

Cimentoplasties

Cementoplasties

Christian Vallée

Service d'imagerie médicale, hôpital Raymond Poincaré, Garches.

Mots clés

- ◆ cimentoplastie
- ◆ vertébroplastie
- ◆ fracture par insuffisance osseuse
- ◆ ostéoporose
- ◆ métastases osseuses
- ◆ traitement percutané

Résumé

Les cimentoplasties percutanées ont été développées à la suite des travaux des équipes du neuroradiologiste Hervé Deramond et du neurochirurgien Pierre Galibert (Amiens, 1984) qui ont publié la première observation (1987) de ce qu'ils ont appelé la vertébroplastie. Il s'agissait en l'occurrence de la prise en charge thérapeutique d'un hémangiome de C2 par injection directe de résine de polyméthylmétacrylate dans le corps vertébral sous contrôle radioscopique. Depuis, la technique s'est largement développée en France et dans le monde, dans le cadre de lésions mécaniques ou tumorales des vertèbres ou, plus généralement, de l'os spongieux (cimentoplastie). Le but initial de la technique est antalgique, l'effet pouvant être expliqué par la réaction exothermique dégagée lors de la polymérisation du produit (nécrose tumorale ou action sur les terminaisons nerveuses sensibles) mais aussi, plus vraisemblablement, par la stabilisation de la zone anatomique concernée. Les bons résultats antalgiques observés dans toutes les séries sont globalement meilleurs dans les pathologies mécaniques (tassements vertébraux ostéoporotiques, voire traumatiques, fractures par insuffisance osseuse) que tumorales, bénignes ou malignes. Ces injections de ciment peuvent aussi peu ou prou rétablir l'anatomie de la région et en améliorer la biomécanique. Plus récemment, la cyphoplastie a été développée aux USA, visant à introduire un ou deux ballonnets gonflables au sein de la lésion afin d'y créer une cavité qui sera ensuite injectée. Cette technique, beaucoup plus onéreuse, semble prometteuse et est en cours de test contre la précédente. Sur le plan du concept, on peut se demander s'il est plus logique de repousser les travées osseuses du spongieux et de remplir une cavité artificielle que de combler les espaces intertrabéculaires déshabités en conservant l'architecture osseuse d'origine.

Keywords

- ◆ Cementoplasty
- ◆ vertebroplasty
- ◆ osseous insufficiency fracture
- ◆ osteoporosis
- ◆ osseous metastasis
- ◆ percutaneous treatment

Abstract

The cementoplasties should be understood as the filling of weakened trabecular bones, either by tumours or osseous insufficiency, via the percutaneous injection of surgical cement. Vertebroplasty is the most famous and the 1st published of all cementoplasties. The aim of these techniques which are light procedures as compared to surgery is first to reduce the pain and second to strengthen the affected bone; they also may restore the bony anatomy and then the body's biomechanics in certain cases of vertebral fractures for instance. The reduction of the pain is mainly explicated by the stabilization of the lesion which minimizes the micro-fractures. That explains why its instability has to be first demonstrated: a preliminary MRI is therefore required. The procedure is mainly done under fluoroscopy allowing to follow possible leakages of the cement which may lead to complications, as well as to detect inconveniences due to anatomic lesions during the approach. A special attention has to be paid to the osteoporotic fractures: cementoplasties could also reduce the cost for the public health.

Définition et historique

Le terme « cimentoplastie » semble avoir été introduit la première fois dans la littérature médicale par la radiologiste

Anne Cotten (1) en 1994. Il dérive en fait du terme « vertébroplastie », du nom des inventeurs de la technique d'injection de méthylmétacrylate dans les corps vertébraux. C'est en effet dès 1987 que le neurochirurgien P Galibert et le neuroradiologiste H Deramond ont rapporté dans leur publica-

Correspondance :

*Service d'imagerie médicale, hôpital Raymond Poincaré, 104 Boulevard Raymond Poincaré, 92380 Garches.
Email : christian.vallee@rpc.aphp.fr*



Figure 1. IRM du rachis. Tassements de T8 et de L1. Le tassement de L1 est ancien, stable, car le signal du corps vertébral n'est pas modifié. Le tassement de T8 est instable et mérite d'être traité. 1A : séquence STIR ; 1B : séquence T2 ; 1C : séquence T1 ; 1D : séquence T1 après injection intra-veineuse de produit de contraste et soustraction des graisses. 1E : scintigraphie osseuse montrant des hyperfixations T8-T10, suspectes de tassements instables.

tion *princeps* une « note préliminaire sur le traitement des angiomes vertébraux par vertébroplastie acrylique percutanée » (2). Est-il véritablement légitime d'employer ce suffixe « plastie » qui, dans le langage médical courant, signifie une opération destinée à restaurer un organe (par exemple rhinoplastie, gastroplastie, ligamentoplastie, etc...) ? Restaure-t-on donc du ciment ? On peut cependant imaginer que le terme « ciment » sous-entend un lien, puisqu'il vient du latin *cassere* (des pierres) afin d'effectuer un mortier.

Quoi qu'il en soit, les principales applications de ces injections peuvent conduire à faire des vertébroplasties, des acétabuloplasties, des épiphyseplasties... que l'on pourrait plus communément regrouper sous le nom de « spongioplastie » : il ne s'agit en effet ni plus ni moins que d'injecter cette fameuse résine dans les espaces médullaires situés entre les travées osseuses d'une région d'os spongieux.

Principes généraux

But initial

L'objectif est essentiellement antalgique de façon à minimiser et traiter les douleurs en rapport avec une fragilisation osseuse des corps vertébraux à l'origine, qu'elle soit d'origine tumorale, traumatique ou micro-traumatique sur insuffisance osseuse.

Mode d'action

Le résultat antalgique obtenu pratiquement immédiatement au décours de la procédure, résulte vraisemblablement d'une action mécanique par stabilisation des micro-fractures, souvent en pseudarthroses, de la région traitée. Certains ont évoqué également le rôle de la réaction exothermique dégagée lors de la polymérisation du méthylmétacrylate qui pourrait ainsi nécroser les terminaisons nerveuses de fibres nociceptives. On sait cependant que l'innervation de l'os concerne principalement le périoste et, à un moindre degré, l'os compact.

Indications

La décision de stabiliser un segment osseux par injection de résine doit être multidisciplinaire, en concertation entre l'opérateur et les médecins correspondants. Ces indications peu-

vent concerner essentiellement les lésions tumorales primitives bénignes, comme les angiomes, ou malignes comme dans le myélome, ou encore des lésions secondaires qu'elles soient lytiques ou condensantes. En fait, toute fragilisation osseuse symptomatique, en particulier en rapport avec une ostéoporose, peut bénéficier de ce type de traitement pour peu qu'elle soit à l'origine de douleurs rebelles.

Il est nécessaire au préalable de s'être assuré de l'instabilité du foyer fracturaire. Certes, des arguments cliniques et la comparaison avec des radiographies antérieures, quand elles existent, peuvent fournir des renseignements intéressants. Mais l'IRM est irremplaçable pour authentifier l'instabilité quand elle montre des modifications de signal (fig. 1). En cas de contre-indication à cet examen, la scintigraphie osseuse permettra de lever les doutes quand à une lésion guérie ou non.

Dans le cadre des angiomes vertébraux, ces derniers sont rarement symptomatiques et le sont essentiellement lorsqu'ils sont agressifs (fig. 2), avec une composante extra-osseuse. Dans ce cas, l'approche thérapeutique peut être combinée associant vertébroplastie, décompression chirurgicale, avec ou sans embolisation préalable.

Dans le cadre des métastases et du myélome (fig. 3), la cimentoplastie doit être envisagée comme traitement alternatif ou complémentaire, qu'il s'agisse d'une vertébrotomie avec greffe ou comblement chirurgical par du ciment ou encore d'une radiothérapie dont les effets antalgiques sont cepen-



Figure 2. Coupe axiale en scanner d'un angiome agressif. Observer les modifications de structure osseuse du corps vertébral et l'extension dans les parties molles périrachidiennes et intracanales.

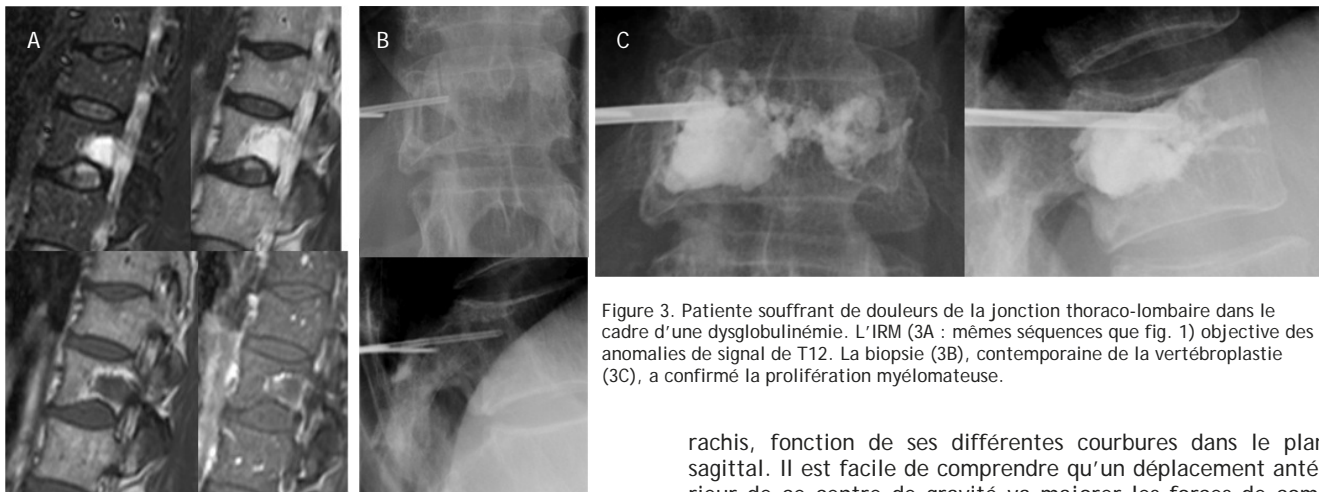


Figure 3. Patient souffrant de douleurs de la jonction thoraco-lombaire dans le cadre d'une dysglobulinémie. L'IRM (3A : mêmes séquences que fig. 1) objective des anomalies de signal de T12. La biopsie (3B), contemporaine de la vertébroplastie (3C), a confirmé la prolifération myélomateuse.

dant différés à une ou deux semaines et dont les effets mécaniques demandent d'environ 2 à 4 mois. Certains ont donc proposé, dans ce type d'indication, de recourir à une vertébroplastie en cas de risque d'instabilité.

Pour ce qui concerne le reste des processus fragilisants, il s'agit de fractures par insuffisance osseuse, pouvant rentrer dans le cadre de tassements vertébraux banals, d'ostéonécroses ou de fractures épiphysaires : il faut bien entendu que ces événements ne puissent être maîtrisés par le traitement médical habituel ou que celui-ci soit inapplicable pour des raisons propres à chaque patient.

Biomécanique rachidienne et vertébroplastie

Chez le sujet normal, la répartition du centre de gravité des forces de compression est régulièrement équilibrée sur tout le

rachis, fonction de ses différentes courbures dans le plan sagittal. Il est facile de comprendre qu'un déplacement antérieur de ce centre de gravité va majorer les forces de compression sur la partie antérieure des corps vertébraux et, en cas d'insuffisance osseuse, favoriser l'apparition de tassements (3). Dès lors qu'un tassement est constitué, la cyphose engendrée ne peut que déplacer ces forces en avant, créant ainsi une sorte de cercle vicieux d'auto-aggravation du tassement, majorant les forces de compressions antérieures et accroissant le risque fracturaire des vertèbres sus et sous-jacentes. Ceci souligne l'intérêt d'essayer de réduire la cyphose localisée sur une vertèbre de façon, autant que faire se peut, à restaurer l'équilibre rachidien dans le plan sagittal. A cet égard, il est intéressant de quantifier la mobilité d'une vertèbre fracturée, analogue d'une pseudarthrose. La réduction peut être prévisible lorsque l'on réalise des radiographies de profil en hyperlordose : si celle-ci est possible, la vertébroplastie doit être effectuée dans les mêmes conditions de façon à restaurer au mieux la hauteur du corps vertébral (fig. 4 et 5). En plus des radiographies en hyperlordose, certains arguments d'imagerie peuvent témoigner d'une instabilité : il s'agit de la mise en évidence d'un phénomène de vide intra-

Figure 4. Tassements ostéoporotiques. Comparer la radiographie de profil en position neutre (4A) et en hyperlordose (4B) : on observe une réduction nette de la cyphose localisée sur ce tassement en galette de la charnière thoraco-lombaire. Ce type de tassement n'est pas une contre-indication à la vertébroplastie et peut même être une excellente indication quand l'instabilité permet d'espérer un certain degré de restauration de l'anatomie (4C : après traitement). La vertèbre sus-jacente, non réductible, reste cyphosée.

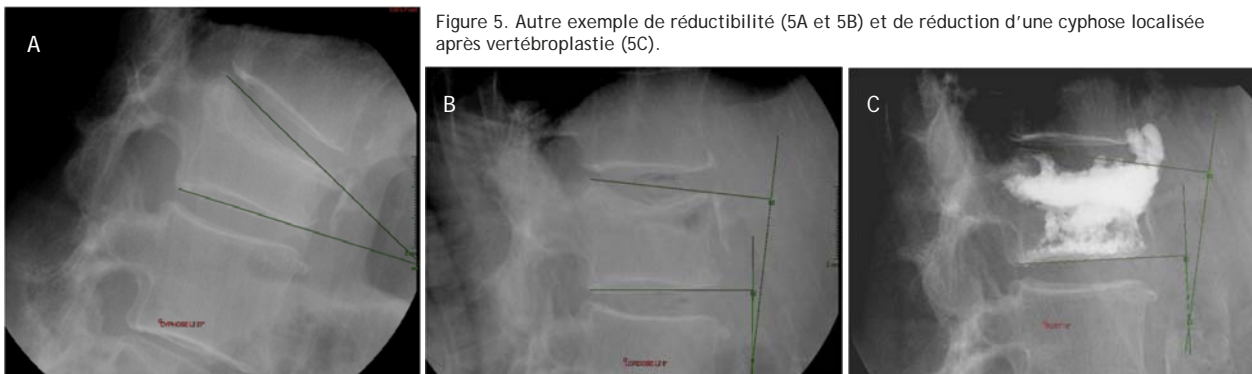


Figure 5. Autre exemple de réductibilité (5A et 5B) et de réduction d'une cyphose localisée après vertébroplastie (5C).

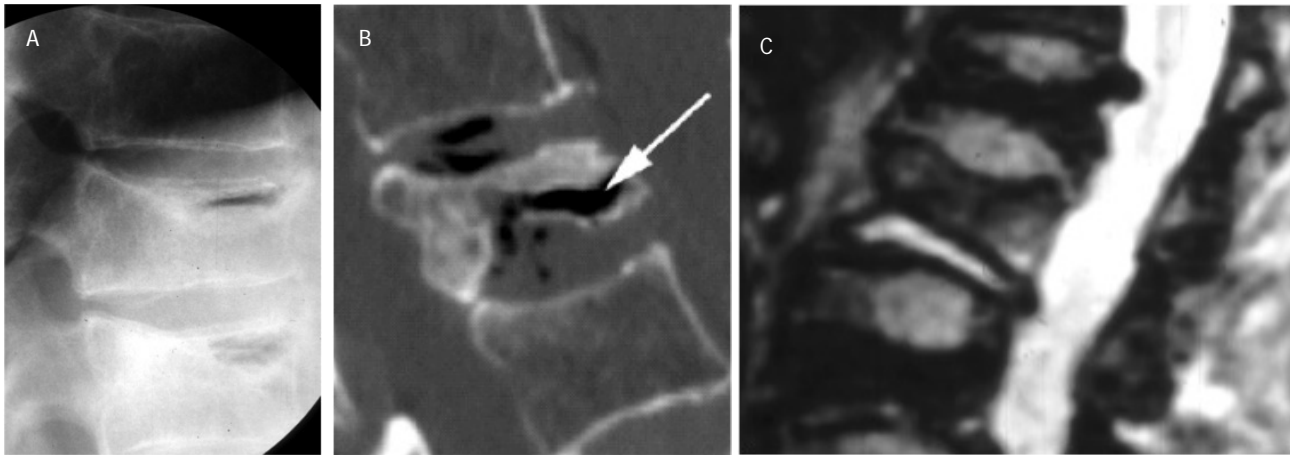


Figure 6. Patients différents. Phénomènes de vide intra-somatique visibles radiologiquement (6A), sur une reconstruction sagittale de scanner (6B) ou sur une IRM (6C : hypersignal sur une séquence en T2). Ceci témoigne indiscutablement d'une mobilité persistante dans le foyer de fracture, analogue d'une pseudarthrose.

somatique sur les radiographies ou un scanner ou encore une imagerie par résonance magnétique (fig. 6). Dans une étude, la corrélation entre la réductibilité de la fracture et la possibilité de correction de la cyphose localisée en matière de vertébroplastie a été démontrée dès lors que l'on pouvait observer une différence de 5° ; d'ailleurs, la présence d'un phénomène de vide intra-somatique permettait une meilleure correction (4).

Alternatives

Dans les années 1998, s'est développée la kyphoplastie par ballonnet développée par M Reiley dans le cadre du « Berkeley Orthopaedic Medical Group ». Le principe est assez proche de celui de la vertébroplastie, mais l'injection de méthylmétacrylate s'effectue dans le corps vertébral après y avoir introduit un ballonnet gonflé sous pression, de façon à créer une cavité destinée à être remplie de résine, en ayant repoussé les travées osseuses vers le pourtour du corps vertébral (fig. 7). Les promoteurs de la méthode pensaient ainsi soulager la douleur, stabiliser la fracture, restaurer la hauteur

vertébrale et réduire ainsi la déformation rachidienne. Cette technique, utilisable dans les mêmes indications que celles de la vertébroplastie, semble également pouvoir être appliquée avec d'autres types de ciment type phosphate de calcium (fig. 8).

Vertébroplastie vs kyphoplastie

Les études ouvertes concernant les deux méthodes montrent toutes l'intérêt de ces deux techniques. Il faut souligner que, actuellement, la codification des actes selon la CCAM ne rapporte au praticien qu'au maximum 200 €, mais que le coût du matériel nécessaire aux kyphoplasties est de l'ordre de 3 500 € par vertèbre.

Réalisation pratique

Technique

Ces interventions peuvent se pratiquer en salle de radiologie, voire au bloc opératoire, avec un contrôle d'imagerie qui peut être une simple scopie, un scanner ou le couplage des deux méthodes. Certains réalisent ces interventions sous anesthésie générale, mais il peut être préférable de les réaliser sous

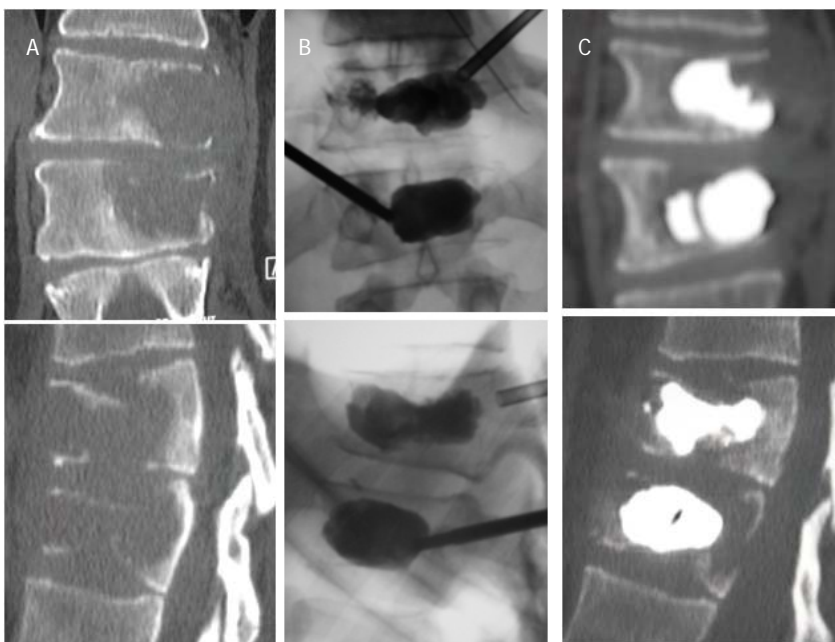


Figure 7. Métastase d'hépatocarcinome : reconstructions en scanner (7A). Injection de ciment sous scopie après dilatation par ballonnets (7B). Contrôle scannographique du résultat (7C). (Documents tirés d'une table ronde de la réunion de la S.O.F.C.O.T 2005 ; JD Larédo ; Paris).



Figure 8. Tassement vertébral traumatique (8A). Injection à J1 de ciment au phosphate de calcium générant une transduction osseuse dans les 6 mois (8B). Contrôle à 1 an : résorption du matériel injecté et reconstruction osseuse (8C). (Documents tirés d'une table ronde de la réunion de la SO.F.C.O.T 2005 ; G. Maestratti ; Fribourg, Suisse).

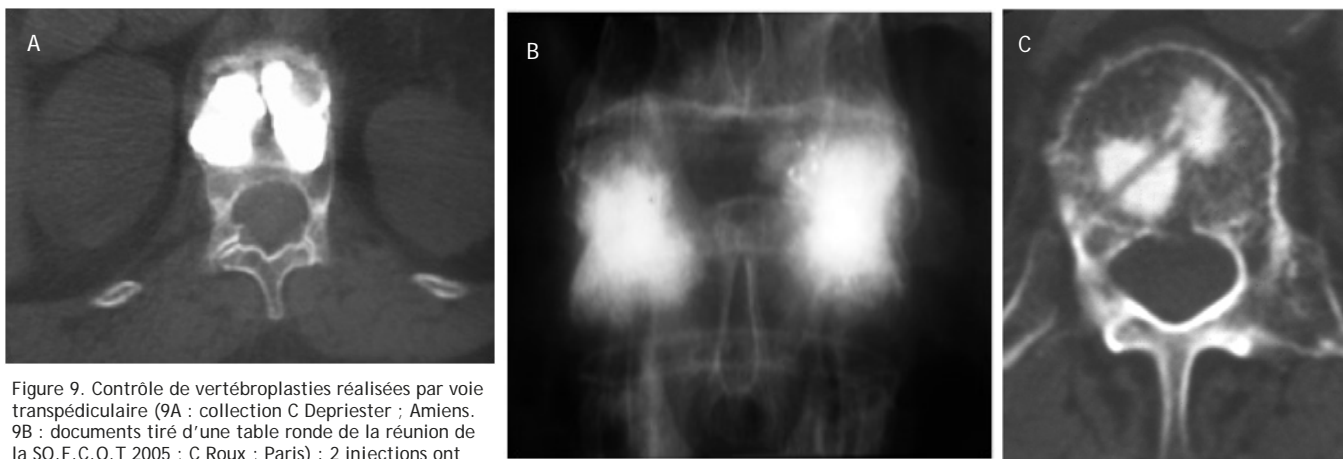


Figure 9. Contrôle de vertébroplasties réalisées par voie transpédiculaire (9A : collection C Depriester ; Amiens. 9B : documents tiré d'une table ronde de la réunion de la SO.F.C.O.T 2005 ; C Roux ; Paris) : 2 injections ont été nécessaires pour remplir les 2 hémicorps vertébraux. L'abord postéro-latéral ne nécessite qu'une injection (9C).

anesthésie locale (éventuellement avec prémédication), de façon à garder le contact direct avec le patient pour percevoir ses réactions éventuelles. L'intérêt d'un contrôle scopique est celui de suivre en continu l'injection de ciment pour visualiser des fuites extra-osseuses et adapter ainsi la technique d'injection. Ce type de geste est réalisable au cours d'une hospitalisation courte (hôpital de jour), qui permet la perfusion d'anti-inflammatoires non stéroïdiens à titre préventif de réactions douloureuses éventuelles.

La voie d'abord dépend de la lésion à traiter. Au rachis thoracique et lombaire, selon les préférences et/ou les habitudes de l'opérateur, elle peut être transpédiculaire (et nécessite en règle un abord bilatéral) ou postérolatérale (fig. 9). Le rachis cervical est abordé par voie antéro-latérale.

Complications

Il existe bien entendu des complications non spécifiques, en rapport avec des risques anatomiques ou la maladresse de l'opérateur, notamment au niveau du rachis cervical ou thoracique, pneumo- ou hémopneumothorax par exemple (fig. 10). Des complications plus spécifiques sont en rapport avec des fuites extra-osseuses du produit injecté. Il peut s'agir de fuites dans les espaces intervertébraux (disques) qui n'ont en règle pas de conséquence (fig. 11). Les fuites veineuses, souvent liées à l'utilisation d'un mélange trop fluide, sont sus-



Figure 10. Hémopneumothorax par lésion pleurale lors de l'abord vertébral. Noter le niveau liquide dans l'hémithorax droit signant l'épanchement sanguin.

Figure 11. Deux exemples de fuites discales du produit injecté liées à des solutions de continuité des plateaux vertébraux, sans conséquences cliniques.

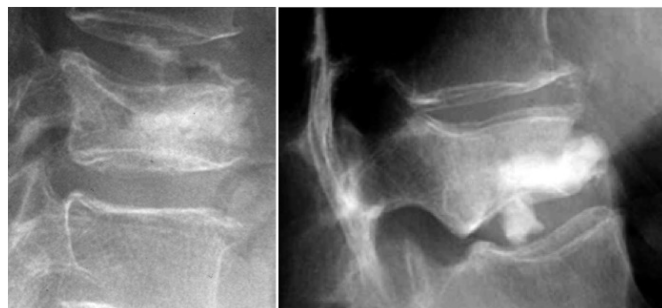




Figure 12. Fuite impressionnante de ciment dans une veine péri-rachidienne. (Document tiré d'une table ronde de la réunion de la S.O.F.C.O.T 2005 ; C Roux ; Paris).

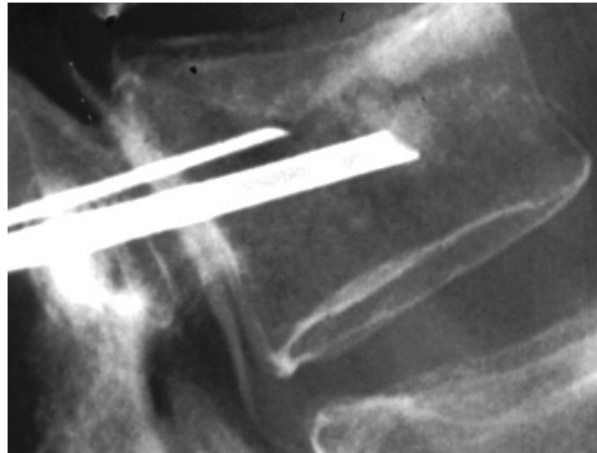


Figure 13. Observation fréquente d'une fuite dans le plexus veineux épidual antérieur, en règle sans conséquence.



Figure 14. Fuite de ciment au retrait de l'aiguille. Noter l'opacité du fragment de ciment paravertébrale droite, au contact de la racine L4 droite dans la région extra-foraminale : le patient s'est plaint d'une cruralgie immédiatement au décours de la procédure (résolutive après infiltration locale).

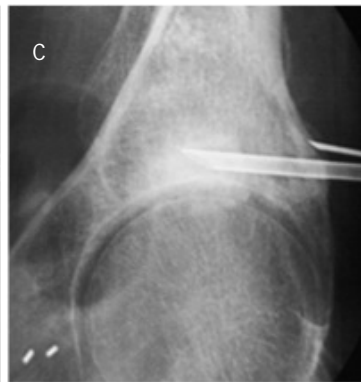
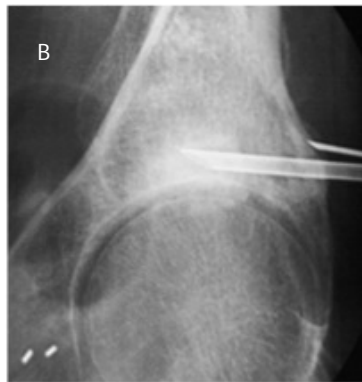


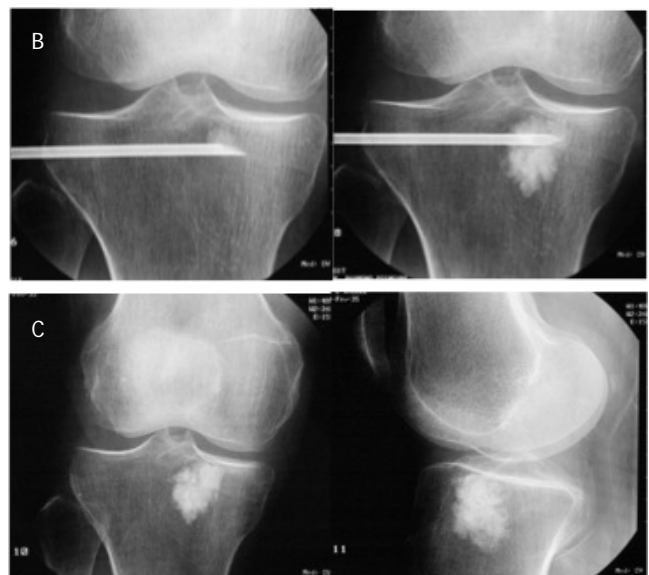
Figure 15. Acétabuloplastie pour le traitement d'une fracture par insuffisance osseuse (post-radiothérapie pelvienne) rendant la patiente grabataire. 15A : scanner démontrant les lésions ; 15B : mise en place d'un trocart et injection de ciment ; 15C : contrôle scanographique montrant l'absence d'effraction articulaire et la réplétion des foyers fracturaires. Marche immédiate au décours de la procédure.

ceptibles de se compliquer d'embolie pulmonaire (fig. 12). Des fuites dans les parties molles péri-rachidiennes peuvent s'observer dans le canal rachidien, essentiellement vers les plexus veineux de l'espace épidual antérieur ; elles imposent bien entendu l'arrêt de l'injection, mais sont généralement sans conséquence (fig. 13). Ces dernières seraient plus fréquentes en matière de vertébroplastie qu'au cours de kyphoplastie. Elles peuvent être également péri-rachidiennes (fig. 14), notamment sur le trajet ou au retrait de l'aiguille, et concerner alors les régions extra-foraminales avec risque d'irritation radiculaire (réagissant alors bien à des infiltrations locales radio-guidées).

Applications extra-rachidiennes

Toutes les structures d'os spongieux peuvent bénéficier d'injection de résine. À proximité d'une articulation, il faut cependant d'assurer au préalable que la région fragilisée ne communique pas avec l'articulation, le produit étant très mal toléré avec risque de synovite majeur. Il peut s'agir :

Figure 16. Femme de 65 ans souffrant depuis 2 mois et ayant des radiographies normales. 16A : coupe frontale en T1 d'une IRM du genou objectivant une impaction des travées osseuses et un œdème de voisinage (flèche) du condyle tibial médial ; 16B : injection de méthyl-métacrylate sous scopie au niveau du foyer fracturaire ; 16C : contrôle radiographique.



- d'acétabuloplastie, en règle réalisée dans le cadre de lésion secondaires ou de fractures par insuffisance osseuse (fig. 15) ;
- de lésions épiphysaires type fractures de l'extrémité proximale du tibia (fig. 16).
- Conclusion

Les injections de ciment dans l'os spongieux sont une technique qui remonte à plus de 20 ans et qui sont en forte progression compte tenu du bénéfice du geste eu égard au risque relativement faible. Ces injections vont encore certainement se développer compte tenu de l'importance de la prévalence de l'ostéoporose responsable d'environ 4 700 000 nouveaux tassements vertébraux par an dans le monde (5), responsables de 41 000 hospitalisations par an dans la CEE avec 10 à 30 jours d'hospitalisation (6) : ces techniques devraient permettre ainsi une importante réduction des coûts de santé publique.

Il n'y a pas de consensus actuellement pour ce qui concerne le rachis, entre la vertébroplastie et la kyphoplastie, traitements qui rentrent actuellement dans un programme ministériel de recherche de soutien aux techniques innovantes et coûteuses (STIC). On peut cependant se demander si l'on respecte mieux la biomécanique osseuse en repoussant les travées osseuses fragilisées pour consolider une cavité artificielle ou s'il est plus légitime de conserver l'architecture de ces travées en ne comblant que les espaces médullaires intertrabéculaires.

Questions

G Casanova : Quelles sont les limites de l'injection de ciment dans le traitement des fractures du plateau tibial ?

Réponse : La procédure doit être réservée aux patients chez qui le traitement médical bien conduit (immobilisation, décharge...) n'a pas été possible ou efficace. Il s'agit en règle de fractures de fatigue par impaction de travées osseuses de l'os spongieux. En plus de la douleur locale, l'IRM doit confirmer la non consolidation de cette fracture. Il faut préalablement avoir éliminé une autre cause de douleur et s'être assuré de l'absence de communication du foyer fracturaire avec l'articulation (intégrité de la plaque osseuse sous-chondrale) pour éviter une complication d'injection de ciment intra-articulaire (synovite difficile à traiter).

D Goutallier : Résultats des vertébroplasties sur métastases : ne serait-il pas logique de faire un curetage (ou thermo-coagulation) avant la pose du ciment ?

Réponse : Bien d'accord ! Sur le plan du principe, on peut se poser la question de savoir si l'injection de ciment dans la lésion ne va pas mobiliser les cellules tumorales en les repoussant à l'extérieur et faciliter ainsi leur diffusion dans l'organisme. On pourrait imaginer une étude (difficile à concevoir et à mettre en œuvre) pour savoir si le fait de traiter une vertèbre ne majore pas le risque de diffusion de la maladie métastatique. Mais n'oublions pas le but principal de ce type de traitement : visée antalgique, qui n'obère pas la mise en œuvre d'autres thérapeutiques type chirurgie, radiothérapie...

Y Chapuis : Alors que le traitement habituel des tassements traumatiques est une correction suivie d'immobilisation plâtrée prolongée, l'injection de ciment permet-elle de limiter ou d'éviter l'immobilisation ?

Réponse : Je n'ai pas les compétences pour juger de l'intérêt de la classique méthode de Böhler qui, crois-je savoir, n'est mise en œuvre que pour certains tassements de la jonction thoraco-lombaire. Cependant, il est légitime de se poser cette question que j'ai déjà soumise à des collègues chirurgiens-orthopédistes. Les réponses sont fonction de leurs écoles : certains sont d'accord pour réaliser des vertébroplasties et limiter ainsi les contraintes du traitement classique, d'autres arguent que l'on ne sait guère l'avenir dans l'organisme à long terme du ciment employé pour traiter ces fractures, survenant en règle chez des sujets jeunes...

Références

1. Cotten A, Chabane B, Deprez X, et al. Cimentoplastie percutanée des ostéolyses malignes du cotyle. *Rev Im Med* 1994;6:287-91.
2. Gallbert P, Deramond H, Rosat P, Legars D. Note préliminaire sur le traitement des angiomes vertébraux par vertébroplastie percutanée. *Neurochirurgie* 1987;33:166-8.
3. Heaney RP, Zizic TM, Fogelman I, et al. Risedroae reduces the risk of first vertebral fracture in osteoporotic women. *Osteoporos Int* 2002;13:501-5.
4. Carlier R.Y, Gordji H, Mompoin D, Vernhet N, Feydy A, Vallée C. Percutaneous vertebroplasty and lcal kyphosis correction in osteoporotic vertebral collapses. *Radiology* 2004;233:1-8.
5. Cooper C, et al. *J Bone Miner Res* 2002;17 (suppl 1):S202. In: Gugliemi G, Andreula C, Muto M, Gilula LA. Percutaneous vertebroplasty : indications, contrindications, technique and complications. *Acta Radiol* 2005;46:256-68.
6. Compston JE, Papapoulos SE, Blanchard D, States UM. Report on osteoporosis in the european community: current status and recommendations for the future. *Osteopor Int* 1998;6:531-4.