



HAL
open science

Évaluation à plus de 5 ans du traitement chirurgical percutané des fractures du rachis thoraco lombaire au CHU d'Amiens

Louis Chenin

► **To cite this version:**

Louis Chenin. Évaluation à plus de 5 ans du traitement chirurgical percutané des fractures du rachis thoraco lombaire au CHU d'Amiens. Chirurgie. 2016. dumas-01455532

HAL Id: dumas-01455532

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01455532>

Submitted on 3 Feb 2017

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.

UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE
UFR DE MEDECINE D'AMIENS

Année 2016

N° thèse 2016-138

**EVALUATION A PLUS DE 5 ANS DU TRAITEMENT
CHIRURGICAL PERCUTANE DES FRACTURES DU RACHIS
THORACO LOMBAIRE AU CHU D'AMIENS**

THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE
(DIPLOME D'ETAT)

SPECIALITE EN NEUROCHIRURGIE
PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT

LE 4 OCTOBRE 2016

PAR **Louis CHENIN**

PRESIDENT DU JURY : Monsieur le Professeur Johann PELTIER

JUGES : Monsieur le Professeur Daniel LE GARS

Monsieur le Professeur Hervé DERAMOND

Monsieur le Professeur Patrick TOUSSAINT

DIRECTEUR : Monsieur le Docteur Michel LEFRANC

Monsieur le Professeur Johann PELTIER
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Chef du Service de Neurochirurgie
(Anatomie)

Je vous remercie beaucoup pour l'accueil dans votre service. Vous m'avez souvent accompagné dans les moments difficiles de ce métier, notamment en garde. Votre dextérité et votre habileté m'ont toujours impressionné au bloc opératoire. Je vous témoigne toute ma gratitude pour l'enseignement réalisé à la fois sur le plan théorique et aussi pratique. Je vous remercie pour votre accompagnement dans mes premières publications et présentations orales. Vous avez pris part à une grande partie de ma formation. Merci de votre confiance au bloc opératoire. Vous avez su faire renaître en moi une de mes passions d'externe, l'Anatomie. Cette discipline rigoureuse et exigeante, nécessitant un travail quotidien est le socle de la médecine et de la chirurgie. Je vous remercie encore pour l'enseignement et le temps consacré (en plus de votre emploi du temps bien chargé) pour la réalisation des planches sur tableau. Par ailleurs, nous partageons d'autres passions qui nous amènent à passer de chaleureux moments, à travers un match de sport ou autour d'une bonne table. Votre simplicité ainsi que votre générosité sont de grands atouts à mes yeux. Pour tous ces moments et les futurs à venir, je vous prie de bien vouloir accepter toute ma gratitude et mon enthousiasme.

Monsieur le Professeur Daniel LE GARS (Invité)

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Professeur Emérite des Universités

(Anatomie)

Doyen Honoraire de l'UFR de Médecine d'AMIENS

Pôle Anatomie

Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques

Je vous remercie beaucoup d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. Vous êtes finalement la première personne du service que j'ai rencontré quand je suis arrivé sur Amiens et votre stature m'impressionnait déjà. Vos conseils précis, votre expérience et votre exigence m'ont guidé depuis le début de mon internat. Je vous adresse toute ma gratitude concernant les gestes opératoires enseignés. Vos adages résonnent encore dans ma tête. Vous avez aussi réussi à me transmettre votre passion de l'enseignement auprès des étudiants et pour cela je vous remercie.

Monsieur le Professeur Hervé DERAMOND
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
(Radiologie et imagerie médicale)
Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

Je vous remercie beaucoup pour avoir accepté de faire partie de ce jury. Je me doute bien que le thème de mon sujet aura suscité en vous un certain intérêt. Votre analyse fine et précise, votre disponibilité et votre gentillesse représentent des qualités essentielles. Je vous remercie pour toutes les discussions passées (et à venir) sur les dossiers complexes. Vous trouverez dans ce travail, je l'espère, des données intéressantes pour une extension des indications de cimentoplasties, ainsi que dans la collaboration neuroradiologie – neurochirurgie.

Monsieur le Professeur Patrick TOUSSAINT
Professeur des Universités – Praticien
Hospitalier
(Neurochirurgie)

Je vous remercie de m'avoir accueilli dans le service il y a 5 ans. Je vous témoigne de ma plus grande considération pour les blocs passés ensemble, ainsi que de votre enseignement. Votre bon sens clinique ainsi que votre expertise m'ont beaucoup aidé dans la découverte de ce métier. Par ailleurs, j'ai remarqué que nous partagions une passion commune, les voyages, avec tant d'anecdotes et de photos à partager. J'espère que ce travail aura suscité un intérêt à vos yeux. Je vous prie de bien vouloir accepter toute ma gratitude et ma considération.

Monsieur le Docteur Michel LEFRANC

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

(Neurochirurgie)

Veillez trouver en ce travail l'aboutissement du projet que vous m'aviez proposé il y a quelques années. Le travail a été long et parfois fastidieux mais passionnant avec la découverte de nouveaux résultats chaque jour passé à revoir les patients. Je vous remercie beaucoup pour votre soutien, votre aide et votre disponibilité durant toute cette période, ainsi que de m'avoir confié ce travail. Votre passion pour la neurochirurgie ainsi que votre intérêt pour les nouvelles technologies sont remarquables. Les techniques mini invasives du rachis sont clairement un apport important dans la prise en charge des pathologies rachidiennes, de tous types. Je vous témoigne toute ma sympathie et mon enthousiasme de pouvoir travailler avec vous ainsi que de continuer ces échanges passionnants. Je vous remercie encore pour le soutien apporté dans mes premiers travaux scientifiques et les futurs à venir.

Au Dr Anthony Fichten : Je vous remercie infiniment pour tout le travail de recueil de données que vous avez effectué depuis les premiers patients traités de façon mini invasive au CHU d'Amiens. Vos conseils et votre bon sens ont été une aide sérieuse dans la réalisation de ce travail. Je ne doute pas que vous trouverez dans ce travail des arguments supplémentaires pour vous inciter à poursuivre ce type de chirurgie, notamment pour les patients. Je vous remercie par ailleurs pour l'accompagnement au bloc opératoire ainsi que de l'apprentissage de la neurochirurgie. Je vous témoigne de toute ma gratitude et mon enthousiasme pour tous les moments passés et à venir.

Au Dr Christine Desenclos : Je vous remercie pour votre soutien et votre disponibilité dans tout mon internat. Votre bon sens clinique, vos qualités d'écoute ainsi que votre proximité des patients sont, pour moi, remarquables. Je vous remercie encore pour la confiance que vous m'avez témoigné au bloc opératoire ainsi que de l'apprentissage de ce difficile métier. Votre force de caractère m'a toujours impressionné.

Au Dr Anne Sophie Pruvot Occéan : Merci beaucoup pour tous les moments passés. Ton calme et ta sérénité sont enviables et méritent tout mon respect. Tu m'as accompagné depuis mes débuts dans ce dur métier, ainsi que dans les premiers blocs réalisés. Rapidement, j'ai trouvé une autonomie grâce à toi. Je te remercie encore pour la confiance pendant les gardes ainsi qu'au bloc opératoire.

Au Dr Cyrille Capel : Je t'ai toujours considéré comme mon « grand frère » de la neurochirurgie, toi qui m'a accompagné depuis mes débuts et toujours soutenu. Tu m'impressionnes par tes capacités d'analyse, ton esprit critique et ta capacité à ne rien lâcher. Merci beaucoup pour ton aide et ton soutien pendant la rédaction de cette thèse, comme le témoignent nos échanges passionnants. Je suis très enthousiaste de pouvoir continuer à partager cela à nouveau, à travers de travaux actuels et à venir.

A Katia Bunaux : Tout juste arrivée dans le monde de la neurochirurgie, tu progresses déjà vite. Ta curiosité, ta rapidité de réflexion et ta force de caractère sont déjà remarquables. Je ne doute pas dans ta future progression dans ce métier difficile.

A tous les internes FFI passés en neurochirurgie à Amiens : Hermann, Alain, Sultan, Abdias

A toute l'équipe des infirmières et aides soignantes (et kinés) de Neurochirurgie d'Amiens, ainsi qu'aux cadres de santé Mmes Khanfar et Cayeux: Merci pour votre accueil, votre soutien et votre sympathie

A toute l'équipe du bloc opératoire : Merci pour votre soutien et votre sympathie et pour tous les moments passés (parfois difficiles) au bloc et à venir

A toute l'équipe d'anesthésie de neurochirurgie et du module 3 : Dr Montpellier, Dr Ouendo, Dr Fullana

A tous les médecins qui ont participé à ma formation pendant l'internat : Dr Jean Claude Bouffeteau, Dr Hijazi, Dr Hanes, Dr Maes, Dr Radfar

A toute l'équipe de Neurochirurgie de l'unité 100 de l'hôpital neurologique de Lyon, ainsi que l'équipe du bloc opératoire : Merci de votre accueil et de votre sympathie

Aux Drs Messerer, Freitas Olim, Coloma, Michel : Merci beaucoup pour votre accueil, votre enseignement pratique au bloc et votre sympathie.

Au Pr Cédric Barrey du service du Neurochirurgie de Lyon : Merci pour l'enseignement de l'équilibre sagittal. Cela m'a été très profitable pour la rédaction de cette thèse. Merci pour tous les moments passés au bloc opératoire ainsi que de votre confiance. Votre rigueur chirurgicale, votre capacité d'analyse et votre esprit critique sont en tous points remarquables et méritent tout mon respect. Merci de m'avoir accueilli dans votre unité.

Au Pr Pierre Duhaut, pour l'enseignement des statistiques et leur application en médecine

A mes 2 compagnons d'Anatomie : Alex et Elodie

Au Pr Eric Havet, Anatomiste : Merci pour votre soutien et votre enseignement dans cette rigoureuse et exigeante discipline.

A mon Amour, Mélyne : Merci infiniment pour tes conseils et ton soutien au quotidien, et surtout pour ces dernières semaines (très) difficiles. A nos voyages passés et ceux à venir ! Je t'aime.

A mes parents : Je vous remercie tous les 2 pour tout le soutien que vous m'avez apporté pendant ces (longues) études de médecine. Vous avez toujours cru en moi. Pour tous les moments passés en famille et ceux à venir, je vous remercie.

A mes frères et sœur : Amélie, Adrien, et Etienne : je vous souhaite tout le bonheur ainsi que toute la réussite possible. A Etienne (étudiant en médecine) : tu ne connais que la partie immergée de l'iceberg, mais ne lâche rien, tu verras ça vaut la peine !

A tous mes cousins et cousines (spécial dédicace à Aliénor, présente à Lyon pendant mon interCHU) ainsi que tous les oncles et tantes

A toute la belle famille : Guy le beau papa bricoleur, Thérèse et Daniel, Benoit, Kathaline et Edouard, Alexandra et Siav, ainsi que tous les cousins et cousines de Mélyne dispatchés dans toute la France

A mes amis du collège / lycée : Antoine, Rémi, Matthieu B (« oncle benz »), Mathieu B (« bollo »)

A mes amis de la fac de médecine : Jihane et Guillaume

A nos 2 couples d'amis rencontrés pendant la préparation du mariage : Marion et Franek, Estelle et PH (et Adriano). A tous les bons moments passés et ceux à venir !

A tous ceux que j'oublie ...

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION

a. Epidémiologie.....	15
b. Eléments anatomiques et biomécaniques	15
c. Classification des fractures	19
d. Techniques minimales invasives	21
e. Enjeux	22
f. Objectifs	24

II. MATERIEL ET METHODES

a. Population	25
b. Type de traitement chirurgical	26
c. Critères de jugement	
i. Principaux	29
ii. Secondaires	31
d. Tests statistiques utilisés	33

III.RESULTATS.

a. Population	34
b. Traitement chirurgical	
i. Données générales	35
ii. En fonction du type de fracture	36
c. Critères de jugement principaux	
i. Incapacité fonctionnelle	37
ii. Activité professionnelle	40
d. Critères de jugement secondaires	
i. Cyphose vertébrale et angulation régionale traumatique	42
ii. Lordose lombaire et incidence pelvienne	46
iii. Equilibre sagittal	
1. « Sagittal Vertical Axis » (SVA)	47
2. Aplomb de C7	47

IV.DISCUSSION

a. Population	51
b. Chirurgie	52
c. Devenir fonctionnel des patients	53
d. Activité professionnelle	56

e. Paramètres radiologiques	
i. Déformation locale et régionale post traumatique	57
ii. Equilibre sagittal	61
V. CONCLUSION	65
VI. REFERENCES	67
VII. ANNEXE 1 : Courrier de convocation	74
VIII. ANNEXE 2 : Questionnaire d'auto évaluation (OSWESTRY)	75
IX. ANNEXE 3 : Serment d'Hippocrate	78

RESUME

INTRODUCTION

Il manque des données sur le suivi à long terme des fractures du rachis thoraco lombaire (TL) à haute énergie cinétique traitées de façon percutanée. L'objectif principal de l'étude est de réaliser une évaluation fonctionnelle à plus de 5 ans des malades opérés de fractures TL par ces techniques.

MATERIEL ET METHODES

Il s'agit d'une étude monocentrique rétrospective, portant sur des malades opérés de fractures du rachis thoracique ou lombaire, dans le service de Neurochirurgie du CHU d'Amiens avec un suivi minimal de 5 ans. Les systèmes d'ostéosynthèse percutanée (OS) ont été utilisés ainsi que des systèmes d'augmentation vertébrale (AV). Les patients ont été revus à distance de la chirurgie avec un questionnaire d'Oswestry (ODI) et une radiographie du rachis entier en charge. La cyphose vertébrale locale CV, l'angulation régionale traumatique ART, l'incidence pelvienne IP et le « sagittal vertical axis » SVA ont été mesurés.

RESULTATS

66 patients ont été inclus dans l'analyse finale. Le suivi moyen était de 6,3 ans (minimum de 5 ans, maximum de 9 ans, opération entre 2006 et 2011). L'âge moyen au moment du traumatisme était de 36,6 ans. 70,3% des fractures étaient situées à la jonction TL. L'ODI était significativement plus élevé chez les patients traités par OS (22/100) par rapport à AV (7/100, $p = 0,012$). 55 des patients ont repris leur travail, soit un taux de 85,9% dont 46% avec métier qualifié de « physique » et une durée médiane de reprise de 4 mois. Pour les fractures TL (D11 à L2), la CV et l'ART moyennes pré opératoires étaient de 19° et $15,5^\circ$; de $9,8^\circ$ et $7,7^\circ$ en post opératoire immédiat et de $13,3^\circ$ et $13,9^\circ$ au suivi final. Le SVA moyen était de 11,2 mm. Il n'existait pas de corrélation significative entre : SVA et CV finale ($p=0,836$) ; SVA et ART finale ($p = 0,70$) ; SVA et ODI ($p= 0,913$).

CONCLUSION

Dans la prise en charge des fractures TL non neurologiques, les techniques percutanées mini invasives apportent de très bons résultats fonctionnels valables sur le long terme.

MOTS CLES

Fractures, rachis thoraco lombaire, mini invasif, kyphoplastie, percutané, long terme

ABSTRACT

INTRODUCTION

There is no data concerning long term follow up of thoraco lumbar spine fractures operated with minimal invasive techniques.

OBJECTIVES

The main objective of the study is to achieve a functional assessment of patients operated from thoraco lumbar spine fractures with minimal invasive techniques and a minimum of 5 year follow up.

STUDY DESIGN

Retrospective study

PATIENTS AND METHODS

This study included patients operated from thoracic or lumbar spine fractures, in the neurosurgical unit of the Amiens University Hospital, with a minimal follow up of 5 years. Percutaneous hardware (osteosynthesis, OS) and vertebral augmentation (AV) have been used for the surgery. Patients have been reviewed far from the surgery with an Oswestry Disability Index (ODI) questionnaire and a full spine X-Ray in the upright position. Vertebral kyphosis (VK), Regional Traumatic Kyphosis (RTK), pelvic incidence (PI) and Sagittal Vertical Axis (SVA) have been measured.

RESULTS

66 patients have been included in the final analysis. Mean follow up was 6.3 years (minimum of 5 years, maximum of 9 years, surgery between 2006 and 2011). Mean age from the initial trauma was 36.6 years. 70,3 % of fractures were located at the thoraco lumbar junction. ODI was significantly more important in the « OS group » (22/100) than the « AV group » (7/100) ($p = 0,012$). 85,9% of patients were able to resume their work, 46% of them with of physical labor. Mean time between operation and work resuming was 4 months. For the thoraco lumbar fractures (D11 to L2), VK and RVK pre surgery were respectively 19° et $15,5^\circ$; $9,8^\circ$ and $7,7^\circ$ in the immediate post surgery ; $13,3^\circ$ and $13,9^\circ$ at the last follow up. Middle SVA was 11.2 mm. There was no correlation between : SVA and final VK ($p=0,836$) ; SVA and final RVK ($p = 0,70$) ; SVA and ODI ($p= 0,913$).

CONCLUSION

Minimal invasive techniques for the surgery of thoraco lumbar fractures have excellent long-term functional results.

KEYWORDS

Fractures, spine, thoraco lumbar, mini invasive, kyphoplasty, osteosynthesis, long term follow up

I. INTRODUCTION

a. Epidémiologie

La traumatologie du rachis est plutôt une entité rare si l'on regarde l'ensemble des passages aux urgences. Dans un « trauma center » de niveau 1, sur une période de 13 ans, l'incidence des fractures du rachis est de 5,8% (2562 patients parmi 44 455 patients victimes d'un traumatisme passant au service d'accueil des urgences) [1].

Parmi tous les traumatismes du rachis, les fractures du rachis thoracique et lombaire sont les plus fréquentes. Elles représentent environ 67 à 80 % de ceux-ci[2-5]. Les accidents de la route et les chutes d'une hauteur plus ou moins élevée en sont les causes principales.

D'une part, ces fractures peuvent se compliquer d'un déficit neurologique (par atteinte de la moelle épinière ou de la queue de cheval), estimé selon les études de 21 à 30 % [3,6], et avec un potentiel de récupération variable en fonction de la gravité de l'atteinte initiale[7].

D'autre part, le traitement chirurgical des fractures rachidiennes (instrumentation par vis et tiges d'ostéosynthèse) peut être le siège de complications comme une infection du site opératoire, une fracture du matériel, une absence de consolidation de la vertèbre fracturée (pseudarthrose) ou une progression de la déformation locale vertébrale avec consolidation en cal vicieux. Celles peuvent entraîner un état de « déséquilibre loco régional » de la colonne vertébrale à long terme, nécessitant parfois une chirurgie complémentaire de correction de cette déformation [8-10]. Ce type de déformation vertébrale peut entraîner des douleurs et/ou une incapacité fonctionnelle à distance et donc être un facteur de non reprise du travail.

Enfin, ces fractures du rachis (quelque soit le traitement, chirurgical, orthopédique ou fonctionnel) peuvent entraîner des douleurs séquellaires locales ou loco régionales, même à distance une fois la consolidation osseuse acquise, responsables d'une altération de la qualité de vie[11] et de difficulté de reprise du travail. Il est estimé que, parmi les patients opérés de fractures du rachis thoracique ou lombaire, 30 à 40 % d'entre eux ne reprennent pas leur travail précédent [5,12]. Cependant ceci est à relier aussi au pronostic fonctionnel d'un déficit neurologique présent et / ou persistant dans le suivi[12].

b. Eléments anatomiques et biomécaniques

La colonne vertébrale comprend plusieurs parties : cervicale, thoracique, lombaire et sacrée. Au niveau thoracique, elle est composée de 12 vertèbres et au niveau lombaire, de 5

vertèbres. Sur le plan osseux, il existe 3 colonnes à chaque étage vertébral: une colonne antérieure médiane comprenant les corps vertébraux, et 2 colonnes postérieures unies en hauteur par les articulations zygapophysaires. Les vertèbres thoraciques et lombaires sont reliées les unes aux autres en hauteur par un complexe ligamentaire puissant, comprenant d'avant en arrière, le ligament intervertébral commun antérieur, le disque intervertébral, le ligament vertébral commun postérieur, le ligament jaune interlaminaire, les capsules ligamentaires interapophysaires et le ligament interépineux (figure 1).

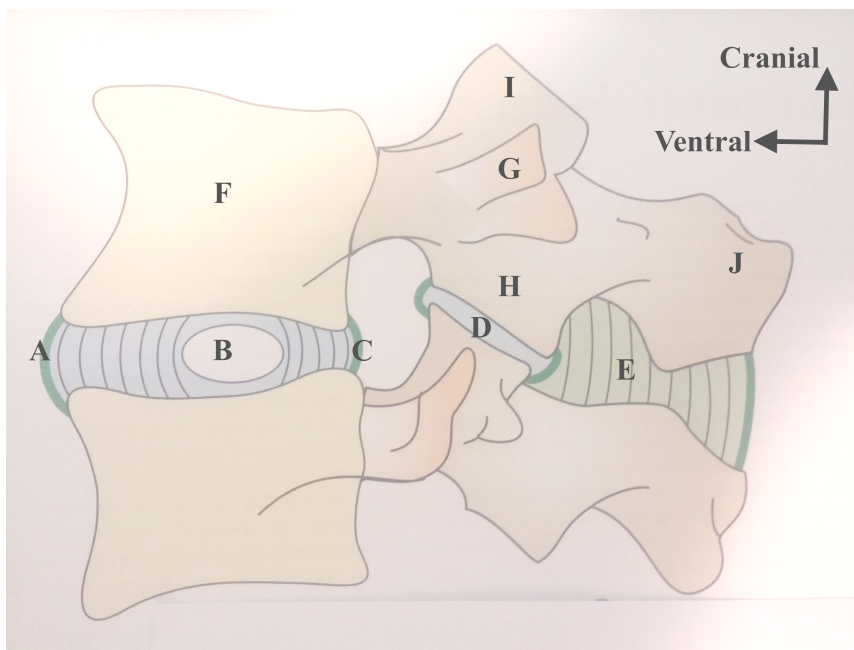


Figure 1 : Vue latérale du rachis lombaire (d'après "Anatomie fonctionnelle de Kapanji tome III"). Partie discale des ligaments longitudinaux antérieur (A) et postérieur (C). Disque intervertébral (B). Articulation zygapophysaire (D). Ligament interépineux (E). Corps vertébral (F). Apophyse transverse (G). Articulaires postérieures : inférieure (H) et supérieure (I). Processus épineux (J).

Sur le plan mécanique, à l'état physiologique, la répartition des charges est inégale entre les corps vertébraux et le système arthro ligamentaire postérieur. D'après Yang et King[13], il existerait jusqu'à 63 % de contraintes verticales passant par l'articulation intervertébrale contre 37 % dans les articulations zygapophysaires à la jonction thoraco lombaire (D12 L1), alors qu'en lombaire bas, 80 % des contraintes verticales passent par le système articulaire postérieur. En région thoracique par contre, à la fois dans la partie moyenne (D5D6) et haute (C7D1), la répartition des contraintes est équilibrée entre articulation intersomatique et articulaires postérieures (50%).

Ces valeurs semblent intéressantes à signaler, cependant elles correspondent à un « état d'équilibre » statique de la colonne vertébrale, en dehors de toute pathologie. En effet, on peut imaginer qu'un déséquilibre focal (cyphose ou listhésis) engendré par un traumatisme, un envahissement tumoral ou infectieux peut modifier cet état d'équilibre et donc la répartition de ces contraintes.

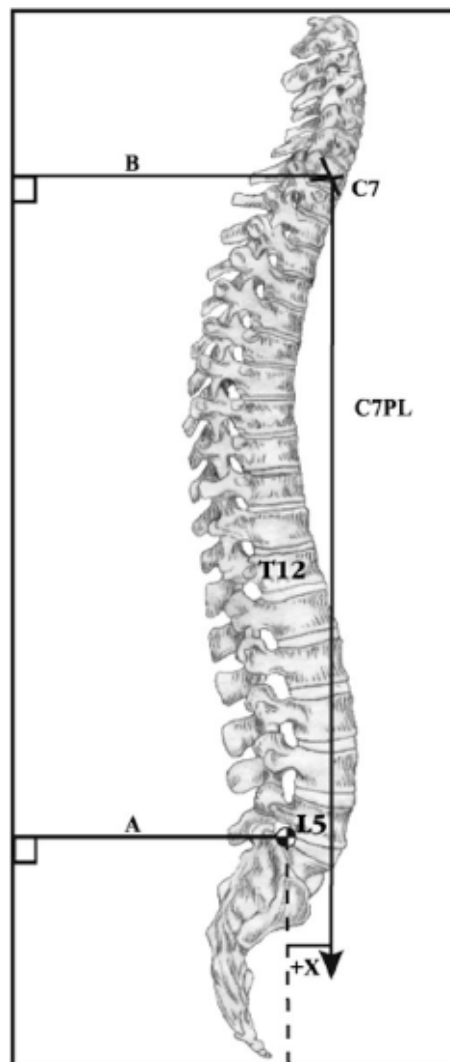


Figure 2 : Analyse de l'équilibre sagittal global du rachis (D'après Glassmann, Spine, 2005) : aplomb de C7 (C7PL), « sagittal vertical axis » ou SVA (X). Si B est supérieur à A, le SVA est positif et il existe un déséquilibre sagittal antérieur. Si B est inférieur à A, le SVA est négatif et le déséquilibre est postérieur.

L'équilibre sagittal du rachis « normal » correspond à une position d'équilibre du rachis au dessus des membres inférieurs et du bassin, en position debout, avec une économie musculaire minimale de maintien. Cet état d'équilibre a été décrit par de nombreuses équipes dans la population normale[14–18] et est caractérisé par des paramètres bien précis, loco régionaux ainsi que globaux. Un des paramètres essentiel dans l'analyse globale de l'équilibre

sagittal du patient est l'étude de la position de l'aplomb des conduits auditifs externes ou de l'aplomb de C7 par rapport aux têtes fémorales. Un patient présente un état d'équilibre sagittal lorsque cet aplomb de C7 passe par le coin postéro supérieur de S1. Un patient est en état de déséquilibre sagittal antérieur si l'aplomb de C7 est en avant des têtes fémorales (figure 2). Cependant en plus de l'analyse de cette ligne, il est important de rechercher des anomalies focales du rachis ainsi que des mécanismes de compensation de ce déséquilibre sagittal[14,19]. L'augmentation de la lordose cervicale, la diminution de la cyphose thoracique, l'augmentation de la lordose lombaire peuvent ainsi être secondaires à une perte d'angulation régionale vertébrale, afin de repositionner le rachis en position d'équilibre sagittal global (figure 3).



Figure 3 : Radiographie du rachis entier en charge de profil d'une fracture de D12 ancienne traitée par kyphoplastie. La cyphose locale et loco régionale post fracturaire a entrainé une perte de la cyphose dorsale sus jacente et une hyperextension du rachis lombaire en compensation. L'équilibre sagittal global du rachis est tout de même préservé (aplomb de C7 passant par le coin postéro supérieur de S1).

Dans les années 1950, Delmas a montré que les courbures naturelles physiologiques du dos (lordose cervicale, cyphose thoracique et lordose lombaire) ont pour but d'augmenter la résistance du rachis aux efforts de compression axiale[20]. Une perte d'une courbure (par compensation d'un déséquilibre sagittal par exemple) pourrait donc entraîner une division par 2 des résistances du rachis aux contraintes dans le plan axial.

Plus récemment, d'après une étude biomécanique prenant en compte à la fois les paramètres statiques et dynamiques rachidiens ainsi que la modélisation des muscles autour des vertèbres, un trouble postural ou déséquilibre sagittal antérieur serait responsable d'une augmentation significative des contraintes mécaniques en flexion sur le rachis lombaire ainsi qu'un plus grand travail des groupes musculaires para vertébraux en compensation[21].

Un déséquilibre sagittal global de la statique rachidienne entraîne donc des efforts plus importants notamment musculaires de compensation, afin de maintenir le rachis dans un état d'équilibre.

Dans le cas de fractures vertébrales survenant sur un rachis jeune (donc souple), une cyphose locale post traumatique pourra entraîner un état de déséquilibre local et loco régional[22] mettant en jeu des mécanismes de compensation (perte cyphose dorsale et mise en hyper extension du rachis lombaire) et donc potentiellement créer un état de déséquilibre sagittal global de la colonne vertébral au long cours[9,23].

Le traitement des fractures vertébrales semble donc avoir une importance certaine à la phase initiale, avec une attention particulière en ce qui concerne la réduction de la déformation locale ou cyphose locale (CV) surtout si elle est significative. Une bonne restauration de l'équilibre local et loco régional vertébral le plus prêt possible des valeurs physiologiques[24] pourrait donc diminuer les mécanismes de compensation associés à cette déformation et donc réduire les efforts musculaires du maintien du rachis en position debout.

c. Classification des fractures

Les fractures du rachis thoraco lombaire peuvent intéresser à la fois le système osseux (corps vertébral, pédicule, isthme, colonne articulaire postérieure, processus épineux, processus transverse) et le système disco-ligamentaire (ligaments longitudinaux antérieur et postérieur, disque intervertébral, ligaments jaune et interépineux, capsule articulaire zygapophysaire).

En fonction de l'atteinte osseuse et/ou ligamentaire, une instabilité peut y être associée. Magerl[25] en 1994 a réalisé une classification exhaustive à propos d'observation de 1445 fractures du rachis thoracique et lombaire, qui est encore largement utilisé à l'heure actuelle, avec quelques modifications[26]. Il est décrit 3 catégories de fractures : A, B et C (figure 4). Les fractures de type A correspondent à une atteinte prédominante du corps vertébral suite à un mécanisme de compression. Il peut y avoir aussi des lésions discales associées, surtout dans les « burst fractures » ou fractures « A3 ». Elles sont les plus fréquentes (66,1%). Les fractures de type B correspondent à une atteinte des éléments antérieurs et postérieurs de la vertèbre suite à un mécanisme en distraction et représentent 14,5% des cas. Enfin, les fractures de type C correspondent à une atteinte des éléments antérieurs et postérieurs vertébraux avec un mécanisme de rotation. Ces dernières représentent 19,4% des cas.

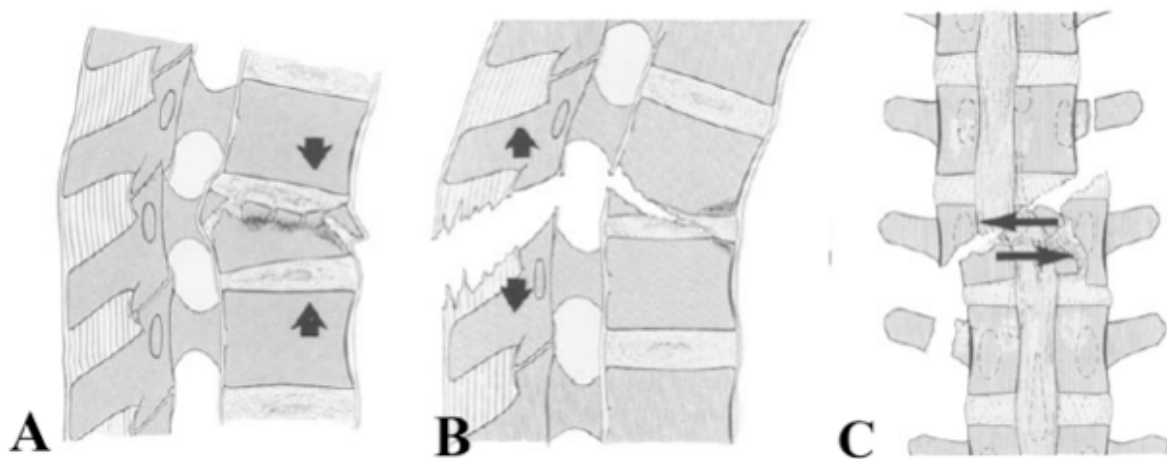


Figure 4: Types de fractures selon Magerl (A : compression ; B : distraction ; C : rotation)

Les fractures de type B et C sont considérées comme instables, souvent associées à un déficit neurologique et nécessitant un traitement chirurgical de réduction et de stabilisation[27] (ostéosynthèse par voie postérieure par vis pédiculaires et tiges) voire d'un renforcement corporel par voie antérieure (greffe)[28], sauf dans le cas très particulier de la fracture avec atteinte osseuse antérieure et postérieure isolée qui peut être traitée de manière orthopédique.

En ce qui concerne les fractures de type A selon Magerl, la moitié d'entre elles sont considérées comme stables, car il n'existe qu'une atteinte discrète du plateau vertébral (fractures A1) et peuvent se traiter de manière conservative (fonctionnelle avec remise en

charge sans immobilisation ou orthopédique avec une contention externe (corset)). Les fractures A3 ou « burst fractures » (Figure 5) peuvent présenter un risque neurologique par recul du mur vertébral postérieur ainsi qu'entraîner une déformation importante vertébrale nécessitant une réduction chirurgicale associée à une stabilisation. Dans le cas où il existe de nombreux fragments osseux corporeaux distincts (fracture comminutive), et devant le risque de mauvaise consolidation (pseudarthrose) et d'échec d'ostéosynthèse postérieure, il y a un intérêt certain de réaliser un renforcement vertébral par voie antérieure afin de retirer les fragments osseux et de réaliser une « plastie » osseuse du corps vertébral[6]. Cette technique présente néanmoins des risques opératoires liés à la voie d'abord (thoracotomie avec ou sans phrénotomie, lombotomie) avec une morbidité non négligeable [29,30].

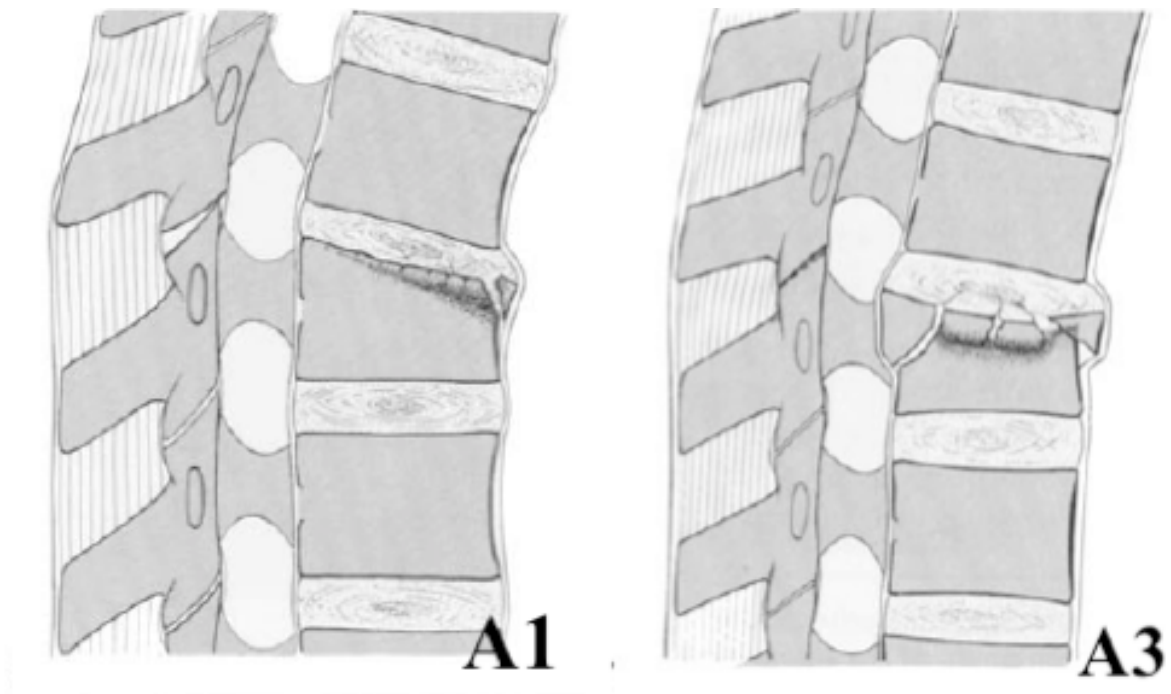


Figure 5: Fractures en compression selon Magerl: type A1 à gauche, et type A3 (ou "burst") à droite

d. Techniques minimales invasives

Depuis une dizaine d'années, se sont développées des techniques chirurgicales « moins invasives » de stabilisation et de fixation de ces fractures vertébrales, par le biais de vis pédiculaires placées en percutanées sous contrôle scopique[31], ainsi que de renforcement corporel antérieur par le biais d'une injection d'une certaine quantité de ciment dans la vertèbre [32–35]. Ces techniques présentent un certain avantage par rapport aux voies

« classiques » (foyer ouvert), car elles diminuent la taille de la cicatrice ainsi que les dommages musculaires liés à leur décollement et/ou leur dénervation [36].

Le fait d'injecter du ciment dans une vertèbre pour la renforcer n'est pas nouveau. En effet, en 1984, l'équipe du CHU d'Amiens (Pr Deramond, neuroradiologue, et Pr Galibert, neurochirurgien) réalise la première « vertébroplastie » en injectant du ciment dans le corps d'une vertèbre cervicale (C2) envahie par un angiome agressif[37]. L'effet antalgique a été immédiat par destruction locale de celui-ci et par un renforcement significatif intrinsèque de la vertèbre. Cela a été ensuite progressivement mise en place sur les fractures du rachis ostéoporotiques[38].

Plus récemment[39], une étude mécanique sur des cadavres a démontré un rôle de renforcement significatif de la rigidité vertébrale après avoir injecté du ciment dans une vertèbre L1 fracturée (40% d'amélioration en moyenne, dans le mouvement flexion / extension du rachis lombaire, $p < 0,05$). A la lumière de cette étude ainsi que le constat d'échecs répétés dans les montages postérieurs isolés pour les fractures « burst » thoraco lombaires[40], ceci a permis de penser qu'un renforcement corporel antérieur est essentiel dans ces fractures, à fortiori si la fracture est à la jonction thoraco-lombaire (entre D11 et L2) et qu'il existe une comminution fracturaire importante [41].

Ce renforcement vertébral par injection de ciment par voie percutanée (ou vertébroplastie) s'est modifiée avec l'apparition des ballonnets[34]. Ces derniers permettent de créer une cavité dans la vertèbre fracturée afin de réduire la déformation locale vertébrale (ou cyphose) avant d'y injecter le ciment. Les résultats sur les fractures ont été plutôt bons et stables dans le temps [25,30]. Cependant, les auteurs se sont plaints d'une perte de réduction de la déformation vertébrale après le dégonflement du ballonnet.

Dans ce contexte, des stents (VBS ou « Vertebral Body Stenting ») y ont été ajoutés permettant à la fois d'éviter l'affaissement de la vertèbre réduite ainsi que de diminuer les fuites de ciment en dehors de la vertèbre [43–45].

e. Enjeux

Il existe de plus en plus de séries dans la littérature rapportant l'usage des techniques minimales invasives pour les fractures du rachis thoraco lombaire[32,41,46–51]. Dans une méta analyse récente[52] comparant les différences entre les techniques de fixation percutanées et les techniques d'ostéosynthèse à foyer ouvert dans les fractures du rachis thoraco lombaire, il n'y avait pas de différence dans le suivi en ce qui concerne la hauteur

vertébrale, la cyphose vertébrale et la douleur locale (échelle visuelle analogique). Par contre, il existait une diminution des pertes sanguines et du temps opératoire dans le groupe « ostéosynthèse percutanée » par rapport au groupe « ostéosynthèse à foyer ouvert ».

Selon certains auteurs de cette méta analyse, il existait aussi une diminution des douleurs post opératoires immédiates dans le groupe mini invasif par rapport au groupe foyer ouvert, mais pas de différence dans le suivi à plus long terme[46,47].

Il existe actuellement très peu de données concernant l'utilisation des techniques mini invasives pour le traitement des fractures du rachis thoraco lombaire dans une population de sujets jeunes[47,53], ainsi que sur l'évaluation fonctionnelle et les possibilités de reprise du travail après ce type de chirurgie. Par ailleurs, on peut noter une évolution certaine des pratiques chirurgicales, notamment sur le plan technique (apparition de nombreux implants d'augmentation vertébrale ainsi que de nouveaux systèmes d'ostéosynthèse percutanée). On peut remarquer aussi un effet « école » avec grande variabilité des pratiques chirurgicales dans les centres prenant en charge régulièrement des fractures du rachis[5], allant des traitements uniquement mini invasifs aux traitements par ostéosynthèse à foyer ouvert associant systématiquement une greffe postéro latérale et/ou antérieure.

La comparaison de ces différents types de traitements paraît donc difficile étant donné que les indications chirurgicales diffèrent en fonction des centres, des habitudes ou des souhaits du chirurgien. Faut il privilégier la restauration de la cyphose vertébrale post traumatique à tout prix, quitte à réaliser une « double voie » antérieure et postérieure avec reconstruction du corps vertébral ? La déformation post traumatique locale entraîne t elle des douleurs à long terme ainsi qu'une incapacité fonctionnelle durable ? Quelle est l'évolution clinique et radiologique des patients opérés d'une kyphoplastie à long et à très long terme ?

L'importance du problème est majeure en ce qui concerne les coûts de santé immédiats. Nous avons remarqué qu'il existait une diminution du temps d'hospitalisation global des patients opérés par des techniques mini invasives par rapport aux fractures traitées de manière conventionnelle (chirurgie à foyer ouvert). Cela peut venir (lorsqu'elle est réalisée) du renforcement immédiat et instantané de la fracture corporelle réalisée par la cimentoplastie, entraînant une diminution rapide des douleurs rachidiennes post opératoires et donc d'une remise à la marche et d'un retour à l'autonomie plus rapide. De plus, les tailles des cicatrices réalisées en mini invasif sont susceptibles de présenter moins de complications locales que celles réalisées à foyer ouvert (du fait de leur petite taille), notamment sur le plan

septique. Cette diminution du temps d'hospitalisation entraîne une diminution de la durée moyenne de séjour, donc potentiellement une économie des frais de santé.

Sur le plan professionnel, la diminution des douleurs locales rachidiennes en post opératoire immédiat et à court terme, en parallèle avec une bonne évolution radiologique, peut faire envisager les patients à reprendre de manière plus précoce leurs activités professionnelles et de loisirs. Dans le cas des traitements orthopédiques pour les fractures thoraco lombaires, une immobilisation par corset pendant plusieurs mois entraîne une diminution de la trophicité des muscles spinaux[51] (extenseurs du rachis) et donc potentiellement des douleurs et une raideur accrue lors de l'arrêt de cette immobilisation. Les traitements chirurgicaux mini invasifs des fractures du rachis thoraco lombaire s'affranchissant de ce type d'immobilisation, ils ne présentent donc pas de complications liées à celle ci.

Il existe donc beaucoup d'enjeux ainsi que de plus en plus de preuves de l'intérêt des traitements mini invasifs dans ce type de chirurgie. Mais on note tout de même une certaine appréhension parmi les chirurgiens du rachis à utiliser ce type de technique. Que devient le ciment à long terme ? Les patients vont-ils toujours bien ou le bénéfice n'est que transitoire ?

f. Objectifs

Il manque des données sur le suivi à long terme des fractures thoraco lombaires à haute énergie cinétique / chez le sujet jeune traitées par des techniques mini invasives, ainsi que des comparaisons de ces techniques avec les techniques standards d'ostéosynthèse à foyer ouvert.

Par rapport à cette prise en charge classique chirurgicale des fractures vertébrales, la technique percutanée permet elle une récupération plus rapide sur le plan des douleurs locales, ainsi qu'un retour au travail plus précoce ? Les résultats post opératoires immédiats (radiologiques et cliniques) sont ils toujours aussi bons à long terme ? Existe t il des complications mécaniques de l'ostéosynthèse percutanée mini invasive (casse des vis / tiges, pseudarthrose, dégénérescence du segment adjacent) ? Quel est le devenir du ciment injecté dans la vertèbre ainsi que des implants ?

L'objectif principal de l'étude est de réaliser une évaluation fonctionnelle à plus de 5 ans des malades opérés de fractures du rachis thoraco-lombaire dans le service de

Neurochirurgie du CHU d'Amiens par ces techniques mini invasives, à la fois en terme de douleurs locales ou loco régionales résiduelles mais aussi de reprise du travail.

L'objectif secondaire de cette étude est de mesurer les déformations radiologiques vertébrales pré et post opératoires et de les comparer avec les mesures radiologiques les plus récentes, pour éventuellement établir une corrélation avec les différents paramètres fonctionnels cités juste avant.

II. MATERIEL ET METHODES

a. Population

Il s'agit d'une étude monocentrique, analytique descriptive, rétrospective, portant sur des malades opérés de fractures du rachis thoracique ou lombaire, dans le service de Neurochirurgie du CHU d'Amiens sur une période de 5 ans, de 2006 à 2011, avec une durée minimale de suivi de 5 ans.

Les critères d'inclusion étaient: hommes ou femmes adultes entre 18 et 50 ans au moment du traumatisme, fracture(s) vertébrale(s) d'origine traumatique(s) intéressant le rachis dorsal et/ou lombaire, ayant bénéficié d'un traitement chirurgical percutané (vertébroplastie, kyphoplastie à ballonnet, kyphoplastie avec stent, ostéosynthèse percutanée).

Les critères d'exclusion étaient: fractures ostéoporotiques ou sur ostéoporose ; fractures pathologiques (métastase, tumeur primitive) ; présence d'un déficit neurologique et/ou réalisation d'une laminectomie associée (décompression vertébrale postérieure).

La base de données a été constituée grâce au recueil des données informatiques de codage pour la sécurité sociale des différents actes réalisés. Les codes de la classification commune des actes médicaux (CCAM) utilisés étaient: correction instrumentale d'une déformation souple de la colonne vertébrale sans arthrodèse, par abord postérieur (LHMA011) pour la kyphoplastie isolée avec ou sans stent ; spondyloplastie unique (LHMH002) ou multiple (LHMH003, LHMH004) par voie transcutanée avec guidage radiologique pour la vertébroplastie ; ostéosynthèse postérieure de la colonne vertébrale sans

exploration du contenu canalaire, par abord postérieur (LHCA002), pour l'ostéosynthèse percutanée.

b. Type de traitement chirurgical

Les systèmes d'ostéosynthèse percutanée utilisés étaient : CD HORIZON® SEXTANT® et CD HORIZON LONGITUDE™ (Medtronic-Sofamor Danek, Memphis, TN). Ces deux systèmes sont composés de vis polyaxiales en titane canulées fixées entre elles par des tiges de 5,5 mm de diamètre pré cintrées pour le SEXTANT® et droites pour le LONGITUDE™ avec possibilité de cintrage secondaire. Ce dernier système est plus utilisé en cas de long montage (plus de 2 vertèbres généralement). A l'aide d'une double fluoroscopie 2D discontinue (incidences de face et de profil, Figure 6), un trocart sera introduit à travers la peau et jusque dans la partie antérieure du corps vertébral via le pédicule. Une broche y sera placée afin de réaliser le taraudage du pédicule puis de placer la vis pédiculaire. Les vis sont ensuite reliées entre elles par des tiges d'ostéosynthèse en titane grâce à une ancillaire spécifique. L'ensemble du système (vis et tiges) est donc mis en place de façon percutanée « pure ». La réduction de la fracture est faite de façon « fermée » grâce au verrouillage des boulons des têtes de vis sur les tiges d'ostéosynthèse avec le cintrage désiré (Figure 7).

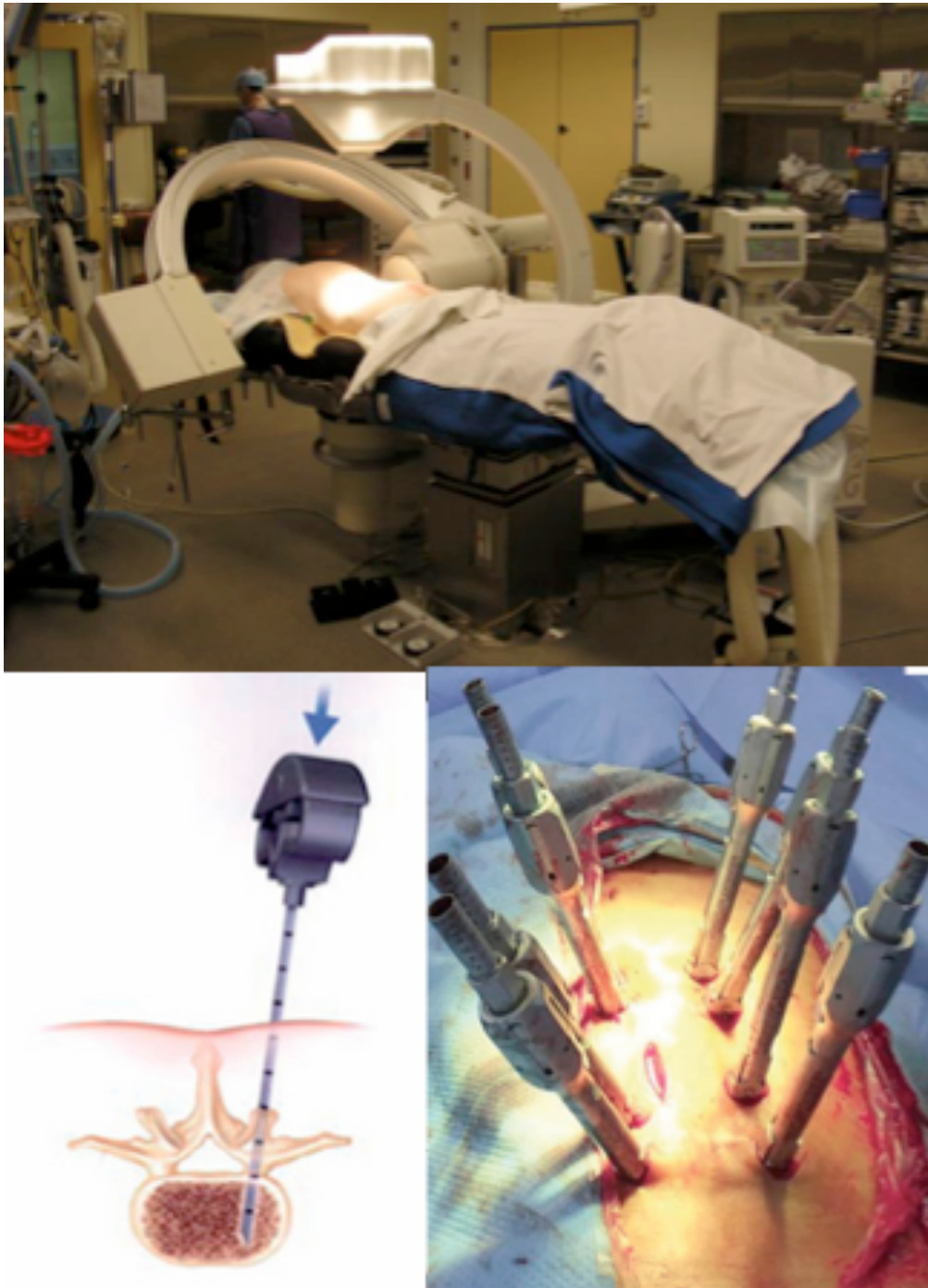


Figure 6: Technique chirurgicale du vissage pédiculaire percutané : installation du patient en décubitus ventral avec scopie de face et de profil (photo du haut) ; introduction d'un trocard dans le pédicule de la vertèbre (photo du bas, à gauche) ; mise en place des vis pédiculaires avec les extenseurs (en bas, à droite) qui seront ensuite reliées par des tiges.

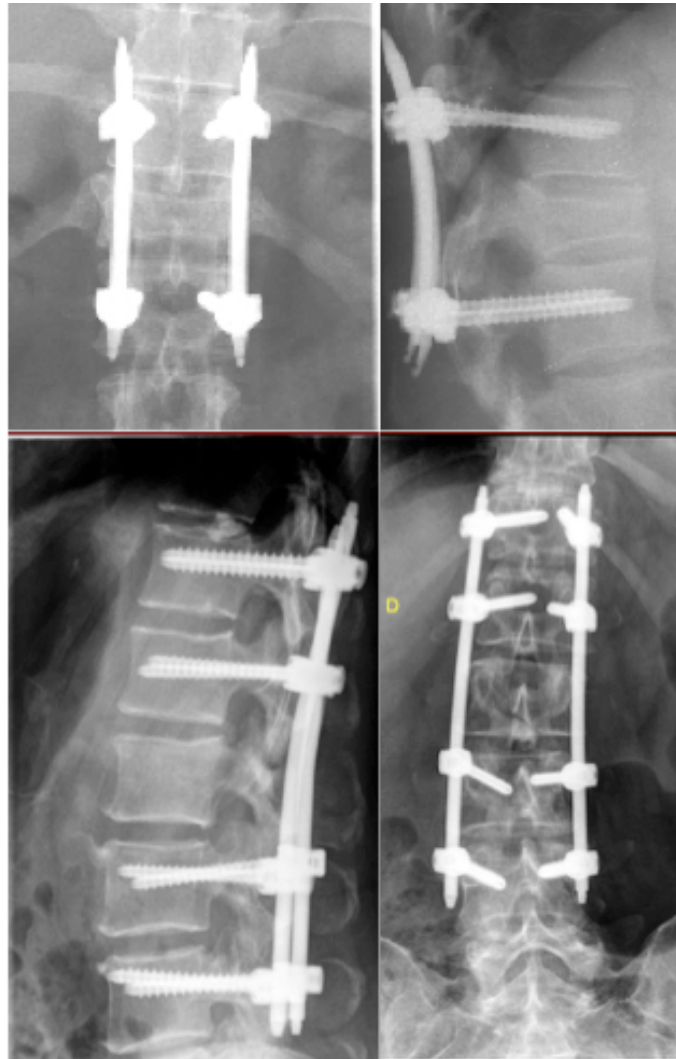


Figure 7: Radiographies de rachis dorso lombaire face et profil avec le système d'ostéosynthèse SEXTANT (en haut) et LONGITUDE (en bas)

Le matériel utilisé principalement pour la kyphoplastie à ballonnet était : KYPHON® de chez Medtronic et VBB (Vertebral body balloon) ou SYNFLATE™ de chez SYNTHES®. Il s'agissait d'introduire un trocart vertébral de façon percutané sous double scopie (comme décrit précédemment) afin de placer, par l'intermédiaire d'un guide, un ballonnet dans la vertèbre fracturée. Ce dernier sera gonflé progressivement et rempli avec un produit radio opaque pour contrôler la réduction de la fracture vertébrale (réduction de la cyphose) via la scopie. Le ballonnet est ensuite dégonflé et retiré. Du ciment de type polyméthyl-méthacrylate (PMMA) sera injecté dans la cavité intravertébrale ainsi créée.

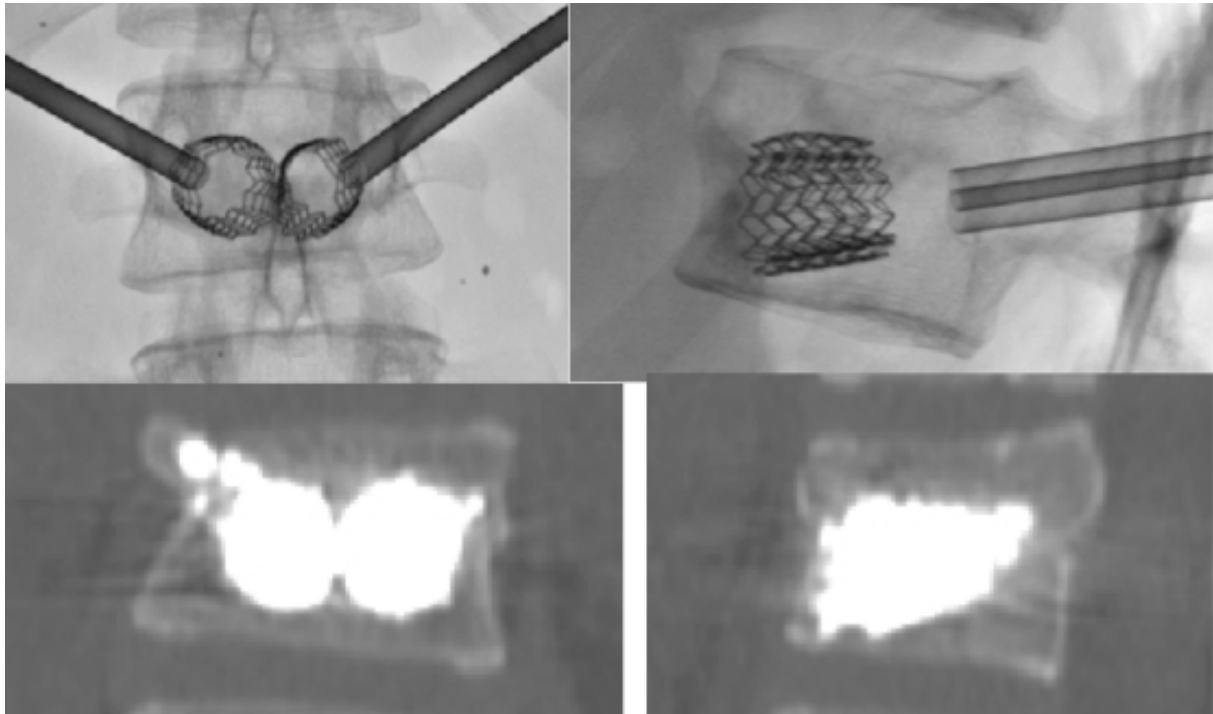


Figure 8: Kyphoplastie avec stents de type VBS. Radiographie per opératoire face et profil (en haut) avec déploiement des stents. Coupes coronale et axiale (en bas) du scanner rachidien post opératoire.

Enfin, le matériel principalement utilisé pour la kyphoplastie avec stent était le VBS (« Vertebral Body Stenting ») de chez SYNTHES®. Ce dernier est composé d'un système de ballonnet identique au VBB et recouvert d'un stent en alliage Chrome-Cobalt (CoCrWNi), qui sera laissé dans la vertèbre après dégonflement du ballonnet (Figure 8). Comme précédemment, du ciment de type PMMA y sera ensuite injecté. A noter que un autre type de matériel de kyphoplastie avec stent en titane et ciment PMMA sera utilisé dans quelques cas (Osseofix® de chez Alphatec Spine Inc., Carlsbad, California, USA).

c. Critères de jugement

i. Principaux

Tous les patients faisant partie des critères d'inclusion ont été recontactés à distance de la chirurgie. Un courrier de convocation leur a été envoyé à cet effet par voie postale (ANNEXE 1) ainsi qu'un questionnaire d'auto évaluation de leur douleur (score d'Oswestry, traduit en Français ; ANNEXE 2). Un rendez vous de consultation leur était fixé avec le Neurochirurgien. Juste avant celle ci, les patients réalisaient une téléradiographie de la colonne vertébrale en position debout, de face et de profil (photos ci après, Figure 9).



Figure 9: Réalisation de la téléradiographie du rachis complet du patient face (à gauche) et profil (à droite)

Au moment de la consultation, le Neurochirurgien réalisait un bref interrogatoire sur les circonstances du traumatisme, sur l'opération en elle même et les suites. Il procédait un examen clinique succinct, centré sur la zone opéré, avec un recueil des douleurs résiduelles locales et/ou régionales. Le questionnaire d'autoévaluation (Oswestry) était récupéré afin de tenter de quantifier ces douleurs et de pouvoir définir leur implication dans les actes de la vie quotidienne. En outre, les informations concernant le type de travail avant le traumatisme, la possibilité de reprise ce celui ci, le reclassement éventuel, la durée avant la reprise du travail, ainsi que les éventuels facteurs de non reprise professionnelle (comme les facteurs psychologiques ou des traumatismes associés) ont été recueillies.

ii. Secondaires

Une analyse radiologique précise a été effectuée dans un second temps grâce aux radiographies faites juste avant la consultation. Plusieurs paramètres locaux et régionaux ont été relevés (figure 4) : la cyphose vertébrale locale (CV), l'angulation régionale traumatique (ART), la lordose lombaire totale (LL), la pente sacrée (PS), l'incidence pelvienne (IP), le « sagittal vertical axis » (SVA) et la présence ou non d'un déséquilibre sagittal.

La cyphose vertébrale (CV) correspond à l'angle mesuré entre le plateau supérieur de la vertèbre fracturée et son plateau inférieur. Elle est peut être positive (cyphose) ou négative.

L'angulation régionale traumatique (ART) (Figure 10) correspond à l'angle mesuré entre le plateau supérieur de la vertèbre sus jacente à celle fracturée et le plateau inférieur de la vertèbre sous jacente. Elle peut aussi être positive ou négative. N'étant pas la même en fonction de la position dans la colonne vertébrale, l'ART a été corrigée dans certains cas en fonction de l'angulation régionale physiologique d'après les tables de Stagnara[24], basée sur l'étude radiologique des rachis d'une population de 100 jeunes adultes asymptomatiques (Tableau 1).

<i>Niveau</i>	<i>T5</i>	<i>T6</i>	<i>T7</i>	<i>T8</i>	<i>T9</i>	<i>T10</i>	<i>T11</i>	<i>T12</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L3</i>	<i>L4</i>	<i>L5</i>
AR (°)	14	16	15	13	10	9	9	7	1	-8	-19	-33	-36

Tableau 1: Angulation régionale (AR) physiologique (moyenne, en degrés ; positive si cyphose ; négative si lordose)

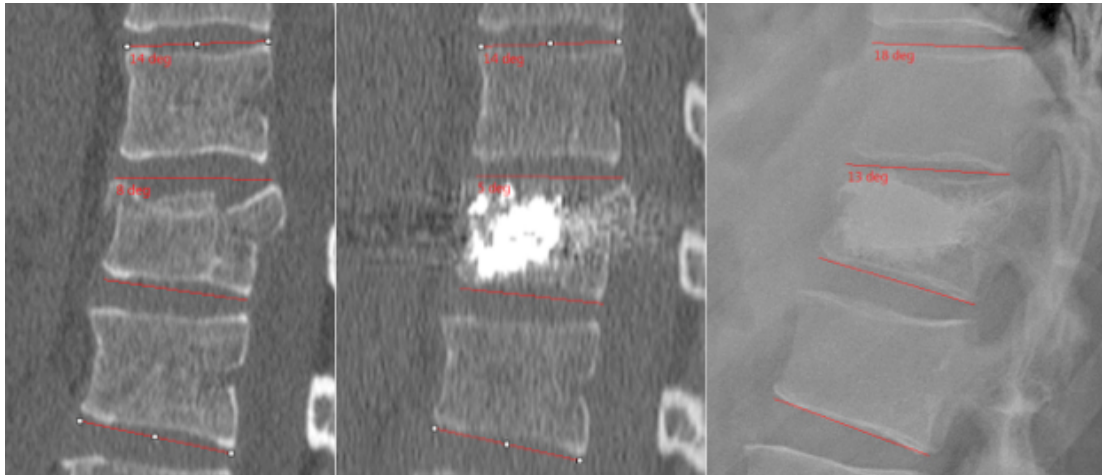


Figure 10: Cyphose vertébrale (CV) et angulation régionale traumatique (ART) d'une fracture de D12 traitée par kyphoplastie VBS (à gauche : pré opératoire ; au milieu : post opératoire ; à droite : consultation finale)

La lordose lombaire (LL) correspond à la mesure de l'angle formé par le plateau de S1 avec le plateau du niveau à l'endroit de l'inflexion du rachis lombaire / rachis dorsal. Le plus souvent il s'agit du plateau supérieur de L1.

La pente sacrée correspond à l'angle formé par une droite horizontale et le plateau supérieur de S1. Elle dépend directement de la position du bassin.

L'incidence pelvienne (IP) (Figure 11) représente l'angle formé d'une part par une droite passant par le milieu des têtes fémorales (sur une radiographie de profil du bassin) et le milieu du plateau sacré et d'autre part par la tangente au plateau sacré passant par son milieu. L'IP est invariable quelque soit la position du bassin.

Le « sagittal vertical axis » (SVA) représente la distance entre le coin postéro supérieur du plateau sacré et une droite verticale passant par le milieu du corps de C7.

La position de l'aplomb de C7 (droite verticale passant par le milieu du corps de C7) par rapport aux têtes fémorales est aussi relevée.

L'on définit un état de déséquilibre sagittal du rachis si l'aplomb de C7 se projette en avant des têtes fémorales et/ou le SVA est supérieur à 40 mm.

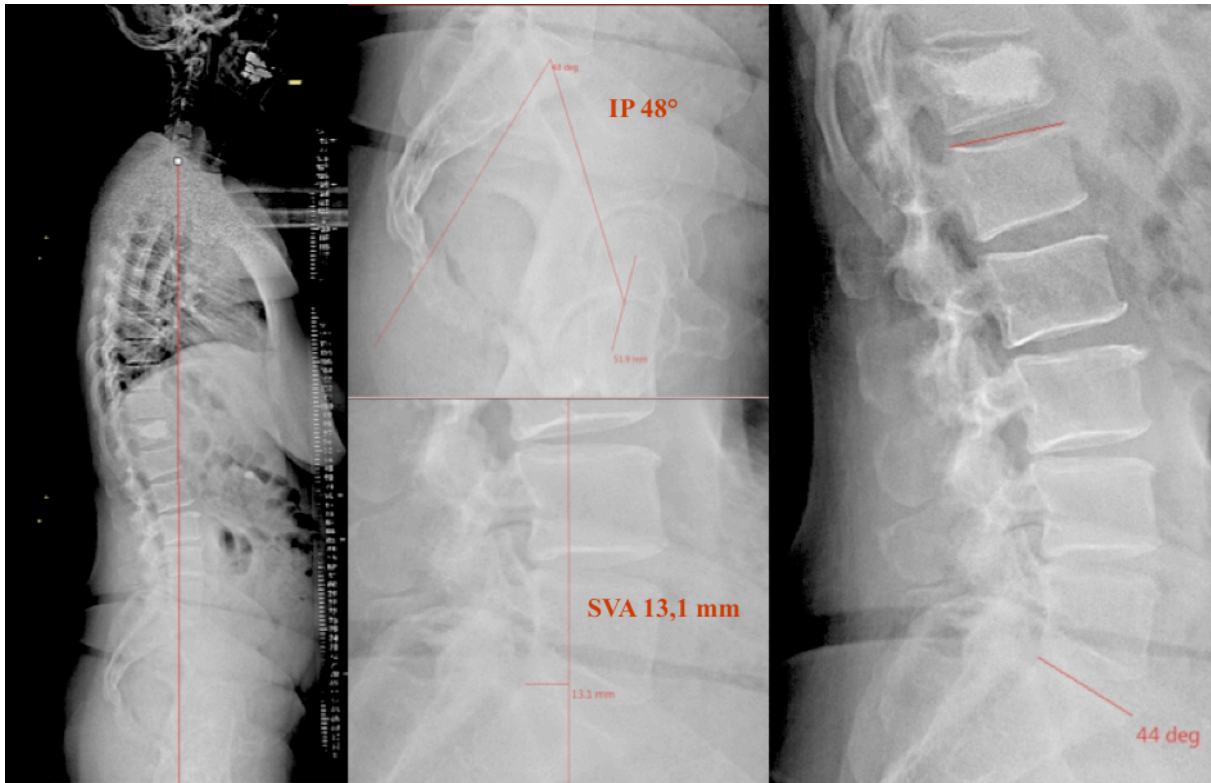


Figure 11: Téléradiographie du rachis à distance d'une fracture de D12 traitée par kyphoplastie : à gauche : profil avec aplomb passant par C7; au milieu et en bas: distance entre coin postéro supérieur de S1 et aplomb de C7 (SVA); au milieu et en haut, incidence pelvienne (IP) ; à droite, lordose lombaire (LL)

Enfin, les paramètres CV et ART des patients ont pu être récupérés dans la quasi totalité des cas en pré et post opératoire immédiat, puis à 2-3 mois et parfois jusqu'à 6 à 9 mois (lors du suivi initial), grâce au système d'archivage informatique de l'imagerie de l'hôpital (DxMM, MEDASYS©). Ces données ont donc pu être comparées avec les mesures réalisées en pré et post opératoire.

d. Tests statistiques utilisés

Les statistiques ont été effectuées avec l'aide du logiciel IBM® SPSS® version 24. Les tests utilisés sont : test U de Mann Whitney pour variables indépendantes non paramétriques ; coefficient de corrélation de Spearman pour variables quantitatives non paramétriques ; test de la médiane d'échantillons indépendants ; test t pour égalité des moyennes sur échantillons indépendants ou appariés. Toutes les données étaient considérées comme significatives si p était strictement inférieur à 0,05. Les p étaient calculés de manière bilatérale.

III. RESULTATS

a. Population de malades

Parmi les 153 patients correspondants aux critères d'inclusion et compris dans la base de données, 71 sont venus à la consultation de contrôle et ont passé les radiographies. 3 patients sont décédés comprenant une embolie pulmonaire à J1 post opératoire (ostéosynthèse percutanée seule) et une récurrence d'autolyse par défenestration à 1 an. 5 ont été exclus a posteriori (convoqués et présents en consultation) en raison de la présence de déficit neurologique pré opératoire en rapport avec la fracture (3 patients), d'une laminectomie associée au geste chirurgical initial (1 patient) et de la présence d'une ostéoporose sous jacente (1 patient). 79 patients ont été perdus de vue : ne se sont pas présentés à la consultation de contrôle et/ou n'ont pas donné de nouvelles.

Parmi les 66 patients revus et inclus dans l'analyse finale, on dénombrait 39 hommes (59,1%) pour 27 femmes (40,9%). Le suivi moyen à partir du traumatisme était de 6,3 ans pour une médiane de 6 ans. L'âge moyen au moment du traumatisme était de 36,6 +/- 2,3 ans avec un intervalle de confiance à 95% (IC95%).

Les traumatismes étaient partagés entre les accidents de la voie publique (AVP) et les chutes d'une hauteur importante (figure 12).

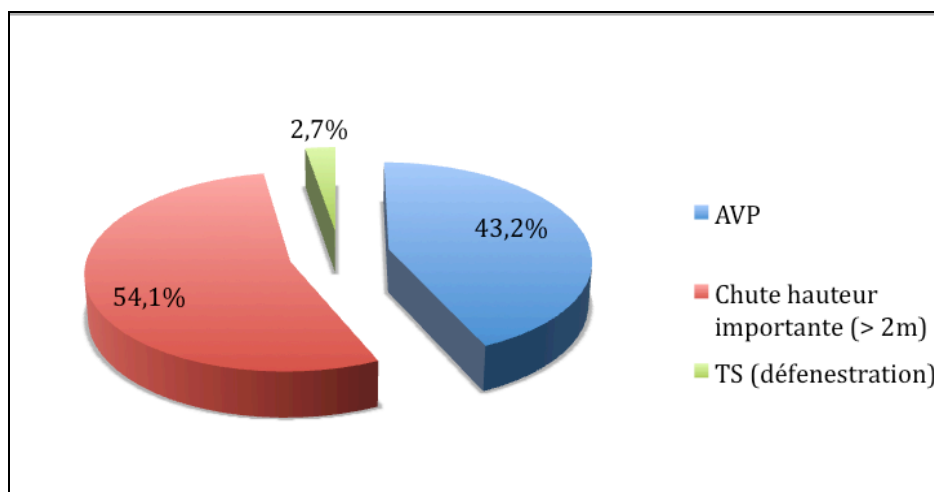


Figure 12: Etiologies des traumatismes

Il s'agissait d'un accident de travail ou de trajet dans 21,6% des cas.

Il existait une grande majorité de « fracture simple » (une seule vertèbre thoracique ou lombaire) avec 91% des patients. On notait néanmoins 4 patients avec une double fracture et 2 patients avec une triple fracture.

En ce qui concerne le type de fracture selon la classification de Magerl, une majorité d'entre elles étaient classées A (64,9%). Parmi ces fractures, il y avait une grande prédominance de fractures « burst » ou A3 (77,1%). On retrouvait ensuite 29,7% de fractures de type B et 5,4% de type C.

Il existait principalement des fractures situées à la charnière thoraco lombaire (Figure 13), entre T11 et L2 (52 sur 74 fractures, soit 70,3%). La répartition des fractures dorsales (D4 à D10) et lombaires (L3 à L5) était identique, avec 11 fractures chacune (14,9%).

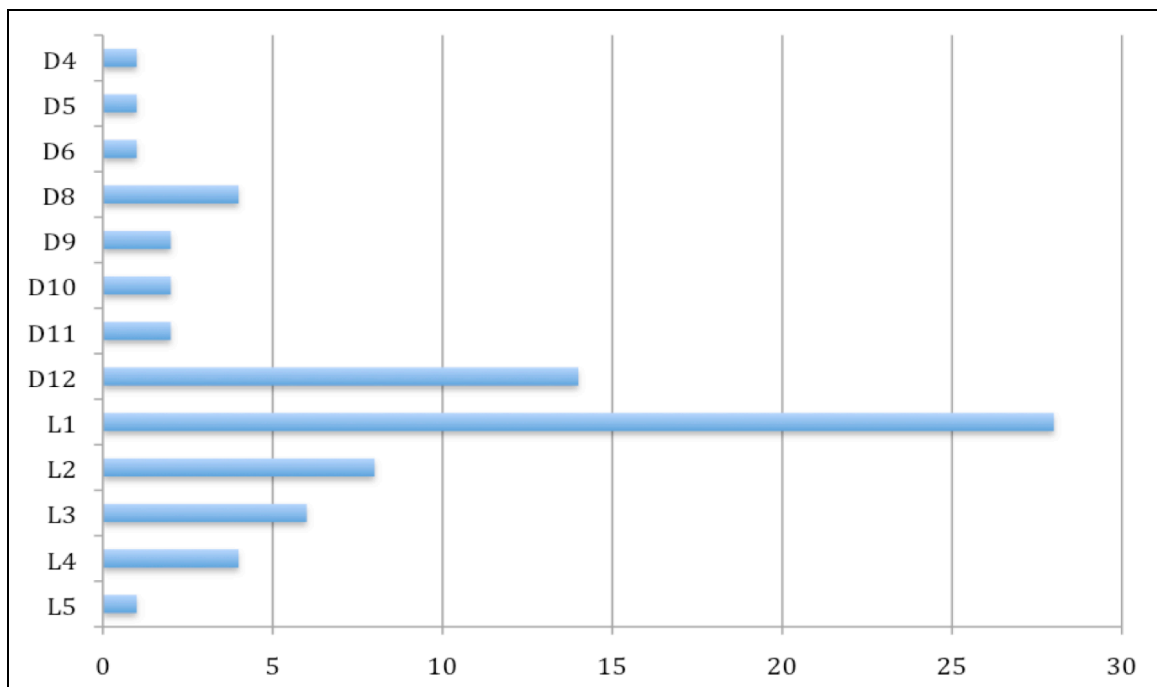


Figure 13: Répartition des fractures selon le niveau (axe des ordonnées). L'axe des abscisses représente l'effectif.

b. Traitement chirurgical

i. Données générales

Le type de traitement chirurgical le plus souvent utilisé était l'ostéosynthèse courte (fixation de 3 vertèbres entre elles comprenant la vertèbre fracturée) (Figure 14) associé à une kyphoplastie avec ou sans stent (33,8%). Puis l'on retrouvait la kyphoplastie avec stenting vertébral isolé (28,4%), la kyphoplastie à ballonnet (17,6%), l'ostéosynthèse courte seule

(12,2%), la vertébroplastie (4,1%) et l'ostéosynthèse longue (fixation de 5 vertèbres) associée à une kyphoplastie (4,1%) (figure 8).

Il y a eu une évolution du type de chirurgie en ce qui concerne l'augmentation vertébrale. En effet, de 2007 à 2009 on retrouvait une majorité de « kyphoplastie à ballonnet », et de 2010 à 2011, on retrouvait principalement des « kyphoplasties avec stent ».

A noter un cas de fracture de type B3 avec entorse grave L1L2 où le patient a bénéficié d'une ostéosynthèse courte L1L2 associée à une greffe osseuse intersomatique par voie transforaminale minimale invasive.

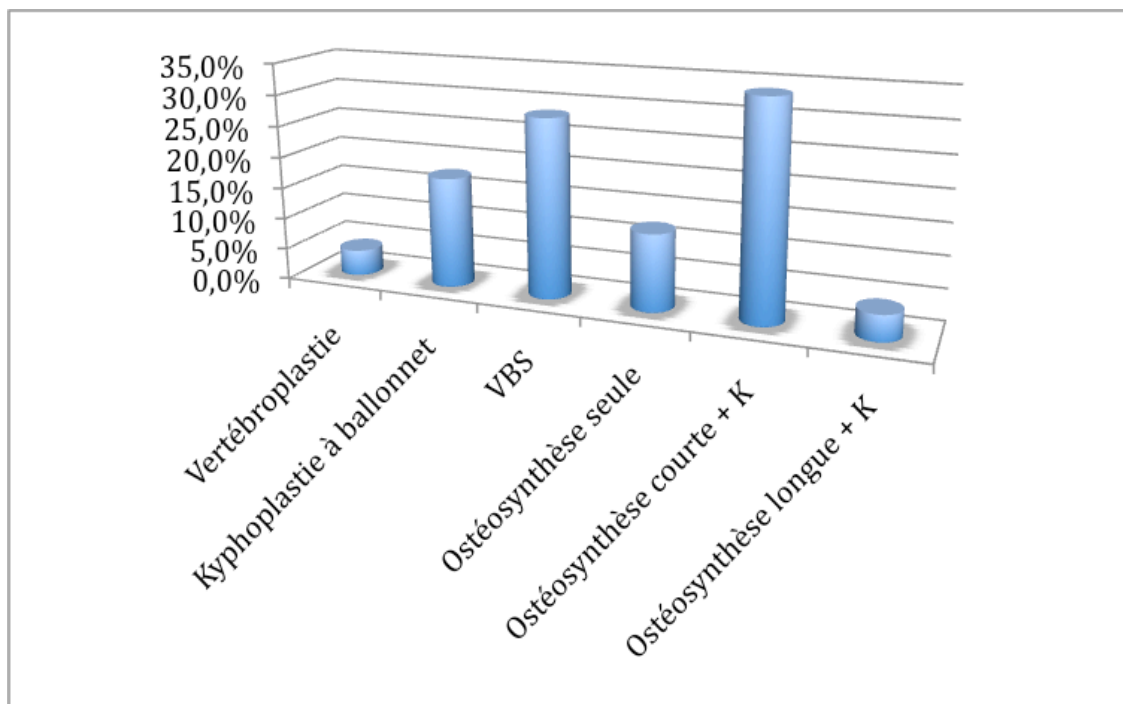


Figure 14: Types de traitements chirurgicaux. (VBS : Vertebral Body Stent, K : Kyphoplastie)

ii. En fonction du type de fracture

Pour les fractures « burst » ou A3 selon Magerl, le traitement principal utilisé était la kyphoplastie avec stenting vertébral (VBS) avec 51,4%, suivie par l'ostéosynthèse courte avec kyphoplastie (29,7%).

Cependant, dans ce sous groupe de fractures, il existe des différences importantes de traitement. La kyphoplastie avec stenting (VBS) est utilisée dans 75% des fractures de type A31 alors que l'ostéosynthèse courte avec kyphoplastie est utilisée dans 80% des fractures de type A33 (figure 15).

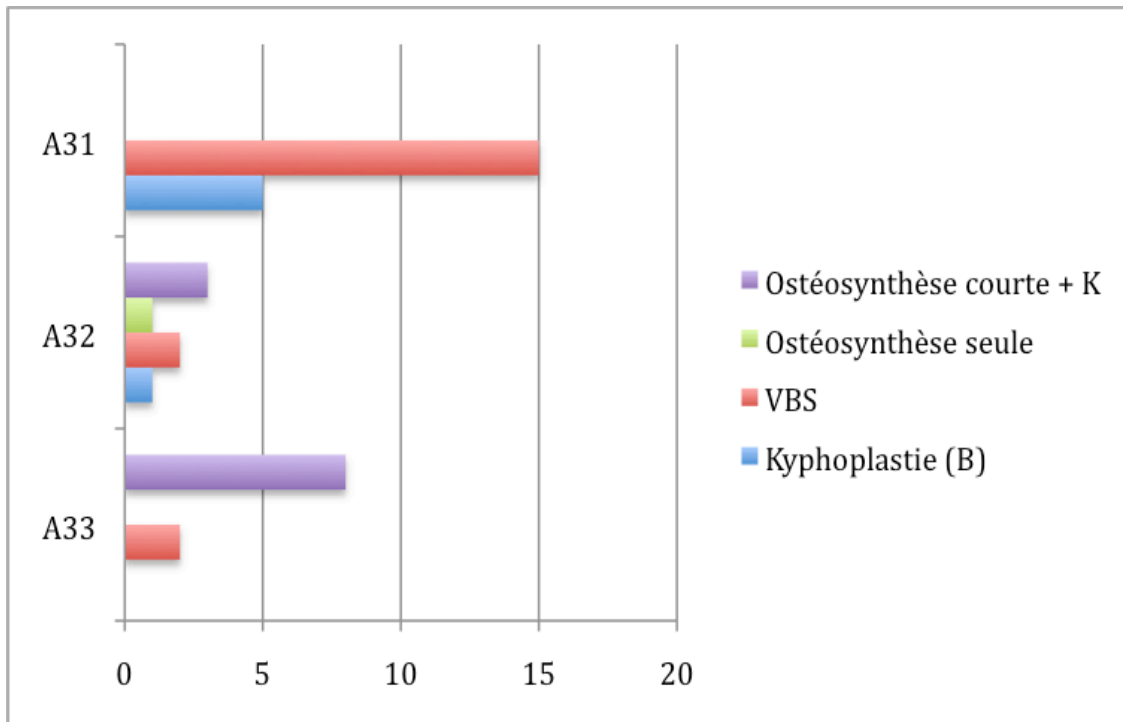


Figure 15: Répartition des types de chirurgie en fonction des sous groupes de fracture A3

Pour les fractures de type B, le traitement « ostéosynthèse courte + kyphoplastie » a été le plus utilisé avec 59,1% des cas, alors que les montages longs ont été principalement utilisés pour les fractures de type C (ostéosynthèse longue associée à kyphoplastie dans 75% des cas).

La aussi, on a aussi constaté une évolution dans le temps avec uniquement des ostéosyntheses courtes de type SEXTANT® de 2007 à 2009 et une très grande majorité d'ostéosynthèse de type LONGITUDE™ (en montages court et long) de 2010 à 2011.

c. Critères de jugement principaux

i. Incapacité fonctionnelle

Le score médian d'Oswestry (ODI) au moment de la consultation finale était de 18/100. La répartition de ce score dans la population de patients n'était pas gaussienne (figure 16).

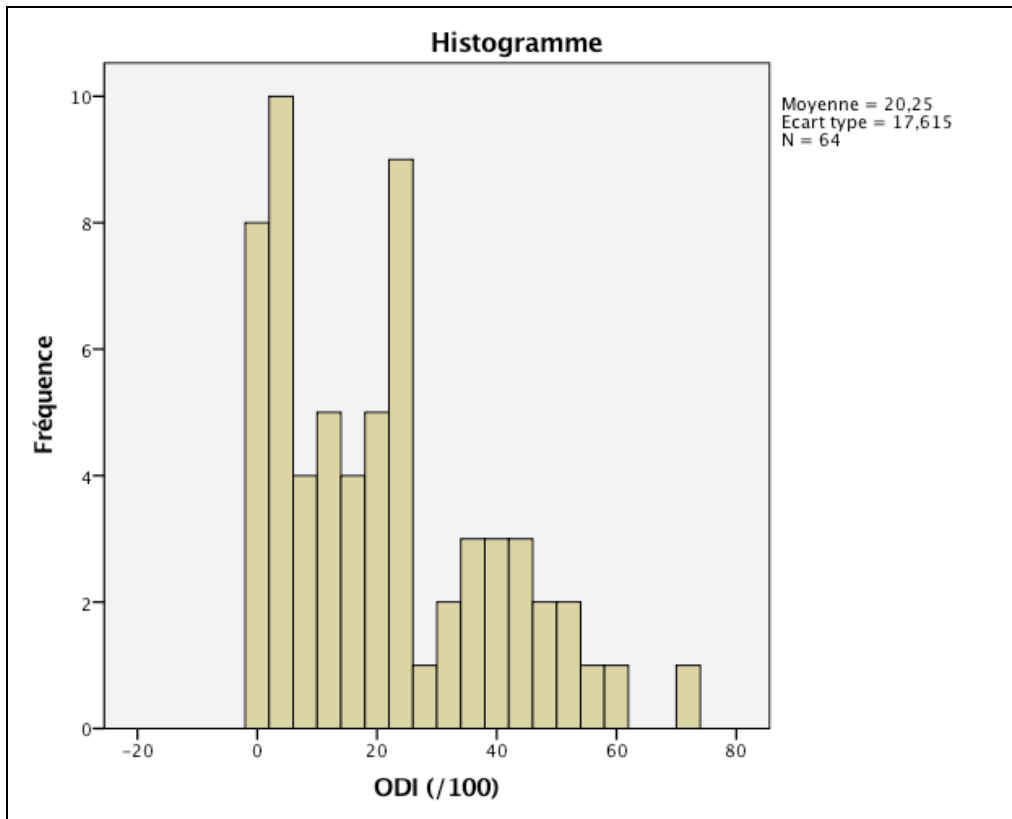


Figure 16: Histogramme des fréquences du score d'Oswestry (ODI)

Il n'y avait pas de différence significative du score ODI entre patients traités par augmentation vertébrale pour une seule vertèbre (vertébroplastie, kyphoplastie avec ballon, kyphoplastie avec stent) comparé aux patients traités de la même façon pour plusieurs vertèbres (scores ODI médians de 7/100 versus 18/100 respectivement, test U de Mann Whitney pour variables indépendantes, avec $p=0,595$).

De même, il n'y avait pas de différence significative de ce score entre les patients traités par ostéosynthèse isolée et ceux traités par ostéosynthèse associée à une kyphoplastie (scores ODI médians respectivement de 22/100 versus 20/100, avec $p = 0,460$).

Par contre, le score d'ODI était significativement plus élevé chez les patients traités par toutes techniques d'ostéosyntheses confondues par rapport à ceux traités par des techniques d'augmentation vertébrale isolées (scores ODI médians de respectivement 22/100 versus 7/100, avec $p = 0,012$) (figure 17).

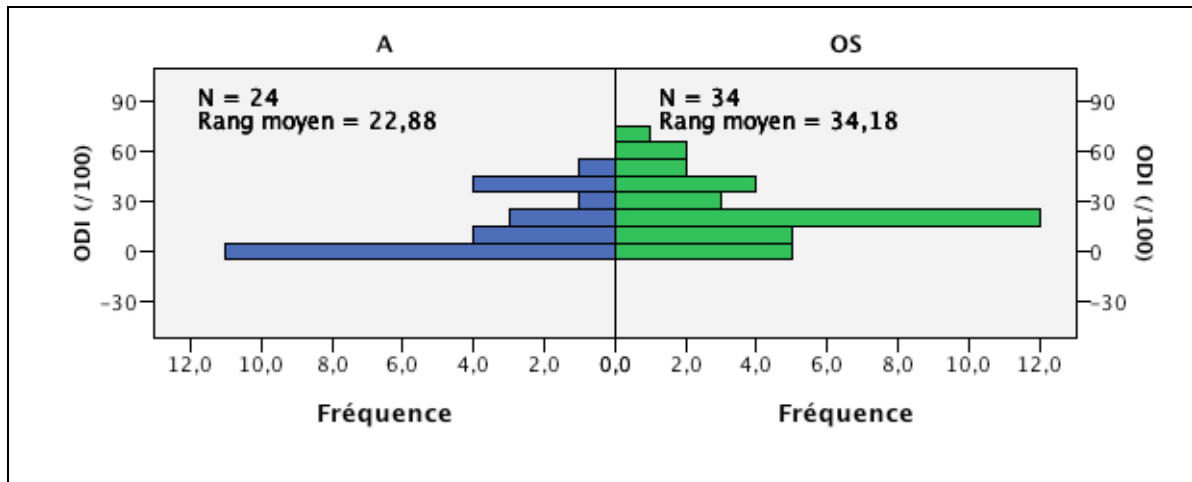


Figure 17: Comparaison de la répartition du score d'Oswestry (ODI/100) entre le groupe "Augmentation vertébrale" (A) et "Ostéosynthèse" (OS)

Si l'on séparait les fractures en 3 catégories (thoracique, thoraco lombaire et lombaire), on retrouvait la même différence significative entre augmentation vertébrale isolée et ostéosynthèse au niveau du score ODI médians pour les fractures thoraco-lombaires (12,8 % versus 25,6 % respectivement, avec $p = 0,009$). Par contre pas de différence significative entre ces 2 techniques chirurgicales pour les fractures thoraciques ou lombaires (tableau 2).

Niveau fracture	Type chirurgie	Effectif	Score ODI médian	Test
Thoracique (D6 à D10)		8	22,0	
	Augmentation vertébrale	5	34	$p=$
	Ostéosynthèse	3	22	$0,786$
Thoraco lombaire (D11 à L2)		43	18	
	Augmentation vertébrale	15	8	$p=0,009$
	Ostéosynthèse	28	21	
Lombaire (L3 à L5)		7	4	
	Augmentation vertébrale	4	3	$p=0,114$
	Ostéosynthèse	3	30	

Tableau 2: Scores d'Oswestry (ODI) médians selon le type de chirurgie et le niveau de fracture. Les scores ODI sont exprimés en points sur 100. Les tests statistiques effectués sont des tests U de Mann Whitney, avec calcul de p bilatéral.

Par ailleurs, dans les différents items du score d'ODI, on retrouvait une corrélation significative entre l'intensité de la douleur rachidienne évaluée par le patient (item numéro 1, cf ANNEXE 2) et le score d'ODI global (coefficient de corrélation de Spearman rho à 0,877, avec $p \lll 0,01$) (figure 18).

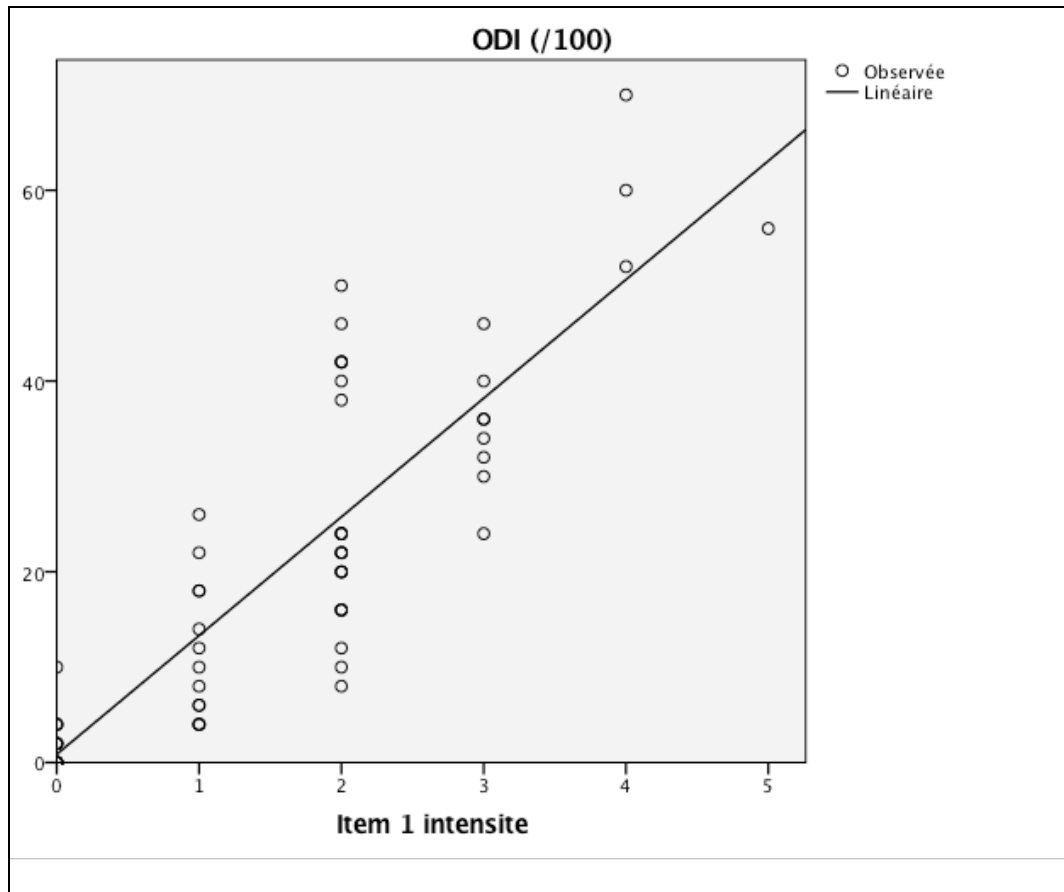


Figure 18 : Corrélation entre score d'Oswestry (ODI/100) et intensité de la douleur (item 1 du score ODI). La droite correspond à la corrélation linéaire entre ces 2 variables.

ii. Activité professionnelle

Parmi les 66 patients ayant été opérés, toutes catégories confondues, 55 ont repris leur travail, soit un taux de 85,9% (avec 2 données manquantes). Il n'y a eu que 3 reclassements professionnels : un ouvrier dans le bâtiment reclassé en électricien, un chef de chantier BTP reclassé en chef d'entreprise et un plâtrier reclassé en agent d'entretien.

La durée médiane de reprise de l'activité professionnelle était de 4 mois [2 – 48 mois]. 46% des patients (28 patients) présentaient un métier qualifié de « physique », avec port de

charges plus ou moins importantes : ouvrier en usine ou en bâtiment, mécanicien, agriculteur, couvreur, auxiliaire de vie ou femme de ménage. Parmi eux, 85,7% ont pu reprendre le travail.

Chez les autres patients n'ayant pas de métier qualifié de « physique », 93,9 % (33 patients) ont pu reprendre leur travail.

Il n'y avait pas de différence significative de la durée de reprise du travail entre les patients ayant un métier « physique » et les autres métiers ($p = 0,469$).

Par contre, les cadres et professions libérales (19,6 %) reprenaient statistiquement plus rapidement leur travail que les employés (80,4%) (médianes respectivement de 2,5 mois et de 4 mois , avec $p = 0,008$) (Figure 19).

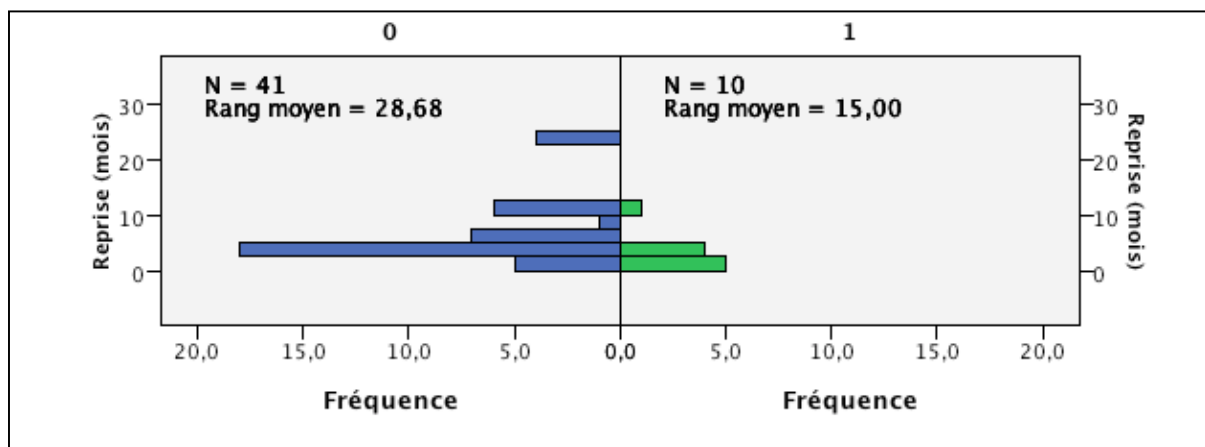


Figure 19 : Comparaison entre la distribution du délai de reprise du travail (mois) entre le groupe "cadres et professions libérales" (1, à droite) et le groupe « employés » (0, à gauche).

Parmi les 9 patients n'ayant pas repris leur travail, le score ODI médian était de 46/100 avec 3/5 à l'intensité de la douleur (item 1), à la manutention (item 3) et à la position debout (item 6). Le score médian était de 2/5 pour la marche (item 4) et la position assise (item 5).

Le score ODI médian était significativement plus élevé dans le groupe de patients n'ayant pas repris leur travail par rapport à celui l'ayant repris (test de la médiane d'échantillons indépendants, avec la correction de continuité de Yates, $p=0,023$) (Figure 20).

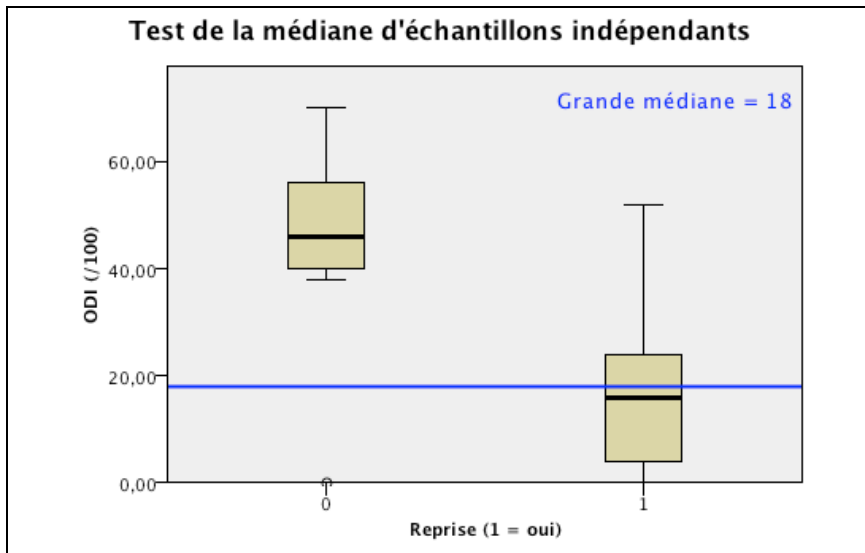


Figure 20 : Comparaison de la médiane du score d'Oswestry entre le groupe « reprise du travail » (1, à droite) et le groupe « pas de reprise du travail » (0, à gauche)

On retrouvait le même résultat en comparant les distributions du score d'ODI entre les 2 groupes, qui étaient significativement différentes ($p << 0,001$).

Pour aller plus loin, si l'on comparait les 10 items du score d'ODI, on retrouvait une augmentation significative des médianes de tous les items ($p < 0,05$) des scores d'ODI des patients qui n'ont pas repris leur travail par rapport à ceux qui l'ont repris, en dehors de l'item 8 ($p = 0,494$).

Enfin, il n'y avait pas de différence significative de la durée de reprise du travail entre les groupes « accident de travail » et les autres ($p = 0,618$).

d. Critères de jugement secondaires

i. Cyphose vertébrale (CV) et angulation régionale traumatique (ART)

Sur les 60 fractures ayant été traitées (1 seule vertèbre), la CV pré opératoire moyenne était de $17,3^\circ$ (avec IC 95% = $14,7^\circ - 19,6^\circ$) et l'ART pré opératoire moyenne (non corrigée) de $11,3^\circ$ (IC 95% = $6,6^\circ - 15,9^\circ$). En post opératoire immédiat, la CV moyenne était de $9,6^\circ$ (IC 95% = $7,9^\circ - 11,3^\circ$) et l'ART moyenne (non corrigée) était de $6,9^\circ$ (IC 95% = $2,3^\circ - 11,5^\circ$).

Pour les fractures dorsales (D4 à D10), en pré opératoire, la CV moyenne était de $14,7^\circ$ (avec IC 95% = $9,1^\circ - 20,7^\circ$) et l'ART moyenne de $16,5^\circ$ (IC 95%= $10,2^\circ - 24^\circ$). En post opératoire immédiat, la CV moyenne était de $17,2^\circ$ (IC 95% = $11,7^\circ - 24,3^\circ$) et l'ART moyenne de $10,2^\circ$ (IC95%= $11,8^\circ - 24,3^\circ$).

Il n'y avait pas de différence significative entre les CV moyennes pré et post opératoires ($p = 0,131$) et entre les ART moyennes pré et post opératoires ($p = 0,421$).

Pour les fractures thoraco lombaires (D11 à L2), en pré opératoire, la CV moyenne était de $18,7^\circ$ (avec IC 95% = $15,8^\circ - 21,9^\circ$) et l'ART moyenne de $15,5^\circ$ (IC 95%= $12,5^\circ - 18,7^\circ$). En post opératoire immédiat, la CV moyenne était de $11,1^\circ$ (IC 95% = $8,7^\circ - 13,5^\circ$) et l'ART moyenne de $9,5^\circ$ (IC95%= $6,6^\circ - 12,6^\circ$).

Il existait une différence statistiquement significative entre les CV moyennes pré et post opératoires (t test pour échantillons appariés, avec $p \ll 0,001$, bilatéral) et les ART moyennes pré et post opératoires ($p \lll 0,001$).

En ce qui concernait les fractures lombaires (L3 à L5), en pré opératoire, la CV moyenne était de $7,8^\circ$ (avec IC 95% = $(-1,8^\circ) - 17,0^\circ$) et l'ART moyenne de $-15,2^\circ$ (IC 95%= $(-27,2^\circ) - (-5,6^\circ)$). En post opératoire immédiat, la CV moyenne était de $4,4^\circ$ (IC 95% = $(-2,6^\circ) - 10,2^\circ$) et l'ART moyenne de $-17,6^\circ$ (IC95%= $(-32,2^\circ) - (-6,4^\circ)$).

Il n'y avait pas de différence significative entre les CV moyennes pré et post opératoires ($p = 0,54$) et entre les ART moyennes pré et post opératoires ($p = 0,26$).

Pour les fractures thoraco lombaires de type A selon Magerl, la CV post opératoire moyenne était significativement inférieure à la CV pré opératoire ($7,9^\circ$ versus $16,3^\circ$, avec $p \ll 0,001$). L'ART post opératoire moyenne était aussi significativement inférieure à l'ART pré opératoire ($8,0^\circ$ versus $12,6^\circ$, avec $p = 0,002$).

Pour les fractures thoraco lombaires de type B, la diminution des CV et ART pré opératoires moyennes par rapport respectivement aux CV et ART post opératoires moyennes était aussi significative ($22,2^\circ$ à $12,2^\circ$ pour la CV avec $p \ll 0,001$; $17,4^\circ$ à $9,7^\circ$ pour l'ART avec $p = 0,001$).

Pour les fractures thoraco lombaires de type C, la diminution n'était pas significative entre CV pré et post opératoires d'une part ($p=0,114$) et ART pré et post opératoires d'autre part ($p=0,258$) (l'analyse portait dans ce cas sur des faibles effectifs).

Il n'y avait pas de différence significative du gain de CV (= CV pré opératoire – CV post opératoire immédiat) entre les groupes d'augmentation vertébrale isolée et ostéosynthèses toutes techniques (7° versus 8,10° respectivement, avec $p = 0,609$).

Par contre, il existait une différence significative du gain d'ART (=ART pré op – ART post op immédiat) entre ces 2 groupes pour les fractures thoraco lombaires (3,6° en moyenne pour l'augmentation vertébrale versus 7,5° pour l'ostéosynthèse toutes techniques, avec $p = 0,03$).

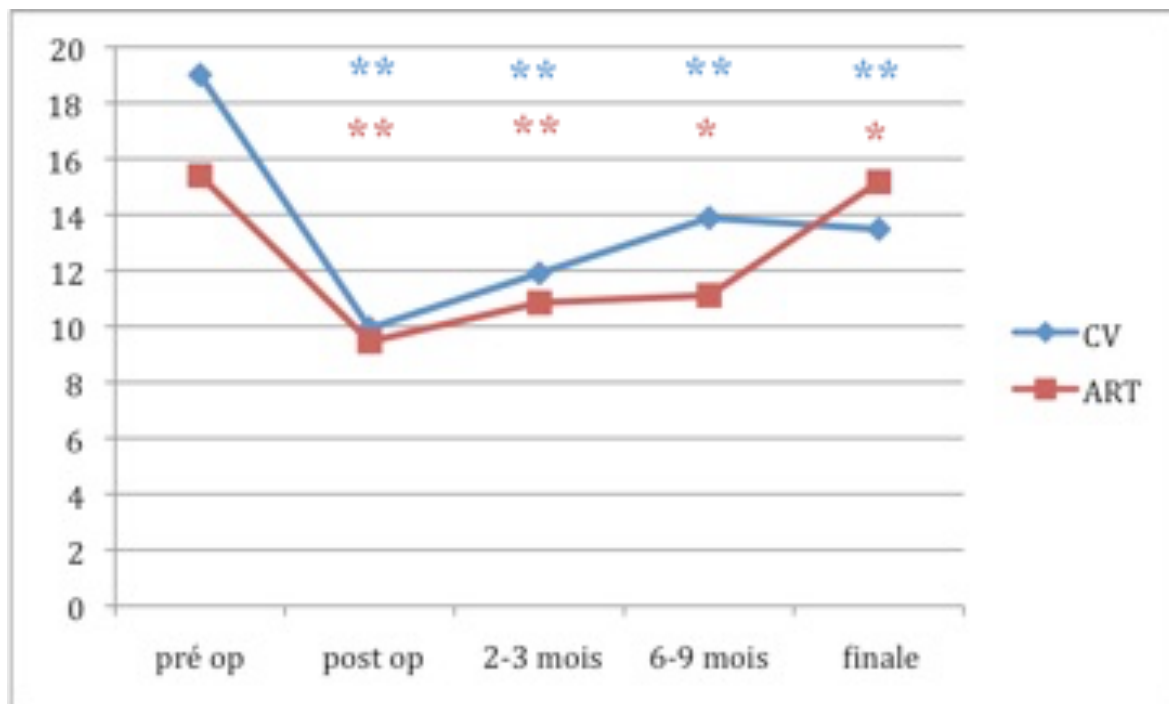


Figure 21 : Evolution de la cyphose vertébrale (CV) et de l'angulation régionale traumatique (ART) au cours du suivi des fractures thoraco lombaires opérées (CV et ART en degrés, ** si différence significative avec $p < 0,01$, * si absence de différence significative avec $p > 0,05$, test t des échantillons appariés, avec exclusion partielle des éléments manquants)

Si l'on regarde l'évolution de ces paramètres au cours du suivi dans le groupe de fractures du rachis thoraco lombaire, il existe une augmentation de la CV à 2-3 mois (11,6°), à 6-9 mois (14,1°) et finale (13,3°) par rapport à la CV post opératoire immédiate (9,8°) mais ces chiffres restent significativement inférieurs à la CV pré opératoire moyenne (19°) ($p < 0,001$) (Figure 21).

L'ART post opératoire moyenne quant à elle est significativement inférieure en post opératoire immédiat (7,7°) ($p < 0,001$) ainsi qu'à 2-3 mois (10,0°) ($p = 0,007$) par rapport à

l'ART pré opératoire (15,5°). Cependant, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes d'ART à 6-9 mois (11,9°) ($p=0,059$) ainsi que finale (13,9°) ($p=0,832$) comparées aux ART pré opératoires.

Lors de l'évaluation finale, une faible corrélation significative a été retrouvée entre la CV et le score d'ODI (coefficient de corrélation de Spearman rho à 0,371, avec $p = 0,016$, bilatéral) (figure 22). Par contre il n'y avait pas de corrélation entre l'ART et le score d'ODI ($\text{rho} = -0,058$, $p=0,706$).

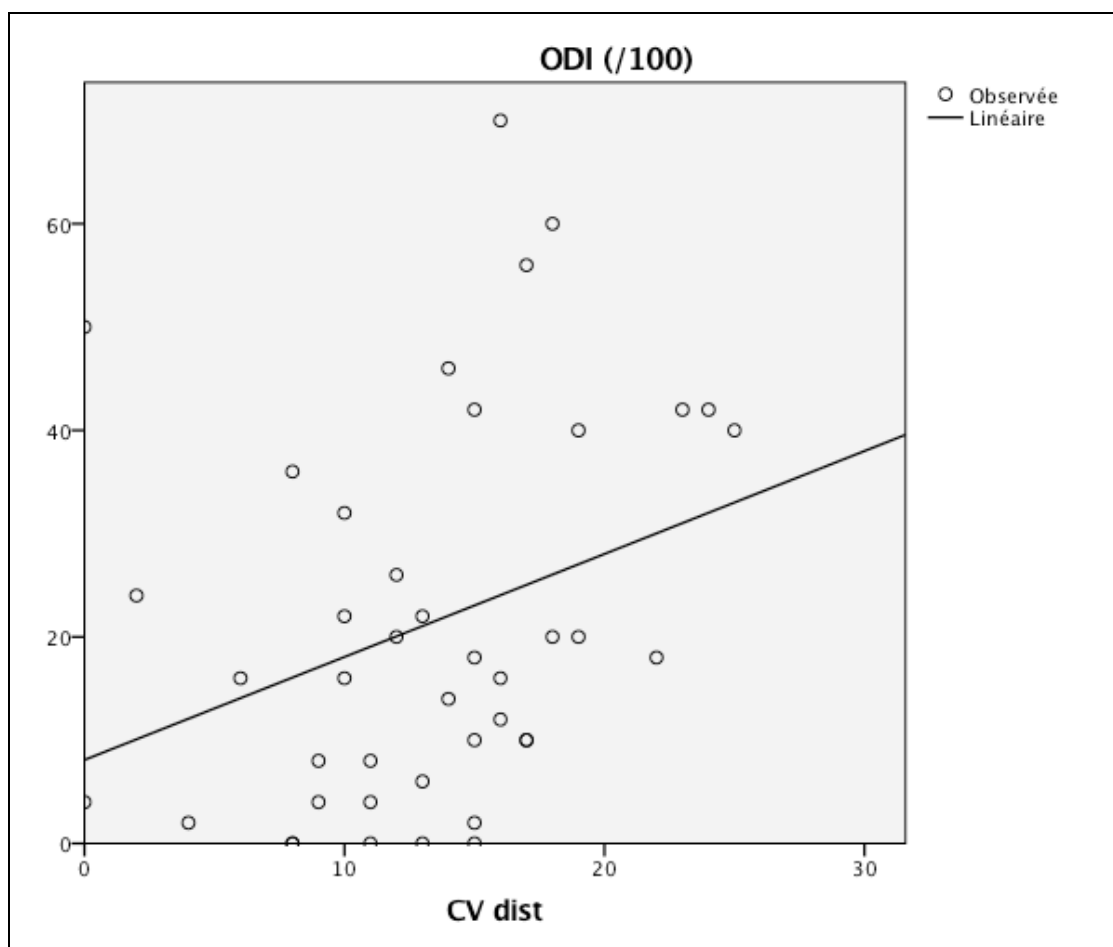


Figure 22: Corrélation entre le score d'Oswestry (ODI, sur 100 points) et la cyphose vertébrale à distance ou finale (« CV dist », en degrés). La droite représente le calcul de régression linéaire entre les 2 variables.

Les patients opérés initialement de fracture de la charnière thoraco lombaire (D11 à L2) ayant une CV finale supérieure ou égale à 14° avaient un score d'ODI significativement

supérieur (ODI moyen à 28/100) à ceux ayant une CV finale inférieure à 14° (ODI moyen à 14,3/100) ($p=0,026$).

Il en était de même pour l'ART finale après correction par rapport à l'angulation régionale traumatique d'après les tables de Stagnara (cf tableau 1). Les patients ayant une ART finale corrigée supérieure ou égale à 14° en région thoraco lombaire présentaient un score ODI significativement supérieur (ODI moyen à 26,3/100) à ceux ayant une ART finale corrigée inférieure à 14° (ODI moyen à 16,5/100) ($p=0,043$).

ii. Lordose lombaire et incidence pelvienne

La lordose lombaire (LL) moyenne pour l'ensemble des fractures était de 54,1° (avec IC 95%= 50,4 – 57,9°) pour une incidence pelvienne (IP) à 54,4° (IC 95% = 51,6 – 57,4°). Il existait une corrélation significative entre la LL et l'IP (coefficient de corrélation de Pearson à 0,667, avec $p \lll 0,001$) (Figure 23).

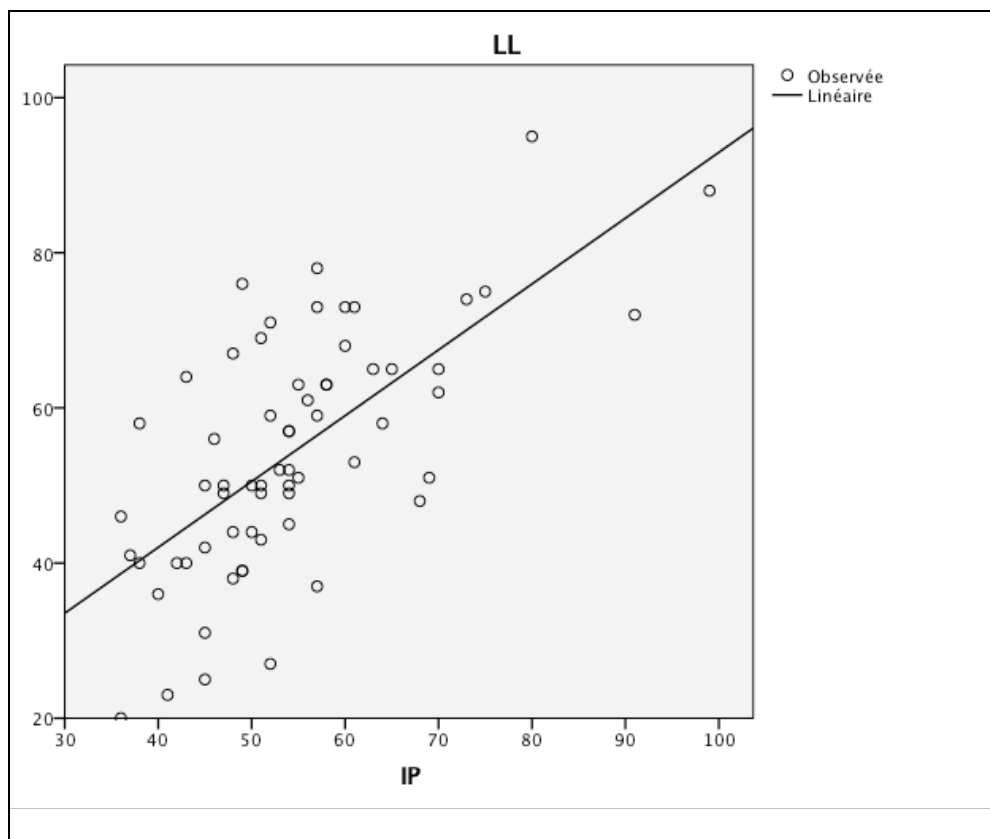


Figure 23: Corrélation entre la lordose lombaire (LL, en degrés) et l'incidence pelvienne (IP, en degrés). La droite correspond au calcul de régression linéaire entre ces 2 variables.

Il n'a pas été trouvé de corrélation significative entre la LL et le score d'ODI (coefficient de Spearman à -0,017, avec $p = 0,891$).

iii. Equilibre sagittal

1. « Sagittal Vertical Axis » (SVA)

Le « sagittal vertical axis » ou SVA moyen était de 11,2 mm pour les 66 patients opérés (avec IC 95% = [5,5 – 17,2]). La valeur minimale était de -45 mm et maximale de 74 mm.

Il n'existait pas de corrélation significative entre le SVA et la CV finale ($p=0,836$), entre le SVA et l'ART finale ($p = 0,70$), et entre le SVA et la LL ($p = 0,529$).

Il n'existait pas non plus de corrélation significative entre le SVA et le score d'ODI ($p= 0,913$) ou entre le SVA et l'item 1 ($p = 0,609$).

On dénombrait 8 patients sur 66 (soit 12 %) ayant un SVA supérieur ou égal à 40 mm. Le traumatisme intéressait la vertèbre L1 dans 4 cas, L2 dans 1 cas, L1-L2 dans 1 cas, D4-D5 dans 1 cas et D8 dans le dernier cas. Les fractures uniques étaient de type A3 (2 cas), B1 (3 cas) et A1 (1 cas). L'ODI médian était de 20/100 avec une intensité de douleur médiane de 2. La CV médiane finale était de 15° et l'ART médiane finale de 11°.

7 patients sur 8 ont repris leur travail, en moyenne à 3,6 mois. Les métiers étaient considérés comme « physiques » dans 4 cas. Un seul patient travaillant dans le BTP n'a pas pu reprendre son travail et a été reclassé.

2. Aplomb de C7

L'analyse de l'aplomb passant par C7 montre qu'il existait un déséquilibre sagittal compensé ou partiellement compensé (ou aplomb de C7 passant « juste » au dessus des têtes fémorales) dans 13,6% des cas soit 9 patients et un déséquilibre sagittal décompensé (aplomb de C7 en avant des têtes fémorales) dans 9,1% des cas soit 6 patients (figure 24). Il existait 12,1 % de patients avec un déséquilibre postérieur. Dans 60,6% des cas soit 40 patients l'aplomb de C7 était considéré comme « normal », c'est à dire se projetant sur le coin postéro supérieur de S1 ou un peu en avant (mais en arrière des têtes fémorales).

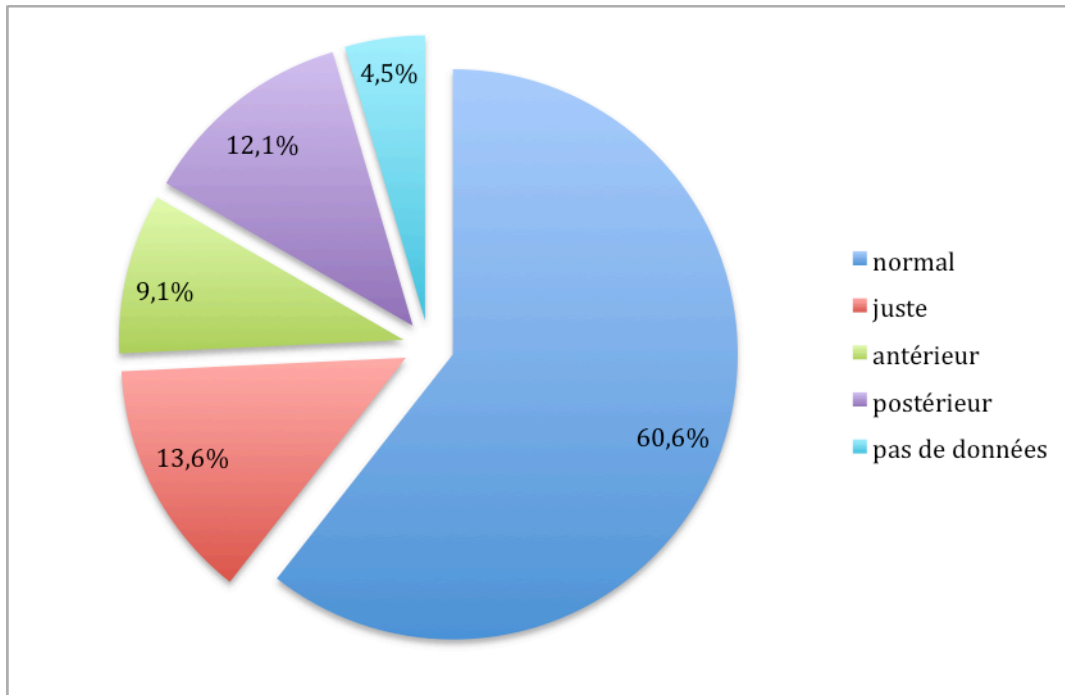


Figure 24: Evaluation qualitative de l'équilibre sagittal dans le suivi final des patients.

« Normal » : équilibre sagittal normal ou aplomb de C7 passant en arrière des têtes fémorales. « Juste » : déséquilibre sagittal antérieur compensé ou partiellement compensé.

« Antérieur » : déséquilibre sagittal antérieur décompensé avec aplomb de C7 en avant des têtes fémorales.

« Postérieur » : aplomb de C7 passant en arrière du coin postéro supérieur de S1

Parmi les patients ayant un déséquilibre sagittal antérieur (compensé ou non), 12 patients (sur les 15) présentaient une fracture de la charnière thoraco lombaire (D11 à L2). La CV finale moyenne était de 13,5° et l'ART moyenne de 14,2°. L'incidence pelvienne moyenne était de 50,9° et le SVA moyen de 39,6 mm. Le score d'ODI moyen était de 17,7/100. 13 patients sur 15 (87 %) avaient pu reprendre leur travail, en moyenne à 3,2 mois.

Il n'y avait pas de différence significative entre les patients présentant un déséquilibre sagittal antérieur (compensé ou non) et les autres, en ce qui concerne : la CV finale ($p=0,513$) ; l'ART finale ($p = 0,983$) ; l'incidence pelvienne ($p = 0,269$) et l'ODI ($p=0,677$).

Par contre, on retrouvait une différence significative entre les patients présentant un déséquilibre sagittal antérieur et les autres en ce qui concerne le SVA (39,6 versus 8,5 mm, avec $p < 0,001$) et la durée de reprise du travail (3,2 versus 7,8 mois, $p = 0,035$).

IV. DISCUSSION

Dans la prise en charge des fractures thoraco lombaires non neurologiques, les techniques percutanées mini invasives apportent de très bons résultats fonctionnels valables sur le long terme.

Dans la littérature, il existe des séries prospectives de l'ostéosynthèse percutanée dans les fractures thoraco lombaires avec un suivi minimal de 2 ans [46,47,49] voire 5 ans [32]. Dans une de ces études comparant les patients opérés d'une ostéosynthèse percutanée (isolée) par rapport opérés de manière conventionnelle (ostéosynthèse postérieure à foyer ouvert), il n'y avait pas de différence significative entre les 2 groupes concernant les résultats radiologiques (perte de hauteur vertébrale, augmentation de la cyphose locale) et cliniques (scores de qualité de vie, incapacité fonctionnelle) à 5 ans, cependant cette étude ne portait que sur des faibles effectifs (10 patients dans chaque groupe), non homogènes (patients d'âges différents) et avec uniquement des fractures Magerl de type A[32]. 67 % des patients avaient pu reprendre leur travail mais il n'y avait pas eu de précision quant à la proportion de patients opérés en mini invasif versus conventionnelle, ni de la durée nécessaire pour reprendre le travail.

Plus récemment, et sur une population plus importante (30 patients dans chaque groupe), Lee[46] a montré qu'il n'y avait pas de différence clinique (douleur locale et échelle fonctionnelle de douleur « Low Back Outcome Scale ») et radiologique (CV et ART) entre les groupes « ostéosynthèse percutanée sans greffe » et « ostéosynthèse à foyer ouvert avec greffe postéro latérale » dans le suivi des patients opérés de fracture thoraco lombaire de type « burst » (durée de suivi moyenne de 30 mois). La population était relativement jeune (48 ans) et homogène. On peut noter que dans les 2 groupes les opérateurs incluait dans l'ostéosynthèse la vertèbre fracturée (vis pédiculaires) et que les patients portaient tous un corset pendant une durée de 2 mois post opératoire.

Dans une série prospective sur 2 ans incluant 32 patients opérés de fracture thoraco lombaire (majoritairement de type Magerl A3) par une ostéosynthèse percutanée courte, Cimatti[49] retrouvait de très bons résultats fonctionnels au suivi final avec un score d'ODI moyen de 11,7/100 et une angulation régionale traumatique (angle de Cobb) de 2,6° contre 7° en pré opératoire. Cependant les vertèbres incluses dans l'étude étaient comprises entre D11 et L3 avec 12,5% de niveau L3, ce qui peut modifier les résultats si l'on corrige l'angulation régionale traumatique par rapport à la valeur physiologique (cf table de Stagnara, tableau 1).

Dans leur série, 71% de patients avaient pu reprendre une activité professionnelle et 44% l'avaient reprise de façon précoce (à 4 semaines).

Vanek[47] en 2014 a comparé aussi les patients opérés de fractures thoraco lombaire de type A3 par instrumentation courte percutanée postérieure versus traitement conventionnel par ostéosynthèse postérieure à foyer ouvert, avec une durée de suivi moyenne de 2 ans. Il n'y avait pas de différence significative entre les 2 groupes de patients, en ce qui concerne les données radiologiques post opératoires immédiates et au cours du suivi (cyphose vertébrale locale et angulation régionale traumatique) ainsi que pour les scores de satisfaction à 2 ans. Cependant, la douleur post opératoire rapportée par le patient était significativement moins importante dans le groupe « percutané » versus « conventionnel », et cela pendant la première semaine post opératoire. Bien que la différence ne soit pas statistiquement significative, 17 patients sur 18 (soit 94,4%) traités de manière percutanée reprenaient leur travail précédent contre 12 patients sur 17 (soit 70,6 %) traités de façon conventionnelle. On peut toutefois noter dans cette étude les faibles effectifs ainsi qu'une « présélection » des fractures à traiter.

Dans une étude française, Teyssédou[48] a comparé le traitement par kyphoplastie isolée pour les fractures thoraco lombaires de type A selon Magerl avec le traitement combiné kyphoplastie – ostéosynthèse percutanée, avec un suivi de 1 an. Sur les 65 patients inclus dans leur étude, 49 avaient été traités par kyphoplastie seule. Le score d'ODI final était de 4,1/100 et l'EVA était de 0,6/10. Il n'existait pas de différence significative (initialement et dans le suivi final) entre les patients traités par augmentation vertébrale seule et ceux traités par le traitement combiné, en ce qui concerne les scores d'ODI, l'EVA, et les données radiologiques (CV et cyphose régionale). 95% des patients avaient repris leur travail précédent. Il faut noter que les auteurs avaient exclu les patients présentant des fractures avec une comminution importante (A33 et A22), par crainte de fuite de ciment en dehors de la vertèbre. Le traitement par ostéosynthèse combinée à la kyphoplastie était réservé aux fractures instables de type B1.

Ainsi, peu d'études se sont intéressées au devenir des patients jeunes opérés de fractures thoraco lombaires de façon percutanée, à la fois sur le plan fonctionnel (douleurs résiduelles, incapacités, qualité de vie) et sur le plan radiologique. Il existe des études rapportant un suivi à plus de 10 ans [54] voire à 20 ans[55] des patients opérés de fractures thoraco lombaire mais de façon conventionnelle (ostéosynthèse à foyer ouvert avec ou sans greffe) ou conservatrice (orthopédique par corset).

Notre étude avait donc pour but de rapporter le devenir de ces malades traités de façon mini invasive avec un suivi prolongé (5 ans minimum, et jusqu'à 9 ans). Il s'agit à notre

connaissance du suivi le plus long jamais rapporté dans la littérature pour ce type de chirurgie, avec un échantillon conséquent de patients revus (66 patients).

1. Population

Cette étude descriptive rétrospective portait sur 66 patients, opérés dans le service de Neurochirurgie de 2006 à 2011, qui ont accepté de revenir en consultation pour effectuer un suivi clinique et radiologique à distance (en 2016). Le suivi moyen était de 6,3 ans. Il s'agissait d'une population jeune (moyenne d'âge de 36,6 ans). Les fractures intéressaient principalement la charnière thoraco lombaire (entre D11 et L2).

Il s'agissait d'une population d'adultes actifs, exerçant une activité professionnelle au moment de l'accident. Le mécanisme était toujours un traumatisme à haute énergie cinétique (chute d'une hauteur importante ou accident de la voie publique). Il s'agissait d'un accident de travail dans 22% des cas.

Dans les 2/3 des patients, il s'agissait d'une fracture de type A avec une prédominance de type « burst » ou A3. La répartition finale des fractures par rapport à leur niveau (D1 à L5) et à la classification (A, B ou C) était comparable à la répartition des 1448 patients de Magerl[25] dans son article original (cf figure 13).

Le point faible de cette étude rétrospective est qu'il existe un nombre important de perdus de vue (51%) sur l'analyse finale. Cela peut donc induire un biais de sélection des patients. Tout d'abord, la consultation de contrôle n'a pas été faite par le chirurgien qui a opéré les patients. Ces derniers n'ont donc pas forcément eu envie qu'un autre chirurgien les voie pour le suivi de leur fracture opérée. Cependant, ils n'avaient pas eu le choix du chirurgien au moment de l'opération. Ensuite, il faut noter que bon nombre d'entre eux n'étaient pas joignable en raison de changement d'adresse (déménagement) ou de numéro de téléphone. La durée de suivi était tout de même relativement importante (plus de 6 ans en moyenne).

Parmi les études avec un suivi prolongé, l'étude rétrospective de Dai[56] a porté sur l'analyse de patients traités de manière conservatrice de fractures thoraco lombaires avec un suivi moyen de 7,3 ans. Sur les 145 patients inclus dans l'étude, 18 seulement ont été perdus de vue (soit 12,4%). Dans l'étude de Maestretti[57] s'intéressant au suivi prospectif du traitement des fractures thoraco lombaire de type A selon Magerl par kyphoplastie avec du ciment phosphocalcique, il y avait 25% de perdus de vue à 10 ans (21 sur 28 patients). Dans

l'étude rétrospective de Wild[32] avec une durée moyenne de suivi de 5,6 ans, il n'y a eu que 2 perdus de vue sur 23 patients (8,7%).

Notre étude présente donc un important nombre de perdus de vue par rapport aux chiffres de la littérature. On peut donc remettre en cause la validité interne de nos résultats et leur application dans une population de patients jeunes avec des fractures thoraco lombaires. Néanmoins, il faut souligner d'une part que la méthodologie de notre étude prédispose à une perte de suivi des patients (étude rétrospective) et d'autre part que les patients étaient libres de venir à la consultation de contrôle qui leur avait été proposée. On peut supposer que les patients n'ayant pas de séquelles particulières n'avaient pas forcément envie de revenir consulter plusieurs années après. Par ailleurs, nous n'avons pas eu de nouvelles pour nombre de patients. Ceux ayant déménagé ont peut être eu des complications de leur opération et/ou de leur fracture, sans en avoir averti le chirurgien responsable.

2. Chirurgie

Les deux traitements chirurgicaux principaux utilisés étaient l'augmentation vertébrale isolée (par vertébroplastie, kyphoplastie ou stenting vertébral) et l'ostéosynthèse percutanée (associée le plus souvent à une kyphoplastie). Le type de fracture principal était Magerl A, comprenant une grande majorité de fractures « burst » ou A3. Dans ce type de fractures, l'augmentation vertébrale isolée était réalisée principalement (hormis fractures de type A33) alors que dans les types B et C selon Magerl (et A33), une ostéosynthèse percutanée y était ajoutée en complément.

Il existait une variation importante des techniques chirurgicales mini invasives pour le traitement de ces fractures : vertébroplastie simple ou double (voire triple dans certains cas), kyphoplastie par ballonnet unilatérale / bilatérale avec plusieurs types de ballon, kyphoplastie avec stenting vertébral, ostéosynthèse percutanée courte ou longue, avec des tiges précintrées en lordose ou avec cintrées « sur mesure », association ou non de l'ostéosynthèse avec la kyphoplastie. Cette importante variabilité entre les traitements chirurgicaux s'explique en partie par la disponibilité du matériel. La cimentoplastie ou vertébroplastie a été inventée en 1984 [37] mais la kyphoplastie à ballonnet est bien plus récente[34,58], et on a pu constater des changements au niveau de ce matériel pendant notre période d'étude. Les stents intracorporeaux pour accompagner la kyphoplastie sont apparus sur le marché en 2010 [43,44]. L'ostéosynthèse percutanée ne se faisait qu'avec du matériel SEXTANT®

initialement (montages courts uniquement avec tiges précintrées en lordose) puis est apparu en 2008 le système LONGITUDE™ (possibilité de montages longs et de cintrage sur mesure).

En raison de faibles effectifs dans certaines catégories de chirurgie, nous avons préféré regrouper les différents types de chirurgie en 2 modalités : augmentation vertébrale seule (vertébroplastie, kyphoplastie, stenting) et ostéosynthèse percutanée (seule, avec kyphoplastie, montages long et court).

En ce qui concerne les fractures de type A3, il existe une différence du traitement chirurgical entre les sous types A31 (« partial ou incomplete burst ») et A33 (« complete burst »). Pour ce dernier sous type, le traitement par ostéosynthèse (avec kyphoplastie) a été privilégié en raison de l'instabilité importante locale (liée aussi à l'importante de la lésion du disque associée) et du nécessité de correction de la cyphose vertébrale locale et de l'angulation régionale traumatique.

Pour les fractures de type B, des montages courts voire longs (notamment pour les C) ont été réalisés en raison de l'importance des lésions disco ligamentaires associées et de l'instabilité en distraction et/ou en rotation.

3. Devenir fonctionnel des patients

Globalement, les résultats fonctionnels des patients étaient très bons, avec une incapacité fonctionnelle minimale à distance de la chirurgie. Il existait néanmoins 2 groupes distincts dans notre population (cf figure 16) : un groupe principal avec une incapacité fonctionnelle minimale (score ODI < 20/100) et un groupe avec une incapacité fonctionnelle modérée à sévère (ODI entre 30 et 50/100).

Les auteurs ont choisi le score fonctionnel d'auto évaluation d'Oswestry du fait de sa rapidité de réalisation, de sa facilité de compréhension et parce que c'est le score le plus utilisé dans la littérature pour évaluer l'incapacité et la douleur des pathologies rachidiennes[59]. Il a été d'ailleurs traduit en français et validé auprès d'une population franco canadienne [60,61].

Une corrélation importante a été retrouvée entre ce score et son item numéro 1 (figure 12), correspondant à l'intensité de la douleur (ANNEXE 2). Le score d'ODI peut donc être considéré dans notre étude comme représentatif de la douleur rachidienne perçue par le malade. Ce résultat est similaire à celui de l'étude validant la traduction française du questionnaire [61], qui retrouve une corrélation significative entre l'ODI et l'échelle visuelle analogique de douleur du rachis. Cependant, il ne nous a pas semblé très précis et pertinent

sur l'évaluation qualitative de cette douleur, ainsi que sa localisation. En interrogeant les patients lors de la consultation, il apparaît que les douleurs des patients pouvaient se trouver à une zone différente que celle opérée (par exemple lombalgies basses persistantes à distance d'une fracture dorsale). Il peut y avoir plusieurs explications à cela.

Tout d'abord, les patients peuvent avoir une discopathie lombaire déjà présente avant le traumatisme et qui décompense avec la perte de lordose lombaire secondaire à une fracture cyphosante de la colonne lombaire. A l'inverse, les patients peuvent présenter une hyperlordose lombaire compensatrice d'une perte d'angulation régionale secondaire à une fracture de la charnière thoraco lombaire (cf figure 3). Dans ce contexte, il peut y avoir un surmenage des articulations zygapophysaires postérieures et donc des douleurs.

Dans une précédente étude portant sur des patients avec des pathologies lombaires dégénératives diverses, il a été prouvé qu'une lordose lombaire faible avec une petite incidence pelvienne entraînait plutôt des pathologies « compressives » type hernie discale ou discopathie alors qu'une lordose lombaire prononcée avec une incidence pelvienne élevée entraînait des pathologies « cisailantes », comme des spondylolisthésis[14].

Par ailleurs, le score d'ODI semble refléter aussi un état général d'incapacité fonctionnel dans la journée du patient voire la nuit, mais peut varier en fonction des efforts du patient et de son activité de la journée. L'analyse de certains items (comme les ports de charges lourdes) peut être faussée en fonction des patients. En effet, depuis l'opération de leur fracture, certains patients qui n'ont pas forcément beaucoup de douleurs résiduelles, « évitent » les situations à risque qui peuvent en générer.

Enfin, les patients opérés d'une augmentation vertébrale seule avaient significativement un score d'ODI final moins élevé que les patients opérés d'une ostéosynthèse (figure 17). Ce résultat peut être intéressant à retenir pour les futurs patients à traiter, en limitant l'ostéosynthèse aux fractures le nécessitant vraiment. Une augmentation vertébrale isolée peut ainsi être réalisée pour les fractures burst du rachis thoraco lombaire (Magerl A3) en l'absence de signes neurologiques. Cependant, il ne faut pas oublier que les fractures nécessitant une ostéosynthèse sont souvent plus graves et/ou plus instables (Magerl B et C) que les fractures pouvant nécessiter une augmentation vertébrale seule (Magerl A). On peut supposer logiquement que les fractures très instables ou plus graves provoquent elles même plus de douleurs que les fractures « simples » en compression.

Par ailleurs, il n'y a pas, dans la littérature, de comparaison des douleurs rachidiennes après fractures traitées par augmentation vertébrale par rapport aux fractures traitées de manière conservatrice (corset). Une fracture simple en compression (type A de Magerl), s'il

n'y a pas de lésion du disque et de signes neurologiques peut consolider très bien avec un traitement orthopédique simple (corset) et avoir un très bon résultat fonctionnel à 10 ans de suivi [56]. L'augmentation vertébrale à la phase initiale des fractures récentes du rachis a pour but de diminuer les douleurs locales à la remise en charge en renforçant de manière significative le corps vertébral[39], mais il n'y a pas de preuve qu'elle accélère la consolidation osseuse. Autrement dit, une fracture stable de type A1 selon Magerl pouvant se traiter soit par augmentation vertébrale (kyphoplastie ou vertébroplastie) soit par immobilisation (corset thoraco lombaire) aura dans ces deux cas la même durée de convalescence et de repos (qui dépend aussi en partie du type d'activité professionnelle). Cependant, il n'y aura pas les complications liées au corset lui même[47], comme par exemple la perte de la musculature dorsale, la présence de points de compression et l'inconfort vécu par le patient. L'augmentation vertébrale s'affranchit dans ce cas d'immobilisation complémentaire et, de part la diminution des douleurs locales du foyer de fracture, contribue à une participation active du patient à sa récupération fonctionnelle.

Le score ODI médian des patients de notre série traités par augmentation vertébrale isolée était de 7/100, comparable à l'étude française de Teyssédou [48] (score moyen à 1 an de 4/100). Dans l'étude de Wood[55], le score ODI moyen au suivi final tardif (16 ans) des patients traités de manière conservatrice (corset) pour des fractures thoraco lombaires était de 2/100. A première vue, il existe donc des arguments pour dire que le traitement par augmentation vertébrale isolée dans les fractures stables de type A est au moins équivalent au traitement conservateur, avec une incapacité fonctionnelle minime ainsi que de très faibles douleurs séquellaires à distance. A court terme, il est potentiellement supérieur avec une reprise d'activités (loisirs, professionnelles) plus précoce[48] ainsi qu'une diminution des douleurs locales.

S'il est vrai que dans notre série le score d'ODI est significativement inférieur chez les patients traités par augmentation vertébrale simple par rapport aux patients traités par ostéosynthèse, on peut se poser la question de limiter l'ostéosynthèse aux patients présentant uniquement des fractures instables (B et C). Cependant, nous pensons qu'il est nécessaire d'associer une ostéosynthèse dans le cas des fractures A32 et A33. En effet, dans notre étude, les patients traités par augmentation vertébrale seule (kyphoplastie avec stent) pour ces sous types précis de fractures présentaient un score d'ODI moyen semblable (A33) voire plus important (A32) que les patients traités par ostéosynthèse. Il est important de préciser dans ce cas l'utilité de cette ostéosynthèse postérieure en raison de l'absence de soutien antérieur corporel dû à la comminution de la fracture[56,40] et ceci malgré le ciment injecté.

4. Activité professionnelle

Très peu d'études dans la littérature évoquent la reprise du travail dans les suites de fractures thoraco lombaires traitées de façon mini invasive.

Chez les patients opérés de fractures thoraco lombaires de manière conventionnelle, il est évoqué une reprise de travail en moyenne de 11 à 13,8 mois à partir du traumatisme [62,63]. La reprise du travail précédent est selon les études entre 60 et 83% chez ces patients opérés[62,64] contre 95% chez les patients traités de manière mini invasive[48]. Cependant il existe des variations importantes entre la gravité des fractures ainsi que la présence d'un déficit neurologique, qui est en lui même constitue un facteur de non reprise[12].

Les résultats de notre étude sur la reprise du travail chez les patients traités de façon mini invasive sont excellents avec 85,9 % de reprise de leur travail précédent, ainsi qu'une durée médiane de reprise de 4 mois à partir du traumatisme.

Il est important de signaler que la moitié des patients de notre étude avaient un métier physique, et qu'une grande majorité d'entre eux ont pu reprendre leur travail, sans différence significative de durée de reprise avec les patients ayant un métier « non physique ».

Parmi les catégories socio professionnelles, il est intéressant de noter que les cadres ou professions libérales reprenaient plus rapidement leur travail que les employés (figure 19). On peut supposer que les patients travaillant à leur compte étaient plus motivés que les autres à reprendre leur activité professionnelle, et ce, peu importe les douleurs post opératoires persistantes, en raison du manque à gagner.

Par ailleurs les 9 patients n'ayant pas repris leur travail présentaient une incapacité fonctionnelle importante (ODI à 46/100) et supérieure à ceux ayant repris leur travail (figure 20). Ils présentaient une intensité douloureuse rachidienne cotée à 3/5 en moyenne (item 1, cf ANNEXE 2). Mais il peut être difficile de préciser si les douleurs rachidiennes persistantes sont responsables de cette incapacité ou bien s'il existe d'autres facteurs (par exemple psychologiques) de non reprise. En tous cas, la fracture est bel et bien le facteur déclenchant des douleurs rachidiennes résiduelles ainsi que d'une éventuelle absence de reprise du travail (tous nos patients exerçaient une activité professionnelle avant). Il a été montré dans la littérature que la douleur rachidienne était en soit un facteur de non reprise du travail[65].

Dans notre étude, l'incapacité fonctionnelle des patients est évaluée a posteriori, bien après la décision de non reprise du travail. Il apparaît donc peu justifié dans notre étude rétrospective de comparer l'incapacité fonctionnelle des patients au suivi final à la reprise d'un éventuel travail.

5. Paramètres radiologiques

i. Déformation locale et régionale post traumatique

Les paramètres de cyphose vertébrale locale CV et angulation régionale traumatique ART sont dépendants du niveau de fracture. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé de séparer les analyses de ces paramètres pré et post opératoires en 3 catégories : fractures thoraciques (D10 et supérieur), fractures thoraco lombaires (entre D11 et L2) et fractures lombaires (L3 à L5). En effet, dans la littérature et de pratique courante[66,67], l'angulation régionale traumatique « acceptable », c'est à dire pour un traitement non chirurgical, est d'environ 15°. Celle ci doit être corrigée auparavant par rapport à l'angulation régionale physiologique. Stagnara a établi des tables de valeurs physiologiques moyennes de ces angulations à partir d'observations d'une population de patients jeunes[24] (Tableau 1). Ainsi, pour une vertèbre dorsale comprise au dessus de D11, l'angulation physiologique régionale est positive (+9 à +14°, cyphose). Pour une vertèbre dorso lombaire (D12 à L1), l'angulation physiologique régionale est globalement nulle. Enfin pour une vertèbre lombaire, l'angulation physiologique régionale est négative (-20 à -35°, lordose).

Dans notre étude, il n'existait pas de différence significative entre les CV et ART pré versus post opératoires respectivement, dans les sous groupes de fracture thoracique d'une part et lombaire de l'autre. Cela peut s'expliquer par les faibles effectifs de ces sous groupes (moins de 10 patients par sous groupe). Par contre les CV et ART pré et post opératoires étaient significativement différents dans le groupe des fractures thoraco lombaires (les plus nombreuses). On peut noter que dans ce dernier groupe l'ART moyenne post opératoire était de 9,5° (significativement inférieure aux 15,5° de l'ART pré opératoire).

Par ailleurs, les fractures thoraco lombaires (D11 à L2) de type A selon Magerl présentaient une ART pré opératoire inférieure à 15° (12,6°). On peut donc être amené à penser qu'elles pouvaient ne pas justifier toutes d'un traitement chirurgical, mais conservateur ou orthopédique. Cependant il faut prendre en compte plusieurs facteurs influençant le traitement.

La comminution vertébrale traumatique (plusieurs fragments au sein de la fracture), peut être responsable d'une importante baisse de la hauteur vertébrale et donc d'un défaut de soutien antérieur de la colonne [40], motivant donc le chirurgien à réaliser une ostéosynthèse vertébrale. De plus, la mesure des paramètres CV et ART pré opératoire peut varier en fonction des chirurgiens, ainsi que de la coupe sagittale de scanner utilisée. Par exemple, une

fracture A selon Magerl peut présenter une CV asymétrique (comme par exemple 12° de CV d'un côté et 18° de l'autre), et donc être considérée différemment sur le plan thérapeutique.

Les résultats de l'étude retrouvent une tendance à une meilleure restauration de l'ART chez les patients ayant bénéficié d'une ostéosynthèse (7,5°) par rapport à ceux ayant bénéficié d'une augmentation vertébrale seule (3,6°), dans les fractures thoraco lombaires, à la phase initiale.

Toutefois ces paramètres (CV et ART) ne sont pas stables avec le temps (figure 21). Il existe en effet une perte de CV progressive depuis le post opératoire immédiat jusqu'au suivi final (en moyenne à plus de 6 ans) mais la CV finale est toujours significativement inférieure à celle initiale pré opératoire. Par contre la perte d'ART à partir de 6 à 9 mois jusqu'au suivi final entraîne une absence de différence significative entre l'ART pré opératoire et l'ART à 6-9 mois d'une part et dans l'ART finale d'autre part.

Plusieurs explications peuvent se trouver dans cette observation. Premièrement la cyphose vertébrale évalue la cyphose du corps vertébral fracturé, alors que l'angulation régionale traumatique évalue en plus de la cyphose des corps vertébraux adjacents, la cyphose des disques intervertébraux. En pathologie, une dégénérescence du disque intervertébral peut être amenée à donner une cyphose (ou une lordose) anormale. On peut donc supposer que la perte d'ART plus importante que la CV dans le suivi peut être expliquée par la dégénérescence du disque au niveau de la fracture (potentiellement déjà abimé initialement), ou bien que la perte d'ART soit secondaire au manque de mobilité local, entraînant une dégénérescence discale, secondaire à l'ostéosynthèse.

Il est important de préciser que les radiographies finales ont été réalisées en position de charge du patient (debout) alors que certaines radiographies notamment initiales ont été réalisées en position allongée. Par ailleurs les mesures initiales de CV et d'ART ont été effectuées en pré et post opératoire sur une coupe de scanner. Cela peut donc résulter d'une sous estimation de l'ART initiale après chirurgie, par mise en compression du disque supposé « abimé ». Le même raisonnement peut s'appliquer à la CV initiale après chirurgie par mise en compression des fragments du corps vertébral. Il faut souligner l'importance et l'utilité de ces radiographies en charge initialement et dans le suivi pour évaluer de manière plus précise l'état et l'évolution des disques adjacents à la fracture. Une IRM peut éventuellement être réalisée dans ce contexte[68].

Enfin, il peut y avoir des erreurs dans la mesure de la cyphose vertébrale pré et post opératoire, en fonction de la personne qui analyse l'imagerie. En effet, si on prend le cas de la fracture traitée dans la figure 10, on décide de ne pas tenir compte du petit fragment osseux détaché à la partie antéro supérieure de la vertèbre considérant que ce dernier ne sert pas fonctionnellement. Cependant, il faut souligner qu'un seul chirurgien a réalisé les mesures itératives pour chaque patient. Cela limite donc les erreurs finales ainsi que la variabilité inter observateur.

Enfin, l'étude de la relation entre la cyphose vertébrale CV et le score d'ODI montre qu'il existe une corrélation faible mais significative entre ces 2 paramètres, avec un aspect global du graphe plutôt en faveur d'une simple tendance statistique (nuage de points, cf figure 16). Toutefois, nous avons remarqué que le groupe de patients ayant une CV finale supérieure ou égale à 14° présente un score d'ODI statistiquement supérieure à celui ayant une CV finale inférieure à 14°. Il en est de même pour les groupes « ART finale supérieure ou égale à 14° » et « ART finale inférieure à 14° », après correction de l'ART en fonctions des données physiologiques (cf tableau 1). Dans notre étude, il semble que la déformation vertébrale (locale et locorégionale) dans les suites des fractures thoraco lombaires de notre étude soit en lien avec le résultat fonctionnel.

Dans la littérature, peu d'études rapportent un suivi prolongé radiologique des patients opérés de fractures thoraco lombaires. On peut noter que l'on retrouve de façon itérative une aggravation de la cyphose vertébrale et de l'angulation régionale traumatique dans les mois qui suivent le traitement chirurgical, à partir des données radiologiques post opératoires[5,6,63].

Dans la série de Teyssédou[48] sur les fractures thoraco lombaire de sujets jeunes traitées principalement par kyphoplastie (49 patients traités par kyphoplastie seule et 16 avec ostéosynthèse associée), la CV pré opératoire était à 13,3° pour 6° en post opératoire et 8,3° au suivi final (1 an). Il n'y avait pas de différence entre le traitement par kyphoplastie et l'association kyphoplastie – ostéosynthèse en ce qui concerne les valeurs de CV. Cependant, il n'y a pas eu de mesure de l'ART.

L'étude comparative de Lee[46] portait sur 59 fractures thoraco lombaires de type burst (D11 à L2) dont 32 traitées par ostéosynthèse percutanée courte (sans greffe) et avec une vis intermédiaire dans la fracture, avec un suivi moyen de 30 mois. Dans le groupe traité de manière percutanée, les valeurs de CV et d'ART pré opératoires étaient respectivement de 15,8° et 20,2°, pour des valeurs post opératoires de 6,2° et 9,8° et finales de 9,3° et 11,9°.

Dans l'étude de Maestretti[69], 28 patients opérés de fractures thoraco lombaires de type A selon Magerl par kyphoplastie isolée ont été suivis sur 30 mois. Les niveaux fracturés comprenaient de T11 à L5. La population était jeune (38 ans de moyenne). Les fractures A33 et A2 avec une importante comminution fracturaire ont été exclues. Les valeurs initiales de CV et d'ART étaient respectivement de 17,1° et 2,6° en pré opératoire pour 5,9° et -1,3° en post opératoire, et 9° et -0,7° au contrôle final. L'ART finale n'était pas significativement différente à l'ART post opératoire, contrairement à la CV. Cependant, ils ont inclus dans le calcul de l'ART moyenne globale dix fractures de L3 à L5. L'angulation physiologique régionale à ce niveau étant très largement négatif (-15 à -35°, d'après Stagnara, table 1), la valeur finale moyenne d'ART pouvait se retrouver très largement sous estimée.

Enfin, dans l'étude de Chou[54] comparant les fractures thoraco lombaires de sujets jeunes opérées par ostéosynthèse postérieure à foyer ouvert (avec ou sans fusion associée) avec un suivi minimal de 10 ans, on retrouvait des valeurs de CV finales à 13,8° et 14,7° respectivement pour les groupes « pas de fusion » et « fusion » pour des valeurs initiales post opératoires de 1,5° et 4° ainsi que des valeurs pré opératoires de 16,4° et 19,5° (l'étude comprenait 22 patients dans le groupe non fusion et 24 dans le groupe fusion). Il y a donc eu au final une perte importante de la correction obtenue en post opératoire immédiat, sans différence entre les deux groupes.

La déformation cyphotique post traumatique a été décrite par de nombreux auteurs dans la littérature[8–10,23] ainsi que les traitements à adopter. Cependant il n'y a pas de données concernant l'incidence de celle ci parmi l'ensemble des fractures vertébrales traitées ainsi que sa vitesse d'apparition, voire sa progression.

Selon certains auteurs, cette déformation post traumatique serait corrélée à différents paramètres fonctionnels des patients (scores de qualité de vie, scores d'évaluation de la douleur)[8,23,70].

Cette déformation post traumatique peut entraîner si elle est située à la jonction thoraco lombaire un « dos plat » post opératoire avec la perte de la cyphose dorsale par compensation ainsi qu'une augmentation de la lordose lombaire[71,72]. Ce type de phénomène a pu être constaté pour certains patients de notre série (figure 3).

La lordose lombaire moyenne pour l'ensemble des patients de notre étude était de 54,1°, comparable à la moyenne de la population asymptomatique [14]. Celle ci s'est retrouvée fortement corrélée avec l'incidence pelvienne, paramètre fixe et stable quelque soit la position du patient (figure 23).

Il n'y a pas eu de corrélation entre la lordose lombaire et le score d'ODI. Il faut préciser que la lordose lombaire dans notre étude était parfois difficile à mesurer étant donné que la vertèbre transitionnelle se trouvait comprise le plus souvent dans l'ostéosynthèse. La limite supérieure de la lordose avait été prise un étage vertébral au dessus dans ces cas. Il aurait fallu mesurer aussi la cyphose thoracique (D4-D12) pour une meilleure comparaison[70] mais cela n'a pas été possible en raison de l'opacité des radiographies du rachis au niveau du rachis dorsal supérieur et moyen.

ii. Equilibre sagittal

En ce qui concerne l'équilibre sagittal rachidien, deux paramètres ont été étudiés : le « sagittal vertical axis » ou SVA et la position de l'aplomb de C7 par rapport aux têtes fémorales.

Tout d'abord, le SVA a été choisi car c'est une mesure quantitative précise de l'équilibre sagittal du patient et qui est utilisée de façon courante dans la littérature anglo saxonne[15–17]. D'après Schwab[73], une déviation du rachis vers l'avant de plus de 40 mm entraîne un retentissement significatif sur l'incapacité fonctionnelle ainsi que les scores de qualité de vie des patients. Le SVA moyen était de 11,2 mm pour l'ensemble des patients revus. Il n'a pas été trouvé de corrélation entre le SVA et chacun des paramètres radiologiques cités (CV finale, ART finale, LL) ainsi qu'avec l'ODI ou l'item 1 de l'ODI. 12% des patients suivis étaient considérés avec un déséquilibre sagittal (SVA > 40 mm). Cependant leur score d'ODI médian était de 20/100 au suivi final et la plupart d'entre eux (87,5%) avaient repris leur travail.

Dans la littérature, l'étude de Koller[70] en 2008 évalué l'équilibre sagittal des patients traités de manière conservatrice de fractures thoraco lombaires de type « burst », avec un suivi prolongé (9,5 ans). On comptait 21 fractures de type Magerl A3, allant de TH12 à L4, dont 16 fractures entre D12 et L2. La cyphose segmentaire moyenne (cyphose vertébrale + cyphose discale) au suivi final dans le groupe D12 à L2 était de 13,9° et l'ART finale de 9,1°. Il existait une corrélation importante et significative entre ces 2 paramètres et le score fonctionnel « VAS Spine » (Visual Analogue Scale Spine Score). Par ailleurs, une corrélation significative a été retrouvée entre l'augmentation de la cyphose vertébrale depuis le traumatisme jusqu'au suivi final et le score d'incapacité fonctionnelle de Roland Morris.

En s'intéressant à l'équilibre sagittal, les auteurs ont trouvé une corrélation significative entre le déséquilibre sagittal antérieur (distance horizontale mesurée entre

l'aplomb de T4 et le bord supérieur de S1) et l'ART finale globale (des 2 groupes). Par ailleurs, le déséquilibre sagittal antérieur était corrélé à une incapacité fonctionnelle plus importante (Score de Roland Morris) ainsi qu'une qualité de vie plus médiocre (SF36).

Des auteurs ont montré qu'il existait de façon physiologique un déséquilibre sagittal du rachis « naturel », dû au vieillissement, dans une population asymptomatique[15]. De ces constatations, il est fort probable que l'équilibre sagittal du rachis d'un jeune homme de 20 ans[17] ne soit pas comparable à celui de 50 ans. Etant donné que nous ne disposons pas chez nos patients des données pré opératoires et post opératoires d'un déséquilibre sagittal éventuel, il faut faire attention quant à l'interprétation potentiellement erronée de nos résultats. Un travail prospectif d'étude de cet équilibre sagittal pourrait être réalisé afin de préciser au mieux son évolution dans le temps. On peut par ailleurs considérer la même chose en ce qui concerne le score fonctionnel d'ODI qui peut ne pas être le même à 20 ans par rapport à 50 ans, en dehors de toute pathologie rachidienne.

Enfin, l'examen de l'aplomb de C7 par rapport aux têtes fémorales nous indique que 22,7 % de tous les patients présentaient un déséquilibre sagittal antérieur (compensé ou non). Parmi ces patients, le score ODI moyen était de 17,7/100 avec un SVA moyen de 39,6 mm. 87 % d'entre eux avaient repris leur travail. Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes de patients avec déséquilibre sagittal antérieur et les autres, tant pour les paramètres radiologiques (CV et ART et incidence pelvienne) que pour les paramètres fonctionnels (ODI).

Le SVA était significativement plus important chez les patients présentant un déséquilibre sagittal antérieur que chez les autres patients.

Dans son étude, Glassmann[74] a montré que les patients présentant une déformation rachidienne avec déséquilibre antérieur présentaient significativement plus de douleur et avaient une incapacité fonctionnelle plus importante que les autres. Cependant, cela concernait des patients présentant une déformation scoliotique de la colonne vertébrale avec une déformation en rotation et dans le plan coronal. Elle ne peut donc pas être entièrement appliquée à nos patients.

De façon étonnante, les patients présentant un déséquilibre sagittal antérieur ont repris plus tôt leur travail par rapport aux autres patients. Nous avons trouvé plusieurs explications à cela. Tout d'abord, nous n'avons pas de données quant à un éventuel déséquilibre présent au moment où ils ont repris leur travail. On a constaté dans notre étude que les paramètres

radiologiques des fractures opérées (cyphose locale et angulation régionale) variaient en fonction du temps. Cela peut en être de même pour l'équilibre sagittal avec une mise en place progressive des mécanismes de compensation d'une perte de cyphose loco régionale du rachis.

Ensuite, on a constaté un faible taux de métiers physiques chez les patients avec déséquilibre sagittal antérieur (4 patients sur 15). La plupart de ces malades avaient un métier sédentaire (position assise prolongée et absence de port de charges lourdes). On peut donc penser qu'un déséquilibre sagittal antérieur est moins contraignant en position assise qu'en position debout, avec la possibilité d'avoir un appui supplémentaire (par exemple les bras appuyés sur une table) pour compenser.

Enfin, nous avons remarqué que les patients présentant une incidence pelvienne plus importante que la moyenne (plus de 52°, incidence pelvienne moyenne de la population normale[14]) avaient plus de possibilité de compenser une cyphose thoraco lombaire suite au traumatisme par rapport à ceux qui présentent une incidence pelvienne basse (cf figure 23). Une des raisons possibles est que les patients ayant une grande incidence pelvienne ont une capacité de rétroversion du bassin plus importante (diminution de la pente sacrée) que ceux ayant une faible incidence pelvienne [19,70] et donc peuvent plus « naturellement » compenser un déséquilibre loco régional et éviter d'être en situation de déséquilibre sagittal.

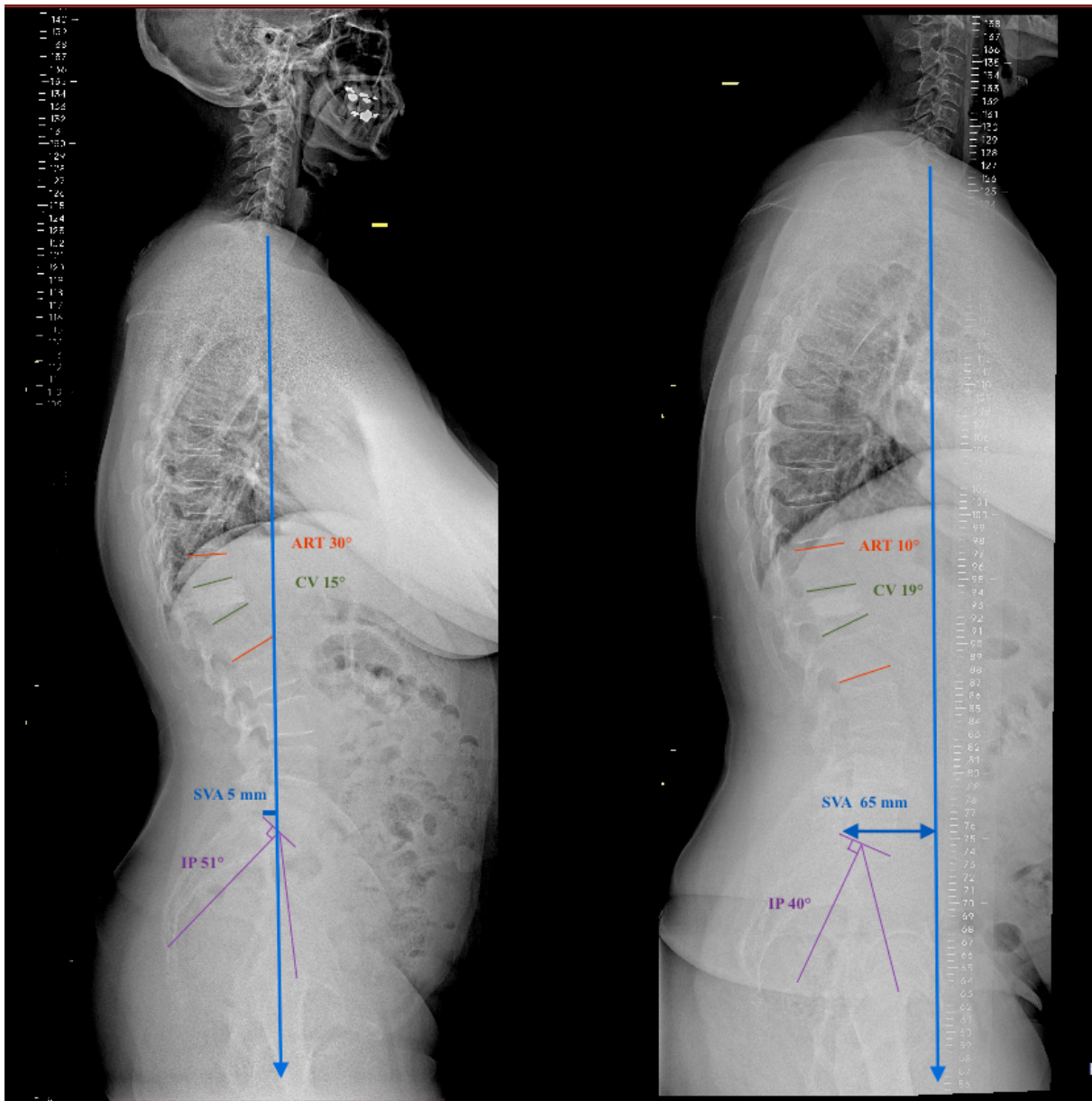


Figure 1: Téléradiographies de profil au suivi final de 2 patients opérés de fractures de la charnière thoraco lombaire par kyphoplastie avec stent (VBS).

A gauche, patiente avec CV de 15° et ART de 30° (fracture de D12 de type A31). Bonne compensation du déséquilibre loco régional avec incidence pelvienne normale et SVA presque nul (5 mm). Le score ODI final est à 18/100.

A droite, patient avec CV de 19° et ART de 10° (fracture de L1 de type A31). Mauvaise compensation du déséquilibre loco régional avec faible incidence pelvienne. Il existe de plus une séquelle de fracture en D10 avec 13° de CV locale. L'aplomb de C7 se projette en avant des têtes fémorales avec un SVA à 65 mm (patient en situation de déséquilibre sagittal antérieur). Le score d'ODI final est à 40/100.

V. CONCLUSION

A travers cette étude rétrospective portant sur le traitement des fractures thoraco lombaires non neurologiques du sujet jeune, nous avons montré que l'apport des techniques mini invasives amenait de très bons résultats au long cours, en terme de la préservation de la capacité fonctionnelle et de possibilité de reprise du travail.

La chirurgie des fractures thoraco lombaires par voie percutanée (augmentation vertébrale associée ou non d'une ostéosynthèse) apporte d'excellents résultats fonctionnels, y compris à long terme, comme le témoignent les scores d'ODI retrouvés dans notre étude, avec un suivi minimum de 5 ans. Les patients opérés reprennent leur activité professionnelle dans presque 90 % des cas, chiffre bien supérieur à ceux opérés de façon conventionnelle d'après la littérature. Même un patient ayant un travail "physique" reprend majoritairement son travail dans d'excellentes conditions.

Un patient présentant une fracture A1 ou A31 selon Magerl (sans signes neurologiques) peut préférentiellement bénéficier d'une augmentation vertébrale (vertébroplastie, kyphoplastie avec ou sans stent) avec une reprise d'activité plus précoce, des douleurs finales et une incapacité fonctionnelle presque nulle, par rapport à un traitement conservateur par corset qui présente des complications propres.

Par ailleurs, nous pensons qu'il faut au maximum essayer de limiter les indications d'ostéosynthèses dans les fractures thoraco lombaires en raison à la fois de douleur mais aussi d'incapacité fonctionnelle finale plus importante, en comparaison avec le traitement par augmentation vertébrale isolée. Cela bien sûr ne peut pas s'appliquer pour les fractures de type B et C selon Magerl. Dans le cadre de fracture de type A, il apparaît intéressant de réaliser une IRM rachidienne en complément du scanner dans le cas où il existe un doute sur une lésion ligamentaire postérieure qui pourrait (ou pas) décider à réaliser une ostéosynthèse complémentaire.

Enfin, bien qu'il n'y ait pas dans notre étude de relation directe entre un déséquilibre sagittal et l'incapacité fonctionnelle des patients ainsi que leurs douleurs, il apparaît important de bien restaurer la cyphose vertébrale (ainsi que l'ART) lors du traitement chirurgical, a fortiori dans une population à faible incidence pelvienne ($IP < 52^\circ$) car les mécanismes de compensation d'une cyphose post traumatique apparaissent beaucoup plus limités.

Des études comparatives avec un suivi prospectif semblent nécessaires pour affirmer ces présomptions (traitement orthopédique conservateur versus traitement chirurgical par augmentation vertébrale dans le cadre des fractures de type A, traitement chirurgical par ostéosynthèse percutanée versus ostéosynthèse à foyer ouvert).

VI. REFERENCES

- [1] Oliver M, Inaba K, Tang A, Branco BC, Barmparas G, Schnüriger B, et al. The changing epidemiology of spinal trauma: a 13-year review from a Level I trauma centre. *Injury* 2012;43:1296–300. doi:10.1016/j.injury.2012.04.021.
- [2] Liu P, Yao Y, Liu M, Fan W, Chao R, Wang Z, et al. Spinal trauma in mainland China from 2001 to 2007: an epidemiological study based on a nationwide database. *Spine* 2012;37:1310–5. doi:10.1097/BRS.0b013e3182474d8b.
- [3] Wang H, Zhang Y, Xiang Q, Wang X, Li C, Xiong H, et al. Epidemiology of traumatic spinal fractures: experience from medical university-affiliated hospitals in Chongqing, China, 2001-2010. *J Neurosurg Spine* 2012;17:459–68. doi:10.3171/2012.8.SPINE111003.
- [4] Tee JW, Chan CHP, Fitzgerald MCB, Liew SM, Rosenfeld JV. Epidemiological trends of spine trauma: an Australian level 1 trauma centre study. *Glob Spine J* 2013;3:75–84. doi:10.1055/s-0033-1337124.
- [5] Bouyer B, Vassal M, Zairi F, Dhenin A, Grelat M, Dubory A, et al. Surgery in vertebral fracture: epidemiology and functional and radiological results in a prospective series of 518 patients at 1 year's follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2015;101:11–5. doi:10.1016/j.otsr.2014.11.012.
- [6] Reinhold M, Knop C, Beisse R, Audigé L, Kandziora F, Pizanis A, et al. Operative treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of the German Association of Trauma Surgery. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2010;19:1657–76. doi:10.1007/s00586-010-1451-5.
- [7] Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, Melzak J, Michaelis LS, Ungar GH, et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I. *Paraplegia* 1969;7:179–92. doi:10.1038/sc.1969.30.
- [8] Khoeir P, Oh BC, Wang MY. Delayed posttraumatic thoracolumbar spinal deformities: diagnosis and management. *Neurosurgery* 2008;63:117–24. doi:10.1227/01.NEU.0000320385.27734.CB.
- [9] Buchowski JM, Kuhns CA, Bridwell KH, Lenke LG. Surgical management of posttraumatic thoracolumbar kyphosis. *Spine J Off J North Am Spine Soc* 2008;8:666–77. doi:10.1016/j.spinee.2007.03.006.
- [10] Cecchinato R, Berjano P, Damilano M, Lamartina C. Spinal osteotomies to treat post-traumatic thoracolumbar deformity. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthopédie Traumatol*

2014;24 Suppl 1:S31–37. doi:10.1007/s00590-014-1464-6.

[11] Briem D, Behechtnejad A, Ouchmaev A, Morfeld M, Schermelleh-Engel K, Amling M, et al. Pain regulation and health-related quality of life after thoracolumbar fractures of the spine. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2007;16:1925–33. doi:10.1007/s00586-007-0395-x.

[12] McLain RF. Functional outcomes after surgery for spinal fractures: return to work and activity. *Spine* 2004;29:470–477; discussion Z6.

[13] Yang KH, King AI. Mechanism of facet load transmission as a hypothesis for low-back pain. *Spine* 1984;9:557–65.

[14] Barrey C, Jund J, Nosedo O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2007;16:1459–67. doi:10.1007/s00586-006-0294-6.

[15] Lafage V, Schwab F, Skalli W, Hawkinson N, Gagey P-M, Ondra S, et al. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spinopelvic and gravity line parameters. *Spine* 2008;33:1572–8. doi:10.1097/BRS.0b013e31817886a2.

[16] Van Royen BJ, Toussaint HM, Kingma I, Bot SD, Caspers M, Harlaar J, et al. Accuracy of the sagittal vertical axis in a standing lateral radiograph as a measurement of balance in spinal deformities. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 1998;7:408–12.

[17] Vedantam R, Lenke LG, Keeney JA, Bridwell KH. Comparison of standing sagittal spinal alignment in asymptomatic adolescents and adults. *Spine* 1998;23:211–5.

[18] Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine* 2005;30:2024–9.

[19] Le Huec JC, Charosky S, Barrey C, Rigal J, Aunoble S. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2011;20 Suppl 5:699–703. doi:10.1007/s00586-011-1938-8.

[20] Delmas A, Depreux R. [Spinal curves and intervertebral foramina]. *Rev Rhum Mal Ostéo-Articul* 1953;20:25–9.

[21] Pomero, Vincent. Modélisation géométrique et mécanique des muscles du tronc: relation entre musculature, troubles posturaux et surcharges vertébrales, thèse mécanique, ENSAM 2002.

[22] Aydingoz O. Sagittal index in thoraco-lumbar burst fractures. *Injury* 2005;36:353.

doi:10.1016/j.injury.2004.07.053.

- [23] Vaccaro AR, Silber JS. Post-traumatic spinal deformity. *Spine* 2001;26:S111–118.
- [24] Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine* 1982;7:335–42.
- [25] Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 1994;3:184–201.
- [26] Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine* 2013;38:2028–37. doi:10.1097/BRS.0b013e3182a8a381.
- [27] Babu ML, Wani MA. Management of thoraco-lumbar fractures. *Acta Neurochir (Wien)* 1990;102:54–7.
- [28] Allain J. Anterior spine surgery in recent thoracolumbar fractures: An update. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2011;97:541–54. doi:10.1016/j.otsr.2011.06.003.
- [29] McDonnell MF, Glassman SD, Dimar JR, Puno RM, Johnson JR. Perioperative complications of anterior procedures on the spine. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:839–47.
- [30] Faciszewski T, Winter RB, Lonstein JE, Denis F, Johnson L. The surgical and medical perioperative complications of anterior spinal fusion surgery in the thoracic and lumbar spine in adults. A review of 1223 procedures. *Spine* 1995;20:1592–9.
- [31] Rampersaud YR, Annand N, Dekutoski MB. Use of minimally invasive surgical techniques in the management of thoracolumbar trauma: current concepts. *Spine* 2006;31:S96–102; discussion S104. doi:10.1097/01.brs.0000218250.51148.5b.
- [32] Wild MH, Glees M, Plieschnegger C, Wenda K. Five-year follow-up examination after purely minimally invasive posterior stabilization of thoracolumbar fractures: a comparison of minimally invasive percutaneously and conventionally open treated patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007;127:335–43. doi:10.1007/s00402-006-0264-9.
- [33] Fuentes S, Metellus P, Fondop J, Pech-Gourg G, Dufour H, Grisoli F. [Percutaneous pedicle screw fixation and kyphoplasty for management of thoracolumbar burst fractures]. *Neurochirurgie* 2007;53:272–6. doi:10.1016/j.neuchi.2007.04.006.
- [34] Verlaan J-J, Dhert WJA, Verbout AJ, Oner FC. Balloon vertebroplasty in combination with pedicle screw instrumentation: a novel technique to treat thoracic and lumbar burst fractures. *Spine* 2005;30:E73–79.
- [35] Oner FC, Verlaan J-J, Verbout AJ, Dhert WJA. Cement augmentation techniques in

traumatic thoracolumbar spine fractures. *Spine* 2006;31:S89–95; discussion S104.

doi:10.1097/01.brs.0000217950.60516.e6.

[36] Kim D-Y, Lee S-H, Chung SK, Lee H-Y. Comparison of multifidus muscle atrophy and trunk extension muscle strength: percutaneous versus open pedicle screw fixation. *Spine* 2005;30:123–9.

[37] Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. *Neurochirurgie* 1987;33:166–8.

[38] Deramond H, Depriester C, Galibert P, Le Gars D. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am* 1998;36:533–46.

[39] Mermelstein LE, McLain RF, Yerby SA. Reinforcement of thoracolumbar burst fractures with calcium phosphate cement. A biomechanical study. *Spine* 1998;23:664–670; discussion 670–671.

[40] McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine* 1994;19:1741–4.

[41] Court C, Vincent C. Percutaneous fixation of thoracolumbar fractures: current concepts. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2012;98:900–9. doi:10.1016/j.otsr.2012.09.014.

[42] Korovessis P, Repantis T, Petsinis G, Iliopoulos P, Hadjipavlou A. Direct reduction of thoracolumbar burst fractures by means of balloon kyphoplasty with calcium phosphate and stabilization with pedicle-screw instrumentation and fusion. *Spine* 2008;33:E100–108. doi:10.1097/BRS.0b013e3181646b07.

[43] Rotter R, Martin H, Fuerderer S, Gabl M, Roeder C, Heini P, et al. Vertebral body stenting: a new method for vertebral augmentation versus kyphoplasty. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2010;19:916–23. doi:10.1007/s00586-010-1341-x.

[44] Klezl Z, Majeed H, Bommireddy R, John J. Early results after vertebral body stenting for fractures of the anterior column of the thoracolumbar spine. *Injury* 2011;42:1038–42. doi:10.1016/j.injury.2011.04.006.

[45] Thaler M, Lechner R, Nogler M, Gstöttner M, Bach C. Surgical procedure and initial radiographic results of a new augmentation technique for vertebral compression fractures. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2013;22:1608–16. doi:10.1007/s00586-012-2603-6.

[46] Lee J-K, Jang J-W, Kim T-W, Kim T-S, Kim S-H, Moon S-J. Percutaneous short-segment pedicle screw placement without fusion in the treatment of thoracolumbar burst

fractures: is it effective?: comparative study with open short-segment pedicle screw fixation with posterolateral fusion. *Acta Neurochir (Wien)* 2013;155:2305–2312; discussion 2312. doi:10.1007/s00701-013-1859-x.

[47] Vanek P, Bradac O, Konopkova R, de Lacy P, Lacman J, Benes V. Treatment of thoracolumbar trauma by short-segment percutaneous transpedicular screw instrumentation: prospective comparative study with a minimum 2-year follow-up. *J Neurosurg Spine* 2014;20:150–6. doi:10.3171/2013.11.SPINE13479.

[48] Teyssédou S, Saget M, Prébet R, Leclercq N, Vendevre T, Pries P. Evaluation of percutaneous surgery in the treatment of thoracolumbar fractures. Preliminary results of a prospective study on 65 patients. *Orthop Traumatol Surg Res OTSR* 2012;98:39–47. doi:10.1016/j.otsr.2011.08.009.

[49] Cimatti M, Forcato S, Polli F, Miscusi M, Frati A, Raco A. Pure percutaneous pedicle screw fixation without arthrodesis of 32 thoraco-lumbar fractures: clinical and radiological outcome with 36-month follow-up. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2013;22 Suppl 6:S925–932. doi:10.1007/s00586-013-3016-x.

[50] Charles YP, Walter A, Schuller S, Aldakheel D, Steib J-P. Thoracolumbar fracture reduction by percutaneous in situ contouring. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2012;21:2214–21. doi:10.1007/s00586-012-2306-z.

[51] Landi A, Marotta N, Mancarella C, Meluzio MC, Pietrantonio A, Delfini R. Percutaneous short fixation vs conservative treatment: comparative analysis of clinical and radiological outcome for A.3 burst fractures of thoraco-lumbar junction and lumbar spine. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2014;23 Suppl 6:671–6. doi:10.1007/s00586-014-3554-x.

[52] McAnany SJ, Overley SC, Kim JS, Baird EO, Qureshi SA, Anderson PA. Open Versus Minimally Invasive Fixation Techniques for Thoracolumbar Trauma: A Meta-Analysis. *Glob Spine J* 2016;6:186–94. doi:10.1055/s-0035-1554777.

[53] Zairi F, Aboukais R, Marinho P, Allaoui M, Assaker R. Minimally invasive percutaneous stabilization plus balloon kyphoplasty for the treatment of type A thoraco lumbar spine fractures: minimum 4 year's follow-up. *J Neurosurg Sci* 2014;58:169–75.

[54] Chou P-H, Ma H-L, Wang S-T, Liu C-L, Chang M-C, Yu W-K. Fusion may not be a necessary procedure for surgically treated burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spines: a follow-up of at least ten years. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:1724–31. doi:10.2106/JBJS.M.01486.

- [55] Wood KB, Buttermann GR, Phukan R, Harrod CC, Mehbod A, Shannon B, et al. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit: a prospective randomized study with follow-up at sixteen to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97:3–9. doi:10.2106/JBJS.N.00226.
- [56] Dai L-Y, Jiang L-S, Jiang S-D. Conservative treatment of thoracolumbar burst fractures: a long-term follow-up results with special reference to the load sharing classification. *Spine* 2008;33:2536–44. doi:10.1097/BRS.0b013e3181851bc2.
- [57] Maestretti G, Sutter P, Monnard E, Ciarpaglini R, Wahl P, Hoogewoud H, et al. A prospective study of percutaneous balloon kyphoplasty with calcium phosphate cement in traumatic vertebral fractures: 10-year results. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2014;23:1354–60. doi:10.1007/s00586-014-3206-1.
- [58] Verlaan JJ, van Helden WH, Oner FC, Verbout AJ, Dhert WJA. Balloon vertebroplasty with calcium phosphate cement augmentation for direct restoration of traumatic thoracolumbar vertebral fractures. *Spine* 2002;27:543–8.
- [59] Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 1980;66:271–3.
- [60] Denis I, Fortin L. Development of a French-Canadian version of the Oswestry Disability Index: cross-cultural adaptation and validation. *Spine* 2012;37:E439–444. doi:10.1097/BRS.0b013e318233eaf9.
- [61] Vogler D, Paillex R, Norberg M, de Goumoëns P, Cabri J. [Cross-cultural validation of the Oswestry disability index in French]. *Ann Réadaptation Médecine Phys Rev Sci Société Française Rééducation Fonct Réadaptation Médecine Phys* 2008;51:379–85. doi:10.1016/j.annrmp.2008.03.006.
- [62] Burnham RS, Warren SA, Saboe LA, Davis LA, Russell GG, Reid DC. Factors predicting employment 1 year after traumatic spine fracture. *Spine* 1996;21:1066–71.
- [63] Siebenga J, Leferink VJM, Segers MJM, Elzinga MJ, Bakker FC, Haarman HJTM, et al. Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment. *Spine* 2006;31:2881–90. doi:10.1097/01.brs.0000247804.91869.1e.
- [64] Stadhouders A, Buskens E, de Klerk LW, Verhaar JA, Dhert WA, Verbout AJ, et al. Traumatic thoracic and lumbar spinal fractures: operative or nonoperative treatment: comparison of two treatment strategies by means of surgeon equipoise. *Spine* 2008;33:1006–17. doi:10.1097/BRS.0b013e31816c8b32.
- [65] Petit A, Rozenberg S, Fassier JB, Rousseau S, Mairiaux P, Roquelaure Y. Pre-return-

to-work medical consultation for low back pain workers. Good practice recommendations based on systematic review and expert consensus. *Ann Phys Rehabil Med* 2015;58:298–304. doi:10.1016/j.rehab.2015.08.001.

[66] Guigui P, Lassale B, Deburge, A. Fractures et luxations récentes du rachis dorsal et lombaire de l'adulte. EMC Tech Chir Orthopédique-Traumatol 1998.

[67] Maîtrise Orthopédique » Articles » Comment raisonnons-nous en 2009 devant une fracture du rachis thoraco-lombaire et lombaire ? n.d. <http://www.maitrise-orthopedique.com/articles/comment-raisonnons-nous-en-2009-devant-une-fracture-du-rachis-thoraco-lombaire-et-lombaire-617> (accessed August 26, 2016).

[68] Ghanem N, Uhl M, Müller C, Elgeti F, Pache G, Kotter E, et al. MRI and discography in traumatic intervertebral disc lesions. *Eur Radiol* 2006;16:2533–41. doi:10.1007/s00330-006-0310-6.

[69] Maestretti G, Cremer C, Otten P, Jakob RP. Prospective study of standalone balloon kyphoplasty with calcium phosphate cement augmentation in traumatic fractures. *Eur Spine J* 2007;16:601–10. doi:10.1007/s00586-006-0258-x.

[70] Koller H, Acosta F, Hempfing A, Rohrmüller D, Tauber M, Lederer S, et al. Long-term investigation of nonsurgical treatment for thoracolumbar and lumbar burst fractures: an outcome analysis in sight of spinopelvic balance. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2008;17:1073–95. doi:10.1007/s00586-008-0700-3.

[71] Farcy JP, Schwab FJ. Management of flatback and related kyphotic decompensation syndromes. *Spine* 1997;22:2452–7.

[72] Potter BK, Lenke LG, Kuklo TR. Prevention and management of iatrogenic flatback deformity. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A:1793–808.

[73] Schwab F, Ungar B, Blondel B, Buchowski J, Coe J, Deinlein D, et al. Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. *Spine* 2012;37:1077–82. doi:10.1097/BRS.0b013e31823e15e2.

[74] Glassman SD, Berven S, Bridwell K, Horton W, Dimar JR. Correlation of Radiographic Parameters and Clinical Symptoms in Adult Scoliosis. *Spine* 2005;30:682–8. doi:10.1097/01.brs.0000155425.04536.f7.

VII. ANNEXE 1 : Courrier de convocation

Madame, Monsieur,

Vous avez été opéré il y a quelques années d'une (ou de plusieurs) fracture(s) vertébrale(s) au CHU d'Amiens dans le service de Neurochirurgie. Nous souhaiterions vous revoir en consultation pour un contrôle simple dans le cadre du suivi des fractures vertébrales.

Vous trouverez ci joint :

- Un rendez vous pour une consultation avec un neurochirurgien du service.

- Un petit questionnaire à remplir (5 min) concernant vos douleurs au dos actuelles. Il sera à apporter le jour de la consultation.

A noter qu'une radiographie du rachis sera réalisée le même jour, peu avant la consultation.

Si le jour ne vous convient pas ou pour tout renseignement, vous pouvez appeler le secrétariat de Neurochirurgie au numéro suivant : 03 22 08 89 40.

Nous vous remercions par avance pour votre réponse

Cordialement

Le service de Neurochirurgie du CHU d'Amiens

VIII. ANNEXE 2 : Questionnaire d'auto évaluation, traduit de l'anglais (OSWESTRY DISABILITY INDEX)

Questionnaire d'évaluation de votre douleur

NOM PRENOM :

Date de Naissance :

Merci de bien vouloir compléter ce questionnaire. Il est conçu pour nous donner des informations sur la façon dont votre mal au dos a influencé votre capacité à vous débrouiller dans la vie de tous les jours. Veuillez répondre à toutes les sections du questionnaire. Pour chaque section, cochez une seule case, celle qui vous décrit le mieux **actuellement**.

1 Intensité de la douleur

- 0 Je n'ai pas mal actuellement.
- 1 La douleur est très légère actuellement.
- 2 La douleur est modérée actuellement.
- 3 La douleur est plutôt intense actuellement.
- 4 La douleur est très intense actuellement.
- 5 La douleur est la pire que l'on puisse imaginer actuellement.

2 Soins personnels (se laver, s'habiller, ...etc)

- 0 Je peux prendre soin de moi normalement, sans augmenter la douleur.
- 1 Je peux prendre soin de moi normalement, mais c'est très douloureux.
- 2 Cela me fait mal de prendre soin de moi, et je le fait lentement et en faisant attention.
- 3 J'ai besoin d'aide, mais dans l'ensemble je parviens à me débrouiller seul.
- 4 J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de ces gestes quotidiens.
- 5 Je ne m'habille pas, me lave avec difficulté et reste au lit.

3 Manutention de charges

- 0 Je peux soulever des charges lourdes sans augmenter mon mal de dos
- 1 Je peux soulever des charges lourdes mais cela augmente ma douleur

2 La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes à partir du sol mais j'y parviens si la charge est bien placée (par exemple sur une table)

3 La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes mais je peux déplacer des charges légères ou de poids moyen si elles sont correctement placées

4 Je peux seulement soulever des objets très légers

5 Je ne peux soulever ni transporter quoi que ce soit

4 Marche à pied

0 La douleur ne limite absolument pas mes déplacements

1 La douleur m'empêche de marcher plus de 2 km

2 La douleur m'empêche de marcher plus de 1 km

3 La douleur m'empêche de marcher plus de 500 m

4 Je me déplace seulement avec une canne ou des béquilles

5 Je reste au lit la plupart du temps et je me traîne seulement jusqu'au WC

5 Position assise

0 Je peux rester assis sur un siège aussi longtemps que je veux.

1 Je peux rester assis aussi longtemps que je veux mais seulement sur mon siège favori.

2 La douleur m'empêche de rester assis plus d'une heure.

3 La douleur m'empêche de rester assis plus d'1/2 heure.

4 La douleur m'empêche de rester assis plus de 10 minutes.

5 La douleur m'empêche de rester assis.

6 Position debout

0 Je peux rester debout aussi longtemps que je veux sans augmenter la douleur.

1 Je peux rester debout aussi longtemps que je veux mais cela augmente la douleur.

2 La douleur m'empêche de rester debout plus d'une heure.

3 La douleur m'empêche de rester debout plus d'1/2 heure.

4 La douleur m'empêche de rester debout plus de 10 minutes.

5 La douleur m'empêche de rester debout.

7 Sommeil

0 Mon sommeil n'est jamais perturbé par la douleur.

- 1 Mon sommeil est parfois perturbé par la douleur
- 2 A cause de la douleur, je dors moins de 6 heures
- 3 A cause de la douleur, je dors moins de 4 heures
- 4 A cause de la douleur, je dors moins de 2 heures
- 5 La douleur m'empêche complètement de dormir

8 Vie sexuelle

- 0 Ma vie sexuelle n'est pas modifiée et n'augmente pas mon mal de dos
- 1 Ma vie sexuelle n'est pas modifiée, mais elle augmente la douleur
- 2 Ma vie sexuelle est pratiquement normale, mais elle est très douloureuse
- 3 Ma vie sexuelle est fortement limitée par la douleur
- 4 Ma vie sexuelle est presque inexistante à cause de la douleur
- 5 La douleur m'interdit toute vie sexuelle

9 Vie sociale (sport, cinéma, danse, souper entre amis)

- 0 Ma vie sociale est normale et n'a pas d'effet sur la douleur
- 1 Ma vie sociale est normale, mais elle augmente la douleur
- 2 La douleur n'a pas d'effet sur ma vie sociale, sauf pour des activités demandant plus d'énergie (sport par exemple)
- 3 La douleur a réduit ma vie sociale et je ne sors plus autant qu'auparavant
- 4 La douleur a limité ma vie sociale à ce qui se passe chez moi, à la maison
- 5 Je n'ai plus de vie sociale à cause du mal de dos

10 Déplacements (en voiture ou par les transports en commun)

- 0 Je peux me déplacer n'importe où sans effet sur mon mal de dos
- 1 Je peux me déplacer n'importe où, mais cela augmente la douleur
- 2 La douleur est pénible mais je supporte des trajets de plus de 2 heures
- 3 La douleur me limite à des trajets de moins d'une heure
- 4 La douleur me limite aux courts trajets indispensables, de moins de 30 minutes
- 5 La douleur m'empêche de me déplacer, sauf pour aller voir le docteur ou me rendre à l'hôpital

IX. ANNEXE 3 : Serment d'Hippocrate

Version de l'ordre français des médecins adoptée en 1996.

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés. J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque. »