

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

FES



Année 2015

Thèse N° 036/15

ANATOMIE CHIRURGICALE DE LA CHARNIÈRE LOMBOSACRÉE

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 19/02/2015

Mlle. BELMAJDOUB MERYEM

Née le 07 Septembre 1987 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

CHARNIERE LOMBOSACREE-ANATOMIE CHIRURGICALE- DISSECTION-NEUROCHIRURGIE

JURY

M. CHAOUI EL FAIZ MOHAMMED..... PRESIDENT
Professeur de Neurochirurgie

M. CHAKOUR KHALID..... RAPPORTEUR
Professeur d'Anatomie

M. EL KOUACHE MUSTAPHA
Professeur agrégé d'Anatomie

M. AGGOURI MOHAMED.....
Professeur agrégé de Neurochirurgie

JUGES

M. MELLAS SOUFIANE.....
Professeur agrégé d'Anatomie

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
ABREVIATIONS	5
INTRODUCTION	6
PARTIE I : RAPPEL ANATOMIQUE DE LA CLS	8
A. ostéologie du rachis lombosacré	9
1. La vertèbre lombaire	9
2. Le sacrum	13
B. les moyens d’union disco–ligamentaire	16
1. articulation intercorporéale	16
a. disque intervertébral	16
b. les ligaments : LLA et LLP	17
2. moyens d’union des arcs postérieurs	18
3. les articulations zygapophysaires	19
C. Les rapports musculaires de la région lombosacrée	20
1. le groupe musculaire postérieur	21
2. Le groupe musculaire antérolatéral.....	26
D. Les rapports vasculo–nerveux de la région lombosacrée	33
1. Les rapports vasculaires de la région lombosacrée	34
2. Les rapports nerveux de la région lombosacrée	37
PARTIE II : RAPPEL BIOMECANIQUE	40
A. Stabilité du rachis lombosacré.....	41

B. Mobilité du rachis lombosacré.....	43
C. Définition des efforts supportés par le rachis lombosacré.....	45
D. Notion d'équilibre	48
E. Identification des paramètres de mesure morphologiques	49
F. Corrélation entre les paramètres pelviens.....	50
PARTIE III : ANATOMIE CHIRURGICALE DE LA CLS	52
A. Introduction	53
B. La dissection de la charnière lombosacrée par approche postérieure..	54
C. La dissection de la charnière lombosacrée par approche antérieure rétropéritonéale.....	69
D. La dissection de la charnière lombosacrée par approche antérieure transpéritonéale	77
PARTIE IV : LES APPLICATIONS CHIRURGICALES.....	94
A. les pathologies de la CLS	96
1. Les pathologies dégénératives.....	96
a. Hernie discale	96
b. Spondylolisthesis	97
c. Le canal lombaire étroit.....	99
2. Les pathologies traumatiques	100
3. Les pathologies tumorales.....	101
a. Les tumeurs primitives	101
b. Les tumeurs secondaires	101

B. Les principaux gestes chirurgicaux.....	103
1. Décompression	103
a. Laminectomie.....	103
b. Facetectomie.....	103
c. Discectomie	104
2. Stabilisation par arthrodèse.....	104
a. Arthrodèse postérieure.....	104
b. Arthrodèse postérolatérale	104
c. Arthrodèse intersomatique postérieure ou P.L.I.F.	105
d. L'arthrodèse intersomatique antérieure ou ALIF	106
e. Arthrodèse circonférentielle, dite" à 360° "	107
3. Ostéosynthèse	107
CONCLUSION.....	108
RESUMES	110
BIBLIOGRAPHIE.....	114

ABREVIATIONS

CLS :	charnière lombosacrée.
L5 :	la 5 ^{ème} vertèbre lombaire.
S1 :	la 1 ^{ère} vertèbre sacrée.
LLA :	ligament longitudinal antérieur.
LLP :	ligament longitudinal postérieur.
M :	muscle.
DIV :	disque intervertébral.
VCI :	Veine Cave Inférieure.
AMI :	Artère Mésentérique Inférieure.
Ant :	Antérieur.
Sup :	Supérieur.
Inf :	Inferieur
Gch :	Gauche.
Drt :	Droit.
Post :	Postérieur.
TDM :	Tomodensitométrie.
IRM :	imagerie par résonance magnétique.
SPL :	spondylolisthesis.
FMPF :	faculté de médecine et de pharmacie de Fès.

INTRODUCTION

La charnière lombosacrée a fait l'objet de multiples publications en médecine humaine. L'intérêt porté à cette articulation tient à ses particularités anatomiques et fonctionnelles. Elle correspond à l'espace situé entre la 4^{ème} vertèbre lombaire (L4) mobile et la première pièce sacrée (S1) fixe. Elle est caractérisée par la présence d'un robuste système ligamentaire et des rapports anatomiques importants avec axe vasculaire aortico-cave et la fourche bi-iliaque, avec la chaîne sympathique lombaire, le plexus hypogastrique supérieur et le 1/3 distale de l'uretère.

La CLS peut être le siège de nombreuses pathologies dégénératives, traumatiques, infectieuses, ou tumorales qui encourent un double risque neurologique et orthopédique en compromettant la stabilité de cette région. Ainsi, le neurochirurgien peut être amené à aborder cette CLS soit pour décompresser les éléments nerveux qui la constituent ou pour restaurer sa stabilité biomécanique.

L'abord de la CLS peut être réalisé par des voies antérieures ou postérieures. La voie antérieure rétro-péritonéale et trans-péritonéale permet un accès direct aux corps vertébraux et aux disques intervertébraux. La voie postérieure permet une bonne exposition de l'arc postérieur et de la partie postérieure du disque intervertébral ainsi que les structures neurologiques. Le choix de ces voies, est guidé par la pathologie à traiter, l'étendue des lésions et les habitudes des équipes chirurgicales.

Dans ce travail, on va commencer par un rappel anatomique et biomécanique avant de détailler l'anatomie chirurgicale et les différentes voies d'abord permettant l'accès à la CLS, et cela à partir d'un travail de dissection sur des pièces cadavériques, réalisé au sein du Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès.

**PARTIE I : RAPPEL
ANATOMIQUE DE LA
CLS**

A. ostéologie du rachis lombosacré [1, 2]

La CLS correspond à l'espace situé entre la 4^{ème} vertèbre lombaire et la première pièce sacrée S1. Les dimensions de ces éléments varient de manière importante selon les individus mais leurs critères morphologiques restent identiques.

1. La vertèbre lombaire :

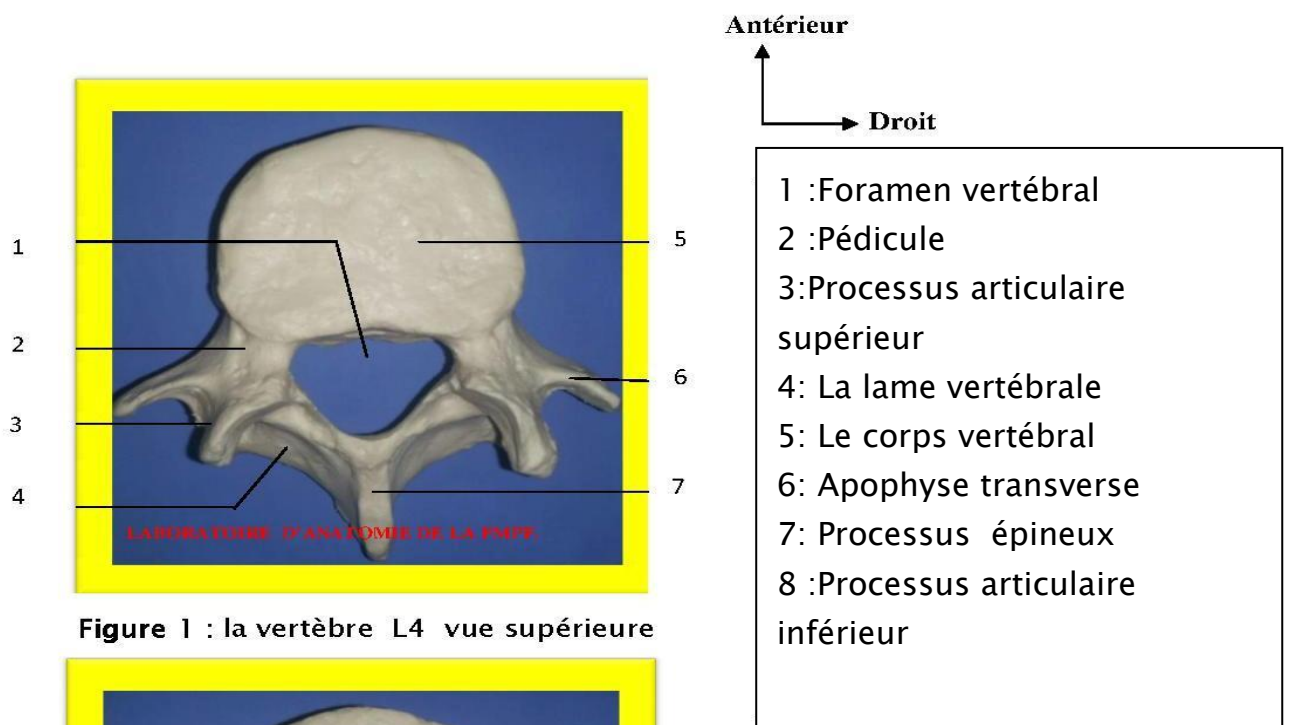


Figure 1 : la vertèbre L4 vue supérieure

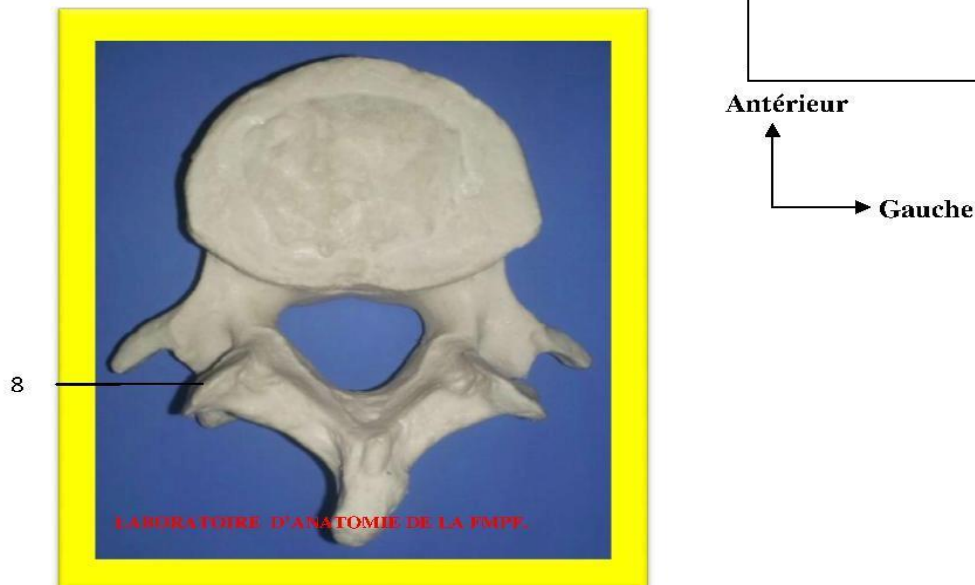
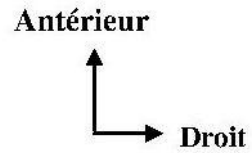


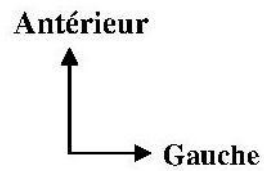
Figure 2 : la vertèbre L4 vue inférieure



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8

- 1: Foramen vertébral
- 2: Pédicule
- 3: Processus artulaire supérieur
- 4: La lame vertébrale
- 5: Le corps vertébral
- 6: Apophyse transverse
- 7: Processus mamillaire
- 8: Processus épineux
- 9: Processus artulaire inférieur

Figure 3 : la vertèbre L5 Vue supérieure



- 9

Figure 4 : la vertèbre L5 Vue inférieure

- Comme toutes les autres vertèbres du rachis, la vertèbre lombaire présente :
- Une partie antérieure renflée, le corps vertébral.
 - Un arc osseux à concavité antérieure, l'arc neural ou arc postérieur, délimitant avec la face postérieure du corps vertébral un orifice, le trou vertébral ou trou rachidien. Cet arc est constitué de chaque côté par les pédicules en avant et les lames vertébrales en arrière.
 - 7 apophyses :
 - Une saillie médiane postérieure, l'apophyse épineuse.
 - Deux éminences horizontales et transversales, les apophyses transverses.
 - Quatre saillies verticales, les apophyses articulaires supérieures et inférieures, par lesquelles la vertèbre s'unit aux vertèbres voisines.
- Par rapport à la vertèbre fondamentale, la vertèbre lombaire apparaît grossie épaisse et renforcée avec certains caractères particuliers qui sont :
- Le corps vertébral est volumineux, réniforme à grand axe transversal.
 - Les pédicules sont très épais et se détachent de la moitié supérieure du corps à la hauteur des angles postérieurs.
 - Les lames vertébrales sont plus hautes que larges.
 - Les apophyses épineuses sont dirigées horizontalement en arrière.
 - Les apophyses transverses ou costiformes s'implantent à l'union du pédicule et de l'apophyse articulaire supérieure. Elles sont longues, étroites et se terminent par une extrémité effilée.
 - Les apophyses articulaires supérieures sont situées en arrière et au dessus des apophyses transverses. Leur face interne porte une surface articulaire excavée, facette, et orientée en dedans et en arrière. Leur bord postérieur présente un relief arrondi, le tubercule mamillaire.

- Les apophyses articulaires inférieures offrent une surface articulaire convexe qui regarde en dehors et légèrement en avant.
- Le trou vertébral est triangulaire et ses trois côtés sont à peu près égaux.
- La cinquième vertèbre lombaire est caractérisée par :
 - La hauteur du corps est plus grande en avant qu'en arrière.
 - Les apophyses articulaires inférieures sont plus écartées l'une de l'autre que dans les autres vertèbres.
 - Son processus transverse peut s'hypertrophier et s'appuyer sur le sacrum ébauchant à une sacralisation.

2. Le sacrum :

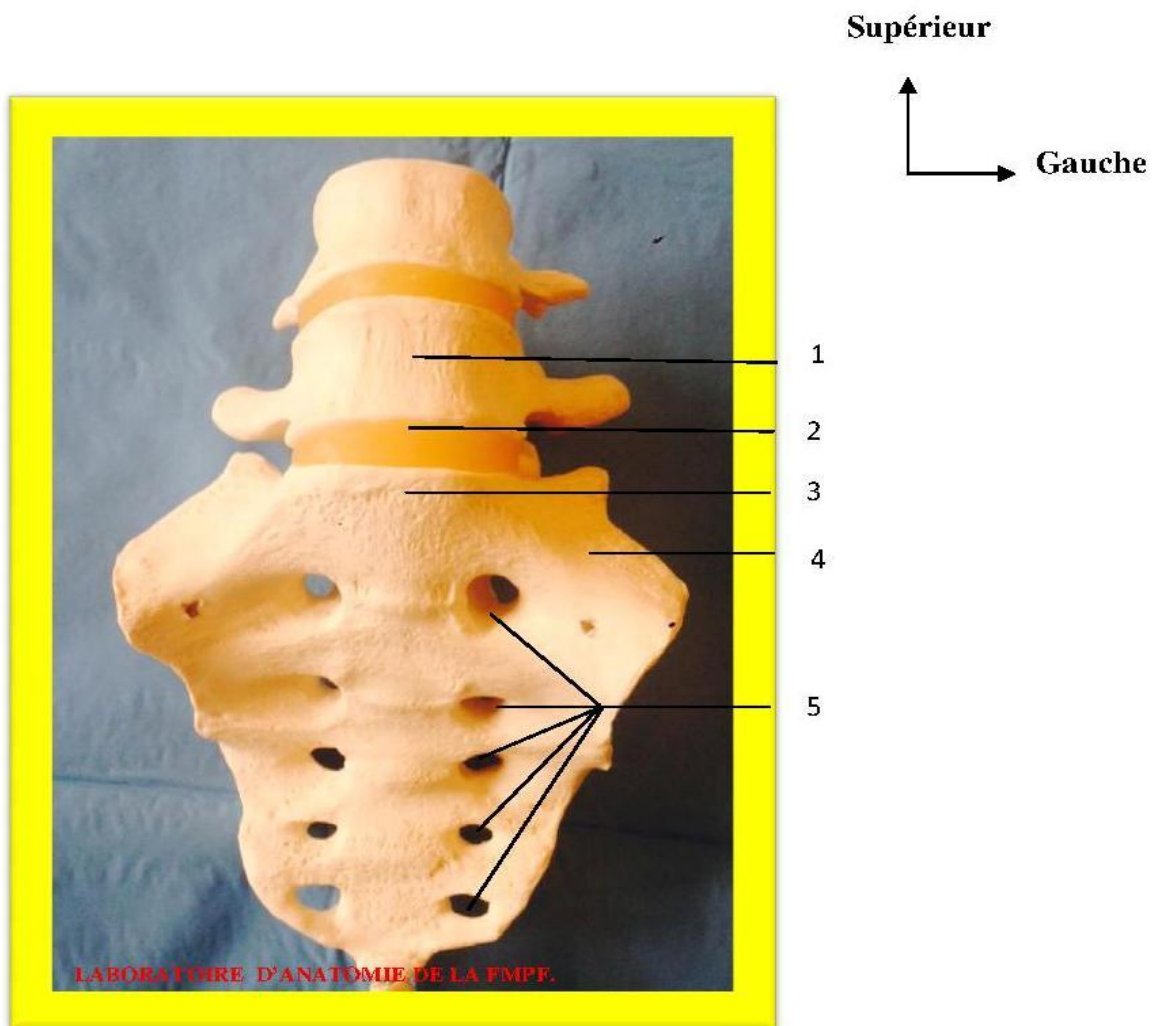


Figure 5 : articulation lombosacrée.

Le sacrum (Vue antérieure).

1 : La vertèbre L5

2 : Le disque intervertébral L5-S1

3 : Le promontoire

4 : Aile sacrée

5 : Les foramens sacrés antérieurs

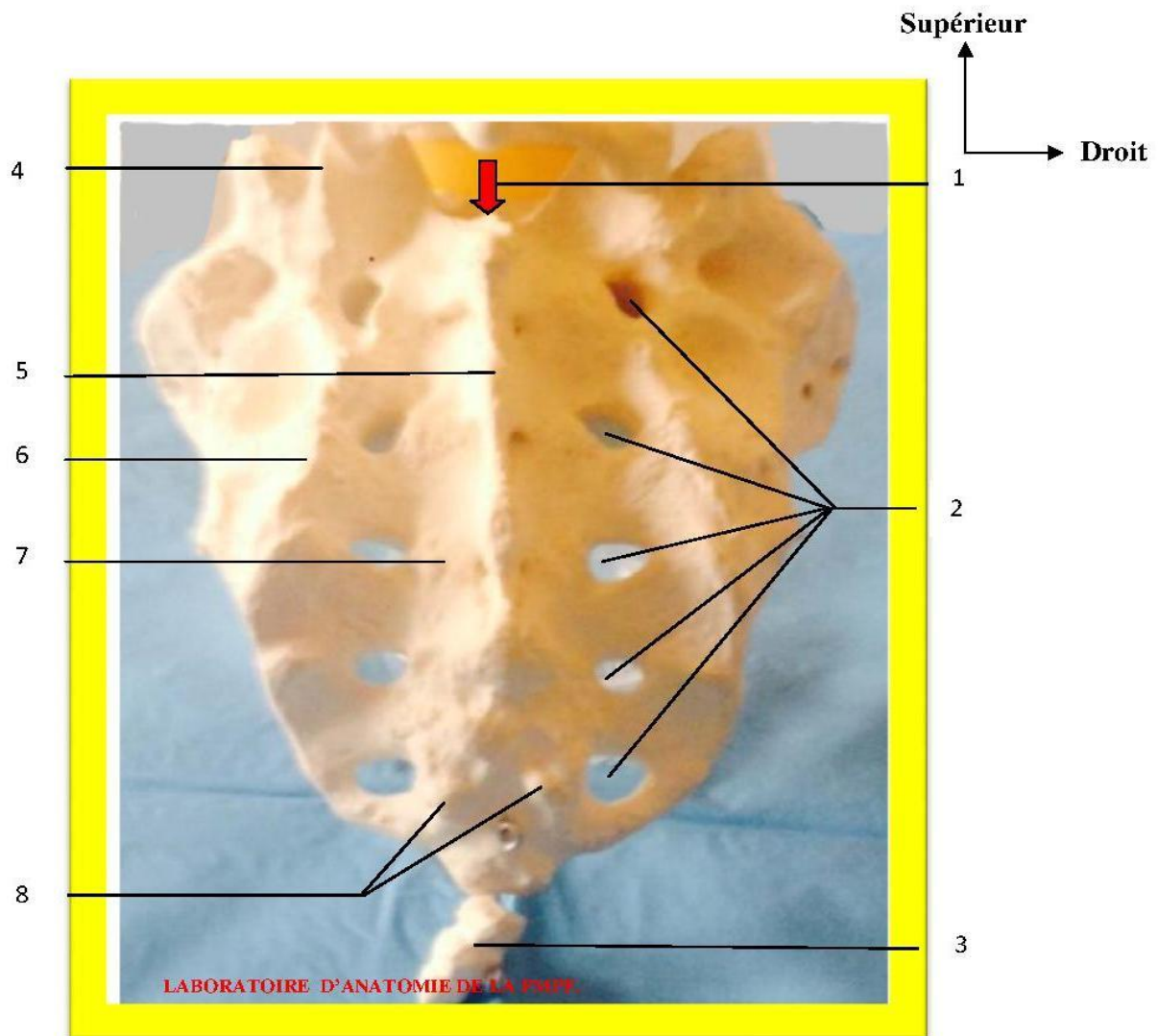


Figure 6 : Le sacrum (Vue postérieure).

- 1 : Le canal sacré
- 2 : Les foramens sacrés postérieurs
- 3 : Le coccyx
- 4 : Processus articulaire supérieur
- 5 : La crête sacrée médiane
- 6 : La crête sacrée latérale
- 7 : La crête sacrée intermédiaire
- 8 : Les cornes sacrées

Le sacrum forme avec le coccyx la partie postérieure de la ceinture pelvienne. Il résulte de la soudure des 5 vertèbres sacrées. Il a la forme d'une pyramide quadrangulaire avec 4 faces, une base supérieure et un sommet inférieur :

- La face antérieure : concave, elle présente dans sa partie moyenne la bande des corps vertébraux séparés par des crêtes transversales de part et d'autre de ces dernières se trouvent les 5 trous sacrés antérieurs prolongés en dehors par les gouttières des nerfs sacrés.
- La face postérieure : convexe elle présente la crête sacrée qui se bifurque en bas pour donner les cornes du sacrum, de part et d'autre de cette crête on observe les gouttières sacrées puis les tubercules sacrés postéro-médiaux, les trous sacrés postérieurs et les tubercules sacrés postéro-latéraux.
- Les faces latérales : elles présentent dans leur partie supérieure la surface articulaire qui va répondre à celle de l'os coxal, dans leur partie inférieure les surfaces latérales sont réduites à un bord large où s'insèrent le grand ligament sacro-sciatique en arrière et le petit ligament sacro-sciatique en avant.
- La base du sacrum : Elle s'articule par l'intermédiaire du corps vertébral de la première vertèbre sacrée avec celui de la cinquième vertèbre lombaire, formant un angle saillant en avant le promontoire. En arrière on observe l'orifice supérieur du canal sacré, de forme triangulaire. Latéralement se trouvent les apophyses articulaires supérieures de la première vertèbre sacrée ainsi que deux surfaces triangulaires les ailerons sacrés.
- Le sommet du sacrum : Il correspond à la surface articulaire inférieure du sacrum destinée à s'articuler avec le coccyx.

B. les moyens d'union disco-ligamentaire

La cohésion des éléments osseux est assurée par des surfaces articulaires et par des structures de renforcement capsulaires et ligamentaires.

1. articulation intercorporéale

Cette articulation fibro-cartilagineuse est constituée par le disque intervertébral et renforcée par les ligaments : LLA et LLP.

a. disque intervertébral [3,5]

C'est une lentille biconvexe interposée entre les corps vertébraux. Du fait de sa situation, le DIV peut être assimilé à un ligament volumineux attachant les corps vertébraux. Il est particulièrement épais à ce niveau et légèrement mince dans ses parties postérolatérales. Sa structure est hétérogène et il se compose d'un noyau pulpeux central et d'un anneau fibreux périphérique.

❖ Le noyau pulpeux : nucleus pulposus

Il occupe une position centrale légèrement décalée vers l'arrière. Il se compose de cellules mésenchymateuses noyées dans une matrice gélatineuse formée de fibrilles collagéniques et de glycosaminoglycanes. Il joue comme une bille de métal entre 2 pièces plates et se déplace de façon à répartir les pressions. Il assure aussi bien l'écartement des vertèbres que l'atténuation des chocs et la répartition des forces lors de la mise en charge.

❖ **L'anneau fibreux : Annulus fibrosus**

L'Annulus apparaît globalement plus épais en avant et plus mince dans ses parties postérolatérales. Il est formé par la succession de lamelles concentriques et solidaires entre elles.

Chaque lamelle est constituée de fibres parallèles à direction oblique s'insérant sur les plateaux vertébraux. D'une lamelle à l'autre, la direction s'inverse. Cette disposition alternée donne au disque une grande stabilité et accroît sa résistance à la torsion.

Les DIV agissent comme des coussinets élastiques dans lesquels les noyaux gélatineux repartissent les pressions lors des mouvements de la colonne vertébrale.

Le disque subit une dégénérescence avec l'âge ce qui modifie ses propriétés biochimiques et biomécaniques, Il est le siège d'une maturation progressive jusqu'à l'âge adulte (environ 30 ans) puis d'un vieillissement d'intensité variable selon les sujets, tout en résistant à des contraintes mécaniques externes complexes.

b. les ligaments : LLA et LLP [4, 5, 6]

Ces ligaments sont représentés par 2 bandes fibreuses, blanc nacré, qui s'étendent sur toute la hauteur de la colonne vertébrale, l'un en avant et l'autre en arrière des corps vertébraux.

❖ **Le ligament longitudinal antérieur :**

C'est une longue bande fibreuse tendue de la base de l'occiput jusqu'à la face antérieure de S2. Elle adhère à la face antérieure des corps vertébraux et des disques intervertébraux. Elle se compose de fibres longues superficielles qui

s'étendent sur trois ou quatre vertèbres et de fibres courtes profondes qui unissent deux vertèbres adjacentes. Ce ligament assure une contention passive antérieure de l'unité fonctionnelle qui limite le mouvement d'extension.

❖ **Le ligament longitudinal postérieur :**

Le LLP est situé sur le versant postérieur des corps vertébraux et recouvre la paroi antérieure du canal rachidien. Il s'étend de l'apophyse basilaire de l'occipital jusqu'à la face postérieure de la première pièce coccygienne. Large en arrière du DIV et très étroit au niveau de la partie médiane des corps vertébraux. Il présente une succession de dentelures au niveau des disques auxquels il adhère, séparées à la partie moyenne des corps par une bande en rapport avec les veines du plexus transverse antérieure qui sépare cette bande de la face postérieure du corps. Son rôle mécanique de stabilisation de la flexion lombaire est modeste.

2. moyens d'union des arcs postérieurs [5, 7]

- a. **Le ligament jaune :** Se fixe sur le bord des lames sus et sous-jacente. De coloration jaunâtre, il est rectangulaire et particulièrement épais et résistant dans la région lombaire. Il limite la flexion.
- b. **Le ligament supra épineux :** Est un cordon fibreux solide tendu du processus épineux de la septième vertèbre cervicale à la crête sacrée. Il se fixe au sommet des processus épineux des vertèbres.
- c. **Les ligaments inter épineux :** Unissent le bord des processus épineux sus et sous-jacents. Solides et très élastiques, ils limitent la flexion du rachis et contribuent au maintien de la posture vertébrale.
- d. **Les ligaments intertransversaires :** Sont de fines lames fibreuses unissant les processus transverses.

e. Le ligament ilio-lombaire : Relie l'extrémité de la transverse de L5 et parfois de L4, dont il prolonge la direction au versant ventral de la crête iliaque. Il joue un rôle important dans la stabilité de la charnière lombosacrée, en particulier en limitant la latéflexion.

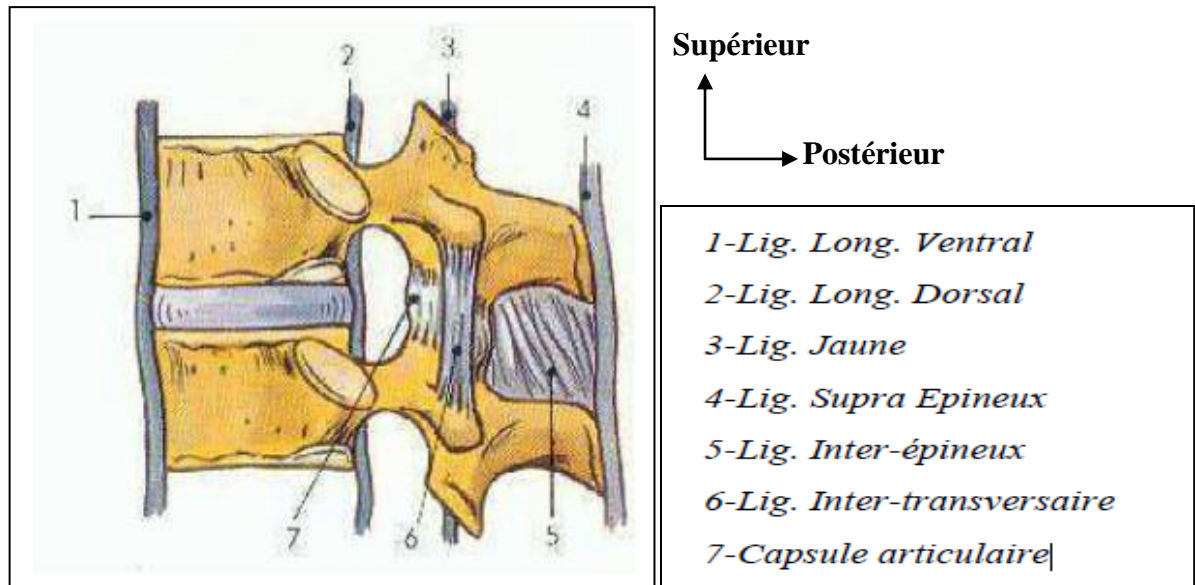


Figure 7 : les ligaments intervertébraux

3. les articulations zygapophysaires [5 ,8]

Les articulations zygapophysaires sont constituées des processus articulaires supérieurs et inférieurs et des capsules articulaires.

Les surfaces aux extrémités des processus articulaires sont appelées facettes articulaires supérieures (concave) et inférieures (convexe). Elles sont recouvertes de cartilage hyalin autorisant ainsi le glissement lors des déplacements relatifs.

Les capsules articulaires sont formées de fibres élastiques et attachées à la périphérie des facettes articulaires.

C. Les rapports musculaires de la région lombosacrée [1, 9, 10]

La connaissance des muscles vertébraux est non seulement nécessaire pour la compréhension de la statique et de la dynamique rachidienne, mais leur connaissance est aussi nécessaire pour le chirurgien au cours de son acte opératoire afin d'éviter l'altération de la qualité de ces muscles qui est parfois très invalidante.

On distingue premièrement des muscles qui s'insèrent directement (intrinsèques) sur le rachis lombaire, qu'ils mobilisent et stabilisent, comme les paravertébraux dorsaux, le muscle carré des lombes et la portion vertébrale du psoas, et ensuite des muscles dits extrinsèques, de la paroi antérolatérale de l'abdomen qui jouent un rôle indirecte dans la stabilisation du rachis.

Ces muscles se disposent en deux groupes :

- Le groupe musculaire postérieur formé par les muscles extenseurs du rachis et qui sont de la superficie vers la profondeur : le muscle grand dorsal, le muscle dentelé postéroinférieur et les muscles érecteurs du rachis avec leur masse commune sacro-lombaire. Ce plan postérieur est caractérisé par sa richesse musculaire par rapport au plan antérieur ce qui permet de redresser le rachis vers l'arrière avec le maintien de la lordose lombaire.
- Le groupe musculaire antérolatéral formé par les muscles antérieurs du rachis et les muscles de la paroi antérolatérale de l'abdomen. Ce sont des muscles fléchisseurs du rachis.

1. le groupe musculaire postérieur :

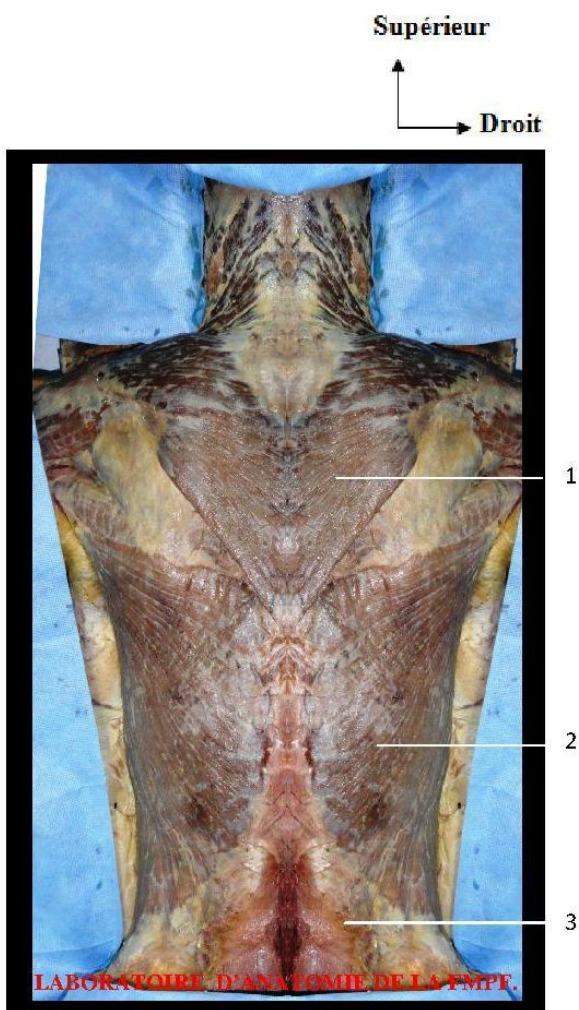


Figure 8 : Vue postérieure montrant le plan musculaire superficiel du dos.

- 1 : Muscle trapèze
- 2 : Muscle grand dorsale
- 3: Fascia thoracolombaire

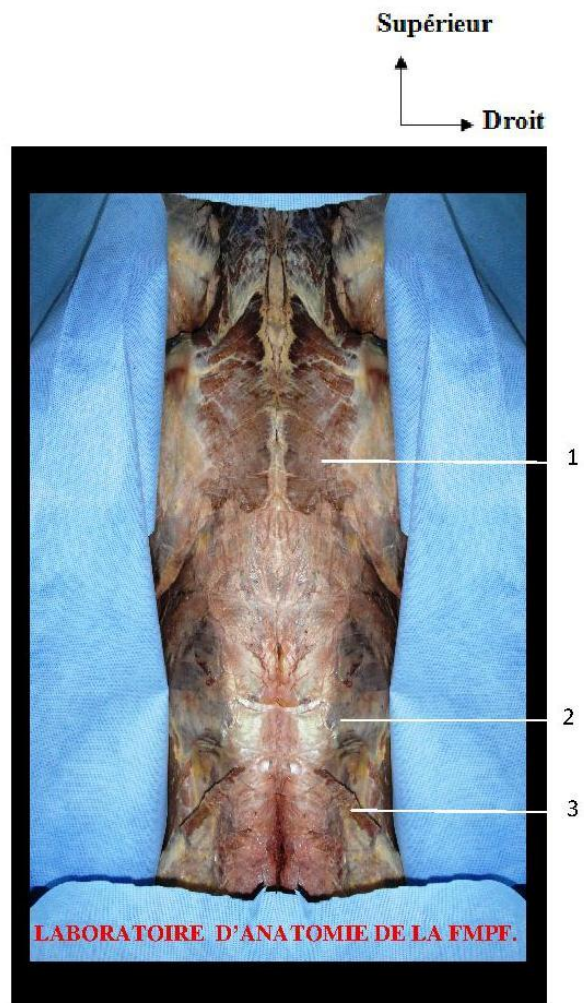


Figure 9 : Vue postérieure montrant le plan musculaire intermédiaire du dos.

- 1 : Muscle dentelé postérosupérieur
- 2 : Muscle dentelé postéroinférieur
- 3: Muscle grand dorsal sectionné

Ce groupe est représenté de la superficie vers la profondeur par les muscles suivants :

a. Le muscle grand dorsal :

Large et aplati, il a une forme triangulaire. Il s'insère sur :

Les apophyses épineuses des six dernières vertèbres dorsales et des cinq vertèbres lombaires ainsi que les ligaments interépineux correspondants.

La crête sacrée postérieure.

Le tiers postérieur de la lèvre latérale de la crête iliaque.

La face externe des quatre dernières côtes.

De ces différentes origines se détache une lame aponévrotique, c'est l'aponévrose lombosacrée qui représente l'élément de recouvrement de la région lombaire et qui détermine avec le bord postérieur du muscle grand oblique l'espace triangulaire de Jean Louis Petit.

Il se termine par un tendon aplati au niveau de la gouttière bicipitale de l'humérus.

b. Le muscle petit dentelé postéroinférieur :

Il s'insère par une lame aponévrotique sur les apophyses épineuses des deux dernières vertèbres dorsales puis des trois premières lombaires et sur les ligaments surépineux correspondants. Il se termine sur la face latérale des quatre dernières côtes.

c. Les muscles érecteurs du rachis

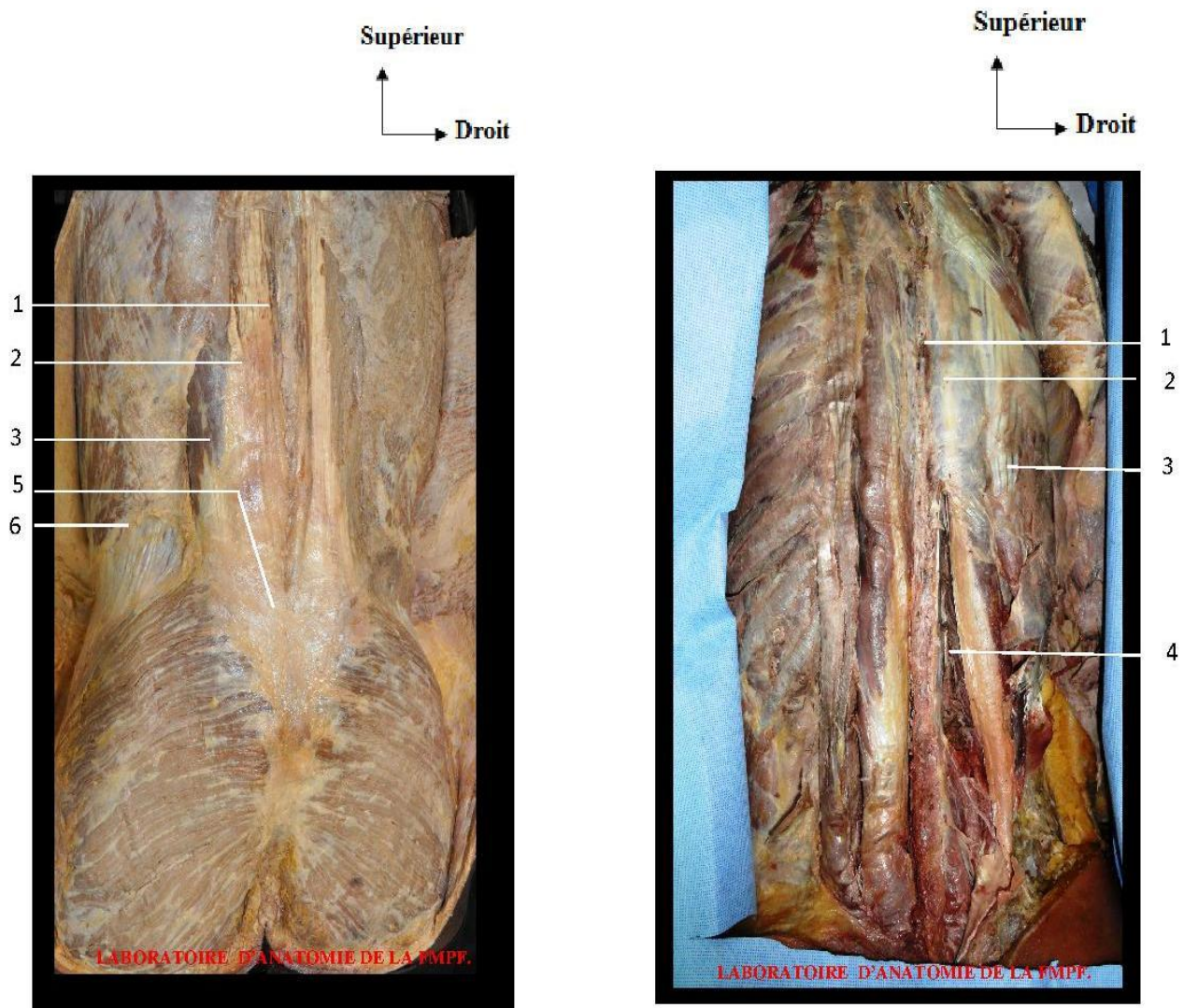


Figure 10-11 : Vue postérieure montrant le plan musculaire profond : les muscles érecteurs du rachis

- 1 : Le muscle épineux
- 2 : Le muscle longissimus lumborum
- 3 : Le muscle iliocostalis lumborum
- 4 : Le muscle multifidus
- 5 : La masse sacro-lombaire
- 6 : La crête iliaque

Ces muscles spinaux occupent complètement les gouttières vertébrales de part et d'autre de la ligne des épineuses. Ils ont la particularité d'être formés par des languettes qui se chevauchent de façon à créer des interstices musculaires presque sagittaux. Ils présentent des insertions en nappe continue sur tous les éléments osseux et fibreux des gouttières vertébrales. Ces muscles ont une origine inférieure commune, c'est la masse sacro-lombaire. On décrit cinq muscles qui sont de la ligne médiane vers l'extérieur :

➤ **Les muscles interépineux**

Au nombre de deux dans chaque espace, ils sont tendus de part et d'autre du ligament interépineux et entre deux apophyses épineuses. Ils ne se trouvent que dans les régions cervicale et lombaire.

➤ **Le muscle épi-épineux**

Il occupe la gouttière vertébrale en se plaçant en dedans du muscle longissimus et en arrière du muscle multifidus. Son origine se fait sur les apophyses épineuses des deux dernières vertèbres dorsales et des deux premières vertèbres lombaires, ses faisceaux se portent en haut pour se terminer sur les apophyses épineuses des huit premières vertèbres dorsales.

➤ **Le muscle transversaire-épineux (multifidus)**

Il recouvre les lames vertébrales de C2 à L5. Il est constitué de faisceaux qui naissent et se reforment à chaque étage. Chaque faisceau naît de la face latérale d'une épineuse et se divise en trois ou quatre parties qui se dirigent vers le bas et l'avant en tapissant les lames, pour s'attacher chacune sur un tubercule mamillaire et la base d'une transverse sous-jacente. Les faisceaux nés des épineuses de L3 à

L5, particulièrement volumineux, s'attachent en bas sur la face postérieure du sacrum et l'épine iliaque postérosupérieure formant ainsi une partie de la masse sacro-lombaire.

➤ **Le muscle longissimus lumborum**

Il s'étend de la masse commune jusqu'à la deuxième côte par deux sortes de faisceaux :

- Un faisceau latéral se termine à deux niveaux (lombaire sur le bord inférieur des apophyses transverses, et dorsal sur le bord inférieur des côtes).
- Un faisceau médian se termine sur les tubercules accessoires des vertèbres lombaires et les apophyses transverses des vertèbres dorsales.

➤ **Le muscle iliocostalis lumborum**

Son origine est représentée par la masse commune, celle-ci est recouverte par une lame tendineuse qui s'attache sur : la crête iliaque et l'épine iliaque postérieure et supérieure, la tubérosité iliaque, la crête sacré, les apophyses épineuses des quatre dernières vertèbres lombaires. Il se termine en haut et en dehors par plusieurs faisceaux qui s'insèrent sur le bord inférieur des six dernières côtes.

➤ **La masse sacro-lombaire**

Elle représente la masse musculo-tendineuse d'insertion basse commune au multifidus et à l'erector spinae. En profondeur, au contact de la face postérieure du sacrum se trouve une nappe charnue qui donne naissance au muscle multifidus. Elle est recouverte d'une lame tendineuse, ou aponévrose lombosacrée. Cette lame

donne naissance à l'erector spinae. L'ensemble est recouvert par le fascia thoracolombaire qui prolonge latéralement son insertion sur la crête.

2. Le groupe musculaire antérolatéral

Ce groupe musculaire est représenté par :

- **Les muscles antérieurs du rachis lombosacré** qui sont d'avant en arrière :
Le muscle psoas et le muscle carré des lombes.
- **Les muscles de la paroi antérolatérale de l'abdomen** qui sont : les muscles droits de l'abdomen et les muscles larges de l'abdomen.

a. Les muscles antérieurs du rachis lombosacrés :

Supérieur
↑
Gauche →



Supérieur
↑
Droit →

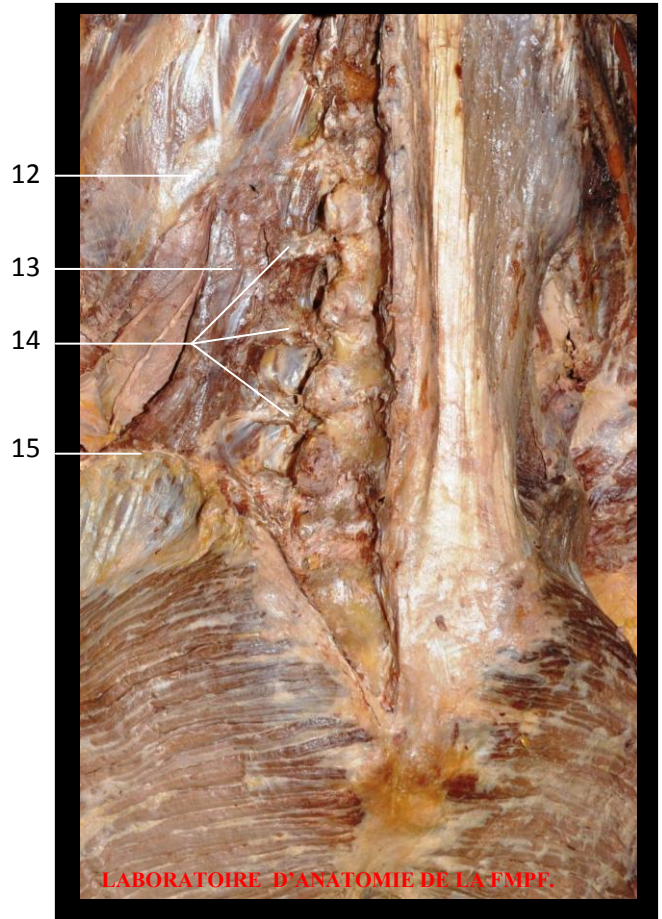


Figure 12 : Vue antérieure du rachis lombosacré montrant les muscles psoas.

Figure 13 : Vue postérieure du rachis lombosacré montrant le muscle carré des lombes gauche.

- 1 : Aorte abdominale
- 2 : VCI
- 3 : Artère iliaque primitive droite
- 4 : Uretère droit
- 5 : Muscle psoas droit
- 6 : Artère iliaque externe droite
- 7 : Artère mésentérique inférieure
- 8 : Artère iliaque primitive gauche

- 9 : Muscle psoas gauche
- 10 : Corps vertébral de L5
- 11 : Disque L5-S1
- 12 : La douzième côte costale
- 13 : Muscle carré des lombes
- 14 : Les processus transverses
- 15 : La crête iliaque

Ce groupe musculaire comprend d'avant en arrière :

- **Le muscle psoas** : qui descend dans un angle dièdre entre les apophyses transverses et les corps vertébraux lombaires puis dans la fosse iliaque interne pour se terminer au niveau du petit trochanter en passant sous l'arcade crurale.
- **Le muscle carré des lombes** : qui s'interpose entre les processus transverses, les crêtes iliaques et la douzième côte.

Le carré des lombes incline la colonne vertébrale du même côté et le psoas fléchit le rachis lombaire en lui imprimant un mouvement de rotation vers le côté opposé.

b. Les muscles de la paroi antérolatérale de l'abdomen :

Supérieur
↑
Gauche →



Figure 14 : Vue antérieure montrant les muscles antérolatéraux de l'abdomen : le muscle grand droit de l'abdomen et le muscle oblique externe (plan superficiel).

1 : Le muscle grand droit de l'abdomen

2 : La ligne blanche

3 : Le muscle oblique externe

4 : Le feuillet antérieur de la gaine du muscle grand droit

Supérieur
↑
Gauche →



Figure 15 : Vue antérieure montrant les muscles antérolatéraux de l'abdomen : le muscle oblique interne (plan moyen).

1. Muscle Oblique externe récliné latéralement (reconnu par la direction de ses fibres en bas et en dedans)
2. Muscle oblique interne

Supérieur



Gauche



Figure 16 : vue antérieure montrant les muscles antérolatéraux de l'abdomen : le muscle transverse (plan profond).

1. Muscle oblique externe
2. Muscle oblique interne
3. Muscle transverse

La paroi antérolatérale de l'abdomen est constituée de chaque côté de la ligne médiane par le **muscle grand droit de l'abdomen** qui s'étend du pubis à la partie antéro-inférieure du thorax. Il est contenu dans une gaine aponévrotique formée par l'expansion des aponévroses de recouvrement du muscle large. Il est relié à son homologue par la ligne blanche. Il est doublé à sa partie inférieure par le muscle pyramidale qui s'insère sur le pubis et la symphyse pubienne et se termine au niveau de la ligne blanche.

De chaque côté de la ligne médiane se situent les muscles latéraux de l'abdomen qui sont de la superficie vers la profondeur : **le muscle oblique externe, le muscle oblique interne et le muscle transverse de l'abdomen**. Ces muscles s'étendent de l'arc antérieur des huit dernières côtes vers la crête iliaque, le pubis et l'arcade crurale. Ces muscles contribuent par leur action à accroître la pression abdominale, à fléchir le rachis dorsolombaire en lui imprimant un mouvement de rotation par leurs contractions unilatérales, qui porte la face antérieure du tronc vers le côté du muscle en action.

D. Les rapports vasculo-nerveux de la région lombosacrée

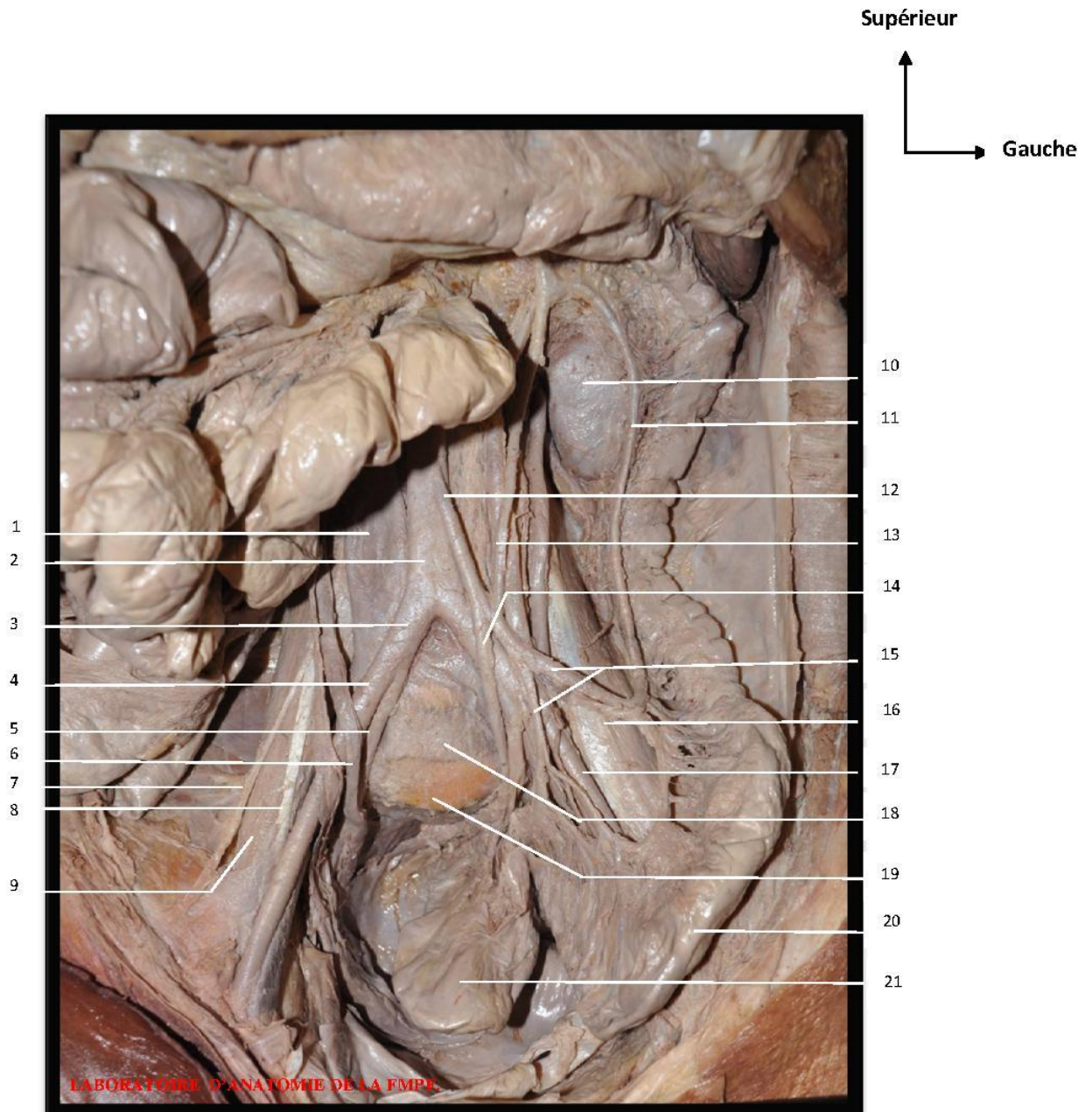


Figure 17 : Vue antérieure de l'espace rétropéritonéal montrant les rapports anatomiques de la CLS.

1 : VCI
 2 : Aorte abdominale
 3 : Artère iliaque primitive droite
 4 : Artère iliaque externe droite
 5 : Artère iliaque interne droite
 6 : Uretère droit
 7 : Nerf fémoral
 8 : Tendon du muscle psoas

9 : Muscle psoas droit
 10 : Rein gauche
 11 : Branche descendante de l'artère colique supérieure gauche
 12 : Artère mésentérique inférieure
 13 : Artère colique supérieure gauche
 14 : Artère rectale supérieure
 15 : Artères sigmoïdiennes

16 : Muscle psoas gauche
 17 : artère iliaque externe gauche
 18 : Corps vertébral L5
 19 : Disque L5-S1
 20 : Côlon sigmoïde
 21 : Rectum

1. Les rapports vasculaires de la région lombosacrée [9]

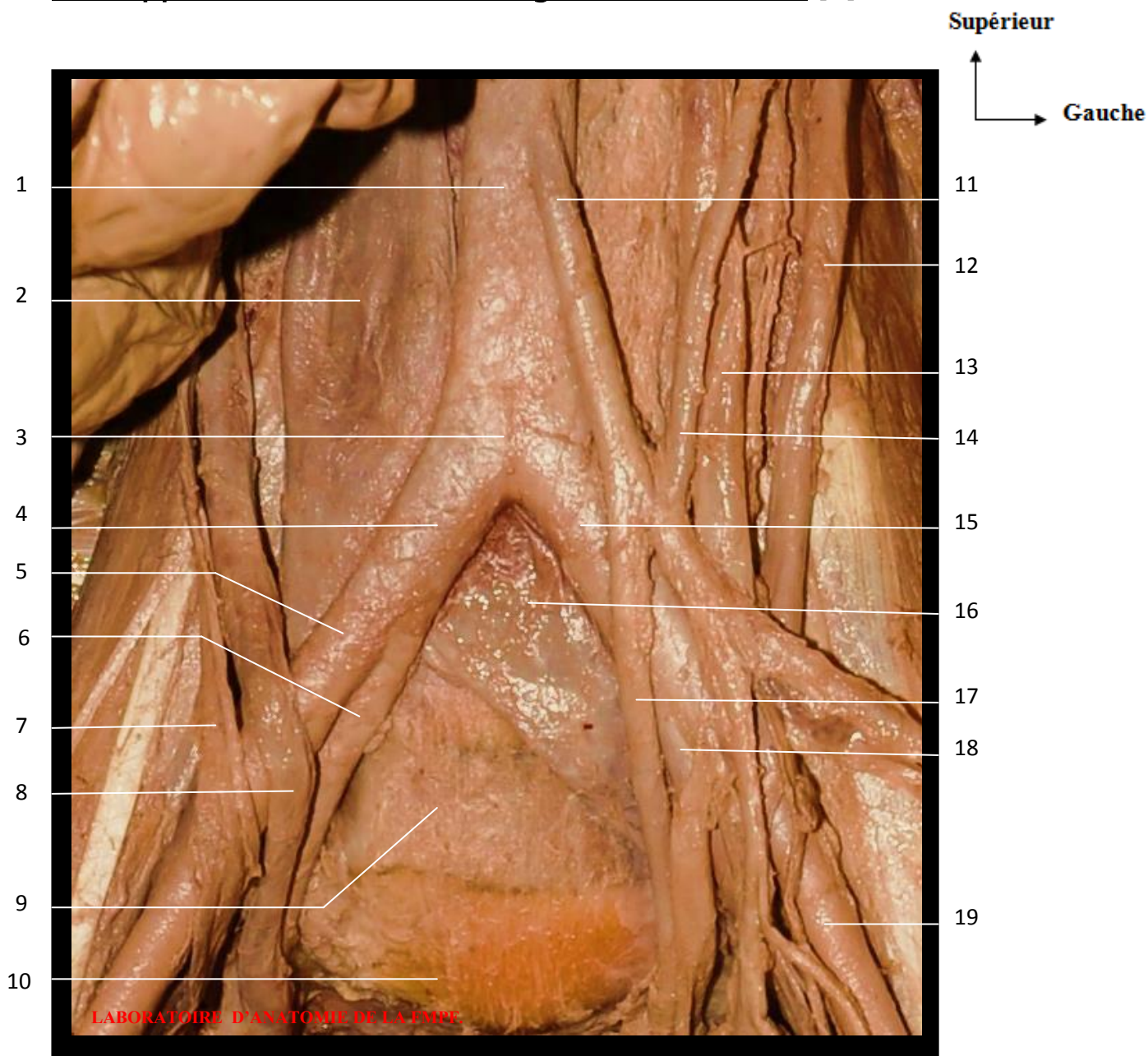


Figure 18 : Vue antérieure montrant les rapports vasculaires de la CLS.

- 1. Aorte abdominale
- 2. VCI
- 3. bifurcation aortique
- 4. Artère iliaque commune droite
- 5. Artère iliaque externe droite
- 6. Artère iliaque interne droite
- 7. Veine génitale droite
- 8. Uretère droit
- 9. 5ème vertèbre lombaire
- 10. disque L5-S1

- 11. AMI
- 12. Veine génitale gauche
- 13. Uretère gauche
- 14. Artère colique gauche
- 15. Artère iliaque commune gauche
- 16. Veine iliaque commune gauche
- 17. Artère rectale supérieure
- 18. Artère iliaque interne gauche
- 19. Artère iliaque externe gauche

a. Les gros vaisseaux prévertébraux :

Le rachis possède une fonction de porte- vaisseaux car les plus gros éléments du système vasculaire sont appendus à sa face antérieure.

La face antérieure de la région lombosacrée est recouverte par l'axe aortocave prolongé par ses vaisseaux collatéraux. La terminaison de l'aorte et l'origine de la veine cave inférieure forment deux carrefours en Y décalés l'un par rapport à l'autre, l'artériel étant gauche et antérieur, le veineux droit et postérieur.

Au niveau lombaire jusqu'à L4 les gros vaisseaux sont médians, cachant la face antérieure du rachis mais libérant les faces latérales. Au point de vue artériel c'est l'aorte descendante qui occupe la moitié gauche de la face antérieure du rachis jusqu'à L4 et au point de vue veineux c'est la veine cave inférieure qui reste au contact du rachis.

A partir de L5 jusqu'au coccyx, les vaisseaux redeviennent bilatéraux et symétriques laissant libre la face antérieure du promontoire et de la concavité sacro-coccygienne, ces vaisseaux sont : les artères et les veines iliaques communes droites et gauches, les artères et les veines iliaques internes droites et gauches.

b. Vaisseaux collatéraux extrarachidiens :

Au niveau lombaire inférieur les vaisseaux collatéraux reprennent une disposition verticale.

Au point de vue artériel, trois artères parcourent verticalement la région lombosacrée interiliaque :

L'artère mésentérique inférieure qui naît de la face antérieure de l'aorte au niveau de L3 pour passer dans le mésocolon gauche.

L'artère sacrée médiane naît entre L2 et L5 de la face postérieure de la bifurcation aortique, soit isolément soit en commun avec une artère lombaire (L3, L4 ou L5) et exceptionnellement de l'artère iliaque primitive gauche. Elle chemine ensuite près de la ligne médiane devant le promontoire, le sacrum et le coccyx. Elle donne transversalement parfois la 5^{ème} artère lombaire et des rameaux qui s'anastomosent devant les trous sacrés avec les artères suivantes.

Les artères sacrées latérales naissent de l'artère iliaque interne ou de ses branches fessières et ischiatiques vers S1 ou S2. Il en existe 1 à 3 par côté devant le plexus sacré et s'anastomosant avec les branches de l'artère sacrée médiane.

Au point de vue veineux, des veines homologues aux artères constituent le système veineux du secteur.

c. La circulation veineuse vertébrale

On distingue des plexus veineux vertébraux externes et internes. Les plexus internes se disposent en deux plans ventral et dorsal par rapport aux formations neuroméningées. Le plan ventral comprend un ensemble de veines qui cheminent longitudinalement dans le canal à la face interne des pédicules vertébraux avec des anastomoses transversales à la hauteur du milieu des corps vertébraux.

Entre les deux systèmes de plexus veineux vertébraux internes et externes se situent à tous les étages des plans anastomotiques horizontaux. Ces éléments anastomotiques sont constitués dans les trous de conjugaison par deux veines

principales qui longent, vers le haut le bord inférieur du pédicule, et vers le bas le bord supérieur du pédicule, et entre elles se disposent de nombreuses anastomoses.

La circulation veineuse vertébrale se draine directement dans les veines caves. La veine azygos est considérée comme la veine émissaire principale non seulement de la circulation veineuse vertébrale mais aussi de la circulation pariétale du tronc.

2. Les rapports nerveux de la région lombosacrée

a. Les rapports nerveux prévertébraux [9, 11]

Les corps vertébraux lombosacrés entrent en rapport par leur face antérieure avec les formations végétatives et latéralement avec les éléments du plexus lombaire.

Le système nerveux végétatif lombaire est représenté à droite et à gauche par les chaînes sympathiques lombaires avec leur connectif et leurs renflements ganglionnaires, dans l'angle dièdre formé par la face antérolatérale des corps vertébraux et les arcades d'insertion du muscle psoas. Sur la ligne médiane se situe le nerf présacré ou le plexus hypogastrique supérieur dont la connaissance est essentielle au chirurgien pour éviter à son malade des complications sexuelles après l'abord antérieur de la charnière lombosacrée. Le nerf présacré se forme sur la face antérieure de la terminaison aortique au dessous de l'émergence de l'artère mésentérique inférieure par la confluence de trois groupes de branches latérales provenant du sympathique lombaire et médiane, du plexus cœliaque et des plexus mésentériques supérieur et inférieur. Le plexus présacré s'étale ensuite dans l'écartement iliaque de la bifurcation aortique pour se diviser au dessous du promontoire en deux branches terminales, les nerfs hypogastriques.

b. Axe radiculomédullaire : [9, 10]

La moelle épinière et les racines rachidiennes sont les parties du système nerveux protégées par le canal vertébral.

De la moelle épinière partent 31 paires de nerfs rachidiens, chaque nerf rachidien (droit ou gauche) est constitué de deux racines ventrale et dorsale qui s'unissent pour former le nerf spinal et quitte le canal vertébral par le trou de conjugaison.

Les racines rachidiennes ont des directions et des longueurs variables selon leur niveau d'émergence. Au niveau lombosacré les racines sont verticales et de plus en plus longues jusqu'au filum terminale. A leur sortie des trous de conjugaison les nerfs spinaux émettent un gros rameau ventral, un petit rameau dorsal et s'anastomose avec les ganglions végétatifs par les rameaux communicants. Au dessous de la terminaison médullaire les racines rachidiennes (de L2 à S5) se regroupent pour former la queue de cheval.

Le système nerveux central est enveloppé par les méninges qui assurent sa protection et sa nutrition. Elles forment un sac complètement clos pour l'encéphale et la moelle épinière à l'intérieure de la cavité crânienne et le canal vertébral. On distingue 3 méninges : la dure mère, arachnoïde et la pie mère. Le cylindre duremérien débute au niveau du trou occipital et se termine au niveau du sacrum par un cul de sac .il existe diverses variations individuelles de terminaison du cul de sac dural (terminaison en S1-S2, au milieu de S2, en S2-S3, S3-S4).

La comparaison entre la terminaison de la moelle et du cul de sac dural selon les sujet, a permis d'isoler divers types de rachis, on remarque que le cul de sac dural se situe d'autant plus bas que la terminaison médullaire. Les deux types

topographiques les plus fréquents sont : le type L1-S1 (terminaison de la moelle au dessus du disque L1-L2 et du cul de sac dural au dessus du disque S1-S2) et le type L2-S2 (terminaison de la moelle au dessous du disque L1-L2 et du cul de sac dural au dessous du disque S1-S2).

PARTIE II : RAPPEL

BIOMECHANIQUE

Le rachis lombaire supporte d'importantes charges, du fait du poids du corps sus-jacent et des forces générées par les efforts de soulèvement, ce qui requière une grande stabilité. En même temps, il doit assurer, ensemble avec les hanches, la mobilité du tronc. A la base de ces fonctions, est la notion de segment mobile, qui comprend une articulation intervertébrale et ses deux vertèbres adjacentes, les foramens intervertébraux et les ligaments de l'arc postérieur.

A. Stabilité du rachis lombosacré [12, 13, 16]

La stabilité en statique du rachis lombaire est liée à l'organisation des segments fonctionnels et à la posture. Le rôle de l'articulation intervertébrale dans la stabilité du rachis a été mis en évidence par de nombreux auteurs (Dubousset;Larson;Louis;Denis) qui décrivent une distribution des contraintes dans le plan sagittal au niveau de trois colonnes (Figure 19).

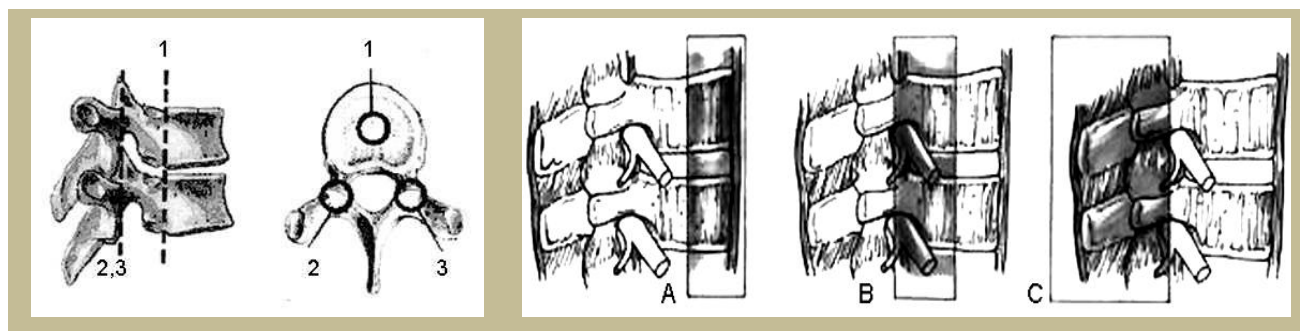


Figure 19 : Les trois colonnes assurant la stabilité rachidienne [16]

Selon Louis, ces colonnes sont représentées par les trois articulations des vertèbres : le disque intervertébral (1) et les facettes articulaires droite (2) et gauche (3). Cependant, la plus répandue théorie cliniquement acceptée est celle de Denis et al, qui définit une colonne antérieure (A), incluant le ligament longitudinal antérieur

et la partie antérieure du disque et du corps vertébral, une colonne médiale (B) définie par le ligament longitudinal postérieur, la partie postérieure du disque et du corps vertébral, et une colonne postérieure (C) représentée par les arcs postérieurs et leurs ligaments. Sans trancher entre les deux théories, une analyse rhéologique attribue à la colonne antérieure un rôle d'amortisseur et aux structures postérieures des propriétés des ressorts.

Toujours au regard de la stabilité en statique, la posture est décrite par une succession de courbures inversées dans le plan sagittal, qui augmentent la résistance du rachis aux efforts de compression axiale, présentés sur la Figure 20 : La lordose cervicale (A), la cyphose thoracique (B), la lordose lombaire (C) et la cyphose sacrée (D). Le rôle de ces courbures est d'absorber les forces de réaction du sol et de transmettre les charges (poids) de la partie supérieure du corps vers les extrémités inférieures, de manière que les articulations intervertébrales supportent uniquement 25-47% de la contrainte totale verticale. La cyphose sacrée et la réduite mobilité sacro-iliaque interviennent au niveau du bassin, afin d'optimiser la transmission des forces à ce niveau, comme montré sur la Figure 21.

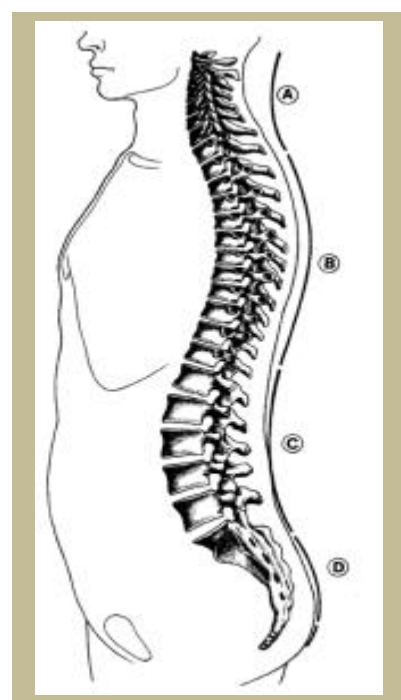


Figure 20 : Le rachis dans son ensemble [16]

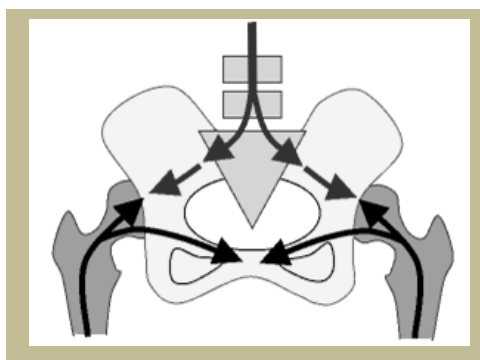


Figure 21 : Transmission des forces au niveau du bassin. [16]

B. Mobilité du rachis lombosacré [12, 14, 16]

Le disque intervertébral permet une grande étendue de mouvements entre deux vertèbres, mais ceux-ci sont limités par le jeu des articulations zygapophysaires et la mise en tension des ligaments. Plus précisément, les massifs articulaires se comportent comme des guides dont la fonction est d'orienter le mouvement, et les structures capsulo-ligamentaires et les muscles comme des freins qui vont rendre le mouvement harmonieux et lui donner des limites physiologiques. Les amplitudes de ces mouvements sont très variables suivant les individus et suivant le niveau considéré.

- **Le mouvement de flexion-extension** (Figure 22) semble avoir une amplitude totale variable selon les différents auteurs, entre 57° et 90°.

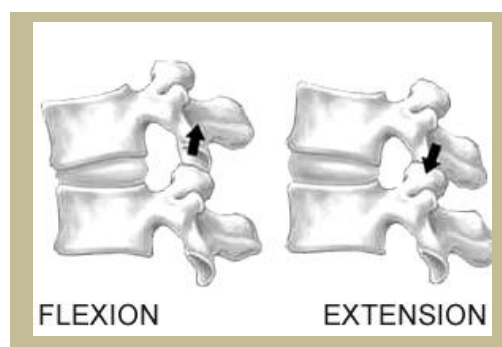


Figure 22 : Mouvement de flexion Extension [16]

Le mouvement d'extension, qui s'accompagne d'une hyperlordose, a une amplitude moyenne de 35°; le noyau se déplace vers l'avant et le disque recouvre le ligament longitudinal postérieur détendu, bombe en arrière. Le mouvement est arrêté par la butée osseuse des arcs postérieurs et la tension du ligament longitudinal antérieur, phénomène marqué au niveau de l'isthme de L5 où le

cisaillement répété qui se crée peut favoriser dans certaines circonstances l'apparition d'une fracture de fatigue.

Le mouvement de flexion est accompagné d'un redressement de la lordose et décrit en moyenne de 60°. Dans cette situation, le nucleus se déplace vers l'arrière et exerce une forte pression sur les fibres postérieures de l'annulus, tandis que le ligament longitudinal postérieur, le ligament jaune et la capsule des articulations postérieures sont tendus. Les muscles spinaux développent alors une force supérieure pour équilibrer la balance rachidienne mais après 60° de flexion, le système ligamentaire postérieur prend le relais des muscles et tient seul le rachis lombaire en arrière, phénomène de flexion-relaxation décrit par Floyd et Silver. La mise en tension de ce système ligamentaire fait reculer L4 et L5, diminuant l'effort tranchant au niveau des articulations interapophysaires lombosacrées, mais soumet également l'arc postérieur à des contraintes élevées concentrées sur la partie inférieure du pédicule, responsables dans certaines circonstances de la fracture de l'isthme (lyse isthmique).

- **L'inclinaison latérale unilatérale** (droite ou gauche) se chiffre entre 20 et 28°, avec une forte limitation (amplitude quasi-nulle) au niveau L5-S1, du fait de l'existence des ligaments ilio-lombaires.
- **La rotation axiale** est très réduite au niveau lombaire, du fait de la configuration des articulations zygapophysaires ; ce mouvement se produit autour d'un axe situé en zone postérieure, sollicitant ainsi le disque intervertébral en cisaillement, ce qui le limite fortement (Entre 5° et 13 °).

Etant donné que l'inclinaison latérale et la rotation axiale sont couplées (dû à la disposition des facettes articulaires postérieures) les efforts appliqués sur les

disques intervertébraux lors des mouvements physiologiques sont une combinaison de compression, traction et cisaillement.

C. Définition des efforts supportés par le rachis lombosacré

[13,14, 16]

Parmi les efforts supportés par les disques intervertébraux lors des mouvements physiologiques, la combinaison de forces de traction et de cisaillement semble plus nocive pour le disque que l'excès de forces de compression, comme montré par Farfan et al. En général, la charge compressive résulte du poids du corps, du transport éventuel de charges et des forces musculaires opposées et elle est transmise au niveau du segment fonctionnel d'une plaque cartilagineuse vertébrale à l'autre par l'intermédiaire de l'annulus et du nucleus. Le nucleus, déformable mais incompressible, transforme les forces axiales en forces radiales (Figure 23).

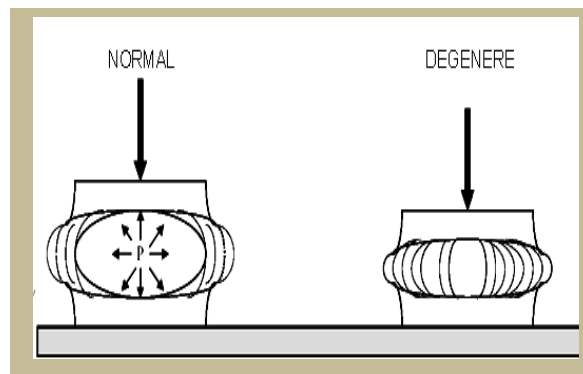


Figure 23: Transmission des charges au niveau du DIV. [16]

Les contraintes subies par les disques intervertébraux varient avec la posture, comme montré par les mesures de la pression intradiscale (Figure 24) qui ont mis en évidence une augmentation en position assise versus debout (équivalente à une

charge de 100–175 kg selon sujet) et par mise en tension de la cavité abdominale, en opposition avec la contention lombaire (Ou elle diminue de 25%).

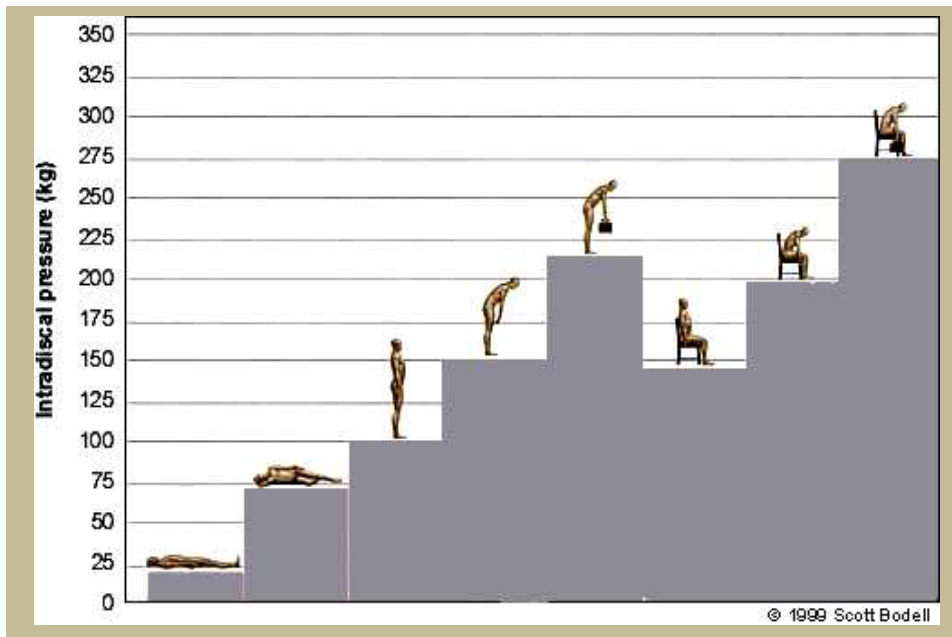


Figure 24 : Variations de la pression intradiscale avec la posture (Nachemson 1981).

[16]

En statique, à chaque étage vertébral existe un équilibre entre :

- Le poids du segment corporel sus-jacent,
- La tension des muscles spinaux et des ligaments postérieurs, en arrière,
- La tension des muscles abdominaux, du ligament vertébral commun antérieur, et la force correspondant à la pression régnant dans la cavité thoracoabdominale, en avant.
- La réaction du segment rachidien sous-jacent.

Les études de Schultz et al ont montré que la résultante de ces forces a une composante de compression et deux composantes de cisaillement (antérieur ou postérieur et latéral), qui s'appliquent au centre du plateau vertébral supérieur. Une étude ultérieure de Lavaste et al montre une prépondérance des composantes de compression sur les composantes de cisaillement, le rapport moyen étant de 10,

sauf en position verticale où ce rapport est égal à 2 notamment pour L5/S1. Certains auteurs attribuent ce résultat à la forte inclinaison du plateau sacré, induisant une répartition équilibrée de la charge verticale entre compression et cisaillement.

Les charges globales supportées par le rachis lombaire, modélisées par Morris, Maquet et Bartelink, ont été représentées par Kapandji de la manière suivante (Figure 25) :

Le poids de la partie supérieure du tronc P exerce un moment fléchissant lors de la flexion vers l'avant (grand bras de levier), équilibré par les muscles spinaux (bras de levier 7 à 8 fois plus court) à travers une force S1 qui doit être 7 à 8 fois plus grande que le poids P1. De cette façon, la force s'exerçant sur le disque lombosacré est égale à la somme de P1 et S1 et augmente avec le degré de flexion du sujet et avec le port de charges.

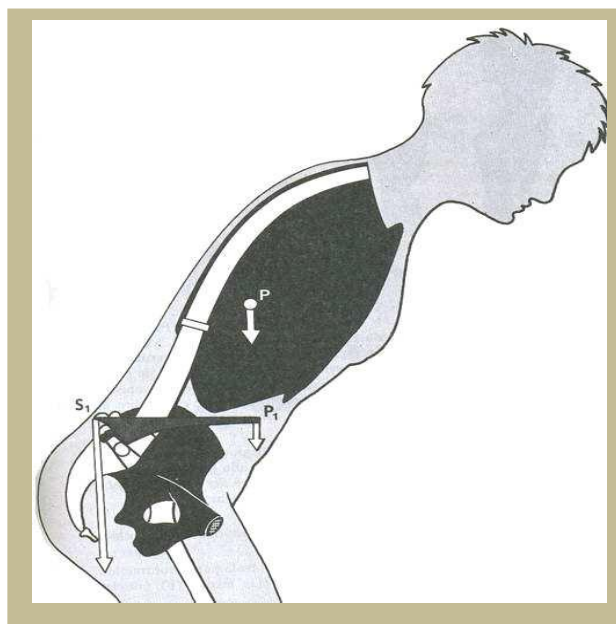


Figure 25 : Modélisation des efforts supportés par le rachis lombaire (selon Morris et Kapandji). [16]

D. Notion d'équilibre [15, 16]

L'équilibre de forces décrit précédemment nous ramène à la notion d'équilibre, qui repose, pour le rachis antéropostérieur, sur la distribution harmonieuse des courbures vertébrales. Son étude commence en 1509 avec les descriptions de l'axe d'équilibre du tronc par Léonard de Vinci, étant développé à partir de 1950 par les travaux de Delmas, Stagnara, Bernhardt, Mangione et Marnay, qui stipulent qu'en état d'équilibre, les conduits auditifs externes (CAE),

les vertèbres C7 et L5 et les centres des têtes fémorales et de la cheville sont alignées sur la même verticale, axe mécanique du corps où se projettent les résultantes des centres de gravité instantanés (Figure 26). D'après Vidal et Marnay, l'axe vertical passant par le conduit auditif externe se trouve à l'aplomb du tiers antérieur du disque intervertébral L5-S1 et des têtes fémorales, tout déplacement de l'axe aboutissant à un déséquilibre avec surcharge sur la charnière lombosacrée.

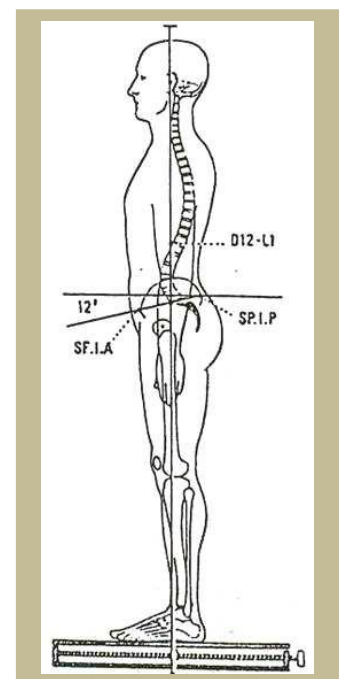


Figure 26 : Position de l'axe de gravité par rapport aux articulations [16]

Les travaux de Daring, Jackson, Gelb, Duval Beaupère, Legaye, Vialle et Guigui montrent analytiquement l'unicité de la configuration rachidienne de chaque individu, bassin compris, qui peut être décrite par certains paramètres radiologiques quantifiant sa posture. Ces paramètres rachidiens et pelviens sont liés entre eux

(relation mise en évidence par des relations mathématiques) afin d'assurer un équilibre stable le plus économique possible.

Lorsque des troubles posturaux surviennent, la transmission des charges dans le rachis en conditions statiques et dynamiques est modifiée et des mécanismes compensatoires complexes seront mis en place, surtout au niveau du système musculoligamentaire, afin de retrouver un équilibre stable. Toutefois, cette nouvelle condition est moins économique et peut engendrer des douleurs et des dysfonctionnements ponctuels ou chroniques qui demandent, à terme, une prise en charge thérapeutique.

E. Identification des paramètres de mesure morphologiques [17]

La compréhension des diverses maladies du dos et essentiellement le spondylolisthésis, est basée sur l'étude de plusieurs paramètres de mesures qui peuvent être identifiés sur des radiographies. Les principaux paramètres mesurés sur des clichés de radiographie standards sont :

La pente sacrée (SS) : Angle entre la ligne horizontale et la ligne parallèle au plateau supérieur de S1.

L'incidence pelvienne (PI) : Angle entre la ligne perpendiculaire au plateau supérieur de S1 et la ligne connectant ce dernier point à l'axe des têtes fémorales.

La version pelvienne (PT) : Angle entre la ligne connectant le point milieu du plateau supérieur de S1 à l'axe des têtes fémorales et la ligne verticale.

La lordose lombaire (LL) : Angle entre le plateau supérieur de S1 et le plateau vertébral (plateau supérieur de L1 ou plateau inférieur de T12) le plus incliné postérieurement.

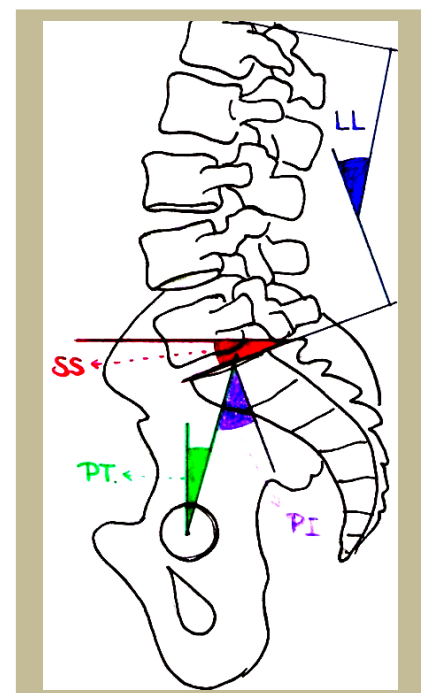


Figure 27 : paramètres pelviens. [17]

La pente sacrée (SS) et la version pelvienne (PT) sont des paramètres d'orientation et varient selon la position du patient. L'incidence pelvienne (PI), qui est indépendante de la posture du patient, représente un paramètre important décrivant la morphologie du bassin.

Ils existent cependant bien d'autres paramètres moins importants que ceux précédents mais qui relèvent une attention particulière, comme la cyphose thoracique (TK), l'incidence de L5 (L5I), l'angle lombosacré (LSA), l'angle de la table sacrée (STA), l'angle pelvis-sacré (PSA), l'angle du rayon pelvien (PRA), l'index lombaire (LI), l'index du tilt pelvien (PTI), la cyphose lombosacrée (LSK) et l'angle de glissement sont utilisés pour quantifier les facteurs morphologiques du bassin ou l'effet postural du patient.

F. Corrélation entre les paramètres pelviens [14, 17]

Il existe une corrélation forte entre la pente sacrée et la lordose lombaire. Plus la Pente Sacrée est importante plus la lordose l'est également. De même plus l'incidence pelvienne est importante plus la Pente Sacrée et la version pelvienne le sont également.

On en déduit que pour une grande incidence, il existe une grande pente sacrée et une forte lordose lombaire, et par opposition pour une faible incidence il existe une faible pente sacrée et une faible lordose lombaire.

De même pour une incidence donnée, lorsque le bassin bascule vers l'avant, la pente sacrée augmente et la lordose augmente ; lorsque le bassin bascule vers l'arrière la pente sacrée diminue et la lordose diminue.

On peut donc en déduire, comme cela a été rapporté dans la littérature que l'incidence pelvienne est un paramètre qui modifie les conditions biomécaniques pouvant contribuer à la progression du spondylolisthésis. C'est donc le facteur biomécanique principal dans ceux étudiés qui contribue le plus à la progression du spondylolisthésis.

PARTIE III : ANATOMIE CHIRURGICALE DE LA CLS

A. Introduction

L'abord chirurgical de la charnière lombosacrée nécessite la connaissance de l'anatomie de la région, de ses rapports pariétaux et de son contenu vasculo-nerveux.

L'abord de la CLS peut être réalisé par des voies antérieures et postérieures, mais si l'abord postérieur de cette région est relativement facile de part sa situation superficielle dont les rapports sont essentiellement musculaires et aponévrotiques, il n'en est pas de même pour le plan antérieur corporéo-discal profondément situé sous les viscères abdominaux, au contact des gros vaisseaux artério-veineux.

Dans ce chapitre et à travers un travail de dissection sur des pièces cadavériques, réalisé au laboratoire d'anatomie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès, nous allons décrire les différents plans à franchir pour atteindre la charnière lombosacrée, tout en rappelant les rapports anatomiques de cette région.

L'objectif de ce travail est de créer un outil pédagogique pour les étudiants en médecine et les chirurgiens en formation et de mieux développer la chirurgie de cette région.

B. La dissection de la charnière lombosacrée par approche postérieure

Afin d'étudier les différents rapports anatomiques de la charnière lombosacrée, nous allons procéder à une voie d'abord postérieure qui permet d'aborder les vertèbres de la région lombosacrée. Le cadavre est installé en décubitus ventral sur un billot thoracique, hanches et genoux fléchis à 90°. Cette position permet une meilleure liberté abdominale et entraîne une tension moindre des masses musculaires paravertébrales qui doivent être réclinées. Enfin, elle s'accompagne d'une diminution satisfaisante de la lordose lombaire en cas de chirurgie intracanalair.

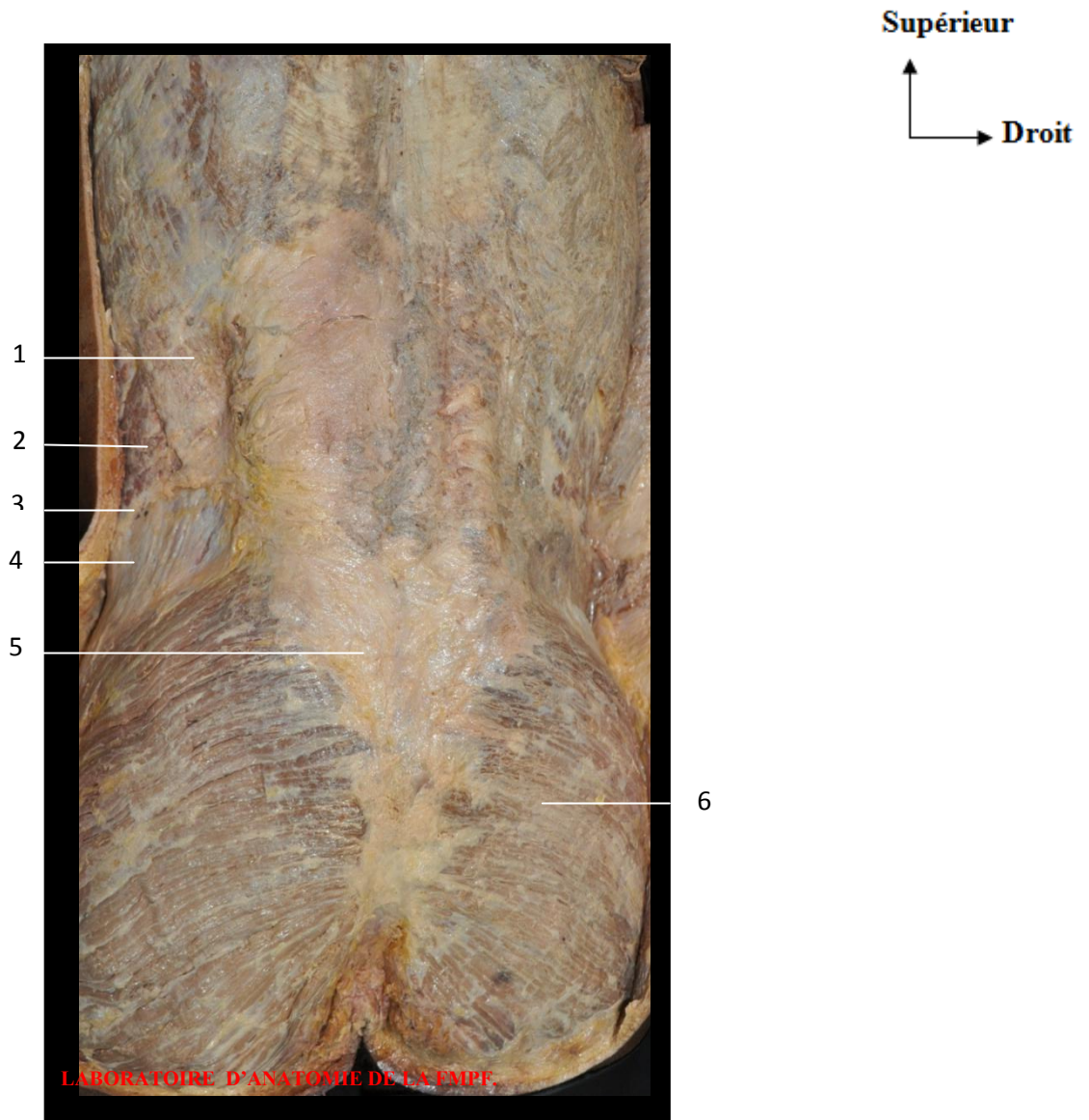


Figure 28 : Aspect anatomique après la dissection du plan cutané et sous cutané avec mise en évidence du fascia thoracolombaire et du plan musculaire dorsal superficiel.

- 1 : Muscle grand dorsal
- 2 : Muscle oblique externe
- 3 : Crête iliaque
- 4 : Aponévrose du muscle fessier moyen
- 5 : Fascia thoracolombaire
- 6 : Muscle grand fessier

Après la dissection du plan cutané et sous cutané de la région lombosacrée, on découvre l'aponévrose lombaire ou le fascia thoracolombaire, blanc nacré épais, résistant et très tendu. Ce fascia adhère sur la ligne médiane à la crête des épineuses et à la crête sacrée, latéralement sur les crêtes iliaques et se poursuit en haut avec les corps charnus des muscles grands dorsaux et en bas avec les muscles fessiers et leur aponévrose. Ce fascia doit être respectée et bien reconstituée au cours de la chirurgie lombosacrée, sa réinsertion correcte sur la crête des épineuses assure d'une part le rétablissement de la bonne morphologie lombosacrée et d'autre part la résistance à l'effort des muscles érecteurs du rachis.

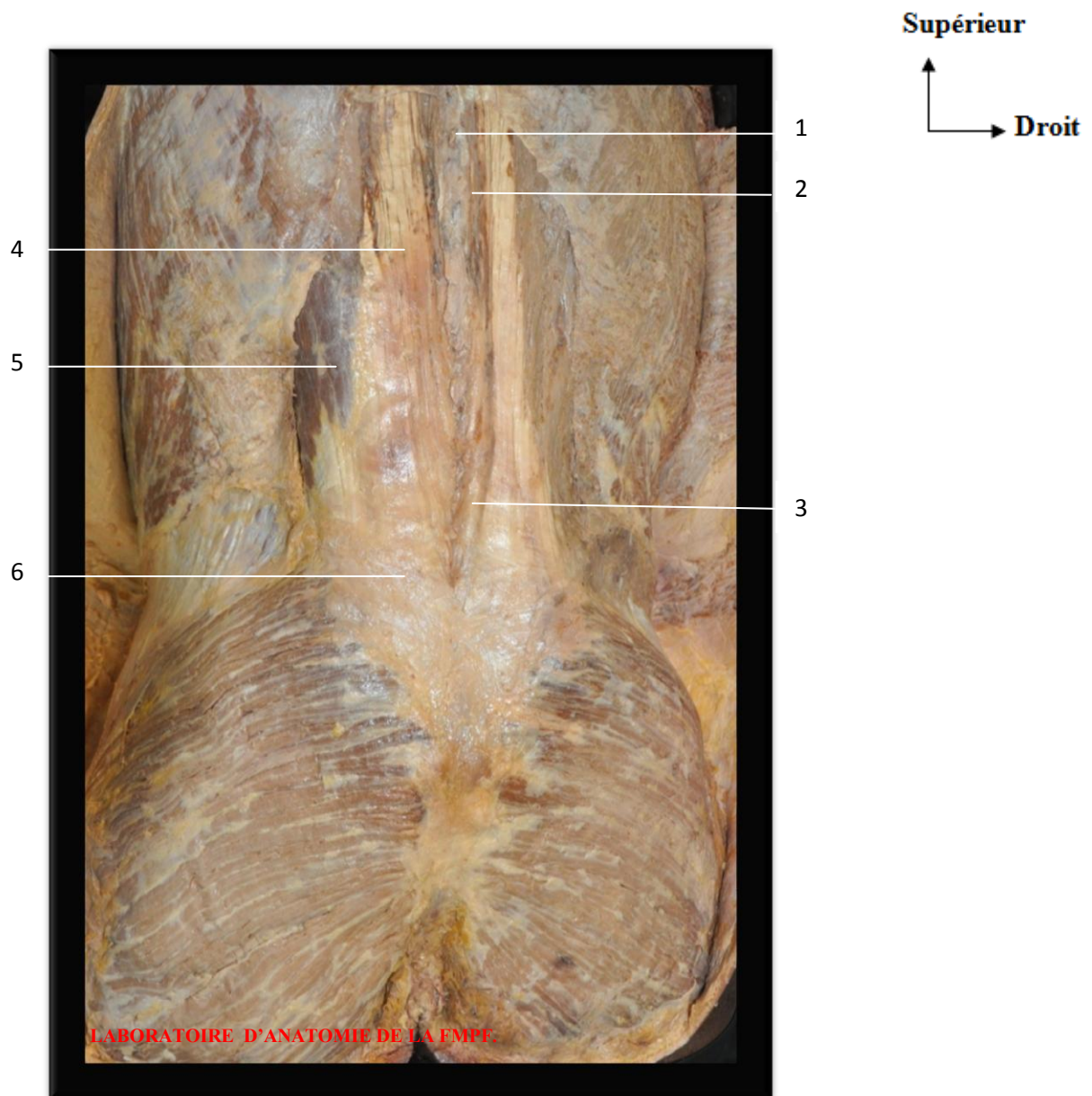


Figure 29 : Aspect anatomique après la section du fascia thoracolombaire sur la ligne médiane des épineuses avec mise en évidence de la masse sacro-lombaire et des muscles érecteurs du rachis.

- 1 : Processus épineux
- 2 : Muscle épineux
- 3 : Muscle multifidus
- 4 : Muscle longissimus lumborum
- 5 : Muscle iliocostalis lumborum
- 6 : Masse sacro-lombaire

Après avoir disséqué le plan musculaire superficiel du dos avec le fascia thoracolombaire qui a été sectionné strictement sur la ligne médiane du sommet des processus épineux, on a mis en évidence les muscles érecteurs du rachis avec leur origine inférieure commune : la masse sacro-lombaire. Ces muscles sont au nombre de cinq et qui sont de la ligne médiane vers l'extérieur : M interépineux, M épi-épineux, M multifidus, M longissimus lumborum, M iliocostalis lumborum. Ils occupent complètement les gouttières vertébrales de part et d'autre de la crête des processus épineux et de la crête sacrée, ils sont formés par des languettes qui se chevauchent de façon à créer des interstices musculaires presque sagittaux. Il n'existe aucun plan de clivage entre ces muscles et les arcs postérieurs ce qui oblige à réaliser une désinsertion uniforme sur toute l'étendue de ces muscles.

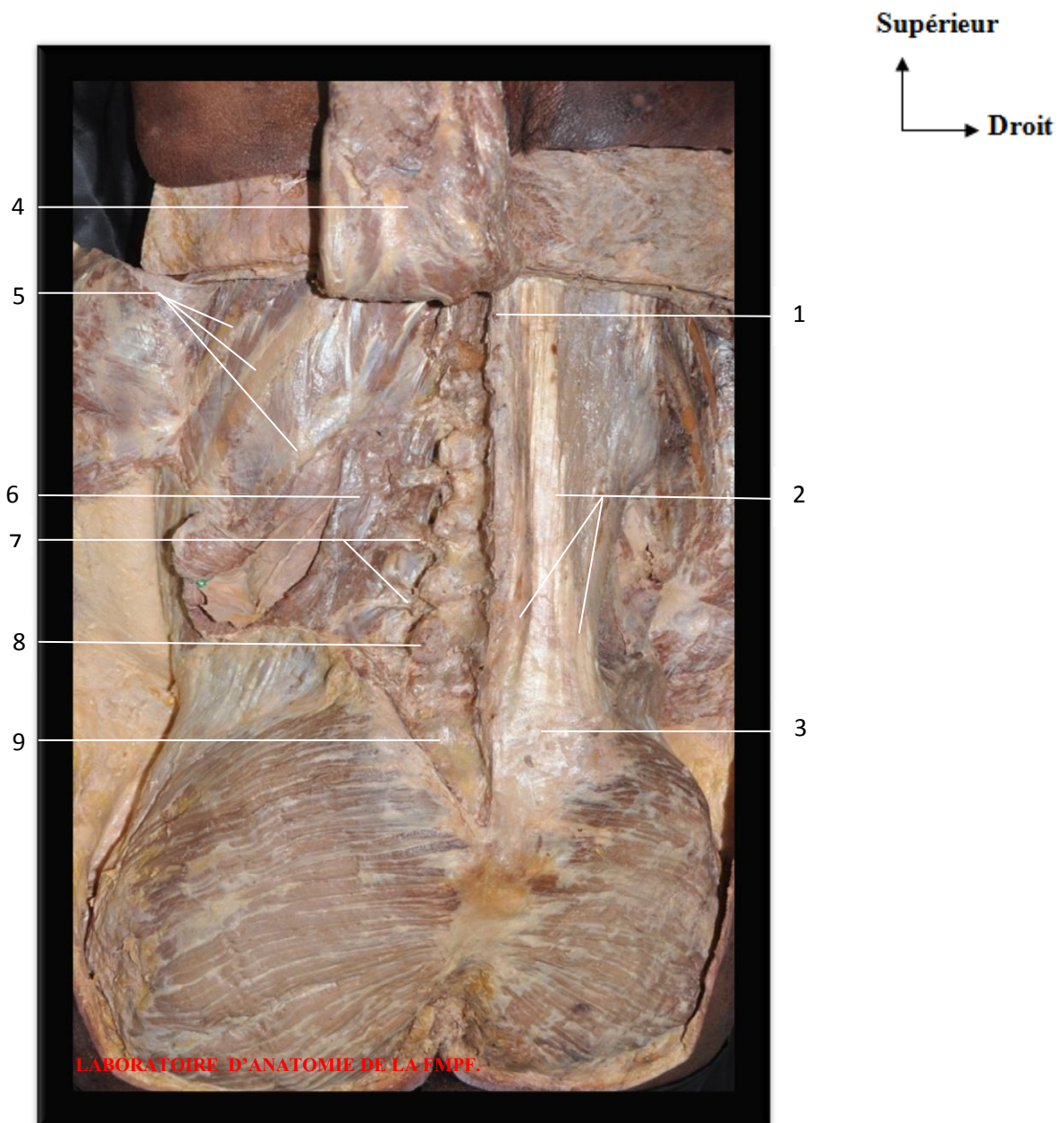


Figure 30 : Aspect anatomique après la désinsertion des muscles érecteurs du rachis du côté gauche avec leur masse commune sacro-lombaire et qui ont été refoulés vers le haut avec mise en évidence du plan ostéoligamentaire sous jacent.

1 : Processus épineux
 2 : Muscles érecteurs du rachis du côté droit
 3 : Masse sacro-lombaire
 4 : Muscles érecteurs du rachis du côté gauche disséqué et refoulé vers le haut

5 : Grille costale
 6 : Muscle carré des lombes
 7 : Processus transverses
 8 : Processus articulaire postérieur L5
 9 : Sacrum

Après avoir mis en évidence les muscles érecteurs du rachis lombaire, on a commencé par une désinsertion des muscles érecteurs du rachis du côté gauche avec leur masse commune sacro-lombaire. Cette désinsertion se fait de façon uniforme, tout d'abord dans un plan sagittal contre les faces latérales des processus épineux et de la crête sacrée puis arrivé au contact des lames la désinsertion se fait dans un plan frontal dont la limite externe dépend de l'étendu de l'abord. Puis ces muscles ont été refoulés vers le haut avec la mise en évidence du plan ostéoligamentaire sous jacent.

Supérieur
↑
→ Droit



Figure 31 : Aspect anatomique après la désinsertion des muscles érecteurs du rachis des deux côtés et qui ont été refoulés vers le haut avec mise en évidence des arcs postérieurs sacrés et lombaires.

1 : Crête des épineuses
2 : Muscle carré des lombes
3 : Crête sacrée médiane
4 : Grille costale

5 : Les processus transverses
6 : Les lames vertébrales
7 : Processus articulaire postérieur L5
8 : Sacrum

Après avoir désinsérés et refoulés vers le haut les muscles érecteurs du rachis des deux côtés gauche puis droit, on se trouve devant le plan ostéoligamentaire représenté par l'ensemble des arcs postérieurs sacrés et lombaires délimitant entre les pièces mobiles les espaces interlamaires et les espaces intertransversaires. Au niveau du sacrum, la gouttière sacrée qui permet de reconnaître le sacrum se caractérise par son plan continu sans espace interlamaire, sa forte obliquité vers l'avant dans sa partie crâniale et son absolue immobilité à la traction sur la crête sacrée. Par contre, les lames vertébrales sont interrompues régulièrement par les espaces interlamaires et peuvent être mobilisées en agissant sur les processus épineux. Ces critères de mobilités permettent donc le repérage topographique en tenant compte d'une anomalie transitionnelle. A l'extérieur des espaces interlamaires se situe le volumineux relief des articulations postérieures zygoapophysaires. Entre les reliefs de ces articulations postérieures se trouvent les dépressions correspondant aux régions isthmiques et au passage des pédicules vasculo-nerveux dorsaux. Cette zone devra donc être respectée au maximum lors de la désinsertion des muscles tout en évitant de dépasser le bord externe des isthmes.

Supérieur
 ↑
 Droit →



Figure 32 : Aspect anatomique après le décollement du ligament jaune au niveau de l'espace L5-S1 avec l'abord interlaminaire du canal vertébral et mise en évidence de la racine nerveuse L5.

1 : La crête des épineuses
 2 : La crête sacrée
 3 : Le sacrum
 4 : Les processus transverses
 5 : Les espaces intertransversaires

6 : L'espace L4-L5
 7 : Processus articulaire postérieur L5
 8 : Lame vertébral L5
 9 : La racine nerveuse L5
 10 : L'espace L5-S1

Après la mise en évidence des arcs vertébraux postérieurs, on a abordé le canal vertébral à travers l'espace interlaminaire L5–S1 avec suppression du ligament jaune.

On commence par décoller le ligament jaune du bord inférieur de la lame sus-jacente à l'espace, la résection du bord inférieur de cette lame doit emporter un tiers à une demie de lame suivant un trait horizontal. Latéralement la résection s'arrête suivant une section verticale au contact de l'articulation inférieure. Puis on fait excision du ligament jaune en deux temps. Au premier temps on fait une résection le long du ligament jaune au côté des processus épineux jusqu'à apercevoir la graisse épidurale, puis on saisit la lèvre latérale de l'incision du ligament avec une pince à disséquer et on poursuit la désinsertion ligamentaire du bord supérieur de la lame sous-jacente. On explore ensuite le canal vertébral, la graisse est refoulée vers la ligne médiane, on repère le bord latéral convexe du sac dural puis l'émergence de la racine nerveuse L5.

Supérieur
 ↓
 Postérieur →

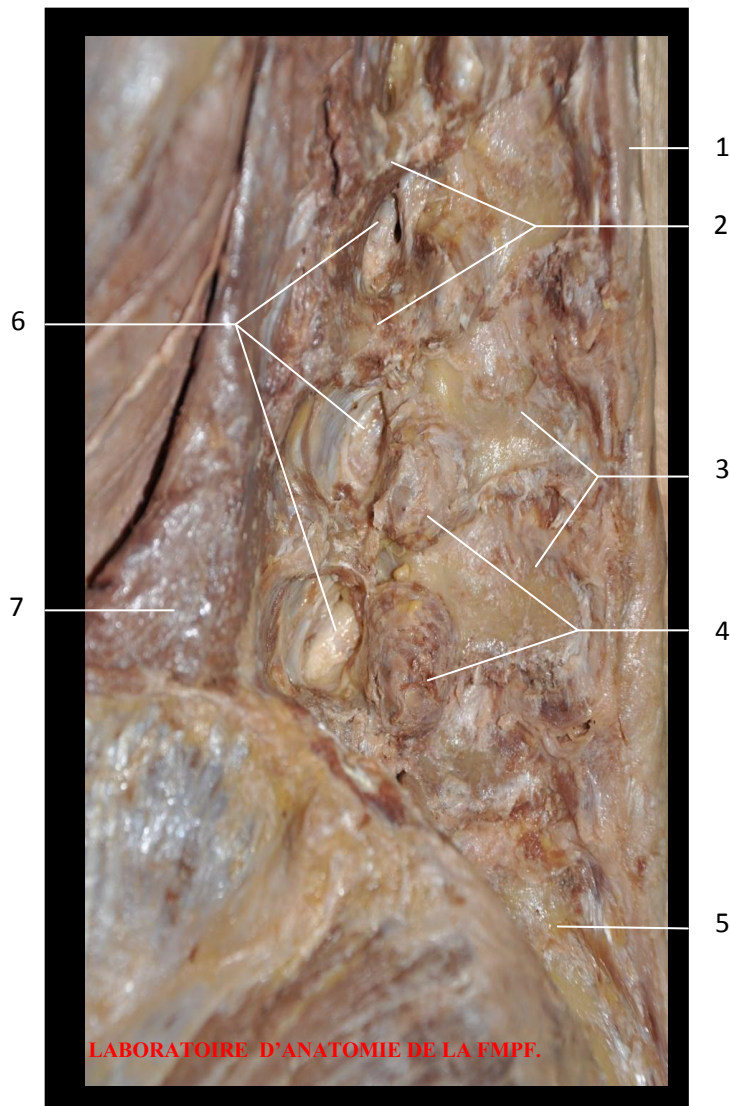


Figure 33 : Aspect anatomique montrant les foramens vertébraux avec émergence des racines nerveuse correspondantes au niveau de la région lombosacrée. (Vue latérale gauche)

1 : La crête des épineuses
 2 : Les pédicules vertébraux
 3 : Les lames vertébrales
 4 : Les processus articulaires postérieurs

5 : Le sacrum
 6 : Les foramens vertébraux avec émergence des racines nerveuses
 7 : Le muscle carré des lombes

La désinsertion des muscles érecteurs du rachis laisse également apparaître les trous de conjugaisons dont les limites sont les suivantes :

Les limites supérieure et inférieure sont représentées par les pédicules, les limites antérieure et postérieure doivent être distinguées en deux portions :

- La première est supérieure et elle est fixe constituée : en avant par la partie latérale du corps vertébral recouverte par la partie latérale du ligament longitudinal dorsal et en arrière par l'isthme (pars interarticularis) et la partie antérieure de la lame.
- La seconde est inférieure et elle est mobile, limitée : en avant par le disque sous-jacent et en arrière par le massif articulaire qui est recouvert par la capsule articulaire et le ligament jaune qui sont en continuité.

Les trous de conjugaison permettent le passage des nerfs spinaux mais également les veines et les artères spinales qui accompagnent chaque nerf spinal pour atteindre la queue de cheval et finalement la moelle lombosacrée.

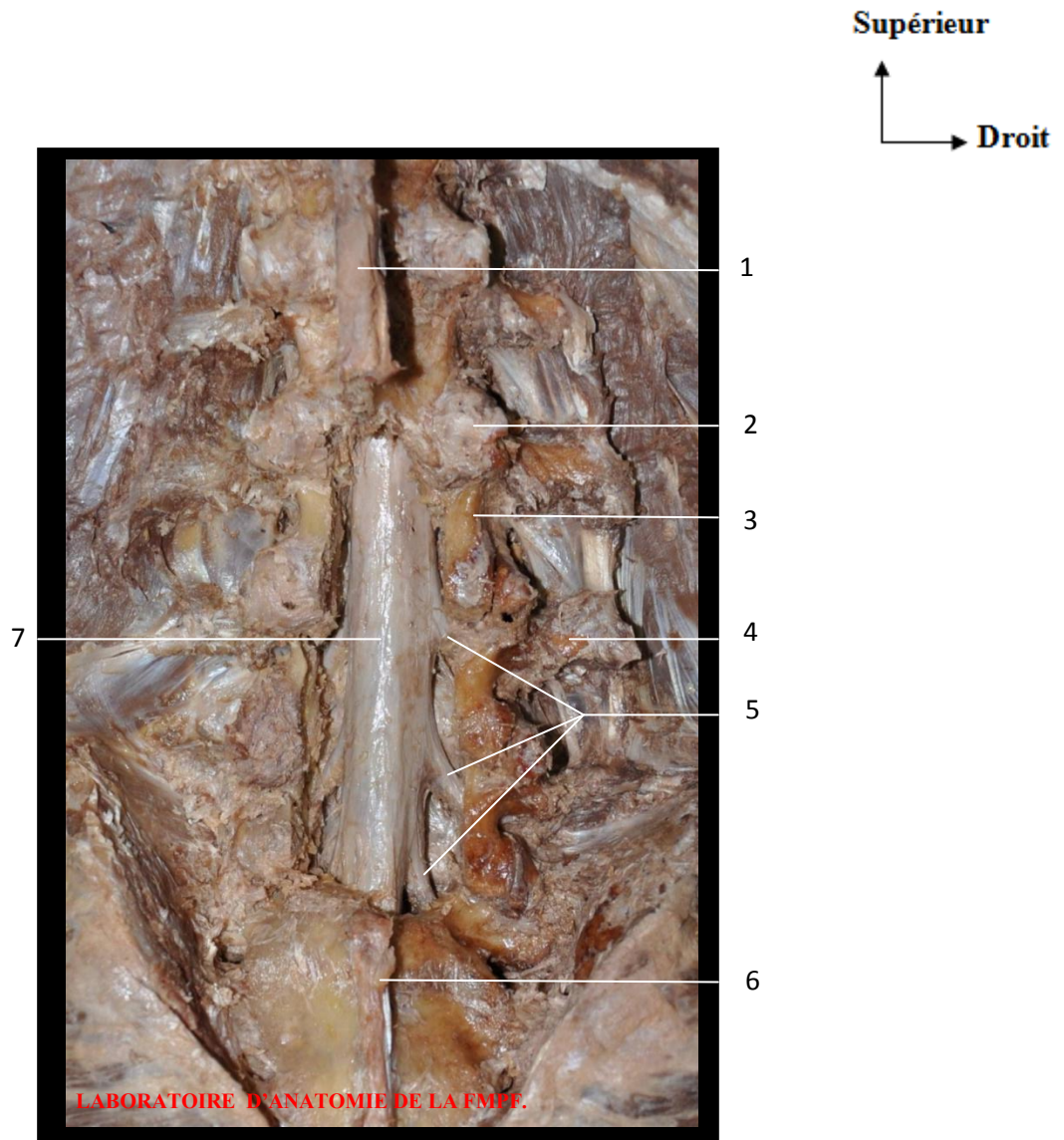


Figure 34 : Aspect anatomique après la réalisation d'une laminectomie L3, L4, L5 avec mise en évidence du canal vertébral et de son contenu.

1 : La crête des épineuses
 2 : Processus articulaire postérieur
 3 : Pédicule vertébral
 4 : Processus transverse

5 : Racines nerveuses (L3, L4, L5)
 6 : La crête sacrée médiane
 7 : Le sac dural

Pour explorer le canal vertébral et son contenu sur plusieurs étages, on a réalisé une laminectomie L3, L4, L5.

Après la résection des arcs postérieurs, on trouve dans la région médiane vertébrale le canal vertébral qui va en s'élargissant de haut en bas jusqu'au disque L5-S1, puis se rétrécit à nouveau à la hauteur du sacrum pour s'ouvrir par le hiatus sacré vers S4. Latéralement, le canal vertébral s'ouvre à chacun des espaces intervertébraux vers les trous de conjugaison et les trous sacrés. On voit apparaître tout d'abord la graisse épidurale dorsale renferment quelques vaisseaux discrets. Une fois refoulée, la graisse épidurale permet d'apercevoir le sac dural cylindrique sur presque toute sa hauteur, puis conique au niveau de sa terminaison vers S1 ou S2. L'espace occupé par la graisse épidurale autour du sac dural et des racines s'appelle l'espace épidural. Cet espace peut être utilisé soit pour le cheminement chirurgical soit pour l'introduction des produits anesthésiques.

C. La dissection de la charnière lombosacrée par approche antérieure rétropéritonéale

Afin d'étudier les différents rapports anatomiques de la charnière lombosacrée, nous allons procéder à une voie d'abord rétropéritonéale qui permet d'aborder les faces antérolatérales des vertèbres situées entre la troisième lombaire et la deuxième sacrée.

Le cadavre est installé en décubitus dorsal avec flexion des hanches à 30° pour détendre le muscle psoas et les vaisseaux iliaques facilitant ainsi exposition antérolatérale du rachis lombaire inférieur.

Droit
↑
Supérieur →



Figure 35 : Aspect anatomique après la dissection du plan cutané et sous cutané et après la dissection des muscles larges de l'abdomen qui ont été refoulé latéralement avec mise en évidence du sac péritonéal.

- 1 : Le feuillet antérieur de la gaine du muscle grand droit de l'abdomen
- 2 : La ligne blanche
- 3 : Le muscle grand droit de l'abdomen
- 4 : Le bord latéral du muscle grand droit
- 5 : Le sac péritonéal

Pour aborder la CLS par voie antérieure rétropéritonéale, on réalise une incision verticale légèrement arciforme tout en suivant le bord latéral du muscle grand droit, à partir de l'ombilic à quelque centimètres de la symphyse pubienne. Après la dissection du plan cutané et sous cutané, on découvre le feuillet antérieur de la gaine des muscles droits de l'abdomen. L'incision du feuillet antérieur de la gaine du droit est réalisée tout en suivant le bord latéral des droits qui correspond à la légère dépression palpable entre : en dedans (le relief des muscles droits) et latéralement (les muscles larges de l'abdomen). Puis les muscles larges de l'abdomen ont été sectionnés et refoulés latéralement.

Droit
↑
Supérieur
→



Figure 36 : aspect anatomique après la dissection du muscle droit de l'abdomen qui a été récliné vers le haut et les muscles larges de l'abdomen qui ont été réclinés latéralement avec la libération du sac péritonéal.

1 : Le muscle grand droit récliné vers le haut
2 : Le sac péritonéal
3 : Les muscles larges de l'abdomen réclinés latéralement

Après la désinsertion des muscles larges de l'abdomen qui ont été récliné latéralement, on a réalisé une désinsertion du muscle grand droit de sa partie inférieure au niveau du pubis, puis récliné en haut sur la paroi thoracique antérieure mettant en évidence la partie antérieure du sac péritonéal.

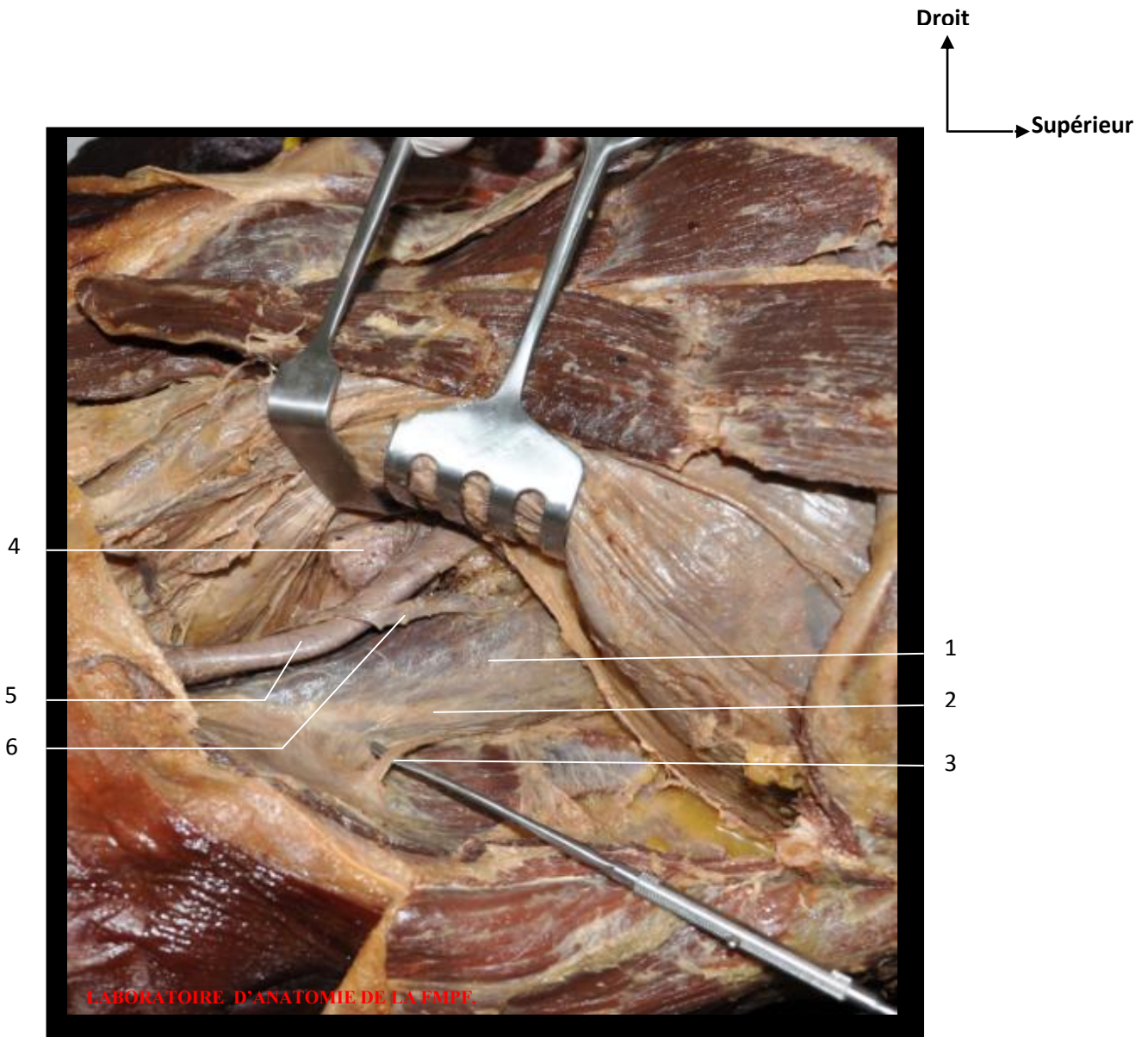


Figure 37 : aspect anatomique après avoir récliné le sac péritonéal médialement et mise en évidence du muscle psoas, et le nerf fémoral

1 : Le muscle psoas
2 : Tendon du muscle psoas
3 : Le nerf fémoral

4 : Corps vertébral de L5
5 : L'artère iliaque externe gauche
6 : L'uretère gauche

Après avoir libérer le sac péritonéal de la face profonde des muscle abdominaux, ce dernier est récliné vers la ligne médiane laissant apparaître l'uretère qu'il faut laisser accolé au péritoine, puis la face antérieure du psoas apparait longée par le nerf fémoral et les vaisseaux iliaques communs apparaissent dans la graisse rétropéritonéale.

Droit
 ↑
 Supérieur
 →

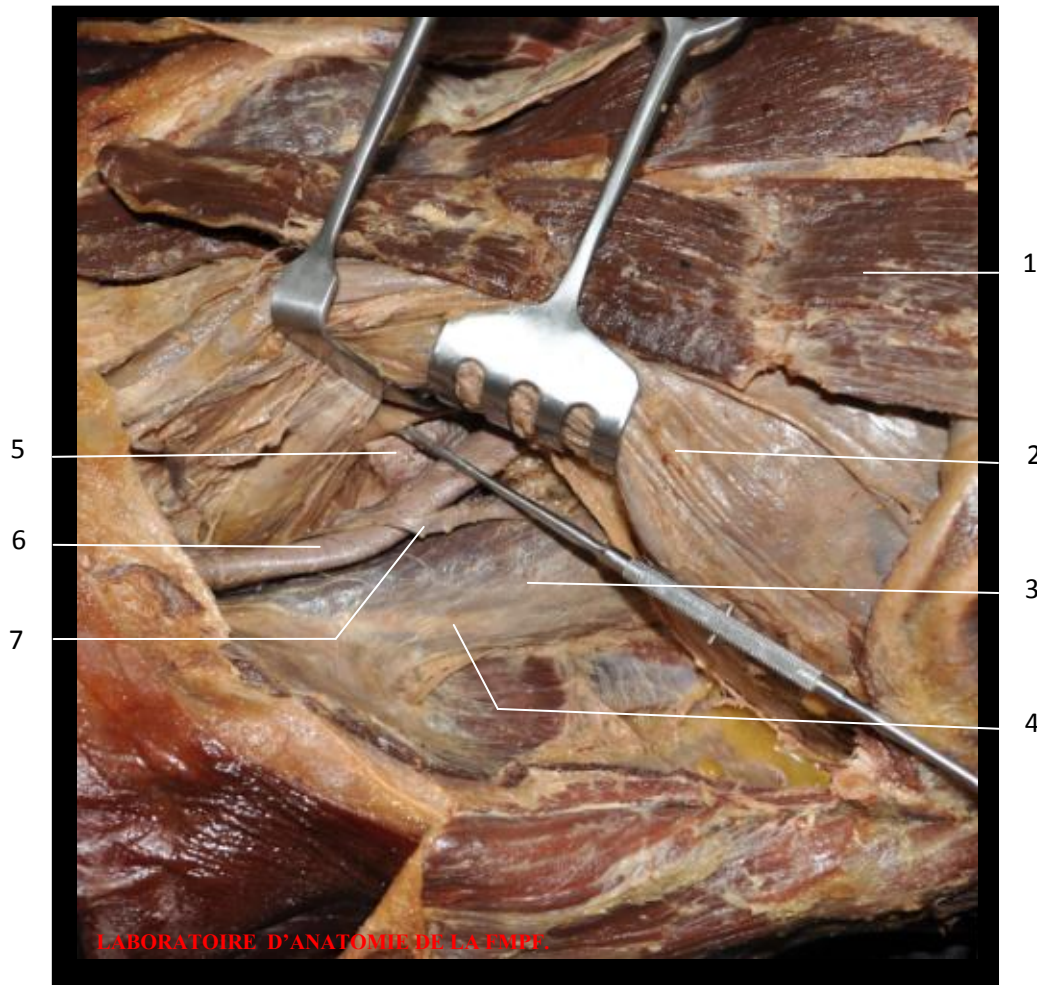


Figure 38 : Aspect anatomique après avoir récliné le sac péritonéal médialement avec mise en évidence de l'uretère

1 : Le muscle grand droit
 2 : Le sac péritonéal récliné
 3 : Le muscle psoas
 4 : Le tendon du muscle psoas

5 : Corps vertébral de L5
 6 : L'artère iliaque externe gauche
 7 : Uretère gauche

Au niveau du bord inférieur de L4, l'uretère croise l'artère iliaque commune de dehors en dedans et de haut en bas, accompagnée des vaisseaux génitaux.

Droit
↑
Supérieur
→



Figure 39 : Aspect anatomique après la libération des vaisseaux iliaques qui ont été réclinés à droite avec mise en évidence de la face antérolatérale du corps vertébral de L5.

- 1 : L'artère iliaque externe gauche
- 2 : La veine iliaque externe gauche
- 3 : Le muscle psoas
- 4 : La face antérolatérale du corps vertébral de L5

Au dessus de la bifurcation aortique, passe le plexus hypogastrique supérieur, qui s'épanouit distalement en avant du promontoire. Il assure l'innervation sympathique du système urogénital et il doit toujours être recherché afin de le préserver, car sa lésion peut entraîner chez l'homme une éjaculation rétrograde et chez la femme une sécheresse vaginale. Ces complications sont généralement réversibles vu la richesse des branches anastomotiques.

La dernière étape de la dissection de la face antérolatérale du rachis lombosacré est la libération des vaisseaux qui vont être séparés du ligament longitudinal antérieur et réclinés de l'autre côté. L'ouverture de ce ligament permettra d'identifier la juxtaposition des corps et des disques intervertébraux.

Le disque L4-L5 peut être exposé facilement en déplaçant l'aorte vers la droite.

Le disque L5-S1 est abordé soit en dessous de la bifurcation aortique, soit, quand la bifurcation aortique est basse, par le bord latéral gauche de l'artère et de la veine iliaques primitives.

D. La dissection de la charnière lombosacrée par approche antérieure transpéritonéale

Afin d'étudier l'anatomie chirurgicale de la jonction lombosacrée, nous allons procéder à un abord transpéritonéal qui permet l'accès aux vertèbres situées entre L4 et S1.

Le cadavre est installé en décubitus dorsal avec billot sous le rachis lombaire afin de réaliser une hyperlordose qui facilite l'abord du promontoire.

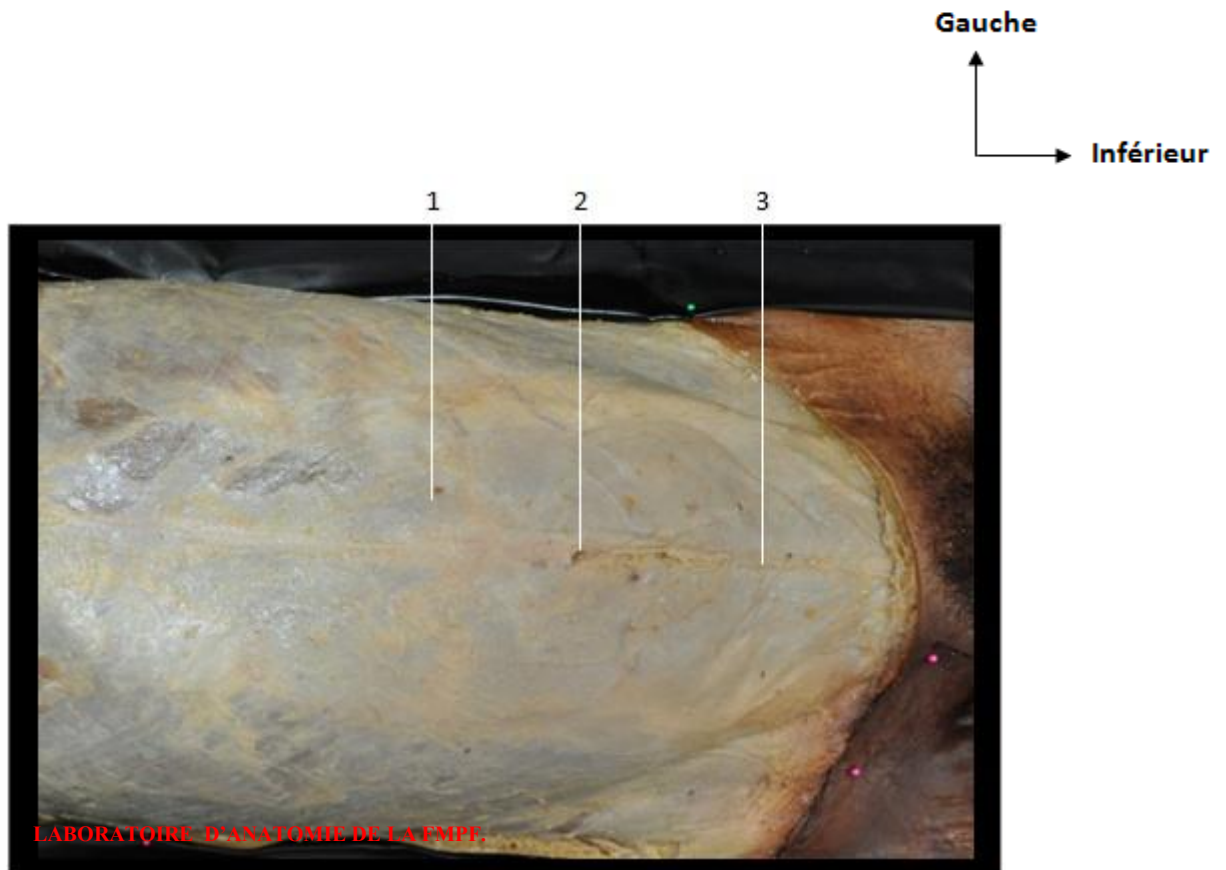


Figure 40 : Aspect anatomique après la dissection du plan cutané et sous cutané avec mise en évidence du feuillet antérieur de la gaine des muscles grands droits de l'abdomen

- | |
|---|
| <p>1 : Feuillet antérieur de la gaine du muscle grand droit de l'abdomen
 2 : Omphalic
 3 : Ligne blanche</p> |
|---|

Après la dissection des plans cutanés et sous cutané, la paroi antérolatérale de l'abdomen est constituée de chaque côté de la ligne médiane par les muscles grands droits et latéralement par les muscles larges de l'abdomen. Les muscles grands droits de l'abdomen sont enveloppés par la gaine des droits avec deux feuillets : antérieur et postérieur. Sur la ligne médiane les deux aponévroses, antérieure et postérieure, se fusionnent pour constituer la ligne blanche traversée par l'ombilic.



Figure 41 : Aspect anatomique après la dissection du feuillet antérieur de la gaine du muscle droit de l'abdomen avec mise en évidence du muscle droit de l'abdomen

1 : Ligne blanche
 2 : Feuillet antérieur de la gaine du muscle grand droit de l'abdomen

3 : Muscle droit de l'abdomen
 4 : Les intersections tendineuses
 5 : Muscle oblique externe de l'abdomen

Après la section du feuillet antérieur de la gaine des muscles grands droits, ces muscles forment une bande large de trois à quatre travers de doigt de chaque côté de l'ombilic avec des intersections tendineuses transversales sur leur trajet. De chaque côté des grands droits se superposent de la superficie vers la profondeur : le muscle oblique externe, le muscle oblique interne et le muscle transverse de l'abdomen.

Gauche
↑
↓
Inférieur →



Figure 42 : aspect anatomique après la désinsertion des muscles larges de l'abdomen qui ont été réclinés latéralement.

- 1 : Muscle droit de l'abdomen
- 2 : Muscle oblique externe
- 3 : Muscle transverse
- 4 : Muscle oblique interne

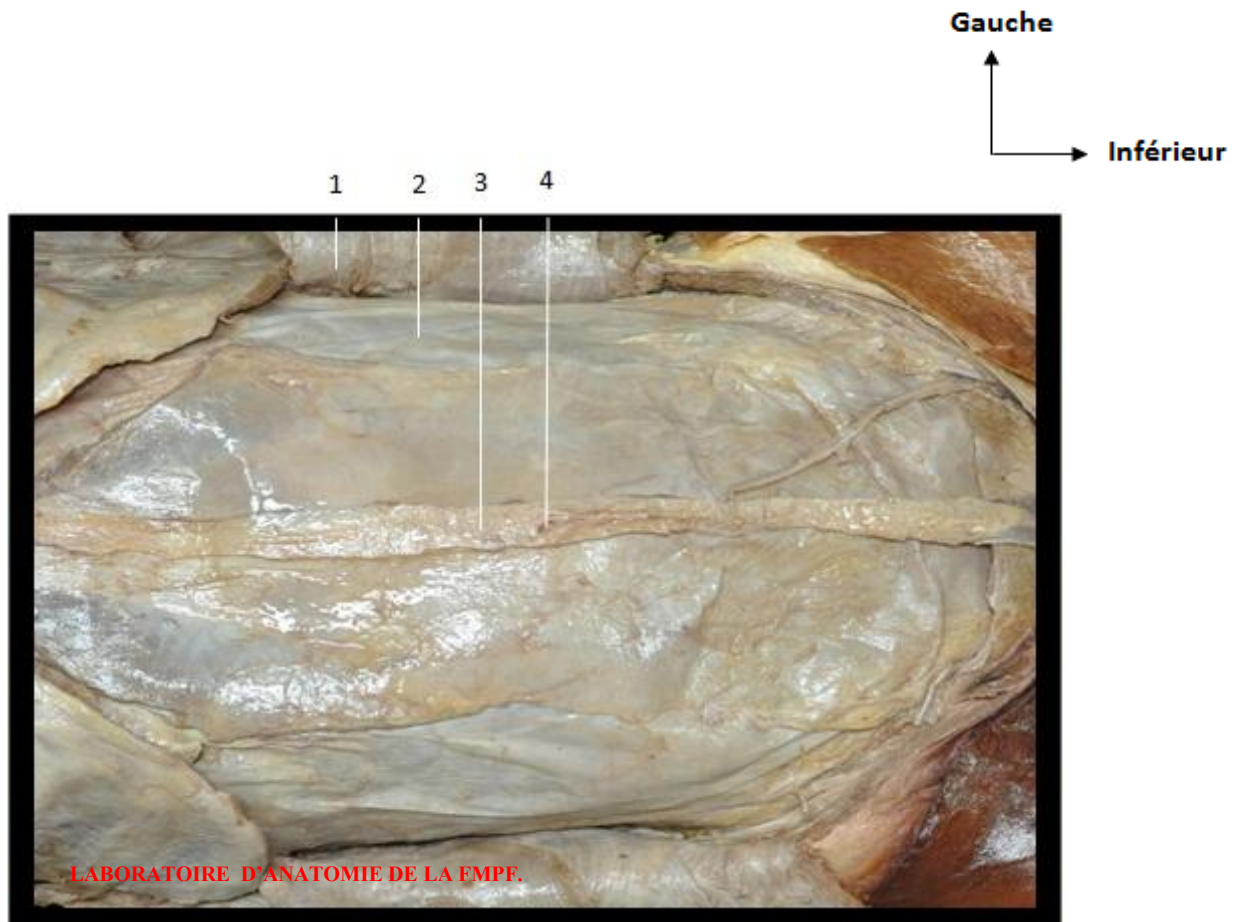


Figure 43 : Aspect anatomique après la désinsertion du muscle grand droit de l'abdomen à partir de sa partie inférieure et qui a été récliné vers le haut avec mise en évidence du péritoine pariétal.

- | |
|--|
| <p>1 : Muscle oblique externe récliné
 2 : Péritoine pariétal
 3 : Ligne blanche
 4 : Anneau ombilical</p> |
|--|

Après la section des muscles grands droits et des muscles larges de l'abdomen, la région lombosacrée est recouverte par la cavité péritonéale de l'abdomen avec un feuillet antérieur derrière la gaine des droits et un feuillet postérieur au devant des gros vaisseaux prévertébraux.

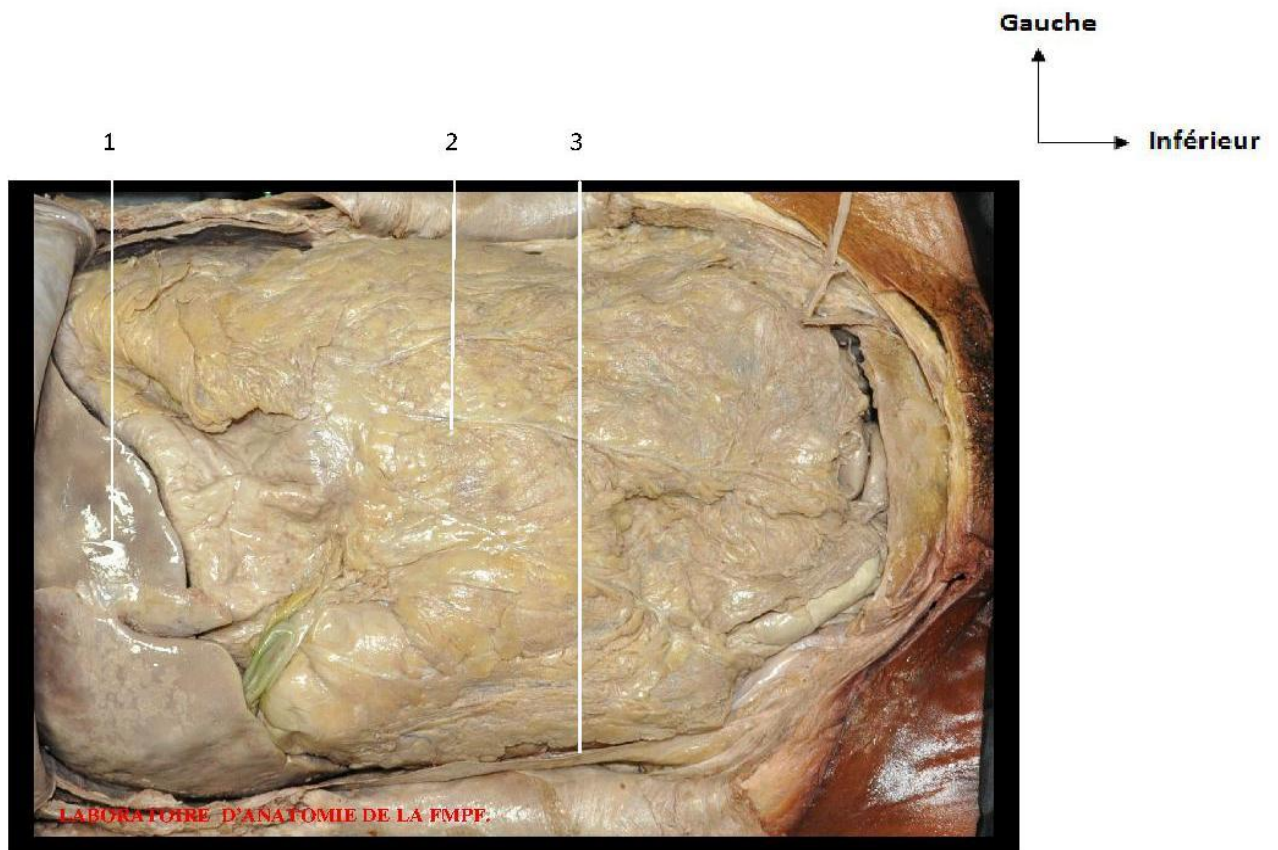


Figure 44 : Aspect anatomique après la section du péritoine pariétal avec mise en évidence du contenu de la cavité abdominale.

- 1 : Le foie
- 2 : Le grand épiploon
- 3: Le péritoine pariétal sectionné

Le péritoine pariétal est ensuite sectionné longitudinalement, ce qui permet de découvrir le contenu de la cavité abdominale recouvert par le grand épiploon qui va être refoulé vers le haut.

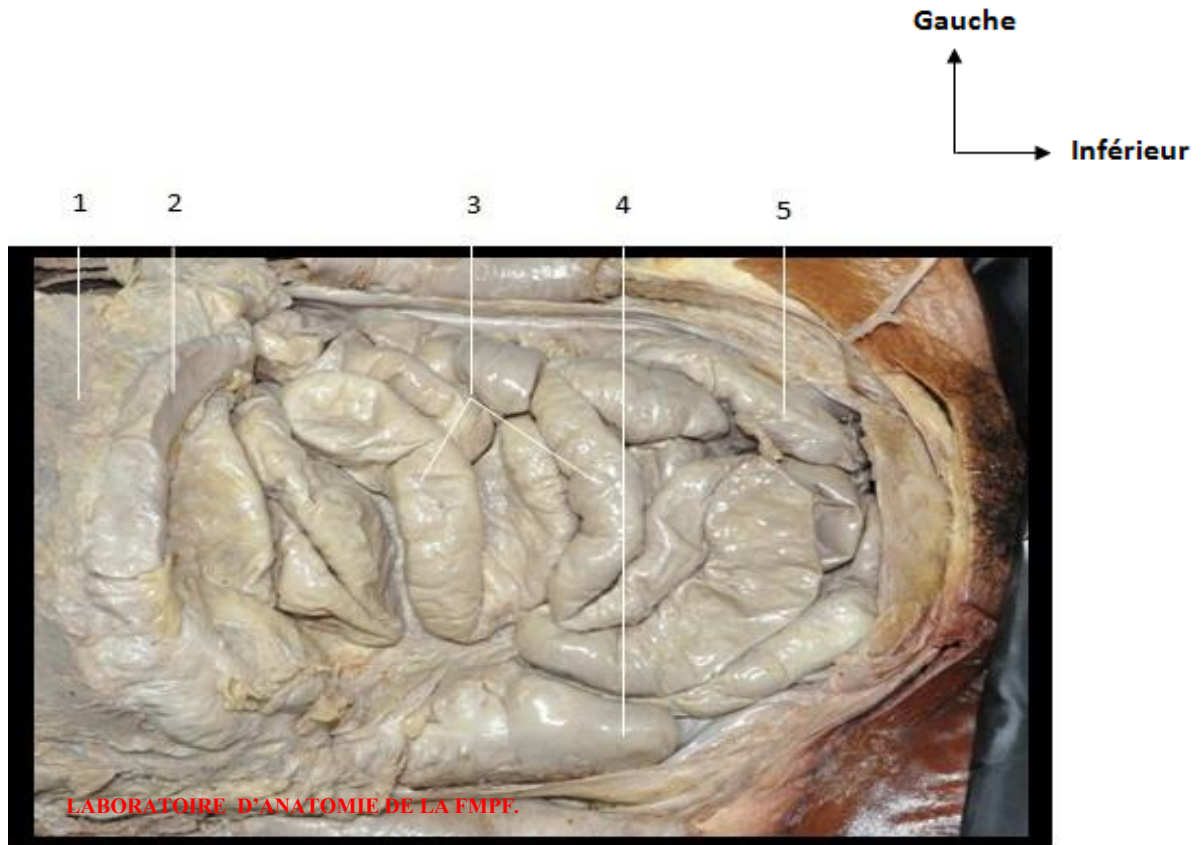


Figure 45 : Aspect anatomique après section du péritoine pariétal et le refoulement du grand épiploon vers le haut avec mise en évidence du contenu de la cavité abdominale.

- 1 : Le grand épiploon refoulé vers le haut
- 2 : Le côlon transverse
- 3 : Les anses intestinales
- 4 : Le cæcum
- 5 : Le côlon sigmoïde

Après avoir refoulé le grand épiploon vers le haut, Le contenu de la cavité péritonéale est représenté par le cadre colique avec ses mésos qui prolongent le péritoine pariétal postérieur, vers la droite pour le mésocôlon ascendant, vers la gauche pour le mésocôlon descendant et vers la cavité pelvienne pour le mésosigmoïde qui se trouve séparé du péritoine pariétal postérieur par le récessus intersigmoïdien. Au devant du pan mésocolique vient s'appliquer le mésentère dont l'insertion s'effectue de l'angle duodénojéjunal vers la face antérieure de la veine cave inférieure, puis le long du pédicule vasculaire iliaque primitif et externe droit.

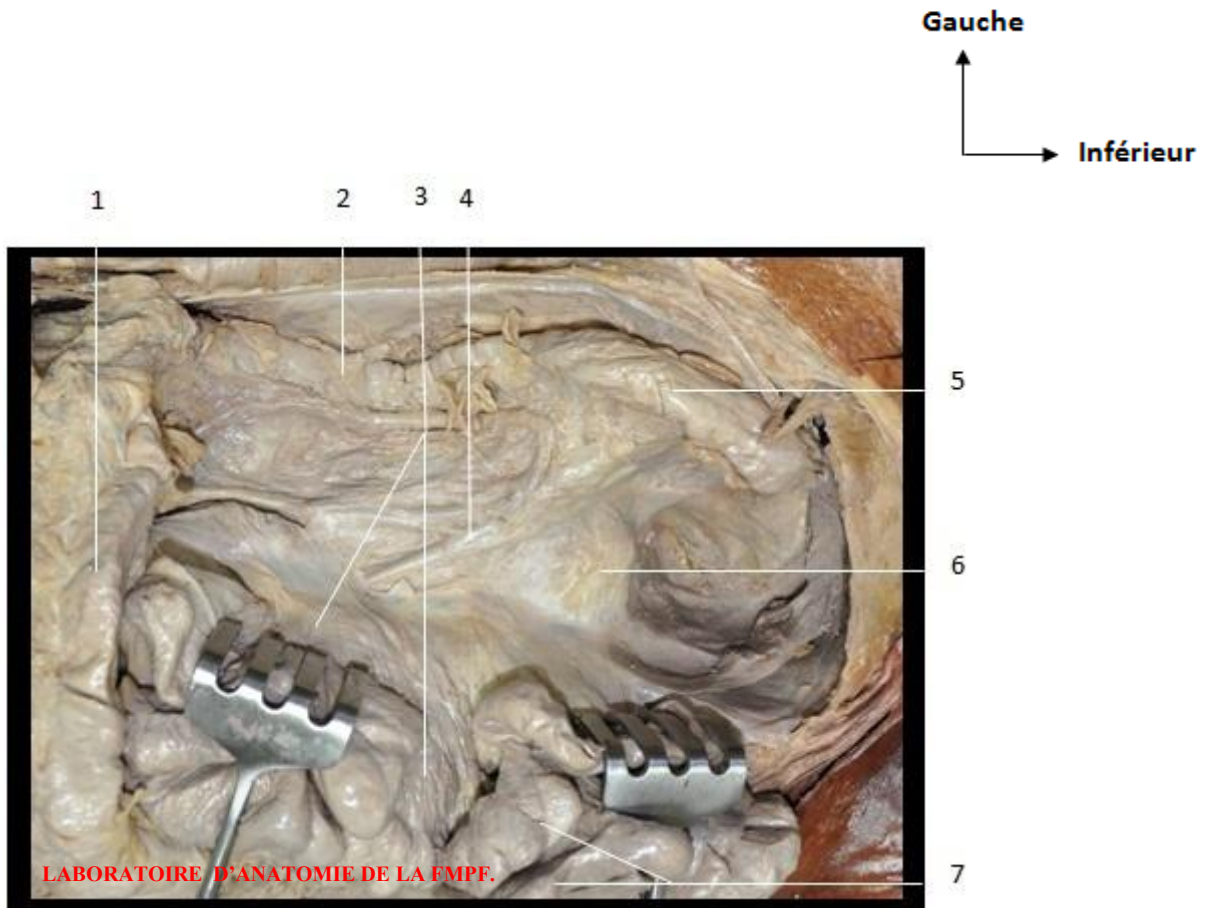


Figure 46 : Aspect anatomique après écartement des anses du grêle à droite, le sigmoïde à gauche avec mise en évidence du péritoine pariétale postérieur et le relief des vaisseaux.

1 : Le côlon transverse
 2 : le côlon descendant
 3 : Le méésentère
 4 : Le relief des vaisseaux iliaques

5 : Le sigmoïde
 6 : Le promontoire
 7 : Les anses du grêle refoulées à droite

L'accès au rachis lombosacré nécessite donc le refoulement des anses grêles et coliques dans la direction de leur méso de façon à n'avoir plus que le péritoine pariétal postérieur qui est alors bien exposé, et on identifie facilement par la palpation la saillie du promontoire, les reliefs de l'aorte et des artères iliaques.

Gauche
↑
↓
Inférieur →

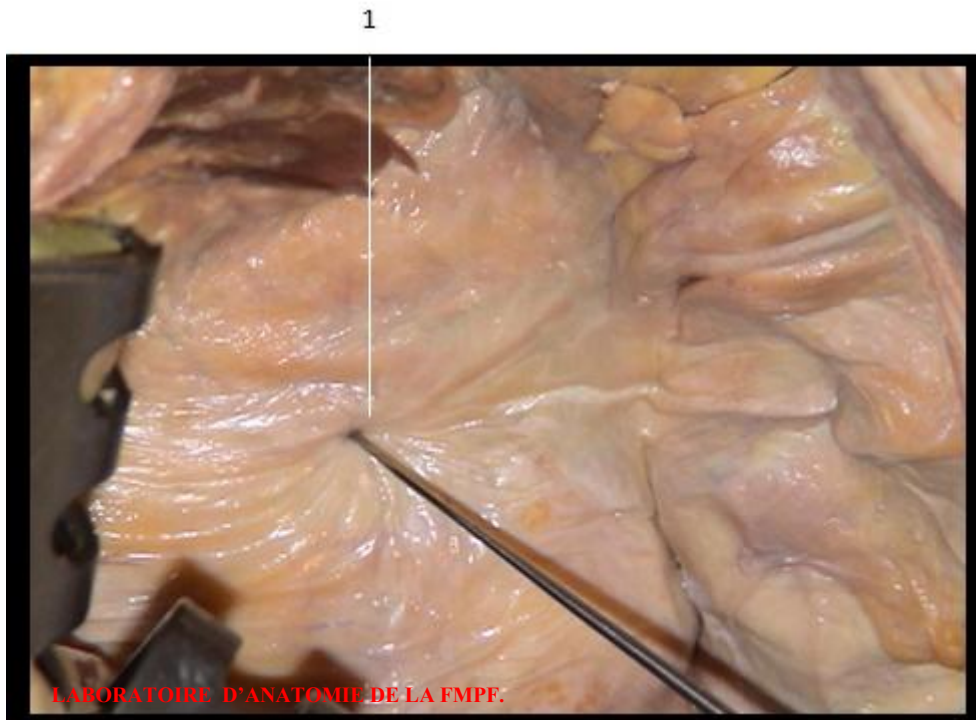


Figure 47 : Aspect anatomique du péritoine pariétal postérieur après écartement des intestins.

1 : Le péritoine pariétal postérieur

Le feuillet postérieur du péritoine pariétal est soulevé par une pince puis incisé verticalement sur la ligne médiane puis écarté sur les côtés ou bien soulevé par un fil traceur.

Gauche
↑
Inférieur →

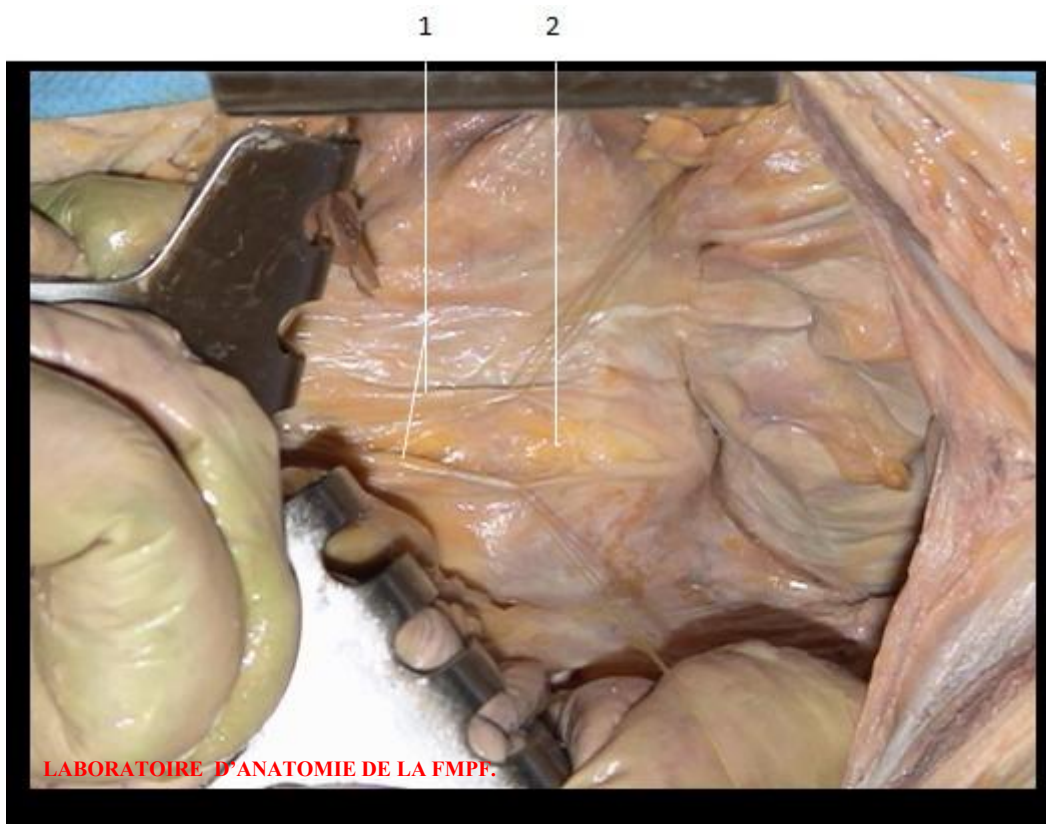


Figure 48 : Aspect anatomique après incision verticale du feuillet postérieur du péritoine pariétal avec mise en évidence de la graisse rétro-péritonéale.

1 : Le péritoine pariétal postérieur incisé verticalement et écarté des 2 côtés
2 : La graisse rétro-péritonéale

Entre le feuillet péritonéal et le rachis lombosacré, on découvre plusieurs Structures anatomiques qui sont enveloppées dans un tissu cellulo-graisseux c'est la graisse rétro-péritonéale.

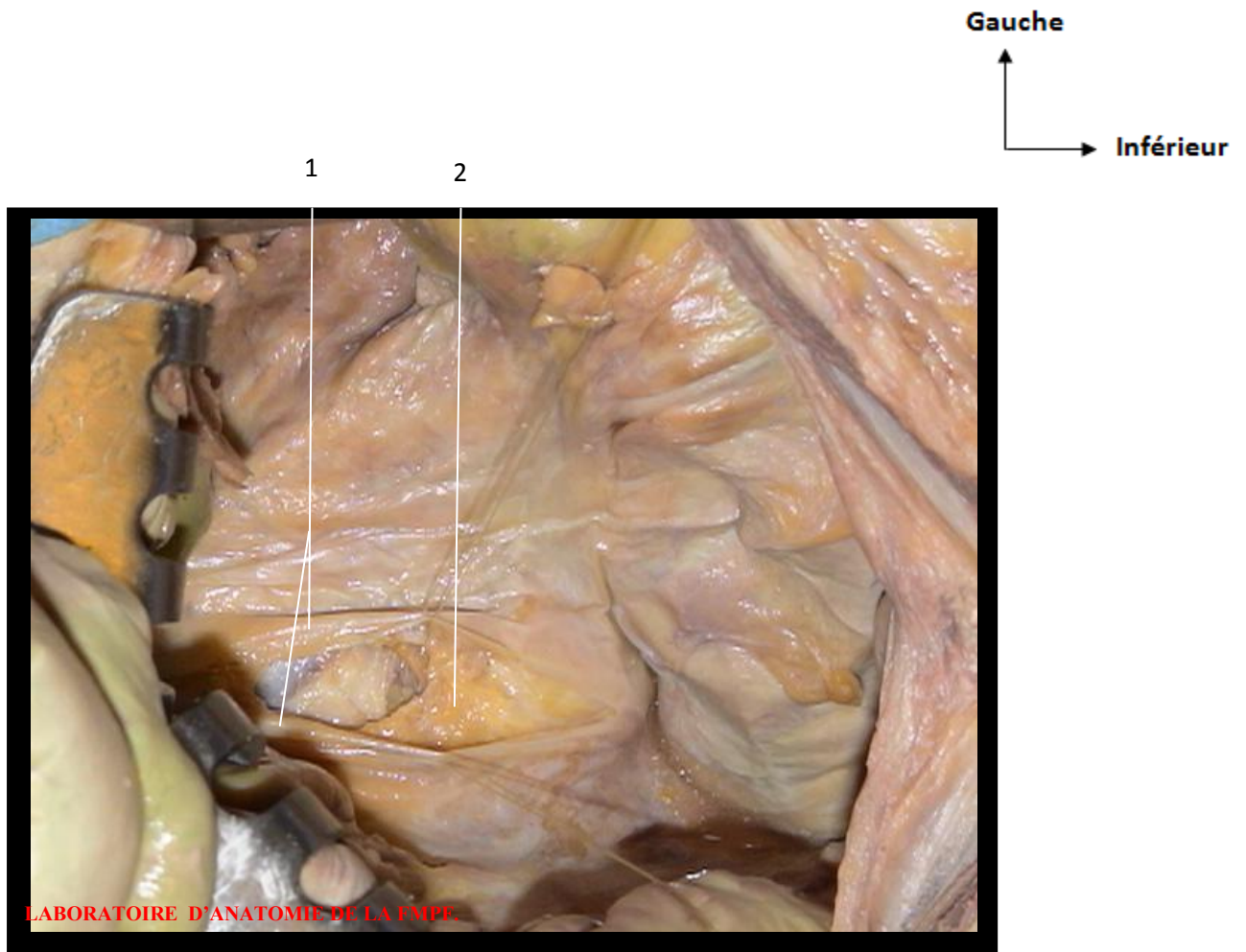


Figure 49 : Aspect anatomique après ouverture de la graisse rétropéritonéale avec mise en évidence des éléments vasculo-nerveux prévertébraux.

1 : Le péritoine pariétal postérieur incisé verticalement et écarté des 2 côtés
2 : La graisse rétropéritonéale

L'ouverture de ce dernier feuillet péritonéal postérieur et de la graisse rétropéritonéale, permet de découvrir les éléments vasculo-nerveux prévertébraux.

Gauche
↑
Inférieur →



Figure 50 : Aspect anatomique après ouverture du péritoine pariétal postérieur et de la graisse retro péritonéale avec mise en évidence des éléments vasculo-nerveux prévertébraux.

- 1 : Le péritoine pariétal postérieur écarté
- 2 : Le disque L5-S1
- 3 : Artère iliaque primitive droite
- 4 : Artère iliaque interne droite
- 5 : Artère iliaque externe droite
- 6 : Veine iliaque primitive gauche

Après l'ouverture du péritoine pariétal postérieur et de la graisse rétropéritonéale, on trouve les éléments vasculo-nerveux prévertébraux qui sont :

Le plexus hypogastrique supérieur est formé d'un amas de fibres autonomes s'étendant sur plusieurs niveaux de l'origine de l'artère mésentérique inférieure en proximal jusqu'à un niveau variable en distal entre L5 et S2. Ce plexus appelé aussi le nerf présacré, est situé en avant du complexe vasculaire aortico-cave et bi-iliaque. A ce niveau, le plexus hypogastrique supérieur se divise en deux, chaque bifurcation va recevoir des afférentes des nerfs splanchniques sacrés (venant des deuxième et troisième ganglions sacrés) et des nerfs érecteurs (venant des deuxième, troisième et quatrième nerfs sacrés) pour former le plexus hypogastrique inférieur. Le risque de lésion du plexus hypogastrique supérieur est réel lors des voies d'abord antérieures de la charnière lombosacrée, en particulier les voies transpéritonéales.

On arrière de ce plexus se trouve la terminaison de l'aorte et l'origine de la veine cave inférieure formant deux carrefours en Y. Le carrefour artériel se situe à gauche et en avant du carrefour veineux, la situation de cette bifurcation est variable en hauteur selon les sujets. Elle se situe dans la majorité des cas en regard du corps de L4 ou du disque L4-L5.

A gauche, près de l'aorte se trouve l'artère mésentérique inférieure qui naît de la face antérieure de l'aorte au niveau de L3 pour passer dans le mésocolon gauche.

Le confluent des veines iliaques communes droite et gauche, est situé en arrière et en dessous de la fourche aortique. Le sommet du confluent siège dans la plupart des cas au dessus du corps de L5 ou du disque L4-L5.

Sur la ligne médiane, devant le promontoire, on trouve l'artère sacrée moyenne qui naît de la face postérieure de la bifurcation aortique tandis que la

veine sacrée moyenne se jette dans l'un ou l'autre des éléments qui constituent le confluent iliocave.

Les deux uretères précroisent les artères iliaques de dehors en dedans, Jusqu'au niveau de l'origine de l'artère iliaque interne.

Le tronc sympathique lombaire est situé dans l'angle dièdre formé par l'insertion du muscle psoas en latéral et les corps vertébraux et les disques en médial. Ce tronc se continue en distal avec le tronc sympathique sacré.

Gauche
↑
↓
Inférieur →

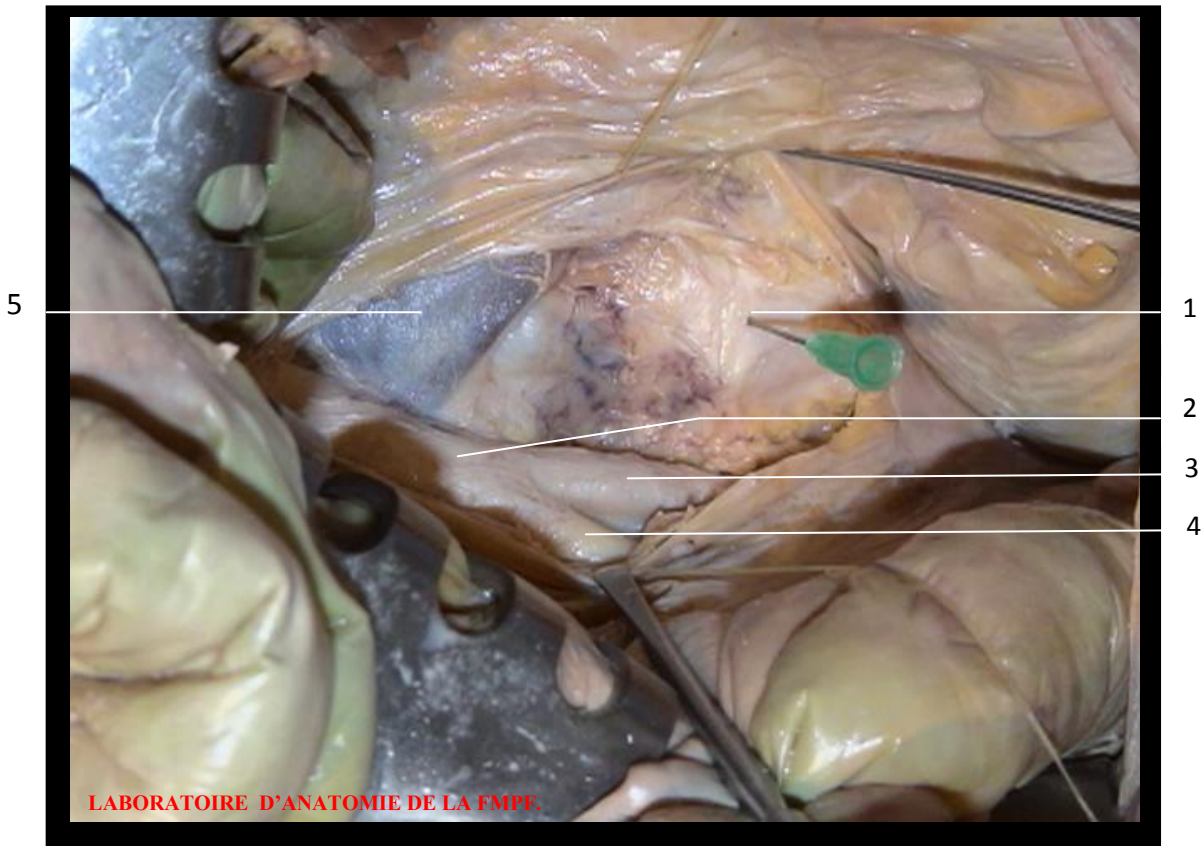


Figure 51 : Aspect anatomique après la libération des vaisseaux iliaques avec visualisation du promontoire et du disque L5-S1.

- | |
|-------------------------------------|
| 1 : Le disque L5-S1 |
| 2 : Artère iliaque primitive droite |
| 3 : Artère iliaque interne droite |
| 4 : Artère iliaque externe droite |
| 5 : Veine iliaque primitive gauche |

La dernière étape de la dissection de la jonction lombosacrée est la libération et l'écartement en dehors des vaisseaux iliaques permettant ainsi un accès direct à cette charnière avec visualisation du promontoire et du disque L5-S1.

Gauche
↑
↓
→ Inférieur



Figure 52 : aspect anatomique après la dissection du ligament longitudinal antérieur avec mise en évidence du corps vertébral du L5.

- 1 : Le ligament longitudinal antérieur sectionné
- 2 : Le corps vertébral du L5
- 3 : La veine iliaque primitive gauche
- 4 : Artère iliaque primitive droite

PARTIE IV : LES APPLICATIONS CHIRURGICALES

Afin de montrer l'intérêt de notre travail, nous avons choisi de détailler quelques pathologies qui peuvent toucher le rachis lombosacré pour nous focaliser ensuite sur la description des principes de base des traitements chirurgicaux de ces pathologies.

A. les pathologies de la CLS

La CLS peut être le siège de nombreuses pathologies : dégénératives, traumatiques, ou tumorales qui encourent un double risque neurologique et orthopédique en compromettant la stabilité de cette région. Ainsi, le neurochirurgien peut être amené à aborder cette CLS soit pour décompresser les éléments nerveux qui la constituent ou pour restaurer sa stabilité biomécanique. Parmi les pathologies de la CLS, on cite :

1. Les pathologies dégénératives [18, 19, 20, 21, 22]

a. Hernie discale

La hernie discale est définie comme une saillie plus ou moins importante du matériel discal à travers une déchirure de l'anneau fibreux, siégeant surtout au niveau de L4-L5 ou L5-S1. Elle correspond à une migration (protrusion) postérieure et surtout postéro-latérale du nucleus pulposus. Ainsi les structures nerveuses peuvent être comprimées, générant des lombalgies ou radiculalgies et d'importantes limitations fonctionnelles.

Les facteurs étiologiques sont multiples. Le diagnostic est tout d'abord clinique, nécessitant un examen minutieux, puis radiologique par la réalisation d'un scanner lombaire et/ou d'une IRM qui permet une description correcte de la hernie discale.

Le traitement est principalement conservateur, basé sur une médication anti-inflammatoire et analgésique et repos. Une intervention neurochirurgicale est proposée dans 2 cas de figure : soit en urgence, en cas de paralysie des muscles innervés par la racine comprimée ou en cas d'un syndrome de la queue de cheval ou

lorsque la sciatique est qualifiée d'hyperalgique, résistante aux traitements antalgiques majeurs comme les morphiniques ; soit lorsque la sciatique dure depuis plusieurs semaines, entraînant un handicap fonctionnel important, une gêne dans la vie quotidienne, et ce malgré toutes les thérapeutiques proposées. Le but de l'intervention est de faire disparaître la douleur sciatique. Une approche chirurgicale de décompression par les techniques de Discectomie ou nucléolyse, est envisagée, habituellement par voie postérieure, une stabilisation par arthrodèse étant rarement nécessaire.

b. Spondylolisthesis

Le terme de spondylolisthesis a été introduit en 1854 par Killian et appliqué à diverses formes de glissement vertébral, mais à partir de 1930, il a été différencié en spondylolisthesis par lyse isthmique et spondylolisthesis dégénératif.

❖ Spondylolisthesis par lyse isthmique

Cette pathologie est liée à la spondylolyse qui est une solution de continuité dans l'isthme articulaire situé entre les deux apophyses articulaires supérieure et inférieure de l'arc vertébral postérieur. Elle peut être aigue traumatique correspondant à un trait de fracture vrai, ou chronique, quand la perte de continuité s'organise sous la forme d'un tissu fibreux plus ou moins hypertrophique, qui peut être agressif pour les racines nerveuses au contact.

Le diagnostic est basé sur l'imagerie, qui doit inclure une radiographie de face et de profil avec un cliché en incidence « trois quarts » qui met en évidence la lyse.

Le traitement chirurgical est différent selon l'âge du patient et le degré de glissement, il est basé sur les principes suivants : libérer la racine, avec ou sans correction du glissement, rétablir la lordose lombosacrée et stabiliser.

Chez l'enfant, les options chirurgicales sont la réparation isthmique et l'arthrodèse lombosacrée. La première consiste à restaurer la continuité de l'isthme rompu au moyen d'une greffe osseuse, avec l'avantage de conserver la mobilité de l'espace L5-S1, à condition que ce disque soit intègre. Le principe de l'arthrodèse est de supprimer l'instabilité vertébrale responsable de la douleur et de stabiliser les glissements jugés évolutifs. Plusieurs techniques sont proposées: l'arthrodèse postéro-latérale (PL) non-instrumentée de Wiltse, l'arthrodèse PL instrumentée avec fixation in situ ou avec réduction, les arthrodèses intersomatiques et la fusion circonférentielle (dite à 360°).

Chez l'adulte en cas d'échec du traitement symptomatique ou en cas des douleurs invalidantes, une chirurgie peut être envisagée. Les alternatives sont toujours la reconstruction isthmique qui requière l'intégrité du disque, et l'arthrodèse dont plusieurs techniques sont disponibles, comprenant des gestes de libération (laminectomie), de stabilisation (arthrodèse PL ou intersomatique) et de réduction pour les cas de glissements importants.

❖ **Spondylolisthesis dégénératif**

Elle s'observe le plus souvent à partir de 50 ans et chez la femme après la ménopause, siégeant essentiellement au niveau L4-L5. La destruction arthrosique des articulaires postérieures favorisée par l'ostéoporose et le relâchement musculoligamentaire autorise le glissement de la vertèbre et de tout le rachis sus-jacent. Ce glissement reste modéré mais l'arthrose interarticulaire favorise

l'apparition des ostéophytes, souvent intracanaux, et la protrusion postérieure du disque dégénéré, qui sont à l'origine des sténoses latérales et centrales, aggravées par l'épaississement du ligament jaune.

Le SPL dégénératif peut être accompagné sur le plan clinique par des lomboradiculalgies d'intensité variable et de troubles neurologiques à l'origine de limitations fonctionnelles. Les patients peuvent rester asymptomatiques ou être marqués par des lombalgies modérées ; dans ces cas ils sont traités médicalement, le traitement chirurgical étant réservé aux formes sévères ou présentant des troubles neurologiques importants.

L'arthrodèse postéro-latérale instrumentée avec exploration intracanaux et vissage pédiculaire est devenue l'intervention de référence, les autres options d'arthrodèse étant identiques à ceux décrits pour le traitement du spondylolisthésis par lyse isthmique.

c. Le canal lombaire étroit

La sténose est définie comme une réduction du diamètre du canal vertébral due à la présence des ostéophytes, à une hypertrophie du ligament jaune, à une protrusion discale (hernie) ou au spondylolisthésis, comprimant les structures nerveuses (moelle ou nerfs), ce qui entraîne des lomboradiculalgies invalidantes et d'importantes limitations fonctionnelles.

On distingue deux formes de sténose : congénitale et dégénérative. Le diagnostic est confirmé grâce au scanner ou à l'IRM mais pour les cas difficiles, seule la radiculographie en position debout permet de mettre en évidence la compression canalaire. Le traitement implique une libération par laminectomie ou par recalibrage des trous de conjugaison, complétée souvent par une arthrodèse

surtout dans les cas où la sténose est associée à d'autres affections (spondylolisthesis dégénératif, scoliose etc).

2. Les pathologies traumatiques [23, 24, 25, 26]

Les pathologies traumatiques sont fréquentes et nombreuses, on distingue :

- Le premier groupe est celui des "lésions disco-corporéales" les plus fréquentes et qui sont caractérisées par leur développement prédominant dans le corps vertébral, groupe classique des fractures tassements et fractures comminutives.
- Le deuxième groupe est celui des "lésions disco-ligamentaires" où prédomine l'atteinte des moyens d'union intervertébraux, groupe classique des entorses graves, luxations et fractures-luxations.
- Le troisième groupe est celui des "lésions mixtes " où sont réunies les lésions antérieures d'écrasement de la colonne corporéo-discale et des lésions postérieures de transection rachidienne plus ou moins complète.

Des lésions neurologiques peuvent survenir au cours de ces traumatismes touchant essentiellement les éléments de la queue de cheval et s'expriment cliniquement par des déficits de type périphérique. Le soulagement de la compression traumatique de la queue de cheval est une urgence absolue.

L'objectif de tout traitement chirurgical est de restaurer une statique alignée en préservant au mieux la fonction dynamique. Le choix de la technique est en fonction du type lésionnel.

3. Les pathologies tumorales [27, 28, 29]

a. Les tumeurs primitives

Les tumeurs primitives du rachis représentent 10 à 20% des tumeurs vertébrales. Selon le type histologique on distingue :

- **Les tumeurs malignes** : chondrosarcome, sarcome d'Ewing, plasmocytome solitaire, sarcome à cellules géantes, lymphome, sarcome ostéogénique, hémangiopéricytome, sarcome polymorphe, angiosarcome, fibrosarcome, hystiocytofibrome malin.
- **Les tumeurs bénignes** : Chordome, Tumeur à cellules géantes, Ostéome ostéoïde et ostéoblastome, Kystes osseux anévrysmaux, hémangiomes, Ostéochondrome, Granulome, fibrome osseux, chondroblastome.

Le traitement dépend de l'état général du patient, de la localisation et l'extension de la tumeur, du type histologique et du degré d'atteinte neurologique. Le traitement chirurgical consiste en une résection la plus carcinologique possible avec risque de récurrence locale.

b. Les tumeurs secondaires

Les métastases sont les tumeurs les plus fréquentes du rachis (70% des cas). En effet le squelette axial est la troisième localisation métastatique après le poumon et le foie. La lésion métastatique peut apparaître chez un malade porteur d'un cancer connu, ou révéler un cancer occulte. Les tumeurs primitives les plus fréquemment rencontrées sont : le sein et le poumon d'abord puis la prostate et le rein, plus rarement : la thyroïde, le tube digestif, les hémopathies malignes. L'atteinte initiale est le corps vertébral qui, progressivement détruit par ostéolyse, va

être le siège d'un tassement avec rupture des plateaux vertébraux et hernie des disques dans le corps vertébral. A l'extrême, il y a une dislocation vertébrale avec luxation. La compression de la moelle ou de la queue de cheval peut se produire par plusieurs mécanismes. Cliniquement, il existe une douleur vertébrale qui précède plusieurs semaines les signes de compression médullaire. Le traitement peut nécessiter : la chirurgie, la radiothérapie, la chimiothérapie, il dépendra pour chaque patient de l'état général, de l'extension du cancer, du type tumoral, du degré d'atteinte neurologique, du blocage à la myélographie.

B. Les principaux gestes chirurgicaux [9, 30, 31, 32, 33, 34]

Le traitement chirurgical a trois principes de base, qui peuvent être utilisés seuls ou en combinaison, selon les cas : décompression/libération visant l'excision des éléments comprimant les structures nerveuses, arthrodèse (fusion pour empêcher le mouvement) avec ou sans réduction du glissement dans les cas de spondylolisthesis de haut grade et ostéosynthèse (en support pour la fusion).

1. Décompression

Les gestes de décompression ou « libération » sont dédiés à l'ablation des éléments comprimant la dure-mère ou les racines, les principaux gestes de décompression sont :

a. Laminectomie

La laminectomie est une intervention chirurgicale qui consiste en une résection partielle ou totale des lames postérieures de l'arc neural permettant une libération radiculaire ou canalaire. Cette résection est parfois réalisée sur plusieurs niveaux adjacents. Dans les cas de spondylolisthesis elle comprend aussi la résection des ligaments jaune sus et sous-jacents.

b. Facetectomie

Les facettes articulaires dégénérées peuvent être associées à une production ostéophytique entraînant des compressions radiculaires. Dans ce cas la libération peut s'effectuer par ablation des facettes articulaires du niveau pathologique.

c. Discectomie

En présence d'une hernie discale invalidante, il est souvent nécessaire de libérer les racines comprimées par un geste postérieur consistant à réséquer la matière discale incriminée, voire la totalité du nucleus pulposus. Les principes généraux de la Discectomie classique sont : exposition des arcs postérieurs en écartant les muscles spinaux, excision ou décollement du ligament jaune entre les lames, exposition de la racine comprimée par la hernie et ablation de la hernie et du nucleus à la pince spéciale. L'annulus fibrosus et le ligament intervertébral ne conserveront qu'une trace minime de l'excision ainsi le disque sera déstabilisé et l'évolution tardive se fera vers un pincement de l'espace.

2. Stabilisation par arthrodèse

Selon la voie d'abord et la localisation du greffon, les arthrodèses sont classées en postérieures, postéro-latérales, intersomatiques et circonférentielles.

a. Arthrodèse postérieure

Décrite par Hibbs et Albee en 1911, cette fusion interlaminaire est par définition postérieure aux pédicules mais biomécaniquement insuffisante et ne permet pas des décompressions postérieures majeures, raisons qui ont mené à une rare utilisation.

b. Arthrodèse postérolatérale (une des plus fréquentes)

Cette technique repose sur le principe d'une fusion intertransversaire latérale solide, qui permet une combinaison entre la décompression et une instrumentation postérieure.

L'arthrodèse in situ sans instrumentation est conduite par deux voies paramédianes permettant un abord direct des transverses à travers les muscles paraspinaux. Après avivement des transverses, des massifs articulaires et de la face postérieure du sacrum, une greffe iliaque est disposée au contact des zones osseuses avivées, permettant de constituer un large pont osseux. L'avantage de cette technique est dans le respect du plan musculaire et ligamentaire médian postérieur, favorisant la stabilité et la consolidation de la greffe. Les inconvénients sont l'impossibilité de réaliser une ostéosynthèse et la difficulté à effectuer une décompression par résection de l'arc postérieur.

L'arthrodèse postérolatérale avec instrumentation se fait par une voie d'abord médiane selon les mêmes étapes : dissection des tissus mous et exposition des transverses, des capsules articulaires postérieures et de la face postérieure du sacrum, avivement de ces parties et apposition de la greffe iliaque, offrant en plus la possibilité d'effectuer une décompression et de renforcer la stabilisation par la mise en place d'un matériel d'ostéosynthèse. Cette technique nécessite des décollements importants afin de réaliser un avivement satisfaisant des transverses, mais la stabilisation obtenue semble favoriser la fusion ; de plus, elle permet une contention légère postopératoire qui facilite la reprise des activités.

c. Arthrodèse intersomatique postérieure ou P.L.I.F.

Cette technique a été beaucoup développée depuis 1950. Les différentes techniques émergentes suivent deux modèles principaux : celui de Wiltberger qui utilise des greffons corticospongieux apposés dans une tranchée cylindrique intersomatique, et celui de Cloward qui utilise un écarteur intersomatique permettant la mise en place de quatre greffons corticospongieux ; contrairement à

la technique précédente, ce geste redonne une hauteur à l'espace L5-S1, bien que la greffe reste assez postérieure.

La technique actuelle peut être décrite de la manière suivante : après dissection des tissus mous et écartement des muscles et des ligaments, le chirurgien procède à une laminectomie partielle, en refoulant les racines nerveuses selon une technique de Gill, ensuite il procède à l'excision totale du disque, suivie par l'avivement des plateaux et l'apposition des greffons; à ce stade une instrumentation est souvent réalisée afin d'augmenter la stabilité et de faciliter la fusion. Cette étape consistait à l'inclusion du greffon dans une cage ce qui permet de restituer une certaine hauteur discale, d'ouvrir les foramens, d'augmenter la surface de greffe et de mieux contrôler les contraintes en flexion extension s'exerçant sur le segment fusionné. L'arthrodèse intersomatique transforaminale ou la T.L.I.F est une approche dérivée du PLIF mais plus latérale, qui semble donner des résultats équivalents au PLIF sur le plan biomécanique, avec moins de complications et de morbidité.

d. L'arthrodèse intersomatique antérieure ou ALIF

Cette technique a été améliorée durant le temps tout en gardant les principes de base : abord transpéritonéal ou rétropéritonéal, excision du disque avec avivement des plateaux vertébraux et mise en place dans l'espace intersomatique des greffons corticospongieux iliaques, ultérieurement conditionnés dans des cages. L'ALIF permet une remise en tension des formations ligamentaires latérales et postérieures qui est importante pour la stabilité du rachis. De plus, pour les cas de spondylolisthesis important, cette technique peut être combinée avec une réduction du listhesis et la fixation de L5-S1 avec un greffon péronier ou une vis.

e. Arthrodèse circonférentielle, dite "à 360°"

Cette technique (à la fois antérieure et postérieure) est habituellement réservée aux échecs de fusion des techniques précédentes et aux traitements de spondylolisthesis de haut grade, combinée avec des techniques de réduction.

Les techniques de réduction stabilisation sont axées sur la restauration de la lordose lombosacrée afin d'obtenir un équilibre économique à ce niveau. Pour les petits déplacements, les arthrodèses décrites précédemment et/ou des tractions en lordose (surtout chez l'enfant) suffisent pour obtenir la réduction. Dans le traitement de spondylolisthesis de haut grade, ces techniques sont plus compliquées et peuvent être postérieures ou mixtes, par double abord. Une technique actuelle, basée sur la meilleure connaissance du profil rachidien, est celle qui vise à remettre L5 en lordose sur le sacrum suivant un mouvement en direction inverse à celui pathologique, afin d'obtenir une bonne stabilité de la zone arthrodésée.

3. Ostéosynthèse

Suivant l'évolution des techniques chirurgicales, les dispositifs d'ostéosynthèse ont été développés afin de permettre une meilleure correction de la déformation et d'augmenter la stabilisation, la qualité et le taux de fusion. Ils sont constitués des éléments d'ancrage (vis, crochet, fils) et d'éléments longitudinaux (tiges, plaques, cadres), combinés de manière à limiter la mobilité du segment traité durant la consolidation du greffon. Les résultats dépendent des caractéristiques de chaque dispositif d'ostéosynthèse.

CONCLUSION

A travers ce travail de dissection visant l'amélioration de la prise en charge chirurgicale des différentes lésions pouvant siéger au niveau de la CLS grâce à une meilleure connaissance de l'anatomie chirurgicale.

On a pu montrer que cette dernière est une zone anatomique relativement complexe à travers laquelle sont transmises les forces et les contraintes interagissant sur le tronc. C'est une zone qui relie un segment mobile : la colonne vertébrale à une structure intermédiaire, le bassin, qui est à son tour relié aux membres inférieurs par les deux hanches.

Elle est caractérisée par la présence d'un robuste système ligamentaire et des rapports anatomiques importants avec axe vasculaire aortico-cave et la fourche bi-iliaque, avec la chaîne sympathique lombaire, le plexus hypogastrique supérieur et le 1/3 distale de l'uretère.

De nombreuses pathologies peuvent affecter la CLS, l'appel à la chirurgie pour le traitement dépend toujours de la pathologie, du siège, l'étendue, ses rapports et au chirurgien lui-même.

Les voies d'abord chirurgicales de cette région sont diverses, dont chacune présente des contraintes anatomiques et chirurgicales différentes, d'où la nécessité d'une bonne connaissance de l'anatomie chirurgicale.

Le choix entre ces voies d'abord dépend en premier lieu de l'indication et secondairement de l'habitude du chirurgien.

Les voies antérieures transpéritonéale et rétropéritonéale permettent un accès direct aux corps vertébraux et aux disques, mais reste l'interposition d'éléments vasculaires qui rend l'accès difficile et pourvoyeur de complications.

La voie postérieure permet une bonne exposition de l'arc postérieur et de la partie postérieure du disque intervertébral ainsi que des structures neurologiques.

La connaissance des différentes complications, impose la mise en place de stratégies de prévention lors de toutes les étapes pré, per et postopératoires du traitement.

RESUMES

Résumé

La charnière lombosacrée est une zone anatomique relativement complexe, elle correspond à l'espace situé entre la 4^{ème} vertèbre lombaire (L4) mobile et la première pièce sacrée (S1) fixe.

Elle est caractérisée par la présence d'un robuste système ligamentaire et des rapports anatomiques importants avec l'axe vasculaire aortico-cave et la fourche bi-iliaque, avec la chaîne sympathique lombaire, le plexus hypogastrique supérieur et le 1/3 distale de l'uretère.

Les voies d'abord chirurgicales antérieures rétro-péritonéale et trans-péritonéale permettent un accès direct aux corps vertébraux et aux disques. La voie postérieure permet une bonne exposition de l'arc postérieur et de la partie postérieure du disque intervertébral ainsi que des structures neurologiques.

A travers ce travail de dissection réalisé au laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès, nous avons essayé de :

- rappeler l'anatomie de la charnière lombosacrée
- détailler les différentes voies d'abord de cette région

Le but final de ce travail c'est l'amélioration de la prise en charge chirurgicale des différentes lésions pouvant siéger à ce niveau grâce à une meilleure connaissance de l'anatomie chirurgicale.

ABSTRACT

The lumbosacral junction is relatively a complexed anatomical area, it corresponds to the space between the 4th lumbar vertebra (L4) mobile and the first sacral part (S1) fixed.

It is characterized by the presence of a strong ligamentous system and important anatomical relationships with vascular axis aorto-caval and bi-iliac bifurcation, with the upper lumbar sympathetic chain hypogastric plexus and the third distal ureter.

The anterior retroperitoneal surgical routes and transperitoneal ones, allow easy access to the vertebral bodies and discs. The posterior approach provides good exposure of the posterior arch and of the posterior part of the intervertebral disc and neurological structures.

Through this dissection work performed in the laboratory of Anatomy in The Faculty of Medicine and Pharmacy of Fez, we tried:

- Recall the anatomy of the lumbosacral junction.
- detail the different surgical approaches to this region

The ultimate goal of this work is to improve the surgical management of various lesions that may sit at that level through better knowledge of the surgical anatomy.

ملخص

التقاطع القطني العجزي هي منطقة تشريحية معقدة نسبيا، فهي المساحة التي توجد بين الفقره

القطنية الرابعة (L4) المتحركة وأول فقره عجزية (S1) ثابتة.

يتميز هذا التقاطع بوجود نظام رباطي قوي وبعلاقات تشريحية هامة مع محور الأوعية

الدموية الأورطي الأجوف و الانقسام الحرقفي، ومع السلسلة المتعاطفة القطنية و الضفيرة الختلية العليا و الثلث الأقصى للحالب.

تسهل الطرق الجراحية الأمامية خارج التجويف البريتوني و عبر البريتوني الوصول إلى

الأجسام الفقرية والأقراص بينما تمكن الطرق الجراحية الخلفية الوصول للقوس الخلفي والجزء الخلفي من القرص الفقرية والهيكل العصبية.

• من خلال هذا العمل التشريحي الذي أجري في مختبر التشريح بكلية الطب والصيدلة بفاس، حاولنا:

• التذكير بتشريح التقاطع القطني عجزي

• تفصيل الطرق الجراحية المختلفة لهذه المنطقة

الهدف النهائي لهذا العمل هو تحسين إدارة العمليات الجراحية للإصابات المختلفة التي قد

تهم هذا التقاطع من خلال معرفة أفضل للتشريح الجراحي.

BIBLIOGRAPHIE

[1] : A. LAHLAÏDI

Anatomie topographique.

Volume II ; Applications anatomo–chirurgicales de l’abdomen.

Edition 1986 ; Rabat Agdal Maroc.

[2] : HABIB TRIAA

Anatomie humaine.

Tome III ; parois du tronc.

Edition : février 2008 ; Tunisie.

[3] : JEAN LUC LERAT

Orthopédie Sémiologie et traumatologie du rachis DCEM

Faculté de Médecine Lyon–Sud 2004 – 2005

[4] : THOMAS MOSNIER

Contribution à l'analyse biomécanique et à l'évaluation des implants rachidiens.

L'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers Spécialité

Paris 2008

[5]: Rannou F, Mayoux–Benhamou M, Poiraudreau S, Revel M.

Disque intervertébral et structures voisines des la colonne lombaire : anatomie, biologie, physiologie et biomécanique.

EMC–Rhumatologie Orthopédie, 1:487–507, 2004

[6]: Ebraheim NA, Hassan A, Lee M, and Xu R.

Functional anatomy of the lumbar spine.

Seminars in Pain Medicine, 2:131–137, 2004.

[7]: Vital J–M.

Processus de dégénérescence lombaire. Alternatives à l'arthrodèse lombaire et lombosacrée, Elsevier Masson, 1–7, 2007.

[8] : Grobler LJ, Robertson PA, Novotny JE, Pope MH.

Etiology of spondylolisthesis.

Assessment of the role played by lumbar facet joint morphology.

Spine, 18:80–89, 1993.

[9]: RENE LOUIS.

Chirurgie du rachis. Anatomie chirurgicale et voies d'abord.

Berlin heidelberg New York 1982.

[10]: RICHARD L, DRAKE, WAYNE VOGL, ADAM W, M. MITCHELL.

Grey's anatomie pour les étudiants.

Elsevier Masson SAS 2006.

[11]: I. OBEID, J –M. VITAL, O. GILLE.

EMC. Abord du rachis lombaire et de la charnière lombosacrée.

Elsevier Masson SAS 2014. 44–138.

[12]: BOULAY. C, TARDIEU. C, HECQUET. J, BENAÏM. C, MOUILLESEAUX, B. MARTY. C,
ET AL.

Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis.

European Spine Journal (2006), 15(4), 415–422.

[13]: CHOSA E, TOTORIBE K, TAJIMA N.

A biomechanical study of lumbar spondylolysis based on a three-dimensional finite element method.

Journal of Orthopedic Research 2004; 22(1): 158–63.

[14]: HANSON DS, ET AL.

Correlation of pelvic incidence with low- and high-grade isthmic spondylolisthesis.

Spine 2002; 27(18): 2026–29.

[15]: Thèse de BEAUSEJOUR, M.

Intégration des muscles et du contrôle moteur dans un modèle biomécanique du tronc humain. Institut de génie biomédical, Université de Montréal, Montréal, (1999).

[16]: Thèse de SABINA MARCOVSCHI CHAMPAIN.

Corrélations entre les paramètres biomécaniques du rachis et les indices cliniques pour l'analyse quantitative des pathologies du rachis lombaire et de leur traitement chirurgical.

L'école Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Paris. octobre 2008.

[17]: thèse d'AMANDINE SEVRAIN

Étude biomécanique des mécanismes de progression du spondylolisthésis

École polytechnique de Montréal. DÉCEMBRE 2009.

[18]: LOUIS R, LOUIS C.

Chirurgie du spondylolisthésis. Encycl Méd Chir–Techniques chirurgicales– Orthopédie– Traumatologie.

Elsevier Paris, 1997:44–179.

[19]: MIHARA H, ONARI K, CHENG BC, ET AL.

The biomechanical effects of spondylolysis and its treatment.

Spine 2003;28:235–238.

[20]: CHRISTIAENS JL, BRICHARD C, ASSAKER R ET AL.

Le traitement chirurgical du canal lombaire étroit.

Rhumatologie 37 : 293–300, 1985.

[21]: DEBURGE A, LASSALE B, BENOIST ET AL.

Le traitement des sténoses lombaires et ses résultats à propos de 163 cas opérés.

Rev Rhumatisme 50 : 47-54, 1983.

[22]: ROY-CAMILLE R, SAILLAN G, DOURSOUNIAN L ET AL.

Techniques actuelles du traitement chirurgical du canal lombaire étroit.

Rachis 3: 2, 175-183, 1991.

[23]: LOUIS R, GOUTALLIER D.

Fractures instables du rachis (symposium).

Rev Chir Orthop Reparatrice 1977;63:415-481.

[24]: PRIVAT JM.

Ostéosynthèse rachidienne.

Sauramps Médical, 1988.

[25]: RICHAUD J, BOUSQUET P, EALET G, CLAMENS J, BELTCHIKA K, LAZORTHES Y.

Recalibrage par voie postéro-latérale des sténoses traumatiques récentes du rachis dorsal et lombaire. Modalités et résultats à propos de 31 observations.

J Neurochirurgie 36 : 27-38, 1990.

[26]: ROY CAMILLE R

Rachis dorsolombaire traumatique non neurologique.

Masson, 1980.

[27]: MAMOUDY P, LEONARD PH.

Les techniques chirurgicales des tumeurs du rachis in Roy-Camille (ed) :

Tumeurs du rachis. Masson, 1983, pp 29-54.

[28]: WEINSTEIN JN, MC LAIN RF.

Primary tumors of the spine.

Spine 9: 843-851, 1987.

[29]: CONSTANS JP, DE DIVITIS E, DONZELLI R.

Spinal metastases with neurological manifestations.

J Neurosurgery 59 : 111-118, 1983.

[30]: Vital JM, Pointillart V, Sénégas J.

Stabilisation rachidienne chirurgicale dans la pathologie dégénérative
lombaire.

EMC (Elsevier Masson SAS, Paris).

Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie,44-182, 1998.

[31]: CHABANNES J, FLOUCAUD D, COLNET G, PAQUET F.

Notre expérience des greffes vertébrales dans la chirurgie des fractures graves
du rachis dorso-lombaire.

Neurochirurgie 28 : 235-244, 1982.

[32]: B. LASSALE, P. GUIGUI, CH. DELECOURT.

EMC. Voies d'abord du rachis.

Elsevier Masson Paris. 1995.

Techniques chirurgicale Orthopédie – Traumatologie : 44–150.

[33]: BAUER R, KERSCHBAUMER F, POISEL S.

Techniques en Chirurgie orthopédique. Tome I: Rachis.

Masson. Paris. 1993 ; pp 1–72.

[34]: Silvers HR, Lewis PJ, Asch HL.

Decompressive lumbar laminectomy for spinal stenosis.

J. of Neurosurg. 78 : 695–701, 1993.