



HAL
open science

Évaluation clinico-radiologique de patients opérés par arthrodèse du rachis lombaire par abord antérieur

Pierre-Henri Launois

► **To cite this version:**

Pierre-Henri Launois. Évaluation clinico-radiologique de patients opérés par arthrodèse du rachis lombaire par abord antérieur. Chirurgie. 2021. dumas-03353711

HAL Id: dumas-03353711

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03353711v1>

Submitted on 24 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE FACULTÉ DE
MÉDECINE D'AMIENS

ANNEE 2021

EVALUATION CLINICO-RADIOLOGIQUE DE PATIENTS
OPERES PAR ARTHRODESE DU RACHIS LOMBAIRE PAR
ABORD ANTERIEUR

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

SPÉCIALITÉ NEUROCHIRURGIE PRÉSENTÉE ET SOUTENUE

PUBLIQUEMENT LE 2 JUILLET 2021

PAR

LAUNOIS PIERRE-HENRI

Président du Jury : Monsieur le Professeur Johann PELTIER

Juges : Monsieur le Professeur Patrick TOUSSAINT

Monsieur le Professeur Pascal BERNA

Monsieur le Professeur Michel LEFRANC

Directeur de Thèse : Monsieur le Docteur Cyrille CAPEL

Monsieur le Professeur Johann PELTIER

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

(Anatomie)

Chef du service de Neurochirurgie

Je vous remercie d'avoir accepté de présider cette thèse. Tout de suite, vous m'avez intégré et accueilli au sein de votre service en me prodiguant à la fois soutien, autonomie et conseils. Vous avez consacré sans relâche de nombreuses heures à m'enseigner non seulement la chirurgie mais également l'anatomie qui désormais est une véritable passion pour moi. Tous les jours, la confiance que vous mettez en moi me fait grandir tant au bloc opératoire qu'en dehors. Pour cela, je vous remercie.

Monsieur le Professeur Patrick TOUSSAINT

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

(Neurochirurgie)

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail. Vous m'avez transmis, en plus du sens pratique, qui va de pair avec la chirurgie les valeurs qui y sont attachées : exigence, empathie et humanisme. Avec vous ces valeurs ne sont pas que des mots. J'en sais quelque chose pour avoir passé quelques semaines à vos côtés en unité Covid. Vous avez également su affiner avec patience mon sens clinique lors de nos consultations communes à Compiègne. Pour cela, je vous remercie.

Monsieur le Professeur Pascal BERNA

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

(Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)

Chef du service de Chirurgie thoracique

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail. La collaboration entre le service que vous dirigez et le service de Neurochirurgie a permis la mise en place des arthrodèses du rachis lombaire par voie antérieure au sein du CHU Amiens-Picardie. C'est l'exemple même de ce qui fait l'attractivité et l'excellence de notre hôpital. En espérant que de futures collaborations nous permettront d'être encore plus innovant ensemble. Pour cela je vous remercie.

Monsieur le Professeur Michel LEFRANC

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

(Neurochirurgie)

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail. Malgré une activité débordante, vous avez toujours pris le temps de transmettre votre savoir. Que ce soit au bloc opératoire mais également par le biais de moyens plus innovants les uns que les autres. Peu d'interne en France peuvent se targuer d'avoir à disposition de telles ressources pédagogiques. Vous avez également su éveiller en moi un véritable intérêt pour la recherche notamment en me confiant le projet e-Moove qui je l'espère, sera une réussite. Pour cela, je vous remercie.

Monsieur le Docteur Cyrille CAPEL

Praticien Hospitalier

(Neurochirurgie)

Tu m'as fait l'honneur de diriger ce travail. Cyrille, depuis mes premiers pas dans le service, je te considère comme mon grand frère de la chirurgie. C'est grâce à ton attitude combinant exigence chirurgicale et bonne humeur que je me suis senti pour la première fois un vrai chirurgien. C'était le jour de la mort de Johnny, ma première évacuation d'hématome sous dural. De nombreux autres hématomes sous duraux ont été évacués depuis, mais c'est toujours avec le même plaisir que je travaille et que j'apprends quotidiennement avec toi. Pour cela, je te remercie.

Au **Docteur Desenclos**. Vous m'avez enseigné que la chirurgie est avant tout la prise en charge globale de l'être humain, qui se cache derrière le patient. Vous avez été là pour moi lors de consultations difficiles et avez su dissiper mes doutes. Vous m'avez également transmis la rigueur nécessaire à notre métier. Mes phalanges tout comme moi s'en souviennent.

Au **Docteur Fichten**. Vous m'avez transmis la logique des gestes et de la pensée. Avoir un plan, s'y tenir, vérifier le résultat. Vous avez également su me soutenir. Alors que je venais juste de "débarquer", cela devait être ma 2^{ème} ou 3^{ème} garde vous avez passé la soirée au tableau Véléda à m'expliquer les principes fondamentaux des différents types de fractures du rachis. Peu de personne auraient pris autant de leur temps pour une simple fracture A 1.2.

Au **Docteur Chenin**. Louis, tu fais partie de ceux dont la présence suffit à faire progresser les autres tant l'échange est facile avec toi et que tes conseils sont précieux. Pour ta patience, ton calme et ta pédagogie, je te remercie.

En plus de tout ceci, j'ai encore et j'aurais toujours de nombreuses choses à apprendre au côté de chacun d'entre vous. C'est l'une des richesses incroyables de notre métier.

A mes parents : Je suis persuadé que ma plus grand chance dans la vie c'est vous.

Maman, tu m'as transmise tant de choses, à peu près tout même; l'amour, l'honnêteté, l'empathie et même le travail. Ta première préoccupation a toujours été tes enfants et depuis peu ta petite-fille. Rassure-toi nos mercredis après-midi ne m'ont pas traumatisé, bien au contraire ! Ils m'ont forgé. A la question, qu'est-ce que l'on va faire de lui ? Un neurochirurgien peut-être, mais surtout, du moins je l'espère, quelqu'un de bien et ceci grâce à toi.

Papa, des premières compétitions d'escrime, et bien avant même, jusqu'à maintenant, tu m'as toujours soutenu. Tu as, pas à pas, insufflé la confiance en moi. Tu m'as appris les choses importantes de la vie ; être en accord avec soi-même, ne jamais redouter l'échec,

prendre soins des Hommes. Finalement, pas si étonnant que cela, que je sois là aujourd'hui. On aura encore de nombreuses discussions sur l'humanisme, mais si je devais le résumer en une personne ce serait toi.

A ma sœur Claire. Tu es pour moi depuis toujours le meilleur modèle qui soit: forte, gentille, généreuse, humaine, travailleuse, intègre. J'ai conscience chaque jour de la chance que j'ai de t'avoir. Je me suis toujours, aussi loin que je me souviens, senti rassuré et aimé à tes côtés.

Au **Docteur Majidi** qui fut le premier à m'initier à la chirurgie. Vous avez eu une véritable bienveillance à mon égard et avez su, dans un moment qui n'était pas facile, me remettre en selle. Sans vous, je ne serais certainement jamais devenu chirurgien. Vous resterez pour moi un modèle.

A **Jean-Eudes.** Dire que toi et moi on va sûrement finir Docteur, qui l'aurait cru! Dernière ligne droite, je te souhaite tout le courage nécessaire pour finir ton marathon.

A **Benjamin, Adrien, Jérôme et Grégoire.** Des bancs de la fac aux banquets des soirées étudiantes, nous avons forgé ensemble une belle communauté autant festive que studieuse, qui nous a porté tout au long de nos études.

A **Marine, Julie, Anthony** l'équipe du débarquement en Picardie. Si aujourd'hui, je me sens chez moi à Amiens, c'est en grande partie grâce à vous. Malgré mes innombrables gardes, mes oublis, mes retards, mes sms manqués, mes rendez-vous loupus, je sais que je peux toujours compter sur vous. Merci à vous trois.

A **Katia, Sultan, Meshal, Aimée, Jean-Marcel, Alberic et Guillaume.** Merci. Sans vous ces 4 dernières années auraient été bien plus éprouvantes. Nous avons su nous tenir les coudes les uns et les autres.

A **toute l'équipe** de neurochirurgie A, B, du bloc opératoire et de la réanimation. Vous m'avez accueilli chaleureusement en votre sein, faisant de vous un peu ma seconde famille. Sans vous, aucune chirurgie ne serait possible. Nous formons une véritable équipe, mais surtout vous m'avez apporté ce qu'il y a de plus important dans ma vie: **Emilie.**

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	p. 2
ABREVIATIONS	p. 12
I/ INTRODUCTION	p. 13
A-GENERALITES et IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE	p. 13
B-RAPPELS ANATOMIQUES et CONSTATATIONS PATHOLOGIQUES.....	p. 15
C-ASPECT COGNITIF et EVALUATION DE LA DOULEUR....	p. 26
D-RESSOURCES CHIRURGICALES	p. 27
II/ OBJECTIF	p. 34
III/ MATERIELS ET METHODES	p. 35
A-PATIENTS	p. 35
B-ANALYSE ET RECUEIL DES DONNEES	p. 35
C-ANALYSE STATISTIQUE	p. 38
IV/ RESULTATS	p. 39
A-DONNEES PRE-OPERATOIRES.....	p. 39
B-DONNEES OPERATOIRES	p.42
C-DONNEES POST-OPERATOIRES	p. 45

V/ DISCUSSION	p. 52
A-DONNEES PRE-OPERATOIRES.....	p. 52
B-DONNEES OPERATOIRES	p. 52
C-DONNEES POST-OPERATOIRES	p. 53
VI/ CONCLUSION	p. 56
REFERENCES	p. 57

ABREVIATIONS

-IP : incidence pelvienne

-PS : pente sacrée

-VP : version pelvienne

-IRM : imagerie par résonance magnétique

-TDM : tomodensitométrie

-PLIF de l'anglais : fusion lombaire inter-somatique postérieure

-TLIF de l'anglais : fusion lombaire inter-somatique trans-foraminale

-OLIF de l'anglais : fusion lombaire inter-somatique oblique

-ALIF de l'anglais : fusion lombaire inter-somatique antérieure

-IMC : indice de masse corporelle

-NC : non calculable

I-INTRODUCTION

A- GENERALITES et IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE

La lombalgie désigne toute douleur au niveau du rachis lombaire. Elle est soit aiguë alors communément nommée lumbago, soit chronique si elle est présente depuis plus de 3 mois selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé. La lombalgie est un problème de santé mondial majeur. Son incidence est estimée à environ 20% tous pays confondus et jusqu'à 50% dans les pays occidentaux (1).

En France, la lombalgie est le 2^{ème} motif de consultation de médecine générale en fréquence avec plus de 6 millions de consultations annuelles, en excluant les consultations de suivi systématique (2). La lombalgie chronique est dans 9 à 25% des fois associée à une douleur radiculaire (3).

Elle concerne également la rhumatologie, la médecine de la douleur, la médecine préventive, la médecine du sport, la radiologie, l'orthopédie et la neurochirurgie. Elle représente la première cause de consultation en rhumatologie, 5 et 10% des actes radiologiques et 2,5% des prescriptions médicamenteuses. Le recours aux disciplines paramédicales dans le cadre de la prise en charge des lombalgies est en nette augmentation depuis quelques années. Elle représente actuellement un tiers de l'activité en kinésithérapie (2).

En France, les lombalgies représentent 20 % des accidents du travail et 7 % des maladies professionnelles. Près de la moitié des arrêts de travail pour lombalgie surviennent lors de port de charges (4). Certains facteurs de risques de lombalgies (manutentions manuelles, chutes, heurts, trébuchements, postures contraignantes) sont présents dans toutes les professions. Les lombalgies peuvent donc toucher tous les salariés. Cependant, les répercussions des lombalgies en termes de nombre et de durée des arrêts du travail sont plus importantes parmi les salariés plus exposés : manutentionnaires, conducteurs d'engins, travailleurs de force ou exposés à des postures contraignantes.

La durée moyenne des arrêts de travail liés à des lombalgies est de deux mois. Elle a quasiment triplé en 40 ans. La durée moyenne des arrêts pour lombalgies reconnues en maladie professionnelle est d'un an, avec un coût évalué à de 44 000 euros/an/personne. Chaque année, près de 11,5 millions de journées de travail sont perdues du fait des arrêts de travail et des maladies professionnelles liés aux lombalgies. Elles représentent 30 % des arrêts de plus de six mois et la troisième cause d'admission en invalidité (4).

Au total, les lombalgies en lien avec le travail représentent un coût de plus d'un milliard d'euros par an.

Les étiologies de la lombalgie chronique sont variées à l'instar de son traitement. La Haute Autorité de Santé définit (6) :

- ⇒ la lombalgie non dégénérative antérieurement dénommée lombalgie spécifique ou lombalgie secondaire (dite symptomatique) liée à une cause traumatique, tumorale, infectieuse ou inflammatoire.
- ⇒ la lombalgie dégénérative dont l'origine peut associer une ou plusieurs des causes suivantes: discogénique ou facettaire ou mixte, ligamentaire, musculaire, liée à un trouble régional ou global de la statique rachidienne
- ⇒ la lombalgie sans relation retenue avec des lésions anatomiques.

Ainsi la lombalgie mobilise un important panel de soignants de par sa fréquence et ses origines variées. Il existe une exigence sociétal de plus en plus importante pour sa prise en charge. Devant cette prise de conscience relativement récente la lombalgie chronique a été dénommé par de nombreux média comme la maladie du 21^{ème} siècle (5).

Le neurochirurgien s'intègre pleinement dans cette prise en charge globale. Il peut intervenir de différentes manières en fonction de l'étiologie et des signes rapportés par le patient, son domaine d'expertise allant de l'arthrodèse lombaire aux dispositifs de stimulations médullaires.

B RAPPELS ANATOMIQUES et CONSTATATIONS PATHOLOGIQUES

1- Généralités

La colonne vertébrale (ou rachis) est composée d'éléments osseux superposés les uns sur les autres appelés vertèbres. La présence d'une colonne vertébrale est une caractéristique majeure dans l'évolution. Elle détermine la classe des vertébrés. Chez l'Homme, il existe 7 vertèbres cervicales, 12 vertèbres thoraciques, 5 vertèbres lombaires, 5 vertèbres sacrées fusionnées qui constituent le sacrum et 3 à 5 vertèbres coccygiennes fusionnées qui forment le coccyx.

La partie antérieure d'une vertèbre est le corps vertébral. Il est de forme grossièrement cylindrique, limité en haut et en bas par une surface sensiblement plane ; le plateau vertébral. Il s'articule aux vertèbres sus et sous-jacentes via le disque intervertébral. Il est limité en avant et en arrière par le mur antérieur et le mur postérieur (schémas 1 et 2, p17 et 18).

En arrière du corps vertébral, se trouve le foramen vertébral (ou canal rachidien), formé par la réunion des pédicules vertébraux et des lames vertébrales. Il permet le passage de la moelle épinière jusqu'au disque intervertébral L1-L2 puis en aval, des racines de la queue de cheval (schéma 1 et 2, p17 et 18).

Le foramen intervertébral (ou trou de conjugaison) désigne l'espace situé entre les pédicules de deux vertèbres successives. Ainsi, il existe deux trous de conjugaison par paire de vertèbres par lesquels passent les nerfs spinaux ainsi que des éléments vasculaires (schémas 1 et 2, p17 et 18).

Les facettes articulaires supérieures et inférieures de chaque vertèbre s'articulent avec les facettes articulaires des vertèbres sus et sous-jacentes (schémas 1 et 2, p17 et 18).

La partie la plus postérieure de la vertèbre est occupée par les deux processus transverses et le processus épineux. Le processus épineux est la structure la plus postérieure de la vertèbre. On peut le palper sous la peau (schémas 1 et 2, p17 et 18).

Les vertèbres lombaires ont un rôle important de soutien de l'ensemble des éléments sus-jacents et présentent certaines caractéristiques :

- Les corps vertébraux sont les plus volumineux et ont un aspect réniforme.
- Les processus épineux sont massifs et trapus.

- La différence de hauteur entre le mur antérieur et le mur postérieur du corps vertébral crée la lordose lombaire.

Elles permettent aussi une mobilité importante :

- mouvements de flexion et d'extension
- mouvements d'inclinaison latérale limités
- mouvements de rotation minimes.

Le segment mobile rachidien correspond à tous les éléments unissant deux vertèbres entre elles : d'avant en arrière; le ligament vertébral antérieur, le disque, le ligament vertébral postérieur, les capsules articulaires, le ligament jaune , le ligament inter épineux et le ligament supra épineux (schémas 1 et 2, p17 et 18).

Le disque intervertébral assure, d'une part, la mobilité du rachis et, d'autre part, la répartition homogène des contraintes mécaniques subies par les corps vertébraux. Le disque intervertébral a une structure hétérogène complexe. Sa partie centrale ou noyau, a une forme sphérique riche en protéoglycanes, macromolécules qui fixent l'eau, ce qui lui donne ses propriétés hydrostatiques. La partie périphérique ou anneau fibreux est riche en collagène. Elle est constituée de 7 à 15 lamelles concentriques constituées de fibres de collagène disposées de façon oblique dont l'orientation s'inverse d'une couche à l'autre. Le noyau amorti et propage les contraintes mécaniques à l'anneau fibreux. La teneur en eau ainsi que la présence et la quantité de protéoglycanes dans le disque intervertébral diminuent selon un processus naturel tout au long de la vie (7) (schéma 2, p18).

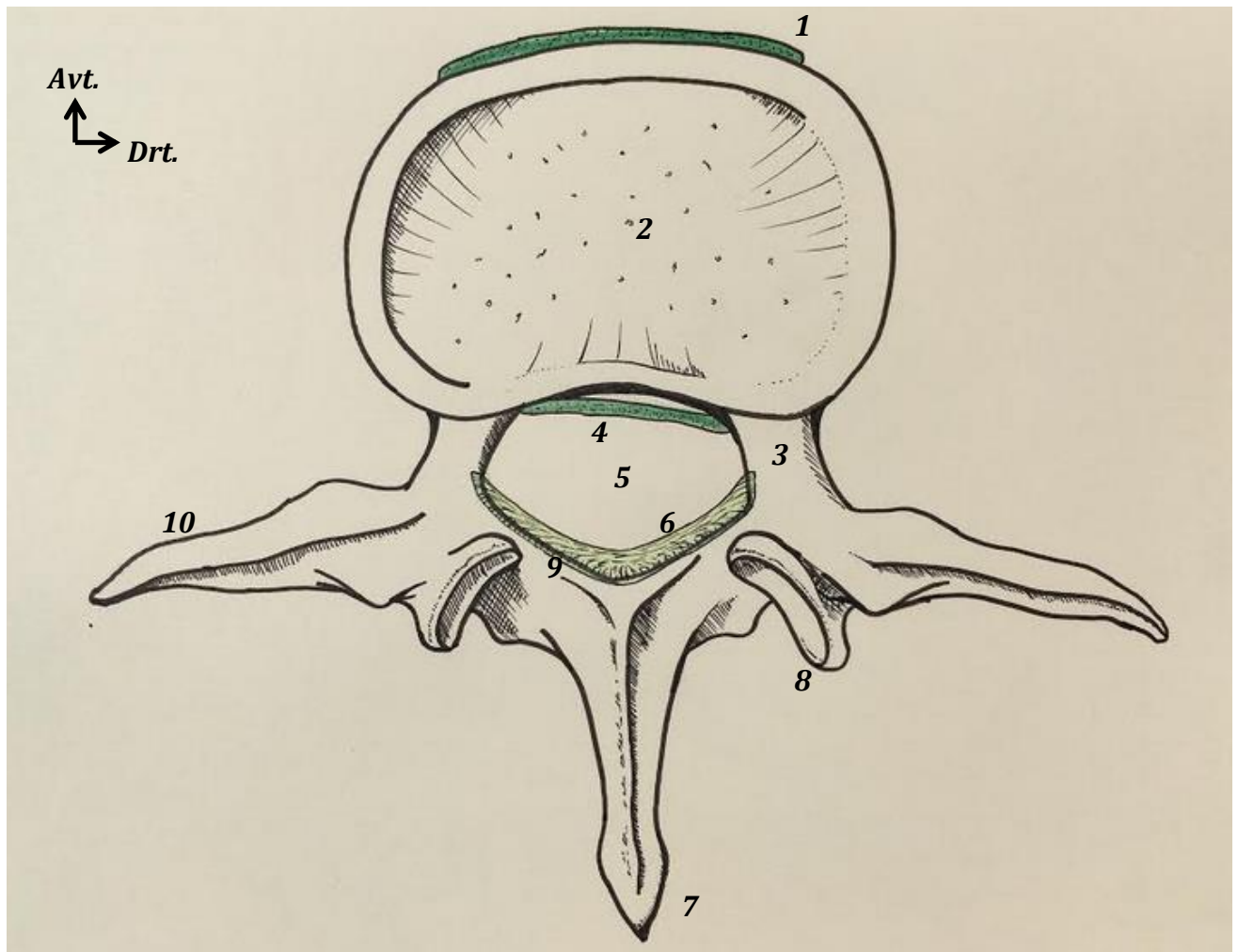


Schéma 1 : vue supérieure schématique d'une vertèbre lombaire.

1 : ligament longitudinal antérieur, 2 : corps vertébral, 3 : pédicule vertébral, 4 : ligament longitudinal postérieur, 5 : foramen vertébral, 6 : ligament jaune, 7 : processus vertébral épineux, 8 : processus vertébral articulaire supérieur, 9 : lame vertébrale, 10 : processus vertébral transverse

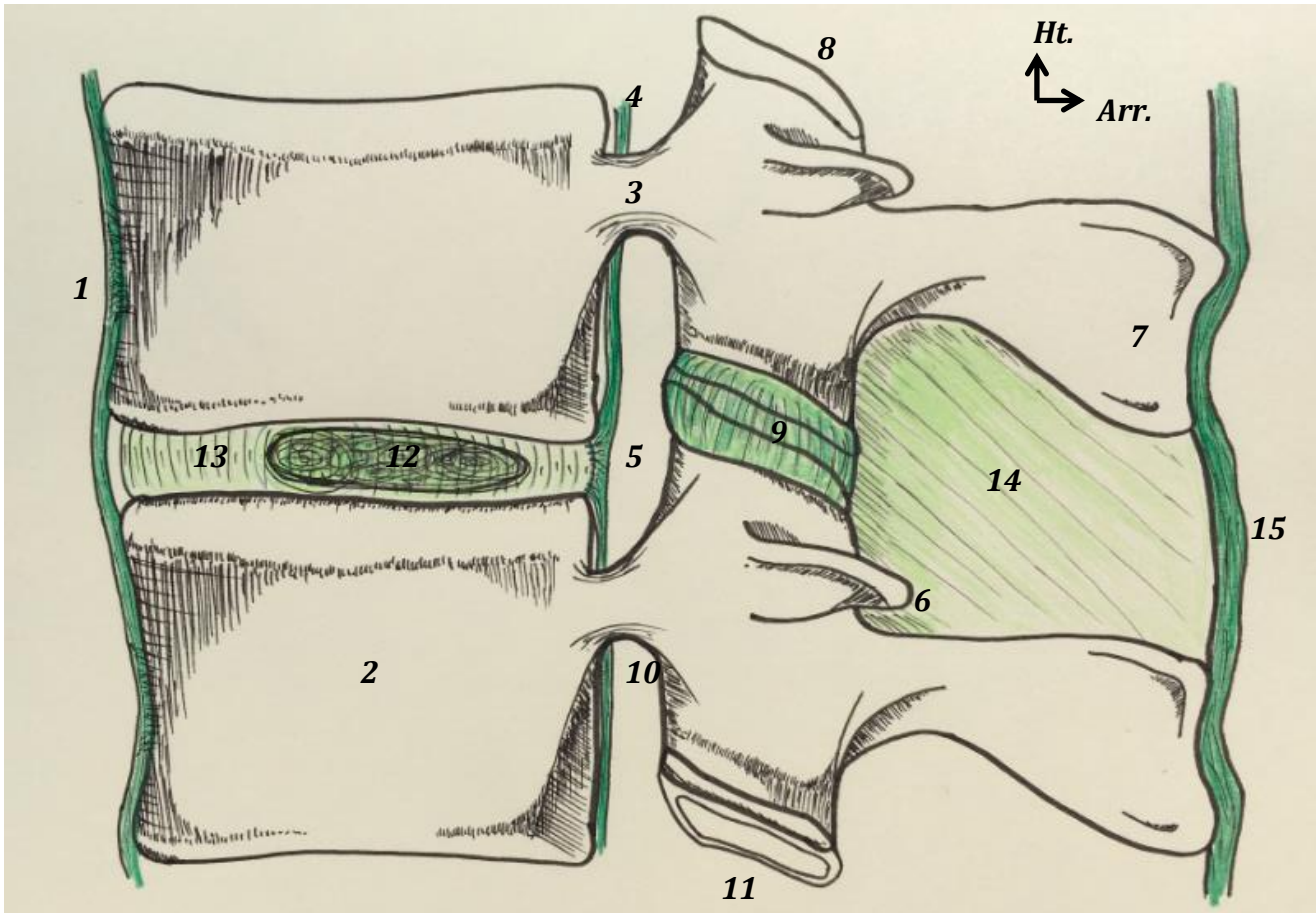


Schéma 2 : vue latérale schématique de deux vertèbres lombaires.

1 : ligament longitudinal antérieur, 2 : corps vertébral, 3 : pédicule vertébral, 4 : ligament longitudinal postérieur, 5 : foramen vertébral, 6 : processus vertébral transverse, 7 : processus vertébral épineux, 8 : processus vertébral articulaire supérieur, 9 : capsule de l'articulation vertébrale postérieure, 10 : foramen inter vertébral, 11 : processus vertébral articulaire inférieur, 12 : noyau du disque inter vertébral, 13 : périphérie du disque inter vertébral, 14 : ligament inter épineux, 15 : ligament supra épineux

2- Trouble de la statique globale et notion sur l'équilibre sagittal

Contrairement aux autres espèces, l'Homme présente des courbures dans le plan sagittal qui s'opposent l'une à l'autre. Elles sont définies en fonction de l'axe de gravité qui correspond à une droite verticale passant par le conduit auditif externe et le centre de la tête fémorale. Il y a une lordose cervicale, une cyphose thoracique et une lordose lombaire. La bipédie est un tournant de l'évolution permettant le développement de l'Homo Sapiens tel que nous le connaissons aujourd'hui (8). Ces courbures permettent le maintien de la position érigée et la locomotion bipède de manière économe en terme énergétique. Par exemple, l'Homme contrairement aux grands singes peut tenir debout sans flexion des genoux.

Depuis plusieurs années, l'importance des paramètres biomécaniques du pelvis est prouvée. Il est décrit classiquement en analyse sagittale: l'incidence pelvienne, la version pelvienne et la pente sacrée (9) (figure 1, p21).

-L'incidence pelvienne (IP) correspond à l'angle créé par l'intersection d'une première droite passant par le centre de la tête fémorale et le milieu du plateau sacré, avec une seconde droite passant au milieu du plateau sacré, de manière perpendiculaire à celui-ci.

-La version pelvienne (VP) est l'angle entre la verticale et une droite passant par le centre de la tête fémorale et le centre du plateau sacré.

-La pente sacrée (PS) correspond à l'orientation du plateau sacré par rapport à la ligne d'horizon.

Il existe une relation trigonométrique entre ces 3 paramètres : $IP = VP + PS$

L'IP est constante pour un individu donné quelque soit son âge de vie, sa posture. Ainsi, lorsque que la VP diminue, le PS augmente et inversement. Ceci signifie que pour une personne avec un IP faible, la possibilité de rétroversion pelvienne est faible. Ces paramètres impactent donc l'ensemble de la statique rachidienne.

Il est décrit par Roussouly, 4 types de rachis en fonction de l'IP et de la PS (10) (schéma 3, p22).

Le type standard est le type 3 avec une IP théorique de 50° et une PS entre 35 et 45° .

Le type 1 présente une IP $<50^\circ$ et une PS $<35^\circ$ avec une lordose lombaire faible. Il existe alors une répartition plus importante, des forces biomécaniques sur la colonne postérieure. Il prédispose à l'arthrose postérieure et au spondylolisthesis dégénératif.

Le type 2 présente une IP $<50^\circ$ et une PS $<35^\circ$ avec une lordose normale. La répartition des forces est alors prédominante sur la colonne antérieure avec une augmentation théorique du risque de discopathie dégénérative et d'hernie discale.

Le type 4 est caractérisé par une IP $>50^\circ$ et une PS $>45^\circ$. Il est constamment associé à une hyperlordose. Il est plus à risque de spondylolisthesis dégénératif.

L'ensemble de ces données biomécaniques explique l'évolution dégénérative du rachis lors de la perte de compétence des disques intervertébraux et des muscles spinaux.

On comprend également qu'une atteinte locale a un retentissement sur l'ensemble de la statique rachidienne et mobilise alors des mécanismes de compensation. Par exemple, lors du vieillissement, on observe une perte de hauteur avec une diminution de la lordose lombaire. L'IP étant constante, le patient se met spontanément en rétroversion pelvienne. Il est alors classiquement observé une flexion des genoux de manière à conserver un regard horizontal (10).

L'ensemble de ces éléments ne peut être analysé qu'en procubitus et nécessite une vue pan-rachidienne et pelvienne.

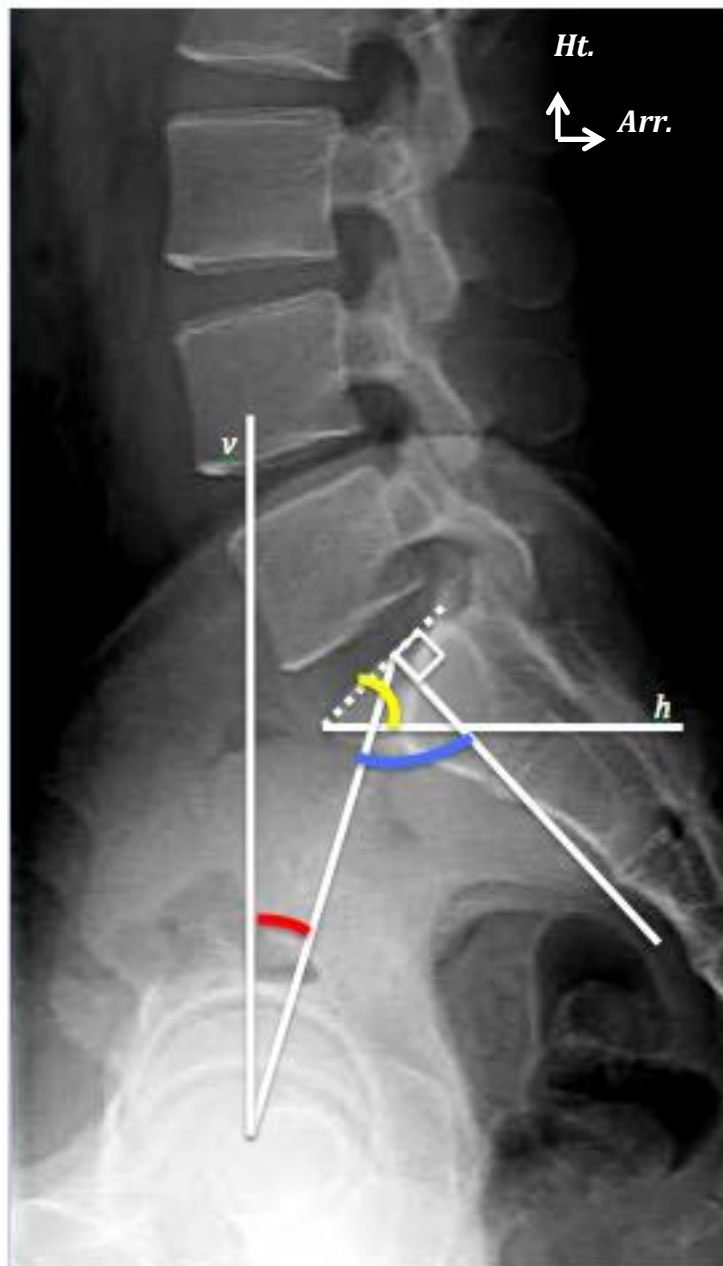


Figure 1 : Radiographie de la charnière lombo-sacrée de profil en charge.

Avec v pour ligne vertical, h pour ligne d'horizon. En trait pointillé le plateau supérieur de S1.

En bleue l'incidence pelvienne correspond à l'angle créé par l'intersection d'une première droite passant par le centre de la tête fémorale et le milieu du plateau sacré avec une seconde droite passant au milieu du plateau sacré de manière perpendiculaire à celui-ci.

En rouge la version pelvienne est l'angle entre la verticale et une droite passant par le centre de la tête fémorale et le centre du plateau sacré.

En jaune la pente sacrée correspond à l'orientation du plateau sacré par rapport à la ligne d'horizon.

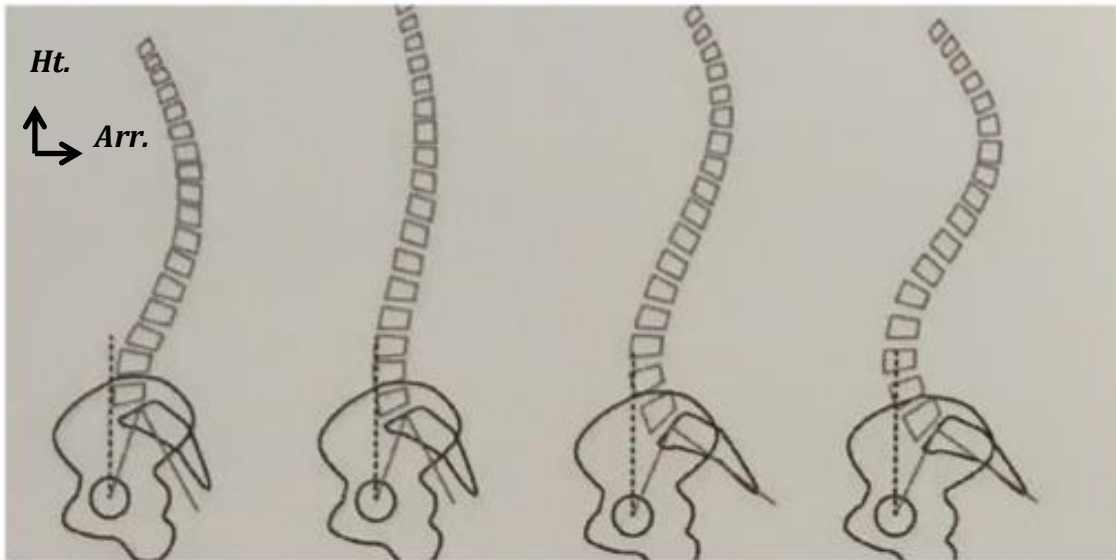


Schéma 3 : représentation schématique de la classification de Roussouly (de gauche à droite)

Type1 : incidence pelvienne $< 50^\circ$, pente sacrée $< 35^\circ$ avec une lordose lombaire faible

Type 2 : incidence pelvienne $< 50^\circ$, pente sacrée $< 35^\circ$ avec une lordose normale

Type 3 (standard) : incidence pelvienne théorique de 50° et une pente sacrée entre 35 et 45°

Type 4 : incidence pelvienne $> 50^\circ$, pente sacré $> 45^\circ$ et hyperlordose.

3- Trouble de la statique locale (spondylolisthesis)

Le spondylolisthesis lombaire est une cause de douleur lombaire et de douleurs radiculaires.

Il correspond à un glissement d'une vertèbre en avant de la vertèbre située en dessous d'elle (antéspondylolisthesis) ou en arrière (rétrolisthesis). Il peut être d'origine dégénérative ou malformative.

L'index de Taillard mesure le glissement à partir du repère du coin postéro-inférieur de la vertèbre listhésique, en pourcentage de la longueur antéro postérieure du plateau sous-jacent. En France, on divise traditionnellement le plateau en trois tiers dans le sens antéropostérieur, et on cote le glissement antéropostérieur en fonction de la distance à ce plateau (11) :

- Grade 0 : pas de glissement,
- Grade I : glissement inférieur à 1/3 du plateau vertébral
- Grade II : glissement de 1/3 à 2/3 du plateau vertébral
- Grade III : glissement de plus de 2/3 du plateau vertébral
- Grade IV : glissement complet au-delà de la limite antérieure du plateau

Le TDM (tomodensitométrie) de par son excellente résolution spatiale permet une caractérisation anatomique du listhésis de manière optimale.

D'autres classifications utilisent le même principe. C'est le cas de la classification de Meyerding.

4- Atteintes discale et facettaire

La dégénérescence du disque inter vertébral et du complexe articulaire postérieur est une cause majeure de lombalgie notamment dans la population âgée et/ou sédentaire. Elle concerne d'avantage les pays occidentaux. Le disque intervertébral n'est pas directement innervé mais son incompétence entraîne un changement de la réparation de la contrainte biomécanique.

La charge est alors répartie de manière plus importante sur l'élément du complexe articulaire postérieur ce qui entraîne des remaniements dégénératifs responsables de douleur lombaire par irritation du rameau dorsal des nerfs rachidiens. Une atteinte radiculaire est également possible par compression sur diminution de la hauteur du foramen intervertébral (12)

La perte de fonction du disque intervertébral est responsable de microtraumatisme des corps vertébraux adjacents l'un contre l'autre entraînant alors des remaniements pathologiques. Cette atteinte est visible sur l'IRM (imagerie par résonnance magnétique) rachidienne et a été décrite en 1988 par Modic et ses collaborateurs (13). La classification de Modic décrit les plateaux vertébraux sus et sous-jacents à un disque donné.

Il y a 3 stades Modic I, II et III (13, 14)

- ⇒ Le stade I correspond à un hypo signal en séquence T1 et un hyper signal en séquence T2. Il traduit une inflammation du plateau. Cette inflammation est liée aux contacts et aux micro-mouvements des plateaux vertébraux sus et sous-jacents. Cliniquement le patient présente à la fois des douleurs lors de la mobilisation du rachis mais aussi des douleurs inflammatoires lors de la position assise prolongée et surtout la nuit.
- ⇒ Le stade II est caractérisé par un hyper signal à la fois en séquence T1 et T2. Il correspond à une dégénérescence graisseuse de l'os. Classiquement les douleurs sont plutôt présentes lors de la mobilisation du rachis.
- ⇒ Le stade III est un aspect hypo signal à la fois en séquence T1 et T2. Il signe un remaniement sclérotique qui aboutira à une arthrodèse physiopathologique. Les douleurs lombaires sont moins importantes.

La classification de Modic correspond à un continuum évoluant classiquement du stade I au stade II puis au stade III. Cependant, il a été décrit quelques cas d'inversion de cette cinétique (15). L'impact de la classification de Modic sur les douleurs radiculaires n'a pas encore été étudié. L'IRM est également intéressante pour analyser le disque en lui-même. Un aspect hypo intense en T1 et T2 classique dénommé Black-disc signe une altération de la structure du disque intervertébral. Le lien entre la clinique et une telle découverte à l'IRM reste encore à déterminer (14).

5- Atteinte ligamento-musculaire

L'atteinte du système ligamento-musculaire par déconditionnement musculaire est fréquente dans les populations sédentaires et en surpoids. La sangle abdominale et l'ensemble des muscles érecteurs du rachis ont un rôle essentiel dans l'amortissement des contraintes mécaniques (16). Un tonus musculaire permet une épargne des disques intervertébraux. Il est émise comme hypothèse, que le système ligamento-musculaire est au premier plan dans certains syndromes douloureux chroniques tels que le fibromyalgie (17).

6- Atteinte des voies de la signalisation de la douleur.

Toute dérégulation de la voie de la signalisation de la douleur peut également être mise en cause. Que ce soit du 1^{er} neurone périphérique jusqu'au cortex, il est désormais reconnu que les patients avec des lombalgies chroniques développent des altérations du fonctionnement de la voie de la signalisation de la douleur.

C-ASPECT COGNITIF et EVALUATION DE LA DOULEUR

1- Aspect socio-cognitif

La douleur est multidimensionnelle. De nombreux éléments intrinsèques et extrinsèques sont impliqués dans sa perception. Ainsi, le sexe, les croyances, la culture, le niveau d'éducation, l'expérience du patient et de son entourage sont des facteurs décisifs (18).

Des croyances erronées contribuent à maintenir la douleur et à diminuer l'efficacité des traitements. Cet aspect a spécifiquement été mis en évidence dans les lombalgies chroniques, d'où le rationnel de la récente campagne de santé publique « le bon traitement, c'est le mouvement » (19). De plus le souvenir à la douleur et la manière de l'évoquer est très variable d'un sujet à l'autre (18).

2- Evaluation de la douleur

L'évaluation de la douleur et de la capacité fonctionnelle notamment dans le cadre de la lombalgie est particulièrement délicate pour les raisons citées précédemment.

La plupart du temps, sont utilisés des auto-questionnaires. Cependant, ces informations ne reflètent pas nécessairement la capacité réelle de performance d'un patient (20).

L'index d'Oswestry est un auto-questionnaire couramment utilisé en pratique clinique et en recherche pour sa facilité d'emploi et sa robustesse. Il reflète la baisse d'activité en lien avec les douleurs lombaires (21).

L'échelle numérique analogique sur 10 est elle aussi extrêmement utilisée (21). Sa fiabilité a été montrée dans l'évaluation douloureuse globale et dans les douleurs lombaires chroniques. Son utilisation spécifique dans les douleurs lombaires est validée avec une marge d'erreur de 1,02 point (22). De plus, il s'agit d'un outil d'utilisation simple et permettant une pratique clinique aisée en consultation.

D- RESSOURCES CHIRURGICALES

1-Généralités

La chirurgie, de par les modifications anatomique rencontrées dans les lombalgies dégénératives, a pleinement sa place dans l'arsenal thérapeutique. Plusieurs techniques ont été décrites et sont utilisées quotidiennement à travers le monde.

Le principe d'une arthrodèse est de réaliser une fusion entre deux articulations afin d'en diminuer la mobilité et/ou de contraindre une position.

Dans le cadre de l'arthrodèse du rachis lombaire par abord antérieur, il s'agit de la fusion entre deux corps vertébraux lombaire après résection du disque intervertébral (figures 2 et 3, p32).

Le rationnel pour la réalisation d'une arthrodèse lombaire dans les lombalgies est de limiter les micro-mouvements et ainsi d'arrêter la cascade inflammatoire au niveau des plateaux vertébraux. La sélection des patients est importante car les bénéfices de l'arthrodèse, comparées au traitement non chirurgical, n'ont été démontrés que chez les patients ayant une douleur modérée à sévère, ne répondant pas aux traitements non chirurgicaux suivis et dépourvus de comorbidités médicales ou psychiatriques graves (23, 24).

Plusieurs voies d'abord sont possibles pour la réalisation d'une arthrodèse lombaire. Chacune d'entre elles ayant ses avantages et ses inconvénients. Certaines techniques d'arthrodèse permettent également une décompression radiculaire indirecte.

Il existe 4 voies principales qui peuvent être déclinées en sous-catégories (25).

- Les fusions lombaires inter-somatique postérieure (PLIF)
- Les fusions lombaires inter-somatique trans-foraminale (TLIF)
- Les fusions lombaires inter-somatique oblique (OLIF)
- Les fusions lombaires inter-somatique antérieure (ALIF)

Ce travail s'intéresse aux ALIF.

2- Historique de l'ALIF

Historiquement, la première arthrodèse lombaire par abord antérieur a été réalisée par Burns en 1933, soit 1 an après que Capeler en ait décrit le principe théorique. Il s'agissait du traitement d'un spondylolisthésis L5-S1 chez un jeune garçon de 14 ans atteint d'une tuberculose osseuse. A l'époque, Burns avait utilisé un greffon tibial autologue (26).

La voie d'abord retro-péritonéale utilisée de nos jours n'a été finalisée qu'en 1950 par Harmon. Les évolutions suivantes ont essentiellement intéressé la forme et la composition du dispositif inter somatique dans l'objectif d'obtenir un meilleur taux de fusion et d'ancrage. De nos jours le dispositif inter-somatique est principalement composé de polyéthylène associé à un substitut osseux synthétique. Les systèmes d'ancrage sont variables. L'inclinaison de la pente, la hauteur, la largeur et l'épaisseur du dispositif inter-somatique sont autant de paramètres permettant une correction de la lordose lombaire et donc une restitution de l'équilibre sagittal (25, 26).

3- Technique opératoire de l'ALIF

L'objectif de cette technique chirurgicale est d'accéder au devant du disque intervertébral en joutant le péritoine sans l'ouvrir (figures 2 et 3 p32, schéma 4 p33).

Le patient est installé en décubitus dorsal. On réalise une incision sous ombilicale légèrement para médiale de manière à préserver la ligne blanche. La sauvegarde de la ligne blanche permet de diminuer le risque d'éventration.

On réalise une dissection le long de la face postérieure des muscles droit de l'abdomen et de la face antérieure des muscles psoas iliaques. L'artère épigastrique inférieure est classiquement coagulée lors de la dissection sous rectusienne. La coagulation n'est pas préjudiciable en raison de ses anastomoses avec les branches ventrales des artères lombaires, l'artère obturatrice, les artères intercostales et enfin l'artère thoracique interne. Le corridor ainsi réalisé entre le péritoine pariétal et le fascia ilio-psyosiatique permet l'accès à la trifurcation aorto-sacro-iliaque.

L'uretère et les vaisseaux gonadiques sont déjetés vers le péritoine pariétal. L'écartement des vaisseaux iliaques et la coagulation de l'artère sacrée médiane amènent à la face antérieure du disque vertébral. La mobilisation vasculaire doit être adaptée au niveau ciblé. Pour une discectomie au niveau L5-S1, l'écartement se fait vers l'extérieur pour les 2 veines iliaques tandis que pour le niveau L4-L5, ce sont principalement les éléments artériels qui doivent être tractés vers le côté latéral droit du patient. Cette disposition est rendue nécessaire par les rapports anatomiques de la fourche aortique qui trifurque sur le bord latéral gauche de la vertèbre L4 tandis que les veines iliaques communes convergent sur le bord latéral droit de la vertèbre L5. Il existe un pourcentage non négligeable de variations anatomiques qui rendent nécessaire en pré-opératoire l'analyse de l'angio-architecture abdomino-pelvienne. Le meilleur examen est l'angio-phlébo-scanner de la jonction entre le petit bassin et l'abdomen.

Une fois les vaisseaux sécurisés, le ligament longitudinal antérieur est ouvert. Lors de ce temps opératoire, il faut veiller à ne pas léser la chaîne sympathique paravertébrale, le plexus hypogastrique supérieur ainsi que les différents lymphonœuds. La discectomie et l'abrasion du plateau sont alors réalisées. Le dispositif inter-somatique est ensuite mis en place (schéma 4, p33).

4- Indications de l'ALIF

Les principales indications retenues sont la lombalgie discogénique, le spondylolisthésis et l'hernie discale multi-récidivante, notamment lorsque la voie postérieure n'est plus praticable à la suite de remaniements fibrotiques post-chirurgicaux (27). Le rôle de l'ALIF dans le cadre des spondylolisthésis est désormais admis, mais doit se limiter au spondylolisthésis de bas grade (Taillard 1). Il est alors parfois nécessaire de réaliser une seconde chirurgie par abord postérieur (28, 29).

Il est reconnu que les meilleurs résultats d'arthrodèse correspondent au stade de Modic I. Le remaniement sclérotique (Modic III) implique très souvent une fusion des corps des deux vertèbres adjacentes et rend donc l'ALIF inutile. L'indication opératoire de l'ALIF dans le contexte de Black-disc est encore sujette à débat (14, 30).

5- Contre-indications opératoire de l'ALIF

L'ALIF de par sa voie d'abord ne peut être réalisée chez les patients ayant des antécédents de chirurgie abdominale, celle-ci modifiant profondément l'organisation du péritoine et des viscères. L'état vasculaire est une contre indication relative.

Certaines variantes anatomiques vasculaires contre indique la réalisation de l'ALIF (31). C'est le cas, par exemple lorsque la naissance de la veine cave inférieure est particulièrement médiane et/ou basse.

6- Avantages de l'ALIF par rapport aux autres voies d'abord.

Contrairement aux autres techniques d'arthrodèse lombaire, l'ensemble de la progression chirurgicale respecte les plans anatomiques. Il n'y a quasiment aucune section. Tout le travail chirurgical s'articule autour de la dissection et de l'écartement. L'avantage est l'épargne de la musculature rachidienne et du psoas, sans pour autant fragiliser la ceinture abdominale. Ceci se traduit cliniquement par des pertes sanguines moins importantes en comparaison des PLIF (32). Les douleurs post-opératoires semblent mieux tolérées et la marche est reprise plus vite en comparaison aux autres types d'arthrodèses (33).

L'ALIF permet également une vision directe de la partie antérieure et antérolatérale du disque maximisant la discectomie. Ceci rend possible la mise en place d'implant inter somatique plus volumineux. Il est alors possible, d'une part d'avoir une correction de la lordose lombaire significative et de jouer sur l'équilibre sagittal global et d'autres part, de restaurer la hauteur des foramens, permettant une décompression radiculaire indirecte (25, 34).

7- Complications possibles de l'ALIF.

La paroi abdominale peut être endommagée ce qui peut aboutir à de rares éviscérations. L'atteinte de l'artère épigastrique inférieure et de ses branches peut engendrer un hématome de paroi. L'ouverture ou la compression du péritoine peut engendrer une atteinte viscérale avec un risque de péritonite.

La section de l'uretère peut entraîner un urinome. Il a été décrit par notre équipe une varicocèle par compression des vaisseaux gonadiques (35).

L'atteinte des vaisseaux lymphatiques est pourvoyeur de lymphocèle. L'atteinte du plexus hypogastrique supérieur est responsable chez l'homme d'éjaculation rétrograde et chez la femme de sécheresse vaginale. Elle peut également entraîner une dysfonction plus globale. Un cas de rectocèle post opératoire a été rapporté par notre équipe (36).

Enfin les plaies vasculaires peuvent entraîner des ischémies et des chocs hémorragiques graves bien que la complication vasculaire la plus fréquente rapportée dans la littérature soit la thrombose veineuse survenue à la suite d'une compression prolongée (37).

L'ensemble de ces facteurs fait de l'ALIF une chirurgie de choix pour l'arthrodèse L5-S1 et L4-L5 voir L3-L4. Certaines équipes réalisent des ALIF jusqu'au niveau L2-L3 (25).



Figure 2 : Radiographie de la jonction lombo-sacrée de profil

*Résultat post opératoire d'une fusion lombaire inter-somatique antérieure au niveau L5-S1
(lombalisation sacrée probable)*



Figure 3 : Radiographie de la jonction lombo-sacrée de face

*Résultat post opératoire d'une fusion lombaire inter-somatique antérieure au niveau L5-S1
(lombalisation sacrée probable)*

Avt.
Gch.

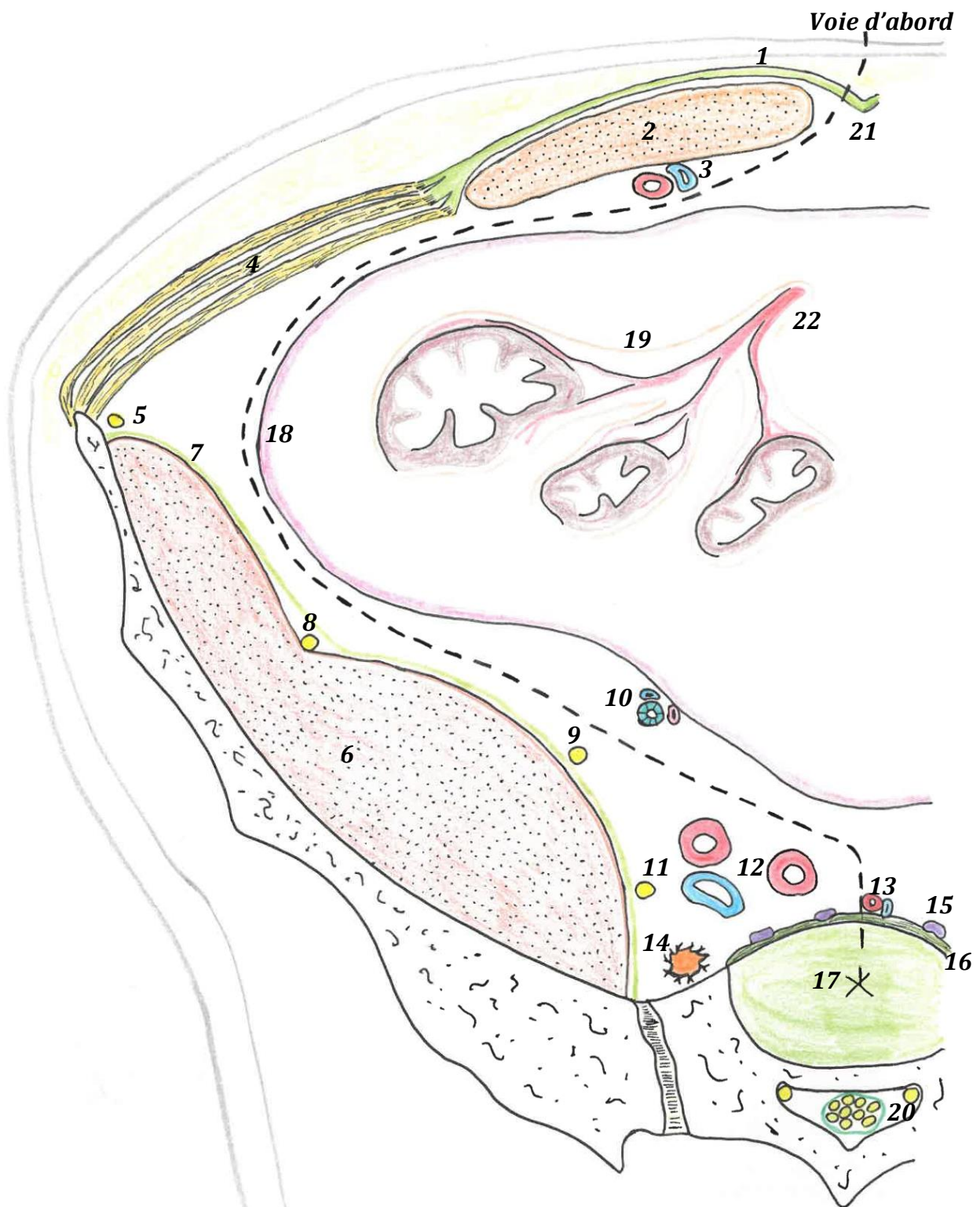


Schéma 4 : représentation schématique d'une coupe axiale passant par le disque L5-S1

1 : aponévrose des muscles droits de l'abdomen, 2 : muscles droit de l'abdomen, 3 : vx. épigastriques inf.,
4 : muscles obliques de l'abdomen, 5 : nerf ilio-inguinal, 6 : muscle psoas-iliaque, 7 : fascia iliaque,
8 : nerf cutané lat. de la cuisse, 9 : nerf fémoral, 10 : uretère et vx. gonadiques, 11 : nerf obturateur,
12 : vx iliaques, 13 : vx sacrés médians, 14 : chaîne lombaire sympathique paravertébrale,
15 : plexus hypogastrique sup., 16 : ligament longitudinal ant., 17 : disque L5-S1, 18 : péritoine pariétal,
19 péritoine viscéral, 20 : queue de cheval, 21 : ligne blanche, 22 : artère mésentérique supérieure.

II- OBJECTIF

La chirurgie de la lombalgie et de la radiculalgie est une chirurgie hautement fonctionnelle qui doit être intégrée dans une balance bénéfices-risques. Cette balance doit être expliquée et discutée avec le patient. L'élément principal de cette discussion étant d'une part, la survenue possible des principales complications et leurs gravités, et d'autre part, le potentiel d'amélioration des douleurs et de l'autonomie du patient.

A l'ère de la médecine personnalisée et de l'intelligence artificielle, la recherche de facteurs prédictifs de l'évolution post opératoire, et la synthèse de ceux-ci semblent plus que jamais nécessaires. Ceci est d'autant plus vrai dans le cadre d'un geste invasif telle qu'une chirurgie par ALIF.

L'objectif de cette étude est la détermination de facteurs clinico-radiologiques prédictifs de l'évolution post-opératoire à moyen terme.

III MATERIELS et METHODES

A- PATIENTS

Entre le 1er janvier 2016 et le premier janvier 2021, nous avons inclus en mono centrique (CHU Amiens-Picardie) de manière rétrospective, 157 patients ayant été opérés par ALIF. Ces patients étaient tous majeurs (43 +/-9,7 ans [20-72]). L'indication opératoire était portée par le chirurgien, en fonction de la corrélation entre les données radiologique et de l'examen clinique. La sélection des patients s'est faite par incrémentation du code informatique, correspondant à arthrodèse lombaire par voie antérieure dans le logiciel de codage des actes du CHU d'Amiens-Picardie

Une vérification systématique dans les courriers de consultations du type de chirurgie réalisée, a exclu 11 patients (erreur lors du codage ou mise en place d'une prothèse discale).

Huit autres patients ont été exclus car aucune donnée concernant l'évaluation de la douleur n'était disponible.

Au total 157 patients ont été inclus dans l'étude (figure 4, p37).

B- ANALYSE ET RECUEIL DES DONNEES

L'ensemble des données ont été recueillies après consultation des dossiers informatiques des patients, en analysant la totalité des courriers de consultations du chirurgien, le recueil d'anesthésie lors de la consultation pré-anesthésique et lors de l'intervention, le compte-rendu de la consultation infirmière, le compte -rendu d'hospitalisation en neurochirurgie et les images radiologiques pré opératoires.

Les paramètres recueillis dans cette étude étaient:

- âge
- sexe
- indice de masse corporel (IMC)
- tabagisme actif
- durée d'hospitalisation
- temps opératoire
- nombre et niveau des étages concernés
- présence ou non d'un bloc anesthésique local
- la survenue de complications et le type de celles-ci
- analyse de la douleur lombaire en pré et post opératoire
- analyse de la douleur radiculaire en pré et post opératoire
- indication opératoire
- analyse radiologique pré opératoire
- activité professionnelle

L'analyse de la douleur correspond à une cotation auto-déclarée par le patient allant sur une échelle de 0 à 10, où 0 correspond à l'absence de douleur et 10 à la douleur maximale imaginable.

En plus des données disponibles dans le dossier informatique, les patients ont été contactés par voie téléphonique a au moins 6 mois de la chirurgie et soumis à deux questions:

- avez-vous pu reprendre une activité professionnelle au décours (de l'opération) ?
- Referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ?

.

Soixante-quinze réponses ont été recueillies, un patient ayant refusé de répondre aux questions posées lors de l'entretien, les autres n'ayant pu être joints (figure 4, p37)

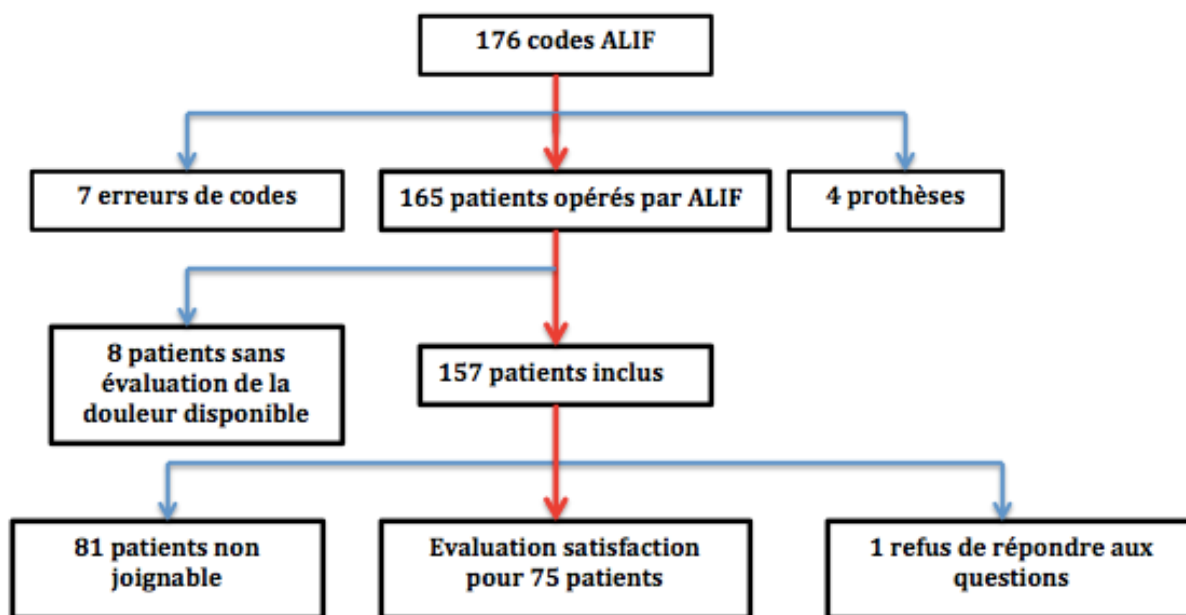


Figure 4 : diagramme de la cinétique d'inclusion

C- ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique concernant la comparaison des données quantitatives a été réalisée grâce au test *t de Student*.

L'analyse statistique concernant la comparaison des données qualitatives a été réalisée grâce au test du *Chi 2* corrigé par la méthode de Yates. Lorsque que les conditions pour le test du *Chi 2* n'étaient pas remplies, il a été réalisé un test *exact de Fisher*.

Les analyses multi groupes ont été faites par test *ANOVA*.

Les données ont été normalisées pour les comparaisons inter-classes.
 $p < 0,05$ était considéré comme statistiquement significatif.

IV-RESULTATS

A- DONNEES PRE-OPERATOIRES

1- Données générales

Cent cinquante-sept patients ont été opérés par ALIF, 65 hommes et 92 femmes.

Cent trente-cinq patients ont été opérés au niveau L5-S1. Treize patients ont été opérés au niveau du disque L4-L5. Neuf patients ont bénéficié d'un ALIF double niveau L4-L5-S1 (figure 5).

L'IMC moyen est de 25,26 kg/m² (+/-3,6 [14; 36]).

Soixante-quatorze patients ont été opérés pour discopathie Modic 1 (47%), 42 patients pour discopathie Modic II (27%), 24 patients pour Black-disc (15%) et 17 patients pour spondylolisthésis (11%). Par ailleurs, dans les indications précédemment citées 8 patients ont été opérés pour récurrence d'hernie discale.

2- Evaluation de la douleur

Tous les patients rapportaient une douleur lombaire en pré-opératoire (tableau 1, p41).

Soixante patients décrivaient une douleur radiculaire en pré-opératoire (38%) (tableau 2, p41).

Il n'y avait pas de différence significative concernant l'évaluation de la douleur lombaire en pré opératoire que ce soit en fonction de l'âge, du sexe, de la vie professionnelle, du tabac, de l'IMC, du nombre de niveaux lombaires opérés ou de l'indication opératoire.

Il n'y avait pas de différence significative concernant l'évaluation de la douleur radiculaire en pré opératoire que ce soit en fonction de l'âge, du sexe, de la vie professionnelle, du tabac, de l'IMC ou de l'indication opératoire. Il existe tout de même une tendance qui correspondrait à plus de douleur radiculaire pré-opératoire dans le groupe de patients n'ayant pas d'activité professionnelle au cours des 6 derniers mois.

Comparaison de la douleur lombaire pré-opératoire selon les différentes indications opératoires
p=0,45

Comparaison de la douleur lombaire pré-opératoire selon l'IMC p= 0,963

Comparaison de la douleur radiculaire pré-opératoire selon les différentes indications p=0,35

Comparaison de la douleur radiculaire pré-opératoire selon l'IMC p= 0,921

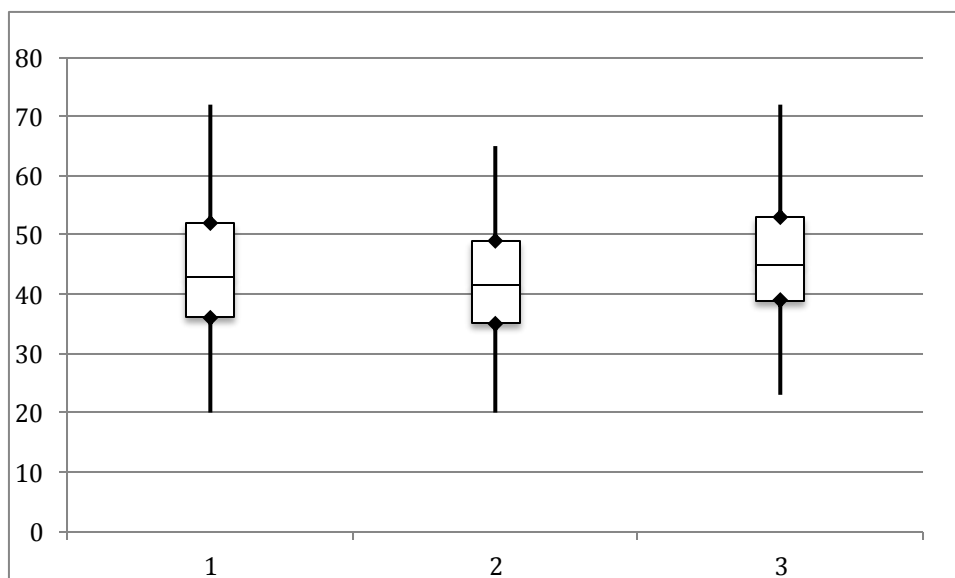


Figure 5 : caractéristiques démographique des patients selon l'âge en année et le sexe.

1 : tout sexe confondu, 2 : femmes, 3 : hommes

Evaluation de la douleur lombaire pré-opératoire			
	Nbre de patients +	Nbre de patients -	p
Sexe (H+/F-)	65	92	0,364
Actif les 6 derniers mois	90	67	0,225
Tabagisme actif	45	112	0,427
Opération mono-segment	148	9	0,789

Tableau 1 : récapitulatif des caractéristiques des patients lombalgiques

Evaluation de la douleur radiculaire pré-opératoire			
	Nbre de patients +	Nbre de patients -	p
Sexe (H+/F-)	20	40	0,183
Actif les 6 derniers mois	21	39	0,107
Tabagisme actif	21	39	0,505
Opération mono-segment	59	1	NC

Tableau 2 : récapitulatif des caractéristiques des patients radiculalgiques

B- DONNEES OPERATOIRES

1-Complications

Sur les 157 interventions, 2 complications ont été rapportées en per opératoire et 9 en post opératoire soit 7%. Les 2 complications per opératoires étaient d'ordre vasculaire avec 2 plaies veineuses. Aucune de ces complications n'a eu de préjudice majeur pour le patient (tableau 3, p43).

Sur les 9 complications rapportées en post opératoire, on retrouve (tableau 4, p43) :

-Une rectocèle avec dysfonction urinaire modérée.

-Un hématome pré-psoatique au niveau rétro-péritonéale, avec compression de l'uretère entraînant une dilatation pyélo-calicielle.

Le patient a nécessité une reprise chirurgicale en urgence avec nos confrères chirurgiens vasculaire.

-Deux patients ont eu une aggravation des douleurs radiculaires. L'un des patients a nécessité une foraminotomie complémentaire avec une bonne évolution au décours.

-Deux patients ont développé une thrombose veineuse profonde du membre inférieure gauche.

-Un patient a développé d'un syndrome douloureux régional complexe de la cheville gauche au décours de la chirurgie.

-Un patient a présenté une lymphocèle abondante qui a bien évolué après ponction par nos confrères radiologues.

-Un patient a présenté une varicocèle gauche.

Il n'y a pas d'association entre la survenue de complications et la réponse à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » ($p=0,457$) (tableau 5, p43).

Complications per-opératoires	2 patients
Plaies veineuses	2

Tableau 3 : récapitulatif des complications constatées en per opératoire

Complication post-opératoire	9 patients
Rectocèle	1
Hématome rétro-péritonéale	1
Aggravation douleur radiculaire	2
Thrombose veineuse profonde	2
Syndrome douloureux régional complexe	1
Lymphocèle	1
Varicocèle	1

Tableau 4 : récapitulatif des complications constatées en post opératoire

Survenue d'une complication			
	Nbre de patients +	Nbre de patients -	p
Sexe (H+/F-)	5	6	0,970
Actif professionnellement les 6 derniers mois	4	7	0,539
Tabagisme actif	2	9	0,785

Tableau 5 : récapitulatif des caractéristiques des patients en fonction de la survenue d'une complication

2- Temps opératoire

La durée opératoire moyenne est de 108 min allant de 46 min à 266 min (figure 6, p44).

La survenue de complications en per et post-opératoires n'est associée à aucun facteur en dehors du temps opératoire ($p < 0,0001$; (19,943 ; 70,678)).

La survenue de complications en post opératoire n'est pas associée au temps opératoire mais il existe une tendance forte ($p = 0,085$ (3,289 ; 51,025)).

Une réponse positive à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » n'est pas corrélée à la durée opératoire ($p = 0,373$)

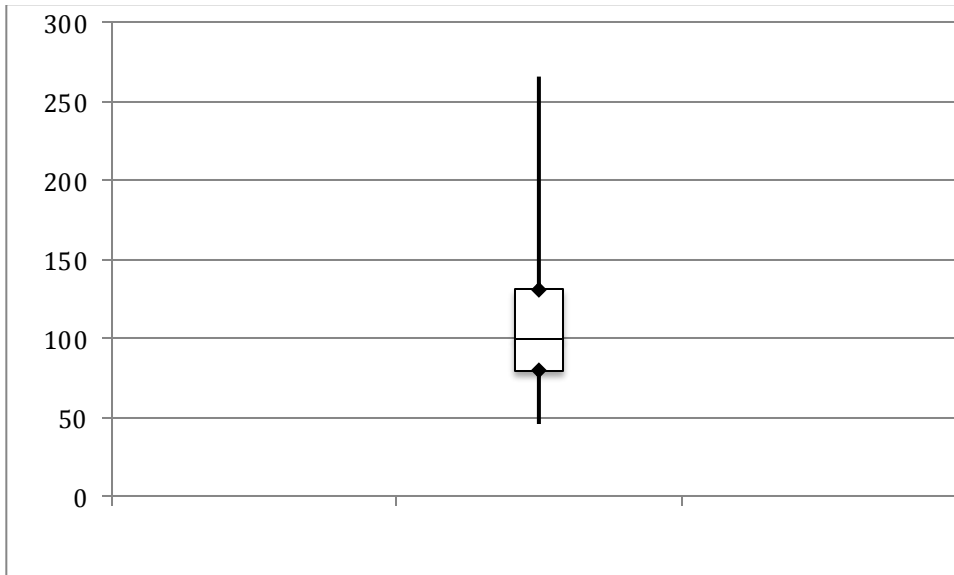


Figure 6 : caractéristiques de la durée opératoire en minute

C- DONNEES POST-OPERATOIRES

1- Données générales

La durée moyenne de séjour est de 4 jours et demi (figure 7). Elle est significativement plus élevée chez les 11 patients ayant eu une complication ($p < 0,0001$; (16,564 ; 56,723)

De manière globale, tous les patients sont améliorés sur les douleurs lombaire et radiculaires en post opératoire quelques soient leurs caractéristiques (âge, sexe, activité professionnelle, tabagisme) (figure 8 et 9, tableau 6).

En post-opératoire, la douleur lombaire était en moyenne améliorée de 5,41 points ; soit une amélioration moyenne en pourcentage de 65% (figures 8 et 9, tableau 6, p46 et 49).

En post-opératoire, la douleur radiculaire était en moyenne améliorée de 4,62 points ; soit une amélioration moyenne en pourcentage de 72% (figures 10 et 11, tableau 7, p46 et 50).

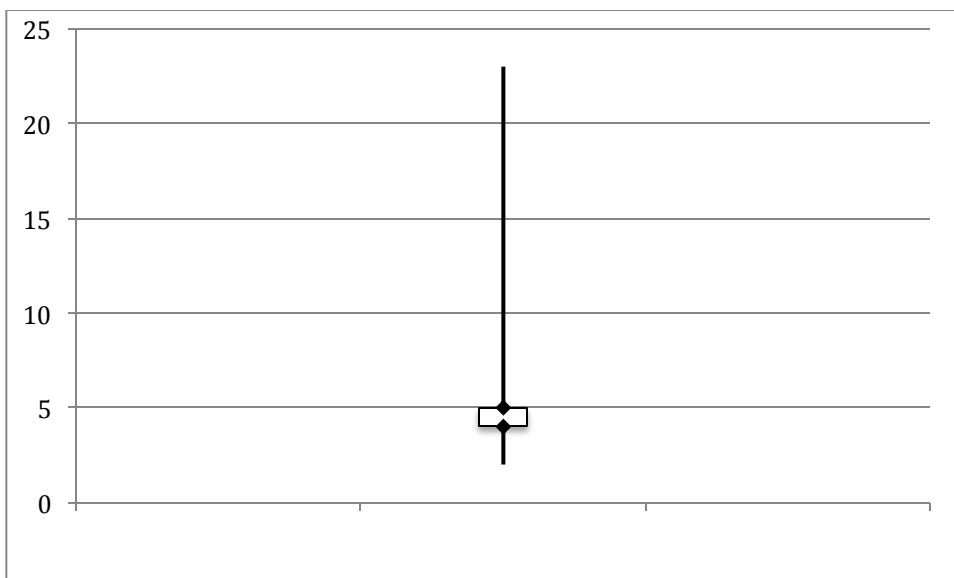


Figure 7 : caractéristiques de la durée d'hospitalisation en jour

Douleur lombaire	Amélioration brut moyenne	% amélioration moyenne	p brut	p %
Tous les patients (n=157)	5,41	65%		
Homme (n=65)	5,45	66%	0,861	0,549
Femme (n=92)	5,38	63%		
Tabac + (n=45)	4,89	57%	0,045	0,038
Tabac – (n=112)	5,63	67%		
Actif professionnellement dans les 6 mois pré-opératoires (n=90)	5,79	70%	0,020	0,006
Inactif professionnellement dans les 6 mois pré-opératoires (n=67)	4,89	57%		

Tableau 6 : récapitulatif des caractéristiques de l'amélioration de la douleur lombaire en valeur absolue en et moyenne.

Douleur radiculaire	Amélioration brut moyenne	% amélioration moyenne	p brut	p %
Tous les patient	4,62	72%		
Homme (n=20)	4,28	76%	0,556	0,494
Femme (n=40)	4,80	70%		
Tabac + (n=21)	4,48	59%	0,928	0,046
Tabac – (n=39)	4,67	80%		
Actif professionnellement dans les 6 mois pré-opératoires (n=21)	5,7	87%	<	<
Inactif professionnellement dans les 6 mois pré-opératoires (n=39)	2,58	45%		

Tableau 7 : récapitulatif des caractéristiques de l'amélioration de la douleur radiculaire en valeur absolue en et moyenne.

2- Impact de l'IMC

Il n'est pas retrouvé d'effet de l'IMC sur l'amélioration lombaire en valeur absolue ou en pourcentage ($p=0,873$) et ($p=0,657$)

Il n'est pas retrouvé d'effet de l'IMC sur l'amélioration radiculaire en valeur absolue ou en pourcentage ($p=0,756$ et ($p=0,403$))

3- Impact du tabac

Il est retrouvé une amélioration de la douleur lombaire en valeur absolue et en pourcentage significativement plus élevée chez les patients non tabagiques ($p = 0,045$ (INF ; 0,0212)) ; ($p = 0,038$ (0,0054 ; 0,1982)). (figures 8 et 9, tableau 6, p46 et 49)

Il est retrouvé une amélioration radiculaire en pourcentage significativement plus importante dans le groupe de patients qui ne fument pas ($p= 0,046$ (0,0039 ; 0,3837)) (figures 10 et 11, tableau 7, p46 et 50).

Une réponse positive à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » n'est pas associée à la consommation de tabac ($p=0,373$)

Onze patients ne se refaient pas opérer sur les 75 patients interrogés (14,7%). On retrouve une tendance avec la consommation de tabac ($p=0,095$).

4- Impact de l'activité professionnelle dans les six derniers mois

Il est retrouvé une amélioration de la douleur lombaire en valeur absolue et en pourcentage significativement plus élevée chez les patients ayant une activité professionnelle dans les 6 mois précédant l'opération ($p= 0,020$ (0,1401 ; 1,6812)) ; ($p=0,006$ (0,0358 ; 0,216)). (figures 8 et 9, tableau 6, p46 et 49).

Il est retrouvé une amélioration de la douleur radiculaire en valeur absolue et pourcentage significativement plus importante dans le groupe ayant une activité professionnelle dans les 6 mois précédant l'opération ($p < 0,0001$ (1,8707 ; 4,6568)) ; ($p < 0,0001$ (0,2555 ; 0,5866)). (figures 10 et 11, tableau 7, p46 et 50).

Une réponse positive à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » n'est pas associée à l'appartenance au groupe ayant eu une activité professionnelle dans les 6 mois avant la chirurgie ($p = 0,567$).

Cinq patients appartenant au groupe ayant eu une activité professionnelle dans les 6 derniers mois avant la chirurgie n'ont pas pu reprendre leurs activités antérieures (12%).

Vingt-quatre patients appartenant au groupe sans activité professionnelle dans les 6 derniers mois avant la chirurgie n'ont pas retrouvé d'activité professionnelle (73%).

5- Impact de l'indication opératoire

Il est retrouvé une moindre amélioration de la douleur lombaire en valeur absolue et en pourcentage en cas d'indication sur spondylolisthésis ($p = 0,047$ (0,0184 ; 2,4934)) ; ($p = 0,039$ (0,0077 ; 0,2884)). Sur les 17 patients opérés dans le cadre d'un spondylolisthésis 6 ont nécessité une seconde opération par voie postérieure (35%).

Il n'y a pas d'association entre l'indication opératoire et la réponse à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » ($p = 0,854$).

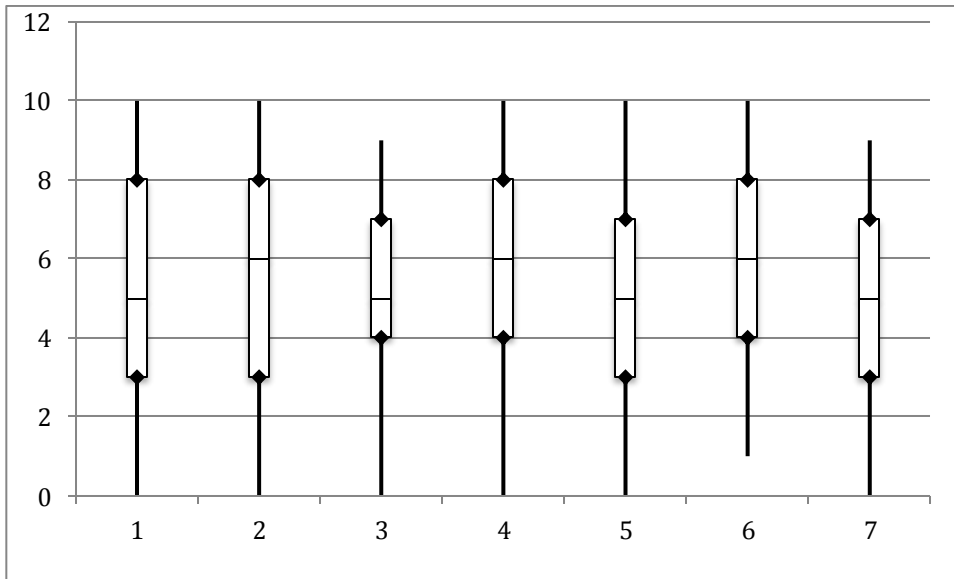


Figure 8 : caractéristiques de l'amélioration de la douleur lombaire en valeur brute selon l'échelle analogique numérique

1 : tout groupes confondus, 2 : hommes, 3 : femmes, 4 : non tabagiques, 5 : tabagiques, 6 : avec activité professionnelle dans les 6 derniers mois, 7 : sans activité professionnelle dans les 6 derniers mois

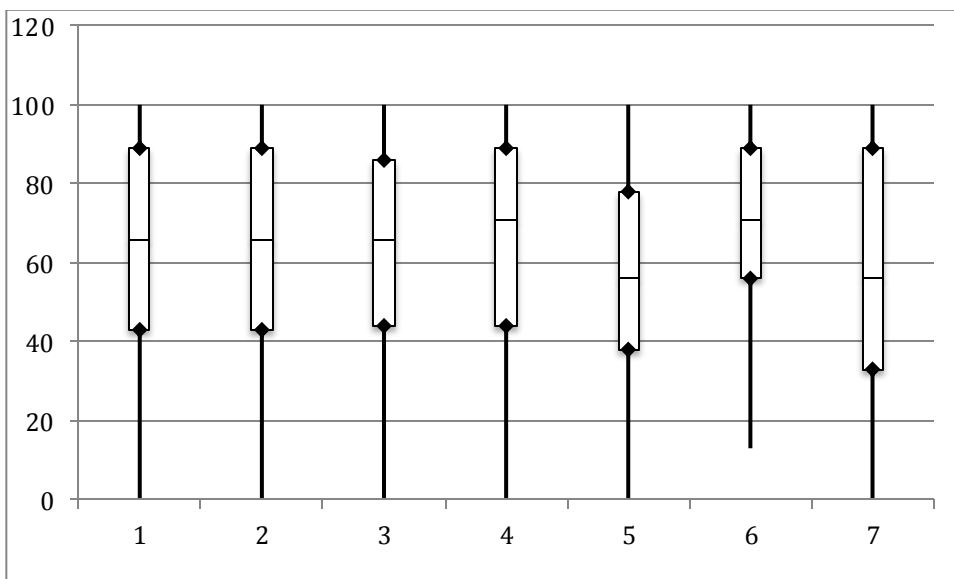


Figure 9 : caractéristiques de l'amélioration de la douleur lombaire en pourcentage selon l'échelle analogique numérique

1 : tout groupes confondus, 2 : hommes, 3 : femmes, 4 : non tabagiques, 5 : tabagiques, 6 : avec activité professionnelle dans les 6 derniers mois, 7 : sans activité professionnelle dans les 6 derniers mois

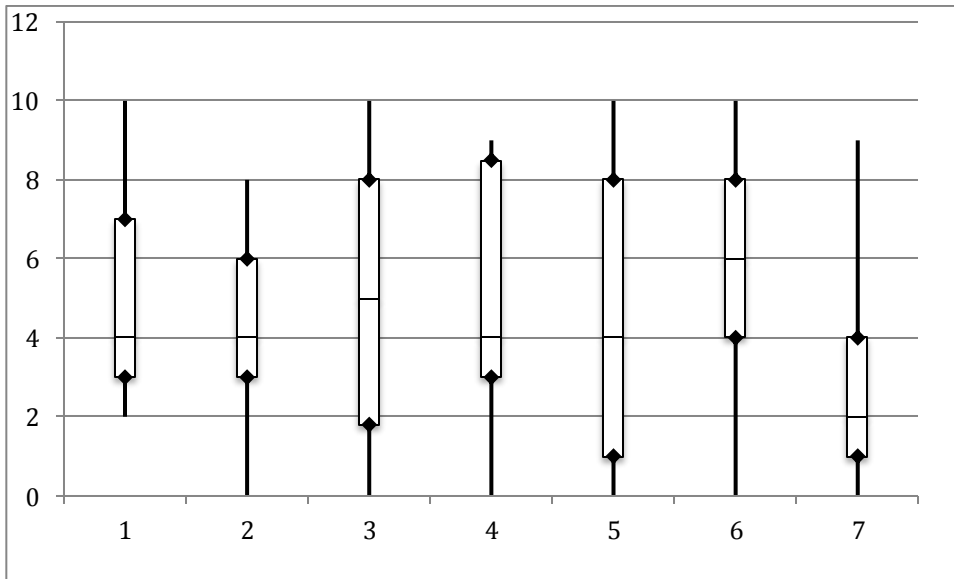


Figure 10 : caractéristiques de l'amélioration de la douleur radiculaire en valeur brute selon l'échelle analogique numérique

1 : tout groupes confondus, 2 : hommes, 3 : femmes, 4 : non tabagiques, 5 : tabagiques, 6 : avec activité professionnelle dans les 6 derniers mois, 7 : sans activité professionnelle dans les 6 derniers mois

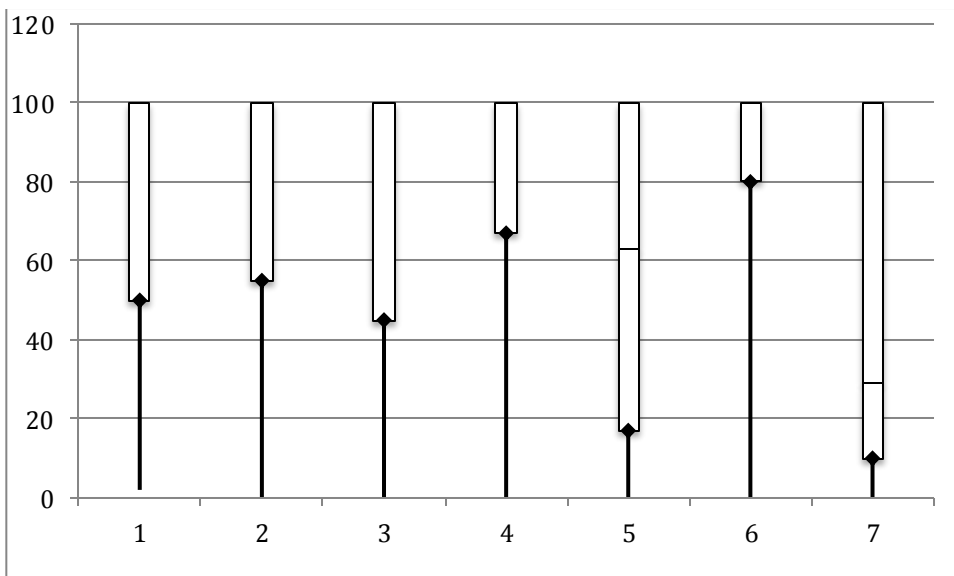


Figure 11 : caractéristiques de l'amélioration de la douleur radiculaire en pourcentage selon l'échelle analogique numérique

1 : tout groupes confondus, 2 : hommes, 3 : femmes, 4 : non tabagique, 5 : tabagique, 6 : avec activité professionnel dans les 6 derniers mois, 7 : sans activité professionnel dans les 6 derniers mois

6- Impact du bloc anesthésique

L'amélioration de la douleur lombaire en valeur absolue et en pourcentage n'est pas associée à l'utilisation d'un bloc anesthésique ($p=0,354$; $p=0,482$).

L'amélioration de la douleur radiculaire en valeur absolue et en pourcentage n'est pas corrélée à l'utilisation d'un bloc anesthésique ($p=0,469$; $p=0,623$).

Une réponse positive à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » n'est pas corrélée à l'utilisation d'un bloc anesthésique ($p=0,995$).

7- Divers

Une réponse positive à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » est associée à l'amélioration de la douleur lombaire en valeur absolue et en pourcentage ($p=0,0006$; (1,3577 ; 4,7985)) ; ($p=0,0001$ (0,1947 ; 0,53639)).

Une réponse positive à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » n'est pas associée à l'amélioration de la douleur radiculaire en valeur absolue ni en pourcentage ($p=0,459$; (-1,6737 ; 3,678)) ; ($p=0,534$; (2,1947 ; 5,624)).

La présence d'une douleur radiculaire pré-opératoire quelque soit son intensité est corrélée à une réponse négative à la question « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » ($p=0,049$; (0,0513 ; 1,1788)).

V-DISCUSSION

A- DONNEES PRE-OPERATOIRES

La majorité des données pré-opératoires (âge, sexe, évaluation lombaire pré-opératoire, évaluation radiculaire pré-opératoire, tabac et indication opératoire) de notre étude concorde avec la littérature (29, 37, 38). Les deux exceptions sont l'IMC et l'activité professionnelle pré-opératoire.

Dans notre étude, l'IMC est plus faible en comparaison aux autres études. De manière générale, l'IMC en France est significativement moins élevé que celui des pays anglo-saxons qui représentent la majeure partie de la littérature (39). De plus, la politique du service de neurochirurgie est d'établir un contrat fort avec le patient, avec des objectifs de perte de poids chiffrés avec un adressage en consultation avec un nutritionniste si nécessaire.

Le nombre de patients avec une activité professionnelle dans les 6 mois précédant la chirurgie semble moins important que dans les données issues de la littérature (57% vs 70 à 89%) (38, 39). Cette donnée est à relativiser car les critères d'évaluation sont très différents d'un pays à l'autre. De plus, les patients recrutés pour cette intervention chirurgicale proviennent majoritairement de la Région Picardie qui présente l'un des taux de chômage les plus élevés de France (40). En outre, le CHU d'Amiens-Picardie est un centre de soins publics plus accessibles économiquement et qui est, par conséquent, probablement amené à prendre en charge davantage les patients avec de faibles niveaux de ressources.

B-DONNEES OPERATOIRES

La durée opératoire semble légèrement plus importante dans notre série de patients (29,38). D'une part, la réalisation de cette étude porte sur la période de l'introduction des ALIF au CHU d'Amiens. D'autre part, contrairement aux autres études, le nombre de praticiens différents est élevé, avec des niveaux d'expérience variable et où la pratique est laissée en partie aux chirurgiens en formations. Il est également coutume, dans les pays anglo-saxons, de répartir les différents temps opératoires. Le chirurgien général réalise l'abord latéro-péritonéale, le chirurgien vasculaire l'écartement des gros vaisseaux, la mise en place de l'implant est réalisée par le chirurgien orthopédique ou le neurochirurgien.

L'incidence des complications (7%) correspond à celui de la littérature (4 à 25%) (29, 38, 41).

Il est retrouvé dans notre série, 2 complications rares, varicocèle et prolapsus rectal qui ont fait l'objet de publication par l'équipe de CHU d'Amiens. Ceci est probablement lié à l'effectif relativement important de notre étude et à un intérêt particulier du service pour les raisons anatomiques en lien avec ce type de complications.

Etonnamment, il n'a pas été retrouvé d'éjaculation rétrograde ni de sécheresse vaginale qui sont parmi les complications les plus fréquentes habituellement rapportées. Le lien avec la sphère génito-sexuelle peut gêner certains patients et les empêcher de les rapporter de manière spontanée. Il semble intéressant à l'avenir de proposer un questionnaire standardisé en suivi post-opératoire.

Il est retrouvé une association entre temps opératoire et complications, cependant l'intervalle de confiance est important en raison du faible effectif de patients avec complications. Il n'est par ailleurs pas possible de déterminer si l'un est la conséquence de l'autre ou réciproquement.

Afin de mettre en évidence un lien de causalité entre durée opératoire et survenu de complications, il est intéressant d'analyser le sous-groupe des complications découvertes en post opératoire. On retrouve une tendance forte mais là encore l'intervalle de confiance n'est pas satisfaisant par manque d'effectif. De plus comme précédemment décrit, certaines complications sont possiblement sous-évaluées.

C- DONNEES POST-OPERATOIRES

L'évolution tous groupes confondus en post-opératoire correspond aux données de la littérature avec une amélioration des douleurs lombaire de 65 % en moyenne (29, 38, 41).

Impact du tabagisme

Le tabac est retrouvé comme un facteur de moindre amélioration des douleurs lombaires en valeur absolue ($p=0,045$). Il a été nécessaire de faire une comparaison par non infériorité. Le résultat en analyse bilatérale n'est pas significatif mais met en évidence une très forte tendance. Il en va de même avec l'amélioration en pourcentage ($p=0,0045$ en analyse bilatérale). Cette donnée est extrêmement intéressante. En effet, l'impact du tabac sur le taux de fusion est bien connu (42). A notre connaissance, il n'avait pas été montré dans la littérature d'associations

significatives entre tabac et amélioration des douleurs lombaires. Cette étude va également dans ce sens avec une tendance chez les patients tabagiques à ne pas se faire opérer a postériori.

Il aurait été intéressant de confronter ces données au taux de fusion radiologique. Malheureusement, nous n'avions pas accès à suffisamment d'examens post-opératoires à au moins 9 mois de la chirurgie, durée nécessaire à la fusion osseuse (43), du fait d'un nombre de patients perdus de vue au-delà de 9 mois non négligeables. De plus, la grande majorité des examens post opératoires tardifs ont été réalisés sur d'autres sites que le CHU d'Amiens-Picardie.

Une autre donnée concernant les patients tabagiques semble intéressante : l'amélioration des douleurs radiculaires, en pourcentage, est également significativement inférieure chez les patients tabagiques ($p=0,046$). A notre connaissance, aucune autre étude n'a mis en évidence cette association. Une des explications physiologiques possibles est l'atteinte micro-vasculaire de la vasa nervorum induite par le tabac. L'effet du tabac dans l'aggravation des neuropathies est bien démontré dans le contexte des patients diabétiques (44). D'autres études sont nécessaires pour explorer cette hypothèse dans le contexte précis des patients opérés avec une atteinte nerveuse par compression mécanique radiculaire.

Satisfaction post-opératoire

De manière général 85,3 % des patients se reféraient opérer.

Cependant, la satisfaction des patients estimée par la réponse à la question : « referiez-vous l'opération au vu de l'évolution actuelle ? » est impactée de manière négative par la présence d'une douleur radiculaire pré-opératoire quelle que soit l'intensité de celle-ci ($p = 0,049$). Cette donnée est difficilement analysable car l'ensemble des groupes a une amélioration significative des douleurs radiculaires en post-opératoire et de manière générale l'amélioration en pourcentage est plus importante pour les douleurs radiculaires que pour les douleurs lombaires. Un des éléments de la réflexion s'articule autour de l'attente des patients concernant l'évolution post opératoire. Il est possible qu'une fois la lombalgie diminuée, les douleurs radiculaires initialement au second plan deviennent alors la source majeure d'handicap fonctionnel et entraînent une satisfaction moins importante. Les effectifs de cette étude sont insuffisants pour une analyse en sous-groupe concernant ce point.

Il serait intéressant d'analyser le décalage entre l'attente du patient, l'explication du bénéfice annoncé par le chirurgien, et la compréhension qu'en a le patient.

De manière générale, la littérature est relativement pauvre concernant l'évolution spécifique des radiculalgies dans les suites opératoires d'un ALIF.

Il est retrouvé une moindre amélioration de la douleur lombaire en valeur absolue et en pourcentage en cas d'indication sur spondylolisthésis (respectivement $p = 0,047$ et $p = 0,039$). Cette donnée n'est pas confirmée par la littérature (29, 41). L'effectif de patients opérés dans un contexte de spondylolisthésis est relativement faible (17 patients) ce qui peut engendrer des erreurs statistiques bien que l'intervalle de confiance soit robuste.

Il faut également noter qu'une part non négligeable de cet effectif (35%) a nécessité d'un second temps chirurgical par voie postérieure. Il est possible qu'au moment de la réalisation de l'étude, des patients n'aient pas encore eu de temps postérieur alors qu'ils y étaient éligibles dans l'avenir. Or notre recueil de données n'a pas tenu compte de la chronologie entre l'évaluation de la douleur post ALIF et la réalisation du temps postérieur.

Impact de l'activité professionnelle du patient

Dans notre étude, l'impact d'une vie professionnelle active en préopératoire est un facteur déterminant sur l'amélioration de la douleur lombaire (respectivement en valeur absolue et en pourcentage $p = 0,020$ et $p = 0,006$) et également sur l'amélioration des douleurs radiculaires (en valeur absolue et en pourcentage, $p < 0,001$). Ces données sont confortées par l'ensemble de la littérature (29, 38).

L'analyse de l'ensemble de la statique rachidienne et pelvienne n'a pas été analysée dans notre étude. Il pourrait être, à l'avenir, intéressant d'évaluer les suites cliniques en fonction d'une part de la classification de Roussely et d'autre part de la correction de la lordose lombaire post opératoire.

Notre étude se heurte aux limites des analyses rétrospectives. En effet, l'évaluation de la douleur s'est limitée à l'échelle numérique analogique. Il aurait été intéressant d'analyser l'index d'Oswestry qui un des gold standards dans l'évaluation de la lombalgie.

VI-CONCLUSIONS

L'arthrodèse lombaire par abord antérieure confirme sa place dans l'arsenal du traitement de la lombalgie de par son efficacité et la faible incidence des complications associées.

Notre étude montre que le tabac et l'activité professionnelle sont de toute évidence des facteurs déterminants dans l'évolution clinique post ALIF.

Le tabac est un facteur qui peut être modifié. Il est donc essentiel de mettre en œuvre tout ce qui est possible pour obtenir un sevrage tabagique. Il semble donc intéressant d'organiser de manière systématique à l'instar de la consultation en nutrition lors d'IMC élevé une consultation en addictologie.

Ce travail constitue une base préliminaire en vue d'une étude prospective plus large visant à intégrer des données concernant la statique rachidienne et l'évaluation de l'activité du patient, en vue de la création d'un score pronostic.

REFERENCES

1. Hartvigsen, Jan, Mark J. Hancock, Alice Kongsted, Quinette Louw, Manuela L. Ferreira, Stéphane Genevay, Damian Hoy, et al. « What Low Back Pain Is and Why We Need to Pay Attention ». *Lancet* (London, England) 391, n° 10137 (9 juin 2018): 2356- 67.
2. Bazin T, Allaert FA, Fuseiller A, Perles P. Etude du retentissement socio-économique de la lombalgie chronique en pratique quotidienne de médecine générale. *rhumatologie*. 1998;50(3):95-101.
3. Van Boxem, Koen, Jianguo Cheng, Jacob Patijn, Maarten van Kleef, Arno Lataster, Nagy Mekhail, et Jan Van Zundert. « 11. Lumbosacral Radicular Pain ». *Pain Practice: The Official Journal of World Institute of Pain* 10, n° 4 (août 2010): 339- 58.
4. Baromètre BVA « données et statistiques sur la lombalgie » pour l'Assurance Maladie, juin 2018.
5. Edouard B. « Tourner le dos au mal du siècle » édition Marabout, mai 2018.
6. HAS. « Lombalgie chronique de l'adulte et chirurgie ». Recommandation de bonne pratique (novembre 2015).
7. Rannou, F. et al., 2004. Disque intervertébral et structures voisines de la colonne lombaire: anatomie, biologie, physiologie et biomécanique. *EMC - Rhumatologie-Orthopédie*, 1(6), pp.487-507.
8. Lequin M. « Bipédie et origines de l'humanité: Philosophie et histoire de la paléanthropologie » : édition Hermann, novembre 2019.
9. Barrey, Cédric, Jérôme Jund, Olivier Nosedá, et Pierre Rousouly. « Sagittal Balance of the Pelvis-Spine Complex and Lumbar Degenerative Diseases. A Comparative Study about 85 Cases ». *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 16, n° 9 (septembre 2007): 1459- 67.
10. Rousouly, Pierre, et João Luiz Pinheiro-Franco. « Biomechanical Analysis of the Spino-Pelvic Organization and Adaptation in Pathology ». *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 20 Suppl 5 (septembre 2011): 609- 18.
11. Taillard « Etiology of spondylolisthesis » *Clin Orthop Relat Res*. 1976;(117):30-9.
12. Januszewski, Jacob, Joshua M. Beckman, Konrad Bach, Andrew C. Vivas, et Juan S. Uribe. « Indirect Decompression and Reduction of Lumbar Spondylolisthesis Does Not Result in Higher Rates of Immediate and Long Term Complications ». *Journal of Clinical Neuroscience*:

Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia 45 (novembre 2017): 218- 22.

13. Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, et al. Degenerative disc disease: Assessment of changes in vertebral body marrow with MRI Imaging. *Radiology* 1988;166:194–9.

14. Boisson, Margaux, Marie-Martine Lefèvre-Colau, François Rannou, et Christelle Nguyen. « Active Discopathy: A Clinical Reality ». *RMD Open* 4, n° 1 (2018):

15. Dudli, Stefan, Aaron J. Fields, Dino Samartzis, Jaro Karppinen, et Jeffrey C. Lotz. « Pathobiology of Modic Changes ». *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 25, n° 11 (novembre 2016): 3723- 34.

16. Pomeroy, V., J.-M. Vital, F. Lavaste, G. Imbert, et W. Skalli. « Muscular Modelling: Relationship between Postural Default and Spine Overloading ». *Studies in Health Technology and Informatics* 88 (2002): 321-25

17. Steven, Chinn « Fibromyalgia Pathogenesis and Treatment Options Update ». *Curr pain* (20 avril 2016) :25-8

18. Orhan, Ceren, Eveline Van Looveren, Barbara Cagnie, Naziru Bashir Mukhtar, Dorine Lenoir, et Mira Meeus. « Are Pain Beliefs, Cognitions, and Behaviors Influenced by Race, Ethnicity, and Culture in Patients with Chronic Musculoskeletal Pain: A Systematic Review ». *Pain Physician* 21, n° 6 (novembre 2018): 541- 58.

19. Baromètre BVA pour l'Assurance Maladie, « Connaissances et attitudes vis-à-vis de la lombalgie – Regards croisés grand public-médecins généralistes », juin 2018.

20. Fairbank, J. C., et P. B. Pynsent. « The Oswestry Disability Index ». *Spine* 25, n° 22 (15 novembre 2000): 2940- 52; discussion 2952.

21 . Smeets, Rob, Albere Köke, Chung-Wei Lin, Manuela Ferreira, et Christophe Demoulin. « Measures of Function in Low Back Pain/Disorders: Low Back Pain Rating Scale (LBPRS), Oswestry Disability Index (ODI), Progressive Isoinertial Lifting Evaluation (PILE), Quebec Back Pain Disability Scale (QBPDS), and Roland-Morris Disability Questionnaire (RDQ) ». *Arthritis Care & Research* 63 Suppl 11 (novembre 2011):

22. Childs, John D., Sara R. Piva, et Julie M. Fritz. « Responsiveness of the Numeric Pain Rating Scale in Patients with Low Back Pain ». *Spine* 30, n° 11 (1 juin 2005): 1331- 34.

23. Willems PC, Staal JB, Walenkamp GH, de Bie RA. Spinal fusion for chronic low back pain: systematic review on the accuracy of tests for patient selection. *Spine J* 2013;13(2):99-109.

24. American Pain Society, Chou R, Baisden J, Carragee EJ, Resnick DK, Shaffer WO, et al. Surgery for low back pain. A review of the evidence for an American Pain Society clinical practice guideline. *Spine* 2009;34(10):1094-109.

25. Mobbs, Ralph J., Kevin Phan, Greg Malham, Kevin Seex, et Prashanth J. Rao. « Lumbar Interbody Fusion: Techniques, Indications and Comparison of Interbody Fusion Options Including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF ». *Journal of Spine Surgery (Hong*

Kong) 1, n° 1 (décembre 2015): 2- 18.

26. Choy, Wen Jie, David Abi-Hanna, Lachlan P. Cassar, Philip Hardcastle, Kevin Phan, et Ralph J. Mobbs. « History of Integral Fixation for Anterior Lumbar Interbody Fusion (ALIF): The Hartshill Horseshoe ». *World Neurosurgery* 129 (septembre 2019): 394- 400.

27. Phan, Kevin, Alan Lackey, Nicholas Chang, Yam-Ting Ho, David Abi-Hanna, Jack Kerferd, Monish M. Maharaj, Rhiannon M. Parker, Gregory M. Malham, et Ralph J. Mobbs. « Anterior Lumbar Interbody Fusion (ALIF) as an Option for Recurrent Disc Herniations: A Systematic Review and Meta-Analysis ». *Journal of Spine Surgery (Hong Kong)* 3, n° 4 (décembre 2017): 587- 95.

28. Reid, Patrick C., Simon Morr, et Michael G. Kaiser. « State of the Union: A Review of Lumbar Fusion Indications and Techniques for Degenerative Spine Disease ». *Journal of Neurosurgery. Spine* 31, n° 1 (1 juillet 2019): 1- 14.

29. Rao, Prashanth J., Ajanthan Loganathan, Vivian Yeung, et Ralph J. Mobbs. « Outcomes of Anterior Lumbar Interbody Fusion Surgery Based on Indication: A Prospective Study ». *Neurosurgery* 76, n° 1 (janvier 2015): 7- 23; discussion 23-24.

30. Jérôme Allain, Thierry Dufour. « Anterior lumbar fusion techniques: ALIF, OLIF, DLIF, LLIF, IXLIF ». *Orthopedic and traumatology, surgery and research.* (24 avril 2019) : 149-157.

31. Unruh KP, Camp CL, Zietlow SP, et al. Anatomical variations of the iliolumbar vein with application to the anterior retroperitoneal approach to the lumbar spine: a cadaver study. *Clin Anat* 2008;21:666-73.

32. Xu, David S., Corey T. Walker, Jakub Godzik, Jay D. Turner, William Smith, et Juan S. Uribe. « Minimally Invasive Anterior, Lateral, and Oblique Lumbar Interbody Fusion: A Literature Review ». *Annals of Translational Medicine* 6, n° 6 (mars 2018): 104.

33. Noorian S, Sorensen K, Cho W. « A systematic review of clinical outcomes in surgical treatment of adult isthmic spondylolisthesis ». *The spine journal* (7 mai 2018) : 1441-1454

34. Kapustka, Bartosz, Grzegorz Kiwic, Paweł Chodakowski, Jan P. Miodoński, Tomasz Wysokiński, Mariusz Łaczyński, Krzysztof Paruzel, Adrian Kotas, et Wiesław Marcol. « Anterior Lumbar Interbody Fusion (ALIF): Biometrical Results and Own Experiences ». *Neurosurgical Review* 43, n° 2 (avril 2020): 687- 93.

35 ; Okamon, Djiby J. M., Louis Chenin, Albéric Bocco, Landry K. Drogba, Aderehim Haidara, et Johann Peltier. « Varicocele Complicating an Anterior Lumbar Interbody Fusion: A Case Report ». *Journal of Spine Surgery (Hong Kong)* 7, n° 1 (mars 2021): 114- 17.

36. Bocco, Alberic Fabrice, Louis Chenin, Djiby Jean-Marcel Okamon, Pierre-Henri Launois, Michel Lefranc, et Johann Peltier. « Rectocele Complicating a Double Anterior Lumbar Interbody Fusion: A Case Report ». *Spine Surgery and Related Research* 5, n° 1 (18 juin 2020): 46- 48.

37 : Amaral, Rodrigo, Ronaldo Ferreira, Luis Marchi, Rubens Jensen, Joes Nogueira-Neto, et

Luiz Pimenta. « Stand-Alone Anterior Lumbar Interbody Fusion - Complications and Perioperative Results ». *Revista Brasileira De Ortopedia* 52, n° 5 (octobre 2017): 569- 74.

38 : Budiono, Gideon R., Miles H. McCaffrey, William C. H. Parr, Wen J. Choy, Telvinderjit Singh, Matthew H. Pelletier, et Ralph J. Mobbs. « Development of a Multivariate Prediction Model for Successful Oswestry Disability Index Changes in L5/S1 Anterior Lumbar Interbody Fusion for Degenerative Disc Disease ». *World Neurosurgery* 148 (avril 2021):

39. World Health Organization, “Prevalence of Obesity among Adults, BMI [Greater than or Equal to] 30, Age-Standardized Estimates by Country” who.int (accessed Mar. 26, 2020).

40. Insee, taux de chômage localisés et taux de chômage au sens du BIT au 4^{ème} trimestre 2020.

41. Chan, Alvin Y., Brian V. Lien, Elliot H. Choi, Andrew K. Chan, George Hanna, Alexander M. Lopez, Nolan J. Brown, et al. « Back Pain Outcomes after Minimally Invasive Anterior Lumbar Interbody Fusion: A Systematic Review ». *Neurosurgical Focus* 49, n° 3 (septembre 2020): E3.

42. Brown CW, Orme TJ, Richardson HD. The rate of pseudoarthrosis (surgical nonunion) in patients who are smokers and patients who are nonsmokers: a comparison study. *Spine*. 1986;11:942–943.

43. Malham GM, Parker RM, Blecher CM, et al. Choice of approach does not affect clinical and radiological outcomes: a comparative cohort of patients having anterior lumbar interbody fusion and patients having lateral lumbar interbody fusion at 24 months. *Global Spine J* 2016;6:472-81

44. Cameron, N. E., S. E. Eaton, M. A. Cotter, et S. Tesfaye. « Vascular Factors and Metabolic Interactions in the Pathogenesis of Diabetic Neuropathy ». *Diabetologia* 44, n° 11 (novembre 2001): 1973- 88.

