

Cyphoplastie dans le traitement de la fracture vertébrale:Spine Jack™ (Vexim) Expérience du service d'orthopédie du CHU Beaujon-Bichat Claude Bernard Assistance hôpitaux public de Paris (APHP)

A.Krite ; Z.Chenguel ; B.ELHACHACHE, M.A.Rousseau

Résumé:

La Cyphoplastie par ballonnet est une technique chirurgicale percutanée pratiquée sous contrôle radioscopique.

Le principe de la Cyphoplastie est de restaurer l'anatomie du corps vertébral de manière douce et progressive par le gonflement de ballonnet, puis d'obtenir un renforcement de la colonne antérieure de la vertèbre avec du ciment.

Initialement développée pour les lésions tumorales ou ostéoporotiques, elle a trouvé sa place en traumatologie dans la prise en charge des fractures en compression pure. Elles constituent une alternative intéressante aux traitements conventionnels souvent très contraignants.

Les fractures vertébrales, compliquant l'ostéoporose peuvent parfois passer inaperçues et être quasiment indolores. Elles provoquent souvent d'importantes douleurs dont la majorité des cas soulagés par le repos au lit et des antalgiques efficaces, cependant un groupe non négligeable de patients et surtout les sujets âgés gardent toujours cette douleur avec toutes les complications du décubitus et l'aggravation de la déminéralisation osseuse.

À plus long terme, les fractures vertébrales ostéoporotiques provoquent une perte de taille, une cyphose, perturbent la biomécanique du rachis et induisent des altérations fonctionnelles et des altérations de la qualité de vie.

La Cyphoplastie a pour but de calmer cette même douleur et pour restaurer l'intégrité de la vertèbre et améliorer ainsi la cyphose secondaire.

Le bénéfice de cette technique mini-invasive a pu être démontré en terme de réduction des douleurs, d'amélioration des capacités fonctionnelles, de réduction de la morbidité et du coût pour la société.

Notre étude est rétrospective sur une durée de 12 mois au service de chirurgie orthopédique et traumatologique de Beaujon (APHP) allant d U 02 Novembre 2017 au 02 Novembre 2018.

Dans notre pratique, nous utilisons préférentiellement du ciment acrylique en raison de ses propriétés biomécaniques de sa résistance aux contraintes en compression.

Date of Submission: 08-01-2020

Date of Acceptance: 23-01-2020

I. Introduction :

La Cyphoplastie par ballonnet prend une place de plus en plus importante dans l'arsenal thérapeutique des radiologues, chirurgiens orthopédistes et neurochirurgiens dans le traitement des lésions rachidiennes.

Il s'agit de techniques chirurgicales percutanées sous contrôle radioscopique. Le principe de la Cyphoplastie est de restaurer l'anatomie du corps vertébral de manière douce et progressive par le gonflement de ballonnet, puis d'obtenir un renforcement de la colonne antérieure de la vertèbre avec du ciment. L'utilisation de ballonnet permet de créer une cavité dans le corps vertébral en tassant l'os spongieux, limitant ainsi le risque de fuite extra-corporéale de ciment [1].

La Vertébroplastie a été mise au point en France par Galibert et Deramond en 1984 Sa première indication était le traitement des angiomes vertébraux agressifs. Devant l'efficacité du traitement, les indications se sont élargies aux lésions ostéolytiques métastatiques et myélomateuses puis aux tassements ostéoporotiques. Dérivée de la vertébroplastie, la Cyphoplastie a d'abord été développée par Reiley en 1998, puis reprise par Belkoff et al. en 2001 [2]. Initialement réservée aux lésions tumorales et ostéoporotiques [3], elle a peu à peu trouvé sa place dans le traitement des fractures du sujet jeune [4].

Le bénéfice de ces techniques mini-invasives par rapport aux techniques conventionnelles (traitement orthopédique ou chirurgie à ciel ouvert) a pu être démontré en termes de réduction des douleurs et d'amélioration des capacités fonctionnelles. L'injection de ciment dans la vertèbre pourrait avoir un effet antalgique en consolidant les microfractures et en diminuant les contraintes mécaniques liées au poids et à

l'activité. Elle aurait également une efficacité par le biais de la destruction des terminaisons nerveuses de l'os par effet cytotoxique et exothermique du ciment lors de sa polymérisation.

À ces bénéfices, s'ajoutent une morbidité minime et des dépenses de santé compensées à moyen terme.

II. Technique :

○ Ancillaire

La plupart des ancillaires destinés à la cimentoplastie se présente de la même manière (figure 1), Ils se composent de trocars (ou aiguilles de Yamshidi) ayant une forme biseautée servant à réaliser le point d'entrée et le trajet à travers l'os, de broches à bout mousse permettant de guider des canules permettant d'introduire le ballonnet ou le stent, d'une curette nécessaire en cas d'os spongieux dense et de dispositifs de comblement osseux. La technique nécessite également du produit de contraste iodé afin de contrôler le gonflement des ballonnets et une dose de ciment.



Figure 1 : Ancillaire de Cyphoplastie type Nexgen

○ Installation du patient :

Dans notre pratique, l'intervention s'effectue au bloc opératoire sous anesthésie générale. Le patient est installé en décubitus ventral sur table à rachis en hyperlordose, permettant ainsi de réduire en partie la cyphose vertébrale traumatique.

La possibilité d'être deux opérateurs installés de part et d'autre du patient permet de réduire le temps opératoire ainsi que la durée d'exposition aux rayons en réalisant les deux côtés simultanément.



Figure 2 : installation patient au bloc opératoire

Lorsque la procédure est réalisée au niveau thoracique haut, la superposition des épaules sur l'incidence de profil rend le contrôle fluoroscopique peropératoire difficile et peut parfois même conduire à renoncer à une cimentoplastie. C'est notamment le cas pour les patients brévillignes ou musclés, pour lesquels l'utilisation d'une fluoroscopie 3D, voire d'un scanner peropératoire semble être un prérequis indispensable. Dans les autres cas, il est le plus souvent possible « d'effacer » les épaules du patient soit en plaçant les bras le long du corps et en les maintenant abaissés par des bandes de strapping, soit en les maintenant en antépulsion .

À noter que cette dernière est à risque d'étirement pour les plexus brachiaux et nécessite le plus souvent l'utilisation d'une table opératoire peu large, comme les nouvelles tables en carbone.

○ **Intervention**

Abord rachidien.

Les vertèbres dorsales ou lombaires peuvent être abordées par voie postérolatérale extrapédiculaire ou par voie transpédiculaire. La voie transpédiculaire paraît préférable, car elle ne présente pas de risque de complication pleuroparenchymateuse au niveau dorsal ou d'hématome du psoas au niveau lombaire et expose beaucoup moins aux fuites extracorporeales par le trou de ponction.

Cette voie d'abord n'est pas utilisable en cas de lyse pédiculaire ou de présence de matériel d'ostéosynthèse. Le niveau lésionnel est repéré avant le champage et la position des pédicules vertébraux est marquée sur la peau.



FIGURE 3 : Abord rachidien percutané

Voie pédiculaire :

Le but étant d'injecter le ciment au centre du corps vertébral, l'incision doit être décalée d'environ 1 cm en dehors du repère du pédicule afin de faire converger les canules dans le plan horizontal. Dans le plan vertical, la hauteur de l'incision est en fonction de l'orientation plus ou moins descendante que l'on veut donner à la canule. Pour donner une orientation très descendante, il faut décaler l'incision d'environ 1 cm vers le haut par rapport à la projection du pédicule.

Le point d'entrée des trocarts est perçu manuellement par l'opérateur. Il se situe à la base de l'articulaire supérieure de la vertèbre à la jonction avec le processus transverse (figure 4). La progression se fait jusqu'au bord interne de l'anneau pédiculaire sur le cliché de face. Celui-ci ne doit jamais être franchi avant que la paroi postérieure du corps vertébral ne le soit sur le cliché de profil, sinon l'aiguille pénètre dans le canal rachidien (figure 5). L'aiguille est introduite au-delà du mur postérieur du corps vertébral (figure 6).

Les risques majeurs de la voie transpédiculaire sont la lésion radiculaire ou la brèche duralement par effraction de la corticale interne du pédicule.

Ce risque peut être aisément corrigé par un contrôle scopique rigoureux de face de la visée pédiculaire, mais également par l'adaptation du calibre de l'aiguille à la taille du pédicule, notamment au niveau de la région dorsale supérieure.

Voie postérolatérale extrapédiculaire :

Dans notre formation elle est réservée aux contre-indications de l'abord transpédiculaire : lyse pédiculaire ou présence de matériel d'ostéosynthèse. Certains préfèrent l'utiliser au niveau dorsal où la taille des pédicules est réduite.

Le point d'entrée est situé environ un travers de main en dehors de la ligne des épineuses

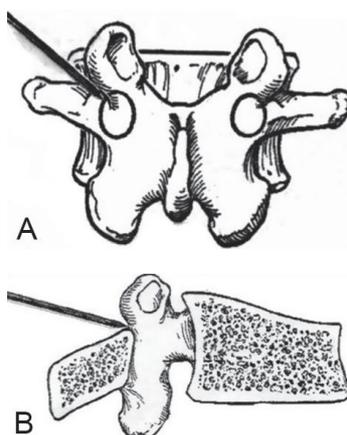
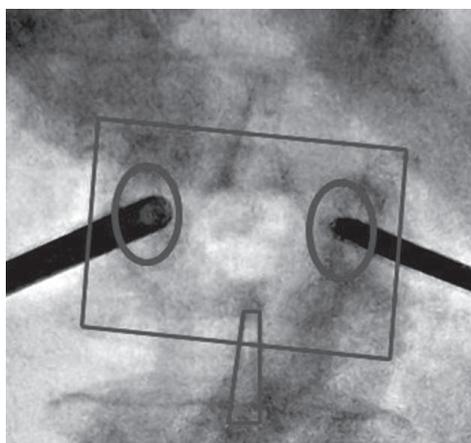


Figure 4 Entrée de l'aiguille. A. Schéma du point d'entrée de face. B. Schéma du point d'entrée de profil.

Au niveau dorsal, il est impératif de vérifier que l'aiguille est toujours en arrière de la ligne de réflexion pleurale. Le risque est essentiellement la plaie pleurale avec possible hémithorax.

Au niveau lombaire, les risques théoriques sont les mêmes que ceux de la biopsie du corps vertébral : ponction de la gaine rénale, hématome du psoas et surtout fuite par le trou de ponction.



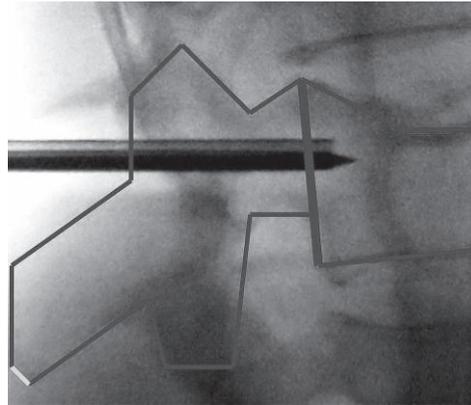


FIGURE 5. Progression de l'aiguille. A. Progression aiguille de Yamshidi de face. B. Progression aiguille de Yamshidi de profil.

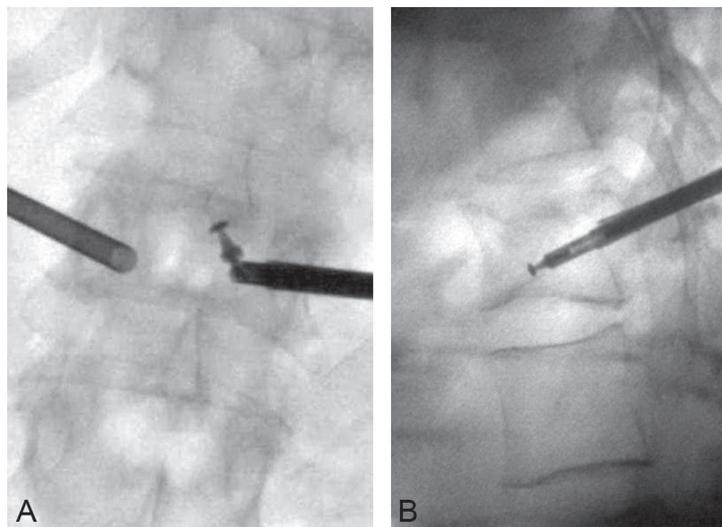


Figure 6. L'aiguille est introduite au-delà du mur postérieur du corps vertébral. A. Passage de la curette de face. B. Passage de la curette de profil

Autres voies d'abord :

La cyphoplastie « à ciel ouvert » peut être indiquée en cas de fracture thoraco-lombaire avec déficit neurologique nécessitant une laminectomie associée à une stabilisation.

La cyphoplastie cervicale par une courte cervicotomie antéro-latérale a été décrite dans la pathologie tumorale [7, 8].

Poursuite de la procédure :

Une broche guide est introduite dans chaque trocart. Celui-ci est alors retiré et la broche guide est laissée en place. Les canules sont introduites dans le corps vertébral, guidées par chacune des broches. Une mèche à tarauder est utilisée pour créer un tunnel dans le corps vertébral, facilitant ainsi l'insertion du ballonnet. Il faut éviter l'effraction de la paroi antérieure du corps vertébral, pouvant entraîner une lésion des gros vaisseaux ou une fuite ciment.

Sa progression doit être contrôlée sur la scopie de manière à éviter toute effraction corticale. Elle doit toujours être orientée vers l'intérieur du corps vertébral.

Expansion vertébrale lors de la cyphoplastie :

Les deux ballonnets ou stents sont introduits dans les canules et placés sous la zone fracturée. Ils sont déployés simultanément. Des contrôles scopiques de face et de profil sont réalisés jusqu'à obtention d'une réduction satisfaisante (figure 7). La lecture directe sur la seringue du volume des ballonnets permet d'évaluer la dose approximative de ciment à injecter.

Stabilisation de la fracture :

Les canules contenant le ciment sont introduites dans la moitié antérieure du corps vertébral afin de limiter le risque de fuites canalaires. Le ciment est injecté progressivement en surveillant le processus sous scopie. La cavité créée est entièrement comblée en évitant de trop remplir le corps vertébral et de créer ainsi un segment rachidien hyper-rigide. La constatation de la moindre fuite impose l'arrêt de la procédure. Les canules sont retirées immédiatement après la fin de l'injection de ciment (figure 8).

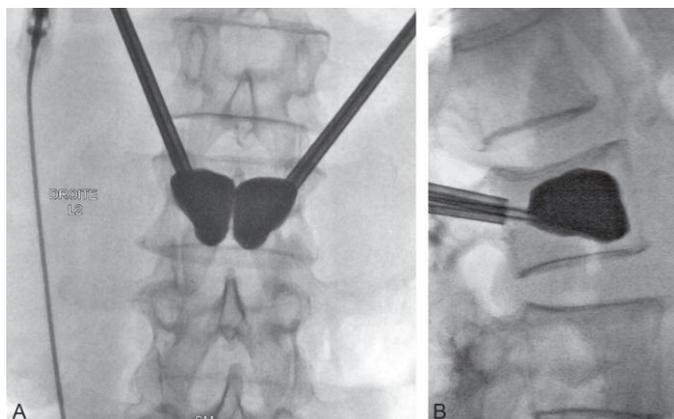


Figure 7. Expansion vertébrale A. Goufflement des ballonnets de face. B. Goufflement des ballonnets de profil

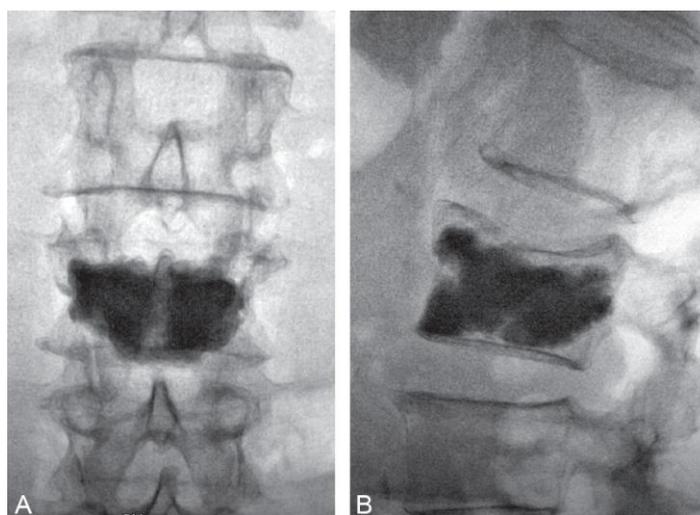


Figure 8 Stabilisation de la fracture. A. Cyphoplastie acrylique scopie finale de face. B. Cyphoplastie acrylique scopie finale de profil.



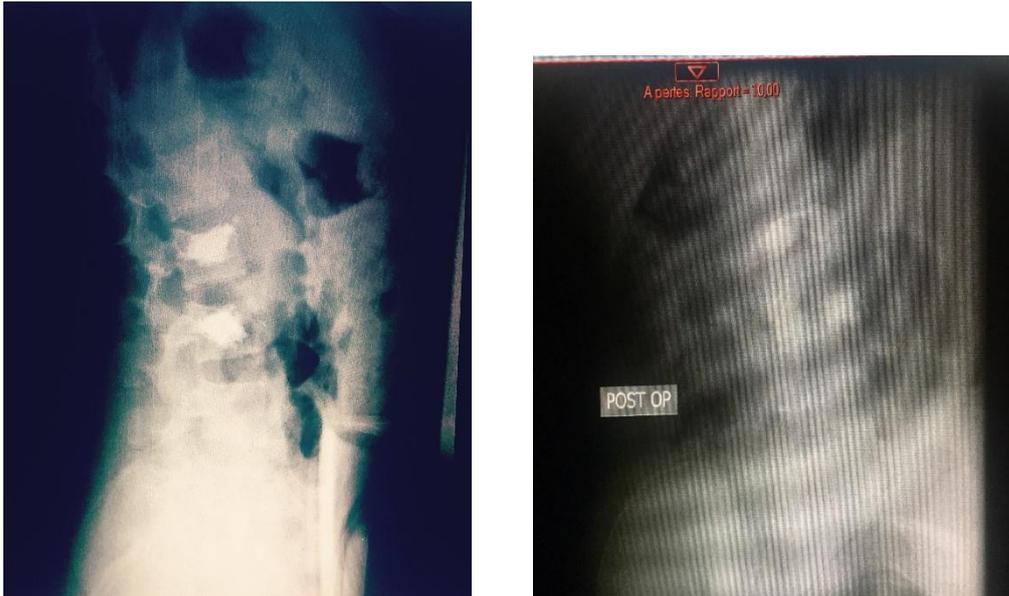


FIGURE 9 : Cyphoplastie pour fracture tassement pure L2 L3

○ **Suites opératoires :**

En postopératoire immédiat, les traitements antalgique et anticoagulant sont débutés. Le patient est levé au fauteuil et reprend la marche le lendemain de l'intervention. La sortie est autorisée dès le deuxième jour du post opératoire après réalisation de clichés radiographiques de contrôle.

Lors du suivi, l'examen clinique évalue la douleur résiduelle (EVA), la souplesse rachidienne et le degré d'autonomie (score Oswestry). Le bilan radiologique évalue la consolidation de la fracture, recherche un retentissement sur les étages adjacents (fractures vertébrales, dégénérescence discale) et évalue les paramètres rachidiens.

Des séances de kinésithérapie peuvent être débutées précocement avec essentiellement du travail d'assouplissement. La reprise du travail est autorisée dès 2 à 3 mois. Pour les patients exerçant une activité avec port de charges lourdes, la reprise est souvent différée à 6 mois.

Quelques particularités techniques :

Notre expérience de la cyphoplastie nous a permis de déterminer deux principaux éléments d'orientation aidant au positionnement des ballonnets :

- les caractéristiques de la déformation ;
- la densité d'os spongieux liée à l'âge du patient

○ **Caractéristiques de la déformation :**

Dans le plan frontal, le corps vertébral peut être concave (figure 10). L'orientation des canules doit alors être convergente afin de créer une cavité centrale de ciment. On est alors certain de ne pas traverser le canal vertébral. C'est le « kissing ballon » décrit par Maestretti (figure 11).



Figure 10. Fracture concave dans le plan frontal

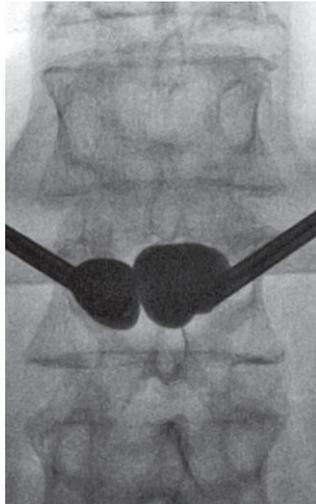


Figure 11 « Kissing ball ».

○ **Densité de l'os spongieux :**

L'âge du patient et la densité de l'os spongieux qui en dépend sont des facteurs déterminants pour l'orientation à donner aux ballonnets. En effet la réduction de la fracture diffère selon que l'os est porotique ou non.

Chez un patient jeune l'os spongieux est dense, les ballonnets doivent être positionnés à proximité du plateau vertébral affaissé. Si le ballonnet en est trop éloigné, l'expansion vertébrale est limitée par la résistance de l'os et la réduction de la fracture est insuffisante. Si à l'inverse il en est trop proche, il existe un risque d'effraction de la corticale et de fuite de ciment (figure 12, 13,14).

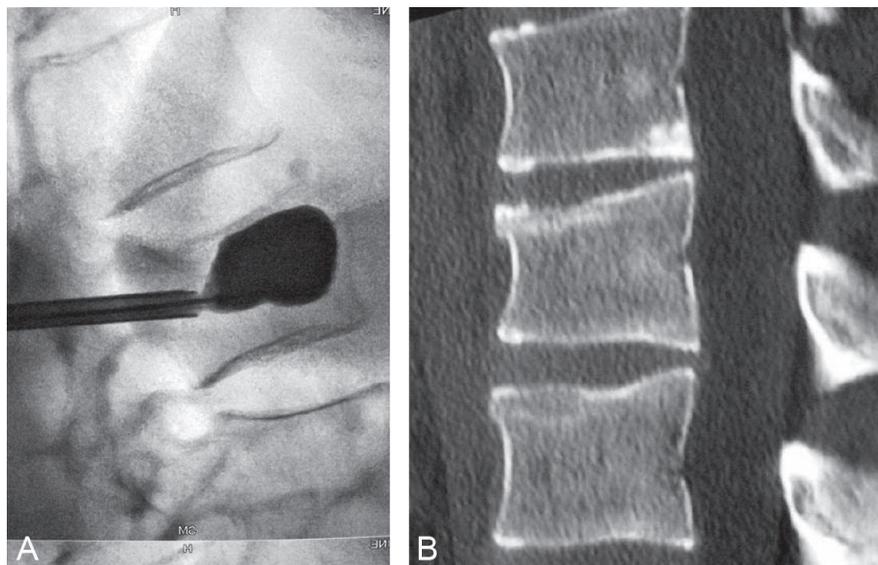


Figure 12 Tassement cunéiforme. A. Fracture cunéiforme dans le plan sagittal. B. Gonflement du ballonnet dans la partie antérieure du corps vertébral

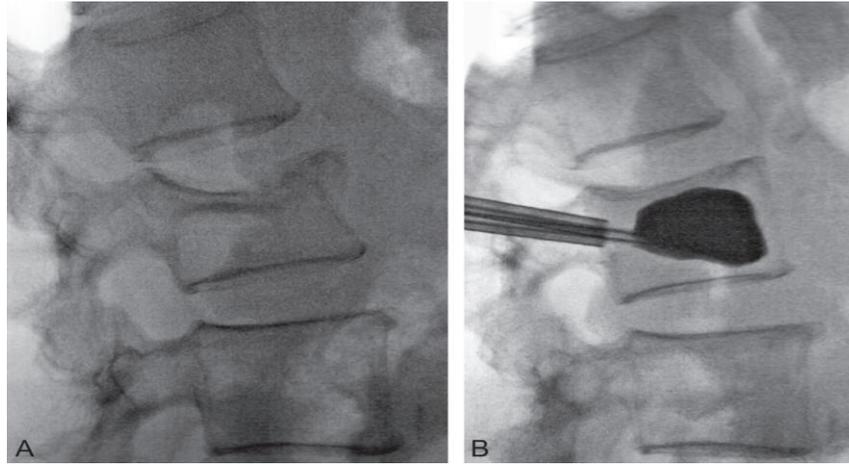


Figure 13 Positionnement du ballonnet. A. Fracture concave dans le plan sagittal. B. Gonflement du ballonnet au centre du corps vertébral

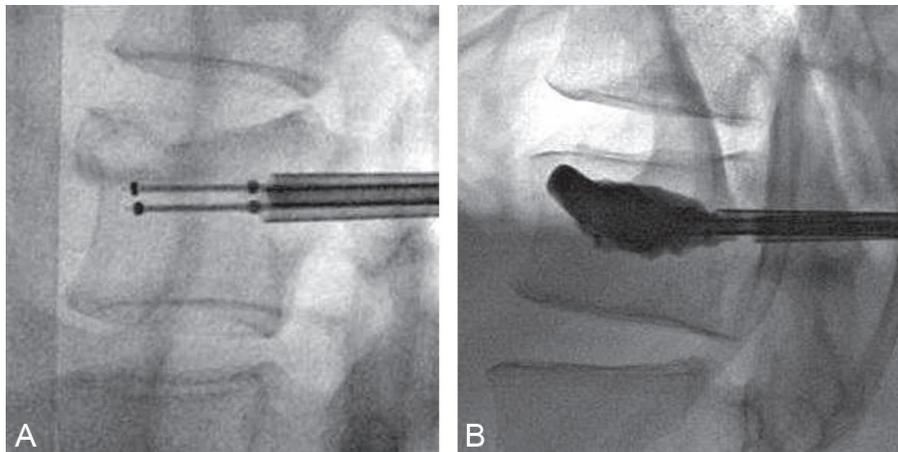


Figure 14 Orientation des canules. A. Os spongieux dense, orientation horizontale des ballonnets. B. Expansion difficile des ballonnets.

Chez un patient ostéoporotique, les ballonnets doivent être plus éloignés du plateau affaissé. L'expansion vertébrale n'est possible que si une quantité suffisante d'os spongieux est tassée. Dans ce cas, nous avons tendance à viser le coin antéro-inférieur de la vertèbre avec une orientation plongeante sur les clichés de profil (figure 15).

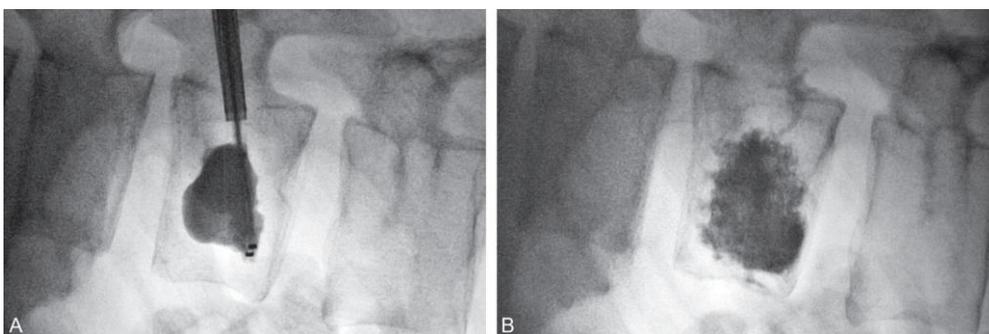


Figure 15 Orientation des ballonnets. A. Orientation plongeante des ballonnets. B. Contrôle scopique final.

Choix du ciment :

Le rôle du ciment est de combler la perte de substance osseuse liée à la fracture et à l'expansion des ballonnets. Ceci permet d'obtenir une correction pérenne de la déformation vertébrale (qu'elle soit traumatique ou autre), ainsi qu'un effet antalgique principalement par la stabilisation des lésions

Deux types de ciment sont actuellement disponibles en France pour la cyphoplastie : le ciment phosphocalcique (TriCa++) et le ciment acrylique (PMMA).

○ Ciments phosphocalciques :

Les ciments phosphocalciques existent depuis environ 20 ans, il est peu radio-opaque et sa cristallisation est très rapide. De plus, leur résorption aléatoire ainsi que leurs faibles propriétés bio-mécaniques sont responsables de pertes de correction secondaires [11–13]. Ces résultats nous amènent donc à déconseiller l'utilisation des ciments phosphocalciques dans les procédures d'expansion vertébrale en « stand-alone ». En revanche, leur association à une ostéosynthèse percutanée [14] permet de prévenir la perte de correction secondaire. Nous ne les utilisons qu'en association avec une ostéosynthèse percutanée postérieure dans les fractures traumatiques du sujet jeune.

○ Ciments acryliques :

les ciments acryliques sont inertes et confèrent à la cimentoplastie une stabilité mécanique immédiate. Leur tolérance à long terme est excellente.

Ils possèdent une excellente résistance mécanique aux contraintes en compression ainsi qu'une grande longévité s'ils sont préparés sous vide [15]. Le ciment acrylique a notre préférence dans les procédures de cimentoplastie ou cyphoplastie en « stand-alone ». Notons enfin que le ciment acrylique est beaucoup moins onéreux que les ciments phosphocalciques.

III. Indications :

• Ostéoporose :

On estime que 85 % des fractures vertébrales sont d'origine ostéoporotique, Elles sont 2 fois plus fréquentes chez la femme après la ménopause. Elles peuvent survenir spontanément ou après un traumatisme minime.

Le traitement conventionnel du tassement vertébral ostéoporotique repose sur des antalgiques associés ou non à un corset. Une période d'alitement à la phase aigüe peut être nécessaire suivie de mobilisation précoce avec kinésithérapie.

Dans la pathologie ostéoporotique, la cimentoplastie n'est jamais pratiquée en urgence mais il n'existe pas actuellement de consensus à ce sujet. Dans notre pratique, nous la proposons en cas d'échec du traitement médical bien conduit pendant au moins 1 mois, avec une corrélation radio-clinique à la scintigraphie ou l'IRM.

Dans une série de 254 patients présentant une fracture vertébrale ostéoporotique traitée par Cyphoplastie, Majd a rapporté une réduction immédiate de la douleur après la procédure dans 89 % des cas [17], avec dans 63 % des cas, une restauration d'au moins 20 % de la hauteur vertébrale

• Fractures du sujet jeune :

La Cyphoplastie « stand alone » nous apparaît être une alternative intéressante aux traitements traditionnels des fractures en compression respectant l'arc vertébral postérieur (type A de Magerl) de la charnière thoracolombaire en l'absence de signes neurologiques.

Contrairement au corset [18], elle permet une réduction significative de la cyphose vertébrale traumatique [4, 19, 20]. Cette restauration durable de l'anatomie du corps vertébral est directement corrélée à un bon résultat fonctionnel, comme l'a montré la table ronde de la Société d'Orthopédie de l'Ouest 2008 [21].

De nombreuses études comparant traitement conservateur et Cyphoplastie ont montré une diminution des durées d'alitement, d'hospitalisation et d'arrêt de travail dans le groupe Cyphoplastie [22]. Cette technique, dont le taux de complications est faible [23, 24], épargne au blessé les nombreux inconvénients liés au port d'un corset contraignant pendant une durée de 3 mois.

Après une information adaptée, nous proposons aux patients jeunes la Cyphoplastie, car celle-ci permet une correction de la déformation vertébrale traumatique tout en préservant des complications du corset et de la chirurgie ouverte.

Dans fractures type A2 (fractures-séparations), la Cyphoplastie semble être une alternative séduisante, à condition que l'écart interfragmentaire soit modéré (< 2 mm). En cas d'échec de la cyphoplastie (pseudarthrose ou injection d'une quantité insuffisante de ciment), une reprise par voie antérieure pour corporectomie avec ablation du ciment et reconstruction est toujours possible.

Dans les fractures type A3 (fractures-éclatement), Dans notre expérience, les fractures type A3-1 sont la meilleure indication à la cyphoplastie, en alternative au corset, mais surtout au traitement chirurgical conventionnel. Le recul du mur postérieur n'est pas une contre-indication formelle, à condition de positionner correctement les ballonnets à distance du plateau vertébral.

Les fractures A3-3 de type « burst » sont également une indication légitime à la cyphoplastie à condition de bien analyser la fracture sur le scanner préopératoire. En revanche, un *load sharing score* ≥ 6 est une contre-indication à la technique. Dans ce cas, le risque de fuites extracorporeales de ciment ainsi que le

probable échec du renforcement mécanique du corps vertébral doivent orienter vers la réalisation d'une corporectomie avec mise en place d'une cage expansible [27, 28] (figure 18.16).

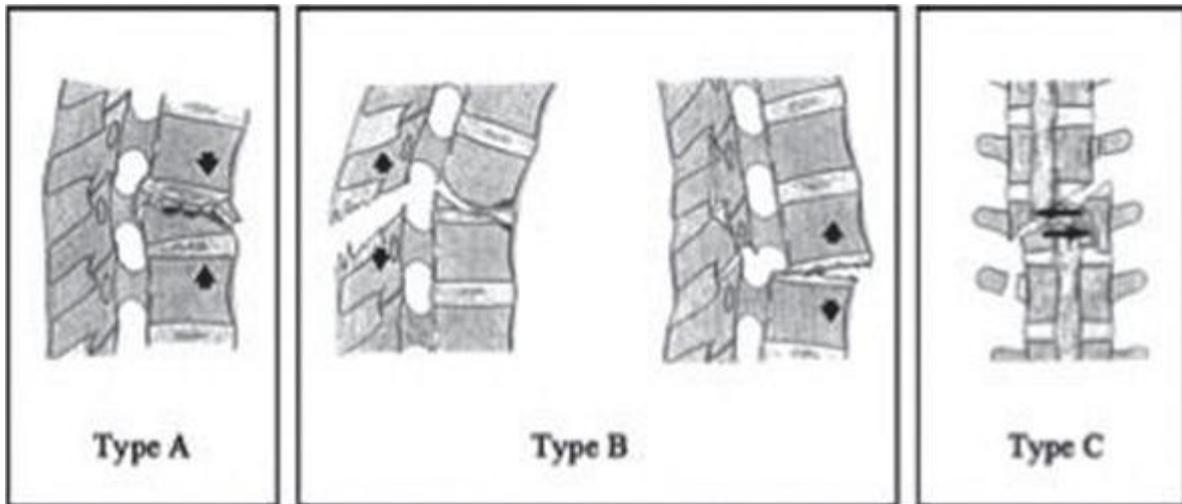


Figure 16classifications de Magerl

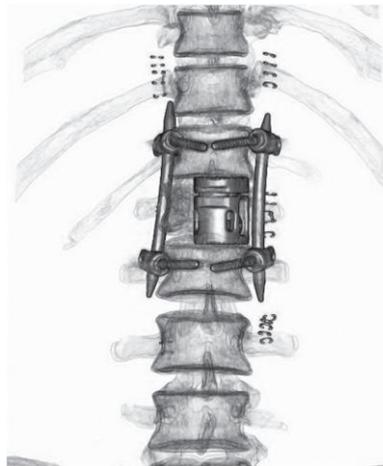


Figure 17: Corpectomie avec reconstruction par cage intersomatique.



Figure 18 : Cyphoplastie associée à une ostéosynthèse mini-invasive

- **Les indications d'une ostéosynthèse complémentaire :**
- en cas d'utilisation de ciment phosphocalcique (figure 18.17) : le but est de prévenir la perte de correction secondaire observée après utilisation de ce type de ciment grâce à une fixation postérieure complémentaire [14] ;
- en cas d'injection d'une quantité insuffisante de ciment acrylique (ex : en cas de fuite imposant l'arrêt de l'injection du ciment). Le principe est le même que pour l'indication précédente ;

- en cas de lésion osseuse postérieure : que celle-ci soit en compression (trait sagittal isolé sur la lame postérieure), ou en distraction (fracture de type Chance), l'ostéosynthèse percutanée permet une stabilisation le temps de la consolidation osseuse.

Contre-indications :

- Contre-indications absolues :
 - anesthésiques ;
 - infectieuses (septicémie) ;
 - un recul > 30 % ou une lésion lytique du mur postérieur de la vertèbre (risque de compression neurologique) ;
 - un collapsus vertébral complet ou une fracture A.33 avec Load Sharing Score ≥ 6 .
- Contre-indications relatives :
 - les patients allergiques à l'iode (en cas de rupture des ballonnets) ; il existe toutefois sur le marché des solutions radio-opaques sans iode ;
 - les troubles de la coagulation ;
 - les tumeurs ostéocondensantes (risque d'échec du déploiement des ballonnets et de l'injection du ciment).
 - une fracture avec déficit neurologique n'est pas une contre-indication à une procédure de cimentoplastie à condition qu'elle soit associée à une décompression et une stabilisation « à ciel ouvert ».

IV. Complications :

L'ensemble des données de la littérature internationale confirme la faiblesse du taux de complications lors des procédures de cimentoplasties vertébrales.

Notons également que de récentes méta-analyses retrouvent moins de complications au cours des cyphoplasties que des vertébroplasties [39–41].

Ceci s'explique par l'injection à basse pression du ciment dans une cavité préformée au cours des cyphoplasties, ce qui limite le risque de fuites. La correction d'une partie de la déformation vertébrale traumatique par les ballonnets permet également de prévenir en partie les complications mécaniques.

- Liées aux fuites de ciment :

Taylor [42] a pu démontrer que, malgré une fréquence élevée des fuites de ciment, l'incidence des complications est faible (2 %).

La plus redoutée est l'embolie pulmonaire au ciment. Cette complication reste exceptionnelle, puisque Krueger et al. [43] ont dénombré 86 cas sur 20 000 procédures, dont la moitié seulement s'avérait être symptomatique.

Les cas de dégénérescence discale liés à une fuite de ciment dans le nucleus pulposus sont exceptionnels [14].

Le risque de compression neurologique par fuite foraminale ou intracanalair est également faible [43, 44]. En cas de constatation d'une fuite importante en peropératoire, nous préconisons la réalisation d'une décompression immédiate. Une fixation sera associée en cas d'instabilité induite par le geste de libération neurologique.

- Autres :

La principale complication mécanique rapportée est l'apparition de fractures adjacentes à l'étage traité. Ce phénomène est décrit chez les patients ostéoporotiques. Il serait lié à la création d'un segment hyper-rigide au sein de la colonne vertébrale [46]. Ce risque serait environ 1,5 fois plus important qu'en cas de traitement médical et prédominerait au niveau de la charnière thoraco-lombaire [47].

L'autre complication mécanique est la perte de correction dans le temps. Cette faillite mécanique est surtout observée en cas d'utilisation de substituts phosphocalciques [49].

Les complications infectieuses (spondylodiscite, abcès sous-cutané) ou cicatricielles (hématome, désunion) restent exceptionnelles [50], ce qui conforte l'intérêt du caractère percutané de ces procédures.

Alternatives et perspectives :

Notre expérience de la cyphoplastie permet d'envisager certaines améliorations ou évolution de la technique.

- Diminution du rayonnement :

L'utilisation de la fluoronavigation, permet de réaliser de manière fiable la cyphoplastie [51], tout en réduisant de manière sensible l'irradiation.

Des mesures simples comme l'utilisation simultanée de deux amplificateurs de brillance, l'utilisation d'un obturateur et l'éloignement du personnel lors de la procédure chirurgicale permettent également de diminuer l'exposition aux rayons.

V. Conclusion :

La Cyphoplastie vertébrale par ballonnets est une technique fiable dont les bénéfices sur le plan clinique sont largement démontrés dans la littérature. Initialement développée pour les lésions tumorales ou tassements ostéoporotiques, elle a également fait la preuve de son efficacité dans le traitement des fractures traumatiques du sujet jeune pour lesquelles elle est une alternative légitime aux traitements conventionnels très contraignants.

La principale interrogation concerne le ciment. Outre le risque théorique de choc lors de l'injection de ciment acrylique, son devenir à long terme dans le corps vertébral reste inconnu. Le développement de nouveaux ciments, plus « physiologiques », qui conservent néanmoins les caractéristiques biomécaniques du ciment acrylique est une voie d'avenir.

L'irradiation du patient et du personnel soignant lié à l'utilisation indispensable de la scopie peropératoire est un inconvénient. L'expérience et par conséquent une formation rigoureuse de l'équipe chirurgicale permet de réduire significativement cette exposition.

Ces techniques doivent donc être idéalement réalisées dans des centres spécialisés dans la chirurgie du rachis.

Enfin, le coût reste élevé (autour de 4 000 euros), alors que le remboursement par l'assurance maladie est toujours en cours de négociation.

References :

- [1]. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 1987 ; 33-2 : 166-8.
- [2]. Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC, Scribner RM, Reiley ME, Talmadge K. An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine* 2001 ; 26-2 : 151-6.
- [3]. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, Bell G. Initial outcome and efficacy of "kyphoplasty" in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2001 ; 26 : 1631-8.
- [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* Blondel B, Fuentes S, Metellus P, Adetchessi T, Pech-Gourg G, Dufour H.
- [5]. Severe thoracolumbar osteoporotic burst fractures : Treatment combining open kyphoplasty and short-segment fixation. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009 ; 95 : 359-64.
- [6]. Marco RA, Kushwaha VP. Thoracolumbar burst fractures treated with posterior decompression and pedicle screw instrumentation supplemented with balloon-assisted vertebroplasty and calcium phosphate reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 2009 ; 91 : 20-8.
- [7]. Blondel B, Adetchessi T, Demakakos J, Pech-Gourg G, Dufour H, Fuentes S. Anterolateral kyphoplasty in the management of cervical spinal metastasis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012 ; 88 : 341-5.
- [8]. Fuentes S, Métellus P, Pech-Gourg G, Dufour H, Grisoli F. Traitement par cyphoplastie ouverte d'une métastase de C2 : cas clinique et note technique. *Neurochirurgie* 2008 ; 55 : 323-7.
- [9]. Grafe IA, Baier M, Nöldge G, et al. Calcium-phosphate and polymethylmethacrylate cement in long-term outcome after kyphoplasty of painful osteoporotic vertebral fractures. *Spine* 2008 ; 33 : 1284-90.
- [10]. Lim TH, Brebach GT, Renner SM, et al. Biomechanical evaluation of an injectable calcium phosphate cement for vertebroplasty. *Spine* 2002 ; 27 : 1297-302.
- [11]. Blattner TR, Jestaedt L, Weckbach A. Suitability of a calcium phosphate cement in osteoporotic vertebral body fracture augmentation : a controlled, randomized, clinical trial of balloon kyphoplasty comparing calcium phosphate versus polymethylmethacrylate. *Spine* 2009 ; 34 : 108-14.
- [12]. Heo DH, Chin DK, Yoon YS, Kuh SU. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty. *Osteoporos Int* 2009 ; 20 : 473-80.
- [13]. Ryu KS, Shim JH, Heo HY, Park CK. Therapeutic efficacy of injectable calcium phosphate cement in osteoporotic vertebral compression fractures : prospective nonrandomized controlled study at 6-month follow-up. *World Neurosurg* 2010 ; 73 : 408-11.
- [14]. Teyssédou S, Saget M, Prébet R, Leclercq N, Vendevre T, Pries P. Evaluation of percutaneous surgery in the treatment of thoracolumbar fractures. Preliminary results of a prospective study on 65 patients. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012 ; 98 : 39-47.
- [15]. Jaeblo T. Polymethylmethacrylate : properties and contemporary uses in orthopaedics. *J Am Acad Orthop Surg* 2010 ; 18 : 297-305.
- [16]. Berenson J, Pflugmacher R, Jarzem P, et al. Balloon kyphoplasty versus non-surgical fracture management for treatment of painful vertebral body compression fractures in patients with cancer : a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet Oncol* 2011 ; 12 : 225-35.
- [17]. Majid 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.
- [18]. Moller A, Hasserius R, Redlund-Johnell I, Ohlin A, Karlsson MK. Nonoperatively treated burst fractures of the thoracic and lumbar spine in adults : a 23- to 41-year follow-up. *Spine J* 2007 ; 7 : 701-7.
- [19]. Van Der Roer N, De Lange ES, Bakker FC, De Vet HC, Van Tulder MW. Management of traumatic thoracolumbar fractures : a systematic review of the literature. *Eur Spine J* 2005 ; 14 : 527-34.
- [20]. Verlaan JJ, Oner FC, Dhert WJ. Anterior spinal column augmentation with injectable bone cements. *Biomaterials* 2006 ; 27 : 290-301.
- [21]. Freslon M, Bouaka D, Coipeau P, et al. Thoracolumbar fractures. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2008 ; 94(4 Suppl) : S22-35.
- [22]. Schmelzer-Schmied N, Cartens C, Meeder PJ, Dafonseca K. Comparison of kyphoplasty with use of a calcium phosphate cement and non-operative therapy in patients with traumatic non-osteoporotic vertebral fractures. *Eur Spine J* 2009 ; 18 : 624-9.
- [23]. Van Meirhaeghe J, Bastian L, Boonen S, Ranstam J, Tillman JB, Wardlaw D. A Randomized Trial of Balloon Kyphoplasty and Non-Surgical Management for Treating Acute Vertebral Compression Fractures : Vertebral Body Kyphosis Correction and Surgical Parameters. *Spine* 2013 [Epub ahead of print].
- [24]. De Falco R, Scarano E, Di Celmo D, Grasso U, Guarnieri L. Balloon kyphoplasty in traumatic fractures of the thoracolumbar junction. Preliminary experience in 12 cases. *J Neurosurg Sci* 2005 ; 49 : 147-53.

- [25]. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *EurSpine J* 1994 ; 3 : 184–201.
- [26]. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994 ; 19 : 1741–4.
- [27]. Salas N, Prébet R, Guenoun B, Gayet LE, Pries P. Vertebral body cage use in thoracolumbar fractures : outcomes in a prospective series of 23 cases at 2 years' follow-up. *OrthopTraumatolSurgRes* 2011 ; 97 : 602–7.
- [28]. Madi K, Dehoux E, Aunoble S, Le Huec JC. Traitement des fractures de la charnière thoraco-lombaire par thoracotomie mini-invasive vidéo assistée : à propos de 20 cas. *RevChirOrthopReparatriceAppar Mot* 2005 ; 91 : 702–8.
- [29]. Assaker R. Minimal access spinal technologies : state-of-the-art, indications, and techniques. *Joint BoneSpine* 2004 ; 71 : 459–69.
- [30]. Pelegri C, Benchikh El Fegoun A, et al. Percutaneousosteosynthesis of lumbar and thoracolumbarspine fractures withoutneurologicaldeficit : Surgical technique and preliminaryresults. *RevChirOrthopReparatriceAppar Mot* 2008 ; 94 : 456–63.
- [31]. Rampersaud YR, Annand N, Dekutoski MB. Use of minimally invasive surgical techniques in the management of thoracolumbar trauma : current concepts. *Spine* 2006 ; 31 : S96–102 : discussion S104.
- [32]. Renner SM, Tsitsopoulos PP, Dimitriadis AT, et al. Restoration of spinal alignment and diskmechanicsfollowingpolyethere-therketone wafer kyphoplastywithStaXx FX. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011 ; 32 : 1295–300.
- [33]. Adams MA, Dolan P. Biomechanics of vertebral compression fractures and clinical application. *ArchOrthop Trauma Surg* 2011 ; 131 : 1703–10.
- [34]. Vaccaro AR, Lee JY, Schweitzer Jr KM, et al. Assessment of injury to the posteriorligamentouscomplex in thoracolumbarspine trauma. *Spine J* 2006 ; 6 : 524–8.
- [35]. Lee JY, Vaccaro AR, Schweitzer Jr KM, et al. Assessment of injury to the thoracolumbarposteriorligamentouscomplex in the setting of normal-appearing plain radiography. *Spine J* 2007 ; 7 : 422–7.
- [36]. Rihn JA, Anderson DT, Harris E, et al. A review of the TLICS system : a novel, user-friendlythoracolumbar trauma classification system. *Acta Orthop* 2008 ; 79 : 461–6.
- [37]. Bronsard N, Georgiou C, Roux A, De Domsure R, Balestro JC, De Peretti F. Ablation percutanée du matériel d'ostéosynthèse pour les fractures thoracolombaires. Techniques et résultats. 85e réunion annuelle de la SOFCOT. *RevChirOrthopReparatriceAppar Mot* 2010 ; 96 : S141.
- [38]. Blondel B, Fuentes S, Pech-Gourg G, Adetchessi T, Tropiano P, Dufour H. Percutaneous management of thoracolumbarburst fractures : Evolution of techniques and strategy. *OrthopTraumatolSurgRes* 2011 ; 97 : 527–32.
- [39]. Lee MJ, Dumonski M, Cahill P, Stanley T, Park D, Singh K. Percutaneoustreatment of vertebral compression fractures : a meta-analysis of complications. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009 ; 34 : 1228–32.
- [40]. Zhang JD, Poffyn B, Sys G, Uyttendaele D. Comparison of vertebroplasty and kyphoplasty for complications. *OrthopSurg* 2011 ; 3 : 158–60.
- [41]. Garnier L, Tonetti J, Bodin A, et al., the French Society for SpineSurgery. Kyphoplasty versus vertebroplasty in osteoporoticthoracolumbarspine fractures. Short-termretrospective review of a multicentrecohort of 127 consecutive patients. *OrthopTraumatolSurgRes* 2012 ; 98(6 Suppl) : S112–9.
- [42]. Taylor RS, Fritzell P, Taylor RJ. Balloonkyphoplasty in the management of vertebral compression fractures : an updatedsystematicreview and meta-analysis. *EurSpine J* 2007 ; 16 : 1085–100.
- [43]. Krueger A, Bliemel C, Zettl R, Ruchholtz S. Management of pulmonarycementembolismafterpercutaneousvertebroplasty and kyphoplasty : asystematicreview of the littérature. *EurSpine J* 2009 ; 18 : 1257–65.
- [44]. Saget M, Teyssédou S, Prébet R, Vendevre T, Gayet LE, Pries P. AcrylicKyphoplasty in RecentNonosteoporotic Fractures of the Thoracolumbar Junction. A Prospective Clinical and 3D radiologicStudy of 54 Patients. *J Spinal Disord Tech* 2013 [Epubahead of print].
- [45]. Greene DL, Isaac R, Neuwirth M, Bitan FD. The eggshell technique for prevention of cementleakageduringkyphoplasty. *J Spinal Disord Tech* 2007 ; 20 : 229–32.
- [46]. Rho YJ, Choe WJ, Chun YI. Riskfactorspredicting the new symptomaticvertebral compression fractures afterpercutaneousvertebroplasty or kyphoplasty. *EurSpine J* 2012 ; 21 : 905–11.
- [47]. Rho YJ, Choe WJ, Chun YI. Riskfactorspredicting the new symptomaticvertebral compression fractures afterpercutaneousvertebroplasty or kyphoplasty. *EurSpine J* 2012 ; 21 : 905–11.
- [48]. Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, et al. Efficacy and safety of balloonkyphoplastycomparedwith non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE) : arandomisedcontrolled trial. *Lancet* 2009 ; 373 : 1016–24.
- [49]. Piazzolla A, De Giorgi G, Solarino G. Vertebral body recollapsewithout trauma afterkyphoplastywith calcium phosphate cement. *MusculosketSurg* 2011 ; 95 : 141–5.
- [50]. Schofer MD, Lakemeier S, Peterlein CD, Heyse TJ, Quante M. Primarypyogenicispyelitisfollowingkyphoplasty : a case report. *J Med Case Rep* 2011 ; 5 : 101.
- [51]. Izadpanah K, Konrad G, Südkamp NP, Oberst M. Computer navigation in balloonkyphoplastyreduces the intraoperative radiation exposure. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009 ; 34 : 1325–9.
- [52]. Foley KT, Simon DA, Rampersaud YR. Virtual fluoroscopy : computer-assistedfluoroscopic navigation. *Spine* 2001 ; 26 : 347–51.

A.Krite, et.al. " Cyphoplastie dans le traitement de la fracture vertébrale:Spine Jack™ (Vexim) Expérience du service d'orthopédie du CHU Beaujon-Bichat Claude Bernard Assistance hôpitaux public de Paris (APHP)". *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*, 19(1), 2020, pp. 53-66.