



Available online at
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



ARTICLE ORIGINAL

Vertébroplastie : évaluation clinique et radiologique à plus de dix ans

Vertebroplasty: 10 years clinical and radiological follow-up

J. Franc^{a,*,b}, P. Lehmann^b, G. Saliou^b, P. Monet^b, E.-M. Kocheida^b,
E. Daguet^b, A. Laurent^b, D. Legars^b, H. Deramond^b

^a Service de neuroradiologie, hôpital Lariboisière, 2, rue Ambroise-Paré, 75010 Paris, France

^b Service de neuroradiologie diagnostique et interventionnelle, centre hospitalier universitaire d'Amiens, place Victor-Pauchet, 80000 Amiens, France

Disponible sur Internet le 20 mars 2010

KEYWORDS

Percutaneous acrylic
vertebroplasty;
Cement;
Fractures;
Discs;
Osteoporosis;
Vertebral angioma

Summary

Objectives. — Ten years follow-up of the first patients treated with percutaneous vertebroplasty. **Patient and methods.** — Eighteen patients were retrospectively reviewed having undergone vertebroplasty in our centre between 1989 and 1998. Eight were treated for angioma, eight for osteoporotic compression and two followed for myeloma. They all underwent clinical and radiological evaluation in 2007 (standard X-rays, CT scan and MRI). These examinations were compared to prior baseline pre- and post-therapeutic images.

Results. — Radiological characteristic of cement remained unchanged in the long term and there was no modification of anatomical structures in contact with it. Even if the distribution of cement was asymmetrical there was no fracture of the treated vertebrae at distance. Degenerative changes of discs facing the vertebroplasty were not more pronounced than for distant discs. We found no significant signal or density anomaly of disc in contact direct with cement. 38.8% of the patients presented new fractures ($n=30$). Seventy percent of the fractures were multiple and contiguous. In the long term, all patients reported improvement of pain after the procedure.

Conclusion. — In our series, we found a good stability of treatment over time. This study shows the long-term safety of percutaneous acrylic vertebroplasty, in particular harmlessness of cement for bone and discs in contact.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

La vertébroplastie consiste en l'injection percutanée de ciment acrylique (polyméthylmétacrylate [PMMA]) dans une vertèbre pathologique, pour en renforcer sa résistance

mécanique. Galibert et Deramond furent, en 1984, les premiers à réaliser ce geste. Il s'agissait d'une patiente de 54 ans atteinte d'un angiome agressif et hyperalgique d'une vertèbre cervicale [1]. La vertébroplastie fut réalisée suite à une laminectomie chirurgicale avec excision de la composante épidurale de l'angiome. Le but premier de cette vertébroplastie était la consolidation, mais ils

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : juli.franc@yahoo.fr (J. Franc).

constatèrent un spectaculaire effet antalgique associé. La technique fut répétée pour six autres patients avec succès [1]. Dès 1987, cette technique percutanée, réalisée sous contrôle scopique a vu ses indications élargies aux pathologies vertébrales ostéoporotiques et tumorales [2]. Depuis, de nombreuses études ont documenté son efficacité à court terme [3–8], autorisant la verticalisation rapide et évitant les complications de décubitus. Les complications de cette technique sont rares (0,5 à 2 %) [9].

De nombreuses études [3–5,10–20] ont montré une bonne évolution à moyen terme (six à 36 mois) de la vertébroplastie.

Le but de ce travail était de réaliser une évaluation clinioradiologique à plus de dix ans des premières vertébroplasties pratiquées.

Notre objectif principal était d'étudier à très long terme l'évolution du ciment et des structures directement à son contact. Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'évolution des disques, des vertèbres adjacents et l'efficacité clinique à très long terme.

Nous avons donc repris le suivi radioclinique des patients ayant bénéficié d'une vertébroplastie dans notre centre entre 1989 et 1998 avec la réalisation d'une évaluation clinique, des radiographies, d'une tomodensitométrie et d'un IRM.

Patients et méthode

Population

Il s'agit d'une étude rétrospective sur 180 patients ayant bénéficié d'une vertébroplastie dans notre centre entre 1989 et 1998. Soixante dix-neuf patients souffraient de fractures pathologiques (myélome, métastases) ; 47 patients d'angiomes symptomatiques ; 54 patients de fractures tassements ostéoporotiques. Parmi eux, 22 patients ont pu être retrouvés et 158 patients ont été perdus de vue et n'ont pu être contactés (décès, déménagement...).

Sur les 22 patients, 18 ont accepté la réalisation d'un contrôle radioclinique à distance, quatre ont refusé. Le recul était de 14 ans en moyenne (minimum : neuf ans et maximum : 18 ans). La répartition par sexe était de 14 femmes et quatre hommes avec une moyenne de 70,7 ans (minimum : 36 ans ; maximum : 85 ans). L'étiologie des fractures vertébrales était une ostéoporose (huit patients), un angiome vertébral (huit patients) et un myélome (deux patients).

Une biopsie au décours du geste et une analyse anatomopathologique étaient systématiques.

Tous les patients suivis pour ostéoporose ou myélome ont bénéficié d'une ostéodensitométrie et présentaient un T score inférieur à $-2,5$. Nous les avons considérés comme faisant partie d'une même population des patients ostéoporotiques.

Méthode

Bilan radiologique pré et post-thérapeutique

Selon les patients les documents à notre disposition étaient disparates (Fig. 1). Nous avons retrouvé dans les dossiers des radiographies datant d'avant ou d'après le geste pour tous

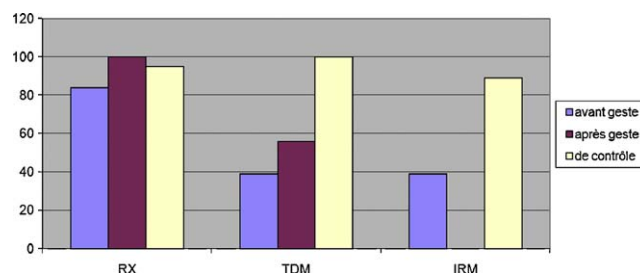


Figure 1 Histogramme représentant les pourcentages des différents examens à notre disposition dans le dossier.

les patients, des IRM pour les patients suivis pour angiomes et des scanners pour plus de la moitié des patients.

Un patient claustrophobe n'a pu bénéficier d'une IRM de contrôle.

Une autre patiente n'a pu bénéficier que d'un scanner dorsolombaire de contrôle.

Bilan radiologique de contrôle à long terme

Les patients ont eu des radiographies standard (face et profil centrés sur les vertèbres traitées en position couchée), un scanner rachidien sans injection de produit de contraste centré sur les vertèbres traitées (scanner Ligth Speed 16 General Electric Medical System).

Acquisition hélicoïdale avec une épaisseur de coupes de 0,625 mm et des reconstruction en 1,25 tous les 0,6 mm) et une imagerie par résonance magnétique (IRM 3 Tesla General Electric Medical Systems SIGNA HDx MRHDX ; séquences sagittales sur le rachis, épaisseur de coupe de 4 mm tous les 0,4 mm, une séquence pondérée T2 *fast spin* écho avec saturation du signal de la graisse et une séquence pondérée T1 *fast spin* écho).

Analyse des images

L'analyse des images a été réalisée par deux neuroradiologues.

L'analyse du ciment a été réalisée sur les trois examens. Nous avons recherché des modifications de densité ou de signal du ciment lui-même. Nous avons recherché des modifications de l'os au contact direct du ciment (condensation ou sclérose, lyse ou fracture de la partie vide de ciment) mais aussi du disque directement au contact (anomalie de signal ou de densité par rapport aux autres disques). Sa répartition asymétrique ou non au sein de la vertèbre traitée a été étudiée selon la méthode décrite sur les Fig. 2 et 3. Le remplissage de la lésion traitée a été jugé optimal si l'ensemble de la lésion était rempli de ciment (Fig. 4). L'évolution des disques adjacents à la vertèbre cimentée par rapport à ceux situés à distance et l'apparition de nouvelles fractures ont été étudiés sur les trois examens.

Le disque a également été divisé en neuf quadrants afin de faire correspondre une localisation discale et vertébrale. Cela permet de rechercher une anomalie dans le quadrant discal correspondant à la situation d'un trait de fracture adjacent, par exemple.

Nous avons recherché des signes d'arthrose intersomatiques : une réduction de l'espace intersomatique

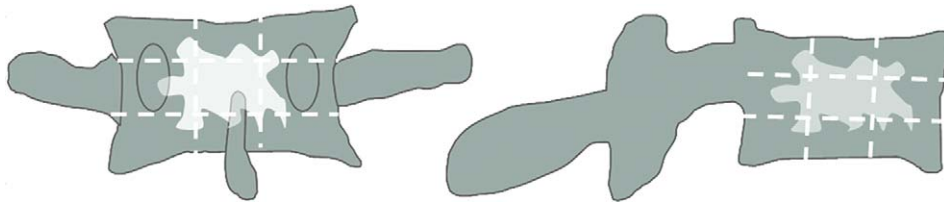


Figure 2 Schémas de vertèbres de face et de profil : nous avons divisé en neuf quadrants de face et de profil sur les radiographies standard. Un remplissage est jugé symétrique si du ciment se projette en regard de l'ensemble des quadrants sur la face et le profil (comme dans ce cas présent) et au contraire asymétrique si au moins un des quadrants ne contient pas de ciment.

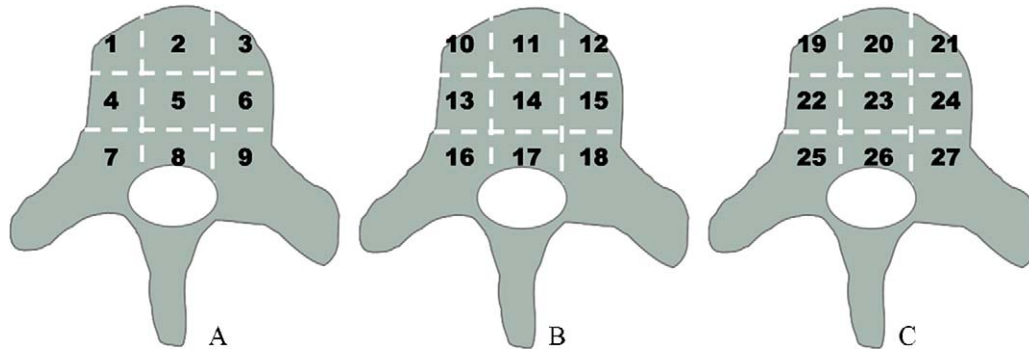


Figure 3 Nous avons divisé les corps vertébraux en 27 quadrants au scanner, soit trois niveaux de coupe (supérieure, médiane et inférieure) divisées en neuf quadrants. Le remplissage est jugé asymétrique si trois quadrants contigus sont vides. A. Coupe supérieure. B. Coupe médiane. C. Coupe inférieure.

(pincement), une sclérose sous chondrale des plateaux vertébraux, une ostéophytose marginale, des géodes sous chondrales, un vide discal (air intradiscal), des calcifications. En IRM, nous avons recherché une dégénérescence discale qui se traduit par un affaissement, une déshydratation et une diminution de l'intensité du signal en pondération T2 du disque. L'IRM nous a permis d'apprécier les remaniements d'origine dégénérative des plateaux vertébraux de part et d'autre des disques dégénérés (modifications de type Modic) [21].

Les différentes fractures ont été étudiées sur les radiographies, le scanner et l'IRM. Elles ont été décrites selon la méthode semiquantitative de Genant et al. [22].

La diminution éventuelle de hauteur était analysée par rapport aux vertèbres adjacentes (stade 1 : diminution de 20–25 % de la hauteur du corps vertébral ; stade 2 : diminution de 25–40 % de la hauteur du corps vertébral ; stade 3 : diminution de 40–75 % de la hauteur du corps vertébral ; stade 4 : diminution de 75–100 % de la hauteur du corps vertébral).

Analyse statistique

Nous avons utilisé le test de χ^2 calculé avec le logiciel statview SAS 2000 pour estimer le lien statistique entre

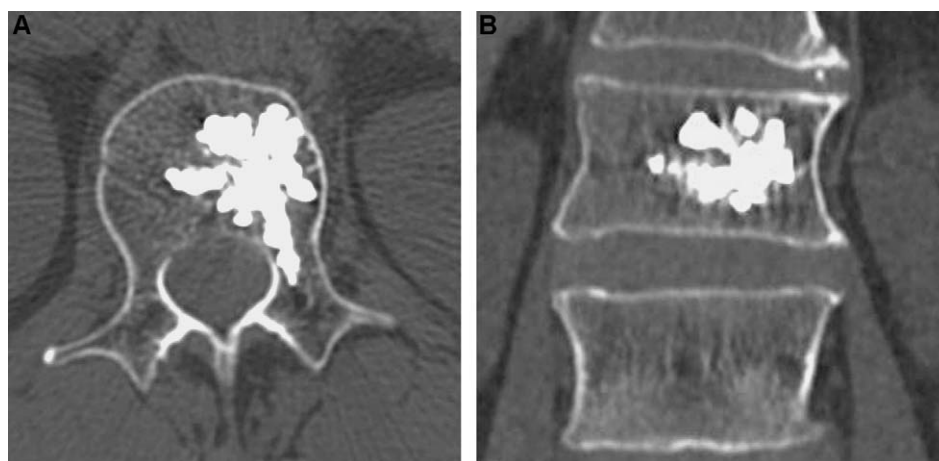


Figure 4 TDM sans injection en fenêtres osseuses en coupe axiale et en reconstruction coronale. Angiome corporel de L1 agressif sans composante épidurale, traité par vertébroplastie seule en 1990. La répartition est asymétrique dans la vertèbre mais le remplissage de la lésion est optimal.

l'apparition d'une fracture à long terme et une répartition initiale asymétrique du ciment, une atteinte ostéoporotique ou une fuite discale initiale, l'apparition d'une modification discale au niveau des disques adjacents à une vertèbre traitée par rapport à ceux à distance.

Les résultats ont été considérés comme significatifs pour une valeur de $p < 0,005$.

Évaluation clinique

L'examen clinique a été réalisé pour chaque patient avant les examens radiologiques.

Les 18 patients ont bénéficié d'une évaluation de la douleur (échelle visuelle analogique [EVA]) avant le geste, une évaluation de la douleur actuelle par EVA de Huskisson [23] au repos et à l'effort.

Résultats

Analyse du ciment et des structures au contact

À long terme, aucune modification radiologique du ciment n'a été observée par rapport aux examens initiaux. Nous n'avons pas constaté d'anomalie de densité ou de signal de l'os ou du disque au contact direct du ciment.

La répartition du ciment dans les vertèbres traitées a été jugée symétrique dans 62% des cas ($n = 16$ à la répartition symétrique et $n = 10$ à la répartition asymétrique).

L'ensemble des angiomes, soit 85% des lésions traitées, présentait un remplissage optimal.

Il n'y a pas eu de nouveau tassement vertébral, en particulier des vertèbres présentant une répartition asymétrique avec une partie importante du corps vertébral vide de ciment (Fig. 5).

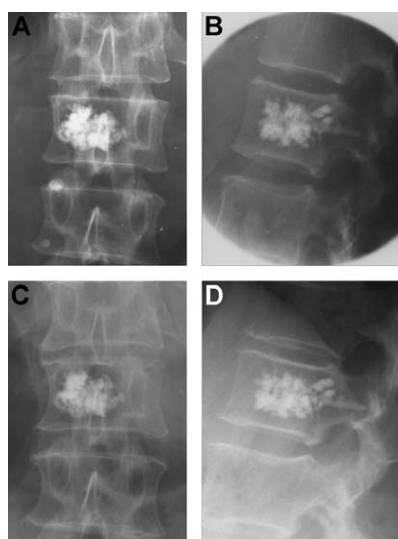


Figure 5 Radiographies standard face A, profil B post-vertébroplastie. Radiographies de contrôle de la même patiente traitée pour un angiome agressif sans composante épidurale 17 ans après la vertébroplastie (C et D). On note l'absence de modification de la vertèbre traitée malgré un remplissage asymétrique.



Figure 6 IRM séquence T1 sagittale en reconstructions pas-tint. Mme C., 66 ans traitée en 1992 par vertébroplastie seule pour un angiome symptomatique localisé au corps vertébral de L1. Absence de fracture au long terme.

Parmi les patients traités par vertébroplastie, pour angiome ($n = 8$), pour myélome ($n = 2$), pour tassements ostéoporotiques ($n = 8$), il est apparu à long terme 30 nouvelles fractures chez sept patients, six fractures adjacentes chez quatre patients. Aucune vertèbre traitée ($n = 26$) ne s'est modifiée à long terme. L'apparition de fractures au long terme a été observée chez 28,6% des patients porteurs d'une vertèbre au remplissage asymétrique et chez 71,4% des patients porteurs d'une vertèbre au remplissage symétrique.

Summary Table for total fracture, remp asym

Num. Missing	0
DF	1
Chi Square	1,169
Chi Square P-Value	,2796
G-Squared	1,197
G-Squared P-Value	,2740
Contingency Coef.	,247
Phi	,255
Cty. Cor. Chi Square	,354
Cty. Cor. P-Value	,5521
Fisher's Exact P-Value	,3665

Observed Frequencies for total fracture, remp asym

	pas de remp asym	remp asym	Totals
f lt	5	2	7
pas de f lt	5	6	11
Totals	10	8	18

Pourcent. du total des lignes pour total fracture, remp asym

	pas de remp asym	remp asym	Totaux
f lt	71,429	28,571	100,000
pas de f lt	45,454	54,546	100,000
Totaux	55,556	44,444	100,000



Figure 7 IRM séquence T1 sagittale en reconstructions *pas-ting*. Mme J., 81 ans vertébroplastie en 1996 sur trois fractures ostéoporotiques à l'étage dorsal. À long terme, apparition de deux fractures adjacentes et de sept autres fractures contiguës.

Environ 38,8% des patients ont développé de nouvelles fractures ($n = 30$). Aucune fracture n'est apparue chez les patients traités pour angiome. Parmi ceux suivis pour ostéoporose ou myélome, 70% des patients ont développé des fractures dont 40% sont adjacentes. Cinquante pour cent des fractures adjacentes sont apparues dans les 12 mois qui ont suivi le geste. Soixante-dix pour cent des fractures étaient multiétagées, en cascade (de trois à dix étages contigus selon les patients). Quatre-vingt-trois pour cent des patients avec, au moment du geste, deux ou trois fractures préexistantes ont développé des fractures (Fig. 6 et 7).

Huit fuites discales initiales ont été constatées chez sept patients. Environ 57,1% des patients porteurs d'une fuite discale ont développé des fractures à long terme contre 42,9% chez les patients sans fuite discale initiale.

Summary Table for total fracture, fuit d

Num. Missing	0
DF	1
Chi Square	1,606
Chi Square P-Value	,2051
G-Squared	1,605
G-Squared P-Value	,2052
Contingency Coef.	,286
Phi	,299
Cty. Cor. Chi Square	,595
Cty. Cor. P-Value	,4405
Fisher's Exact P-Value	,3322

Observed Frequencies for total fracture, fuit d

	FD+	FD-	Totals
f It	4	3	7
pas de f It	3	8	11
Totals	7	11	18

Pourcent. du total des lignes pour total fracture, fuite disq

	FD+	FD-	Totaux
f It	57,143	42,857	100,000
pas de f It	27,273	72,727	100,000
Totaux	38,889	61,111	100,000

Tableau "résumé" pour Anapath, fract adj

Manquants	0
DDL	1
Chi 2	4,114
p (Chi 2)	,0425
G-carré	*
p (G-carré)	*
Coef. de contingence	,431
Phi	,478
Chi 2 corrigé	2,125
p corrigé	,1449
Prob. exacte de Fisher	,0915

Tableau "résumé" pour Anapath, fract dist

Manquants	0
DDL	1
Chi 2	9,164
p (Chi 2)	,0025
G-carré	*
p (G-carré)	*
Coef. de contingence	,581
Phi	,714
Chi 2 corrigé	6,455
p corrigé	,0111
Prob. exacte de Fisher	,0040

Fréquences observ. pour Anapath, fract adj

	fract adj	pas de fract adj	Totaux
OP	4	6	10
pas OP	0	8	8
Totaux	4	14	18

Fréquences observ. pour Anapath, fract dist

	fract a distance	pa de fract a distance	Totaux
OP	7	3	10
pas OP	0	8	8
Totaux	7	11	18

Pourcent. du total des lignes pour Anapath, fract adj

	fract adj	pas de fract adj	Totaux
OP	40,000	60,000	100,000
pas OP	0,000	100,000	100,000
Totaux	22,222	77,778	100,000

Pourcent. du total des lignes pour Anapath, fract dist

	fract a distance	pa de fract a distance	Totaux
OP	70,000	30,000	100,000
pas OP	0,000	100,000	100,000
Totaux	38,889	61,111	100,000

Analyse des disques intervertébraux

Parmi 43 disques directement adjacents aux vertèbres traitées :

- neuf disques ne présentaient pas d'atteinte initiale et sont restés identiques à long terme ;
- onze disques présentaient une dégénérescence intersomatique initiale qui est restée stable à long terme et identique aux disques à distance ;
- vingt-deux disques présentaient une discopathie initiale qui s'est majorée à long terme de façon identique aux disques situés à distance. Les plateaux vertébraux ne présentaient pas d'anomalie de signal en IRM par rapport aux disques situés à distance (pas de modification de type Modic) [21] ;
- un seul disque adjacent (2,2% des disques étudiés) a majoré son atteinte par rapport aux disques à distance de la vertébroplastie sans anomalie de signal en regard du ciment intradiscal ou des plateaux vertébraux. Il se situait au contact d'une fracture inférieure et contenait une fuite discale postérieure.

Dans notre étude, nous n'avons pas constaté de dégénérescence plus marquée des disques adjacents par rapport à ceux situés à distance, même si ces disques sont situés en regard d'une répartition asymétrique, d'une fracture, de deux fractures sus- et sous-jacentes et/ou d'une fuite discale.

Efficacité antalgique à long terme

Tous les patients souffraient avant l'intervention de douleurs invalidantes estimées alors avec l'EVA à 7/10 en moyenne (minimum : 6/10 ; maximum : 9/10). Un patient traité pour un angiome agressif a bénéficié d'une embolisation et d'une laminectomie de décompression. Deux patients traités pour angiome symptomatique sans signe neurologique ont eu une injection d'éthanol préalable et quatre patients ont eu une infiltration péridurale dans le même temps opératoire.

À long terme, 22 % des patients ($n=4$) souffraient encore de rachialgies estimées en moyenne à 3/10 sur l'EVA de Huskisson [23] à l'effort et 2/10 au repos contre 7/10 avant le geste. Tous estimaient avoir été soulagés par le geste. Aucun ne présentait à long terme de radiculalgie ou de recrudescence des douleurs.

Discussion

Le PMMA est un matériau inerte. Nous n'avons retrouvé aucune modification de son signal ou de sa densité au long terme. Sa répartition à très long terme est inchangée. Au contact direct du ciment, il n'a été observé aucune modification de signal ou de densité de l'os vertébral ou du disque. Cela nous apporte un recul, que nous ne possédons pas sur les ciments à base de phosphate de calcium [24,25], sur l'absence de modification du ciment acrylique et des structures directement à son contact à très long terme.

Des études biomécaniques [26] sur l'influence du volume injecté de ciment ont montré que 14% de remplissage suf-

fit à restaurer la rigidité du corps vertébral alors que 30% augmentent sa rigidité de plus de 50% et le risque de remplissage asymétrique. Une étude récente [27] prospective sur 49 patients ostéoporotiques a comparé la survenue de nouvelles fractures en IRM dans une population traitée par vertébroplastie avec de très faibles volumes de ciment (1 à 3 cm³) et une population traitée de façon conventionnelle. Ils en ont conclu que les faibles volumes de ciment n'empêchent pas l'apparition des nouvelles fractures mais limitent la fuite de ciment extravertébrale. Nous nous sommes donc intéressés à la répartition du ciment dans la vertèbre en ne considérant pas le volume de ciment injecté initialement [28]. Le but était d'évaluer au long terme si une répartition asymétrique était source de fracture de la partie de la vertèbre vide de ciment, d'atteinte discale ou de fracture adjacente. Dans notre série, aucune vertèbre traitée ne s'est modifiée à distance même si son remplissage était très asymétrique. Des fractures à long terme ont été observées chez 28,6% des patients porteurs d'une vertèbre au remplissage initialement asymétrique et chez 71,4% des patients avec un remplissage initial symétrique. Nous n'avons pas retrouvé de lien statistique évident entre une répartition asymétrique du ciment dans la vertèbre traitée et l'apparition de fracture à long terme (χ^2 1,169, $p < 0,2796$). Ces résultats viennent conforter l'hypothèse que la répartition asymétrique ou non du ciment dans la vertèbre traitée n'intervient ni dans l'efficacité antalgique, ni dans la conservation de l'architecture vertébrale à long terme. Et si pour le traitement des lésions tumorales un remplissage symétrique ou du moins le plus symétrique possible apparaît souhaitable, pour les fractures tassements ostéoporotiques et les angiomes le remplissage optimal de la partie la plus tassée ou de la lésion semble suffire pour soulager le patient et pour consolider la vertèbre à long terme, sans tassement secondaire. Il faut savoir expliquer cela aux correspondants, afin qu'une répartition asymétrique du ciment ne soit pas considérée comme un traitement incomplet.

Parmi les angiomes traités, 62,5% des patients présentaient un remplissage asymétrique des vertèbres et tous présentaient un remplissage optimal de la lésion pour permettre sa sclérose. Et nous n'avons constaté aucune reprise évolutive des lésions angiomeuses initiales dans notre série. Nous avons peu de données dans la littérature sur l'évolution des angiomes traités qui apparaît imprévisible. Acosta et al. [29] décrivent leur expérience dans le traitement des angiomes vertébraux symptomatiques avec une série de 16 patients traités sur une période de 20 ans et les différentes stratégies de traitements (la chirurgie, la radiothérapie, l'embolisation, l'injection d'éthanol et la vertébroplastie [30–32]. Selon ces auteurs, la vertébroplastie est un traitement efficace pour les angiomes symptomatiques sans signes neurologiques sur les rachialgies à court et à long terme. Le remplissage optimal de la composante angiomeuse permet sûrement d'augmenter l'efficacité clinique et de limiter les récurrences sans complication secondaire au long terme.

À plus de dix ans du geste initial, 38,8% des patients ont développé de nouvelles fractures. Aucune fracture n'est apparue parmi les patients traités pour angiome. Soixante-dix pour cent des patients ostéoporotiques dont ceux suivis pour myélome ont développé de nouvelles fractures et 40% des fractures adjacentes. On retrouve un lien statis-

tique fort entre l'apparition de nouvelles fractures à long terme et l'existence d'une ostéoporose (χ^2 à 9,164, soit $p < 0,0025$). Ces résultats apparaissent concordants à ceux rapportés précédemment dans la littérature : Voormolen et al. [33] retrouvent chez 66 patients ostéoporotiques 50 % de nouvelles fractures symptomatiques dont 50 % sont adjacentes à la vertèbre traitée ; Uppin et al. [19], quant à eux, rapportent 67 % de fractures adjacentes ; et Grados et al. [10] retrouvent un risque relatif de 1,44 au voisinage d'une vertèbre tassée non cimentée et de 2,27 au voisinage des vertèbres tassées cimentées. La maladie ostéoporotique représente le plus important facteur de risque d'une nouvelle fracture vertébrale [14] et le critère le mieux corrélé à l'apparition de nouvelle fracture est le nombre de fractures déjà présentes avant le geste. Selon Lindsay et al. [14], 19,2 % des patientes atteintes d'une fracture préexistante et sans traitement médical ont développé une nouvelle fracture dans les 12 mois [13]. Le risque relatif de nouvelle fracture après une première fracture ostéoporotique est de cinq et il augmente avec le nombre de fractures préexistantes. Le ratio risque (RR) de fracture est de 3,2 chez des patients ostéoporotiques, puis de 5,4 s'il existe une fracture et de 10,6, s'il y a deux fractures ou plus [34–36]. Dans notre série, 83 % des patients présentant au moment du geste deux ou trois fractures préexistantes ont développé des fractures à long terme.

Les auteurs expliquent cette évolution par la déformation rachidienne et la cyphose secondaire survenant à la suite d'un tassement vertébral qui entraînent une modification de la distribution des forces sur le rachis ; la redistribution survenant principalement sur les vertèbres adjacentes [14,37]. Heaney a décrit un modèle biomécanique où un déplacement vers l'avant des forces de compression lors d'un tassement cunéiforme et une majoration des forces de compression entraînent une augmentation du risque de fracture [38]. Kallmes et Jensen [39] ont également décrit dans une petite cohorte de patients avec de multiples fractures ostéoporotiques que 68 % étaient contiguës. Dans notre série, 70 % des fractures apparues à long terme sont contiguës, en « cascade ». L'effet antalgique de la vertébroplastie permet une mobilisation rapide et une reprise précoce des activités et augmente ainsi le risque de fracture [40]. Ce risque accru de nouvelle fracture fait partie de l'évolution naturelle de l'ostéoporose [41]. Les traitements actuels dont n'ont pas bénéficié ces patients à l'époque modifieront-ils cette évolution ? [42].

Dans notre série, sept patients présentaient des fuites discales initiales. Et 57,1 % des patients porteurs d'une fuite discale ont développé des fractures à long terme contre 42,9 % chez les patients sans fuite discale initiale. Lin et al. [20], dans une étude rétrospective, ont décrit une augmentation du risque de fracture s'il existait une fuite discale (38 patients, dix fractures sont apparues avec fuite discale dont 48 % étaient du côté de la fuite). Une étude récente [17] corrobore cette hypothèse. Les séries ne sont pas comparables mais nous n'avons retrouvé aucun lien statistique significatif entre fuite discale initiale et apparition de fracture à long terme. Et si sur le plan technique, il faut essayer d'éviter la fuite de ciment et face à un début de fuite, arrêter l'injection, tourner l'aiguille et reprendre l'injection avec un ciment dont la viscosité se sera modifiée ;

a contrario, l'existence d'une fuite discale n'était pas associée à un risque accru de complications dans notre étude.

Nous avons enfin observé l'effet à long terme de la vertébroplastie sur les disques adjacents. Berlemann et al. [43] ont utilisé des unités fonctionnelles rachidiennes de cadavres et ont observé une résistance de plus de 19 % de l'unité fonctionnelle cimentée par rapport à celle non traitée. En utilisant également ces modèles expérimentaux, Baroud et al. ont décrit un effet pilier de la vertèbre traitée avec une perte de la courbure physiologique de ses faces supérieure et inférieure. Cela augmenterait les forces exercées dans l'annulus et le nucleus et donc celles transmises aux vertèbres adjacentes. Ces mêmes résultats étaient retrouvés dans les études de Polikeit et al. [44].

Dans notre série, un seul disque (2,2 % des disques adjacents étudiés) a développé une discopathie plus marquée que les disques à distance. Ce disque était situé entre deux vertèbres traitées et contenait du ciment sans anomalie de signal au contact. Les autres disques étudiés ont subi la même évolution que ceux situés à distance de la vertèbre cimentée. Et nous n'avons retrouvé aucune anomalie de signal ou de densité des disques directement au contact de fuites de ciment ou de discopathie plus marquée en regard des vertèbres traitées avec une répartition asymétrique. Une étude statistique n'a pas pu être réalisable avec un seul disque modifié à long terme. Notre étude permet cependant d'appréhender l'évolution des disques adjacents aux vertèbres traitées au long terme. Elle semble comparable à celle des disques à distance et indépendante de la présence de fractures adjacentes, de la répartition du ciment ou de la présence de fuite intradiscale. L'injection de ciment dans un corps vertébral n'entraîne pas dans notre série de modification de densité ou de signal sur les disques adjacents. Cela est une donnée intéressante sur l'innocuité à très long terme de la vertébroplastie percutanée acrylique sur les disques, recul que nous ne possédons pas avec la vertébroplastie au ciment à base de phosphate de calcium [24,25].

L'efficacité clinique de la vertébroplastie à court terme n'est plus à démontrer [5,6].

Dans notre série, la vertébroplastie apparaît à long terme efficace sur les rachialgies initiales.

Conclusion

Cette étude reprend le suivi clinioradiologique des premiers patients traités par vertébroplastie avec plus de dix ans de recul.

À long terme, le ciment ne s'est pas modifié ou fragmenté. Nous n'avons constaté aucune modification ou anomalie de signal des travées osseuses ou des disques au contact du ciment. Les vertèbres traitées ne se sont pas modifiées à long terme même si elles présentaient une répartition asymétrique du ciment. Parmi les patients suivis pour angiome, nous n'avons constaté aucune reprise évolutive, aucune fracture à long terme. Nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre un remplissage asymétrique des vertèbres traitées et l'apparition au long terme de fractures. Celle-ci semble s'inscrire dans l'évolution naturelle de la maladie ostéoporotique. Nous n'avons pas retrouvé de lien significatif entre la présence de fuite discale initiale et l'apparition de fractures à long terme. Cette série

nous montre aussi l'absence de modification à long terme des disques adjacents à l'étage traité par rapport à ceux situés à distance. Cliniquement, tous les patients ont été soulagés.

Il s'agit ici du premier travail mettant en évidence la bonne stabilité du traitement dans le temps. Ces résultats nous paraissent primordiaux, car l'innocuité au long terme supposée de la vertébroplastie percutanée acrylique sur l'os au contact du ciment et sur les disques n'avait jamais été démontrée.

Conflit d'intérêt

Non.

Références

- [1] Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 1987;33:166–8.
- [2] Lapras C, Mottolèse C, Deruty R, Lapras Jr C, Remond J, Duquesnel J. Percutaneous injection of methyl-metacrylate in osteoporosis and severe vertebral osteolysis (Galibert's technique). *Ann Chir* 1989;43:371–6.
- [3] Layton KF, Thielen KR, Koch CA, et al. Vertebroplasty, first 1000 levels of a single center: evaluation of the outcomes and complications. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007;28:683–9.
- [4] McKiernan F, Faciszewski T, Jensen R. Quality of life following vertebroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:2600–6.
- [5] Zoarski GH, Snow P, Olan WJ, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures: quantitative prospective evaluation of long-term outcomes. *J Vasc Interv Radiol* 2002;13:139–48.
- [6] Trout AT, Kallmes DF, Gray LA, et al. Evaluation of vertebroplasty with a validated outcome measure: the Roland-Morris Disability Questionnaire. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:2652–7.
- [7] Cotten A, Boutry N, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radiographics* 1998;18:311–20 [discussion 320–313].
- [8] Deramond H, Depriester C, Galibert P, Le Gars D. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate, technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am* 1998;36:533–46.
- [9] Chiras J, Barragan-Campos HM, Cormier E, Jean B, Rose M, LeJean L. Vertebroplasty: state of the art. *J Radiol* 2007;88:1255–60.
- [10] Grados F, Depriester C, Cayrolle G, Hardy N, Deramond H, Fardellone P. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology (Oxford)* 2000;39:1410–4.
- [11] Cortet B, Cotten A, Boutry N, et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: an open prospective study. *J Rheumatol* 1999;26:2222–8.
- [12] Diamond TH, Champion B, Clark WA. Management of acute osteoporotic vertebral fractures: a non randomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. *Am J Med* 2003;114:257–65.
- [13] Jensen ME, Dion JE. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic compression fractures. *Neuroimaging Clin N Am* 2000;10:547–68.
- [14] Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, et al. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA* 2001;285:320–3.
- [15] Delmas PD, Ensrud KE, Adachi JD, et al. Efficacy of raloxifene on vertebral fracture risk reduction in postmenopausal women with osteoporosis: 4-year results from a randomized clinical trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87:3609–17.
- [16] Seeman E, Crans GG, Diez-Perez A, Pinette KV, Delmas PD. Antivertebral fracture efficacy of raloxifene: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2006;17:313–6.
- [17] Syed MI, Patel NA, Jan S, Harron MS, Morar K, Shaikh A. Intradiskal extravasation with low-volume cement filling in percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:2397–401.
- [18] Kim SH, Kang HS, Choi JA, Ahn JM. Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty. *Acta Radiol* 2004;45:440–5.
- [19] Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, Pfeifer BA, Pazianos AG, Choi IS. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology* 2003;226:119–24.
- [20] Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, Westesson PL. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004;25:175–80.
- [21] Modic MT. Degenerative disc disease and back pain. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1999;7:481–91.
- [22] Genant HK, Block JE, Steiger P, Glueer CC, Ettinger B, Harris ST. Appropriate use of bone densitometry. *Radiology* 1989;170(21):817–22.
- [23] Huskisson EC. Measurement of pain. *J Rheumatol* 1982;9:768–9.
- [24] Bai B, Jazrawi LM, Kummer FJ, Spivak JM. The use of an injectable, biodegradable calcium phosphate bone substitute for the prophylactic augmentation of osteoporotic vertebrae and the management of vertebral compression fractures. *Spine* 1999;24:1521–6.
- [25] Turner TM, Urban RM, Singh K, et al. Vertebroplasty comparing injectable calcium phosphate cement compared with polymethylmethacrylate in a unique canine vertebral body large defect model. *Spine J* 2008;8:482–7.
- [26] Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. *Spine* 2001;26:1547–54.
- [27] Cyteval C, Thomas E, Solignac D, et al. Suivi prospectif du risque fracturaire après vertébroplastie utilisant un faible volume de ciment chez des patients ostéoporotiques. *J Radiol* 2008;89:797–801.
- [28] Tanigawa N, Komemushi A, Kariya S, et al. Relationship between cement distribution pattern and new compression fracture after percutaneous vertebroplasty. *AJR Am J Roentgenol* 2007;189:348–52.
- [29] Acosta Jr FL, Dowd CF, Chin C, Tihan T, Ames CP, Weinstein PR. Current treatment strategies and outcomes in the management of symptomatic vertebral hemangiomas. *Neurosurgery* 2006;58:287–95.
- [30] Cortet B, Cotten A, Deprez X, et al. Value of vertebroplasty combined with surgical decompression in the treatment of aggressive spinal angioma. Apropos of three cases. *Rev Rhum Ed Fr* 1994;61:16–22.
- [31] Pavlovitch JM, Nguyen JP, Djindjian M, Mazon JJ, Piedbois P, Le Bourgeois JP. Radiotherapy of vertebral hemangioma with neurologic complications. *Neurochirurgie* 1989;35:296–8.
- [32] Doppman JL, Oldfield EH, Heiss JD. Symptomatic vertebral hemangiomas: treatment by means of direct intralésional injection of ethanol. *Radiology* 2000;214:341–8.
- [33] Voormolen MH, Lohle PN, Juttman JR, van der Graaf Y, Franssen H, Lampmann LE. The risk of new osteoporotic vertebral compression fractures in the year after percutaneous vertebroplasty. *J Vasc Interv Radiol* 2006;17:71–6.

- [34] Davis JW, Grove JS, Wasnich RD, Ross PD. Spatial relationships between prevalent and incident spine fractures. *Bone* 1999;24:261–4.
- [35] Black DM, Arden NK, Palermo L, Pearson J, Cummings SR. Prevalent vertebral deformities predict hip fractures and new vertebral deformities but not wrist fractures, study of osteoporotic fractures research group. *J Bone Miner Res* 1999;14:821–8.
- [36] Klotzbuecher CM, Ross PD, Landsman PB, Abbott 3rd TA, Berger M. Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *J Bone Miner Res* 2000;15:721–39.
- [37] Baroud G, Heini P, Nemes J, Böhner M, Ferguson S, Steffen T. Biomechanical explanation of adjacent fractures following vertebroplasty. *Radiology* 2003;229:606–7.
- [38] Heaney RP. The importance of calcium intake for lifelong skeletal health. *Calcif Tissue Int* 2002;70:70–3.
- [39] Kallmes DF, Jensen ME. Percutaneous vertebroplasty. *Radiology* 2003;229:27–36.
- [40] Melton 3rd LJ, Kallmes DF. Epidemiology of vertebral fractures: implications for vertebral augmentation. *Acad Radiol* 2006;13:538–45.
- [41] Trout AT, Kallmes DF, Kaufmann TJ. New fractures after vertebroplasty: adjacent fractures occur significantly sooner. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:217–23.
- [42] Miller PD, Bolognese MA, Lewiecki EM, et al. Effect of denosumab on bone density and turnover in postmenopausal women with low bone mass after long-term continued, discontinued, and restarting of therapy: A randomized blinded phase 2 clinical trial. *Bone* 2008;43:222–9.
- [43] Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, Heini PF. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty, A biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:748–52.
- [44] Polikeit A, Nolte LP, Ferguson SJ. The effect of cement augmentation on the load transfer in an osteoporotic functional spinal unit: finite-element analysis. *Spine* 2003;28:991–6.