

# La cyphoplastie par ballonnets dans la prise en charge des tassements ostéoporotiques thoraco-lombaires

## Balloon kyphoplasty in the management of thoracolumbar osteoporotic fractures

P Tropicano\*, B Blondel\*, S Fuentes\*\*, D Poitout\*.

\*Université de la Méditerranée, service d'orthopédie et de chirurgie vertébrale, hôpital Nord, Marseille.

\*\*Université de la Méditerranée, service de neurochirurgie, CHU Timone, Marseille.

### Mots clés

- ◆ Cyphoplastie par ballonnet
- ◆ ostéoporose
- ◆ tassements vertébraux
- ◆ fractures rachis

### Résumé

Les techniques percutanées sont devenues courantes en pratique quotidienne. En effet, cela fait plus de vingt ans que les premiers cas ont été rapportés. Le but de cette technique est le renforcement d'un corps vertébral fracturé par du ciment PMMA. Le problème de cette technique classiquement utilisée de façon percutanée est le risque de fuite du ciment. Pour pallier à ce risque, la cyphoplastie par ballonnets a vu le jour. L'efficacité sur la prise en charge de la douleur rachidienne liée aux fractures ostéoporotiques ou sur les lésions secondaires a été largement rapportée dans la littérature.

L'utilisation des ballons de cyphoplastie a deux buts : réduire la fracture du corps vertébral par le gonflement des ballons puis d'injecter sans pression dans la cavité ainsi créée un ciment PMMA plus dense ce qui est sensé limiter les risques de fuite. Depuis sa description, la cyphoplastie par ballonnets a prouvé son efficacité sur la prise en charge des douleurs des fractures ostéoporotiques et secondaires. L'utilisation des ballons a permis également d'élargir les indications des gestes percutanés en toute sécurité.

Ces techniques nécessitent une courbe d'apprentissage et surtout une formation adaptée. Les conditions techniques doivent dans les deux cas être maximales : une asepsie rigoureuse de type bloc chirurgical et un bon appareil de radioscopie.

Ces deux techniques traitent généralement des pathologies rachidiennes (ostéoporoses et lésions secondaires) qui nécessitent avant la prise en charge une concertation multidisciplinaire (oncologue, radiologue, rhumatologue, chirurgien du rachis).

### Keywords

- ◆ Vertebroplasty
- ◆ kyphoplasty
- ◆ osteoporosis
- ◆ spine
- ◆ fractures

### Abstract

Since the first report more than twenty years ago, percutaneous approach is now performed as a routine procedure by radiologists. The main goal of this technique is to fill the fractured vertebral body with PMMA cement, to improve its stability. Efficiency of vertebroplasty on spinal pain related to osteoporotic fractures or tumorous process has been widely described in the literature.

But the main problem of this percutaneous approach is the risk of cement leakage and to avoid this danger, balloons kyphoplasty was developed. There are two main goals of using balloons: first to reduce the deformity of the fractured vertebral body by inflation, and then to fill the created cavity with cement injected without pressure. Over the eight year period kyphoplasty has been used, it showed its efficiency on spinal pain related to osteoporotic fractures, tumorous process or myeloma. Reducing the risk of cement leakage was also an opportunity to increase percutaneous techniques indications in the treatment of various spinal diseases.

These two techniques are requiring an appropriated training and are associated with a long learning curve. They must be used in maximal technical conditions, with a strict asepsis and a good radioscopic device.

The possibilities of taking care of various spinal pathologies (osteoporosis, tumors or myeloma) by vertebroplasty or kyphoplasty is interesting but must not let forget to include a multi-disciplinary approach for the patient (oncologist, radiologist, spine surgeons, rheumatologist).

Les techniques de prise en charge percutanées des fractures et tassements du rachis thoracolombaire sont récentes et en plein développement. Elles sont issues de la vertébroplastie, qui a été décrite pour la première fois par Galibert (1) dans le traitement des angiomes vertébraux. Le corps vertébral de l'axe traité par vertébroplastie était abordé par voie chirurgicale puis le ciment était injecté sous contrôle scopique.

Depuis, la technique de vertébroplastie s'est considérablement développée jusqu'à devenir un geste courant de radiologie interventionnelle. Les indications ont été élargies pour permettre la stabilisation des corps vertébraux en cas de fracture ostéoporotiques ou en présence de métastases corporelles vertébrales.

Les résultats sont globalement bons sur le contrôle de la douleur engendré par la fracture du corps vertébral liée à une

### Correspondance :

Professeur Patrick Tropicano, docteur Blondel Benjamin.

Service de chirurgie vertébrale, hôpital Nord, Chemin des Bourrellys, 13015 Marseille, France.

Email : [patrick.tropicano@ap-hm.fr](mailto:patrick.tropicano@ap-hm.fr)

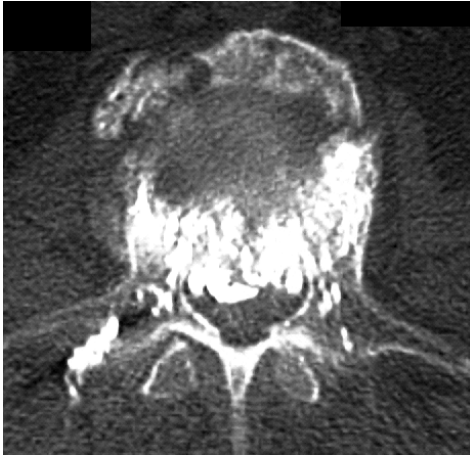


Figure 1. Vertébroplastie sur deux niveaux montrant une extravasation de ciment intracanalair, discale et le long du trajet de la ponction, sans retentissement clinique (two levels vertebroplasty showing cement leakage in the spinal canal, into the disc and through the pedicular approach without clinical signs).

ostéoporose avec un taux de rémission douloureuse d'environ 95 % (2). La douleur disparaissant le plus souvent dans les premiers jours suivant la réalisation de la vertébroplastie. Dans le cadre de la prise en charge des lésions secondaires, les résultats de la vertébroplastie font état d'une amélioration significative de la douleur rachidienne dans 90 % des cas (2).

Il existe cependant des limitations aux gestes de vertébroplastie percutanée :

- une atteinte neurologique engendrée par une compression médullaire ;
- une rupture du mur postérieur ;
- un effondrement vertébral supérieur ou égal à 75 % ;
- ou les fractures vertébrales récentes qui augmentent nettement le risque de fuite intra-canalair.

La complication classique de la vertébroplastie est représentée par la fuite de ciment avec un risque neurologique majeur en cas de fuite postérieure dans le canal vertébral (fig. 1). La fréquence de ces fuites est extrêmement variable allant de 9,2 % à 78,5 % selon les séries.

La fréquence des fuites de ciment dépend de plusieurs paramètres :

- le plus important est lié à la pathologie traitée : en effet, elles sont moins fréquentes en cas d'atteinte ostéoporotique qu'en cas de lésions métastatiques ou d'origine myélomateuse ;
- le niveau de la vertèbre traitée est important : en effet plus l'atteinte vertébrale est haute, plus le risque de fuite augmente ;

- le taux de fuite est également lié à la quantité de ciment injecté, avec un risque augmentant parallèlement au volume injecté.

Cependant, même si le taux global de fuite après vertébroplastie est important, l'extravasation du ciment est très rarement symptomatique. L'analyse de la littérature ne retrouve que 3,4 % d'atteinte radiculaire dans le traitement des métastases vertébrales, et 1,7 % d'embolies pulmonaires secondaires à une fuite de PMMA (3).

Compte tenu de ce risque de fuite lors de la réalisation d'une vertébroplastie, il a été développé secondairement une technique alternative : la cyphoplastie par ballonnets (4).

Le principe et le but sont les mêmes, c'est à dire injecter dans le corps vertébral une quantité de ciment PMMA radio opaque permettant la consolidation vertébrale.

Cependant, l'utilisation d'un ballonnet permettant dans un premier temps de créer une cavité dans le corps vertébral fracturé cherche à atteindre deux objectifs : réduire la fracture par le gonflement des ballonnets qui remonte le plateau vertébral ; et permettre d'injecter dans la cavité ainsi formée un ciment plus dense permettant de diminuer le risque de fuite.

## Technique opératoire

La cyphoplastie par ballonnets a donc été développée afin de diminuer le risque de fuite de ciment. Elle nécessite l'utilisation, au travers de trocart, de ballons de réduction de 10, 15 ou 20 cc selon la taille et le niveau de la vertèbre à traiter.

### Installation

La réalisation d'une cyphoplastie par ballonnets se fait de façon percutanée sur un patient en décubitus ventral, sous anesthésie générale, sur table radio-transparente. Une attention particulière doit être apportée à l'installation du patient, avec la mise en place de billots thoraciques et sous les crêtes iliaques afin de placer le rachis thoracolombaire en position de réduction de la déformation. De la même façon que pour

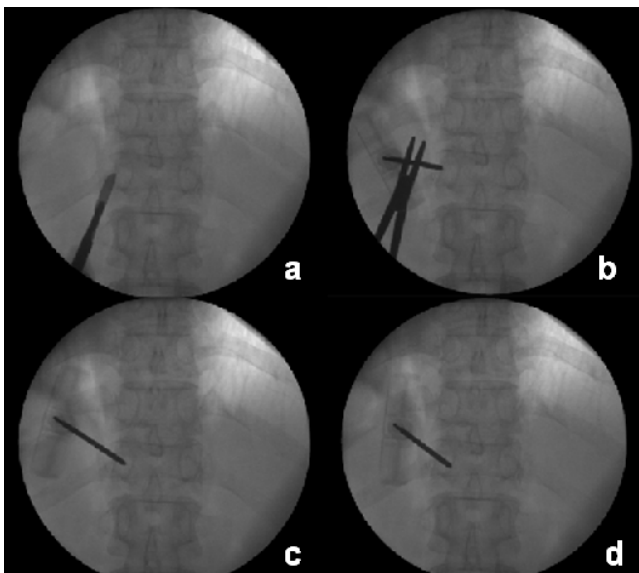


Figure 2. Cathétérisme du pédicule (pedicular approach). a : repérage du point d'entrée sur la peau (visualization on the entry point of the skin of the patient) ; b : mise en place du trocart au niveau de la corticale externe du pédicule (the needle is placed on the external cortical side of the pedicle) ; c : le trocart se situe au milieu du pédicule sur la vue de face, il doit se trouver également au milieu du trajet sur la vue de profil (the needle is in the middle on the pedicle on the AP view, it must be in the middle on the lateral view) ; d : le trocart est situé au niveau de la corticale interne du pédicule, sur la scopie de profil il doit être au contact du mur postérieur de la vertèbre (needle is touching the internal cortical side of the pedicle, it must be in contact with the posterior wall of the vertebra on the lateral view).

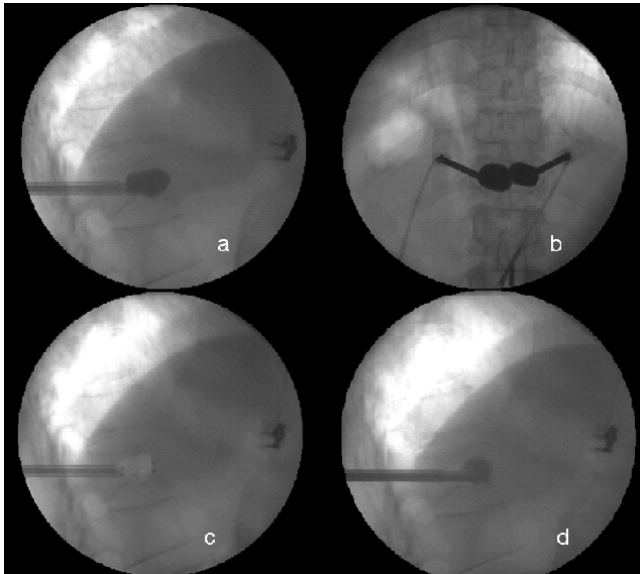


Figure 3. Technique de cyphoplastie (kyphoplasty technique). a : radiographie de profil, ponction pédiculaire bilatérale et gonflement des ballons à la partie antérieure du corps vertébral (lateral X-ray, bilateral pedicular approach, inflation of the balloons at the anterior part of the vertebral body) ; b : radiographie de face, la ponction pédiculaire doit être convergente, pour éviter une fracture du mur latéral de la vertèbre lors du remplissage des ballonnets (antero-posterior X-ray showing convergent pedicular approach to avoid a fracture of the lateral wall of the vertebral body during inflation of the balloons) ; c : radiographie de profil, les ballons sont dégonflés et on aperçoit la cavité ainsi créée (lateral X-ray, balloons after deflation of the balloons showing the created cavity) ; d : radiographie de profil avec injection progressive du ciment radio-opaque (lateral X-ray showing progressive injection of the cement).

les vertébroplasties classiques, l'approche se fait par un abord trans-pédiculaire uni ou bilatéral suivant le niveau atteint et le type de fracture.

Il est donc fondamental de s'assurer de disposer d'une bonne imagerie radioscopique de face et de profil permettant de vérifier les trajets pédiculaires des trocarts ainsi que le contrôle de l'injection du ciment.

### Mise en place des trocarts pédiculaires

La technique consiste à canuler les pédicules de la vertèbre à traiter sous contrôle de l'amplificateur de brillance de face et de profil. Le point d'entrée se situe en regard de la corticale externe du pédicule sur la vue de face, avec un trajet convergent, permettant de se trouver simultanément au contact de la corticale interne sur la vue de face et au niveau du mur postérieur de la vertèbre sur le contrôle de profil (fig. 2). Une fois le corps vertébral cathétérisé, un canon de travail est ensuite inséré afin de permettre l'introduction du ou des ballonnets, le plus en avant possible du corps vertébral (fig. 3a et 3b).

### Réduction de la déformation et injection du ciment

Une fois positionné, et toujours sous contrôle scopique, la réduction de la fracture se fait par le gonflement progressif du ou des ballonnets couplée à un monitoring de la pression exercée sur l'os spongieux à l'aide d'un ancillaire dédié. Lorsque la lésion est jugée suffisamment réduite, il s'agit de lire le volume respectif de chaque ballon afin d'estimer la quantité de ciment à injecter. Cette dernière étape de remplissage du corps vertébral est réalisée toujours sous contrôle scopique après avoir dégonflé et retiré le ou les ballonnets laissant souvent apercevoir une clarté radiologique dans le corps vertébral correspondant à la cavité constituée (fig. 3c et 3d). L'injection du ciment sous contrôle de l'amplificateur de brillance permet de vérifier l'absence de fuites. Elle peut cependant être difficile lors de l'utilisation de ciment phosphocalcique du fait de son caractère faiblement radio-opaque.

De la même façon que pour la vertébroplastie, la cyphoplastie par ballonnets percutanée présente des limites :

- une atteinte neurologique engendrée par une compression médullaire ;
- une rupture du mur postérieur.

Contrairement aux techniques de vertébroplastie, la possibilité d'injecter dans une cavité créée par le ballon un ciment radio-opaque très dense permet de traiter les fractures très

rapidement. Une fracture récente ne constitue donc pas une contre-indication à la réalisation d'une cyphoplastie par ballonnets.

De la même manière la présence d'une rupture du mur postérieur ne constitue qu'une contre-indication relative, en effet la limitation du risque de fuite peut permettre la réduction d'une fracture de type « burst » avec atteinte du mur postérieur plus ou moins associée à une ostéosynthèse postérieure pouvant être réalisée de façon percutanée (5, 6).

### Suites opératoires

Dans notre expérience, aucune contention externe n'est utilisée en postopératoire. Les patients sont autorisés à se lever dès le lendemain de la procédure en fonction des douleurs ressenties et après réalisation d'une tomodynamométrie de contrôle vérifiant la qualité de la réduction obtenue, recherchant d'éventuelles fuites de ciment et s'assurant du bon positionnement des implants en cas d'ostéosynthèse associée. La durée de séjour est limitée à 24 heures en cas de cyphoplastie isolée, elle est légèrement plus longue en cas d'ostéosynthèse ou de lésions associées.

### Complications

Globalement les risques de complications des cyphoplasties par ballonnets sont identiques à ceux des vertébroplasties. Cependant la création d'une cavité dans le corps vertébral constitue un avantage technique qui selon Fourney (7), permet de diminuer ce risque de fuite et donc les risques de compression mécaniques et de réaction exothermique au contact des structures nerveuses. De la même manière que pour les vertébroplasties, les fuites de ciment peuvent être classées en deux grands groupes, vasculaire et non vasculaires et leur fréquence dépend des mêmes paramètres :

- vasculaire : par les plexus veineux épiduraux, paravertébraux et foraminaux ;
- non vasculaire : on y regroupe les fuites sur le trajet de la ponction pédiculaire, les fuites discales et les intracanalaires.

Une autre complication rare mais difficile à traiter est l'infection secondaire à la ponction vertébrale. Dans la littérature on retrouve moins de 1 % d'infection corporéale après ces techniques percutanées, avec toutefois des conséquences importantes justifiant leur réalisation en condition d'asepsie opératoire.

### Résultats

L'analyse des données de la littérature montre des résultats satisfaisants de la cyphoplastie, l'étude de Garfin (8) et la méta-analyse de Hulme (9) concluent que la cyphoplastie par ballonnets pour les tassements vertébraux symptomatiques donne des résultats rapides et efficaces avec des améliorations significatives en termes de douleurs, fonction et qualité



Figure 4a. Fracture de type « burst » de la charnière thoraco-lombaire, reconstruction scanner sagittale préopératoire (preoperative sagittal CT reconstruction showing thoracolumbar junction burst fracture).

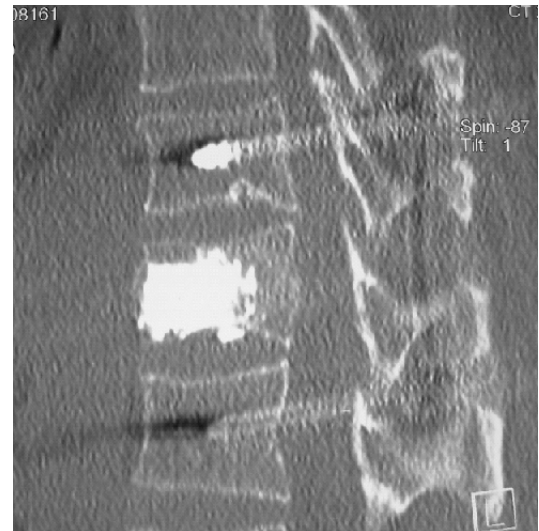


Figure 4b. Contrôle postopératoire montrant la réduction de la déformation et l'ostéosynthèse percutanée (postoperative sagittal view showing reduction of the deformity and percutaneous osteosynthesis).

de vie pour les personnes âgées (8). Des études cliniques ont mis en évidence une restauration satisfaisante de la hauteur vertébrale et de la cyphose locale lors de la prise en charge des tassements vertébraux (10, 11) et ces résultats sont meilleurs lorsque le traitement est précoce (12).

Peu de complications graves sont rapportées (13), et les indications ont tendance à se diversifier dans le traitement de diverses pathologies, malgré une irradiation du patient et de l'opérateur (14). Une des limites de la cyphoplastie par ballonnet reste toutefois son coût élevé par rapport à la vertébroplastie. Dans le cadre des tassements ostéoporotiques, cette différence de coût pourrait être réduite par une évolution des kits de cyphoplastie et l'utilisation d'une voie unipédiculaire avec des résultats a priori superposables (15).

Au total, la cyphoplastie est une technique efficace, qui permet une réduction de la déformation et une stabilisation des vertèbres fracturées avec un effet antalgique efficace sur le patient. Il existe cependant une courbe d'apprentissage de la procédure qui justifie sa réalisation dans des conditions techniques adaptées et par des équipes spécialisées.

## Evolution des indications de la cyphoplastie

Les limites de la cyphoplastie percutanée ont été décrites précédemment, mais certaines d'entre elles ne constituent que des contre-indications relatives, ainsi des séries récentes rapportent des résultats de cyphoplastie réalisées en cas de fracture avec atteinte du mur postérieur ou associée à une décompression neurologique. Les indications se sont donc progressivement élargies à différents types de pathologies. Ainsi, la cyphoplastie par ballonnet a été proposée en asso-

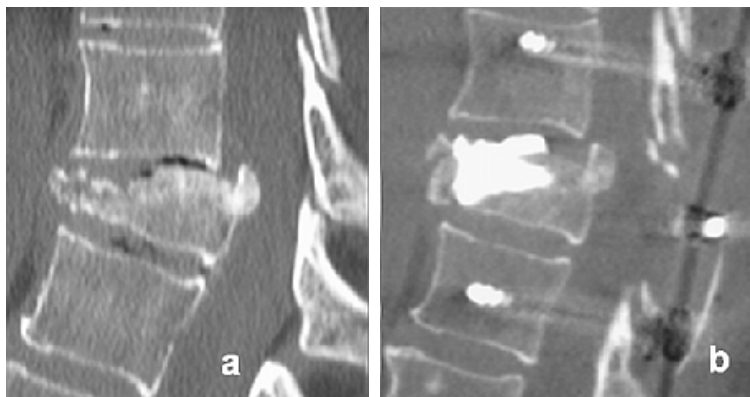
ciation avec une ostéosynthèse percutanée dans la prise en charge des fractures de type « burst » A3 de Magerl (16) thoraco-lombaires (fig. 4) avec des résultats préliminaires encourageants en terme de correction et de durée d'hospitalisation.

Le même raisonnement de chirurgie mini invasive couplant une ostéosynthèse à un renforcement du corps vertébral par la cyphoplastie par ballonnet a été élargie dans le service à la prise en charge des lésions secondaires rachidiennes et des tassements ostéoporotiques sévères avec troubles neurologiques (fig. 5).

Les contre-indications au geste percutané sont identiques entre la cyphoplastie et la vertébroplastie. En effet, une compression médullaire par épidurite ou par la fracture vertébrale demeure une contre-indication absolue aux techniques percutanées isolées, contrairement à l'effondrement vertébral pur qui n'est pas toujours limitant pour une cyphoplastie. Lors d'une compression médullaire responsable de troubles neurologique, la cyphoplastie à foyer ouvert peut être une solution qui va garantir, non seulement une récupération neurologique par la chirurgie décompressive, mais une stabilisation en un seul temps par renforcement du corps vertébral atteint. Elle peut être associée en fonction des cas à une ostéosynthèse de type montage court.

Dans notre expérience (5), 18 patients ont bénéficié d'une chirurgie par cyphoplastie ouverte. La série comportait deux groupes de patients. Le premier était constitué de patients présentant une fracture du rachis dans un contexte d'ostéoporose. Il regroupe 4 patients, 3 hommes pour une femme d'une moyenne d'âge de 73 ans (65-80 ans). Le deuxième groupe est constitué par les patients souffrant d'une métastase rachidienne. Quatorze patients (8 femmes pour 6 hommes) ont été traités avec une moyenne d'âge de 54 ans.

Figure 5. a : tassement ostéoporotique sévère avec atteinte neurologique (osteoporotic fracture with neurological impairment) ; b : contrôle scanner après réalisation d'une « cyphoplastie ouverte » et ostéosynthèse (postoperative CT scan after an « open kyphoplasty » and osteosynthesis) ; c : contrôle de la cyphoplastie en coupe axiale (kyphoplasty control on an axial view).



Les indications chirurgicales étaient communes aux deux groupes : compression médullaire associée ou non avec une fracture pathologique du rachis contre-indiquant une cyphoplastie percutanée. La procédure opératoire comportait un premier temps de décompression par laminectomie en regard de la compression médullaire associée à l'ablation de l'épidurite métastatique, une ostéosynthèse de type montage court était réalisée quand il existait une cyphose locale importante. Ensuite par un abord transpédiculaire la cyphoplastie était réalisée par canulation des deux pédicules sous contrôle de la seule scopie de profil. L'orientation était assurée par l'ouverture du foyer et à la palpation directe des pédicules. Les douleurs étaient significativement améliorées avec une EVA moyenne de 7 en préopératoire et de 2 en postopératoire. Tous les patients présentant des troubles neurologiques avant la chirurgie ont été améliorés. Les examens radiographiques de contrôle ont mis en évidence deux fuites de ciment, l'une discale et l'autre antérieure dans le fragment de vertèbre fracturée sans passage veineux antérieur. Aucun cas de fracture du mur postérieur ou de passage intracanalair de ciment n'était noté. La durée moyenne de séjour dans le service était de 7 jours (3-10 jours) et aucun problème de cicatrisation n'a été détecté dans cette série de patients. En cas d'atteinte tumorale un traitement adjuvant par radiothérapie a été réalisé chez 9 patients.

Cette procédure chirurgicale permet donc une décompression du fourreau dural avec une consolidation du corps vertébral et donc la stabilisation du rachis. Elle représente une alternative à une chirurgie lourde de type corpectomie chez des patients le plus souvent âgés et à l'état général altéré.

## Conclusion

La cyphoplastie par ballonnets permet comme la vertébroplastie d'injecter dans un corps vertébral du ciment PMMA ou calcique. L'utilisation des ballons facilite grandement la procédure assurant une réduction du tassement et surtout facilitant grâce à la cavité créée l'injection d'un ciment plus dense diminuant ainsi grandement les risques de fuites (l'injection du ciment étant quasiment guidée). La cyphoplastie permet donc de traiter très précocement certaines fractures du rachis. Ces techniques nécessitent comme toutes les techniques chirurgicales un apprentissage et elles représentent encore un coût plus élevé qu'une vertébroplastie classique. Il faut bien sûr en fonction de la pathologie traitée que chaque dossier soit discuté de façon multidisciplinaire : rhumatologue, radiologue et chirurgien du rachis.

## Références

- Galibert P, Deramond H, Rosat P, et al. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 1987;33:166-8.
- Chiras J, Barragan-Campos HM, Cormier E, et al. Vertebroplasty: state of the art. *J Radiol* 2007;88:1255-60.
- Barragan-Campos HM, Vallee JN, Lo D, et al. Percutaneous vertebroplasty for spinal metastases: complications. *Radiology* 2006;238:354-62.
- Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 2001;26:1511-5.
- Fuentes S, Metellus P, Pech-Gourg G, et al. Open kyphoplasty for management of metastatic spine fracture. *Neurochirurgie* 2007;53:49-53.
- Pelegri C, Benchikh El Fegoun A, Winter M, et al. Percutaneous osteosynthesis of lumbar and thoracolumbar spine fractures without neurological deficit: surgical technique and preliminary results. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2008;94:456-63.
- Fourney DR, Schomer DF, Nader R, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients. *J Neurosurg* 2003;98:21-30.
- Garfin SR, Buckley RA, Ledlie J. Balloon kyphoplasty for symptomatic vertebral body compression fractures results in rapid, significant, and sustained improvements in back pain, function, and quality of life for elderly patients. *Spine* 2006;31:2213-20.
- Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine* 2006;31:1983-2001.
- Majd ME, Farley S, Holt RT. Preliminary outcomes and efficacy of the first 360 consecutive kyphoplasties for the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine J* 2005;5:244-55.
- Voggenreiter G. Balloon kyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2005;30:2806-12.
- Crandall D, Slaughter D, Hankins PJ, et al. Acute versus chronic vertebral compression fractures treated with kyphoplasty: early results. *Spine J* 2004;4:418-24.
- Lee MJ, Dumonski M, Cahill P, et al. Percutaneous treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of complications. *Spine* 2009;34:1228-32.
- Tappeo C, Barbero S, Costantino S, et al. Patient and operator exposure during percutaneous vertebroplasty. *Radiol Med* 2009;114:595-607.
- Song BK, Eun JP, Oh YM. Clinical and radiological comparison of unipedicular versus bipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures. *Osteoporos Int* 2009;20:1717-23.
- Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 1994;3:184-201.