

## Fractures vertébrales thoracolombaires : rôle de la vertébroplastie et du vissage percutané

N. Amoretti, A. Rudel

### PLAN DU CHAPITRE

<b>Indications et clinique</b> .....	226	Matériel	228
Indications .....	226	Méthodes .....	228
Contre-indications .....	226	Durée de la procédure .....	229
<b>Imagerie</b> .....	226	Critères de réussite .....	230
<b>Anatomie</b> .....	227	<b>Résultats</b> .....	230
AO spine thoracolumbar classification system .....	227	<b>Complications</b> .....	231
Statique et courbures de la colonne .....	227	<b>Précaution et surveillance post-procédure</b> .....	231
<b>Technique</b> .....	228	<b>Suivi du patient</b> .....	231
Installation du patient .....	228	<b>Conclusion</b> .....	231

La vertébroplastie par voie radiologique percutanée est une technique consistant à injecter du ciment au sein d'un corps vertébral pathologique afin de le consolider et de diminuer les douleurs qu'il provoque. Elle a été réalisée pour la première fois en 1984 en France à Amiens par Galibert et Deramond pour le traitement d'un angiome vertébral agressif de la deuxième vertèbre cervicale [1]. Elle possède désormais d'autres indications, à savoir le traitement des lésions lytiques secondaires ou du myélome, ainsi que des fractures vertébrales. Ces dernières, en particulier les fractures vertébrales par compression, sont très fréquentes chez les personnes âgées atteintes d'ostéoporose. Lorsqu'elles sont hyperalgiques et résistantes aux traitements médicamenteux et fonctionnel bien conduits, la vertébroplastie par voie radiologique percutanée est une alternative qui a prouvé son efficacité antalgique, permettant de consolider le corps vertébral et restaurer partiellement sa hauteur.

La connaissance accrue de la vertébroplastie associée ou non à des techniques d'ostéosynthèse percutanée permet maintenant d'envisager la prise en charge de fractures plus complexes par le radiologue interventionnel, notamment les cas avec atteinte pédiculaire ou recul du mur postérieur sans signes neurologiques. Il est désormais démontré que la vertébroplastie, notamment dans le cas des *burst fractures*, est suffisante pour la stabilisation de la colonne [2].

Les fractures de la colonne vertébrale sont fréquentes. 90 % de ces fractures siègent au niveau de la charnière thoracolombaire (T11-L2) [3, 4]. Les indications thérapeutiques dépendent de la stabilité de la lésion et de l'importance de la déformation, à la fois dans le plan coronal et dans le plan sagittal.

Le bilan radiologique effectué permet de déterminer le caractère stable ou instable de la lésion, l'importance de la déformation et la thérapeutique à suivre. Plusieurs classifications permettent de juger de la stabilité d'une fracture rachidienne. Les deux classifications les plus utilisées sont celle de Denis et celle de Magerl [3, 5].

La classification de Magerl est fondée sur l'analyse morphologique des lésions et comporte trois groupes principaux (A, B, C), eux-mêmes subdivisés en sous-groupes. Le groupe A correspond à un mécanisme en compression (les lésions siégeant au niveau du corps vertébral) allant de la simple fracture du plateau supérieur (A1) à la *burst fracture* (A3). Les fractures de type A ne présentent pas d'atteinte des structures ligamentaires, la stabilité ne dépend que de l'importance de la comminution du corps vertébral. Ces fractures représentent les deux tiers des fractures traumatiques du rachis.

La cyphose vertébrale mesure la déformation sagittale. Elle correspond à l'angle formé par deux droites parallèles aux plateaux vertébraux de la vertèbre fracturée. Plusieurs

traitements sont proposés : le traitement fonctionnel, le traitement orthopédique et le traitement chirurgical.

Dans le cas du traitement orthopédique, un corset rigide en plastique thermoformable induisant une hyperlordose est confectionné sur mesure. Le lever est progressif. La contention externe est conservée pour une durée de 3 mois en moyenne.

Dans le traitement chirurgical, la stabilisation est immédiate. La déformation locale est corrigée et la station debout est précoce sans moyen de contention.

Actuellement, les actes chirurgicaux percutanés se développent pour la prise en charge des fractures de type A avec un risque chirurgical diminué. Ces techniques se comparent au traitement orthopédique dans les fractures de type A, majoritairement A3 ou *burst fracture* [6, 7].

Ces fractures sont habituellement traitées orthopédiquement par corset, les durées d'hospitalisation sont longues, le port du corset inconstant, le premier lever tardif et la diminution des douleurs n'est pas immédiate [8].

## Indications et clinique

### Indications

- Fracture stable douloureuse, récente :
  - *burst fracture* A3/A4 : vertébroplastie ± kyphoplastie ± vissage ;
  - *split fracture* A2 : vertébroplastie simple ;
  - *split fracture* A2 avec déplacement du fragment antérieur : vertébroplastie + ostéosynthèse par vis.
- Fracture instable :

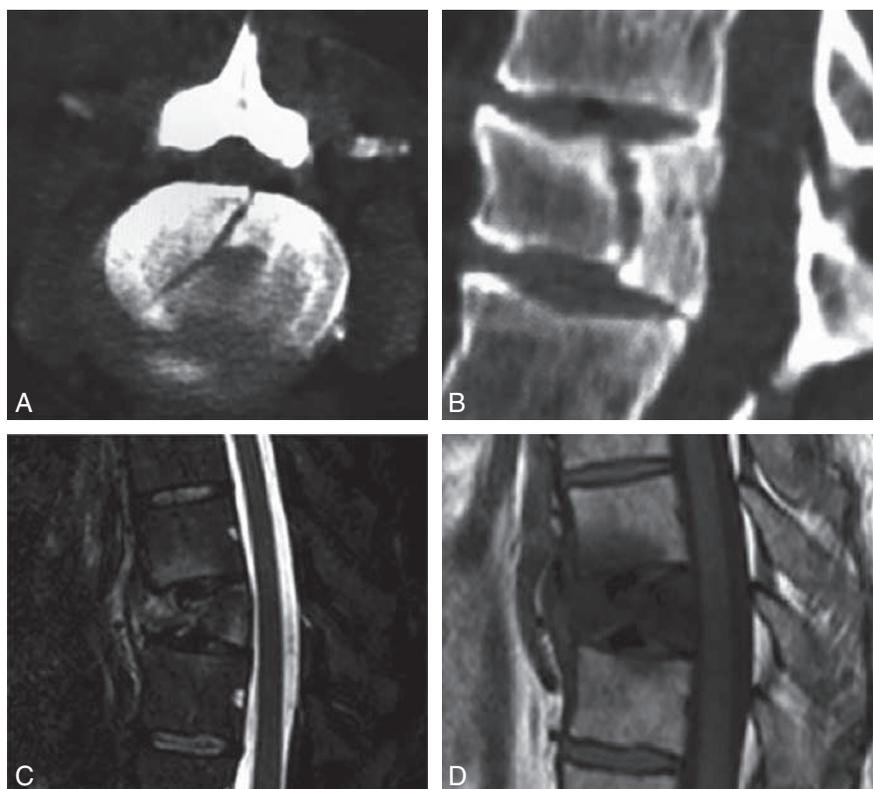
- Type B2 : vissage pédiculaire bilatéral + cimentoplastie, technique à réserver à des cas spécifiques en accord avec l'équipe chirurgicale ;
- chirurgie compliquée :
  - patient avec mauvaise expérience de l'arthrodèse postérieure,
  - pédicule inférieur déjà fixé,
  - patient ayant peur de l'anesthésie générale.

### Contre-indications

- Trouble neurologique d'origine médullaire ou radiculaire.
- Traumatisme en rotation/translation.
- Angulation cyphotique supérieure à 20° : les fortes déformations (cyphose vertébrale > 20°) ont un traitement codifié et accepté dans la communauté rachidienne.

### Imagerie

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) dorsolombaire est l'examen roi dans la prise en charge de cette pathologie. Elle permet de dater la fracture vertébrale en cas de doute sur la chronologie : la mise en évidence d'un œdème médullaire en hyposignal en pondération T1 et en hypersignal en pondération T2 avec saturation de graisse témoigne d'une fracture récente. De plus, il faut aussi analyser systématiquement le complexe ligamentaire postérieur afin de ne pas méconnaître une lésion ligamentaire qui modifierait la gradation de la fracture et le traitement [9]. Elle permet enfin de rechercher une atteinte discale ou une atteinte fracturaire contre-indiquant le traitement (fig. 18.1 à 18.3) [10].



**Fig. 18.1** Exemple de fracture A2 *split* en TDM axiale (A) et sagittale (B), en IRM sagittale T2 FS (C) et T1 (D).

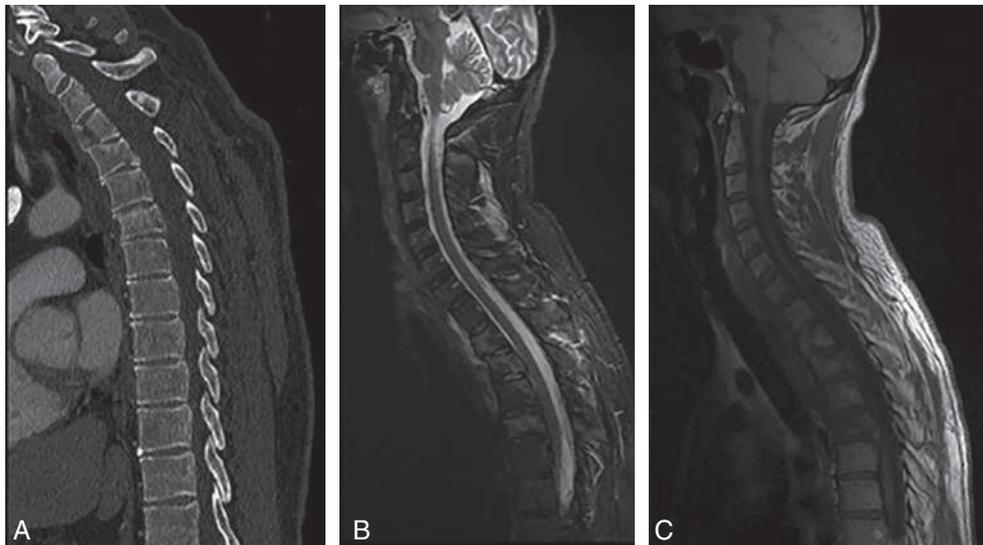


Fig. 18.2 Fracture du rachis dorsal haut en TDM (A), IRM T2 STIR (B) et T1 (C) montrant des lésions du système ligamentaire postérieur et du disque intervertébral.

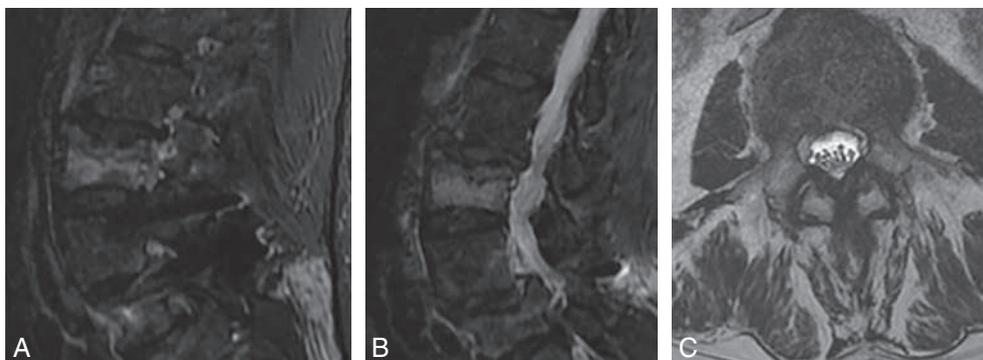


Fig. 18.3 Fracture B2 avec disruption de l'arc postérieur en IRM (A, B : T2 STIR sagittal, C : axiale T2).

## Anatomie

### AO spine thoracolumbar classification system (fig. 18.4)

Elle est divisée en trois sous-groupes principaux A, B, C et est fondée sur des considérations biomécaniques, chaque groupe étant d'instabilité et de gravité croissante. Cette classification est purement anatomique et ne tient pas compte des données cliniques et notamment neurologiques [11] :

- le groupe A correspond aux fractures en compression. On retrouve cinq sous-types : A0 pour les atteintes transverse ou épineuse, A1 pour les compressions du plateau vertébral antérosupérieur, A2 pour les fractures de type *split*, A3 et A4 pour les *burst fractures*;
- le groupe B correspond aux fractures en distraction. On retrouve trois sous-types : B1 pour les atteintes osseuses (fracture de Chance), B2 pour les fractures du type *burst fracture* avec atteinte du système ligamentaire postérieur, B3 en cas d'atteinte discale;
- le groupe C correspond aux fractures en rotation/translation.

### Statique et courbures de la colonne

La colonne vertébrale décrit quatre courbures sagittales qui se succèdent de haut en bas :

- la courbure cervicale est convexe en avant : on parle de lordose cervicale;
- la courbure dorsale est concave en avant : on parle de cyphose thoracique; la sixième vertèbre dorsale, dont le corps est cunéiforme, représente le sommet de la courbure dorsale. L'importance de la cyphose est extrêmement variable, de 20 à 45°, et chaque corps vertébral contribue à réaliser 3,8° de la courbure par sa morphologie cunéiforme;
- la cyphose thoracique varie avec l'âge et elle est plus marquée chez la femme que chez l'homme;
- la courbure lombaire est convexe en avant : il s'agit de la lordose lombaire. Elle est extrêmement dépendante de l'âge et de la position du patient lors de son évaluation, les cinq vertèbres lombaires participent à la courbure, L5 représentant 40 % de la courbure [12].

Ces courbures sagittales ont pour résultat d'augmenter la résistance et l'élasticité de la colonne vertébrale.

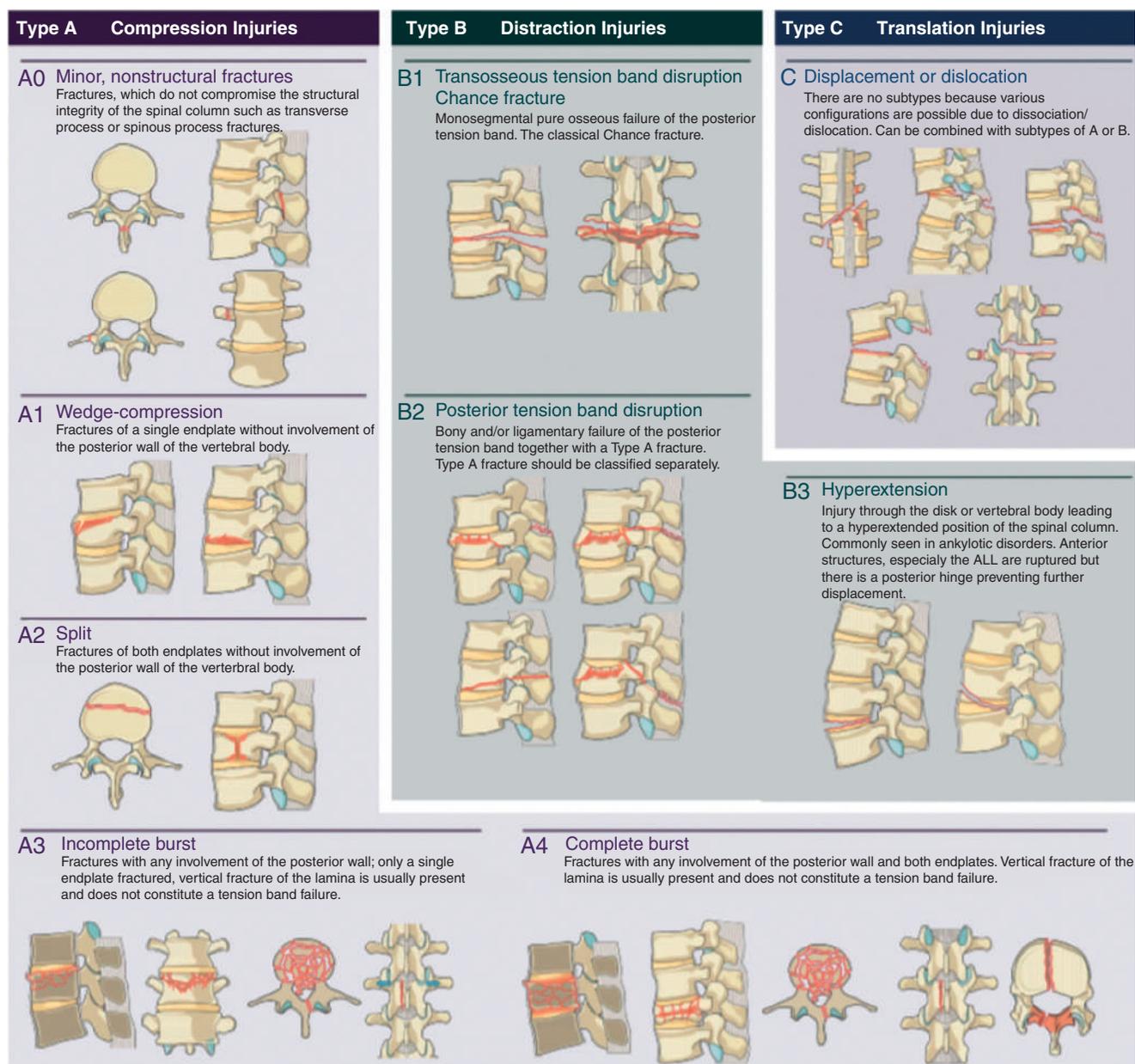


Fig. 18.4 Ao Müller classification des fractures thoracolombaires.

Source : AO Spine International Classification ([aospine.aofoundation.org](http://aospine.aofoundation.org)).

Dans le plan frontal, il existe fréquemment une courbure dorsale dextroconvexe étendue de T3 à T6, probablement en rapport avec l'empreinte de l'aorte thoracique descendante. La connaissance de ces notions de base anatomique est importante en radiologie ostéoarticulaire, car les fractures vertébrales peuvent augmenter les angulations physiologiques, en particulier la cyphose dorsale, et donc entraîner un déséquilibre sagittal.

La méthode de mesure la plus utilisée dans la littérature reste la méthode de Cobb [12, 13].

## Technique

### Installation du patient

Le patient est placé en procubitus sur la table de scanner avec un arceau de scopie positionné latéralement. Le positionnement est identique à celui d'une vertébroplastie standard.

## Matériel

- Trocart de vertébroplastie de taille adaptée (13G).
- Aiguille 22G (Chiba) sécable.
- Ciment PMMA (*polymethyl methacrylate*) + tungstène.
- Lidocaïne (Xylocaïne®) 2 %.
- Broche guide Kirshner de 2,8 mm, *bone filler*.
- Tournevis canulé.
- Vis canulée autoforeuse autotaraudeuse de 4 mm (taille à adapter au patient).

## Méthodes

### Cimentoplastie seule

Un scanner est réalisé pour chaque patient avant l'intervention afin de permettre la planification du geste. Toutes les procédures sont réalisées dans notre département de radio-

logie, dans un bloc avec système de double guidage, scanner et fluoroscopie, sous anesthésie locale. Une tomodensitométrie centrée sur la zone désirée est réalisée pour planifier la procédure. Le point d'entrée idéal est choisi sur la console.

Les voies d'abord utilisées sont les mêmes que celles employées dans une vertébroplastie standard et précédemment décrites.

L'objectif est de placer l'extrémité du trocart au-delà du trait fracturaire, la différence principale se faisant lors du remplissage de la vertèbre.

Le point d'entrée est ensuite marqué sur la peau du patient en fonction du point choisi sur la console à l'aide du repérage laser du scanner. Une aseptie chirurgicale centrée sur ce point est réalisée, ainsi que la préparation chirurgicale du patient, l'habillage stérile des opérateurs et la préparation de la table.

L'anesthésie locale au point d'entrée est réalisée avec de la lidocaïne à 1 %. Une aiguille 22G est insérée et placée le long du trajet prédéfini, permettant l'anesthésie des tissus mous cutanés et profonds jusqu'au périoste.

Des acquisitions tomodensitométriques successives sont effectuées à toutes les étapes de la procédure pour assurer la bonne progression. Une fois l'aiguille Chiba en place, selon le trajet planifié, on réalise une section de son extrémité afin de servir de guide au trocart. Une incision cutanée centimétrique est réalisée au même point d'entrée et un trocart de cimentoplastie 13G est inséré et avancé à travers l'os, le long du trajet défini, sous contrôle fluoroscopique et tomodensitométrique.

On réalise alors la dépose du ciment sous contrôle fluoroscopique et radiographique régulier. L'injection doit se faire de manière précautionneuse afin de limiter le risque de fuite discale notamment. Le remplissage peut se faire en deux temps : phase liquide pour une distribution large du ciment, puis phase visqueuse à l'aide du « poussoir » pour un possible rehaussement vertébral (fig. 18.5).

Le trocart est retiré petit à petit pour s'assurer d'un remplissage complet et de l'absence de fuites. Une fois le remplissage optimal obtenu, le trocart est retiré et un contrôle scanner est effectué. Il n'est pas nécessaire d'effectuer des points à la peau.

### Vissage et ciment

Un scanner est réalisé pour chaque patient avant l'intervention afin d'évaluer la lésion et la présence d'une éventuelle fracture pathologique. Toutes les procédures sont réalisées dans notre département de radiologie, dans un bloc avec

système de double guidage, scanner et fluoroscopie, sous anesthésie générale. Une tomodensitométrie centrée sur le segment rachidien est réalisée pour planifier la procédure. Le point d'entrée idéal est choisi sur la console. La distance optimale et l'angle du trajet pour le placement des vis sont ainsi calculés. Trois mesures sont obtenues à partir du point d'entrée, directement sur la console : l'angle d'approche, la profondeur à parcourir de la surface cutanée à la corticale externe, et la profondeur du trajet intra-osseux.

Cette procédure est le plus souvent réalisée sous anesthésie locale.

Les voies d'abord utilisées sont dans l'idéal, et dans la majorité des cas, les mêmes que celles utilisées dans le cadre des vertébroplasties.

Le point d'entrée est ensuite marqué sur la peau du patient en fonction du point choisi sur la console à l'aide du repérage laser du scanner. Une aseptie chirurgicale centrée sur ce point est réalisée, ainsi que la préparation chirurgicale du patient, l'habillage stérile des opérateurs et la préparation de la table.

L'anesthésie locale au point d'entrée est réalisée avec de la lidocaïne à 1 %. Une aiguille 22G est insérée et placée le long du trajet prédéfini, permettant l'anesthésie des tissus mous cutanés et profonds jusqu'au périoste (fig. 18.6).

Le ciment est injecté par un des abords avec contrôle du remplissage, l'objectif étant d'aller du plateau supérieur au plateau inférieur.

Il est possible d'utiliser la kyphoplastie en cas de léger recul du mur postérieur pour obtenir un effet « ligamentotaxique ».

La broche guide de Kirschner mousse est introduite permettant une meilleure « glisse » de la vis canulée sans risque de traverser la corticale antérieure.

Un vissage doux et guidé de la vis canulée, dont la taille a auparavant été calculée sur le scanner (fig. 18.7), est effectué.

Bien que le remplissage en ciment doive être aussi extensif que possible, il n'est toutefois pas utile de prendre trop de risques, notamment par rapport à une éventuelle fuite. Il ne faut pas hésiter à mobiliser le trocart le long de son trajet afin de s'assurer du meilleur remplissage possible (fig. 18.8).

### Durée de la procédure

La durée moyenne de la procédure est estimée à 30 min en cas de vertébroplastie seule et à 40 min en cas d'association avec un vissage [14].

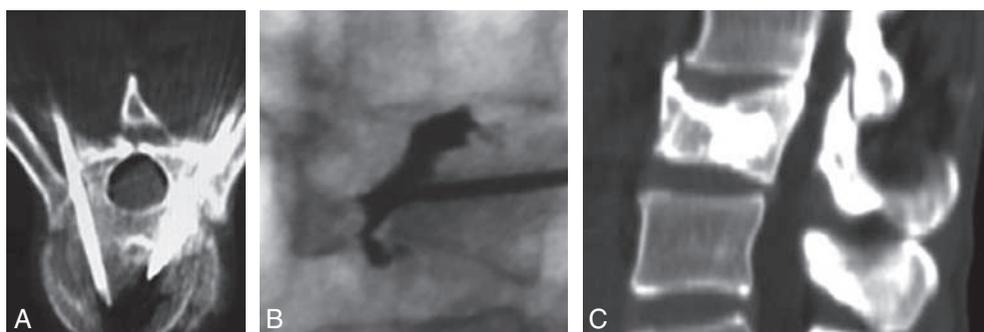
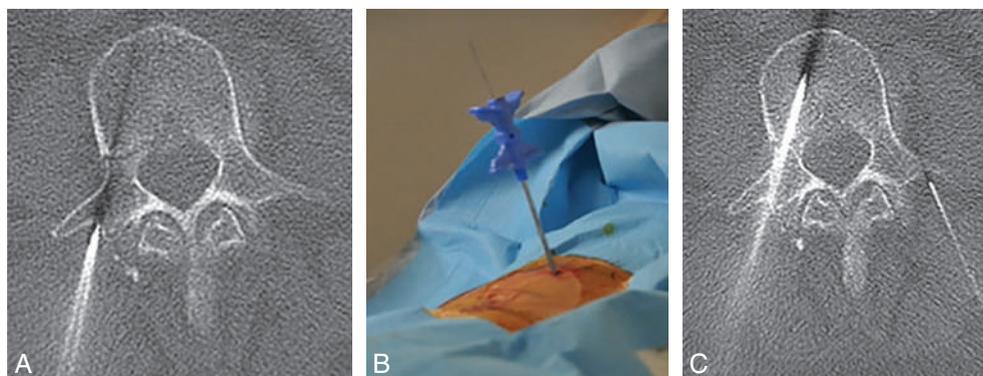
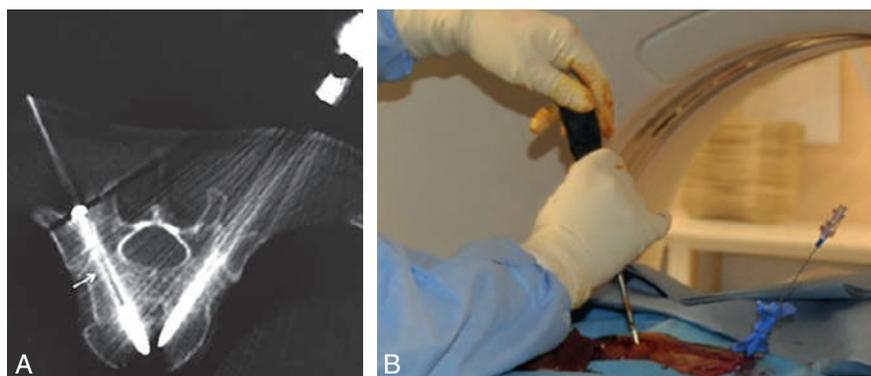


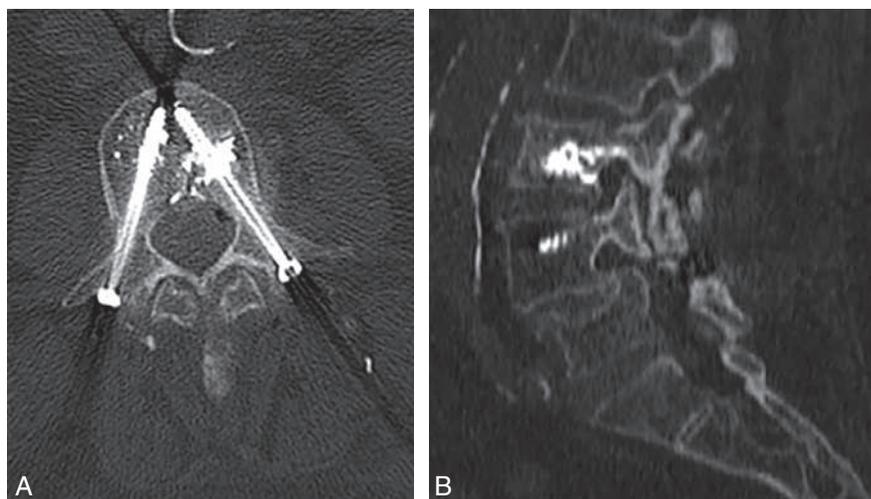
Fig. 18.5 Exemple de cimentoplastie percutanée par double abord d'une fracture A2 split.



**Fig. 18.6 Insertion des trocars.** **A.** Mise en place du premier trocart sous contrôle tomodensitométrique. **B.** Trocart en place sur aiguille guide. **C.** mise en place de la seconde aiguille guide pour l'abord.



**Fig. 18.7 Vissage sous contrôle tomodensitométrique.**



**Fig. 18.8 Vissage + cimentoplastie d'une fracture B2.**

### Critères de réussite

L'objectif est de placer, autant que possible, les vis perpendiculairement au trait de fracture pour les *split fractures* et les fractures pédiculaires; elles serviront de support au remplissage du ciment dans le cadre des *burst fractures*. Le remplissage en ciment doit créer un pont entre les deux plateaux de la vertèbre pour être mécaniquement efficace (fig. 18.9).

### Résultats

L'approche percutanée a montré son efficacité dans le traitement des fractures de type *burst* ou *split fracture*, aussi bien dans la sédation de la douleur que dans le cadre de la conservation de l'équilibre régional [14, 15]. Il n'existe pas d'étude de haut niveau de preuve ayant comparé les approches orthopédique, chirurgicale et radiologique,

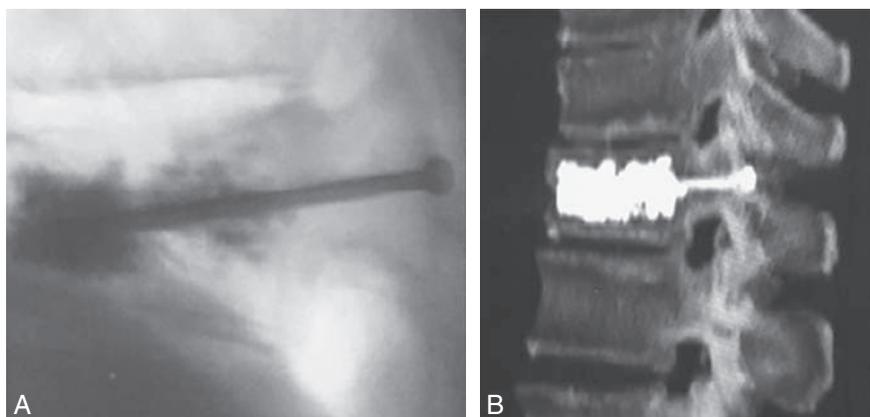


Fig. 18.9 Remplissage de plateau à plateau d'une fracture A2 avec vis pédiculaire.

rendant impossible la création d'algorithme de traitement consensuel à l'heure actuelle. Certains auteurs proposent l'usage systématique de la kyphoplastie dans le cadre des *burst fractures* [16].

En plus de limiter le risque de fuite de ciment, l'ostéosynthèse à l'aide de vis permet de rapprocher les fragments osseux et favorise la guérison.

Un autre intérêt du traitement percutané et de l'injection de ciment au sein de la fracture est la diminution théorique du risque de pseudarthrose [17].

De plus, le traitement de l'étage atteint ne contre-indique pas une éventuelle reprise chirurgicale par ostéosynthèse postérieure sus- et sous-jacente.

## Complications

Les complications pouvant être observées dans cette procédure sont les mêmes que celles d'une vertébroplastie standard. Le recours à une kyphoplastie peut limiter le risque de fuite, majoré dans le cadre des *burst* et *split fractures* en raison du trait de fracture.

## Précaution et surveillance post-procédure

Les patients doivent être examinés au moment de la verticalisation juste après le geste et sont revus systématiquement le lendemain de l'intervention.

La surveillance neurologique est à noter dans le dossier (mesure médico-légale).

Un repos strict en décubitus dorsal est demandé pendant l'heure suivant le geste et le port de charges lourdes est contre-indiqué pendant 1 mois.

On surveille également le point de ponction et l'absence de complication hémorragique.

## Suivi du patient

De manière systématique, le patient est revu à 1 mois de l'intervention en consultation avec une IRM dorsolombaire postopératoire : on observera une disparition de l'œdème de l'os trabéculaire adjacent.

Un cliché *full spine* en charge, ou dans l'idéal sur un appareil EOS, est aussi réalisé afin de vérifier l'absence d'aggravation de la cyphose pouvant conduire à la réalisation d'un temps chirurgical postérieur.

En cas de récurrence douloureuse dorsolombaire, une nouvelle IRM dorsolombaire est réalisée au cours d'une nouvelle consultation, afin d'identifier les autres causes de dorsolombalgies ou une recrudescence de l'œdème osseux.

## Conclusion

La vertébroplastie, avec ou sans ostéosynthèse percutanée, peut être une solution viable dans le traitement des fractures vertébrales hors fracture classique A1 en compression.

### À retenir

- Préparation du geste :
  - prise en charge rapide;
  - consultation systématique avant le geste;
  - informer de la bonne efficacité de la technique, antalgie rapide et importante;
  - IRM préopératoire indispensable pour évaluer la stabilité de la fracture;
  - ostéosynthèse associée si déplacement ou atteinte pédiculaire.
- Matériel nécessaire :
  - set de vertébroplastie habituel;
  - vis canulée, tournevis canulé, broche de Kirschner;
  - geste réalisé sous anesthésie locale ou sédation légère.
- Pendant le geste :
  - trajet perpendiculaire au trait de fracture autant que possible;
  - ciment puis ostéosynthèse;
  - pointe du trocart au-delà de la fracture;
  - kyphoplastie si besoin pour restaurer la hauteur et limiter le risque de fuite.
- Après le geste :
  - repos 48 h;
  - décubitus strict 2 h après le geste;
  - antalgie postopératoire;
  - surveillance neurologique.

**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] Germaneau A, Venduvre T, Saget M, Doumalin P, Dupré JC, Brémand F, et al. A novel approach for biomechanical spine analysis : mechanical response of vertebral bone augmentation by kyphoplasty to stabilise thoracolumbar burst fractures. *JMech Behav Biomed Mater* 2016;59:291–303.
- [3] Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 1994;3:184–201.
- [4] Maestretti G, Cremer C, Otten P, Jakob RP. Prospective study of stand-alone balloon kyphoplasty with calcium phosphate cement augmentation in traumatic fractures. *Eur Spine J* 2007;16:601–10.
- [5] Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983;8:817–31.
- [6] Nakano M, Kawaguchi Y, Kimura T, Hirano N. Transpedicular vertebroplasty after intravertebral cavity formation versus conservative treatment for osteoporotic burst fractures. *The Spine Journal* 2014;14:39–48.
- [7] Hartmann F, Gercek E, Leiner L, Rommens PM. Kyphoplasty as an alternative treatment of traumatic thoracolumbar burst fractures Magerl type A3. *Injury* 2012;43:409–15.
- [8] Giele BM, Wiertsema SH, Beelen A, van der Schaaf M, Lucas C, Been HD ? Brammer JAM. No evidence for the effectiveness of bracing in patients with thoracolumbar fractures. *Acta Orthop* 2009 ; 80 : 226-32.
- [9] Lee HM, Kim HS, Kim DJ, Suk KS, Pork JO, Kim NH. Reliability of magnetic resonance imaging in detecting posterior ligament complex injury in thoracolumbar spinal fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:2079–84.
- [10] Kumar Y, Hayashi D. Role of magnetic resonance imaging in acute spinal trauma: a pictorial review. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2016;17:310.
- [11] Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system : fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:2028–37.
- [12] Been E, Barash A, Marom A, Kramer PA. Vertebral bodies or discs: which contributes more to human-like lumbar lordosis ? *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:1822–9.
- [13] Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, Kandemir U, Alanay A, Alanay Y, et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005;30:93–100.
- [14] Amoretti N, Huwart L. Combination of percutaneous osteosynthesis and vertebroplasty of thoracolumbar split fractures under CT and fluoroscopy guidance : a new technique. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2014;37:1363–8.
- [15] Chen JF, Lee ST. Percutaneous vertebroplasty for treatment of thoracolumbar spine bursting fracture. *Surgical Neurology* 2004;62:494–500.
- [16] An KC, Kang S, Choi JS, Seo JH. The Clinical and Radiological availability of percutaneous balloon kyphoplasty as a treatment for osteoporotic burst fractures. *Asian Spine J* 2008;2:9–14.
- [17] Aebi M. Classification of thoracolumbar fractures and dislocations. *Eur Spine J* 2010;19:2–7.