

PLAN

SOMMAIRE

INTRODUCTION-----	13
RAPPEL ANATOMIQUE-----	16
HISTORIQUE -----	34
MATERIEL ET METHODE -----	36
A. Type de l'étude et objectifs : -----	37
B. Critères d'inclusion et d'exclusion :-----	37
C. Recherche Bibliographique : -----	37
D. Paramètres étudiés : -----	37
E. Description de la technique : -----	43
I. Bilan pré-vertébroplastie : -----	43
1. Bilan clinique : -----	43
2. Bilan radiologique : [14]-----	44
3. Bilan d'opérabilité : -----	44
II. Technique et matériels de la vertébroplastie : -----	45
1. Matériels : -----	45
2. Ciments : [15][16][17] -----	46
3. Guidage radiologique-----	48
III. Réalisation du geste -----	49
1. Voies d'abord : -----	49
2. Procédure : -----	50

RESULTATS	56
A. Pré et per-vertébroplastie :	57
I. Données épidémiologiques :	57
1. Sexe ratio :	57
2. Age :	58
3. Antécédents :	58
4. Atteinte tumorale vertébrale :	59
II. Données cliniques :	60
1. Signes d'appels :	60
2. Intensité douloureuse :	61
3. Examen clinique et neurologique :	61
III. Données paracliniques :	62
1. Bilan radiologique :	62
2. Résultats radiologiques :	63
2.1. Niveau d'atteinte :	63
2.2. Type de lésion osseuse :	63
2.3. Sévérité des fractures-tassements :	64
2.4. Score de Kostuik pré-vertébroplastie :	65
3. Bilan d'opérabilité :	66
IV. Traitement :	66
1. Traitement médical :	66
2. Traitement chirurgical :	66
2.1. Type d'anesthésie :	66
2.2. Type d'intervention et voie d'abord :	66
2.3. Traitement chirurgical des lésions associées :	68

2.4. Contrôle radiologique du remplissage et score de Kostuik post-traitement : -----	68
B. Post-vertébroplastie : -----	69
1. Suivi post-opératoire des patients : -----	69
2. Evolution de la douleur : -----	69
3. Evolution neurologique : -----	69
4. Stabilité rachidienne :-----	70
5. Evolution tumorale : -----	70
6. Complications et incidents liées au geste : -----	70
OBSERVATIONS CLINIQUES -----	72
DISCUSSION -----	84
A. Vertébroplastie : Principes généraux :-----	85
I. Mécanisme d'action :-----	85
1. Effet antalgique : -----	85
2. Effet stabilisateur : -----	86
3. Effet antitumoral : -----	86
II. Indications :-----	87
1. Tumeurs bénignes : Hémangiomes vertébraux :-----	87
2. Tumeurs malignes : -----	90
a. Myélomes multiple (MM) : [43]-----	90
b. Tumeurs vertébrales secondaires : -----	93
c. Traitement des tumeurs malignes : -----	95
3. Fractures tassements vertébraux ostéoporotiques : -----	97
III. Contres indications : -----	98
B. Epidémiologie : -----	100

1. Répartition selon le sexe : -----	100
2. Répartition selon l'âge : -----	101
3. Répartition selon le type d'atteinte tumorale vertébrale : -----	102
C. Etude clinique : -----	103
1. Signes d'appels : -----	103
2. Intensité douloureuse : -----	104
3. Examen clinique et neurologique à l'admission : -----	104
D. Paraclinique : -----	105
1. Bilan radiologique : -----	105
1.1. Radiographie standard : -----	105
1.2. Tomodensitométrie : -----	105
1.3. Imagerie par résonance magnétique : -----	106
2. Discussion des résultats radiologiques : -----	107
2.1. Niveau d'atteinte : -----	107
2.2. Type de lésion : -----	108
E. Evaluation de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales :	109
I. Avantages de la vertébroplastie : -----	109
1. Efficacité antalgique rapide : -----	109
2. Stabilisation vertébrale et reprise rapide d'autonomie : -----	111
3. Effet carcinolytique : -----	114
4. Facilité, sécurité et bonne tolérance du geste : -----	115
5. Geste peu coûteux : -----	115
6. Possibilité d'association thérapeutique : -----	115
II. Inconvénients de la vertébroplastie : -----	116
1. Complications et incidents locorégionales : -----	116

1.1. Infection locale :	-----	116
1.2. Fuite du ciment :	-----	116
1.3. Augmentation transitoire de la douleur :	-----	120
1.4. Rupture d'aiguille :	-----	121
2. Complications générales :	-----	121
2.1. Embolie pulmonaire :	-----	121
2.2. Hémorragie :	-----	121
2.3. Complications liées aux matériels et produits de la vertébroplastie :		
	122	
III. Limites de la vertébroplastie :	-----	123
IV. Schéma thérapeutique de la prise en charge des tumeurs vertébrales :		
	125	
CONCLUSION	-----	128
RESUME	-----	130
BIBLIOGRAPHIE	-----	137

Liste des abréviations :

VPP	: Vertébroplastie Percutanée
FTV	: Fracture Tassement Vertébrale
PMMA	: Polymethylmethacrylate
LCR	: Liquide Céphalo Rachidien
SNC	: Système Nerveux Central
HV	: Hémangiome vertébral
MM	: Myélome multiple
MO	: Métastases Osseuses
ATCD	: Antécédents
AEG	: Altération de l'état Général
EVA	: Echelle Visuelle Analogique
TDM	: Tomodensitométrie
IRM	: Imagerie par Résonance Magnétique
TDM-TAP	: Tomodensitométrie Thoraco-Abdomino-Pelvienne
TEP-scan	: Tomographie par Emission de Positons
TP	: Taux de Prothrombine
TCA	: Temps de Céphaline Activée
ECG	: Electrocardiographie
CPA	: Consultation pré-anesthésie
MMA	: Méthacrylate de Méthyle
BPO	: Peroxyde de Benzoyle
N,N-DMPT	: Diméthyle-paratoluidine
HTA	: Hyper Tension Artérielle
FTV	: Fractures Tassements Vertébraux

Liste des Figures :

Figure 1.Colonne vertébrale et ses différentes courbures	17
Figure 2.vue supérieure d'une vertèbre thoracique T6	18
Figure 3.Vue supérieure d'une vertèbre cervicale	20
Figure 4.Vue supérieure d'une vertèbre lombaire L2	21
Figure 5.Les éléments constitutifs d'une articulation intervertébral	23
Figure 6.L'articulation intervertébral et moyens d'union.....	24
Figure 7.Dure-mère et arachnoïde réséquées : vue antérieure de la moelle	26
Figure 8.la moelle épinière et ses racines.....	28
Figure 9.Vue latérale vascularisation artérielle médullaire	30
Figure 10.Distribution artérielle des artères de la moelle spinale.....	30
Figure 11.Drainage veineux médullaire.....	31
Figure 12.Exemple de trocart à vertébroplastie	45
Figure 13.Ciment et matériel de ponction :.....	48
Figure 14.Table de la vertébroplastie équipé d'un amplificateur de brillance	49
Figure 15.Désinfection et mise en place de champs stériles avec marquage cutané des repères osseux	51
Figure 16.Repérage scopique des pédicules.....	52
Figure 17.Introduction des trocarts par voie trans-pédiculaire sous contrôle scopique	53
Figure 18.Injecteur poussoir.....	54
Figure 19.Injection du ciment sous contrôle scopique	54
Figure 20.Contrôle scopique de l'injection intravertébrale du ciment	55
Figure 21.Classement des FTV : Méthode visuelle semi-quantitative de Genant....	64
Figure 22.Division vertébrale d'après Kostuik	65

Figure 23. Coupe scanographique sagittale du rachis : Fracture-tassement du D12 d'origine métastatique	73
Figure 24. Coupe scanographique sagittale du rachis : Fracture-tassement de D12 d'origine métastatique grade 3	74
Figure 25. Coupe axiale passant par D12 montrant une fracture-tassement ostéolytique (Kostuik 4)	75
Figure 26. Radiographie du rachis dorso-lombaire face et profile de contrôle post-vertébroplastie.....	76
Figure 27. Radiographie du rachis dorsal face + profil de contrôle post vertébroplastie et ostéosynthèse	77
Figure 28. Coupes sagittal du rachis lombaire : ostéolyse d'origine métastatique de L1	78
Figure 29. Radiographie du rachis dorsal face + profil de contrôle post vertébroplastie	79
Figure 30. Coupes sagittal du rachis lombaire : ostéolyse de L3 d'origine métastatique.....	80
Figure 31. Coupe transversal passant par L3 montrant une fracture-tassement ostéolytique (Kostuik 4)	81
Figure 32. Radiographie du rachis dorso-lombaire face et profile de contrôle post-vertébroplastie.....	82
Figure 33. Radiographie du rachis lombaire face + profile de contrôle post-vertébroplastie.....	83
Figure 34. Petite fuite au niveau de l'espace épidual à travers le plexus veineux postérieur	117
Figure 35. Fuite discale supérieure et inférieure.....	118
Figure 36. Fuite sur le trajet de ponction	118

Liste des Tableaux :

Tableau 1.Score de FRANKEL [13]	43
Tableau 2.Composants du ciment acrylique et leurs fonctions	47
Tableau 3.Répartition selon les signes d'appels	61
Tableau 4.Répartition des FTV d'origine tumoral selon le sexe dans la littérature .	100
Tableau 5.Fréquence des FTV d'origine tumoral selon l'âge dans la littérature	101
Tableau 6.Répartition des patients selon l'étiologie de l'atteinte tumorale vertébrale dans la littérature.....	102
Tableau 7.Score EVA pré-vertébroplastie dans la littérature	104
Tableau 8.Critères radiologiques de la bénignité et la malignité d'une tumeur vertébrale	106
Tableau 9.Répartition selon le niveau d'atteinte vertébrale dans la littérature.....	107
Tableau 10.Répartition selon l'aspect radiologique des lésions dans la littérature	108
Tableau 11.EVA pré et post-vertébroplastie dans la littérature	110
Tableau 12.Score de SINS [75]	112
Tableau 13.Rapport efficacité-complications de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales : Revue de la littérature	113

Liste des Graphiques :

Graphique 1.Répartition selon le sexe.....	57
Graphique 2.Répartition des cas selon la tranche d'âge.....	58
Graphique 3.Répartition des patients selon les antécédents pathologiques.....	59
Graphique 4.Etiologie de l'atteinte vertébrale tumorale	59
Graphique 5.Origine des primitifs dans les cas des métastases vertébrales	60
Graphique 6.Répartition selon le bilan radiologique	62
Graphique 7.Répartition selon le niveau d'atteinte	63
Graphique 8.Répartition selon la sévérité des fractures-tassements	65
Graphique 9.Répartition des cas selon le type d'intervention.....	67
Graphique 10.Répartition des cas selon la voie d'abord	67
Graphique 11.Score de Kostuik post-vertébroplastie.....	68
Graphique 12. Répartition des patients selon les complications liées au geste....	71
Graphique 13.Répartition selon la lésion tumorale primitive dans la littérature.	103

INTRODUCTION

Les lésions vertébrales tumorales sont une pathologie fréquemment rencontrée en pratique courante, elles représentent la première cause des compressions médullaires d'origine tumorales, dont les étiologies sont dominées par : l'hémangiome, le myélome et les métastases vertébrales. Ces dernières sont de loin les tumeurs malignes les plus fréquentes. Les tumeurs primitives représentent 15% à 25% de l'ensemble des tumeurs vertébrales.

La symptomatologie clinique est variable mais reste dominée par la douleur rachidienne ou radiculaire, associée ou non à des signes de compression médullaire.

L'efficacité de la vertébroplastie sur la douleur et l'instabilité rachidienne secondaire aux lésions vertébrales tumorales a déjà été prouvée à de multiples reprises dans la littérature.

Cette technique a été inventé en 1984 en France par le professeur Deramond Hervé, neuroradiologue, et le professeur Galibert Pierre, neurochirurgien, pour le traitement d'un hémangiome cervical agressif. La technique consiste en l'injection percutanée de ciment acrylique [polyméthacrylate de méthyle (PMMA)] au sein d'un corps vertébral pathologique, sous guidage radiologique [1].

C'est un geste mini-invasif pratiquée communément sous anesthésie locale ou générale selon l'état du patient et le nombre de niveaux à traiter [2].

Les indications de la vertébroplastie percutanée, sur le plan historique, ont été d'abord limités aux angiomes vertébraux symptomatiques, les indications se sont ensuite élargies aux lésions métastatiques lytiques, et aux lésions ostéoporotiques fracturaire [3].

Ce traitement doit être considéré comme l'un des traitements locaux de choix des métastases vertébrales [4]. Il permet de manière efficace le soulagement de la douleur et la stabilisation du rachis permettant une reprise rapide de la marche, de façon mini-invasive, rapide, bien tolérée et en toute sécurité [5].

Notre travail est une étude rétrospective et descriptive dont le but est de rapporter l'expérience du service de neurochirurgie à l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès dans la prise en charge des fractures tassements vertébraux tumorales primitive et secondaire par vertébroplastie en termes de faisabilité, efficacité et sécurité. Ainsi l'évaluation de l'effet de cette technique à court et à long terme sur la douleur et la stabilité rachidienne.

RAPPEL

ANATOMIQUE

Le rachis est une structure osseuse flexible constituée d'un assemblage de vertèbres de la base du crâne jusqu'au bassin, renforcé par de nombreux muscles qui lui donnent sa rigidité.

Ses deux rôles principaux sont d'une part mécanique avec le maintien de la posture en position assise et érigée, et d'autre part un rôle neurologique de protection de la moelle épinière au sein du canal vertébral.

La colonne vertébrale se compose de 33 vertèbres, sept vertèbres cervicales (de haut en bas de C1 à C7), douze vertèbres thoraciques (T1 à T12), cinq vertèbres lombaires (L1 à L5), cinq vertèbres sacrées soudées entre elles formant le sacrum, et 4 à 6 pièces soudées entre elles formant le coccyx.

Le rachis présente 4 courbures dans le plan sagittal :

- Les courbures cervicale et lombaire : en lordoses
- Les courbures thoracique et sacro-coccygienne : en cyphoses

Dans le plan frontal, le rachis est normalement rectiligne.

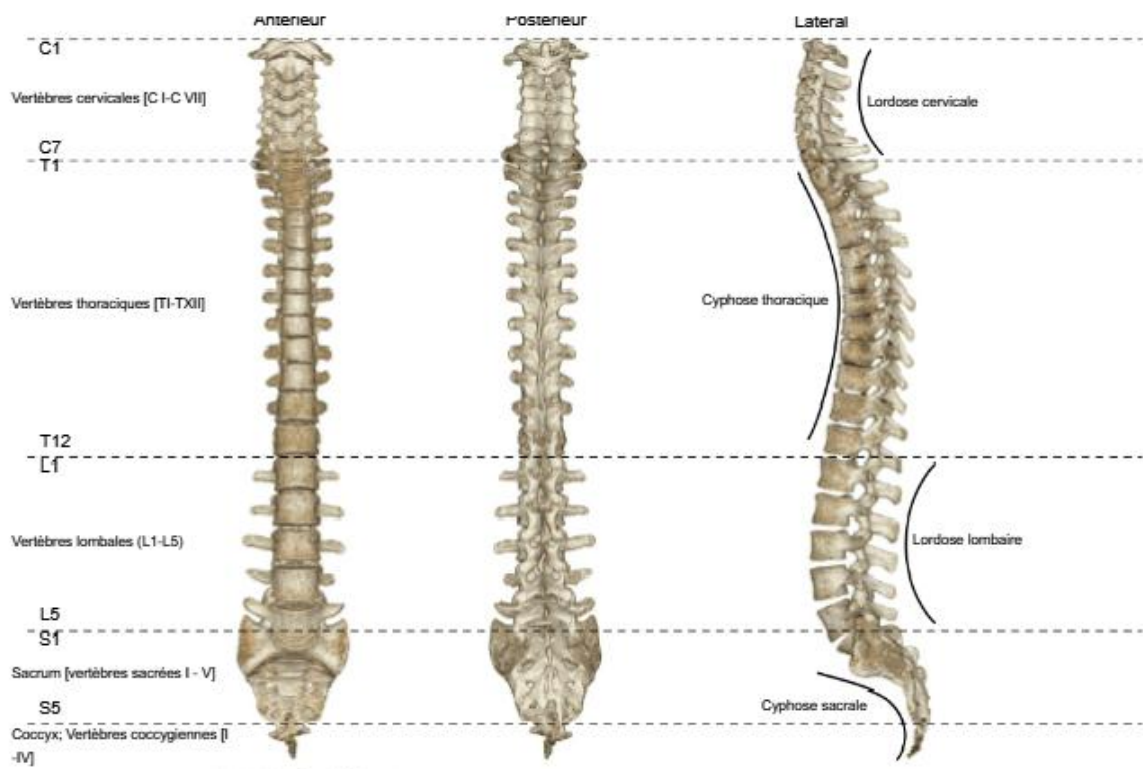


Figure 1. Colonne vertébrale et ses différentes courbures [6]

A. Contenant :

I. Description de la vertèbre type :

Chaque vertèbre à l'exception de la première et deuxième vertèbre cervicale (l'atlas et l'axis) est formée d'un corps vertébral en avant et d'un arc neural en arrière qui circonscrivent le foramen vertébral.

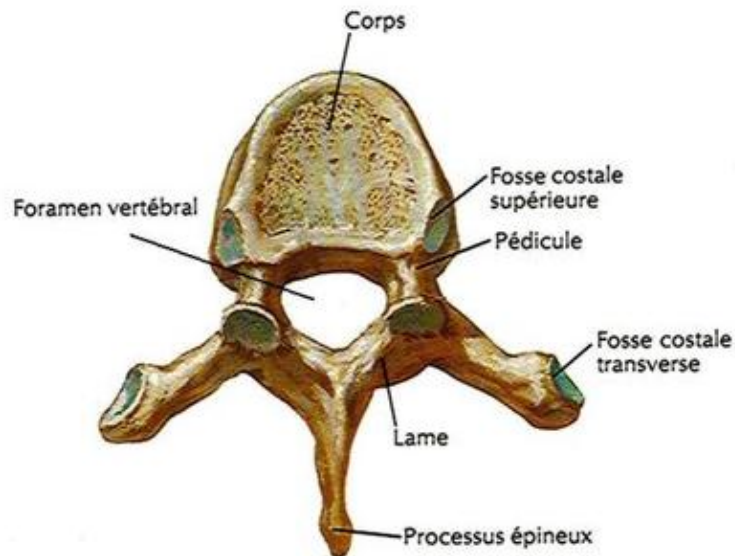


Figure 2.vue supérieure d'une vertèbre thoracique T6 [6]

1. Le corps vertébral :

Occupe la partie antérieure de la vertèbre il est de forme cylindrique, c'est un élément statique de la vertèbre. Son épaisseur croit de manière caudale. Sa face antérieure est concave en avant, sa face postérieure est plane.

2. L'arc neural :

De situation dorsale, c'est un élément dynamique de la vertèbre. Se détache de la face postérieure du corps. Il délimite, avec le corps, le foramen vertébral, qui contient la moelle spinale entourée de ses méninges. L'arc neural est formé latéralement et de chaque côté par un massif apophysaire lié au corps par les

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
pédicules vertébraux, et les lames vertébrales en arrière. Les 2 lames se réunissent pour former le processus épineux.

- **Les pédicules :**

Ce sont deux tiges osseuses, ils s'insèrent sur la partie postéro-latérale du corps vertébral. Leur bord présente une incisure qui délimite avec les incisures des vertèbres adjacentes le foramen intervertébral où passe les vaisseaux et les nerfs spinaux.

- **Les lames :**

Sont deux lames osseuses de forme rectangulaire qui prolongent les pédicules au niveau de la naissance des processus transverses et forment la paroi postéro-latérale du foramen vertébral

En arrière, à l'union des deux lames vertébrales s'implante l'apophyse épineuse.

- **Le massif apophysaire :**

Il comprend trois apophyses de chaque côté :

- L'apophyse transverse : se détache de chaque côté de la vertèbre à la jonction des pédicules et des lames, et se dirige obliquement en arrière et latéralement, c'est la zone d'insertion des muscles extenseurs et fléchisseurs du rachis.

- Les apophyses articulaires supérieure et inférieure : à l'union des pédicules et lames, d'orientation verticale, jouent un rôle dans la stabilisation du rachis. Chaque apophyse articulaire supérieure s'articule avec l'apophyse articulaire inférieure de la vertèbre sus-jacente.

3. Le foramen vertébral :

Compris entre la face postérieure du corps vertébral en avant et le processus épineux en arrière et latéralement par l'arc neural, il est large et triangulaire dans les

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
régions cervicale et lombaire, et quasiment circulaire au niveau thoracique. Il forme avec les foramens sus et sous-jacents le canal rachidien.

II. Les particularités anatomiques :

Il existe des caractéristiques anatomiques propres à chaque étage vertébral.

1. L'étage cervical :

Les vertèbres cervicales de C3 à C7 sont caractérisées par une petite taille, avec des pédicules plus courts et orientés latéralement, implantés sur la partie postérieure des faces latérales des corps vertébraux. A l'exception du C7, les racines des processus transverses délimitent le foramen transverse où passe l'artère vertébrale.

Les 1ère et 2ème vertèbres cervicales sont très particulières :

➤ La première vertèbre cervicale ou Atlas : se caractérise par l'absence de corps vertébral. Il est formé d'un anneau avec 2 masses latérales réunies par deux arcs osseux, antérieurs et postérieurs.

➤ La deuxième vertèbre cervicale ou Axis : possède une apophyse volumineuse : apophyse odontoïde qui se détache de la face supérieure du corps vertébral pour s'articuler avec la face postérieure de l'arc antérieur de l'Atlas.

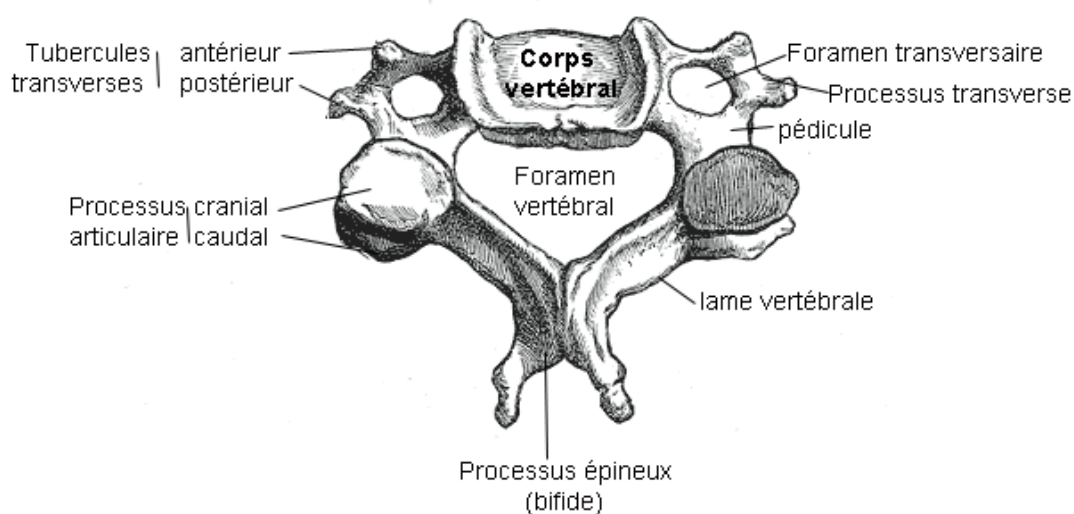


Figure 3. Vue supérieure d'une vertèbre cervicale

2. L'étage thoracique :

Au nombre de douze, elles s'articulent avec l'arc postérieur des côtes par l'intermédiaire des facettes costales (supérieure et inférieure) situées sur la face postéro-latérale du corps vertébrale et sur le processus transverse.

Les pédicules s'insèrent sur la face postérieure du corps vertébral et sont orientés dans un axe sagittal.

3. L'étage lombaire [7]

Au nombre de cinq et sont les plus volumineuses. Les corps vertébraux sont d'aspect réniforme et de grande taille. L'apophyse épineuse est courte, rectangulaire et dirigée horizontalement en arrière.

Le processus transverse est plus long, qui ressemble à une côte et présente un tubercule nommé le processus accessoire.

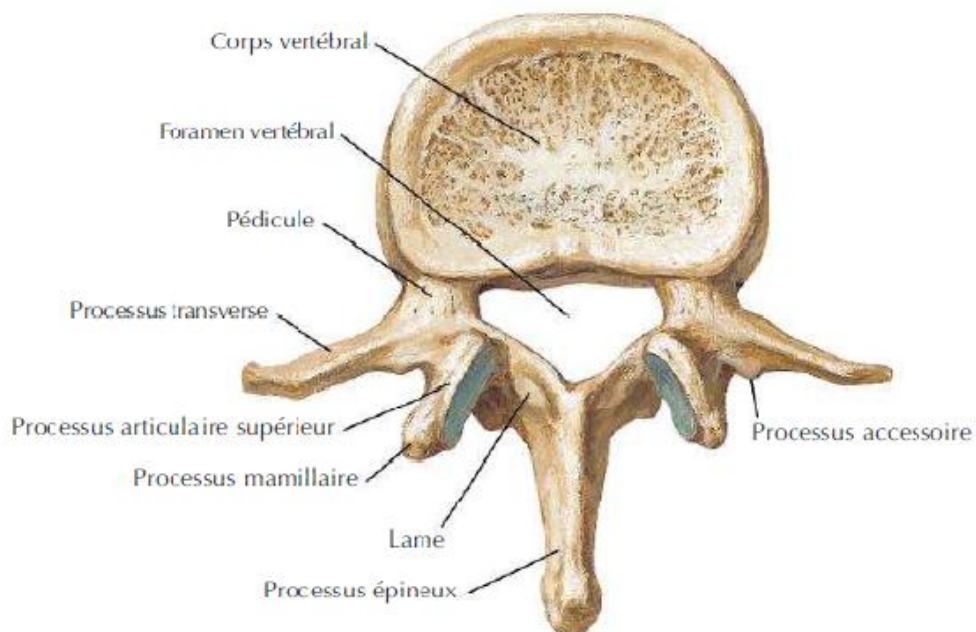


Figure 4. Vue supérieure d'une vertèbre lombaire L2 [7]

4. Le sacrum :

Le sacrum est constitué par la fusion de 5 vertèbres. Il est de forme triangulaire courbé sur lui-même et oblique, situé à la partie inférieure de la colonne vertébrale, il constitue avec le coccyx la partie postérieure de la cavité pelvienne, sa partie supérieure ou base s'articule avec la dernière vertèbre lombaire, son apex avec le coccyx.

5. Coccyx :

De forme triangulaire à sommet inférieur formée par la fusion de quatre à cinq vertèbres atrophiées. Dans chacun des trois premières vertèbres coccygiennes on distingue la présence des processus articulaire et transverse.

III. Articulations intervertébrales :

1. Les articulations des corps vertébraux :

a. Surfaces articulaires :

Chaque corps vertébral présente un plateau supérieur et inférieur, sur lesquels on peut décrire une partie centrale spongieuse recouverte de cartilage et un rebord périphérique compact.

Chaque vertèbre est séparée de celle qui la précède et de celle qui la succède par un disque intervertébral, situé sur le plateau vertébral. Chaque disque est composé de deux structures. Le noyau au centre, qui joue un rôle de protection pour les vertèbres, il amortit les chocs. Il est capable de reprendre sa forme initiale suite à une déformation due à une charge excessive. Ainsi, son apparence évolue au cours de la journée. Il s'aplatit sous l'effet de la gravité, puis reprend sa forme initiale en position de décubitus prolongé. La substance du noyau est gélatineuse, d'où le nom de nucleus pulposus. La seconde structure est un anneau fibro-cartilagineux qui assure la stabilité du rachis, l'annulus fibrosus.

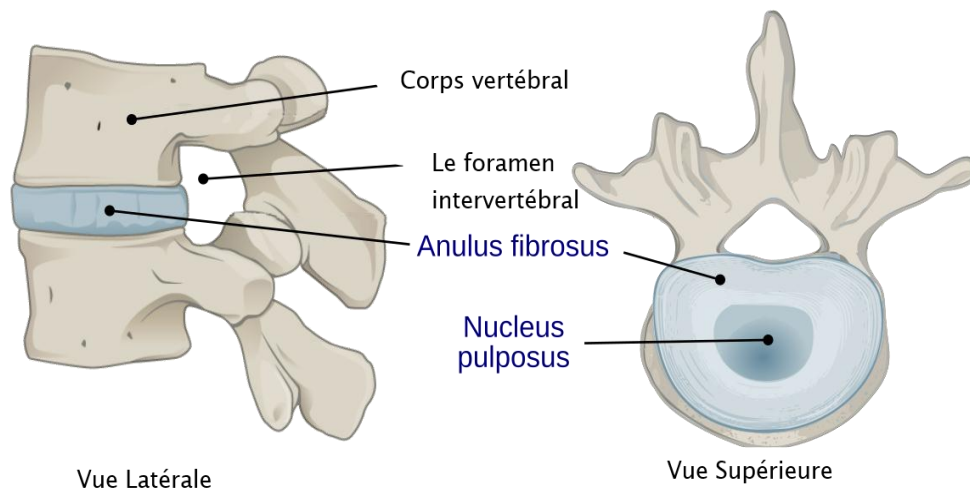


Figure 5. Les éléments constitutifs d'une articulation intervertébrale

b. Moyens d'union :

Le ligament longitudinal antérieur : est une longue bande fibreuse tendue de l'os occipital jusqu'au sacrum. Il chemine sur toute la hauteur du rachis dans la face antérieure des corps vertébraux et des disques intervertébraux.

Le ligament longitudinal postérieur : tendu de C2 au coccyx, chemine dans le canal vertébral à la face postérieure des corps vertébraux. Il présente une portion médiane étroite et des expansions latérales qui s'insèrent à la face postérieure des disques et à la partie adjacente des corps vertébraux.

2. Les articulations de l'arc postérieur :

Les processus articulaires supérieurs et inférieurs sont unis par une capsule et de petits renforcements ligamentaires. Ils constituent les articulations zygapophysaires.

Les lames vertébrales sont unies entre elles par les ligaments jaunes, qui s'étend de la face antérieure de la lame sus-jacente au bord supérieur de la lame sous-jacente. Ces ligaments sont de coloration jaunâtre, ils limitent la flexion.

Les apophyses épineuses sont unies par deux ligaments : Le ligament interépineux, tendu entre le bord inférieur et le bord supérieur de deux processus adjacents. Et le ligament supra-épineux, tendu entre l'apex de chaque processus épineux, de la vertèbre cervicale C7 à la crête sacrale.

Les processus transverses sont unis par des ligaments intertransversaires.

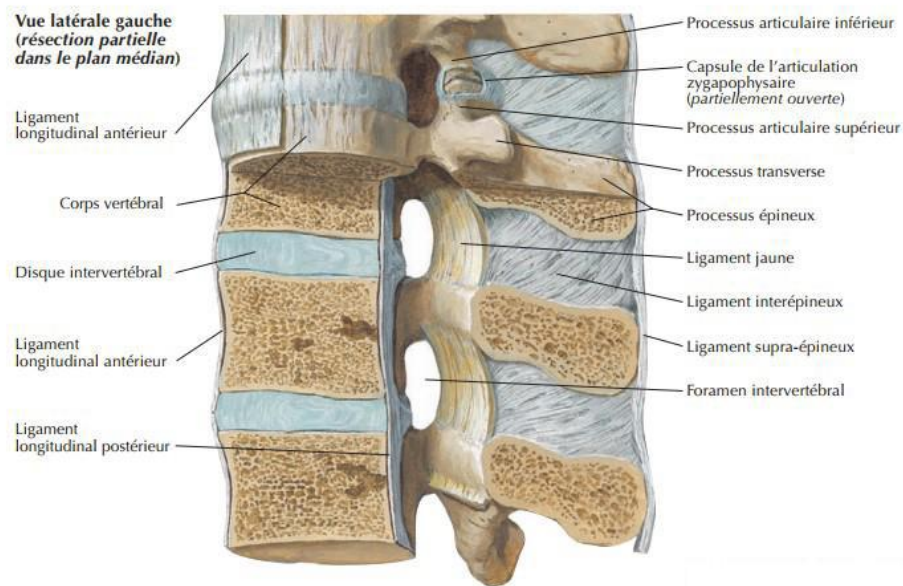


Figure 6.L'articulation intervertébral et moyens d'union [6]

B. Contenu :

I. La moelle épinière :

La moelle épinière correspond à la partie du système nerveux central qui se prolonge en dessous du tronc cérébral localisé dans le canal vertébral. Elle constitue un lieu de transit de l'information nerveuse entre l'encéphale et les effecteurs périphériques.

La moelle est un long cordon cylindrique, d'une longueur de 40 à 45 cm, Elle s'étend de la première vertèbre cervicale C1 à la deuxième vertèbre lombaire L2.

Constituée d'un canal central entouré de la substance grise, elle-même cernée par la substance blanche :

- Canal central : virtuel, peut se remplir de liquide en pathologies.
- Substance grise : formée de péricaryons de neurofibres amyélinisées. Sur une coupe transversale, forme d'un H, avec deux colonnes antérieures et deux postérieures, unies par une colonne intermédiaire. Dans chaque segment, les colonnes forment les cornes antérieures, postérieures et latérales.
- Substance blanche : formée de neurofibres myélinisées regroupées en faisceaux ascendants sensitifs et descendants motrices. Divisée en cordons antérieurs, latéraux et postérieurs. Les commissures blanches antérieure et postérieure : unissant entre elles les cordons antérieurs et les cordons postérieurs.

La moelle est fixée dans le canal rachidien par des attaches crâniale, latérales et caudale :

- Fixité crâniale : par la continuité de la moelle avec le tronc cérébral au niveau du foramen magnum.
- Fixité latérale : assurée par les méninges spinales d'une part, et par les nerfs rachidiens d'autre part.
- Fixité caudale : La moelle épinière s'arrête en regard du disque intervertébral L1-L2 en formant le cône terminal.

II. Les méninges :

Sont l'enveloppe non osseuse du système nerveux central, de la portion intracrânienne des nerfs crâniens et des racines des nerfs spinaux. Elles assurent un rôle de protection et interviennent dans la sécrétion, la circulation et le renouvellement du liquide céphalo rachidienne LCR.

Les méninges sont formées de trois portions :

➤ La dure-mère : c'est une membrane fibreuse très solide et résistante, qui se fixe sur l'os. Elle s'étend du foramen magnum, jusqu'en S2 où elle se termine en un cul-de-sac. Elle enveloppe la moelle spinale ainsi que les racines des nerfs spinaux.

➤ L'arachnoïde : C'est une fine membrane conjonctive qui adhère à la face interne de la dure-mère et envoie des émanations vers la pie-mère, formant ainsi l'espace subarachnoïdien.

➤ La pie-mère : fine enveloppe liée à la face externe de la moelle. Elle assure une fonction d'interface entre le système vasculaire et le SNC.

L'espace entre la pie mère et l'arachnoïde, appelé espace sous arachnoïdien, est rempli de LCR. Entre la dure mère et les parois du canal rachidien, c'est l'espace péri-dural ou épidual, est rempli par le tissu adipeux et le plexus vasculonerveux intrarachidien.

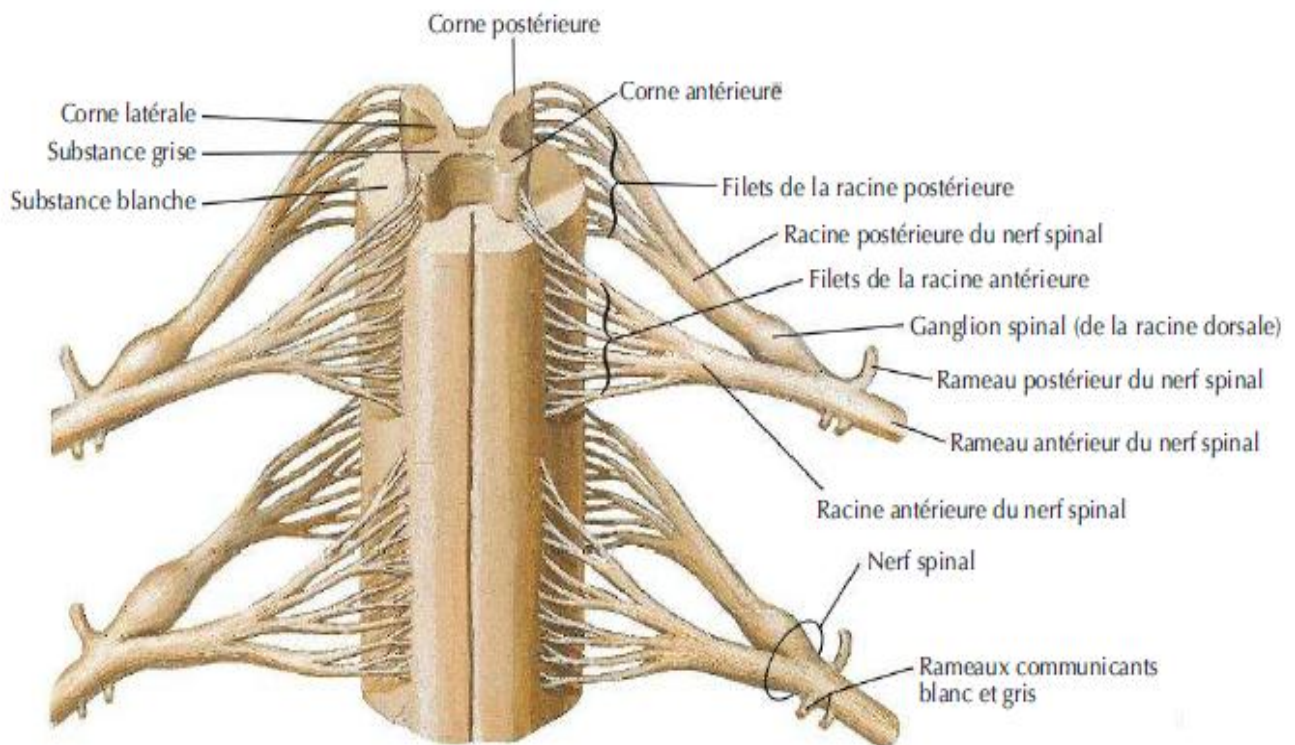


Figure 7. Dure-mère et arachnoïde réséquées : vue antérieure de la moelle [6]

III. Les nerfs rachidiens :

Les nerfs rachidiens appartiennent au système nerveux périphérique. Ce sont des nerfs mixtes, issus de la moelle épinière. Chaque nerf rachidien est issu de la fusion de deux racines : une racine antérieure motrice, et racine postérieure sensitive.

Les nerfs spinaux émergent de la moelle par paires, on en compte 31 paires, avec de chaque côté : 8 nerfs spinaux cervicaux (de C1 à C8), 12 nerfs spinaux thoraciques (T1 à T12), 5 nerfs spinaux lombaires (L1 à L5), 5 nerfs spinaux sacrés (S1 à S5), 1 nerf spinal coccygien (Co). Présentant deux renflements, l'intumescence cervicale (C4 à T1) et lombaire (T10 à L1).

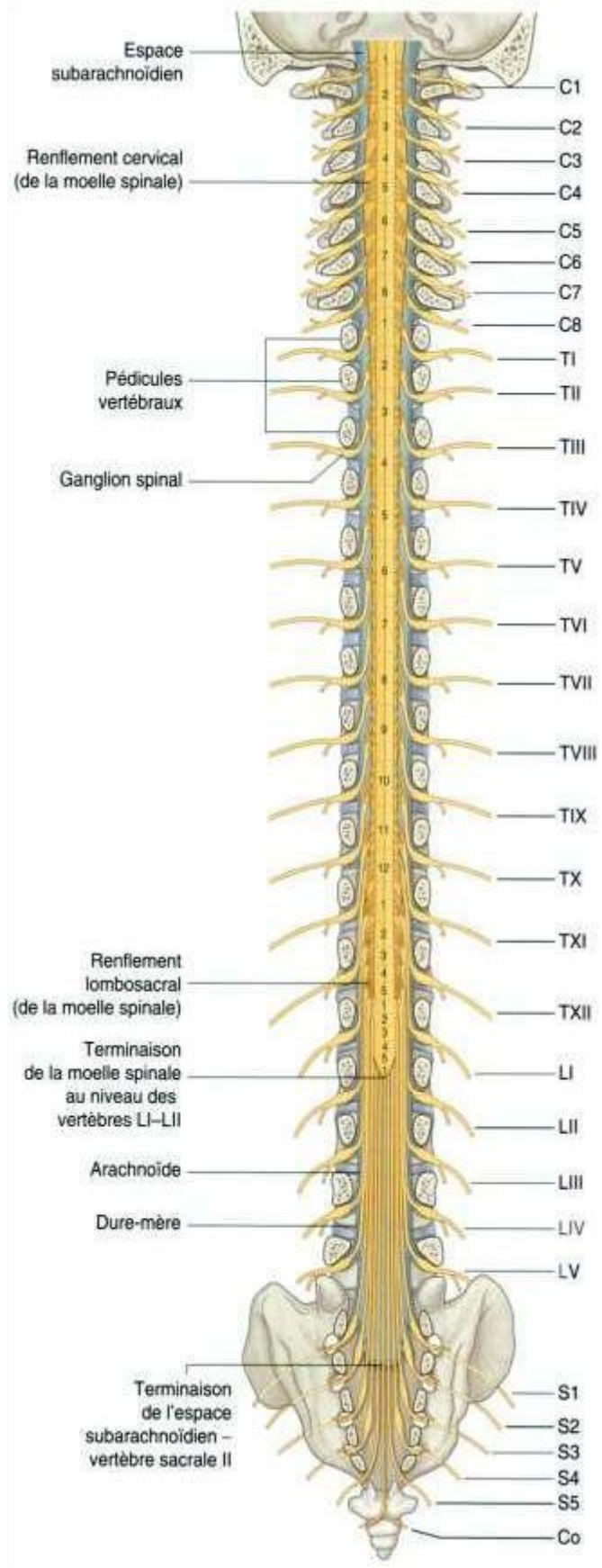


Figure 8. la moelle épinière et ses racines

IV. La vascularisation médullaire :

La vascularisation de la moelle est assurée par un apport artériel et un drainage veineux. Il n'y a pas de drainage lymphatique.

1. Artérielle :

La moelle spinale est irriguée par 02 systèmes artériels, un système superficielle longitudinal formé par les artères spinales antérieure et postérieure et un système transversal formé par les artères radicaire et segmentaire.

a) Artères spinales antérieures :

C'est le résultat de la réunion de deux artères spinales antérieures droite et gauche issues de chaque artère vertébrale homolatérale en regard du bulbe, qui vont fusionner formant une seule artère spinale antérieure qui descend dans le sillon médian antérieur et se termine au niveau du cône médullaire par l'anastomose avec les artères spinales postérieures.

b) Artères spinales postérieures :

Naissent à partir de la face postérieure de l'artère vertébrale, suivent les sillons collatéraux postérieurs droit et gauche de la moelle spinale, elles s'anastomosent avec l'artère spinale antérieure au niveau du cône médullaire.

c) Artères radiculaires antérieures et postérieures :

Ce sont des collatérales des artères vertébrales, intercostales et lombaires. Elles s'anastomosent avec les rameaux latéraux des artères spinales antérieures et postérieures.

d) Artères médullaires segmentaires :

Ce sont de volumineux rameaux, parallèles au système spinal, qui vascularisent en fait la plus grande partie de la moelle. Grêles à l'étage thoracique, elles sont plus particulièrement développées au niveau des renflements médullaires cervico-thoracique et lombo-sacré il s'agit à ce niveau de l'artère d'Adamkiewicz.

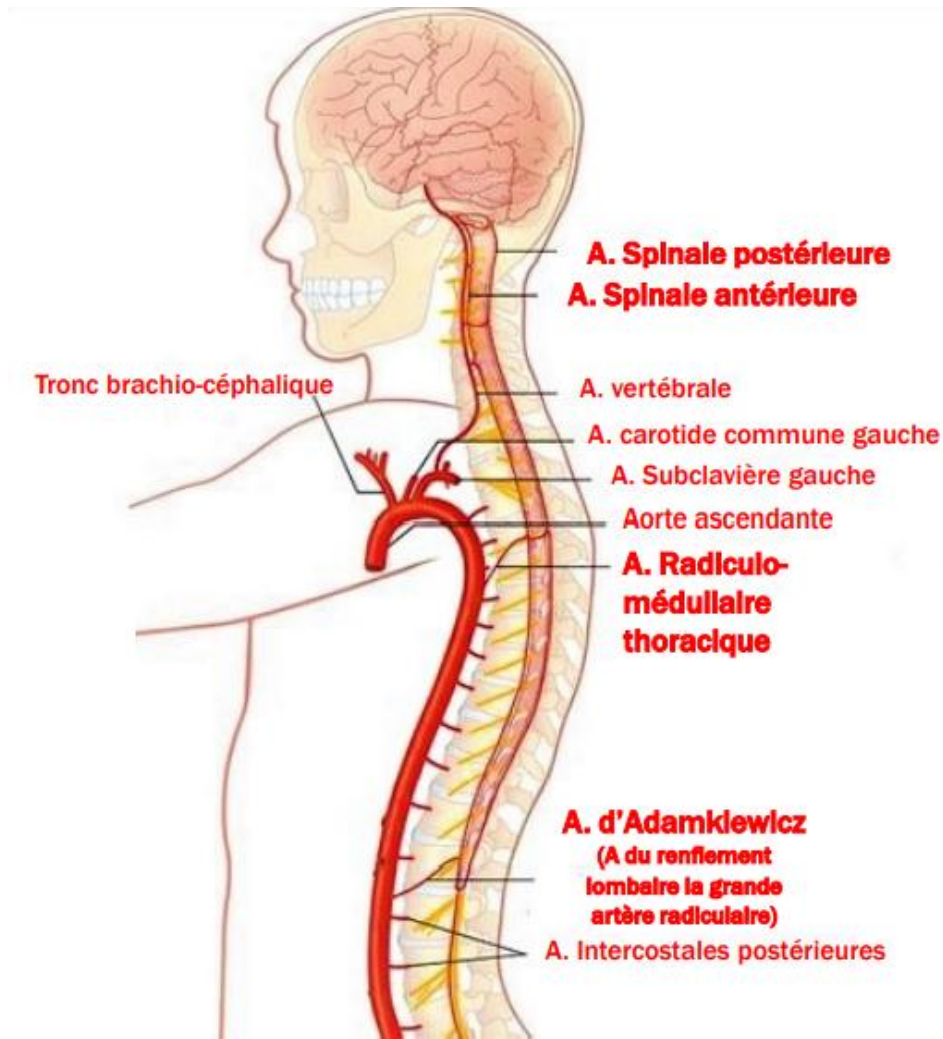


Figure 9. Vue latérale vascularisation artérielle médullaire [6]

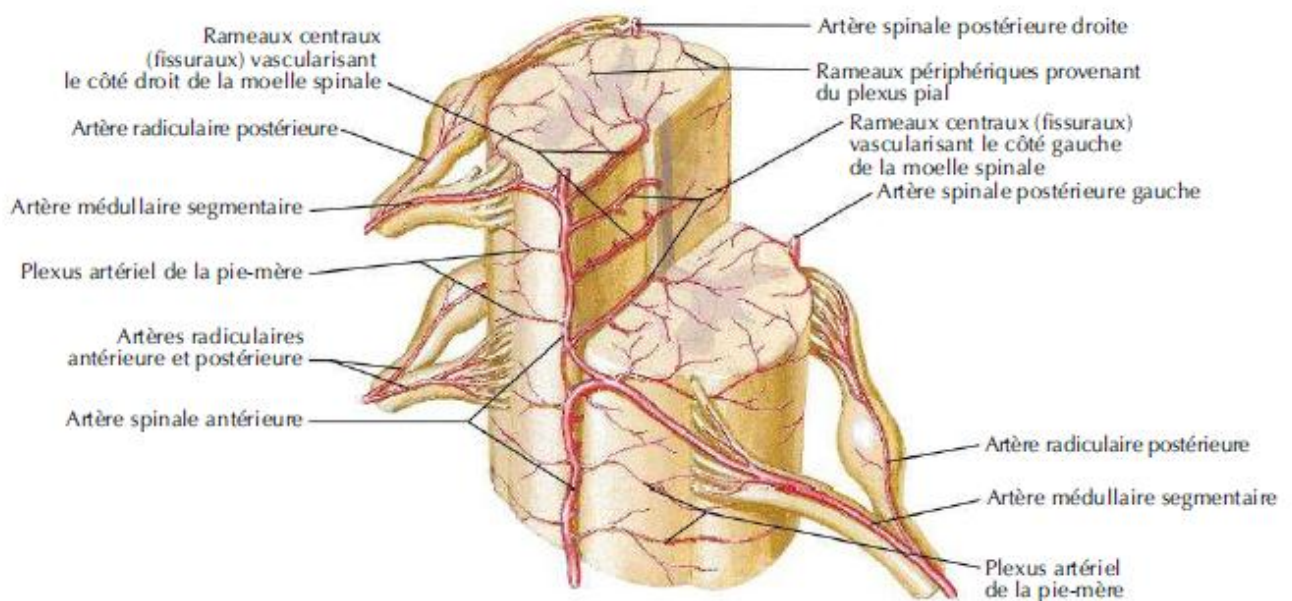


Figure 10. Distribution artérielle des artères de la moelle spinale [6]

2. Veineuse :

Le retour veineux médullaire est assuré par : Des veines spinales (antérieures, postérieures et latérales), et plexus veineux péri-médullaire qui se drainent dans les veines radiculaires puis dans les veines vertébrales au niveau cervical et dans le système azygos aux niveaux thoraciques et lombaires.

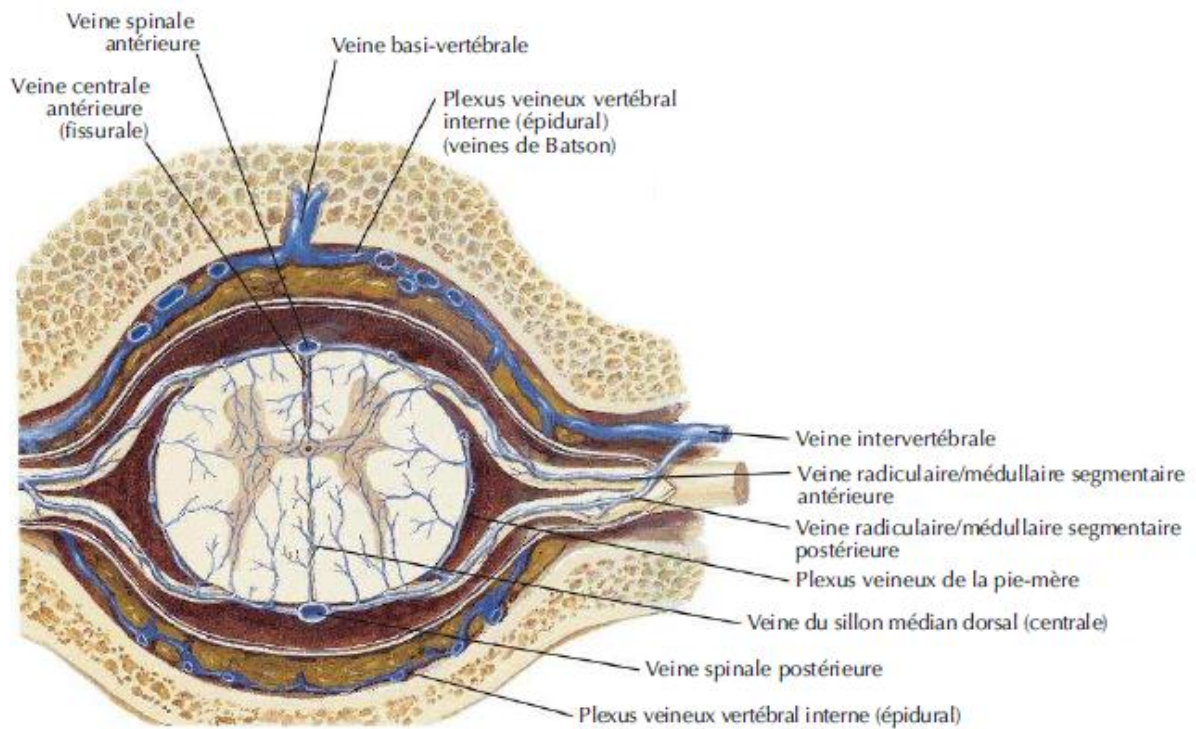


Figure 11. Drainage veineux médullaire

C. Biomécanique du rachis :

Le rachis est un ensemble parmi les plus complexes de l'appareil locomoteur à la fois dans sa structure et dans sa fonction.

C'est un tube déformable à architecture segmentaire formant une chaîne polyarticulée.

Le rachis présente normalement dans le plan sagittal une succession de courbures harmonieuses de sens inverse lordose cervical, cyphose thoracique, lordose lombaire (Figure 1).

Ces courbures se constituent au cours de la croissance et leurs amplitudes varient d'un individu à l'autre. Pour chaque individu, l'équilibre sagittal du rachis est une combinaison compensée aboutissant à une posture économique dite physiologique. Les variabilités sont grandes dans la population pour aboutir à cet équilibre sagittal et de multiples facteurs d'ordre psychologique, social ou historique sont susceptibles de venir interférer.

Il est nécessaire de tenir compte de cette grande variabilité dans l'équilibre sagittal du rachis avant de qualifier telle ou telle courbure de pathologiques.

L'équilibre est dit économique si, au repos ou lors d'un effort habituel, les muscles fournissent un effort minimal pour garder la tête droite, le regard horizontal et le corps proche de la ligne de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation.

Deux circonstances principales entraînent une rupture de cet équilibre économique :

- Lorsque les patients présentent une déformation rachidienne qui conduit à une activité musculaire importante et douloureuse pour garder un équilibre minimal.
- Lorsqu'un déficit musculaire ne permet plus de conserver la stabilité rachidienne.

La pathologie de la colonne vertébrale a un retentissement double sur :

- La statique : par les déformations rachidiennes.
- Le contenu du canal rachidien : moelle épinière et racines.

HISTORIQUE

La vertébroplastie percutanée (VPP) est un geste mini-invasif qui consiste à faire une injection dans un corps vertébral pathologique, fragilisé et douloureux afin d'obtenir une réponse antalgique et de stabiliser les lésions. Le produit injecté est généralement un type de ciment de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) utilisé pour fixer certaines prothèses articulaires à l'os dans la chirurgie orthopédique [3].

Cette technique a été réalisée pour la première fois en 1984 en France par Galibert et Deramond pour objectif de consolider un corps vertébral fragilisé par un angiome vertébral agressif C2. Avec comme résultat un contrôle spectaculaire sur la douleur [8].

Quelques années plus tard, en 1989, les indications de la technique ont été étendu dans la prise en charge des fractures tassements vertébraux d'origine ostéoporotique [9]. Ensuite dans le traitement palliatif des lésions vertébrales tumorales malignes.

Ce n'est qu'en 1997 que la vertébroplastie a été introduit aux Etats-Unis avec l'équipe de neurochirurgie de l'Université de Virginie [10], depuis ce temps la technique est considérée comme l'un des traitements de choix des angiomes vertébraux agressifs, des métastases osseuses et des vertèbres ostéoporotiques.

L'utilisation du ciment de PMMA en chirurgie remonte à 1960 [11], dans la fixation de la prothèse de la hanche dans le diaphysaire fémoral [12]. Ensuite, Le PMMA a été utilisé pour remplir les cavités osseuses ou les prothèses vertébrales dans plusieurs interventions chirurgicales [11].

MATERIEL ET

METHODE

A. Type de l'étude et objectifs :

Notre travail est une étude descriptive et rétrospective, menée sur une période de 3 ans et 10 mois s'étalant de Janvier 2018 à Octobre 2021 au sein du service de neurochirurgie à l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès.

L'objectif de notre travail est l'évaluation de la faisabilité et la sécurité de la vertébroplastie percutanée dans la prise en charge des tumeurs vertébrales bénigne et maligne, ainsi l'évaluation de l'action antalgique, stabilisatrice et antitumorale locale de la technique à court et à long terme.

B. Critères d'inclusion et d'exclusion :

N'ont été retenus pour notre étude que les patients ayant été pris en charge dans notre service pour des lésions vertébrales tumorales et ayant bénéficiés d'une vertébroplastie percutanée associée ou non à d'autres moyens chirurgicaux.

Ont été exclus les patients sans lésions vertébrales tumorales : fracture-tassement ostéoporotique ou d'origine traumatique, d'après la biopsie vertébrale et l'aspect en imagerie.

C. Recherche Bibliographique :

La recherche bibliographique a été effectuée en utilisant la base de données : PubMed, Sciences Direct. Les mots-clés utilisés étaient : vertébroplastie percutanée, ciment acrylique, tumeur osseuse, métastase vertébrale, Myélome multiple, angiome vertébral.

D. Paramètres étudiés :

L'étude des dossiers a été faite selon une fiche d'exploitation pour chaque patient et comprend les informations suivantes :

Fiche d'exploitation : Vertébroplastie

+Pré-vertébroplastie :

Identité :

Nom : Prénom :

Age : ans

Sexe : Homme Femme

Profession :

Origine : Urbaine Rurale

Couverture sociale : Mutualiste RAMED Sans

Date d'entrée : Date de sortie :

Durée d'hospitalisation : Jours

ATCD :

▪ Personnel :

○ Médicaux :

- HTA
- Diabète
- Cardiopathie
- Néphropathie
- Néoplasie connue
- Autres :

○ Chirurgicaux :

▪ Familiaux :

Clinique :

- Mode de révélation :
 - Rachialgie :
 - Impotence fonctionnelle :
 - Compression neurologique :
 - Examen générale :
 - GCS :
 - T° : ...°C
 - Stabilité hémodynamique : TA ... / ... mmHg; FC ... Battements /min
 - Stabilité respiratoire : FR Cycles /min ; SaO2%
 - Douleur : EVA .../10 ; Horaire : Mécanique Inflammatoire
 - Examen Neurologique :
 - Classification de FRANKEL
 - Grade A
 - Grade B
 - Grade C
 - Grade D
 - Grade E
 - Examen Rachidien :
 - Raideur rachidienne
 - Niveau de la raideur : Cervical Dorsal Lombaire
 - Douleur à la pression des épineuses
 - Contracture des muscles paravertébraux
 - Déformation rachidienne Type de déformation
 - Signes d'une compression neurologique
- A préciser

+ Per-vertébroplastie :

- Bilan radiologique :
 - Radiographie standard
 - TDM
 - IRM
 - Ostéodensitométrie

- Résultats radiologiques :
 - Niveau d'atteinte :
 - Cervical
 - Dorsal
 - Charnière dorso-lombaire
 - Lombaire
 - La ou les vertèbre(s) atteinte(s) :
 - Sévérité des fractures-tassements : Evaluée par rapport au pourcentage de perte de hauteur du corps vertébral :
 - Grade 0 (pas de perte) :
 - Grade 1 (moins de 25%) :
 - Grade 2 (25 à 40%) :
 - Grade 3 (plus de 40%) :
 - Score de Kostuik pré-vertébroplastie :
 - Type de lésion osseuse :
Lytique condensante Mixte
 - Diagnostique étiologique radiologique :
Angiome Myélome Métastase
 - Si métastase : Préciser la lésion primitive :
 - Atteinte du mur postérieure

- Atteinte de l'espace épidual
- Compression médullaire
- Envahissement des parties molles paravertébrale

▪ Bilan d'opérabilité :

.....

Traitement :

▪ Traitement médical :

- Antalgique
- AINS
- Anticoagulant
- Autres :

▪ Traitement chirurgicale :

- Anesthésie : Locale Générale
- Voie d'abord :
 - Pédiculaire Postéro-latérale Antéro-latérale
 - Autres
- Traitement chirurgical des lésions associées
- Contrôle scopique (qualité du remplissage) :
 - Satisfaisant Insatisfaisant

▪ Traitement orthopédique

+ Post-vertébroplastie :

▪ Evaluation de La douleur : EVA :

- Court terme : /10
- Long terme : /10

▪ Evaluation neurologique : (Reprise de la marche) :

- Court terme :

- Long terme :
- Stabilisation vertébrale et statique Rachidienne :
- Score de Kostuik post vertébroplastie :
- Evolution tumorale :
- Récidive tumorale Locale
- Complications liées au geste :
 - Fuites de ciment :
 - Intra-canalaire
 - Discale
 - Trajet de ponction
 - Paravertébrale
 - Foraminale
 - Complications secondaires :
 - Accentuation de la douleur
 - Compression secondaire
 - Infection
 - Embolie pulmonaire
 - Echec du traitement
 - Décès

E. Description de la technique :**I. Bilan pré-vertébroplastie :****1. Bilan clinique :**

Age, sexe, antécédents pathologiques, ATCD tumoral, mode de révélation, localisation et type des rachialgies, intensité « EVA », examen général, examen neurologique et établissement du score de FRANKEL (Tableau 1), examen rachidienne et examen somatique complet.

Tableau 1.Score de FRANKEL [13]

Grade	Description	
A	Atteinte neurologique complète	Aucune fonction motrice ou sensorielle conservée en sous-lésionnel
B	Atteinte neurologique incomplète	Paralysie motrice complète, fonction sensorielle conservée en sous-lésionnel
C	Motricité inutilisable	Fonction motrice partiellement conservée en sous-lésionnel avec score moteur ≤ 3
D	Motricité utile	Fonction motrice conservée en sous-lésionnel, score moteur ≥ 3
E	Les fonctions sensorielles et motrices sont normales	

2. Bilan radiologique : [14]

Le Bilan radiologique pré-vertébroplastie comporte :

- Un bilan radiologique standard rachidien face et profil est systématique.

Il localise les lésions, apprécie l'importance du tassement, type ostéolytique ou ostéo-condensante des lésions et cherche une atteinte de l'arc postérieure. Les radios standards doivent, le plus souvent, être complétés par un TDM et une IRM.

- Le scanner permet une étude plus fine des vertèbres pathologique, il trouve un intérêt primordial dans la recherche d'une lyse corticale, que ça soit le mur postérieur ou la corticale externe, et l'extension tumoral vers les structures sous-jacentes, et le type lytique, condensante ou mixte de la lésion tumorale vertébrale. Ainsi, il permet d'évaluer la texture générale des vertèbres, celle-ci permet de repérer les fractures-tassements stables pouvant bénéficier d'une vertébroplastie des fractures-tassements instables qui sont généralement d'indication chirurgicale.

- IRM sur l'ensemble du rachis est très souvent associée au bilan pré-vertébroplastie, permettant de préciser le nombre, étendue, âge et caractère actif des fractures, et chercher d'une manière très sensible l'extension tumorale épidurale.

- D'autres examens peuvent être nécessaire selon la présentation clinique et pathologique du patient : Radiographie thoracique, TDM-TAP, PET-scan, scintigraphie et ostéodensitométrie.

- Le bilan radiologique permet d'obtenir un diagnostic précis, de connaître le nombre de vertèbre à traiter et de planifier les voies d'abord.

3. Bilan d'opérabilité :

Le bilan pré-thérapeutique comporte :

- Une numération de la formule sanguine (NFS).
- Bilan nutritionnel : Ionogramme, protidémie

➤ Bilan de coagulation : taux de prothrombine (TP) et le temps de céphaline activée (TCA).

➤ Bilan rénal : urée et créatinémie

➤ Une électrocardiographie (ECG)

➤ Une consultation préanesthésique (CPA)

II. Technique et matériels de la vertébroplastie :

1. Matériels :

Les trocars utilisés varient selon l'étage rachidienne traité, à l'étage thoracique et lombaire des trocars de 10G sont utilisés, permettant la réalisation, simultanément à la VP, de biopsie osseuse par la mise en place d'un trocart de biopsie de 14G. À l'étage cervical, un trocart de diamètre inférieur peut être utilisé (13-15G). (Figure 12)



Figure 12.Exemple de trocart à vertébroplastie

2. Ciment : [15][16][17]

La préparation du ciment est un des moments clef de la vertébroplastie. C'est un ciment acrylique qui se présente sous forme d'une phase solide et d'une phase liquide.

Dans sa forme solide, il comporte une poudre contenant un polymère, copolymère de méthacrylate de méthyle ou le polyméthylméthacrylate (PMMA) et du peroxyde de benzoyle (BPO) qui est un initiateur de polymérisation.

Dans la forme liquide, il est constitué d'un monomère méthacrylate de méthyle (MMA), un activateur de polymérisation, le diméthyle-paratoluidine (N,N-DMPT), est ajouté afin de contrôler la vitesse de polymérisation. On trouve aussi un inhibiteur de polymérisation, souvent c'est l'hydroquinone, qui permet de limiter la vitesse de polymérisation.

Après le mélange des deux composants, le monomère polymérise et lie les particules de polymère. Les réactions de polymérisation peuvent être divisées en 4 phases : la phase de mélange, la phase de repos, la phase d'injection et la phase de durcissement.

La durée de la polymérisation est déterminée par la composition du ciment, notamment par la proportion de monomère par rapport à celle du polymère, par la température ambiante, ainsi que par le degré d'humidité.

Le ciment acrylique est rendu radio-opaque par l'adjonction d'un produit radio-opacifiant (poudre de tungstène) intégré à la poudre de polyméthylméthacrylate (PMMA).

Tableau 2. Composants du ciment acrylique et leurs fonctions

Solide		Liquide	
Composant	Fonction	Composant	Fonction
PMMA	Réaction de polymérisation	MMA et copolymères	Réaction de polymérisation
PBO	Initiateur de polymérisation	N,N-DMPT	Contrôle la vitesse de polymérisation
Sulfate de Barium Zirconium	Radio-opacifiant	Hydroquinone	Stabilise MMA
Chlorophyle	Colorant	Chlorophyle	Colorant

Sur le marché, il existe une grande variété de produits PMMA qui diffèrent selon l'agent opacifiant utilisé (sulfate de baryum, zirconium, tantalum ou hydroxyapatite), la viscosité (faible, moyenne, élevée), le temps de travail (jusqu'à 20 minutes) et la réaction exothermique (présente ou non). [18][19]

La durée pendant laquelle le ciment peut être injecté de manière adéquate est un point essentiel. C'est le temps d'injection ou de travail, il varie d'un ciment à l'autre et dépend principalement de sa composition. Un temps de travail long est un critère de sécurité pour l'injection, laissant au chirurgien le temps nécessaire pour la réalisation du geste.

Pendant la polymérisation, il se produit une réaction exothermique de degré variable avec l'augmentation de température qui en résulte. Les mesures de la température in vitro à trois endroits clés des corps vertébraux soumis à une vertébroplastie (cortical antérieur, centre et canal rachidien) rapportent une

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
augmentation de la température de plus de 50°C dans le centre de la vertèbre sans, toutefois, une élévation significative dans le canal épidural (la température y est restée inférieure à 41°C) [20].

Le volume du ciment injecté dépend du niveau traité, de l'apparition rapide d'une fuite. En général, au niveau cervicale et dorsale haute 2 à 4 ml sont injectés, et de 5 à 8 ml pour les autres niveaux.



Figure 13. Ciment et matériel de ponction :

(1 Trocars ; 2 Solvant ; 3 Ciment ; 4 le mélangeur ; 5 Injecteur poussoir)

3. Guidage radiologique

À l'heure actuelle, la plupart des auteurs ont abandonné le TDM pour le contrôle du geste. Généralement, le contrôle scopique se fait par l'amplificateur de brillance, Il permet le suivi en temps réel le positionnement du trocart et de contrôler le remplissage vertébral et de limiter les fuites du ciment.

L'intervention doit être effectuée dans une salle d'opération de neurochirurgie ou d'imagerie interventionnelle équipée, permettant un contrôle scopique le long du geste, dans des conditions d'asepsie rigoureuses.



Figure 14. Table de la vertébroplastie équipé d'un amplificateur de brillance

III. Réalisation du geste

1. Voies d'abords :

Différentes voies d'abord sont possibles, le choix dépend de l'étage rachidien à traité :

Ponction par voie trans-pédiculaire à l'étage thoracique ou lombaire, en particulier sous T10 où la taille des pédicules est suffisante, ou intercostovertebrale, moins fréquemment latéro-pédiculaire.

Lors d'un abord trans-pédiculaire, le patient est placé en procubitus, la ponction s'effectue de face. C'est la voie la plus préférable par son faible risque de fuite extra-corporale du ciment. Cependant, cette voie est contre indiquée en cas d'une lésion pédiculaire, ou lors de la présence d'un matériel d'ostéosynthèse.

Au niveau de l'étage cervical, l'abord le plus souvent utilisé est antérolatérale, la ponction se fait sur un patient en décubitus dorsal. Compte tenu des petites vertèbres à ce niveau, une voie unilatérale est souvent suffisante.

2. Procédure :

Prémédication du patient avec administration de paracétamol, tramadol en intraveineux 30 minutes avant l'installation du patient en bloc opératoire. Une antibioprophylaxie est systématique au début du geste.

Installation du patient en procubitus, sauf dans des cas moins fréquents lors de traitement à l'étage cervical haut, mise du patient en décubitus. Une extrême prudence pendant le positionnement du patient est essentielle pour la protection de la peau et des os fragiles.

Le geste est réalisé dans des conditions strictes d'asepsie. La région à traiter est désinfectée de manière chirurgicale, et recouverte d'un champ stérile.

Une fois en position, repérage sous contrôle scopique et scanner des vertèbres pathologiques. L'utilisation d'un stylo de marquage de la peau peut être faite pour marquer les points d'entrée correspondant aux repères osseux.

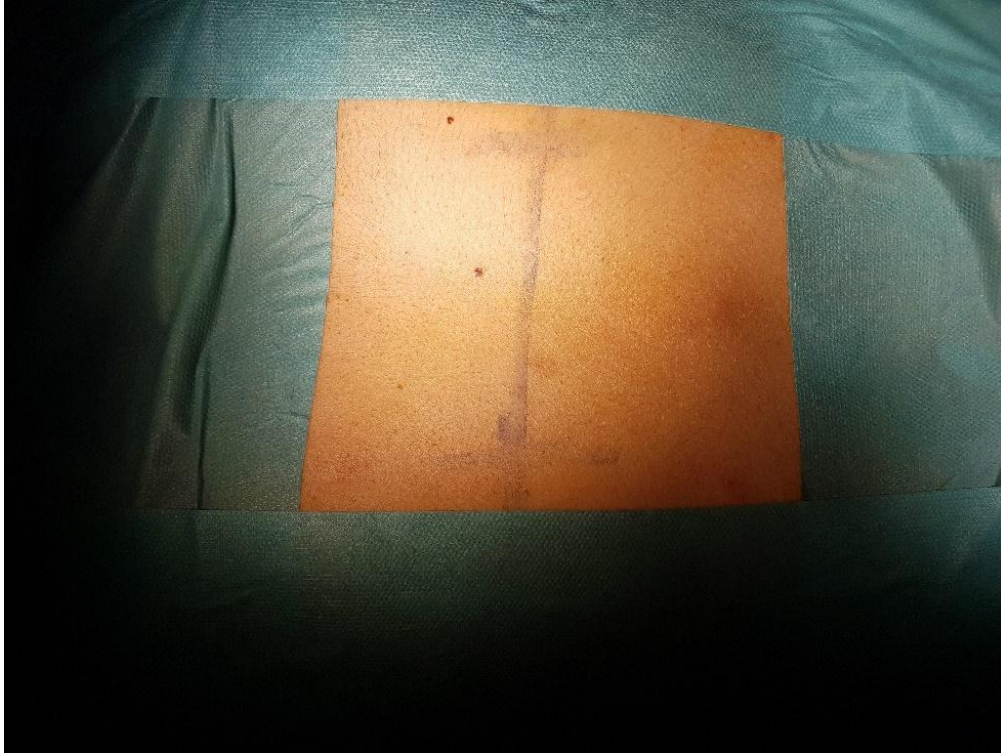


Figure 15. Désinfection et mise en place de champs stériles avec marquage cutané des repères osseux

Anesthésie locale à l'aide d'une aiguille 22G sur la peau jusqu'à le périoste du pédicule à opérer, après avoir identifié le niveau vertébral à traité. L'anesthésiant le plus souvent utilisé est la lidocaïne 2% possédant une puissance anesthésique intermédiaire avec une latence courte et une durée d'action intermédiaire de 90 à 120 min. En outre, une sédation par voie intraveineuse peut être administrée en fonction des besoins de chaque patient.

Choix de la voie d'abord rachidien, dépend principalement de l'étage traité. En dehors des contres indications, la voie trans-pédiculaire est la plus courante.

Incision cutanée au bistouri puis introduction du trocart (Figure 17). La pénétration vertébrale se fait par des mouvements de rotation du trocart et non mouvements d'enfoncement direct. L'avancement du trocart est effectué sous contrôle scopique de face et profil.

Positionnement du trocart au niveau de la partie médiane du corps vertébral, sous contrôle scopique, afin de ne pas dépasser le mur antérieur. L'aiguille à biopsie, est ensuite introduit pour réaliser des prélèvements.

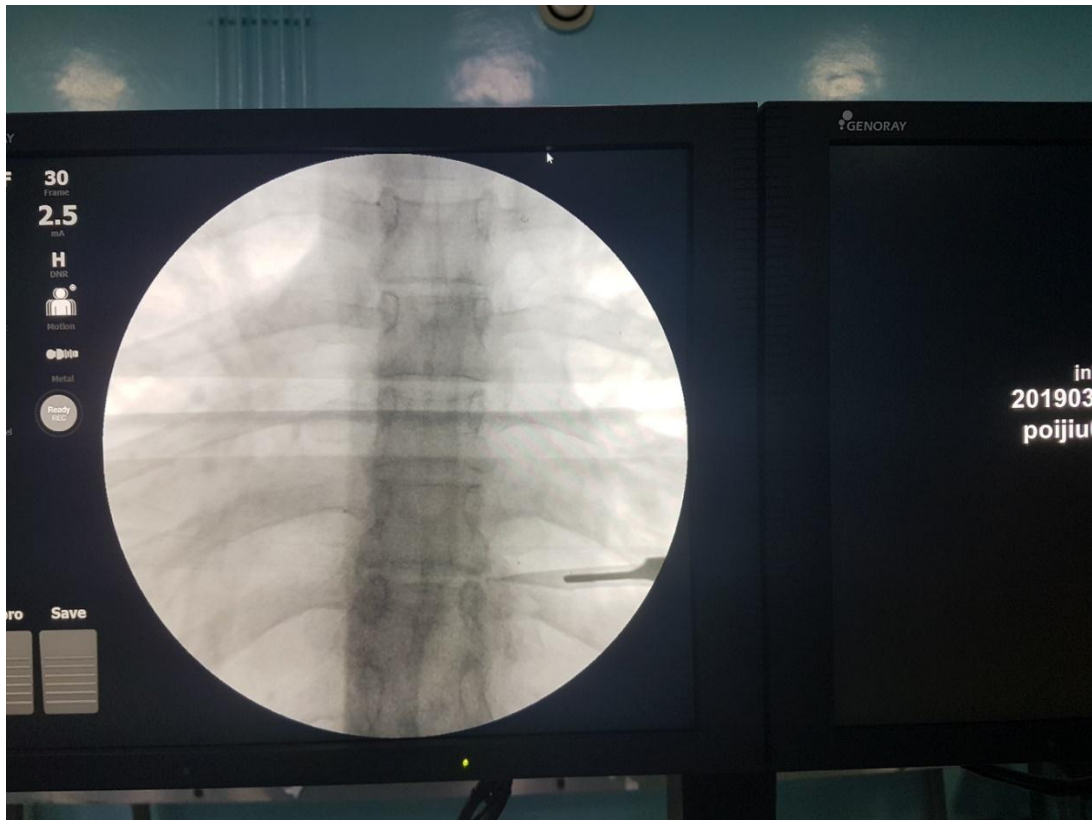


Figure 16. Repérage scopique des pédicules

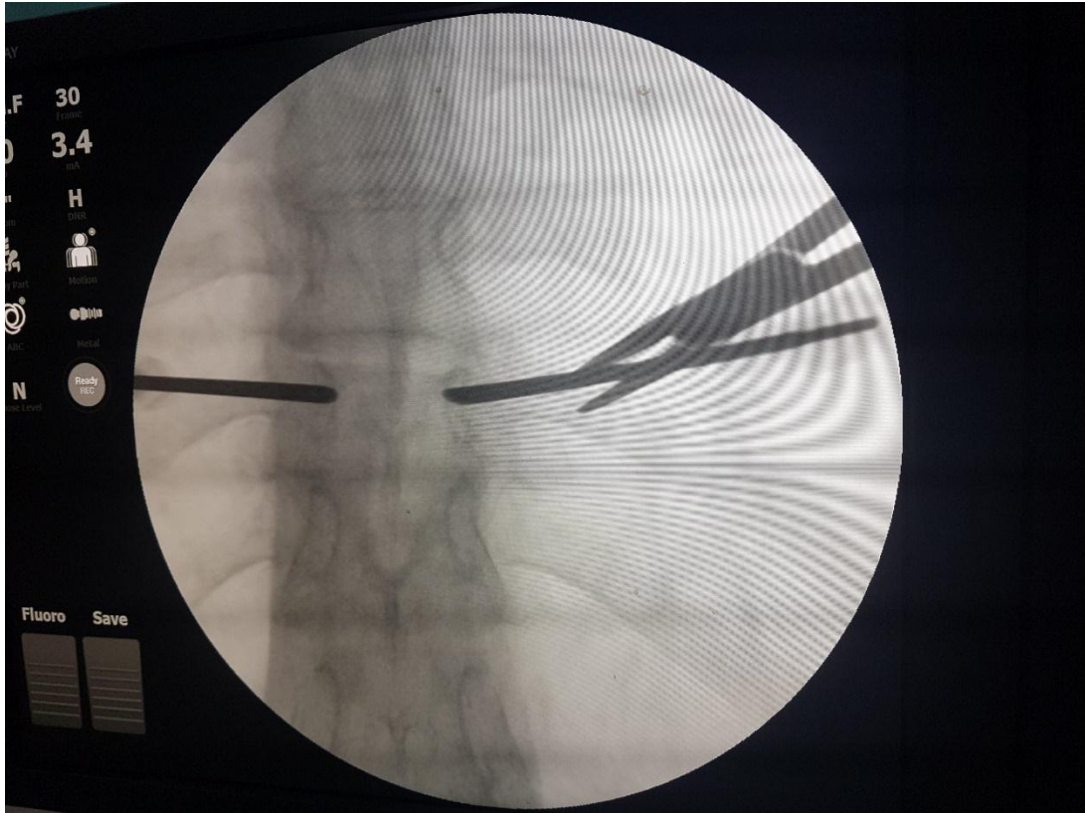


Figure 17.Introduction des trocarts par voie trans-pédiculaire sous contrôle scopique

La préparation du ciment s'effectue en mélangeant la poudre de PMMA avec le solvant. Ce mélange est opacifié par l'addition du tungstène. On injecte le ciment lorsqu'il atteint une viscosité adéquate à l'aide d'un injecteur poussoir. Sous contrôle fluoroscopique permanent, remplissage vertébral par injection de quelques gouttes de ciment acrylique au niveau centrocörperéal tout en évitant les fuites péri-vertébrales (environ 4 à 5 ml sont injectés dans la région thoracique et lombaire et 2 à 4 ml sont injectés dans la région cervicale). En cas d'extravasation du ciment en dehors du corps vertébral, l'injection doit être arrêtée immédiatement, avec modification de la position de l'aiguille.



Figure 18. Injecteur poussoir

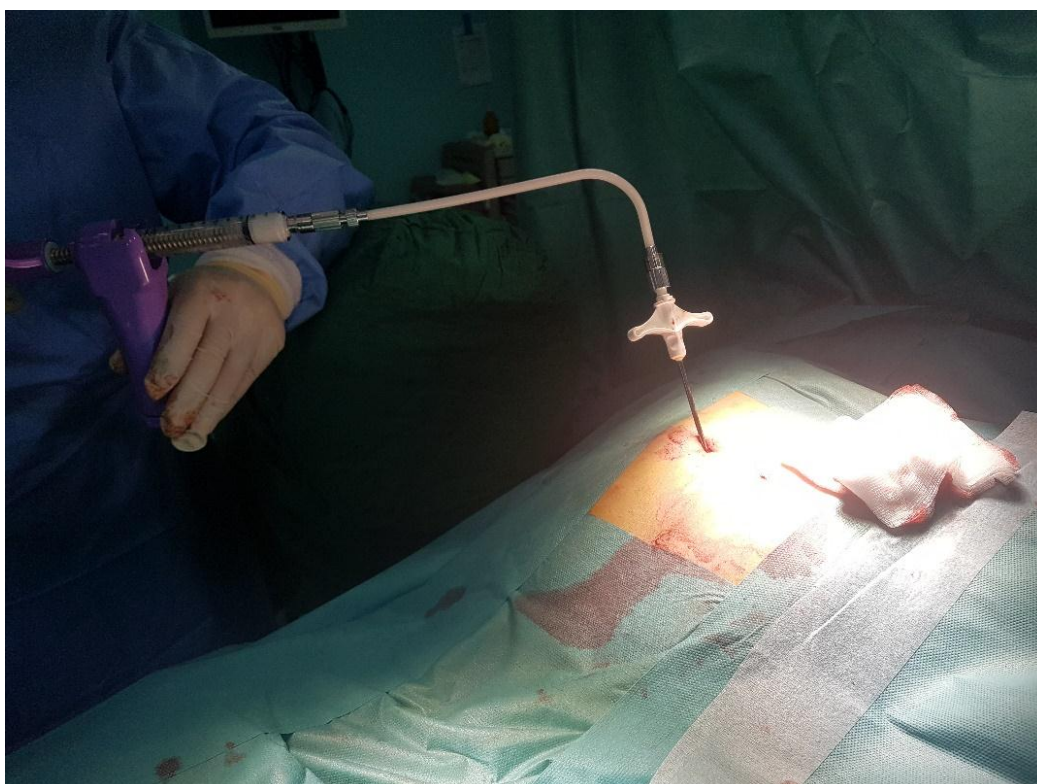


Figure 19. Injection du ciment sous contrôle scopique

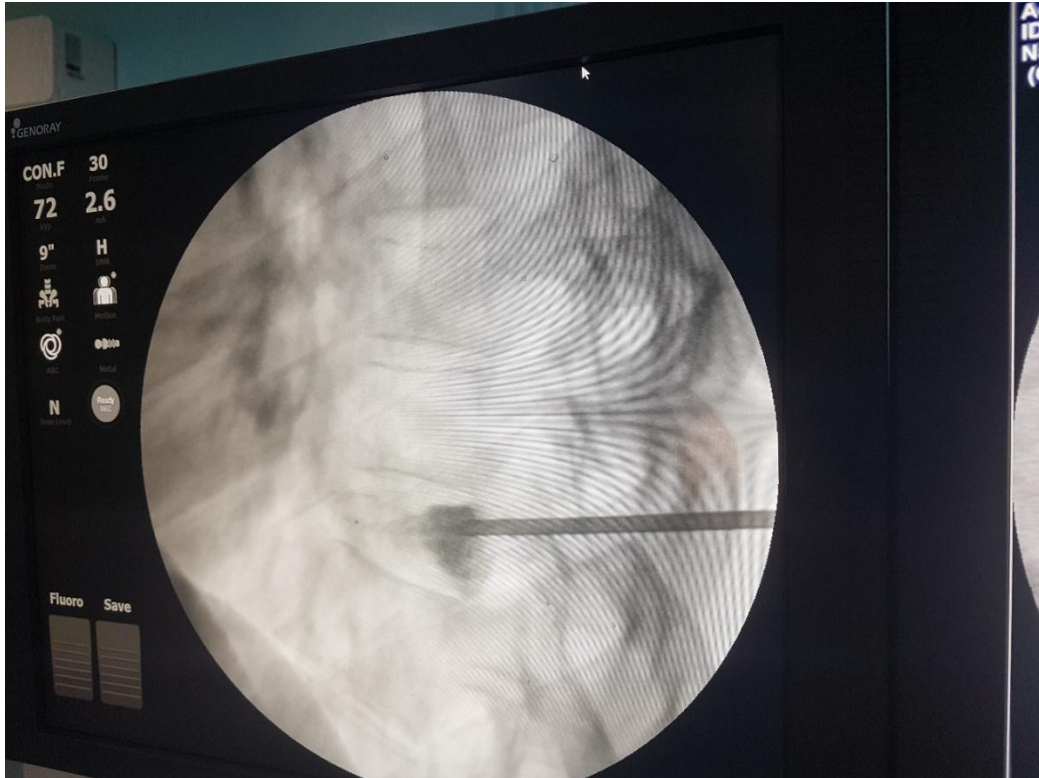


Figure 20. Contrôle scopique de l'injection intravertébrale du ciment

La durée moyenne du geste est d'environ 35–45 minutes. Un scanner de contrôle est effectué systématiquement dans les suites immédiates du geste, centré sur l'étage rachidien traité pour évaluer la qualité du remplissage vertébrale et documenter les éventuelles fuites périvertébrales de ciment.

Le patient ne sera pas autorisé à se mettre en charge dans la première heure qui suit le geste, avec une surveillance en milieu hospitalier jusqu'au lendemain de la procédure.

L'effet analgésique est observé très rapidement, généralement moins de 24 heures, les patients peuvent prendre l'appui le même jour de l'intervention.

La recrudescence des douleurs osseuses dans les suites immédiates de l'injection de ciment secondaire à une réaction inflammatoire locale du corps vertébral au contact du ciment qui dégage de la chaleur en polymérisant. Il est soulagé par des anti-inflammatoires par voie IV [21].

RESULTATS

A. Pré et per-vertébroplastie :

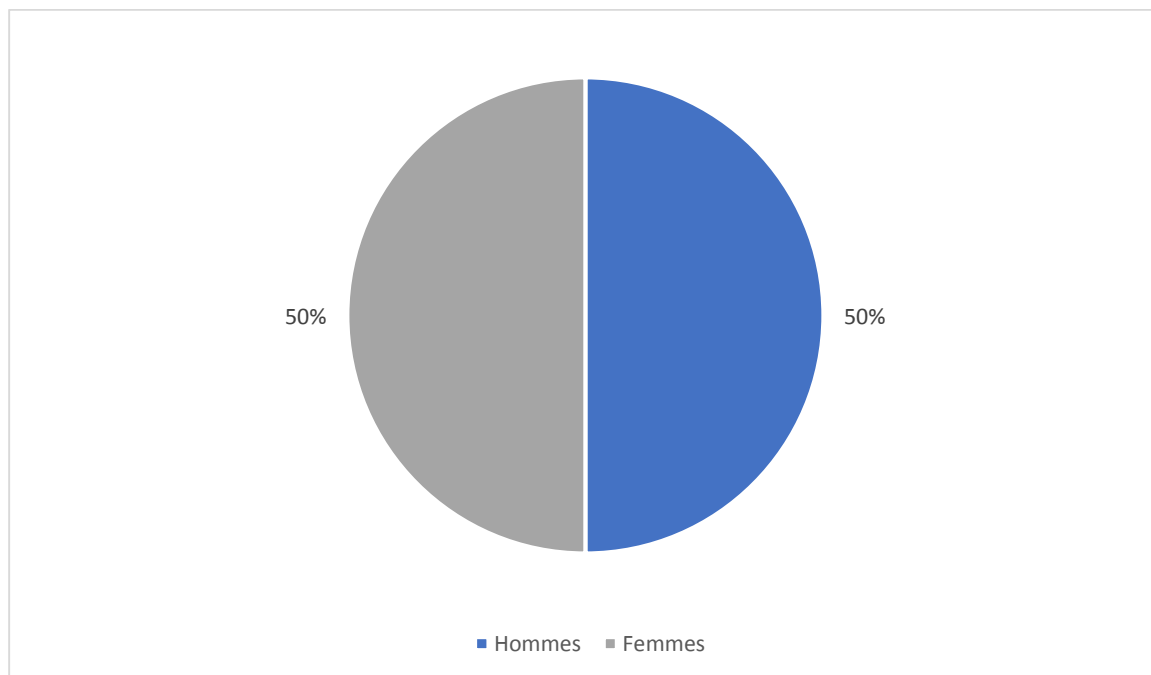
I. Données épidémiologiques :

Du janvier 2018 à Octobre 2021, 29 vertébroplasties ont été réalisées au sein de notre service, dont 23 vertébroplasties dans le cadre des fractures-tassements non tumorales (traumatique, ostéoporotiques...), 6 vertébroplasties chez des patients avec atteinte tumorale vertébrale, associée à un geste d'ostéosynthèse chez 2 patients.

Tous les patients inclus dans notre étude étaient suivis au service d'oncologie pour une pathologie tumorale connue et présentaient une atteinte vertébrale documentée par imagerie (IRM et/ou scanner), avec preuve histologique par biopsie osseuse réalisée au cours du geste de la vertébroplastie.

1. Sexe ratio :

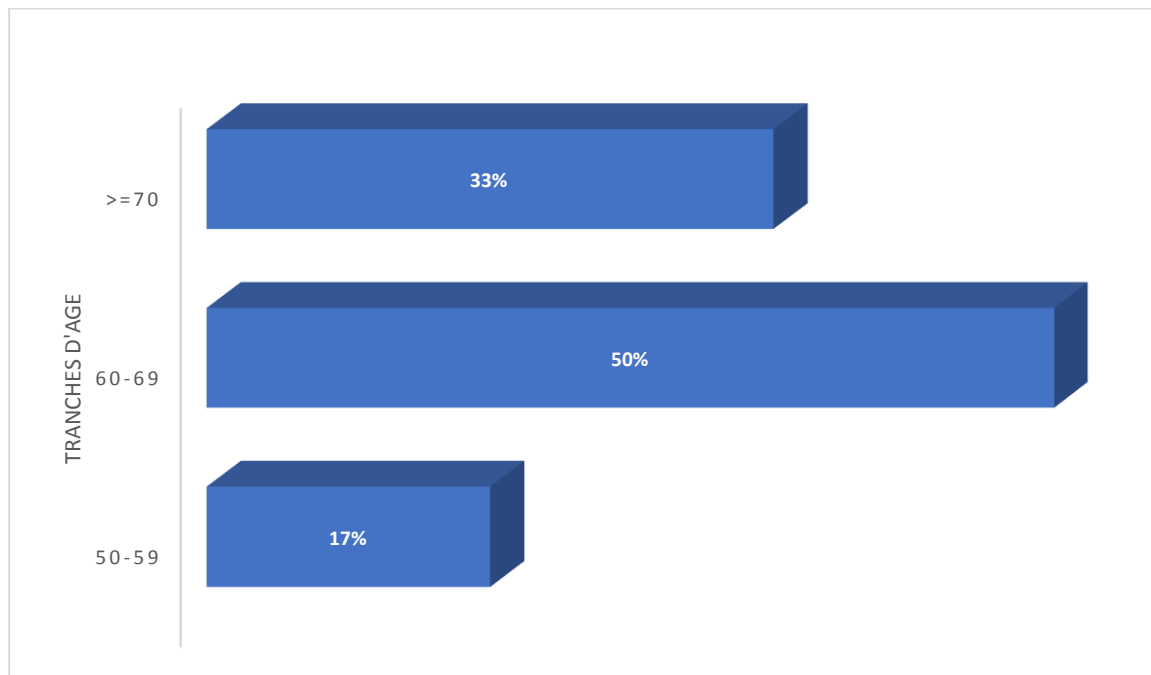
Dans notre série le nombre des femmes est de 3, correspondant à une proportion de 50%, tandis que le nombre des hommes est de 3, soit 50%.



Graphique 1. Répartition selon le sexe

2. Age :

L'âge moyen des patients au moment de l'intervention était de 63,2 ans, avec des extrêmes allant de 53 à 71 ans.

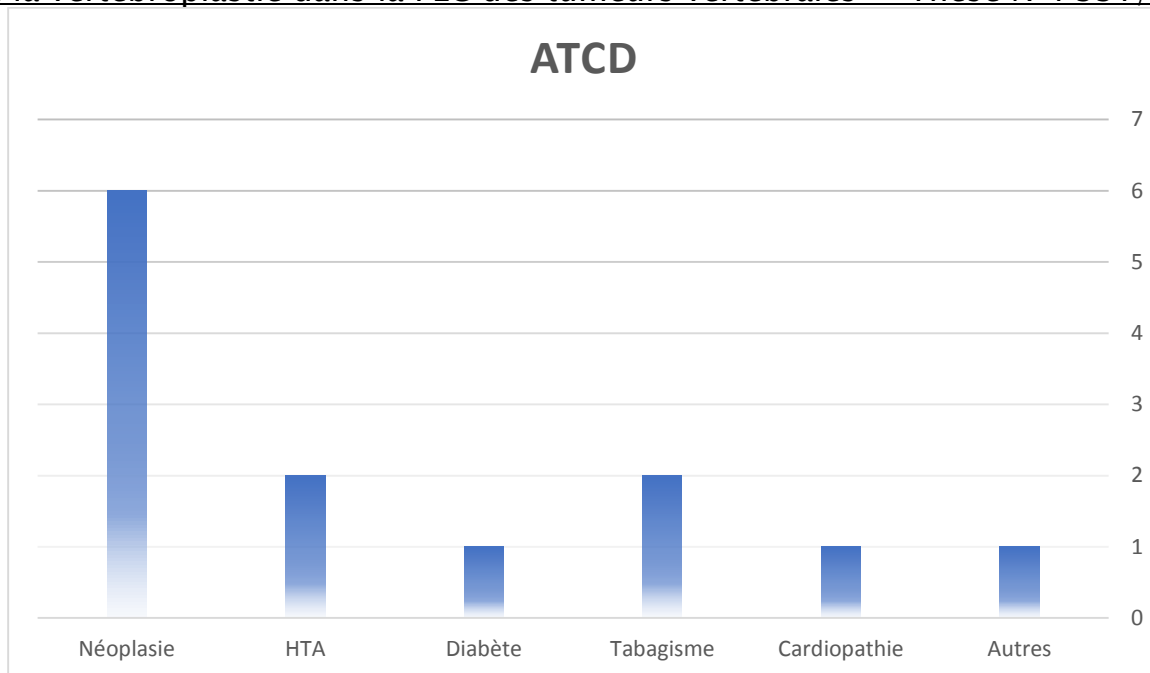


Graphique 2. Répartition des cas selon la tranche d'âge

3. Antécédents :

Tous les patients ont été suivis pour un néoplasie : 2 myélome multiple, sarcome médiastinal, adénocarcinome prostatique, carcinome épidermoïde pulmonaire, néo du sein.

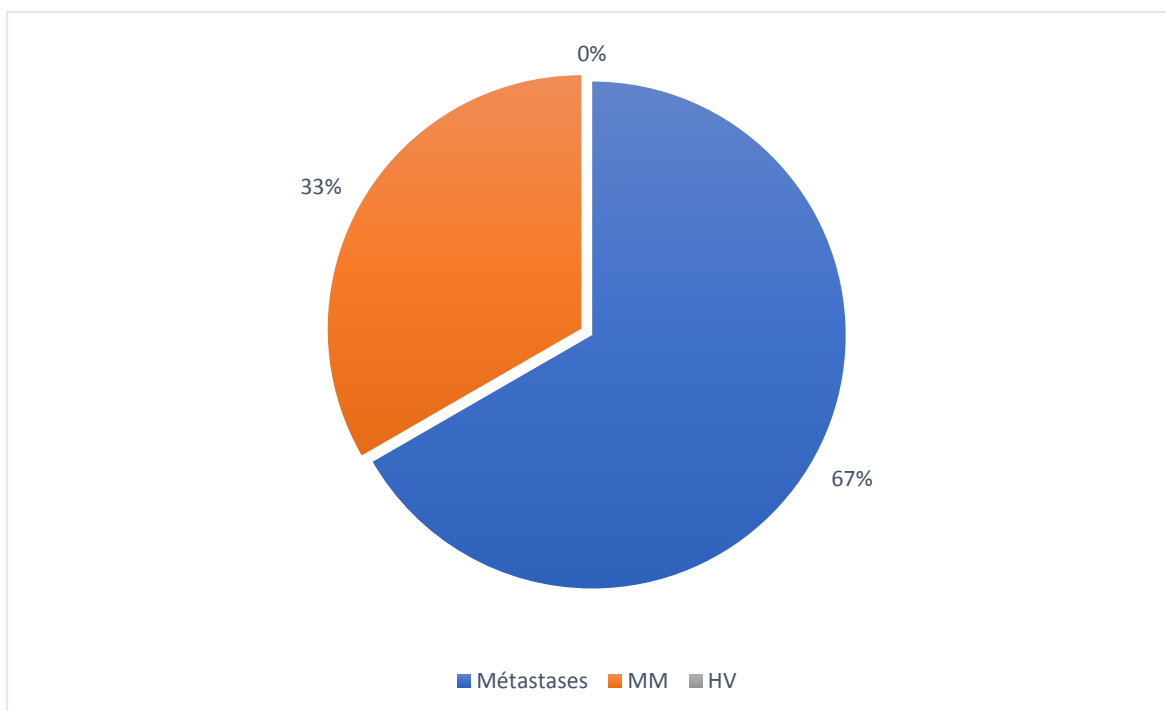
Les autres antécédents : HTA (2 cas), Diabète (1 cas), Tabagisme (2 cas), Cardiopathie (1 cas), 1 cas d'une ligature des trompes.



Graphique 3. Répartition des patients selon les antécédents pathologiques

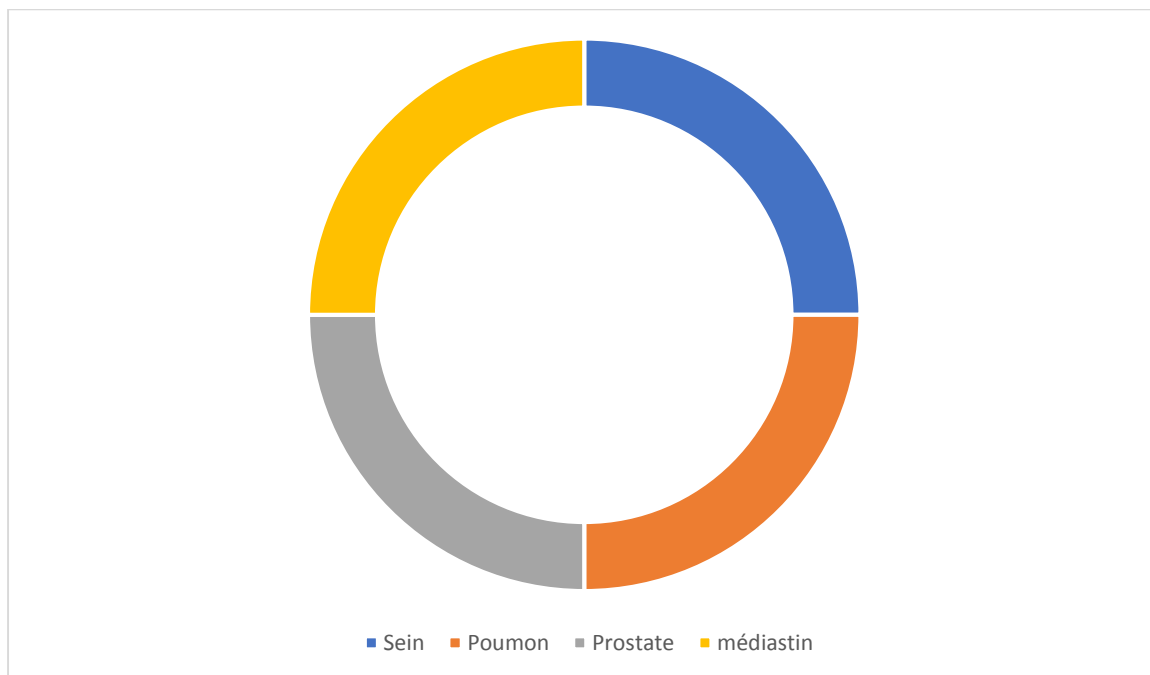
4. Atteinte tumorale vertébrale :

L'étiologie de la lésion vertébrale était métastatique pour 4 cas (66,7%), avec deux cas de myélome multiple (33,3%), aucun cas d'hémangiome vertébrale n'a été observé.



Graphique 4. Etiologie de l'atteinte vertébrale tumorale

Dans les 4 cas de lésion vertébrale secondaire, les cancers primitifs sont d'origine : sein (1 cas), poumon (1 cas), prostate (1 cas), médiastin (1 cas).



Graphique 5. Origine des primitifs dans les cas des métastases vertébrales

II. Données cliniques :

1. Signes d'appels :

La totalité des patients de notre étude présentaient une douleur rachidienne orientant vers l'étage atteint. Chez 4 patients la douleur est de type inflammatoire, mécanique chez 2 patients. Deux patients ont rapporté une impotence fonctionnelle, avec un seul cas qui présente des signes neurologiques. (Tableau 3)

Tableau 3. Répartition selon les signes d'appels

Signes D'appels	Hommes	Femmes	Total	Pourcentage
Rachialgie	3	3	6	100%
+Mécanique	1	1	2	33,3%
+Inflammatoire	2	2	4	66,7%
Impotence fonctionnelle	1	1	2	33,3%
Compression neurologique	0	1	1	16,7%

2. Intensité douloureuse :

L'intensité de la douleur était évaluée chez les patients par l'échelle visuelle analogique (EVA) avec un score compris entre 0 et 10. La moyenne de ce score était à 8,2/10, avec des extrêmes compris entre 7 et 10.

3. Examen clinique et neurologique :

▪ **Examen général :**

Un seul patient de notre série était en altération de l'état général à son admission en rapport avec sa pathologie initiale. Le reste des patients étaient conscient et stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

▪ **Examen neurologique :**

Dans notre série, un seul patient présentait des signes de compression neurologique avec un score de FRANKEL grade D. Le reste des patients ne présentaient pas des signes neurologiques (FRANKEL grade E).

▪ **Examen rachidien :**

Tous les patients de notre travail présente un syndrome rachidien fait d'une raideur rachidienne, douleur à la pression des épineuses, contracture des muscles paravertébraux.

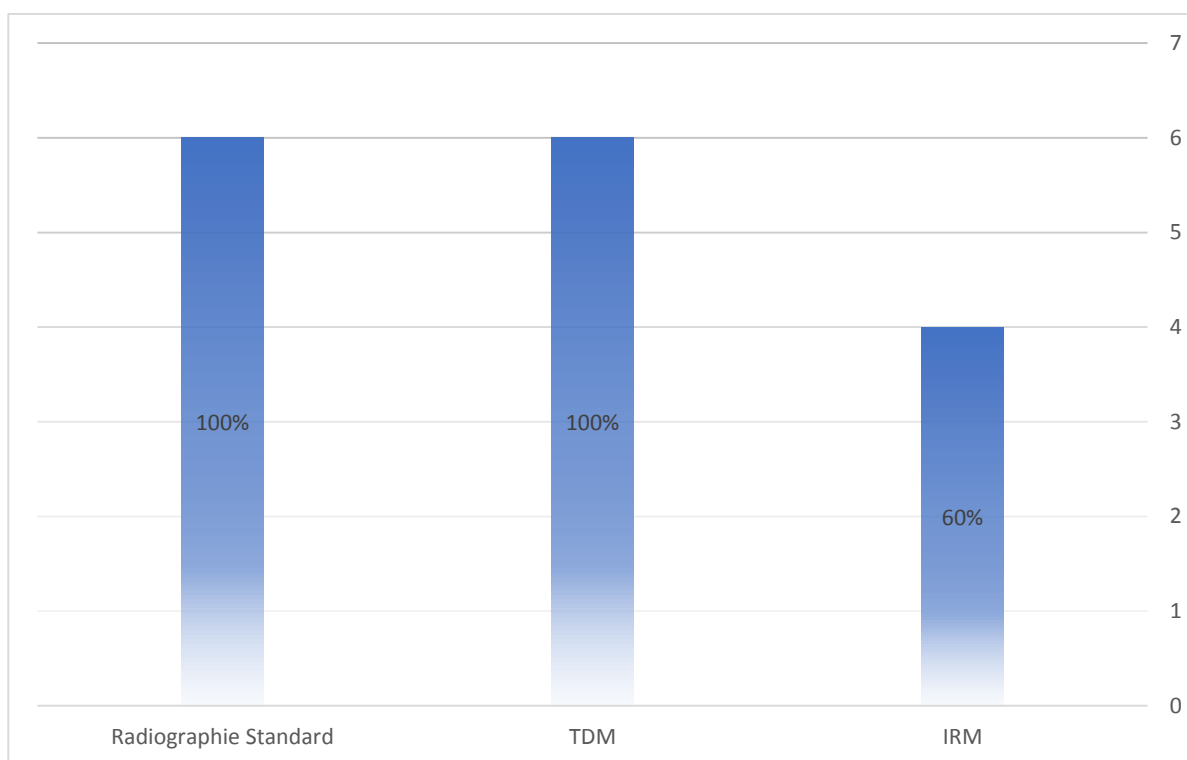
Le niveau de la raideur rachidienne était : lombaire chez 4 patients et dorsal chez 2 patients.

III. Données paracliniques :

1. Bilan radiologique :

Tous les patients de notre série ont bénéficié d'une radiographie standard avec TDM.

L'IRM a été effectuée chez 4 patients, soit 66,7%.



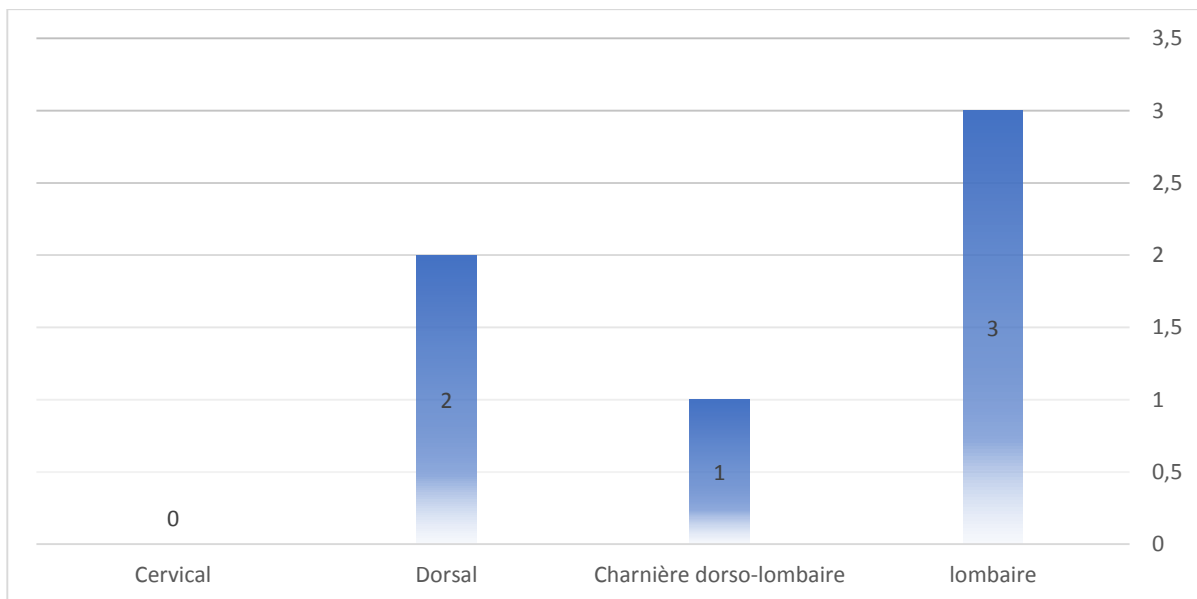
Graphique 6. Répartition selon le bilan radiologique

2. Résultats radiologiques :

2.1. Niveau d'atteinte :

La répartition des fractures-tassements vertébraux est comme suit :

- Cervical : 0 cas (0%)
- Dorsal : 2 cas (40%)
- Charnière dorso-lombaire : 1 cas (20%)
- Lominaire : 3 cas (40%)



Graphique 7. Répartition selon le niveau d'atteinte

2.2. Type de lésion osseuse :

Tous les patients de notre étude présentaient des lésions vertébrales de nature ostéolytique.

2.3. Sévérité des fractures-tassements :

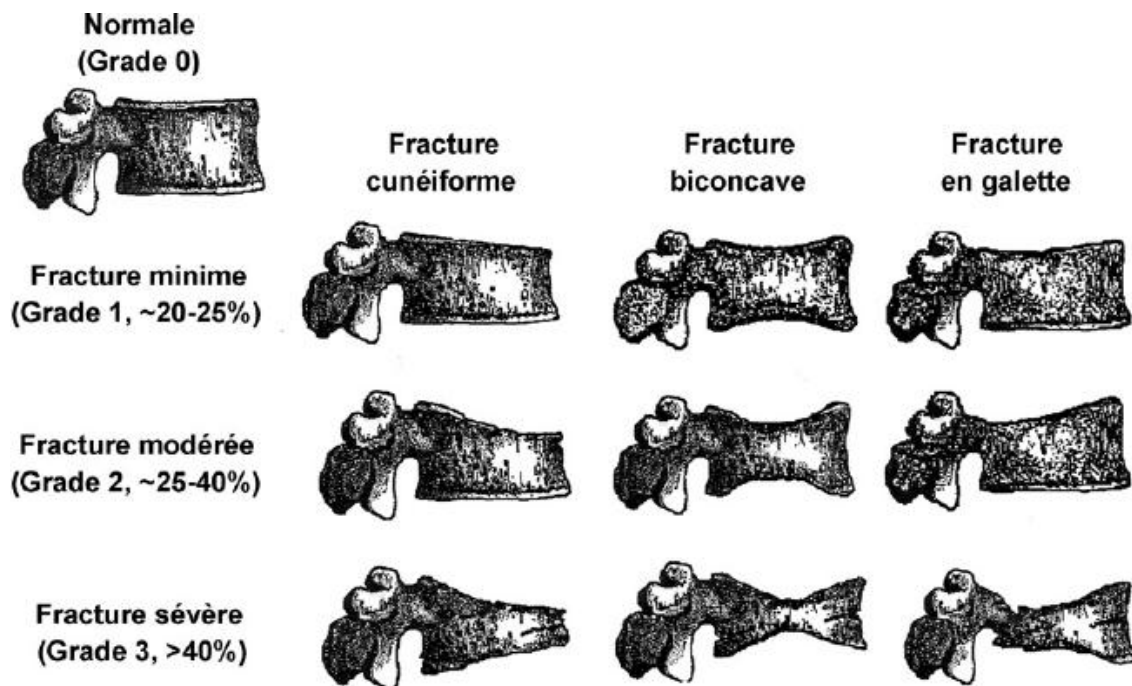
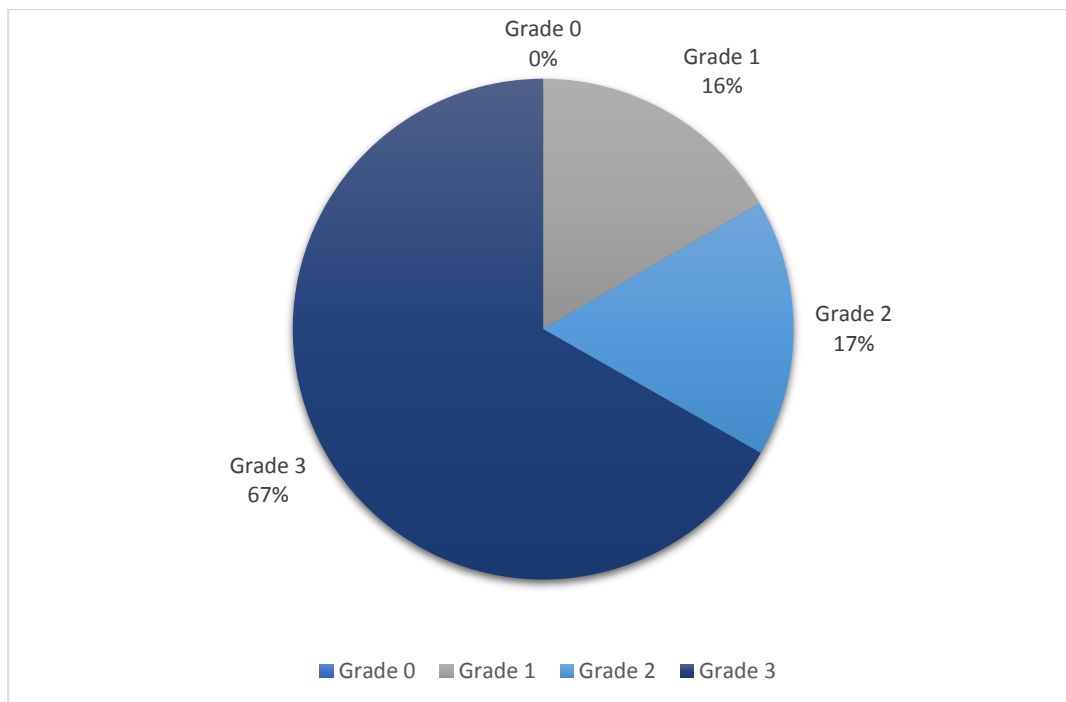


Figure 21. Classement des FTV : Méthode visuelle semi-quantitative de Genant [22]

+66,7% des fractures-tassements vertébraux (FTV) avaient une perte de hauteur du corps vertébral de plus de 40% : Grade 3

+16,6% avaient une perte de hauteur du corps entre 25 et 40% : Grade 2

+16,6% avaient une perte de hauteur du corps moins de 25% : Grade 1



Graphique 8. Répartition selon la sévérité des fractures-tassements

2.4. Score de Kostuik pré-vertébroplastie :

La stabilité du rachis est évaluée par le score de Kostuik [23], qui divise la vertèbre en six segments (Figure 21). Lorsque la lésion concerne trois segments ou plus, la lésion est considérée comme instable.

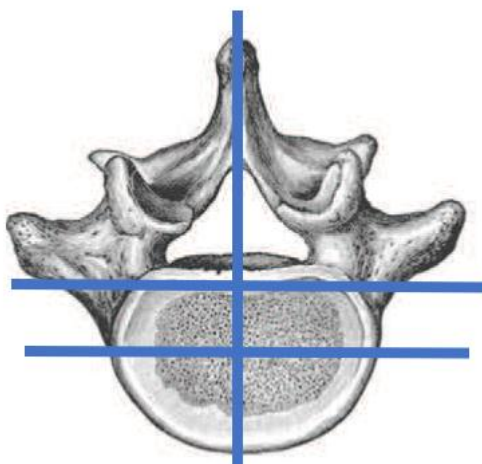


Figure 22. Division vertébrale d'après Kostuik

Dans notre série, La médiane du score de Kostuik était à 3,4, avec des extrêmes allant de 1 à 5. 66,6% des patients étaient considérés comme instables avant la vertébroplastie.

3. Bilan d'opérabilité :

Tous les patients de notre série ont bénéficié d'un bilan d'opérabilité qui comporte :

- Une numération de la formule sanguine (NFS).
- Bilan de coagulation : taux de prothrombine (TP) et le temps de céphaline activée (TCA).
- Bilan rénal : urée et créatinémie
- Bilan nutritionnel : Ionogramme, protidémie
- Une électrocardiographie (ECG)
- Une consultation préanesthésique (CPA)

IV. Traitement :

1. Traitement médical :

Tous les patients de notre série ont été mis sous traitement antalgique palier 1 et 2 avec anticoagulation à dose préventive.

2. Traitement chirurgical :

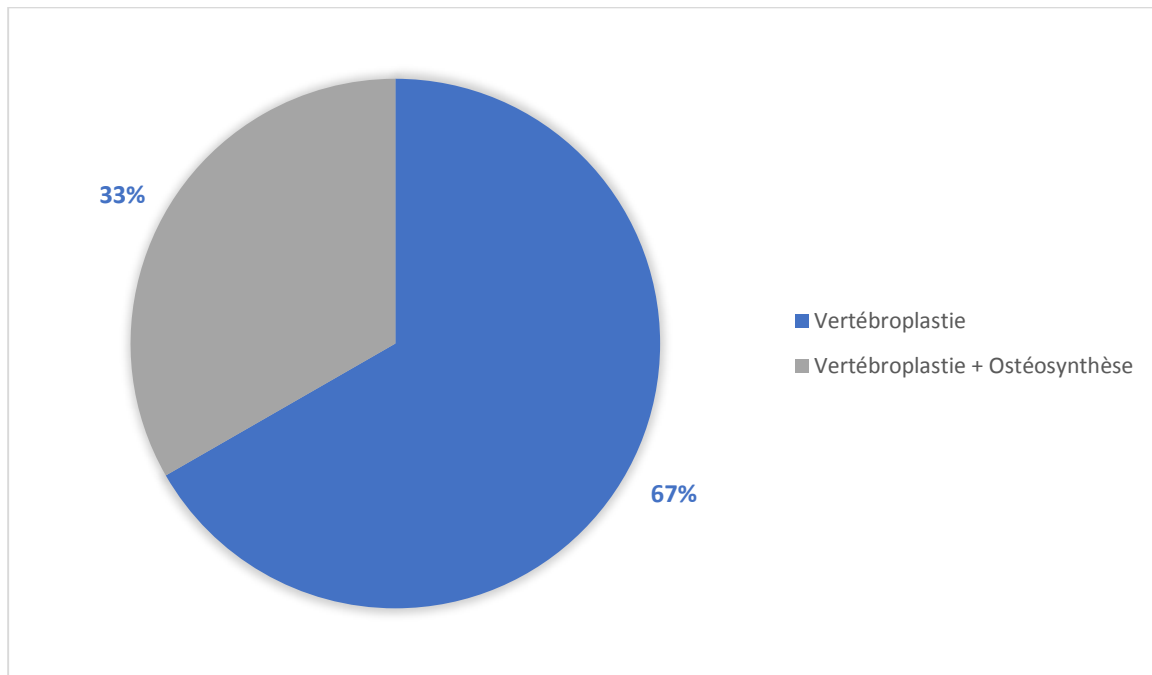
2.1. Type d'anesthésie :

Tous nos patients ont été opérés sous anesthésie général.

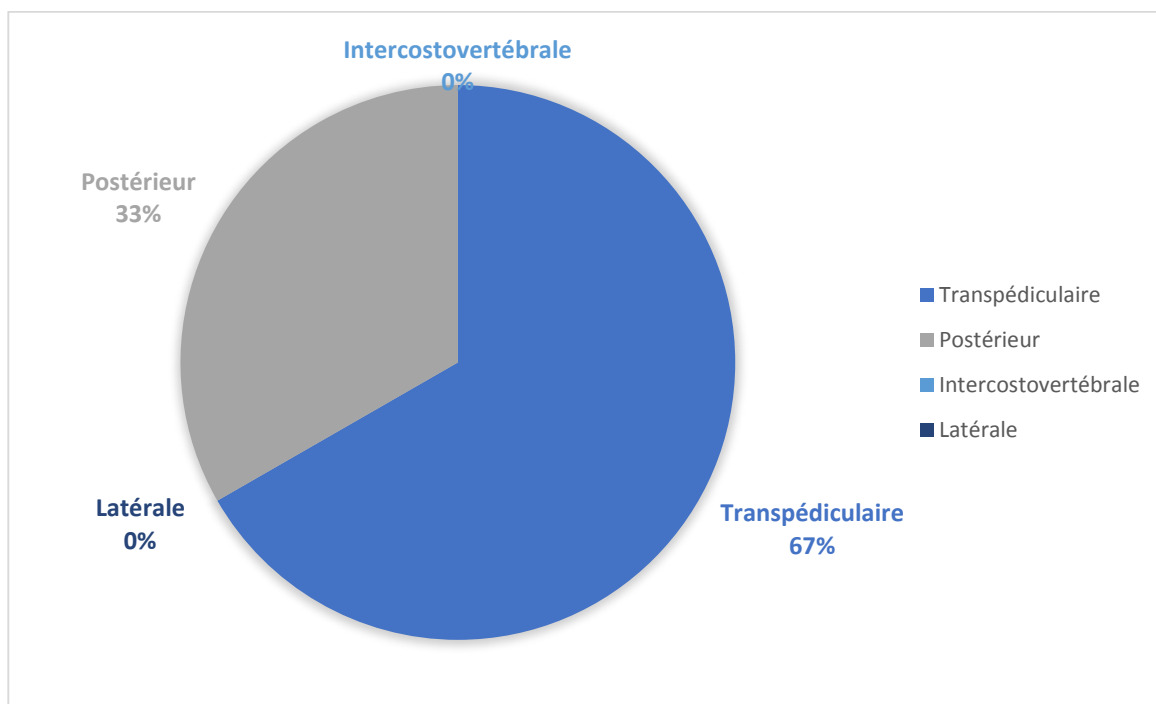
2.2. Type d'intervention et voie d'abord :

Dans notre série, 4 patients ont bénéficié d'une vertébroplastie seule (66,7%), 2 patients d'une ostéosynthèse associée à la vertébroplastie (33,3%).

Voies d'abords utilisées lors des procédures de vertébroplasties sont : trans-pédiculaire pour 4 patients, postérieure médio-dorsale chez 2 patients.



Graphique 9. Répartition des cas selon le type d'intervention



Graphique 10. Répartition des cas selon la voie d'abord

2.3. Traitement chirurgical des lésions associées :

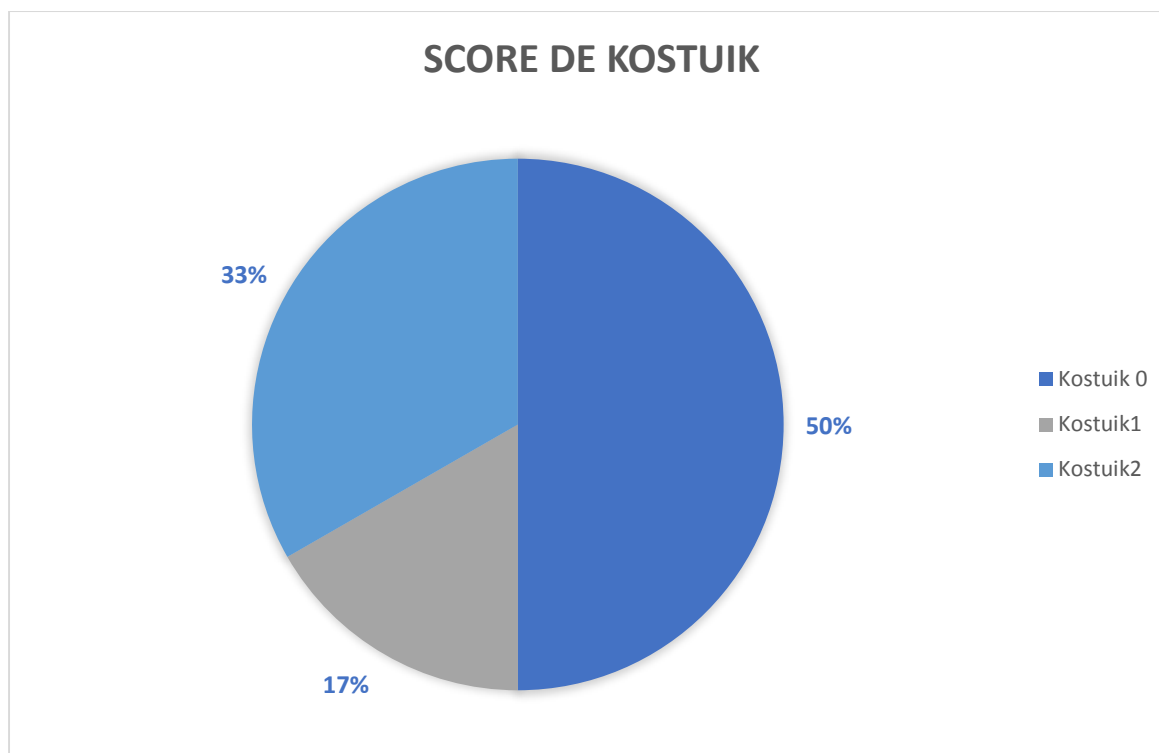
Dans notre série, deux patients ont bénéficié d'un geste d'ostéosynthèse associé à la vertébroplastie : ostéosynthèse par la mise en place d'un montage long dorsale par des vis pédiculaire chez un cas et ostéosynthèse par des crochets lamaires chez l'autre cas.

Une biopsie concomitante à la vertébroplastie a été réalisé chez tous les patients.

2.4. Contrôle radiologique du remplissage et score de Kostuik post-traitement :

Tous les patients ont bénéficié d'un contrôle scopique de la qualité de remplissage par ciment acrylique.

La qualité du remplissage a été jugé comme très satisfaisant chez tous les patients, avec une médiane du score de Kostuik à 1, et des extrêmes allant de 0 à 2.



Graphique 11.Score de Kostuik post-vertébroplastie

B. Post-vertébroplastie :

1. Suivi post-opératoire des patients :

Pour les patients qui ont bénéficiés d'une vertébroplastie seule, la mise en charge ne sera autorisée qu'après les premières heures suivant le geste, avec une surveillance en milieu hospitalier jusqu'au lendemain de la procédure. Les patients qui ont bénéficié d'un geste d'ostéosynthèse associé, la durée de surveillance post-opératoire en milieu hospitalier est de 3 jours voire plus.

Les points de surveillance : La douleur (EVA), la reprise de la marche, la recherche des complications.

Tous les patients de notre série ont été revu 1 mois après l'opération pour contrôle de l'efficacité du geste.

2. Evolution de la douleur :

À court terme, une amélioration ou un soulagement complet de la douleur a été constaté chez tous les patients, avec une diminution significative de l'EVA de 8,2/10 en pré-vertébroplastie à 1,7/10 en post-vertébroplastie.

La procédure n'a aggravé la douleur d'aucun patient à long terme. La consommation d'analgésiques était réduite à 1 mois, et l'effet analgésique était durable à chaque intervalle de suivi.

3. Evolution neurologique :

Reprise rapide chez tous les patients, dans les 24 heures qui suivent le geste, de la mobilité et la marche avec ou sans aide.

Dans le long terme aucun patient n'a présenté une perte d'autonomie, ni de diminution des activités.

4. Stabilité rachidienne :

Il existe une corrélation entre la qualité du remplissage vertébrale et la stabilisation du patient.

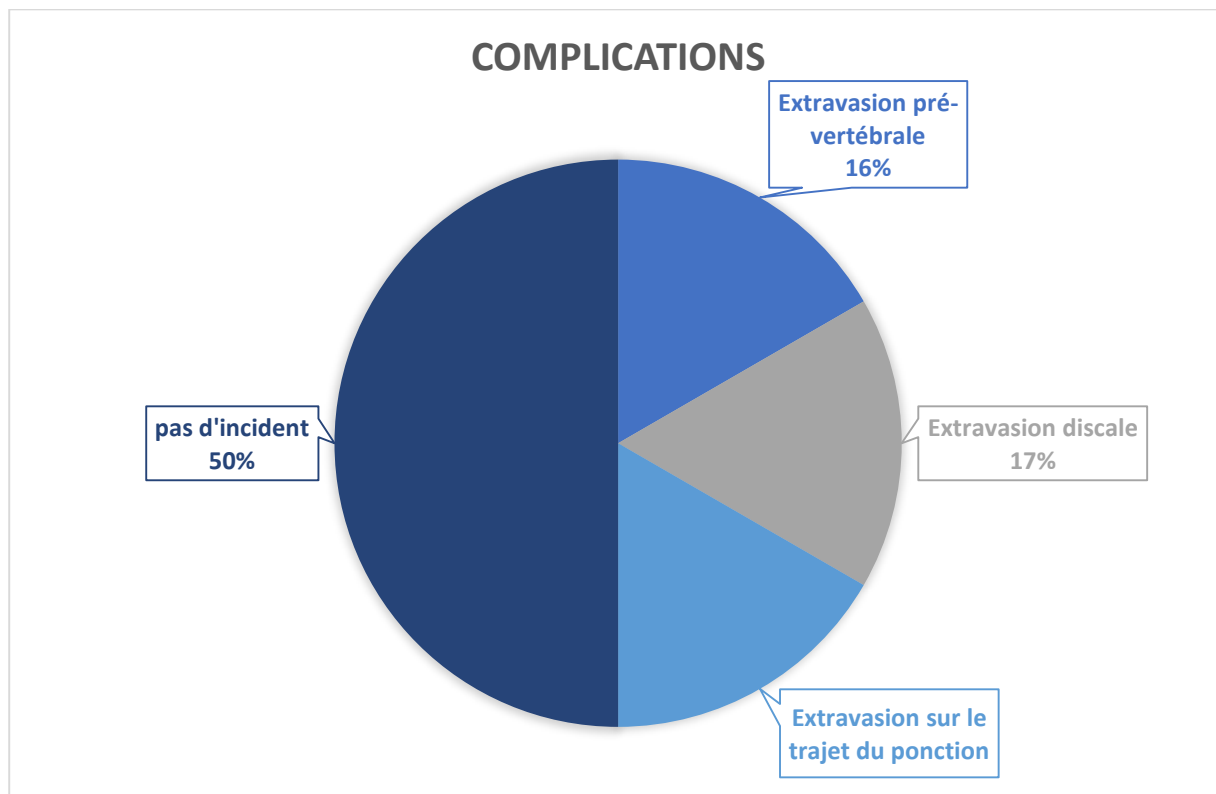
On note un renforcement, une stabilisation et restauration de la hauteur vertébrale en post-vertébroplastie.

5. Evolution tumorale :

Chez tous les patients de notre série on note l'absence de récurrence locale de la pathologie tumorale.

6. Complications et incidents liés au geste :

Dans notre série, la fuite de ciment a été mise en évidence dans 50% des vertébroplasties, toujours minime et sans signification pathologique : prévertébrale (1 cas), discale (1 cas) et sur le trajet de ponction (1 cas).



Graphique 12. Répartition des patients selon les complications liées au geste

OBSERVATIONS

CLINIQUES

A. Patient 1 : Vertébroplastie D12 (Métastase vertébrale) :

Mme B.K âgée de 53 ans, opérée pour sarcome médiastinal en 2016, mise sous radio-chimiothérapie. Admise au service de neurochirurgie pour syndrome rachidien dorso-lombaire évoluant depuis 5 mois, avec impotence fonctionnelle sans déficit neurologique sensitivo-motrice.

La patiente a bénéficié d'une TDM TAP : Localisations secondaires pulmonaire, hépatique et osseuse.

Fenêtre osseuse : Fracture tassement ostéolytique du corps vertébrale D12 avec rupture de la corticale antérieure.



Figure 23. Coupe scanographique sagittale du rachis : Fracture-tassement du D12 d'origine métastatique



Figure 24. Coupe scanographique sagittale du rachis : Fracture-tassement de D12 d'origine métastatique grade 3

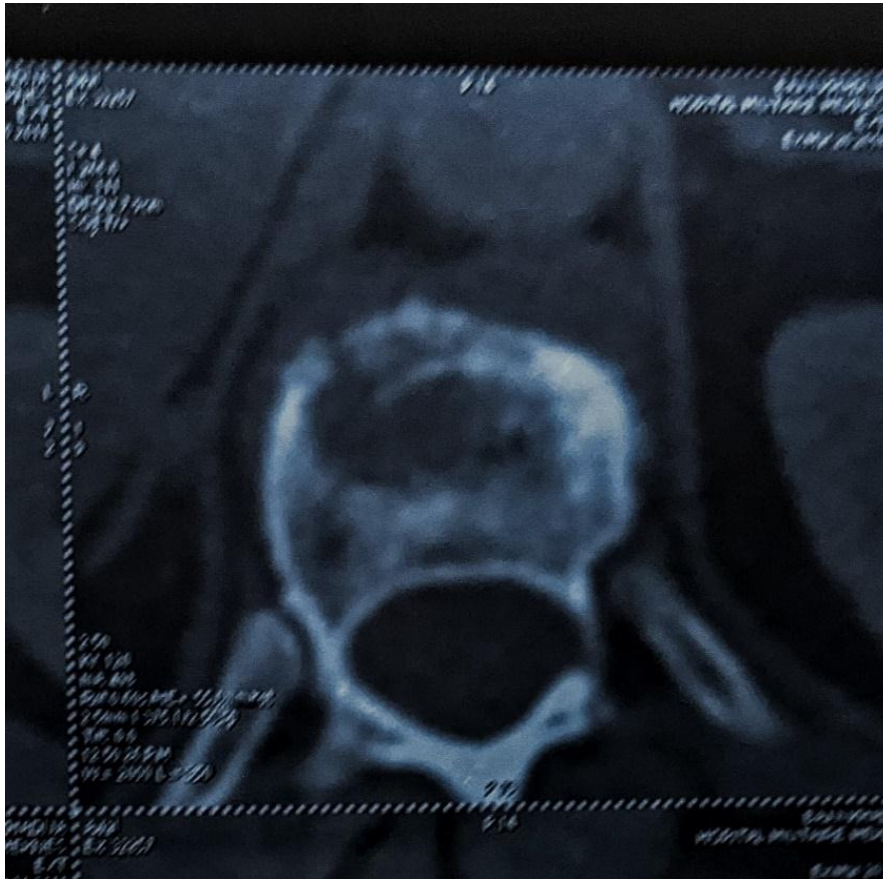


Figure 25. Coupe axiale passant par D12 montrant une fracture-tassement ostéolytique (Kostuik 4)

Sous anesthésie générale, la patiente a bénéficié d'une vertébroplastie de D12 par voie trans-pédiculaire, permettant une stabilisation du rachis, ainsi stabilisation de la douleur. Le contrôle scopique est très satisfaisant.



Figure 26. Radiographie du rachis dorso-lombaire face et profile de contrôle post-vertébroplastie

B. Patient 2 : Vertébroplastie D5 + ostéosynthèse (Maladie de Kahler) :

Mme F.B âgée de 70 ans, suivi pour myélome multiple. Admise au service de neurochirurgie pour des dorsalgies d'horaire inflammatoire évoluant depuis 1 an, chez qui l'examen physique trouve un syndrome rachidien sans déficit neurologique.

La patiente a bénéficié d'une IRM médullaire montrant une atteinte myélomateuse rachidienne multiple avec des fractures-tassements multi-étagées compressive au niveau dorsal sans signe de souffrance médullaire.

L'indication d'une vertébroplastie D5 + ostéosynthèse D4 D6 D7 a été retenue.

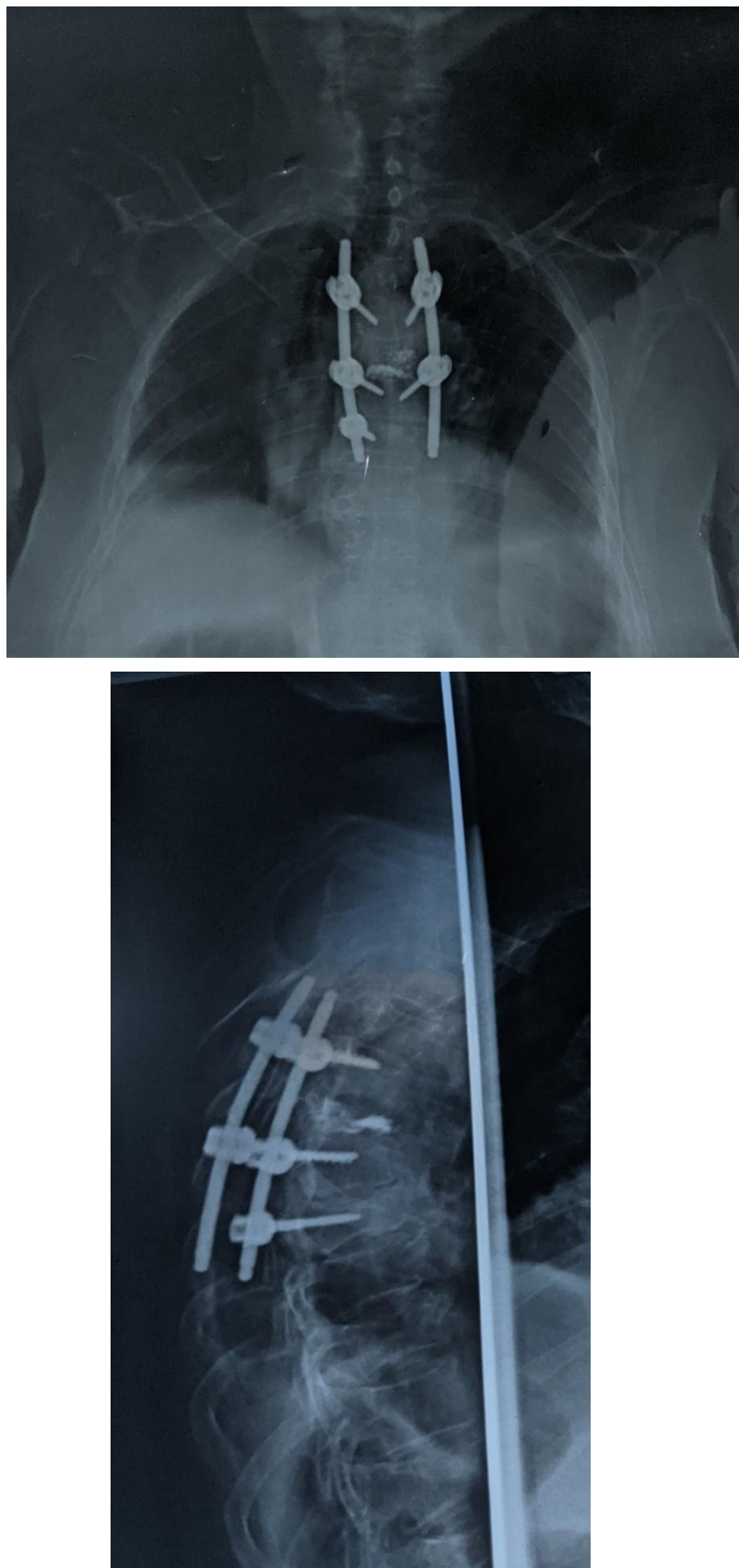


Figure 27. Radiographie du rachis dorsal face + profil de contrôle post vertébroplastie et ostéosynthèse

Les suites post-opératoires sans incidents, remplissage vertébral satisfaisant.

Régression des douleurs avec réduction du recours aux antalgiques.

C. Patient 3 : Vertébroplastie de L1 (Métastase vertébrale) :

Mr R.B âgé de 64ans, suivi pour adénocarcinome prostatique sous chimiothérapie. Admis pour des lombalgies évoluant depuis 3mois irradiant en ceinture, chez qui l'examen clinique trouve un syndrome rachidien lombaire sans déficit sensitivo-motrice, ni troubles sphinctériens.

Une TDM et IRM médullaire ont été réalisés montrant une lyse du ½ postérieure du corps vertébrale L1 avec rupture du mur postérieure et extension épidurale et compression médullaire.



Figure 28. Coupe sagittale du rachis lombaire : ostéolyse d'origine métastatique de L1

Sous anesthésie générale, le patient a bénéficié d'une vertébroplastie de L1 par voie trans-pédiculaire.

Les suites opératoires ont été favorables, marquées par l'amélioration de la douleur et par la stabilisation rachidienne.

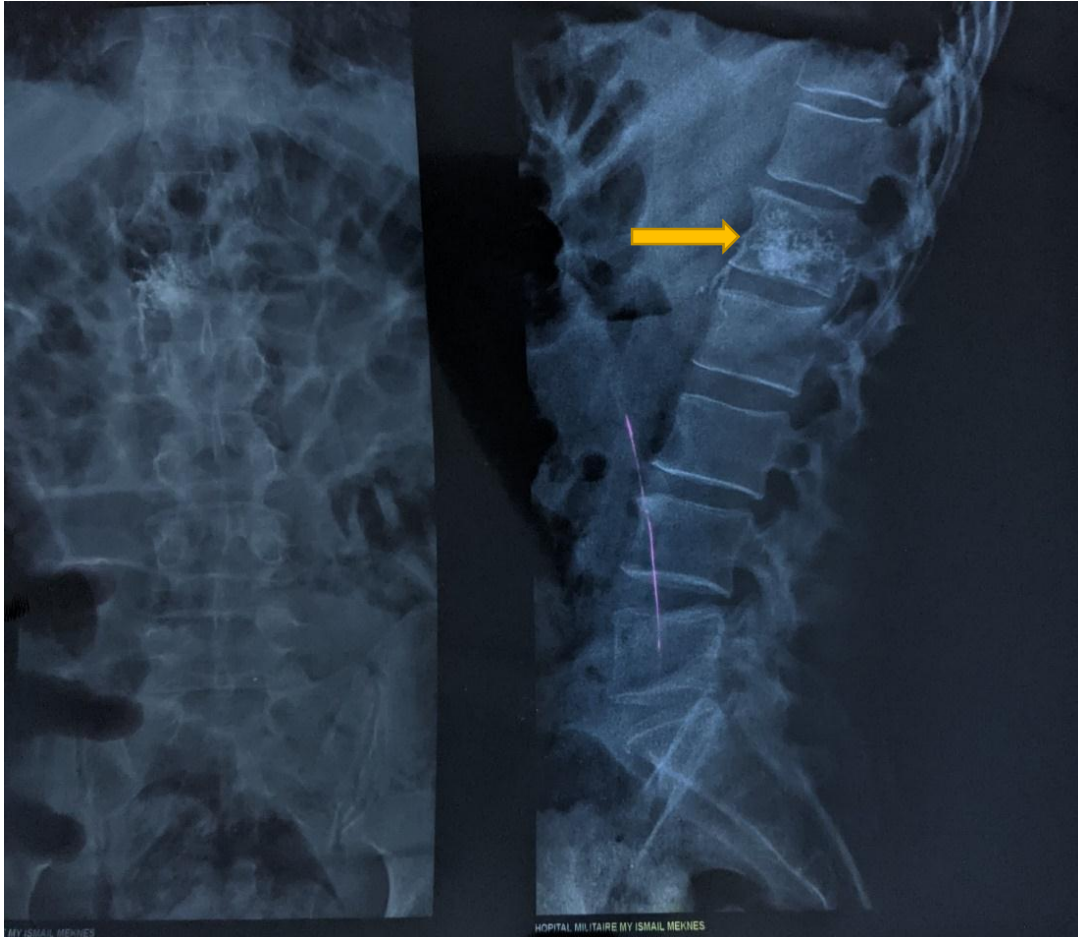


Figure 29. Radiographie du rachis dorsal face + profil de contrôle post vertébroplastie

D. Patient 4 : Vertébroplastie L3 (Métastase vertébrale) :

Mr L.K âgé de 64ans, tabagique chronique, suivi pour un carcinome épidermoïde pulmonaire du lobe supérieur droit. Admis au service pour des lombalgies d'horaire inflammatoire évoluant depuis 4mois, chez qui l'examen clinique trouve un patient dyspnéique SaO2 à 86% avec un syndrome rachidien sans déficit neurologique, le tout évoluant dans une altération de l'état général.

La patiente a bénéficié d'une TDM du rachis : Fracture tassement ostéolytique du corps vertébrale L3.



Figure 30. Coupe sagittale du rachis lombaire : ostéolyse de L3 d'origine métastatique

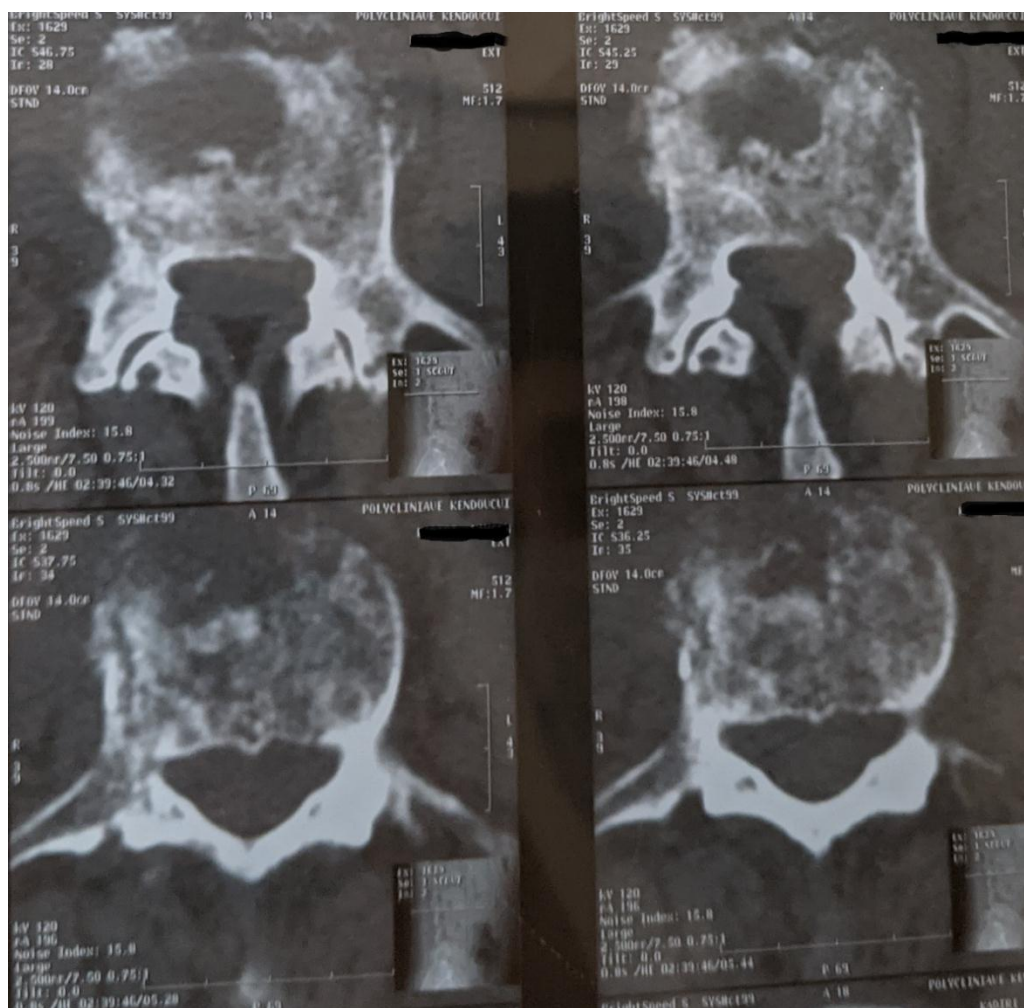


Figure 31. Coupe transversale passant par L3 montrant une fracture-tassement ostéolytique (Kostuik 4)

L'indication d'une vertébroplastie L3 a été retenue.

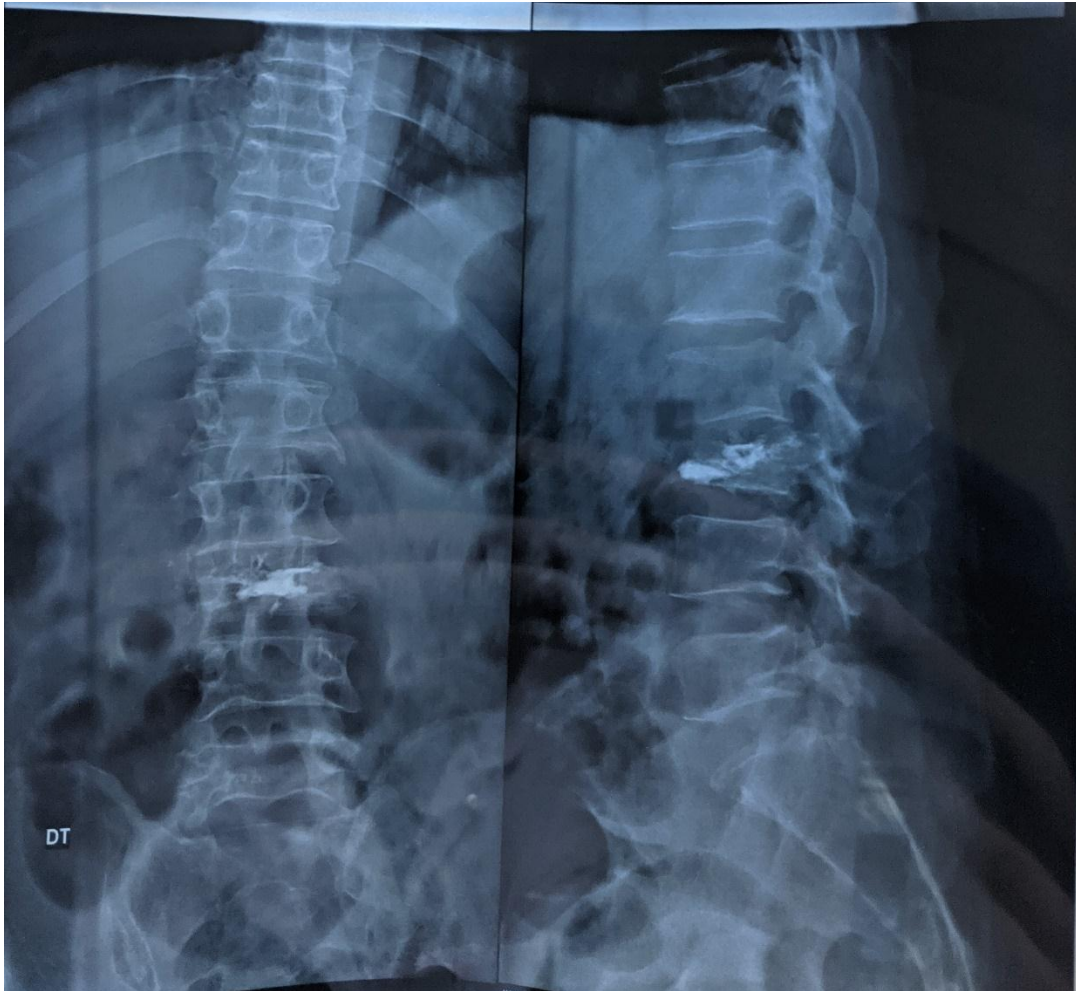


Figure 32. Radiographie du rachis dorso-lombaire face et profil de contrôle post-vertébroplastie

Le contrôle scopique est satisfaisant, les suites opératoires ont été favorables, marquées par l'amélioration de la douleur et par la stabilisation rachidienne.

E. Patient 5 : Vertébroplastie L1 +L2+L4 (Maladie de Kahler) :

Mr H.I âgé de 60 ans, suivi pour myélome multiple. Admis au service pour des lombalgies, chez qui l'examen physique trouve un syndrome rachidien sans déficit sensitivo-motrice.

Le patient a bénéficié d'une IRM médullaire montrant une atteinte myélomateuse rachidienne multi étagées avec des fractures-tassements au niveau de L1 à L5.

Sous anesthésie générale, le patient a bénéficié d'une vertébroplastie de L1+L2+L4 par voie trans-pédiculaire, permettant une stabilisation du rachis, ainsi la diminution de la douleur. Le contrôle scopique est très satisfaisant.

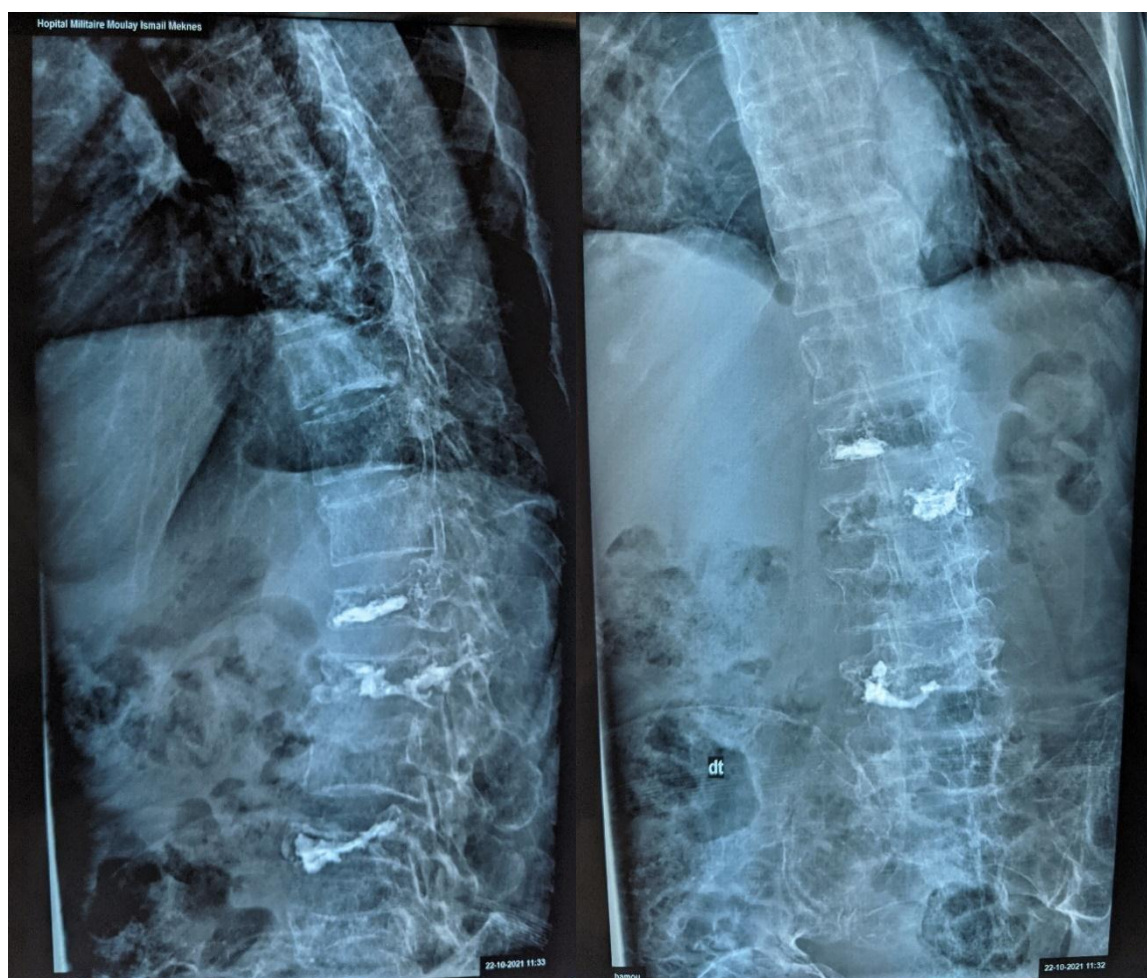


Figure 33. Radiographie du rachis lombaire face + profile de contrôle post-vertébroplastie

DISCUSSION

A. Vertébroplastie : Principes généraux :

I. Mécanisme d'action :

La vertébroplastie combine trois principales effets un effet antalgique, immédiat suite à l'injection du ciment, d'action durable, un effet consolidant ainsi qu'anti tumoral.

1. Effet antalgique :

La douleur est le maître symptôme des tumeurs vertébrales. Elle peut être d'origine inflammatoire ou mécanique et elle est souvent difficile à soulager et réfractaire au traitement standard, et peut être à l'origine d'accès douloureux paroxystiques et d'une importante altération de la qualité de vie [24].

De multiples phénomènes sont impliqués dans la survenue des douleurs dans la pathologie tumorale. Pour comprendre le mécanisme d'action de la vertébroplastie sur la douleur, il faut bien connaître la physiopathologie de la douleur qui peut être expliquée par trois phénomènes :

- Mécanique : liée à la tension douloureuse sur la périoste exercée par les micro fractures trabéculaires et les phénomènes inflammatoires locaux.
- Biochimique : par la production locale de cytokines pro-inflammatoires.
- Neurologique : responsable de douleurs neuropathiques, par la compression radiculaire et la destruction des fibres nerveuses sensibles par les cytokines pro-inflammatoire.

L'effet analgésique de la vertébroplastie joue sur ces différents mécanismes. L'injection du ciment permet la restauration de hauteur et la stabilisation des micro-fractures vertébrale et donc diminuer les contraintes mécaniques à l'origine des douleurs [25]. Il existe aussi une action cytotoxique liée à l'effet thermique du ciment

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
lors de l'injection, permettant la destruction des fibres nerveuses péri-lésionnelles de l'os sain [26].

2. Effet stabilisateur :

L'injection du ciment acrylique, caractérisé par sa dureté dans sa forme polymérisée, permet une augmentation des résistances vertébrales, et la prévention de l'aggravation du tassement par l'apparition de nouvelles micro-fractures [27].

Cette action antifracturaire a été expérimentée sur des vertèbres ostéoporotiques de cadavres ayant bénéficié de la vertébroplastie, qui a mis en évidence un effet de consolidation sur les vertèbres traitées [28].

Une série de fractures ostéoporotiques traités par la vertébroplastie rapporte une augmentation de la hauteur du corps vertébrale (2,5mm en avant, 2,7mm au centre et de 1,4 mm en arrière) permettant la correction des déformations rachidienne secondaire à ces fractures [29].

3. Effet antitumoral :

Certains auteurs décrivent une action antitumoral de ce geste, liée à la nécrose tissulaire par l'hyperthermie dégagée lors de la polymérisation du ciment (70-80 degrés) et la cytotoxicité du ciment [30].

Cet effet permet d'expliquer le taux faible de récurrence tumorale locale après vertébroplastie même en absence d'autre traitement associé.

Cependant l'hyperthermie reste localisée, sans dépasser 5mm, et la cimentoplastie n'a pas d'effet sur le tissu tumoral péri-vertébral [31].

II. Indications :

La vertébroplastie peut être indiquée dans toutes les pathologies fragilisantes du corps vertébral. A l'heure actuelle, on peut considérer qu'il existe trois grands groupes d'indications de la vertébroplastie : les angiomes vertébraux, qui ont été à l'origine du développement de la méthode, les métastases rachidiennes et le myélome multiple, ainsi que les fractures-tassements ostéoporotiques et traumatiques [32].

1. Tumeurs bénignes : Hémangiomes vertébraux :

Les hémangiomes vertébraux (HV) sont des lésions extrêmement fréquentes. Une importante série d'autopsies a rapporté une incidence de 11 % dans la population adulte [33]. C'est une tumeur bénigne d'origine malformative à croissance lente, émanant du système vasculaire de l'os, qui touche avec prédilection le rachis.

Les hémangiomes vertébraux sont généralement asymptomatiques, constituent principalement une découverte radiologique à titre systématique ou suite à un traumatisme. L'intérêt et la reconnaissance de cette lésion ont grandi avec l'évolution des techniques d'investigation diagnostique, en particulier d'imagerie.

Occasionnellement, dans sa forme évolutive agressive (0,9 à 1,2 %), les HV peuvent augmenter de taille et comprimer la moelle épinière et ces racines nerveuses, devenant ainsi symptomatique, entraînant un syndrome douloureux rachidienne associés à des manifestations neurologiques compressives. De tels hémangiomes agressifs peuvent justifier une prise en charge neurochirurgicale [34].

Historiquement, c'est dans le cadre d'un HV agressif que le premier geste de vertébroplastie a été réalisé par Galibert et Deramond en 1984 [8]. Aujourd'hui ils en constituent toujours une indication.

▪ **Radiologie :**

Grace à sa composante grasseuse, les HVs ont des images radiologiques typiques, le dépistage est souvent facile sur les radiographies standards, mais leur diagnostic passe par le scanner et l'IRM où on trouve une accentuation des travées verticales de l'os spongieux. Les critères d'analyse suivants ont été retenus pour différencier entre le caractère bénin et malin de l'angiome : localisation dorsale, lombaire, atteinte de l'ensemble du corps vertébral, atteinte de l'arc postérieur raréfaction du piqueté spongieux, proportion composante tissulaire, composante grasseuse, continuité des corticales osseuses, extension aux parties molles et l'extension intra-canalair [35].

Dans sa forme typique le scanner montre dans les coupes sagittales un aspect de striations verticales en "velours côtelé", dans les coupes axiales le développement de l'hémangiome aboutit au classique aspect en "nid d'abeille". Dans l'IRM il se manifeste par un hypersignal en T1 et T2 avec des zones d'hyposignal [36]. Ces caractéristiques reflètent la composition histologique des hémangiomes, et sont liées à la quantité d'adipocytes, de vaisseaux et d'œdème interstitiel [37].

Les critères radiologiques de bénignité : [38]

- Localisation lombaire
- Atteinte surtout de façon partielle du corps vertébral
- Respect de l'arc postérieur avec normalité des corticales osseuses
- Présence des striations régulières avec travées épaisses et serrées
- La prédominance du contenu grasseux

Les critères radiologiques d'agressivité : [38][39]

- Siège dorsal entre D3 et D10
- L'atteinte de la totalité du corps vertébral

- L'extension vers l'arc postérieur, avec aspect aminci et discontinu de la corticale
- Présence de plages lytiques étendues au sein de l'angiome
- L'extension vers les parties molles para vertébrales ou en intra-canalaires
- Présence d'un signal tissulaire avec prise de contraste intense à l'IRM

Les diagnostics différentiels d'un hémangiome vertébral agressif sont les métastases vertébrales, le lymphome, le granulome éosinophile, le Paget, le plasmocytome et le chondrome.

- **Traitement : [40]**

Comme la grande majorité des HV sont asymptomatiques et de découverte fortuite, elles ne nécessitent pas de traitement [41]. Les HV doivent être traitées lorsqu'il y a une symptomatologie douloureuse ou des symptômes de compression neurologiques secondaire à une fracture vertébrale ou à une compression d'un élément neuronal, ou devant des signes d'agressivité à l'imagerie.

Dans la forme symptomatique non compressive, les HV peuvent être traitées par un traitement médical conservateur, ou par des techniques percutanées (vertébroplastie, embolisation, et injection directe d'éthanol en intra-lésionnel), la radiothérapie et la chirurgie ou par association de plusieurs techniques. Cependant le choix de la meilleure méthode thérapeutique est guidé par le tableau clinique du patient et par le degré d'agressivité radiologique [41].

La chirurgie est indiquée en cas d'une symptomatologie rapidement progressive ou symptômes neurologiques compressive. La décompression du système neuronal et la stabilisation de la colonne vertébrale sont les principaux objectifs de la chirurgie. Récemment, l'embolisation préopératoire a été proposée pour gérer le saignement peropératoire de ces lésions hyper-vasculaires [42].

La vertébroplastie par l'injection de ciment acrylique dans le corps vertébral permet une embolisation in situ des trabéculations vasculaires d'une part, une consolidation et une stabilisation du corps vertébral d'autre part.

Actuellement c'est le traitement de première intention dans les formes douloureuses simples ou compliquées d'hémangiome. Elle doit également être proposée probablement en traitement préventif dans les formes radiologiquement agressives d'angiome, dont le risque de fracture et d'évolutivité est important, à la fois pour consolider la vertèbre et tenter de stabiliser la lésion [8] [25] [32].

Dans le cadre des angiomes avec compartiment épidual associé, forme le plus souvent symptomatique, la vertébroplastie doit être associée avec une embolisation, un geste chirurgical ou d'une radiothérapie selon les cas [32].

2. Tumeurs malignes :

a. Myélomes multiple (MM) : [43]

Le myélome multiple ou maladie de Kahler est une hémopathie maligne caractérisée par une prolifération clonale de plasmocytes responsables d'envahissement de la moelle osseuse hématopoïétique et de la sécrétion d'une immunoglobuline monoclonale [44]. Il représente 1 à 2 % des cancers et 10 à 12 % des hémopathies malignes. L'âge médian de diagnostic est dans les alentours de 70 ans. Il s'agit d'un cancer de mauvais pronostic avec une survie moyenne à 5 ans de 35 à 45 %.

Certains facteurs de risques ont été identifiés, tels que l'exposition aux radiations ionisantes et aux pesticides [45]. Il existe de rares cas familiaux laissant supposer l'existence de facteurs de prédisposition génétique au MM.

Le diagnostic de MM est posé dans environ 20 % des cas chez un patient asymptomatique dans les suites d'une hospitalisation ou d'un bilan systématique durant lequel une électrophorèse de protéines sériques a été réalisée.

Sa présentation clinique est hétérogène, allant des formes asymptomatiques à celles d'emblée compliquées. Les douleurs osseuses associées à une altération de l'état général chez un sujet souvent âgé reste la circonstance de découverte la plus fréquente.

L'atteinte osseuse est présente chez environ 80 % des patients au moment de diagnostic. Sa physiopathologie est celle d'une hyper-résorption osseuse ostéoclastique par les plasmocytes tumoraux, qui inhibent les ostéoblastes. Elle fait du MM une maladie douloureuse et handicapante, pouvant se compliquer de fractures pathologiques.

Les tassements vertébraux concernent environ 50 % des patients et peuvent être à l'origine de complications neurologiques.

L'anémie peut parfois être révélatrice, dans certains cas la révélation par des complications qui peuvent être inaugurales, en particulier l'insuffisance rénale, l'hypercalcémie, les complications osseuses fracturaire, rarement un syndrome d'hyperviscosité.

▪ **Bilan biologique :**

Le bilan biologique initial comprend un hémogramme, myélogramme, dosages de la créatinine avec mesure de la clairance de la créatinine, calcémie, une électrophorèse et immunofixation des protéines sériques, un dosage des chaînes légères libres kappa et lambda du sérum, et une protéinurie des 24 heures avec électrophorèse et immunofixation des protéines urinaires.

▪ **Signes radiologiques :**

Tout patient suspect de MM doit bénéficier d'un bilan radiologique osseux. Le bilan de référence comprend des clichés du crâne, rachis complet, bassin, thorax, humérus et fémur. Une douleur osseuse brutale justifiera à tout moment la réalisation d'une nouvelle radiographie sur le site douloureux.

Les signes radiologiques essentiels sont l'ostéoporose (par ostéopénie), les lésions ostéolytiques et les fractures pathologiques. Ces anomalies sont souvent associées mais il existe des cas où l'ostéoporose seule existe, difficile à différencier d'une ostéoporose commune.

Dans 10 à 20 % des patients n'ont pas de lésions osseuses en radiologie standard. D'où l'intérêt de l'IRM qui permet de mettre en évidence des lésions myélomateuses dans 50 % des cas.

L'ostéolyse peut toucher tout le squelette avec prédominance dans là où l'hématopoïèse est plus active (rachis, côtes, sternum, crâne et les extrémités proximales des fémurs et humérus). Au niveau du rachis, l'aspect est volontiers celui d'un tassement en galette. Sur les os longs, courts et plats, on retrouve les géodes dites à l'emporte-pièce avec ou sans fracture.

▪ **Critères diagnostiques : [46]**

Selon les critères de l'International Myeloma Working Group, la définition du MM repose sur la présence d'une plasmocytose médullaire clonale > 10 % ou présence d'un plasmocytome osseux prouvé histologiquement, et au moins un des critères suivants :

Critères **CRAB** : C (Calcemia), R (Renal), A (Anemia), B (Bone)

- Une hypercalcémie : calcium sérique > 0,25 mmol/L au-dessus de la limite supérieure de la normale ou > 2,75 mmol/L.
- Insuffisance rénale : clairance de la créatinine < 40 mL/min ou créatinine sérique > 177 mmol/.
- Anémie : hémoglobine < 10 g/dL ou > 2 g/dL sous la limite inférieure de la normale.
- Lésions osseuses : au moins une lésion ostéolytique sur la radiographie standard ou sur scanner.

Auxquels ont été ajoutés depuis 2014 trois nouveaux critères :

- Plasmocytose médullaire >60 %
- Rapport chaîne légère libre affectée/ non affectée > 100
- Plus d'une lésion osseuse focale à l'IRM

b. Tumeurs vertébrales secondaires :

Les métastases osseuses, correspondent à la localisation et au développement dans le tissu osseux de lésions tumorales à partir d'une tumeur primitive, secondaire à la migration des cellules cancéreuses par voie hématogène ou lymphatique. Ce sont les plus fréquentes des tumeurs osseuses, elles présentent 60% de toutes les tumeurs de localisation osseuse. L'incidence des MO ne cesse pas d'augmenter ces dernières années, cela peut être expliqué par l'augmentation de l'incidence du cancer de la prostate chez l'homme et le cancer du sein chez la femme.

La richesse de la vascularisation artérielle de l'os en fait de lui un site commun de propagation métastatique, en fait le squelette présente le 3ème site métastatique après le poumon et le foie [47]. 30 à 70% des patients cancéreux ont des métastases osseuses.

Par ordre de fréquence, les cancers qui métastasent le plus au squelette (Tumeurs ostéophiles) sont : le sein, la prostate, le poumon, le rein et la thyroïde. Les cancers du sein, de la prostate et du poumon sont à l'origine de 80% des métastases osseuses [48] [49].

Les métastases sont le plus souvent multiples, cependant les sites les plus touchés sont les régions riches en moelle rouge et dans l'os trabéculaire : le rachis (surtout lombaire et thoracique), bassin, les côtes, le sternum, les fémurs, les humérus et le crâne [50]. La présence d'os trabéculaire avec un remodelage très rapide, et une vascularisation riche contribueraient au développement des métastases [51].

Les circonstances de diagnostic d'une métastase osseuse : durant le premier bilan d'extension d'un cancer (25% des cas), ou lors du bilan systématique de suivi d'une pathologie cancéreuse, dans certains cas la métastase est révélatrice de la maladie cancéreuse.

Cliniquement, les métastases osseuses se présentent principalement par des douleurs dans 80% des cas, liées souvent à l'apparition de fracture (c'est la première cause de douleur liée à un cancer). Ces douleurs sont parfois intenses et invalidantes et entraînent une diminution de la mobilité, source d'anxiété et de dépression, avec une baisse de la qualité de vie [52].

Au niveau du rachis, les métastases présentent la lésion tumorale la plus fréquente, environ 90 % des masses rencontrées en imagerie spinale sont des métastases. Les vertèbres thoraciques présentent la localisation la plus fréquente des métastases, suivie de la région lombaire, tandis que la région cervicale est l'endroit le moins susceptible de présenter des métastases [53][54]. Les métastases vertébrales les plus fréquentes chez les adultes (60%) proviennent de cancer du sein, du poumon ou de la prostate [55]. La gravité de ces lésions rachidiennes est liée au risque de compression médullaire.

L'espérance de vie des patients porteurs de métastases vertébrales dépend selon Bartels et al principalement de 5 paramètres : le sexe, la localisation du cancer primitif, le traitement curatif de la tumeur primaire, la localisation cervicale et le score de performance de Karnofsky [56].

Les métastases osseuses donnent le plus souvent des images ostéolytiques à l'imagerie, mais aussi ostéocondensantes ou mixtes. Dans les métastases rachidiennes, l'IRM est considérée comme l'examen de référence dans l'exploitation de ces lésions, permettant un diagnostic précoce des atteintes vertébrales et de

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
l'extension épidurale néoplasique avec évaluation du risque de compression médullaire [57].

La radiographie standard reste un moyen d'exploration simple du squelette périphérique dans le diagnostic des lésions symptomatique, mais avec une sensibilité faible, les signes radiologiques apparaissent qu'après destruction de 30 à 50 % de la trame osseuse, d'où l'intérêt de la pratique d'une scintigraphie osseuse qui dépistera les métastases asymptomatiques et permettra d'orienter les radiographies [57].

La TDM n'est pas un examen de dépistage des métastases osseuse, mais elle peut permettre l'analyse du squelette l'ors de dépistage des métastases viscérale [57].

Au cours de l'évolution d'un cancer connu, l'apparition de symptômes et signes évocateurs de métastases osseuses implique la pratique d'un examen radiologique.

Dans le cas où la métastase est révélatrice de la maladie cancéreuse avec absence de primitif retrouvé, après un examen clinique et paraclinique complet, une biopsie osseuse percutanée peut être réaliser, elle trouve un grand intérêt dans les métastases rachidiennes dont l'accès chirurgicale est difficile.

Le choix de la technique thérapeutique d'une métastase vertébrale dépend de plusieurs paramètres, les principaux étant la situation anatomique de la métastase et son extension, le nombre, la symptomatologie présentée (notamment la douleur, les signes neurologiques, la présence d'une atteinte épidurale ou d'une compression médullaire), mais également l'état général du patient, son espérance de vie et la localisation de la lésion primitive.

c. Traitement des tumeurs malignes :

Les tumeurs osseuses malignes se présentent principalement par des douleurs, liées souvent à une déstabilisation rachidienne et à l'apparition de fracture. Ces douleurs sont souvent intenses et invalidantes et entraînent une diminution de l'autonomie avec une baisse de la qualité de vie.

La prise en charge des patients avec métastase osseuse et MM doit être multidisciplinaire, de nombreux outils sont aujourd'hui à notre disposition pour le traitement : médical, chirurgie, radiothérapie et les techniques de radiologie interventionnelle.

La vertébroplastie occupe une place importante dans la prise en charge des tumeurs vertébrales secondaires et du myélome. Elle a été réalisée pour la première fois en 1989, par Lapras [58] sur une vertèbre métastatique, les résultats étaient encourageants, avec un effet analgésique satisfaisant. Depuis, la technique s'est largement développée.

La vertébroplastie a un double but [58] : la consolidation et la stabilisation vertébral et diminution les douleurs locales en rapport avec les micro-fractures rachidiens.

Le mécanisme d'action de la vertébroplastie sur les lésions tumorales peut s'expliquer de deux manières : d'une part par l'effet plastique qui permet d'obtenir la consolidation du segment rachidien, d'autre part par l'effet toxique du ciment responsable d'un effet carcinolytique qui peut être lié soit au dégagement de chaleur lors de la polymérisation soit à l'effet cytotoxique direct du ciment sur les cellules cancéreuses [58].

Dans les tumeurs secondaires rachidiennes douloureuses, la radiothérapie seule permet d'obtenir un effet analgésique dans 70% des cas [59] [60], mais le plus souvent avec un retard de 2 à 6 semaines. De plus, la radiothérapie n'empêche pas l'apparition des fractures tassement vertébral secondaires à la nécrose tumorale. D'où l'intérêt de l'association à la vertébroplastie, qui permet un effet antalgique immédiat dans les 72 h qui suivent [1] [61], ainsi la consolidation prolongée de vertèbre.

Toutefois, la vertébroplastie n'a pas d'effet sur les lésions avec extension dans les parties molles, qu'ils s'agissent d'une extension épidurale ou d'un envahissement

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21 péri-rachidien. Ainsi, dans tous les cas, le geste ne se conçoit que dans une prise en charge multidisciplinaire où peuvent être discutées les associations aux autres modalités thérapeutiques. [32]

3. Fractures tassements vertébraux ostéoporotiques :

Ils constituent un véritable problème de santé publique, par leurs fréquences, et la symptomatologie douloureuse et la diminution de la qualité de vie qu'ils causent.

Aux états unis, $\frac{1}{4}$ des femmes ménopausées ont un tassement vertébrale ostéoporotique, ces fractures constituent la grande part des vertébroplasties réalisées. [62]

Historiquement, Lapras et al [61] sont les premiers à décrire la vertébroplastie comme une méthode de prise en charge des tassements vertébrales ostéoporotiques, actuellement c'est l'indication principale de cette technique.

Dans ce type d'indications, la vertébroplastie donne quasi-constamment et très rapidement un effet sédatif, d'une manière prolongée au niveau de la vertèbre traitée [25]. Elle ne semble pas favoriser la survenue d'un tassement vertébral adjacent du fait de la présence d'une vertèbre consolidée au contact des vertèbres ostéoporotiques.

Toutefois, il faut souligner que dans la majorité des cas de tassement vertébral ostéoporotique, la symptomatologie douloureuse s'amende spontanément, grâce au repos, en quelques semaines.

La décision de la vertébroplastie doit être posée dans les cas où la fracture reste douloureuse après 1 à 3 mois, même sous traitement médical conventionnel bien adapté et repos au lit prescrits pendant trois semaines au moins. Dans cette indication, la vertébroplastie est efficace sur la douleur dans 90% des cas [10], avec une reprise de l'appui dans les 48h [63].

Chez cette population, le risque de la survenue d'autres fractures ostéoporotiques est toujours présent, donc il faut associer un traitement de fond anti-ostéoporotique à la vertébroplastie [1].

III. Contres indications :

a) Générales :

➤ Troubles d'hémostases : thrombopénie ($< 100\ 000/mm^3$), neutropénie ($PNN < 1500/mm^3$). En cas d'une cure de chimiothérapie, la vertébroplastie est réalisée à distance en attendant la réparation de l'aplasie médullaire [64].

➤ L'anesthésie en procubitus est contre indiquée en cas de dysfonction respiratoire sévère [11].

➤ Allergie aux produits d'anesthésie : très rare mais à rechercher systématiquement [11].

b) Spécifiques :

➤ L'infection locale au site de la ponction [12] : risque d'une spondylite ou spondylodiscite par dissémination de l'infection.

➤ La rupture du mur postérieur : mentionnée par l'American College of Radiology dans les contre-indications relatives [65], par augmentation du risque des extravasations intra-canalaires [66]. Selon certains auteurs, elle ne doit pas être considérée comme une véritable contre-indication. Certaines études montrent que la rupture de la paroi postérieure n'augmente pas significativement le risque de complications [67], cependant le geste doit être réalisé avec une grande précaution dans la technique d'injection.

➤ L'épidurite a été toujours considéré comme une contre-indication absolue à cause d'absence d'effet de la cimentoplastie sur le compartiment épidural.

Des études récentes montrent l'efficacité de la VPP sur les tumeurs spinales malignes avec extension épidurale [68].

➤ L'effondrement d'un plateau vertébral n'est pas une contre-indication à la réalisation de la vertébroplastie, même s'il existe un passage trans-discal, celui-ci est le plus souvent asymptomatique [32].

➤ Le nombre de vertèbres atteintes peut être une limitation. En effet, compte tenu de la durée du geste de vertébroplastie, il est préférable de ne pas réaliser dans un seul temps opératoire plus de trois vertèbres. On conçoit donc que dans les déminéralisations diffuses du rachis, sans foyer douloureux précis, la vertébroplastie n'est pas un outil thérapeutique de choix [32].

B. Epidémiologie :**1. Répartition selon le sexe :****Tableau 4. Répartition des FTV d'origine tumoral selon le sexe dans la littérature**

Auteurs	Nombre des patients	Hommes (%)	Femmes (%)
Alvarez et al [70] 2003	21	7 (31,8%)	14 (63,6%)
Cotten et al [58] 1996	37	14 (37,8%)	23 (62,1%)
Weil, Chiras et al [61] 1996	37	20 (54%)	17 (46%)
Shimony et al [5] 2004	50	25 (50%)	25 (50%)
Chew et al [69] 2011	128	60 (46,9%)	68 (53,1%)
Saliou, et al [68] 2010	51	29 (56,8%)	22 (43,2%)
Notre série	6	3 (50%)	3 (50%)

On note une prédominance des fractures tassements vertébraux (FTV) d'origine tumoral chez le sexe féminin, selon la majorité des auteurs.

Dans notre série le sexe ratio est à 1 : 3 femmes (50%), 3 hommes (50%).

2. Répartition selon l'âge :**Tableau 5. Fréquence des FTV d'origine tumoral selon l'âge dans la littérature**

Auteurs	Nombre des patients	Age moyen	Intervalle d'âge
Alvarez et al [70] 2003	21	58	27-78
Cotten et al [58] 1996	37	58	36-83
Weil, Chiras et al [61] 1996	37	61	33-86
Shimony et al [5] 2004	50	63	37-92
Chew et al [69] 2011	128	60	31-88
Saliou, et al [68] 2010	51	62	28-85
Notre série	6	63 ,2	53-71

Dans notre série, l'âge moyen des patients au moment de l'intervention était de 63,2 ans, avec des extrêmes allant de 53 à 71 ans.

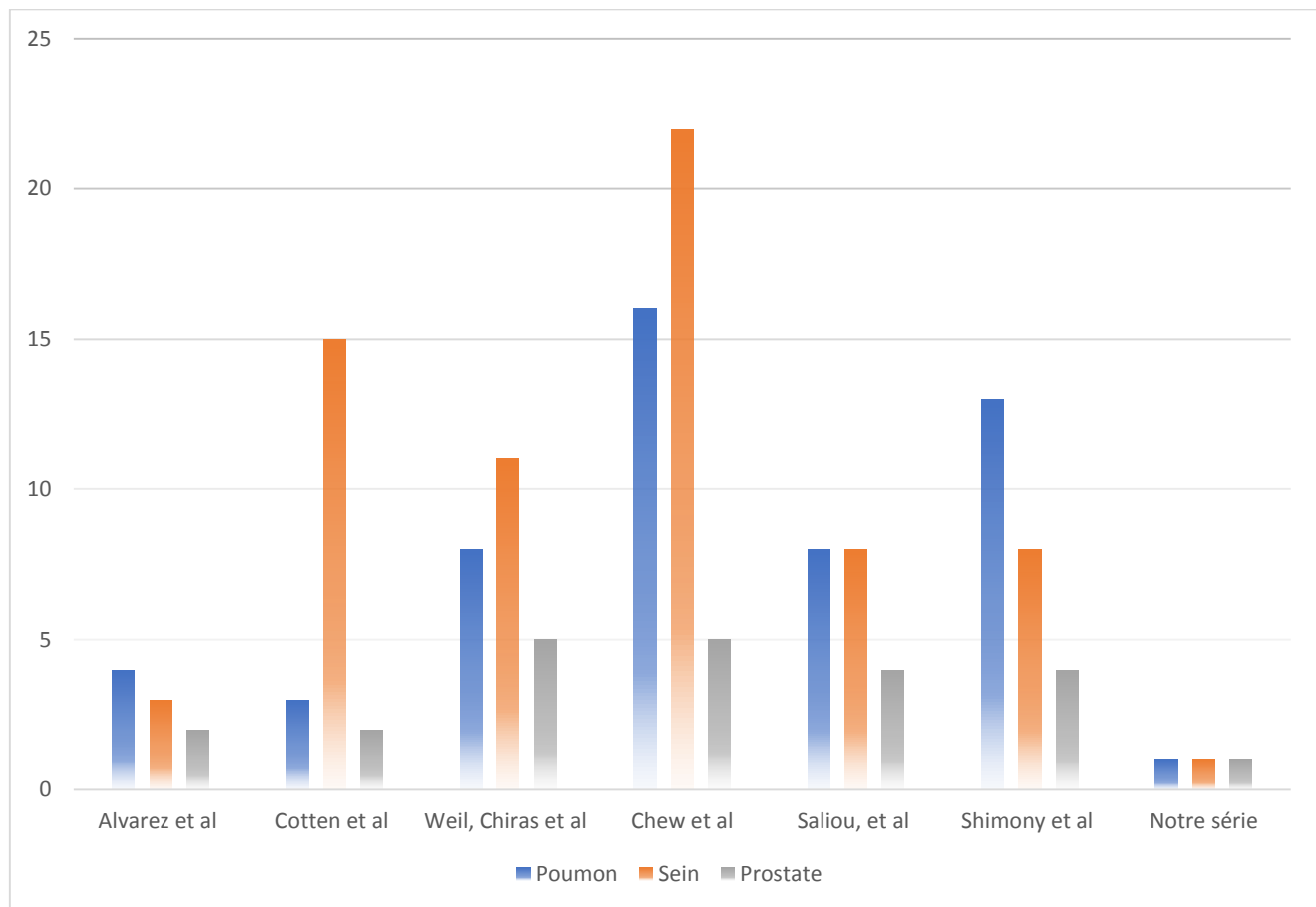
La majorité des FTV d'origine tumoral survient chez l'adulte à un âge avancé vu l'augmentation de la fréquence des cancers avec l'âge.

3. Répartition selon le type d'atteinte tumorale vertébrale :**Tableau 6. Répartition des patients selon l'étiologie de l'atteinte tumorale vertébrale dans la littérature**

Auteurs	Nombre des Patients	Métastase vertébrale	Maladie de Kahler
Alvarez et al 2003	21	21 (100%)	–
Cotten et al 1996	37	29 (78,3%)	8 (21,6%)
Weil, Chiras et al 1996	37	37 (100%)	–
Shimony et al 2004	50	36 (72%)	14 (28%)
Chew et al 2011	128	87 (67,9%)	41 (32,1%)
Saliou, et al 2010	51	46 (90%)	5 (10%)
Notre série	6	4 (66,7%)	2 (33,3%)

Dans notre série, l'étiologie de la lésion vertébrale était métastatique pour 4 cas (66,7%), avec deux cas de myélome multiple (33,3%).

Dans la littérature les métastases vertébrales sont de loin les étiologies les plus fréquentes des FTV d'origine tumorale (90 % de toutes les tumeurs de localisation vertébrale).



Graphique 13. Répartition selon la lésion tumorale primitive dans la littérature

Dans la littérature, les métastases vertébrales sont le plus souvent d'origine pulmonaire, prostatique ou à partir des seins (les tumeurs ostéophiles).

C. Etude clinique :

1. Signes d'appels :

Selon la majorité des auteurs [5] [58] [61] [68] [69] [70], les rachialgies sont la mode de révélation et le motif de consultation le plus fréquent des tumeurs vertébrales.

Dans notre série, la totalité des patients présentaient une douleur rachidienne orientant vers l'étage rachidien atteint. Deux patients ont rapporté une impotence fonctionnelle, avec un seul cas qui présente des signes neurologiques.

2. Intensité douloureuse :

Les paramètres de la douleur étudiés sont : la localisation (cervicale, dorsal, lombaire), le type (mécanique, inflammatoire), et intensité (EVA).

Dans notre étude la moyenne de score d'EVA pré-vertébroplastie était à 8,2/10, avec des extrêmes compris entre 7 et 10.

Tableau 7. Score EVA pré-vertébroplastie dans la littérature

Auteurs	EVA pré-vertébroplastie
Alvarez et al	9,1 (8-10)
Cotten et al	8,7 (7-10)
Weil, Chiras et al	8,1 (7-10)
Shimony et al	9,2 (8-10)
Chew et al	7,7 (6-9,5)
Saliou et al	8,7 (7-10)
Notre série	8,2 (7-10)

3. Examen clinique et neurologique à l'admission :

Passer par un examen général, avec évaluation de l'état général du patient tout en éliminant une détresse vitale qui nécessite une prise en charge urgente. Par la suite examen rachidien en cherchant un syndrome rachidien qui est de grande valeur localisatrice, examen neurologique complet à la recherche d'un déficit sensitivo-motrice ou troubles sphinctériens avec établissement du score de FRANKEL (Tableau 1) ensuite un examen somatique complet.

Dans notre série un seul patient était en altération de l'état général à son admission en rapport avec sa pathologie initiale. A l'examen neurologique, un seul patient présentait des signes de compression neurologique avec un score de FRANKEL grade D, le reste des patients FRANKEL grade E. A l'examen rachidien tous les patients de notre travail présentait un syndrome rachidien fait d'une raideur rachidienne, douleur à la pression des épineuses, contracture des muscles paravertébraux.

D. Paraclinique :

1. Bilan radiologique :

1.1. Radiographie standard :

Examen systématique de première intention chez tous les patients de notre série, il localise les lésions, apprécie l'importance du tassement et type des lésions. Les radiographies standards doivent, le plus souvent, être complétés par une TDM et une IRM.

1.2. Tomodensitométrie :

Examen d'un intérêt primordial dans l'exploration de la pathologie tumorale vertébrale. Permet une étude fine des lésions du rachis, la recherche d'une lyse corticale, que ça soit le mur postérieur ou la corticale externe, l'extension tumoral vers les structures sous-jacentes, le type lytique, condensante ou mixte de la lésion tumorale vertébrale. Ainsi, il permet de différencier entre les fractures-tassements stables pouvant bénéficier d'une vertébroplastie des fractures-tassements instables qui sont généralement d'indication chirurgicale.

Dans notre série, le scanner a été réalisé chez tous les patients.

1.3. Imagerie par résonance magnétique :

Examen d'un grand intérêt dans l'étude de l'extension tumorale épidurale, et pour préciser le rapport des lésions tumorales avec les structures neurologiques.

4 patients de notre série ont bénéficié d'une IRM médullaire.

Tableau 8. Critères radiologiques de la bénignité et la malignité d'une tumeur vertébrale

Bénin	Malin
FTV multiples	FTV le plus souvent unique
Localisation lombaire ou charnière dorso-lombaire	Au-dessus de T7
Tassement <25% de la hauteur du corps vertébral	>50% de la hauteur du corps vertébral
Respect de la corticale	Atteinte de la corticale
Conservation du mur postérieur	Rupture du mur postérieur
L'os spongieux d'aspect normal en dehors de la fracture	Anomalie de l'os spongieux à distance du foyer fracturaire
Atteinte centrale et symétrique	Atteinte asymétrique et latéralisée
Absence d'extension paravertébrale ou épidurale	Extension paravertébrale ou épidurite

2. Discussion des résultats radiologiques :

2.1. Niveau d'atteinte :

Tableau 9. Répartition selon le niveau d'atteinte vertébrale dans la littérature

Auteurs	Nombre des vertèbres traitées	Cervical	Dorsal	Lombaire
Alvarez et al 2003	21	–	1 (5%)	20 (95%)
Cotten et al 1996	40	5 (12,5%)	12 (30%)	23 (57,5%)
Weil, Chiras et al 1996	52	8 (15,4%)	20 (38,4%)	24 (46,2%)
Shimony et al 2004	50	8 (16%)	25 (50%)	17 (34%)
Chew et al 2011	264	45 (17%)	104 (39,4%)	115 (43,6%)
Saliou, et al 2010	51	10 (19,6%)	21 (41,2%)	30 (58,8%)
Notre série	8	–	2 (25%)	6 (75%)

Les résultats de notre série rejoignent les résultats des autres auteurs en la fréquence de la localisation dorso–lombaire des lésions tumorales par rapport aux autres niveaux.

2.2. Type de lésion :

Tableau 10. Répartition selon l'aspect radiologique des lésions dans la littérature

Auteurs	Ostéolytique	Ostéocondensante	Mixte
Alvarez et al 2003	15 (71,4%)	2 (9,5%)	4(19,1%)
Cotten et al 1996	22 (59,5%)	7 (18,9%)	8 (21,6%)
Weil, Chiras et al 1996	25 (67,5%)	7 (18,9%)	4(10,8%)
Shimony et al 2004	33 (66%)	9 (18%)	8 (16%)
Chew et al 2011	87 (67,9%)	11 (8,7%)	30 (23,4%)
Saliou, et al 2010	26 (50,9%)	11 (21,6%)	14 (27,4%)
Notre série	6 (100%)	–	–

Dans notre série, tous les patients présentaient des lésions vertébrales de type lytique.

Les tumeurs osseuses malignes primaires ou secondaires donnent le plus souvent des images ostéolytiques à l'imagerie, ils sont techniquement mieux accessibles à la vertébroplastie que les lésions purement condensantes. Les lésions lytiques se laissent plus facilement modeler par le ciment permettant la stabilisation de la vertèbre traitée. Le caractère purement ostéocondensant empêcherait la diffusion correcte du ciment, l'injection étant soumise à une pression importante,

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
contrariant le contrôle de la répartition du ciment de manière homogène, limitant le volume injectable et augmentant le risque de fuites. [26] [72]

E. Evaluation de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales :

I. Avantages de la vertébroplastie :

1. Efficacité antalgique rapide :

Plusieurs études se sont concentrées sur l'évaluation du bénéfice antalgique de la vertébroplastie.

La première série rétrospective publiée par Weill et al en 1996, portait sur 37 patients avec 52 gestes de vertébroplastie porteurs de lésions tumorales secondaires. Les résultats mettaient en évidence une amélioration franche de la douleur chez 93% des patients [61].

Par la suite plusieurs autres études ont confirmé, avec des méthodes d'évaluations différentes, l'efficacité antalgique de la vertébroplastie dans la prise en charge des tumeurs vertébrales (Tableau 11 et 13).

L'effet antalgique est considérable, de manière précoce mais également à moyen et long terme, durant 6mois à 2 ans [71] [73]. De plus, il est possible de sevrer les patients de leurs antalgiques.

Tableau 11. EVA pré et post-vertébroplastie dans la littérature

Auteurs	EVA pré-vertébroplastie	EVA post-vertébroplastie
Alvarez et al	9,1	3,2
Cotten et al	8,7	2,7
Weil, Chiras et al	8,1	3,1
Shimony et al	9,2	2,1
Chew et al	7,7	3,8
Saliou, et al	8,7	2,7
Notre série	8,3	1,7

Nos résultats rejoignent celles de la littérature en ce qui concerne l'efficacité de la vertébroplastie dans le traitement de la douleur et l'amélioration de la qualité de vie. Une amélioration nette de la douleur, voire une disparition des douleurs a été constaté chez tous nos patients, avec une diminution significative de l'EVA de 8,3/10 en pré-vertébroplastie à 1,7/10 en post-vertébroplastie.

2. Stabilisation vertébrale et reprise rapide d'autonomie :

Deramond et al ont démontré in vitro que l'injection de ciment acrylique dans une vertèbre pathologique permet un renforcement et une stabilisation de cette dernière. Dans notre série, chez tous les patients, le rachis a été considéré comme stable après le geste de la vertébroplastie, avec reprise rapide, dans les 24 heures qui suivent le geste, de l'autonomie.

Le degré de la stabilisation vertébrale radiologique est mesuré à l'aide du score de Kostuik [23], en estimant le nombre de segments atteints par division de la vertèbre en 6 segments (Figure 21), un score de Kostuik inférieur à 3 correspond à une vertèbre stable. Ce score est mesuré avant et après la vertébroplastie.

La stabilisation vertébrale des patients était corrélée à la qualité du remplissage vertébral par le ciment. Ainsi la vertèbre a été jugée comme stable chez les patients avec un bon remplissage.

Dans la littérature, les patients avec myélome avaient plus tendance à être instables que les autres patients avec métastase ou hémangiome. Ceci pourrait s'expliquer par une atteinte osseuse plus diffuse dans la maladie myélomateuse, avec ostéolyse plus étendue, d'où un score de Kostuik plus élevé.

Dans notre série, 60% des patients étaient considérés comme instables avant la vertébroplastie, avec une médiane du score de Kostuik à 4, et des extrêmes allant de 1 à 5. En post-vertébroplastie le score de Kostuik est inférieur à 3 chez tous les patients.

Un autre score peut être utilisé pour juger la stabilité d'une vertèbre : le score SINS (Spinal Instability Neoplastic Score) (tableau 12), qui dépend de plusieurs paramètres : la localisation, douleur, type de lésion osseuse, statique vertébrale, degré de fracture et atteinte de l'arc postérieur. [74]

Tableau 12.Score de SINS [75]

Component	Score
Location	
Junctional (O-C2; C7-T2; T11-L1; L5-S1)	3
Mobile spine (C3-6; L2-4)	2
Semirigid (T3-10)	1
Rigid (S2-S5)	0
Mechanical pain	
Yes	3
No	2
Pain free lesion	1
Bone lesion	
Lytic	2
Mixed (lytic/blastic)	1
Blastic	0
Radiographic spinal alignment	
Subluxation/translation present	4
Deformity (kyphosis/scoliosis)	2
Normal	0
Vertebral body collapse	
>50% collapse	3
<50% collapse	2
No collapse with >50% body involved	1
None of the above	0
Posterolateral involvement	
Bilateral	3
Unilateral	1
None of the above	0

Dans notre étude, nous avons pris en considération uniquement le score de Kostuik et le pourcentage du tassement vertébral par la méthode visuelle semi-quantitative de Genant dans l'évaluation de la stabilité vertébrale.

Nombre de			
Auteurs	Patients (VPP)	Efficacité	Complications
Alvarez et al [70] 2003	21	+81% satisfaits avec régression de la douleur (EVA 9,1 à 3,2 en post procédure) et du recours aux antalgiques +77% ont récupéré l'autonomie normal	+ 1 cas a présenté une radiculalgie transitoire par fuite de ciment
Cotten et al [58] 1996	37 (40 VPP)	+régression de la douleur chez 97% des patients à J3 de la vertébroplastie	+ 30 cas de fuite de ciment : asymptomatiques dans la majorité des cas, 2 fuites foraminales responsable d'une compression nerveuse indiquant un geste chirurgical
Weil, Chiras et al [61] 1996	37 (52 VPP)	+franche diminution de la douleur chez 73% des patients à 6mois +diminution modérée de la douleur chez 21% des patients	14% de complications : 3 patients radiculalgie transitoire par fuite de ciment
Shimony et al [5] 2004	50	+ réduction de la douleur chez 82% des patients + Amélioration de l'autonomie chez 52% des patients	14% de complications : recrudescence des douleurs
Chew et al [69] 2011	128 (264 VPP)	+ diminution significative ou disparition totale de la douleur chez 82% des patients dans les 6 semaines qui suivent le geste	Des complications ont été enregistrées chez trois patients : extension du ciment à la veine cave inférieure, hématome local, et perte de sensation sur le dermatome T1
Saliou, et al [68] 2010	51	+diminution de la douleur chez 94% des patients à J1, 86% à 1 mois, 82% à 6 mois	+fuite chez 62% des cas +1 syndrome de la queue de cheval à 48H +1 échec du traitement

Tableau 13. Rapport efficacité-complications de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales : Revue de la littérature

3. Effet carcinolytique :

Le ciment renforce et stabilise les fractures vertébrales. Sa présence joue le rôle d'une barrière mécanique sur l'envahissement osseux. Il possède également, très probablement, d'une activité antitumorale résultant de l'effet cytotoxique du MMA et thermique par l'hyperthermie dégagée lors de la polymérisation du ciment (70–80 degrés). Ceci associé à l'effet ischémique entraîné par la masse de ciment injecté, sont autant de facteurs à l'origine d'un effet antitumoral. [76]

En effet, Dahl et al décrivent un effet cytotoxique du monomère de MMA sur les monocytes, granulocytes and cellules endothéliales in vitro. L'examen au microscope électronique à balayage des cellules traitées avec 10 microgrammes/ml de MMA a montré des signes marqués de cytotoxicité après 1 min d'incubation, et après 30 min la majorité des cellules étaient totalement désintégrées [77].

Deramond rapporte un effet lésionnel sur les terminaisons nerveuses entraîné par la chaleur libérée lors de la polymérisation du ciment, en étudiant in vitro le dégagement de chaleur à différentes localisations du système nerveux, avec différent type de ciments [2] [20].

Une étude par Chiras et al sur 982 gestes de vertébroplastie chez 803 patients, la métastase devenait non évolutive chez 95 % des cas. Ils suggèrent que l'effet carcinolytique du ciment est probablement lié au dégagement de chaleur pendant la phase de polymérisation [4].

D'autres auteurs sont plus modérés sur l'effet carcinologique du ciment, Radin et al montrent que le ciment est responsable d'une nécrose à la périphérie de la métastase, liée aux réactions thermiques dégagée lors de la polymérisation, mais que cette hyperthermie reste limitée à la vertèbre en contact avec le ciment et n'a que peu d'efficacité sur l'envahissement péri-vertébral. Pour ces auteurs, l'effet carcinologique n'est donc que très localisé [78].

En total, l'effet de la vertébroplastie sur l'évolution tumoral reste d'action local, et ne doit donc en aucun cas être proposé seule si le but du traitement est curatif, dans ce cas une association avec une technique de thermo-ablation comme la cryothérapie ou la radiofréquence doit être envisagée. [26] [72]

4. Facilité, sécurité et bonne tolérance du geste :

La vertébroplastie est un geste simple et rapide qui dure environ 40-60 minutes, avec un taux de complications très faible. [71]

Elle est très bien tolérée, en comparaison des traitements chirurgicaux qui sont lourds, surtout chez des patients ayant des comorbidités, permettant une hospitalisation courte et une déambulation rapide. [79]

Dans notre série, en dehors des fuites de ciment qui ont été minimales et sans signification pathologique, aucune complication grave à court et moyen terme, notamment neurologique, compression médullaire ou radiculaire, n'a été rapportée chez nos patients, ce qui est cohérent avec les résultats de la littérature (Tableau 13).

5. Geste peu coûteux :

La vertébroplastie est un geste mini-invasif, qui dans la plupart du temps, peut être fait sous anesthésie locale, avec une durée hospitalisation courte par rapport à la chirurgie à ciel ouvert, d'où un coût de prise en charge relativement bas.

6. Possibilité d'association thérapeutique :

La cimentoplastie percutanée est une technique mini-invasive pouvant être réalisée seule, ou en association à la radiothérapie, à la chirurgie, ou aux techniques d'ablations thermiques percutanées telles que la radiofréquence, la cryothérapie ou les micro-ondes.

Le ciment n'est pas affecté par l'irradiation, et le traitement par radiothérapie n'est pas affecté par la présence de ciment dans la vertèbre [80].

Dans notre série, 2 patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse associée à la vertébroplastie dans le même temps opératoire.

De plus, La vertébroplastie permet une réalisation simultanée de biopsie osseuse, qui est d'un grand intérêt dans l'orientation de la prise en charge thérapeutique (métastases prévalentes, tumeurs bénignes, diagnostiques différentiels...). Dans notre série, tous les patients ont bénéficié d'une biopsie osseuse lors du geste de vertébroplastie.

II. Inconvénients de la vertébroplastie :

1. Complications et incidents locorégionales :

1.1. Infection locale :

Dans la littérature, peu de cas d'infection locale secondaire à la vertébroplastie ont été rapportés.

Les rares cas d'infections concernaient le plus souvent des patients immunodéprimés, et nécessitaient alors un complément de traitement par antibiothérapie, voire chirurgie [81].

Une antibiothérapie par voie intraveineuse doit être administrée chez tous les patients avant la vertébroplastie. Les patients présentant des signes d'infection systémique ne doivent pas être traités par vertébroplastie avant que l'infection ne soit traitée et résolue.

Aucun cas d'infection locale dans notre série.

1.2. Fuite du ciment :

Les fuites de ciment sont fréquentes dans la littérature, le plus souvent survient de façon asymptomatique.

Il s'agit le plus souvent de fuites vasculaires exclusivement veineuses épidurales, paravertébrales et foraminales (très rares cas de fuites artérielles [82]) avec

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
risque d'embolie pulmonaire, ou extravasculaire au niveau discale ou dans les parties molles, survenant sur le trajet de ponction ou sur une zone de rupture corticale [81].

La fuite extravasculaire du ciment est le plus souvent minime et évolue favorablement spontanément, cependant dans certains cas elle peut entraîner des irritations et des compressions radiculaires ou médullaires responsable d'un déficit neurologique. Les irritations radiculaires répondent bien aux infiltrations locales d'anti-inflammatoires stéroïdiens [83]. Les fuites discales ou paravertébrales sont sans gravité. Les compressions médullaires sont très rares, et nécessite une décompression chirurgicale en urgence.

Dans notre série, la fuite du ciment a été observée chez 3 patients : 1 fuite prévertébrale, 1 fuite discale et 1 fuite sur le trajet de ponction. Aucune complication n'a été rapportée au décours de ces fuites, ce qui est cohérent avec les résultats de la littérature (Tableau 13).

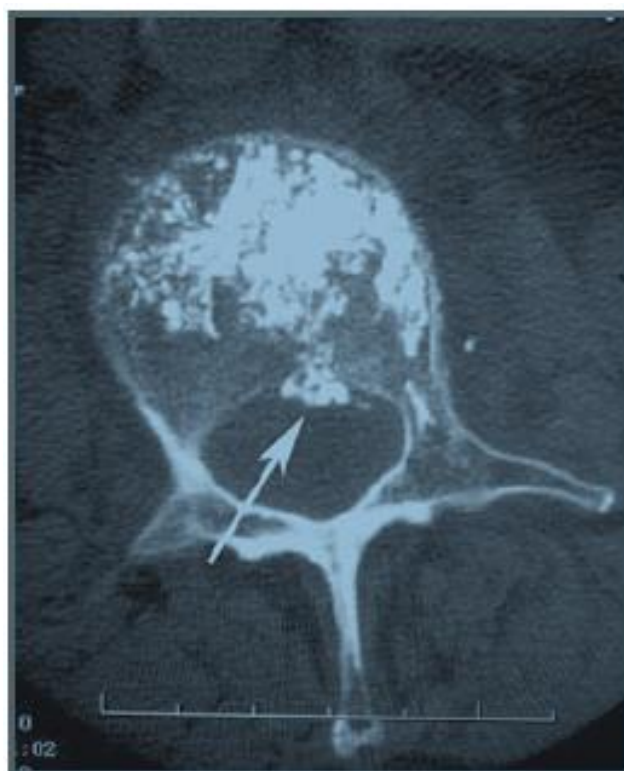


Figure 34. Petite fuite au niveau de l'espace épidual à travers le plexus veineux postérieur



Figure 35. Fuite discale supérieure et inférieure

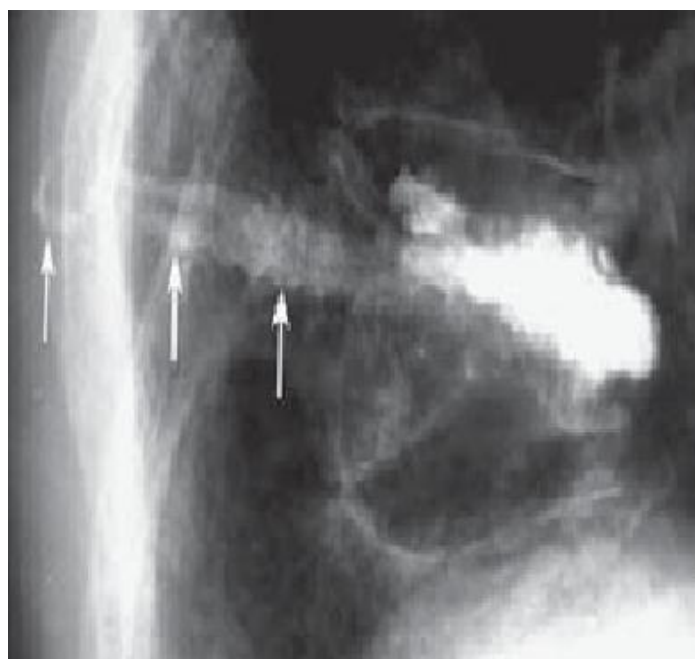


Figure 36. Fuite sur le trajet de ponction

Trois éléments sont les plus impliqués dans les fuites de ciment observées durant l'injection : la radio opacité, la viscosité et la pression d'injection. Une radio-opacité insuffisante peut être responsable d'une sous-estimation des fuites de ciment liquide, ceci expliquant l'adjonction d'un produit de contraste radio-opaque au ciment. Une fluidité trop importante du ciment entraîne un risque de fuite veineuse. A l'inverse, un ciment pâteux entraîne une augmentation de la pression d'injection, et donc un risque de fuite intra-canalair ou paravertébrale. [84]

Ces fuites sont considérées comme un incident technique plus qu'une véritable complication. Elles sont fréquentes, sous-estimées, inévitables et bien tolérées la plupart du temps. Le risque majeur, rare mais d'une gravité potentielle, étant représenté par la survenue d'une compression radiculaire ou médullaire [85].

Ce risque de fuite est plus important dans les lésions vertébrales malignes que dans les fractures ostéoporotiques, en particulier dans les cas de lésions hypervascularisées, et de FTV sévères (>2/3 de la hauteur du corps vertébral). Il est également supérieur dans les atteintes vertébrales cervicales [86].

Une étude de Barragan-Campos [79], rapportait 423 fuites de ciment chez les 117 patients traitées (304 vertébroplasties), conduit à l'hypothèse que les complications systémiques (notamment l'embolie pulmonaire) sont la conséquence d'une fuite intravasculaire du ciment, tandis que les complications locales sont la conséquence d'une irritation, d'une compression et/ou d'une ischémie liée à la polymérisation du ciment, et/ou d'un traumatisme induit par l'aiguille.

Pour Chiras et Deramond [21] [67], la survenue ou l'aggravation de radiculalgie (9% des cas) est souvent due à une compression radiculaire par un passage intempestif de ciment acrylique dans le récessus latéral ou dans le foramen intervertébral. Un traitement chirurgical décompressif doit être proposé dans moins 1/3 des cas, les autres patients réagissant bien au traitement médical anti-inflammatoire ou aux infiltrations aux corticoïdes. Le risque de compression d'une racine nerveuse dans le

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
foramen est supérieur au risque de compression canalaire [58] [87], une fuite de ciment au niveau d'un foramen semble être moins bien tolérée que dans le canal vertébral. L'aggravation d'une compression médullaire est rare (<1 %) et survient chez des patients présentant déjà une épидурite. Il n'a pas été décrit de compression médullaire en dehors de cette circonstance dans leur expérience.

Laredo et al [86] ont rapporté les mesures de sécurité afin d'éviter toute fuite de ciment et leurs complications :

- Guidage fluoroscopique en temps réel permanent et optimal permettant ainsi la détection des fuites de manière précoce.
- Recours à une sédation consciente par anesthésie locale afin de détecter rapidement toute détérioration de l'état clinique du patient.
- Abord bilatéral trans-pédiculaire aux étages dorso-lombaires pour un meilleur remplissage, et choix avec précaution du point d'entrée de l'aiguille de ponction pour éviter les ponctions itératives, et de son positionnement (évite les ruptures de la corticale osseuse).
- Utilisation d'un ciment assez radio-opaque, de bonne viscosité et réfrigéré.

1.3. Augmentation transitoire de la douleur :

L'augmentation transitoire de la douleur est peu fréquente (<2%) [65], et peut être liée à la manipulation au cours de la procédure, l'injection du ciment à haute pression, ou à des réactions inflammatoires induites par la présence du ciment. Dans tous les cas, cette douleur, régresse typiquement en moins de 24 heures avec l'utilisation de médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens.

Aucun cas d'accentuation de la douleur n'est survenu dans notre série.

1.4. Rupture d'aiguille :

Un cas rapporté dans la littérature [88], aucun cas dans notre série.

2. Complications générales :

2.1. Embolie pulmonaire :

Était encore considérée comme complication exceptionnelle en 1999 avec un cas symptomatique survenu juste après la vertébroplastie, décrit par Padovani et al [89].

Depuis, de nombreuses publications ont rapporté des cas d'embolie pulmonaire. Trois cas ont été rapportés en 2002 sur une série de 27 patients traités par vertébroplastie pour des FTV malins [90]. Cette complication pouvant être gravissime secondaire à une fuite intraveineuse du ciment jusqu'à la veine cave inférieure, de façon inaperçue avec une quantité massive et incontrôlée.

Aucun cas d'embolie pulmonaire dans notre série.

2.2. Hémorragie :

Une hémorragie peut survenir chez les patients atteints d'une coagulopathie. Un cas d'hémorragie post-vertébroplastie a été décrit [91], le patient présentait un myélome, une hypercalcémie et de fortes douleurs. La vertébroplastie a été indiquée avant la chimiothérapie pour soulager la douleur. Deux jours plus tard, le patient s'est plaint de douleurs abdominales, un scanner a révélé un hématome rétropéritonéal lié à un saignement au niveau du site de ponction.

En général, les troubles de la coagulation sont des contres indications absolues à la vertébroplastie, ils doivent être corrigés avant le geste.

2.3. Complications liées aux matériels et produits de la vertébroplastie :

D'autres complications générales telles que les réactions allergiques transitoires, les complications anesthésiques (hypotension artérielle, défaillance cardio-respiratoire ...), les infections, jusqu'au décès ont été décrites.

L'irradiation du patient et du médecin qui réalise le geste est également un problème à ne pas méconnaître.

Des complications liées à l'exposition aux vapeurs de méthylméthacrylate ont également été décrites, pouvant entraîner des nausées, une perte d'appétit, de la toux, un bronchospasme, des crises d'asthme notamment chez le personnel soignant exposé de manière chronique. Ont été signalés pour de très fortes doses une nécrose hépatique, un œdème pulmonaire ou des lésions d'emphysème pulmonaire. [86]

III. Limites de la vertébroplastie :

- **Nombre des vertèbres atteintes :**

Les patients avec atteintes vertébrales tumorales ont souvent des lésions rachidiennes diffuse, ce qui peut être une limitation au geste.

En effet, compte tenu de la durée du geste de vertébroplastie, il est préférable de ne pas réaliser dans un seul temps opératoire plus de trois vertèbres. On conçoit donc que dans les déminéralisations diffuses du rachis, sans foyer douloureux précis, la vertébroplastie n'est pas un outil thérapeutique de choix. [32] [92]

- **Tumeurs malignes :**

Dans le cadre des lésions osseuses malignes (myélome et métastases vertébrales), il s'agit d'un traitement palliatif à visé antalgique et stabilisatrice et non curatif. La vertébroplastie n'empêche pas la progression générale de la pathologie sous-jacente.

- **Lésions condensantes :**

Les lésions vertébrales lytiques ou mixtes sont techniquement mieux accessibles à la vertébroplastie que les lésions purement condensantes.

Le caractère ostéo-condensant de la lésion empêche la bonne diffusion du ciment, avec répartition inhomogène du ciment. L'injection est soumise à une pression importante, limitant ainsi le volume injecter et augmentant le risque des fuites. [26] [72].

- **Rupture du mur postérieur :**

Anciennement, la plupart des auteurs considèrent la destruction du mur vertébral postérieur ou l'atteinte de l'espace épidual comme des contre-indications relatives de la vertébroplastie [93] [94], par l'augmentation du risque de fuite du ciment dans les espaces épidaux et paravertébraux, avec pour conséquence une compression médullaire ou radiculaire ou aggravation de la symptomatologie initiale.

D'autres études montrent que la rupture de la paroi postérieure n'augmente pas significativement le risque de complications :

Une étude prospective de Saliou, réalisée sur 51 patients avec vertèbres métastatique et myélomateuses associées à une atteinte du mur postérieur et épidurale, a montré la faisabilité, l'efficacité et la sécurité du geste chez ces patients [68].

Les différentes études menées par Deramond dans la prise en charge des atteintes vertébrales métastatiques par la vertébroplastie ne rapporte pas de contre-indication au traitement dans les cas d'atteinte du mur postérieur [21].

Chiras et al ne rapportent pas de modification significative du risque de complication après vertébroplastie chez les patients avec une atteinte du mur postérieur [30].

Weil et al ont également montré que les complications des vertébroplasties dans le cadre de lésions osseuses tumorales n'étaient pas plus fréquentes en cas de destruction du mur vertébral postérieur ou d'atteinte épidurale par la tumeur [61].

Dans notre série, 2 patients présentaient une atteinte du mur postérieure (33,3%), aucune complication majeure n'est survenue, notamment aucune complication neurologique et aucune fuite canalaire compliquée.

Toutefois, afin d'éviter tout risque de complication, le geste devra être parfaitement maîtrisé et effectué sous couvert d'une observation attentive en temps réel de la répartition du ciment sous contrôle scopique continue. La radio-opacité du ciment est un élément fondamental pour bien localiser son positionnement et sa diffusion. Une voie d'abord bilatérale est préférable pour un remplissage optimal.

IV. Schéma thérapeutique de la prise en charge des tumeurs vertébrales :

La vertébroplastie percutanée est un geste mini-invasif de radiologie interventionnelle qui peut être réalisée seule, ou en association aux différents moyens thérapeutiques (radiothérapie, chirurgie, ou aux techniques d'ablations thermiques percutanées telles que la radiofréquence, la cryothérapie ou les micro-ondes).

La principale indication de la cimentoplastie en oncologie est l'effet analgésique dans les douleurs rachidiennes invalidantes, et de manière préventive en cas de lésions avec important risque fracturaire ou à haut risque neurologique à visée de consolidation vertébrale.

C'est un traitement symptomatique à visé palliatif, qu'il ne peut être dissocier des autres thérapeutiques, radiothérapie, chirurgie et thermo-ablation. Il s'agit de méthodes thérapeutiques différentes et complémentaires, sur le plan du soulagement de la douleur, de la consolidation osseuse, et l'action antitumorale [95].

Un schéma thérapeutique associant vertébroplastie, chirurgie et radiothérapie permet une prise meilleure prise en charge de la pathologie tumorale vertébrale.

- **Association vertébroplastie–radiothérapie :**

La radiothérapie uni ou pluri-fractionnée est indiquée en association avec la vertébroplastie pour son effet antalgique progressif apparaissant après 10 à 15 jours, et de manière plus modérée pour son action consolidatrice par la stimulation de la reminéralisation osseuse débutant à 1 mois et pour son action antitumorale locale. [96]

- **Association vertébroplastie–chirurgie :**

La place de la chirurgie dans la prise en charge des tumeurs vertébrales est très limitée, vu les contraintes de la chirurgie chez les patients avec ce type de pathologies

[97]

La chirurgie est principalement indiquée en urgence à visée décompressive et stabilisatrice du rachis, dans le cas de rachis instable ou de lésions avec déficit neurologique. Ou chez des sujets jeunes avec une espérance de vie supérieure à 3 mois avec évolution lente des signes neurologiques et mauvais résultats de la radiothérapie. [97]

Dans notre série, 2 patients ont bénéficié d'une chirurgie associée à la vertébroplastie, à visée décompressive chez un cas avec compression médullaire et à visée stabilisatrice chez l'autre cas.

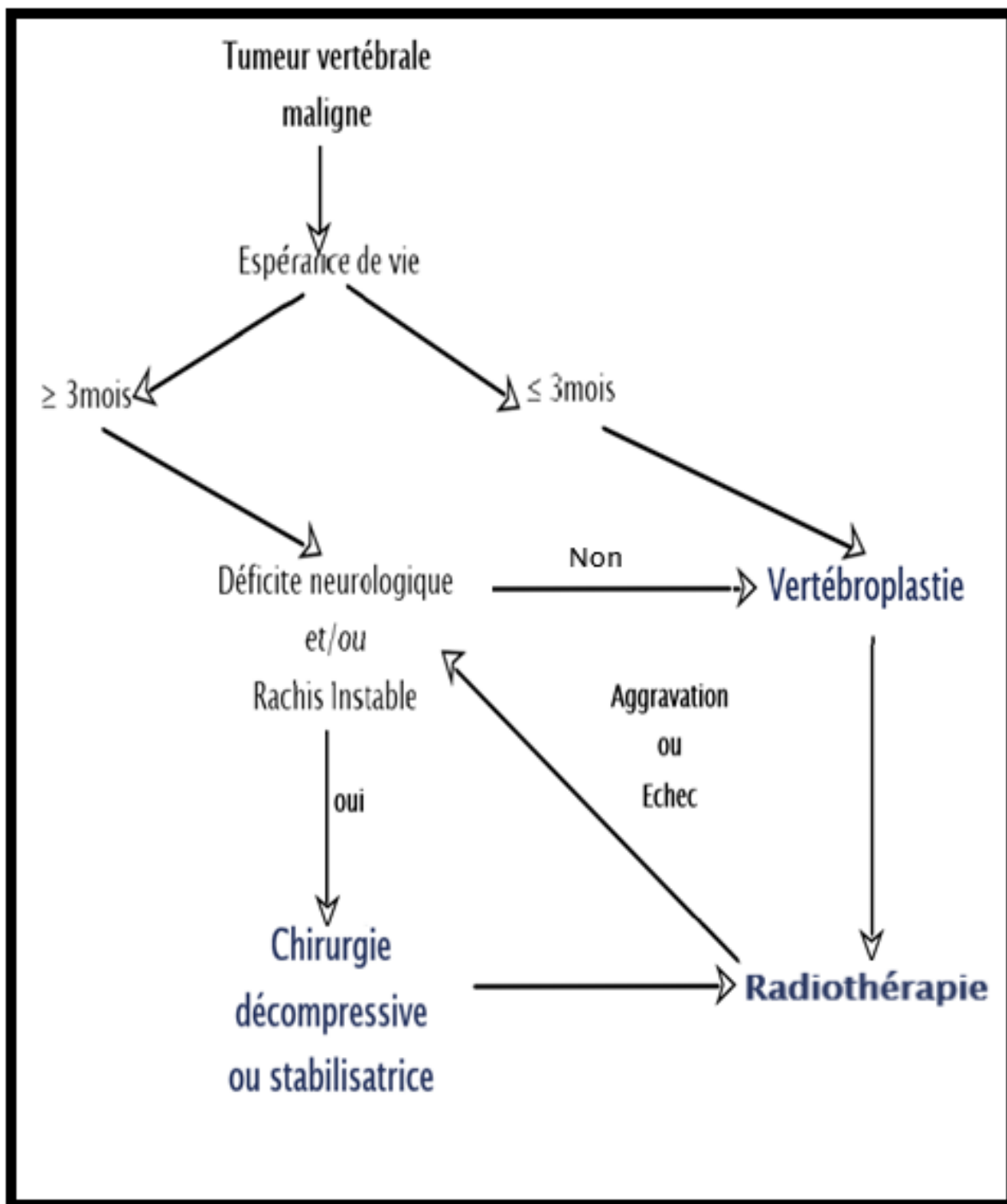


Figure 37. Algorithm de prise en charge d'une tumeur vertébrale maligne

CONCLUSION

Les métastases ostéolytiques et le myélome sont les lésions malignes destructrices les plus fréquentes de la colonne vertébrale. Les patients atteints souffrent souvent des douleurs sévères handicapantes liés aux fractures vertébrales induites par ces lésions destructrices. La prise en charge de ces patients est pluridisciplinaire nécessitant une collaboration entre oncologues, radiologues et neurochirurgiens.

L'objectif de la vertébroplastie percutanée dans ces processus pathologiques est de produire un soulagement de la douleur et un renforcement par l'injection du ciment acrylique. Ce traitement peut être utilisé en complément d'une radiothérapie, d'une chimiothérapie ou d'une chirurgie.

La vertébroplastie percutanée est rarement indiquée pour les tumeurs bénignes. Sa principale indication dans le cadre de ces lésions est l'hémangiome vertébrale.

La vertébroplastie est actuellement le premier geste de stabilisation vertébrale à proposer en cas de lésion rachidienne tumorale. Le développement des moyens de guidage et des produits utilisés dans la vertébroplastie a permis la réalisation de cette intervention dans des conditions optimales de sécurité et de facilité avec un excellent rapport bénéfice/complication.

Notre étude montre que la vertébroplastie, dans le cadre de la pathologie tumorale vertébrale, permet de manière efficace et rapide l'obtention d'un soulagement de la douleur avec diminution de prise d'antalgiques, reprise immédiate de l'activité physique, une amélioration de la qualité de vie et réduction de la durée d'hospitalisation.

RESUME

RESUME

INTRODUCTION ET OBJECTIFS :

Les tumeurs vertébrales sont une pathologie fréquemment rencontrée en pratique courante, les étiologies sont dominées principalement par : l'hémangiome, le myélome et les métastases vertébrales. Ces dernières sont de loin les tumeurs malignes les plus fréquentes.

La symptomatologie clinique est variable mais reste dominée par la douleur, qui dans certains cas, peut être sévère, handicapante et résistante au traitement médical, d'où l'intérêt des différents moyens thérapeutique : vertébroplastie, chirurgie, radiothérapie...

L'objectif de notre travail est d'évaluer la faisabilité et du rapport bénéfice/complication de la vertébroplastie percutanée dans la prise en charge des tumeurs vertébrales bénigne et maligne, ainsi l'évaluation de l'action antalgique, stabilisatrice et antitumorale de la technique à court et à long terme.

MATERIELS ET METHODES :

Étude descriptive et rétrospective menée sur une période de 3 ans et 10 mois s'étalant de Janvier 2018 à Octobre 2021 au sein du service de neurochirurgie à l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès.

N'ont été retenus pour notre étude que les patients ayant été pris en charge dans notre service pour des lésions vertébrales tumorales et ayant bénéficiés d'une vertébroplastie percutanée seule ou en association à d'autres moyens chirurgicaux.

RESULTATS :

La vertébroplastie percutanée a été réalisée chez 6 patients avec tumeur vertébrale, sexe ratio à 1 (3 hommes, 3 femmes), l'âge moyen des patients au moment de l'intervention 63,2ans (53-71ans), l'étiologie était métastatique chez 4 cas (66,7%), myélomateuse chez 2 cas (33,3%), sur le plan clinique tous les patients de notre

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
travaille présentaient un syndrome rachidien avec un seul patient qui présente des signes neurologiques, 33% des lésions traitées se trouvaient à l'étage dorsal, 67% à l'étage lombaire, 66,6% des patients étaient considérés comme instables avant le geste.

La vertébroplastie a été réalisée sous anesthésie général chez tous les patients, associée à un geste d'ostéosynthèse chez 2 patients. L'évolution a été favorable avec une réduction significative de la douleur et une bonne stabilité rachidienne.

Une fuite de ciment a été mise en évidence dans 50% des procédures, toujours minime et sans signification pathologique : prévertébrale (1 cas), discale (1 cas), sur le trajet de ponction (1 cas).

DISCUSSION :

Notre étude tend à montrer une excellente faisabilité et innocuité de cette technique dans la prise en charge des tumeurs vertébrales, permettant de manière efficace et rapide l'obtention d'un soulagement de la douleur, un renforcement et stabilisation des lésions vertébrales, une reprise immédiate de l'activité physique et l'amélioration de la qualité de vie.

Elle s'agit d'une technique simple, mini-invasive, rapide, bien tolérée réalisable souvent sous anesthésie locale, permettant une réduction de la durée d'hospitalisation et d'immobilisation post-opératoire des patients.

Elle permet également la réalisation simultanée de biopsie osseuse, et peut être associé aux autres traitements vertébraux locaux.

ABSTRACT:

INTRODUCTION AND PURPOSES:

Vertebral tumors are a frequently encountered pathology in the current practice, the etiologies are mainly dominated by: hemangioma, myeloma and vertebral metastases.

The clinical symptomatology is variable, it's mainly dominated by pain, which, in some cases, can be severe, disabling and resistant to medical treatment, hence the interest of various therapeutic means: vertebroplasty, surgery, radiotherapy ...

The objective of our work is to evaluate the feasibility and the benefit/complication ratio of percutaneous vertebroplasty in the management of benign and malignant vertebral tumors, as well as the evaluation of the analgesic, stabilizing and antitumor action of the technique in the short and long term.

MATERIALS AND METHODS:

Descriptive and retrospective study conducted over a period of 3 years and 10 months, from January 2018 to October 2021 in the department of neurosurgery at the military hospital Moulay Ismail of Meknes.

Only patients who were treated in our department for spinal tumor lesions and who benefited from a percutaneous vertebroplasty, associated or not with other surgical means, were retained for our study.

RESULTS:

Percutaneous vertebroplasty was performed on 6 patients with vertebral tumors, sex ratio = 1 (3 men, 3 women), the average age of patients at the time of surgery is 63.2 years old (53–71years old), the etiology was metastatic in 4 cases (66.7%), myeloma in 2 cases (33.3%). Clinically, all the patients in our study had a spinal pain, with only one patient showing neurological signs. 33% of the treated

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
lesions were in the dorsal region, 67% in the lumbar region and 66.6% of the patients were considered unstable before the procedure.

Vertebroplasty was performed under general anesthesia on all patients, associated with osteosynthesis on 2 patients. The evolution was favorable with a significant pain reduction and good spinal stability.

Cement leakage was found in 50% of the procedures, always minimal and without pathological significance: prevertebral (1 case), disc (1 case), needle tracts (1 case).

DISCUSSION:

Our study tends to show an excellent feasibility and safety of this technique in the management of spinal tumors, allowing in an effective and fast way the achievement of pain relief, strengthening and stabilization of vertebral lesions, immediate resumption of physical activity and improvement of quality of life.

It is a simple, minimally invasive, fast and well-tolerated technique, often performed under local anesthesia, allowing a reduction in hospital stay and post-operative immobilization of patients.

It also allows a simultaneous bone biopsy and can be combined with other local spinal treatments.

ملخص

المقدمة والأهداف:

تعتبر أورام العمود الفقري من الأمراض الشائعة، وتهيمن المسببات بشكل أساسي على: الورم الوعائي، الورم النخاعي المتعدد والنقائل الفقرية. هذه الأخيرة هي إلى حد بعيد الأورام الخبيثة الأكثر انتشاراً. الأعراض السريرية كثيرة، ولكن تبقى آلام العمود الفقري هي الأكثر شيوعاً، والذي قد يكون في بعض الحالات شديداً ومعيقاً ومقاوماً للعلاج الطبي، ومن هنا جاء الاهتمام بالوسائل العلاجية المختلفة: تقويم العمود الفقري والجراحة والعلاج الإشعاعي...

الهدف من عملنا هو تقييم فعالية ونسبة الفائدة / المضاعفات لعملية تقويم العمود الفقري في علاج أورام العمود الفقري الحميدة والخبيثة، بالإضافة إلى تقييم تأثير التقنية على الألم واستقرار العمود الفقري. على المدى القصير والطويل.

الأساليب:

دراسة بأثر رجعي على مدى 3 سنوات و 10 أشهر تمتد من يناير 2018 إلى أكتوبر 2021 في قسم جراحة المخ والأعصاب بمستشفى مولاي إسماعيل العسكري بمكناس. تم اختيار فقط المرضى الذين عولجوا في قسمنا من آفات العمود الفقري الورمية والذين خضعوا لعملية تقويم العمود الفقري.

النتائج:

تم إجراء عملية تقويم العمود الفقري ل 6 حالات يعانون من ورم في العمود الفقري، 3 ذكور و 3 إناث، متوسط عمر مرضانا هو 63.2 سنة مع تطرف يتراوح بين 53 و 71 سنة، آليات الإصابة تهيمن عليها النقائل الفقرية ب 4 حالات (66.7%) مع حالتين للورم النخاعي المتعدد (33.3%)، سريرياً، جميع مرضانا يعانون من آلام العمود الفقري مع ظهور علامات عصبية على مريض واحد، 33% من عمليات تقويم العمود الفقري كانت على مستوى الظهر و 67% في أسفل الظهر.

تم إجراء تقويم العمود الفقري تحت التخدير العام لجميع المرضى. كانت نتائج العملية جيدة مع انخفاض كبير في الألم واستقرار جيد في العمود الفقري.

تم الكشف عن تسرب الإسمنت في 50% من الحالات، دائماً ما يكون ضئيلاً وبدون أعراض مرضية.

نقاش:

تظهر دراستنا فعالية وأمان ممتازين لهذه التقنية في علاج أورام العمود الفقري، تسمح بطريقة فعالة وسريعة بالحصول على تسكين للألم، وتقوية وتثبيت الآفات الفقرية.

تعتبر عملية تقويم العمود الفقري تقنية بسيطة، سريعة، وجيدة التحمل، وغالبًا ما يتم إجراؤها تحت التخدير الموضعي، مما يسمح بتقليل مدة الاستشفاء. كما تسمح أيضًا بأخذ خزعة العظام، ويمكن دمجها مع علاجات العمود الفقري المحلية الأخرى.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. **Deramond, H., Depriester, C., Toussaint, P., & Galibert, P.** (1997). Percutaneous Vertebroplasty. *Seminars in musculoskeletal radiology*, 1(2), 285–296.
- [2]. **Deramond, H., Depriester, C., Galibert, P., & Le Gars, D.** (1998). Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results. *Radiologic clinics of North America*, 36(3), 533–546.
- [3]. **Hide, I. G., & Gangi, A.** (2004). Percutaneous vertebroplasty: history, technique and current perspectives. *Clinical radiology*, 59(6), 461–467.
- [4]. **Chiras J, B.–C.H., Cormier E, Jean B, Rose M,** Vertebroplastie percutanee dans les metastases rachidiennes. Indications actuelles et resultats. *Journal de Radiologie*,(1) 2005. 86(10): p. 1372.
- [5]. **Shimony, J. S., Gilula, L. A., Zeller, A. J., & Brown, D. B.** (2004). Percutaneous vertebroplasty for malignant compression fractures with epidural involvement. *Radiology*, 232(3), 846–853.
- [6]. **Antoine Micheau, Denis Hoa.** Atlas d'Anatomie Humaine.
- [7]. **Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, A. Mitchell, Fabrice Duparc, Jacques Duparc.** GRAY'S ANATOMIE POUR LES ÉTUDIANTS 3ème édition.
- [8]. **Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D.** Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie*. 1987;33(2):166–8.
- [9]. **Bascoulergue Y, DJ, Leclercq R, Mottolese C, Lapras C,** Injection percutanée de méthacrylate de méthyle dans le corps vertébral dans le traitement de diverses maladies: vertébroplastie percutanée. *Radiology*. 19348; 169: p. 372–372
- [10]. **Jensen, M. E., Evans, A. J., Mathis, J. M., Kallmes, D. F., Cloft, H. J., & Dion, J. E.** (1997). Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 18(10), 1897–1904.

[11]. **Darabi D, Caron C, Pascopapon A.** Vertebroplasties percutanées : Expérience Angevine de 1996 à 2003. Thèse de médecine 2003 (France)

[12]. **Calmels V, Chevrot A, Chiras J :** Evaluation de la vertébroplastie percutanée dans les métastases vertébrales condensantes. Thèse de médecine 2003, Université Rene Descartes, Paris.

[13]. **Benayoun, L., & Pease, S.** (2009). Le blessé médullaire : de la phase préhospitalière à la réhabilitation. *Le Praticien En Anesthésie Réanimation*, 13(2), 90–103.

[14]. **Barreau X, Palussiere J, Fauche C.** La radiologie interventionnelle en pathologie rachidienne [Interventional radiology to treat vertebral diseases]. *Presse Med.* 2019 Jun;48(6):696–705. French. doi: 10.1016/j.lpm.2019.05.004. Epub 2019 May 28.

[15]. **Anselmetti GC, Manca A, Kanika K, Murphy K, Eminefendic H, Masala S, Regge D.** Temperature measurement during polymerization of bone cement in percutaneous vertebroplasty: an in vivo study in humans. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2009 May;32(3):491–8. doi: 10.1007/s00270-009-9509-7. Epub 2009 Mar 12.

[16]. **AUBRUN-FILLATRE, Céline.** Contribution à l'élaboration d'un ciment osseux acrylique amidonné à base d'HEMA.mémoire présenté à l'université d'ARTOIS.2016

[17]. **Filippiadis DK, Marcia S, Masala S, Deschamps F, Kelekis A.** Percutaneous Vertebroplasty and Kyphoplasty: Current Status, New Developments and Old Controversies. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2017 Dec;40(12):1815–1823

[18]. **Hargunani R, Le Corroller T, Khashoggi K, Murphy KJ, Munk PL.** Percutaneous vertebral augmentation: the status of vertebroplasty and current controversies. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2011;15(2):117–24

[19]. **Baroud G, Crookshank M, Bohner M.** High-viscosity cement significantly enhances uniformity of cement filling in vertebroplasty: an experimental model and study on cement leakage. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Oct 15;31(22):2562–8.

[20]. **Deramond H, Wright NT, Belkoff SM.** Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty. *Bone*. 1999 Aug;25(2 Suppl):175–215.

[21]. **Deramond H, Depriester C, Toussaint P.** Vertebroplasty and percutaneous interventional radiology in bone metastases: techniques, indications, contra-indications. *Bull Cancer Radiother*. 1996;83(4):277–82. French.

[22]. **Grados, Franck & Fechtenbaum, Jacques & Flipon, Elisabeth & Kolta, Sami & Roux, Christian & Fardellone, Patrice & Amiens, CHU.** (2021). Méthodes radiographiques d'évaluation des fractures vertébrales ostéoporotiques Radiographic methods for evaluating osteoporotic vertebral fractures.

[23]. **Kostuik JP, Errico TJ, Gleason TF, Errico CC.** Spinal stabilization of vertebral column tumors. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988 Mar;13(3):250–6.

[24]. **Mantyh P. W.** (2006). Cancer pain and its impact on diagnosis, survival and quality of life. *Nature reviews. Neuroscience*, 7(10), 797–809.

[25]. **Galibert, P., & Déramond, H.** (1990). Percutaneous acrylic vertebroplasty as a treatment of vertebral angioma as well as painful and debilitating diseases. *Chirurgie; memoires de l'Academie de chirurgie*, 116(3), 326–335.

[26]. **Deschamps, F., & de Baere, T.** (2012). Cementoplasty of bone metastases. *Diagnostic and interventional imaging*, 93(9), 685–689.

[27]. **Darrason F.** Place de la vertébroplastie percutanée acrylique dans le traitement des hémangiomes vertébraux agressifs. Thèse pour le doctorat en Médecine. Université de Picardie ; U.E.R. de médecine d'Amiens. 26 oct 1988.

[28]. Luo J, Skrypiec DM, Pollintine P, Adam MA, Annesley-Williams DJ, Dolan P. Mechanical efficacy of vertebroplasty: influence of cement type, BMD, and fracture severity. *Bone* 2007; 40(4): 1110–9

[29]. Hiwatashi A, Moritani T, Numaguchi Y, Westesson PL. Augmentation de la hauteur du corps vertébral après vertébroplastie. *AJNR. Journal américain de neuroradiologie*. Fév 2003;24(2):185–189.

[30]. Chiras, J., Cormier, E., Baragan, H., Jean, B., & Rose, M. (2007). Radiologie interventionnelle des métastases osseuses [Interventional radiology in bone metastases]. *Bulletin du cancer*, 94(2), 161–169

[31]. Iannessi, A., Garnon, J., Cormier, É., Clarencon, F., & Chiras, J. (2013). Radiologie interventionnelle des métastases osseuses [Interventional radiology for bone metastases]. *Bulletin du cancer*, 100(11), 1163–1173.

[32]. Chiras, J., Sola-Martinez, M. T., Weill, A., Rose, M., Cognard, C., & Martin-Duverneuil, N. (1995). Vertébroplasties percutanées [Percutaneous vertebroplasty]. *La Revue de médecine interne*, 16(11), 854–859.

[33]. Rodallec, M. H., Feydy, A., Larousserie, F., Anract, P., Campagna, R., Babinet, A., Zins, M., & Drapé, J. L. (2008). Diagnostic imaging of solitary tumors of the spine: what to do and say. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 28(4), 1019–1041.

[34]. Cross, J. J., Antoun, N. M., Laing, R. J., & Xuereb, J. (2000). Imaging of compressive vertebral haemangiomas. *European radiology*, 10(6), 997–1002.

[35]. M. Amouri, S. Octernaud, R. Boulos, R. Sassi, D. Tiah, C. Taidi, A. Boutekadjirt, A. Larouci, M. Levesque, E. Dion, Imagerie des hémangiomes vertébraux : évaluation du potentiel symptomatique, *Journal de Radiologie*, 87(10), 0221–0363.

[36]. Ross, J. S., Masaryk, T. J., Modic, M. T., Carter, J. R., Mapstone, T., & Dengel, F. H. (1987). Vertebral hemangiomas: MR imaging. *Radiology*, 165(1), 165–169.

[37]. Baudrez, V., Galant, C., & Vande Berg, B. C. (2001). Benign vertebral hemangioma: MR-histological correlation. *Skeletal radiology*, 30(8), 442-446.

[38]. Laredo, J.D., et al., Vertebral hemangiomas: radiologic evaluation. *Radiology*, 1986. 161(1): p. 183-9.

[39]. Laredo, J.D., et al., Vertebral hemangiomas: fat content as a sign of aggressiveness. *Radiology*, 1990. 177(2): p. 467-72.

[40]. Gaudino, S., Martucci, M., Colantonio, R., Lozupone, E., Visconti, E., Leone, A., & Colosimo, C. (2015). A systematic approach to vertebral hemangioma. *Skeletal radiology*, 44(1), 25-36.

[41]. Dang L, Liu C, Yang SM, Jiang L, Liu ZJ, Liu XG, et al. Aggressive vertebral hemangioma of the thoracic spine without typical radiological appearance. *Eur Spine J*. 2012;21(10):1994-9.

[42]. Kato S, Kawahara N, Murakami H, Demura S, Yoshioka K, Okayama T, et al. Surgical management of aggressive vertebral hemangiomas causing spinal cord compression: long-term clinical follow-up of five cases. *J Orthop Sci*. 2010;15(3):350-6.

[43]. Manier, S., de Charette de la Contrie, M., Hieulle, J., Daniel, A., & Facon, T. (2019). Myélome multiple : des critères diagnostiques et pronostiques renouvelés et de forts espoirs thérapeutiques. *La Presse Médicale*, 48(7, Part 1), 825-831.

[44]. Palumbo, A., & Anderson, K. (2011). Multiple myeloma. *The New England journal of medicine*, 364(11), 1046-1060.

[45]. Presutti, R., Harris, S. A., Kachuri, L., Spinelli, J. J., Pahwa, M., Blair, A., Zahm, S. H., Cantor, K. P., Weisenburger, D. D., Pahwa, P., McLaughlin, J. R., Dosman, J. A., & Freeman, L. B. (2016). Pesticide exposures and the risk of multiple myeloma in men: An analysis of the North American Pooled Project. *International journal of cancer*, 139(8), 1703-1714.

[46]. Rajkumar, S. V., Dimopoulos, M. A., Palumbo, A., Blade, J., Merlini, G., Mateos, M. V., Kumar, S., Hillengass, J., Kastritis, E., Richardson, P., Landgren, O., Paiva, B., Dispenzieri, A., Weiss, B., LeLeu, X., Zweegman, S., Lonial, S., Rosinol, L., Zamagni, E., Jagannath, S., ... Miguel, J. F. (2014). International Myeloma Working Group updated criteria for the diagnosis of multiple myeloma. *The Lancet. Oncology*, 15(12), e538–e548.

[47]. Fornetti, J., Welm, A. L., & Stewart, S. A. (2018). Understanding the Bone in Cancer Metastasis. *Journal of bone and mineral research: the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 33(12), 2099–2113.

[48]. Cvitkovic, F., & Mouret–Fourme, E. (2013). Épidémiologie et aspects cliniques des métastases osseuses [Epidemiology and clinical features of bone metastases]. *Bulletin du cancer*, 100(11), 1073–1081.

[49]. Coleman R. E. (2001). Metastatic bone disease: clinical features, pathophysiology and treatment strategies. *Cancer treatment reviews*, 27(3), 165–176.

[50]. Kakhki, V. R., Anvari, K., Sadeghi, R., Mahmoudian, A. S., & Torabian–Kakhki, M. (2013). Pattern and distribution of bone metastases in common malignant tumors. *Nuclear medicine review. Central & Eastern Europe*, 16(2), 66–69.

[51]. Kahn, D., Weiner, G. J., Ben–Haim, S., Ponto, L. L., Madsen, M. T., Bushnell, D. L., Watkins, G. L., Argenyi, E. A., & Hichwa, R. D. (1994). Positron emission tomographic measurement of bone marrow blood flow to the pelvis and lumbar vertebrae in young normal adults. *Blood*, 83(4), 958–963.

[52]. Rustøen, T., Moum, T., Padilla, G., Paul, S., & Miasowski, C. (2005). Predictors of quality of life in oncology outpatients with pain from bone metastasis. *Journal of pain and symptom management*, 30(3), 234–242.

[53]. Ziu, E., Viswanathan, V. K., & Mesfin, F. B. (2021). Spinal Metastasis. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

[54]. **Mundy G. R.** (2002). Metastasis to bone: causes, consequences and therapeutic opportunities. *Nature reviews. Cancer*, 2(8), 584–593.

[55]. **Greenlee, R. T., Murray, T., Bolden, S., & Wingo, P. A.** (2000). Cancer statistics, 2000. *CA: a cancer journal for clinicians*, 50(1), 7–33.

[56]. **Bartels, R. H., Feuth, T., van der Maazen, R., Verbeek, A. L., Kappelle, A. C., André Grotenhuis, J., & Leer, J. W.** (2007). Development of a model with which to predict the life expectancy of patients with spinal epidural metastasis. *Cancer*, 110(9), 2042–2049.

[57]. **Amoretti, N., Thariat, J., Nouri, Y., Foti, P., Hericord, O., Stolar, S., Coco, L., Hauger, O., Huwart, L., & Boileau, P.** (2013). Sémiologie des métastases osseuses en radiologie conventionnelle [Imaging of bone metastases]. *Bulletin du cancer*, 100(11), 1109–1114.

[58]. **Cotten, A., Dewatre, F., Cortet, B., Assaker, R., Leblond, D., Duquesnoy, B., Chastanet, P., & Clarisse, J.** (1996). Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology*, 200(2), 525–530.

[59]. **Shepherd S.** (1988). Radiotherapy and the management of metastatic bone pain. *Clinical radiology*, 39(5), 547–550.

[60]. **Simon J. M.** (1996). Radiothérapie des métastases osseuses. *Revue de la littérature [Radiotherapy of bone metastases. A review of the literature]*. *Bulletin du cancer. Radiothérapie : journal de la Société française du cancer : organe de la société française de radiothérapie oncologique*, 83(4), 290–298.

[61]. **Weill, A., Chiras, J., Simon, J. M., Rose, M., Sola-Martinez, T., & Enkaoua, E.** (1996). Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiology*, 199(1), 241–247.

[62]. **Melton L. J., 3rd** (1997). Epidemiology of spinal osteoporosis. *Spine*, 22(24 Suppl), 2S–11S.

[63]. **Cotten, A., Boutry, N., Cortet, B., Assaker, R., Demondion, X., Leblond, D., Chastanet, P., Duquesnoy, B., & Deramond, H.** (1998). Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radiographics : a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 18(2), 311–323.

[64]. **Appel, N. B., & Gilula, L. A.** (2004). Percutaneous vertebroplasty in patients with spinal canal compromise. *AJR. American journal of roentgenology*, 182(4), 947–951.

[65]. **Mathis, J. M., Barr, J. D., Belkoff, S. M., Barr, M. S., Jensen, M. E., & Deramond, H.** (2001). Percutaneous vertebroplasty: a developing standard of care for vertebral compression fractures. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 22(2), 373–381.

[66]. **Weill A, Chiras J, Simon JM, Rose M, Sola– Martinez T, Enkaoua E.** Métastases rachidiennes: indications et résultats de l'injection percutanée de ciment acryliques. *Radiology* 1996; 199: p. 241–247.

[67]. **Chiras J, Deramond H, Saillant G, Laville C.** complications des Vertébroplasties. *Echecs et complications de la chirurgie du rachis. Paris :Sauramps Medical ; 1995 :149–153.*

[68]. **Saliou, G., Kocheida, e., Lehmann, P., Depriester, C., Paradot, G., Le Gars, D., Balut, A., & Deramond, H.** (2010). Percutaneous vertebroplasty for pain management in malignant fractures of the spine with epidural involvement. *Radiology*, 254(3), 882–890.

[69]. **Chew, C., Ritchie, M., O'Dwyer, P. J., & Edwards, R.** (2011). A prospective study of percutaneous vertebroplasty in patients with myeloma and spinal metastases. *Clinical radiology*, 66(12), 1193–1196.

[70]. **Alvarez, Luis & Pérez–Higueras, Antonio & Quiñones Tapia, Diana & Calvo, Emilio & Rossi, R.** (2003). Vertebroplasty in the treatment of vertebral tumors:

[71]. Cortet, B., Cotten, A., Boutry, N., Dewatre, F., Flipo, R. M., Duquesnoy, B., Chastanet, P., & Delcambre, B. (1997). Percutaneous vertebroplasty in patients with osteolytic metastases or multiple myeloma. *Revue du rhumatisme (English ed.)*, 64(3), 177–183

[72]. Iannessi, A., Amoretti, N., Marcy, P. Y., & Sedat, J. (2012). Percutaneous cementoplasty for the treatment of extraspinal painful bone lesion, a prospective study. *Diagnostic and interventional imaging*, 93(11), 859–870.

[73]. Fourney, D. R., Schomer, D. F., Nader, R., Chlan-Fourney, J., Suki, D., Ahrar, K., Rhines, L. D., & Gokaslan, Z. L. (2003). Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients. *Journal of neurosurgery*, 98(1 Suppl), 21–30.

[74]. Fourney, D. R., Frangou, E. M., Ryken, T. C., Dipaola, C. P., Shaffrey, C. I., Berven, S. H., Bilsky, M. H., Harrop, J. S., Fehlings, M. G., Boriani, S., Chou, D., Schmidt, M. H., Polly, D. W., Biagini, R., Burch, S., Dekutoski, M. B., Ganju, A., Gerszten, P. C., Gokaslan, Z. L., Groff, M. W., ... Fisher, C. G. (2011). Spinal instability neoplastic score: an analysis of reliability and validity from the spine oncology study group. *Journal of clinical oncology: official journal of the American Society of Clinical Oncology*, 29(22), 3072–3077.

[75]. Fox, Shandy & Spiess, Michael & Hnenny, Luke & Fourney, Daryl. (2017). Spinal Instability Neoplastic Score (SINS): Reliability Among Spine Fellows and Resident Physicians in Orthopedic Surgery and Neurosurgery. *Global Spine Journal*. 7. 219256821769769. 10.1177/2192568217697691.

[76]. Huet H, B.J., Deramond H, Vertébroplastie, cyphoplastie en pathologie tumorale. *Revue des Maladies Respiratoires Actualités*, 2010. 2(3): p. 236–241

[77]. Dahl, O. E., Garvik, L. J., & Lyberg, T. (1994). Toxic effects of methylmethacrylate monomer on leukocytes and endothelial cells in vitro. *Acta orthopaedica Scandinavica*, 65(2), 147-153.

[78]. Radin, E. L., Rubin, C. T., Thrasher, E. L., Lanyon, L. E., Crugnola, A. M., Schiller, A. S., Paul, I. L., & Rose, R. M. (1982). Changes in the bone-cement interface after total hip replacement. An in vivo animal study. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 64(8), 1188-1200.

[79]. Barragán-Campos, H. M., Vallée, J. N., Lo, D., Cormier, E., Jean, B., Rose, M., Astagneau, P., & Chiras, J. (2006). Percutaneous vertebroplasty for spinal metastases: complications. *Radiology*, 238(1), 354-362.

[80]. Murray, J. A., Bruels, M. C., & Lindberg, R. D. (1974). Irradiation of polymethylmethacrylate. In vitro gamma radiation effect. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 56(2), 311-312.

[81]. Chiras, J., Depriester, C., Weill, A., Sola-Martinez, M. T., & Deramond, H. (1997). Vertébroplasties percutanées. Technique et indications [Percutaneous vertebral surgery. Technics and indications]. *Journal of neuroradiology = Journal de neuroradiologie*, 24(1), 45-59.

[82]. Amoretti, N., Hovorka, I., Marcy, P. Y., Grimaud, A., Brunner, P., & Bruneton, J. N. (2007). Aortic embolism of cement: a rare complication of lumbar percutaneous vertebroplasty. *Skeletal radiology*, 36(7), 685-687.

[83]. Kelekis, A.D., et al., Radicular pain after vertebroplasty: compression or irritation of the nerve root? Initial experience with the "cooling system". *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003. 28(14): p. E265-9.

[84]. Chiras, J., Barragán-Campos, H. M., Cormier, E., Jean, B., Rose, M., & LeJean, L. (2007). Vertébroplastie: état de l'art [Vertebroplasty: state of the art]. *Journal de radiologie*, 88(9 Pt 2), 1255-1260.

[85]. Schmidt, R., Cakir, B., Mattes, T., Wegener, M., Puhl, W., & Richter, M. (2005). Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem?. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 14(5), 466–473.

[86]. Laredo, J. D., & Hamze, B. (2005). Complications of percutaneous vertebroplasty and their prevention. *Seminars in ultrasound, CT, and MR*, 26(2), 65–80.

[87]. Barr, J. D., Barr, M. S., Lemley, T. J., & McCann, R. M. (2000). Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine*, 25(8), 923–928.

[88]. Brodano, G. B., Amendola, L., Martikos, K., Bettuzzi, C., Boriani, L., Gasbarrini, A., Bandiera, S., Terzi, S., Greggi, T., & Boriani, S. (2011). Vertebroplasty: benefits are more than risks in selected and evidence-based informed patients. A retrospective study of 59 cases. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 20(8), 1265–1271.

[89]. Padovani, B., Kasriel, O., Brunner, P., & Peretti-Viton, P. (1999). Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 20(3), 375–377.

[90]. Jang, J.S., S.H. Lee, and S.K. Jung, Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty: a report of three cases. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002. 27(19): p. E416–8

[91]. Deramond H, Dion J, Chiras J. Complications of percutaneous vertebroplasty. In *Percutaneous Vertebroplasty*. JM Mathis, H Deramond, SM Belkoff (eds). New York: Springer, 2001:165–174.

[92]. Peltier, J., Toussaint, P., Deramond, H., Desenclos, C., & Le Gars, D. (2004). Interet de la vertébroplastie percutanée acrylique dans les compressions

Place de la vertébroplastie dans la PEC des tumeurs vertébrales Thèse N° : 331/21
médullaires tumorales [Contribution of percutaneous acrylic vertebroplasty for
tumor-related spinal cord compression]. Neuro-Chirurgie, 50(4), 484-491.

[93]. Heini, P. F., Wälchli, B., & Berlemann, U. (2000). Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. A prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 9(5), 445-450.

[94]. Murphy, K. J., & Deramond, H. (2000). Percutaneous vertebroplasty in benign and malignant disease. *Neuroimaging clinics of North America*, 10(3), 535-545.

[95]. Georgy B. A. (2008). Metastatic spinal lesions: state-of-the-art treatment options and future trends. *AJNR. American journal of neuroradiology*, 29(9), 1605-1611.

[96]. Leysalle, A., Fric, D., Lagrange, J. L., & Thariat, J. (2013). Prise en charge par radiothérapie des métastases osseuses et de leurs complications : les standards [Radiotherapy of bone metastases]. *Bulletin du cancer*, 100(11), 1175-1185.

[97]. Zairi, F., D'Houtaud, S., & Assaker, R. (2013). Traitement chirurgical des métastases vertébrales [Surgical treatment of vertebral metastases]. *Bulletin du cancer*, 100(11), 1141-1151.



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+024401+ | +012112+ 8 +00000+
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

أطروحة رقم 21/331

سنة 2021

مكانة رأب الفقرة في علاج أورام العمود الفقري :
تجربة مصلحة جراحة الأعصاب بالمستشفى العسكري مولاي إسماعيل بمكناس

(بصدد 06 حالات)

الأطروحة

قدمت و نوقشت علانية يوم 2021/12/23

من طرف

السيد ياسر القدوري

المزداد في 15 يونيو 1997 بخنيفرة

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات المفتاحية

رأب الفقرة عن طريق الجلد - إسمنت أكريليك - ورم العظام - ورم منتقل إلى العمود الفقري -
الورم النخاعي المتعدد - الورم الوعائي

اللجنة

السيد عبد الكريم شحو الرئيس

أستاذ في الجراحة العامة

المشرف السيد عكاشة نعمة

أستاذ مبرز في علم جراحة الأعصاب

السيد عمر بولهرود أعضاء

أستاذ مبرز في علم جراحة الأعصاب

السيد جمال الواسطي أعضاء

أستاذ مبرز في علم الجروح والتجبير

السيد توفيق أفريشة أعضاء

أستاذ مبرز في علم الأشعة