and musculature. *Neurologic clinics.* 2004;22(3):643-82, vi-vii.
46. Daijiro M, Toyohiko I, Kyongsong K, Yasuhiro C, Naotaka I, Masanori I, et al. Long-Term Outcome of Surgical Treatment for Superior Cluneal Nerve Entrapment Neuropathy. *Spine.* 2016.
47. Aota Y. Entrapment of middle cluneal nerves as an unknown cause of low back pain. *World journal of orthopedics.* 2016;7(3):167-70.
48. Ermis MN, Yildirim D, Durakbasa MO, Tamam C, Ermis OE. Medial superior cluneal nerve entrapment neuropathy in military personnel; diagnosis and etiologic factors. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation.* 2011;24(3):137-44.

## VII. Iconographies

Figure 1 : Représentation schématique d'un nerf rachidien avec émergence de son rameau postérieur (vue latérale), d'après Gray (8) .....	4
Figure 2 : Représentation schématique des NCS perforant le fascia thoraco lombaire (FTL), d'après Maigne (7) .....	4
Figure 3 : Représentation schématique de l'origine et du trajet des NCS .....	6
Figure 4 : Planche anatomique illustrant le FTL (flèches noires) d'après Gray (8).....	7
Figure 5 : Représentation schématique du passage des branches des NCS au-dessus de la crête iliaque après leur perforation du FTL, avec représentation d'un TOF (flèche noire) pour le passage de la branche médiale, d'après Lu et al. (1).....	7
Figure 6 : Photographies de dissection montrant une compression des branches médiales des NCS, d'après Maigne (7) 1. La dissection retrouvait un rétrécissement focal du calibre de la mNCS (têtes de flèches noires) témoignant d'une possible compression au sein du TOF. 2. Asymétrie de calibre traduisant une compression canalaire de la mNCS au sein d'un TOF (têtes de flèches noires) avec tuméfaction d'amont (flèches noires).....	8
Figure 7 : Photographies de dissection d'un tunnel ostéo fibreux (TOF) en regard de la crête iliaque postérieure d'après Maigne (7). Ce TOF, contenant ici la mNCS, est constitué des fibres du FTL en superficie et de la crête iliaque en profondeur. ....	9
Figure 8 : Planche anatomique illustrant les branches latérales des rameaux dorsaux et lombaires des nerfs rachidiens selon HOVELACQUE (3).....	10
Figure 9 : Planche anatomique illustrant les branches latérales des rameaux dorsaux (flèches noires) des nerfs rachidiens selon SWANN (6).....	11
Figure 10 : Représentation schématique des différents pattern de passage des NCS au sein d'un TOF (matérialisé en noir) ou passant librement après leur perforation du FTL (blanc) d'après Kuniya (10).....	14
Figure 11 : Représentation schématique des dermatomes des branches cutanées des branches latérales des rameaux postérieurs des nerfs spinaux d'après Gray (4).....	16
Figure 12 : Représentation schématique du dermatome de la branche médiale des NCS d'après Maigne (30) .....	17
Figure 13 : perforation du fascia superficiel (flèches jaunes) par la branche médiale des NCS (flèche verte) Ligne médiane (ligne discontinue blanche) .....	27
Figure 14 : Mesure de la distance par rapport à la ligne médiane (ligne discontinue) du croisement de la crête iliaque (CIP) par la mNCS (flèche blanche) perforant juste au dessus le FTL. Aponévrose superficielle du grand dorsal réclinée (Flèches noires).....	27
Figure 15 : Aponévrose superficielle réclinée (flèches noires) exposant le FTL : perforation des 3 branches des NCS : médiale, intermédiaire et latérale. Les NCS se dirigent en bas, en dehors et en arrière.....	28
Figure 16 : Photographie de dissection de l'hémi bassin gauche du sujet 1: 1 : Dissection 2: Représentation schématique de la dissection en 1 .....	29
Figure 17 : Photo de dissection : passage de la branche intermédiaire (flèche blanche) au sein d'un TOF (flèche noire) .....	30



- Figure 18 : Photographie de dissection : hémi-bassin droit du sujet 1 : Passage libre de la branche latérale (flèche bleue) au-dessus de la crête iliaque postérieure (flèche jaune) après sa perforation du FTL (flèche blanche) .....31
- Figure 19 : Photographie de dissection : apport de L3 (flèche blanche) pour L2 (flèche bleue)   droite après leurs sorties des foramens inter-vertébraux de L2 et L3 .....32
- Figure 20 : 1 : Vue macroscopique d'une coupe axiale passant par la mNCS 2. Vue de la même coupe par la technique de transillumination. Les coupes ont volontairement été inversées pour que la coupe axiale s'apparente aux coupes axiales réalisées en échographie. ....33
- Figure 21 : coupe échographique axiale au niveau de la CIP avec marquage de la structure nerveuse hypoéchogène (flèche verte)   l'aide de charbon (aiguille : flèches jaunes) .....36
- Figure 22 : 1. Repérage échographique en coupe axiale de la mNCS au niveau de la CIP. 2. Aiguille au contact de la structure nerveuse avec injection de 0.5 cc de charbon liquide. 3. mNCS marquée avec succès, ici disséquée au niveau de sa perforation du FTL. ....37
- Figure 23 : Echographie coupe axiale : Après le passage de CIP (tête de flèche blanche), identification d'une structure hypoéchogène (flèche rouge) sur le fascia superficiel (ligne pointillée verte) du muscle moyen fessier (flèche verte). Aile iliaque (ligne pointillée) délimitant la fosse glutéale. ....38
- Figure 24 : mNCS (flèches rouges) marquée plus distalement que les autres sujets en superficie du moyen glutéal par le charbon liquide (flèche noire). ....39
- Figure 25 : Echographie, coupe axiales avec aiguille en place (flèches jaunes) au contact de la mNCS (flèche blanche) et la crête iliaque postérieure (ligne pointillée) .....41
- Figure 26 : Echographie, coupe longitudinale, nerf allongé (flèches) dans son grand axe au-dessus de la crête iliaque postérieure (ligne pointillée).....41
- Figure 27 : Dissection de la branche médiale des NCS (flèche rouge et soulevée par la canule) correctement marquée par le charbon liquide (flèche noire) au contact de la crête iliaque postérieure (flèche blanche) chez le sujet 4, situé à 7 cm de l'épineuse de L5 ou ligne médiane (ligne discontinue).....42
- Figure 28 : 1 Echographie, coupe axiale oblique montrant la CIP et l'enthèse du moyen glutéal. L'ascension crâniale de la sonde au-dessus de la CIP mettait en évidence le FTL (flèches pointillées) 2. Les mNCS et iNCS passaient sous le FTL (flèches simples).3. Utilisation du mode panoramique pour mesurer la distance entre la ligne médiane ( pineuse de L5) et la mNCS passant en regard de la CIP.....47
- Figure 29 : Echographie 1. Coupes axiales de la mNCS (tête de flèche) dans son trajet au sein des muscles érecteurs du rachis. 2. Coupe longitudinale allongeant le grand axe de la mNCS (têtes de flèche) passant sous le FTL (ligne discontinue) .....48
- Figure 30 : Confrontation entre une coupe axiale T1 haute résolution en IRM (  gauche) et une coupe anatomique (  droite) : identification d'un paquet vasculo-nerveux (rond rouge)   la partie antérieure du fascia thoraco lombaire (ligne jaune) juste avant le croisement de la CIP (ligne pointillée). Sur les coupes sériées, il s'agissait de la mNCS. ....50
- Figure 31 : Coupes axiales IRM pondérées en T1 Haute résolution : 1. En profondeur du FTL (flèches vertes) il existait une structure millimétrique pouvant correspondre à la mNCS 2. Plus en distalité, cette structure semblait s'engager au-dessus de la crête iliaque, mais n'était pas analysable plus en distalité. ER = muscles érecteurs de rachis.....52

Figure 32 : Coupes axiales IRM pondérées en T2FFE 3D isotropiques : 1. Le FTL (flèches vertes) est en hyposignal et recouvre les muscles ER. Aucune structure n'est retrouvée au même niveau de coupe où la mNCS était attendue et visible sur les séquences anatomiques T1HR. 2. Technique optimisée pour la neurographie : branche L2 bien visible en hypersignal T2.....53

**AUTEUR : Nom : VAN MAEL**

**Prénom : BENOIT**

**Date de Soutenance : Lundi 22 mai 2017 à 18h00**

**Titre de la Thèse : Les nerfs cluniaux supérieurs : confrontation anatomique et échographique**

**Thèse - Médecine - Lille 2017**

**Cadre de classement : *Imagerie Médicale***

**DES + spécialité : *DES d'imagerie médicale et de radiodiagnostic***

**Mots-clés : nerfs, cluniaux supérieurs, échographie, anatomie, lombalgies, syndrome canalair**

**Résumé :**

**OBJECTIF.** Le but était d'évaluer l'apport de l'échographie et de l'IRM dans l'étude des nerfs cluniaux supérieurs au niveau de la région lombaire basse et de préciser leurs rapports avec les structures anatomiques adjacentes.

**MATERIEL ET METHODES.** L'étude a été entreprise par deux radiologues musculo-squelettiques chez des cadavres puis chez trente volontaires. Des séquences de neurographie sur une IRM 3 tesla ont été utilisées chez des cadavres et chez un sujet volontaire. La détection, le trajet et les rapports anatomiques des NCS au niveau de la région lombaire basse ont été analysés. La concordance inter-observateur a été estimée. Le recueil des données était indépendant pour l'étude échographique chez les volontaires.

**RESULTATS.** Les nerfs cluniaux supérieurs peuvent être analysés avec précision en échographie. La branche médiale a été détectée dans 82% des cas et la branche intermédiaire dans 8% des cas. La détection des nerfs cluniaux supérieurs était indépendante de l'IMC ( $p > 0.05$ ). La mesure de la distance entre la branche médiale à la crête iliaque et la ligne médiane était un critère reproductible et indépendant de la taille. Le passage sous le fascia thoraco lombaire de la branche médiale a été retrouvé dans 55% des cas. En IRM, seules séquences anatomiques T1 haute résolution rendent possibles la visualisation de la branche médiale des nerfs cluniaux supérieurs.

**CONCLUSION.** Les nerfs cluniaux supérieurs, en particulier la branche médiale, peuvent être analysés avec précision en échographie. L'IRM n'a pas encore sa place malgré les techniques de neurographie moderne sur une IRM 3 Tesla.

**Composition du Jury :**

**Président : Mme le Pr Anne COTTEN**

**Asseseurs : Mr Le Pr Xavier DEMONDION, Mr le Pr Bernard CORTET, Mr le Dr Mazen EL RAFEI**