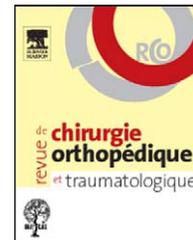




Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
  
www.em-consulte.com



TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ D'ORTHOPÉDIE ET DE TRAUMATOLOGIE DE L'OUEST. RÉUNION DE LA ROCHELLE, JUIN 2010. COMMUNICATIONS

# Résultats préliminaires de l'ostéosynthèse verrouillée par voie mini-invasive dans les fractures péri-prothétiques

*Preliminary results of locked synthesis by mini-invasive approach in periprosthetic fractures*

F. Ducellier\*, V. Steiger, C. Casin, T. Apard, L. Besnier, P. Cronier, P. Bizot

Département de chirurgie osseuse, CHU d'Angers, 4, rue Larrey, 49933 Angers cedex 9, France

## MOTS CLÉS

Fracture  
péri-prothétique ;  
Plaque verrouillée ;  
Less Invasive  
Stabilisation System

**Résumé** La prévalence des fractures péri-prothétiques est en augmentation et leur traitement reste émaillé d'un fort taux de complications. Le but de cette étude était d'évaluer les résultats de l'ostéosynthèse verrouillée par abord mini-invasif pour les fractures péri-prothétiques de fémur. Trente-sept fractures péri-prothétiques (hanche et genou) consécutives chez 36 patients (26 femmes, dix hommes) ont été étudiées rétrospectivement. L'âge moyen était de  $79 \pm 14$  ans (42–98). Nous avons utilisé la classification de Vancouver pour les fractures sur prothèse totale de hanche (PTH) et une description simple de la fracture pour les prothèses totales de genou (PTG) en tenant compte du descellement des implants. Tous les patients ont été opérés par une technique « mini-invasive » comprenant une réduction à foyer fermé et une synthèse par plaque verrouillée du système LISS® (Synthés™) glissée à la face latérale du fémur par une courte incision. Quatre patients sont décédés. Le recul moyen était de  $19 \pm 12$  mois (4–37). Il n'y a eu aucune infection. On notait trois reprises chirurgicales pour fracture au-dessus de la plaque à cinq semaines (reprise par tige longue), rupture de plaque sur PTG à cinq mois reprise par la même technique, et démontage par défaut de verrouillage (reprise par prothèse à charnière à six mois). Un patient a présenté un déplacement secondaire sans conséquence. Le taux de consolidation était de 91 % à un délai moyen de  $10 \pm 3$  semaines. Tous les patients de moins de 80 ans avaient repris la marche au dernier recul. L'ostéosynthèse verrouillée par voie mini-invasive pour le traitement des fractures péri-prothétiques du fémur a permis d'obtenir 91 % de consolidation avec

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [florian.ducellier@yahoo.fr](mailto:florian.ducellier@yahoo.fr) (F. Ducellier).

une morbidité faible. Toutefois, les résultats fonctionnels au dernier recul sont décevants chez les patients de plus de 80 ans.

Niveau de preuve : niveau IV.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## Introduction

Parmi les complications tardives des arthroplasties du membre inférieur figurent les fractures péri-prothétiques. La prévalence de ces fractures est estimée entre 0,1 et 2,5% [1]. Elles sont le plus souvent complexes car elles surviennent chez des sujets âgés aux lourdes co-morbidités et ayant une mauvaise qualité osseuse. Le traitement de ces fractures est, dans la grande majorité des cas, chirurgical. La révision de l'arthroplastie est généralement indiquée quand la stabilité de l'implant est compromise et l'ostéosynthèse quand les implants sont stables. Il existe différentes techniques d'ostéosynthèse des fractures péri-prothétiques : ostéosynthèse par plaque et/ou par cerclage, stabilisation par des baguettes d'allogreffes et cerclages [2,3]. Les taux de complication de ces différentes techniques sont élevés, entre 25 et 75% selon les séries [3–5]. Récemment, un système d'ostéosynthèse par plaque verrouillée et par abord mini-invasif a été développé pour diminuer la morbidité du traitement de ces fractures [6]. Le but de cette étude était d'évaluer les résultats cliniques et radiographiques d'une série rétrospective correspondant au début de notre expérience.

## Patients et méthode

### Population

Entre janvier 2007 et janvier 2010, 37 fractures péri-prothétiques consécutives chez 36 patients ont été opérées dans le service de chirurgie osseuse du CHU d'Angers. Toutes les fractures, sauf une fracture sur prothèse totale de genou (PTG), sont survenues au moins six mois après la pose de la prothèse. Le mécanisme de la fracture était toujours un traumatisme à basse énergie. L'âge moyen des patients était de  $79 \pm 14$  ans (de 42 à 98 ans). Il y avait 26 femmes et dix hommes. Soixante-quatre pour cent des patients avaient plus de 80 ans au moment de la fracture (Fig. 1).

La série était composée de 28 fractures sur prothèse de hanche chez 27 patients : une fracture bilatérale sur prothèse

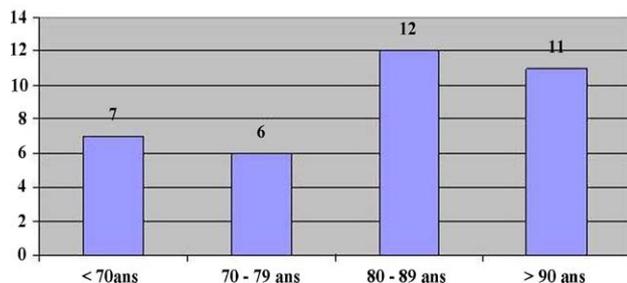


Figure 1 Réparation des âgées.

totale de hanche bilatérale, quatre fractures sur prothèse intermédiaire, neuf fractures sur PTG.

L'âge moyen des patients ayant une fracture sur prothèse de hanche était de  $82 \pm 15$  ans (42–88 ans). Les fractures sur prothèse de hanche ont été classées selon la classification de Vancouver, basée sur la localisation du trait de fracture et la stabilité de l'implant [7,8]. Dans la série, il y avait 18 fractures Vancouver B (dix B1 et huit B2) et dix fractures Vancouver C (quatre C1 et six C2) (Fig. 2).

Toutes les fractures sur PTG étaient supra-condyliennes et aucune ne présentait de descellement. L'âge moyen des patients présentant une fracture sur PTG était de  $78 \pm 8$  ans (65–94 ans).

### Technique chirurgicale

Le matériel utilisé était la plaque verrouillée pour fémur distal du système Less Invasive Stabilisation System (LISS®, Synthés™), plaque anatomique en titane ayant des trous couplés pour vis verrouillées et vis ordinaires (Fig. 3). Cette plaque peut être utilisée soit « à l'endroit » pour un fémur distal, soit « retournée » pour un fémur proximal controlaté-

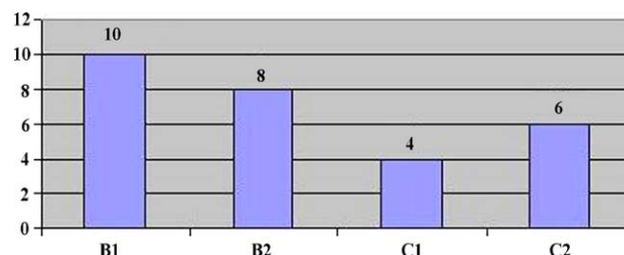


Figure 2 Réparation des fractures sur prothèse de hanche selon la classification de Vancouver [7,8].



Figure 3 Plaque Less Invasive Stabilisation System 13 trous montés sur la poignée en carbone.

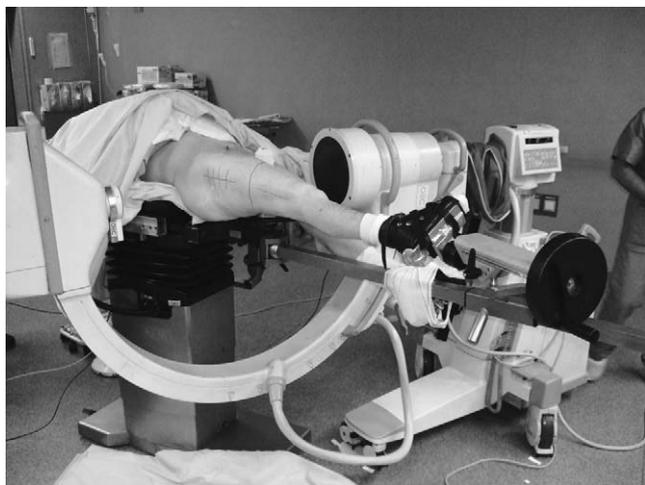


Figure 4 Installation sur table orthopédique.

ral. L'installation se fait soit sur table orthopédique, soit sur un appui triangulaire radio-transparent (uniquement pour les fractures sur PTG) afin d'obtenir une réduction préopératoire à foyer fermé de la fracture (Fig. 4). L'incision, qu'elle soit proximale ou distale, était toujours latérale et minimale, permettant de glisser la plaque sous le muscle vaste latéral à l'aide d'une poignée radio-transparente (Fig. 5). Cette poignée permettait de réaliser les visées percutanées des trous de vis verrouillées.

Dans les fractures sur PTH, la fixation distale se faisait par trois vis verrouillées diaphysaires bi-corticales et la fixation proximale se faisait par des vis verrouillées diaphysaires mono-corticales en regard de la tige, des vis verrouillées dans le grand trochanter et éventuellement par des cerclages complémentaires.

Dans les fractures sur PTG, la fixation proximale était réalisée par trois vis verrouillées diaphysaires bi-corticales et la fixation distale par trois à cinq vis verrouillées épiphysaires. Pour ne pas obtenir un montage trop rigide, les vis diaphysaires étaient toujours espacées d'un trou de visée, rendant nécessaire l'utilisation d'une plaque longue (11 ou 13 trous).



Figure 5 Plaque insérée de proximal en distal.

Une rééducation active et passive était entreprise immédiatement après l'intervention. L'appui sur le membre opéré était interdit pour une période minimale de six semaines. La reprise de l'appui était autorisée lorsque le patient était indolore et que les radiographies montraient un cal osseux.

## Méthode

Les patients ont été tous revus à six semaines, à trois mois et au dernier recul. Un observateur indépendant a revu les patients chaque fois que cela a été possible pour un examen clinique et radiographique (radiographies de face et de profil). L'examen clinique reposait sur une évaluation de la fonction (reprise de la marche), du niveau d'autonomie du patient et sur le score d'Oxford [9]. Si la consultation n'était pas possible, un questionnaire téléphonique a été soumis soit au patient, soit au médecin traitant quand les patients ne pouvaient pas répondre.

## Résultats

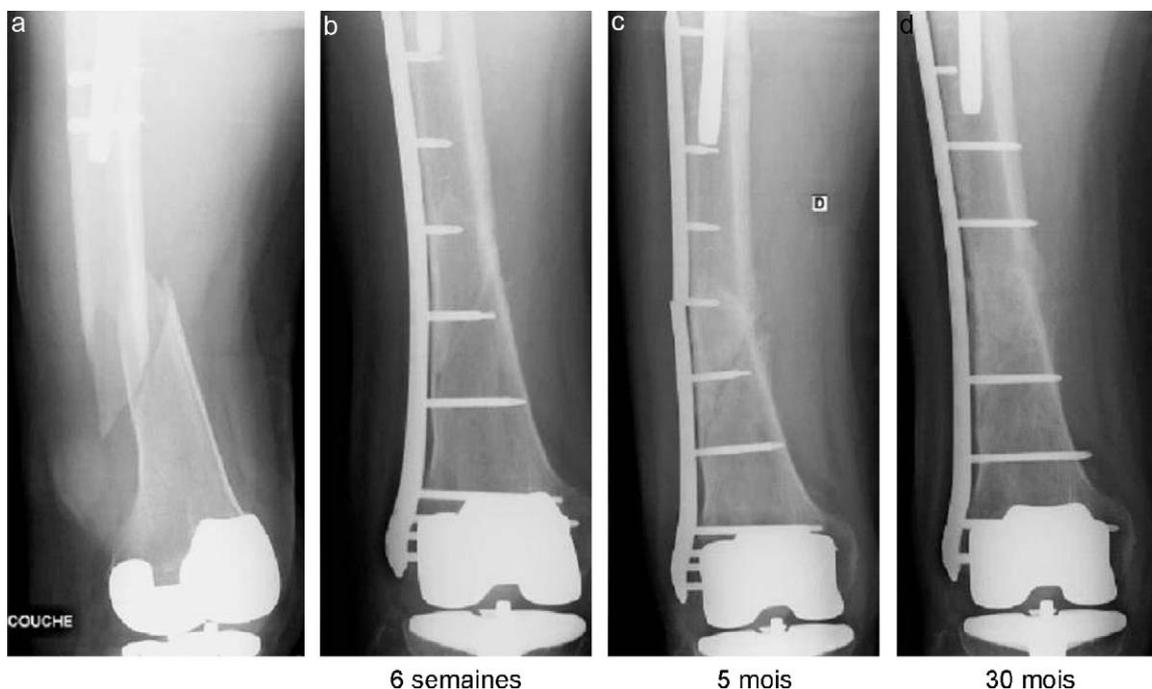
Le délai opératoire moyen était de  $2,8 \pm 2,7$  jours (de 0 à 13 jours). Aucun patient n'a été perdu de vue.

Quatre patients sont décédés dans les trois premiers mois (11%), dont un décès au cinquième jour postopératoire. Deux patients sont décédés entre les troisième et sixième mois postopératoires. Au total, il y a eu six décès dans les six premiers mois (17%), tous indépendants de l'intervention (cinq décompensations de pathologies chroniques sévères préexistantes et une endocardite infectieuse sans signe d'infection du site opératoire). Le taux de mortalité n'était pas corrélé à l'âge des patients.

Il n'y a eu ni infection du site opératoire, ni complication thromboembolique ou hémorragique. Aucun patient n'a été repris ultérieurement à l'ostéosynthèse pour des complications prothétiques, et en particulier pour luxation de prothèse de hanche. Quarante-cinq pour cent des patients de la série ont été transfusés au cours de leur hospitalisation.

Trois patients ont nécessité une ré-intervention :

- premier cas, une femme de 80ans, atteinte d'une démence Alzheimer au niveau d'autonomie faible. Elle présentait une fracture sur PTH Vancouver C2, ostéosynthèse par une plaque distale. Cinq semaines après la chirurgie, la patiente a chuté et présenté une fracture Vancouver B1 au-dessus de la plaque. La chirurgie a consisté en une reprise de son arthroplastie par tige longue associée à des cerclages. Au dernier recul (36 mois), la radiographie ne montrait pas d'anomalie. La patiente était totalement dépendante et ne marchait plus ;
- deuxième cas, un homme de 70 ans présentant une fracture diaphysaire entre un clou Gamma® et une PTG. La reprise de l'appui a été différée à six semaines (absence de cal osseux visible) et autorisée seulement à trois mois postopératoire. À cinq mois, la radiographie montrait une absence de consolidation avec rupture de la plaque. Le patient a été réopéré par décortication et autogreffe iliaque du foyer de pseudarthrose et ostéosynthèse par un matériel identique. Au dernier recul (30 mois), la frac-



**Figure 6** a : fracture entre PTG et clou Gamma® ; b : résultat radiographique à six semaines ; c : retard de consolidation à cinq mois avec rupture de la plaque ; d : résultat radiographique à 30 mois de la ré-intervention.

ture était consolidée et le patient avait un périmètre de marche d'une heure, sans canne (Fig. 6) ;

- le troisième cas est survenu au cinquième jour d'une PTG chez une femme de 80 ans ayant une qualité osseuse médiocre sur une polyarthrite rhumatoïde sévère traitée depuis de nombreuses années par de fortes doses de corticoïdes. L'évolution s'est faite vers un démontage de l'ostéosynthèse verrouillée par faillite du système de verrouillage distal. Une ré-intervention a été nécessaire six mois plus tard pour la mise en place d'une prothèse de genou à charnière rotatoire avec allogreffe osseuse. À 12 mois de la reprise, le contrôle radiographique ne montrait pas d'anomalie et la patiente marchait 30 minutes sans douleur avec une canne.

L'analyse des résultats portait sur 33 fractures chez 32 patients survivant au troisième mois. Le recul moyen était de  $19 \pm 12$  mois (de quatre à 37 mois). Sur ces 33 fractures, 30 étaient consolidées trois mois après l'ostéosynthèse (91%) (Fig. 7). Le délai de consolidation moyen était de  $10 \pm 3$  semaines (six à 12 semaines). Chez un patient de 42 ans ayant une fracture Vancouver B1, un déplacement secondaire de l'ostéosynthèse a été constaté au troisième mois, sans conséquence sur la consolidation. Au dernier recul (36 mois), le patient avait un périmètre de marche indolore d'une heure sans aide et était autonome pour les activités quotidiennes.

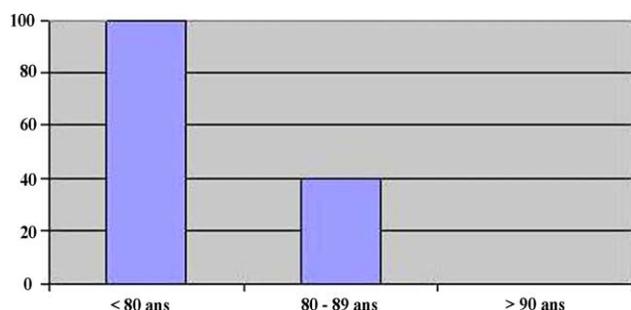
Il n'y avait pas de différence significative sur la consolidation en fonction de l'âge. Tous les patients âgés de plus de 90 ans avaient consolidé de première intention, quel que soit le degré d'ostéoporose ou d'ostéolyse péri-prothétique. En revanche, il existait une corrélation entre le résultat fonctionnel et l'âge des patients (Fig. 8). Aucun patient de plus de 90 ans n'avait pu reprendre la marche au dernier recul.



**Figure 7** a : fracture Vancouver B1 chez une femme de 91 ans ; b : radiographie à cinq mois de recul.

## Discussion

Les avantages théoriques du système LISS® (Synthés™) sont multiples [6]. Le respect des parties molles, la préservation de l'hématome fracturaire et de la vascularisation osseuse permettent de répondre au concept « d'ostéosynthèse biologique » [10–14]. L'abord minimal limite les saignements



**Figure 8** Pourcentage de patients ayant repris la marche au dernier recul en fonction de l'âge.

peropératoires [14]. De plus, la stabilité angulaire des vis verrouillées confère à ce matériel une grande résistance biomécanique, y compris dans les os porotiques [15]. Il est donc légitime de penser que ce matériel devrait permettre de diminuer les taux de mortalité et de morbidité et d'augmenter le taux de consolidation des fractures survenant sur des os porotiques. Notre hypothèse était donc que ce matériel serait particulièrement adapté à la prise en charge des fractures péri-prothétiques, survenant le plus souvent chez des sujets âgés aux lourdes co-morbidités.

Le taux de mortalité des patients ayant une fracture péri-prothétique varie en fonction des séries de 10 à 17% [16–18]. Bhattacharyya et al. [19] ont montré que le taux de mortalité à un an des patients ayant une fracture péri-prothétique de fémur était de 11% et comparable à celui des patients ayant une fracture du col du fémur, soulignant ainsi les lourdes co-morbidités de ces populations. Le symposium de la Sofcot 2005 [17] rapportait un taux de mortalité de 9% pour le groupe «ostéosynthèse conventionnelle» et de 10% pour le groupe «reprise de l'arthroplastie». Le taux de mortalité dans les séries utilisant une plaque verrouillée pour traiter les fractures péri-prothétiques de fémur n'est pas inférieur à ceux retrouvés dans ce symposium [17,20]. Dans notre série, le taux de mortalité était élevé (17%). Cela peut refléter l'absence de biais de sélection, tous les patients ayant été opérés quel que soit leur état général.

Le taux de ré-intervention après traitement d'une fracture péri-prothétique est variable selon les séries. Le symposium de la Sofcot 2005 [17] rapportait un taux de reprise de 12,6% à deux ans pour le groupe «ostéosynthèse conventionnelle» et de 16,8% pour le groupe «révision de l'arthroplastie». Zuurmond et al. [18], dans leur série portant sur 71 cas de fractures sur PTH (36 ostéosyntheses conventionnelles à foyer ouvert, 28 révisions de la prothèse, deux enclouages et cinq traitements orthopédiques) retrouvaient un taux de ré-intervention de 32%. Il semble que le taux d'échec des ostéosyntheses par plaques verrouillées soit moins important que le taux d'échec des autres techniques. Le taux de ré-intervention des séries utilisant une plaque verrouillée avec réduction à foyer ouvert de la fracture varie de 0 à 10% cent [21–25]. Dans une série utilisant la plaque LISS par abord mini-invasif chez des patients sélectionnés, Anakwe et al. [26] ne rapportaient aucun échec chez 28 patients. Avec la même technique, O'Toole et al. [20] rapportaient un taux de reprise pour échec de l'ostéosynthèse de 8% chez 24 patients. Dans toutes ces

séries, les ostéosyntheses avaient été réalisées sur des prothèses stables (Vancouver B1 ou C). Dans notre série, trois patients (9%) ont été réopérés :

- dans le premier cas, la nouvelle fracture a été provoquée par une chute avant la reprise de l'appui, sans démontage du matériel au niveau de la fracture. Une plaque plus longue aurait pu prévenir la nouvelle fracture ;
- dans le second cas, le retard de consolidation de la fracture a été attribué à un montage trop rigide, dû à la présence de vis au niveau de foyer de fracture, peu favorable à la consolidation. L'ostéosynthèse, après décortication-greffe, a utilisé un matériel identique, sans vis au niveau du foyer de fracture et la consolidation a été acquise en trois mois ;
- le troisième échec est probablement lié à un défaut de verrouillage des vis épiphysaires dans un contexte de dévascularisation des condyles fémoraux (j5 de la PTG et abord latéral pour l'ostéosynthèse).

Ces trois échecs sont survenus dans la première année d'utilisation de cette technique, illustrant la courbe d'apprentissage. Aucun échec n'a été à déplorer depuis janvier 2008, tout opérateur confondu.

Au-delà d'une erreur technique ou d'une nouvelle fracture, les principales causes de ré-intervention sont l'infection du site opératoire, la faillite de la prothèse (notamment luxation de prothèse totale de hanche) ou la pseudarthrose.

Les séries incluant ostéosyntheses conventionnelles et révisions de l'arthroplastie rapportent un taux d'infection allant jusqu'à 7% [27]. Pour les séries utilisant une plaque verrouillée avec abord mini-invasif, ce taux semble inférieur et varie entre 3 et 4% [20,26]. L'absence d'infection dans notre série corrobore ces résultats et peut refléter le caractère mini-invasif de la technique.

Le traitement d'une fracture péri-prothétique par révision de l'arthroplastie expose à un risque élevé de luxation. En revanche, dans les séries utilisant l'ostéosynthèse, conventionnelle ou verrouillée, il n'y a pas de luxation rapportée dans la littérature [17,20,26]. Cet avantage de l'ostéosynthèse est retrouvé dans notre série puisqu'il n'y a pas eu de luxation.

Le taux de pseudarthrose est très variable selon les séries. Zuurmond et al. [18] rapportaient 35% de retard de consolidation chez les patients survivant à six mois. On retrouve des taux de pseudarthrose entre 4, 5 et 6,3% dans les révisions d'arthroplasties et entre 7 et 8,9% pour les ostéosyntheses conventionnelles [17,27]. Plusieurs séries utilisant des plaques verrouillées avec réduction de la fracture à foyer ouvert retrouvent un taux de pseudarthrose entre 0 et 8% [21–25]. O'Toole et al. et Anakwe et al. [20,26] ne rapportaient aucune pseudarthrose dans leurs séries portant sur des ostéosyntheses verrouillées par voie mini-invasive. Il semble donc que l'ostéosynthèse verrouillée apporte un avantage sur la réduction du taux de pseudarthrose des fractures péri-prothétiques, avec un bénéfice supplémentaire dans les séries respectant les principes de l'ostéosynthèse biologique. Le taux de pseudarthrose de notre série est comparable à ceux de la littérature (6%). Il est lié à deux erreurs techniques survenues au début de

notre expérience, depuis aucun autre échec de consolidation n'est à déplorer.

Ninan et al. ont décrit la classification de Coventry pour aider à la décision thérapeutique des fractures péri-prothétiques de hanche [28]. La classification se fait en «*happy hip*» (pas d'argument pour un descellement ou une instabilité de la tige) et «*unhappy hip*» (en cas de descellement). Ils conseillent d'opter pour un traitement de la fracture par révision de la prothèse en cas de tige descellée (Vancouver B2). Le taux de complication d'une telle intervention peut atteindre 30% [17,29]. Dans notre série, nous avons réalisé une ostéosynthèse chez huit patients ayant une fracture Vancouver B2 devant un état général altéré, dans le but de pratiquer une révision ultérieure si l'état général du patient s'améliorait. Il n'y a eu aucun retard de consolidation chez ces patients et dans chaque cas l'état général et fonctionnel se sont dégradés dans les mois ayant suivi la fracture. Aucun des patients n'a été candidat à une chirurgie de révision prothétique ultérieure.

La récupération fonctionnelle reste un problème majeur chez les patients ayant eu une fracture péri-prothétique. Kobbe et al. [16], dans leur série de 21 fractures sur PTH, retrouvent un bon ou excellent résultat du score de Harris dans 50% des cas et plus de 80% des patients capables de prendre en charge leurs activités quotidiennes. Toutefois, si ces résultats semblent très satisfaisants, nous n'avons pas trouvé d'information sur les critères d'inclusion des patients dans cette série. Pour O'Toole et al. [20], la fonction des patients au dernier recul était moins bonne dans 70% des cas par rapport à la période pré-fracturaire. Anakwe et al. [26] rapportaient des résultats fonctionnels satisfaisants avec 75% de patients autonomes après une ostéosynthèse par LISS. Tous les patients étaient autonomes avant la chirurgie. On remarque toutefois dans cette série que le taux de patients ayant besoin d'aide à la marche était de 64% dans la période pré-fracturaire et de 82% au dernier recul, indiquant une dégradation de la fonction. Dans notre série, il n'y avait pas de corrélation entre la consolidation osseuse et le résultat fonctionnel. Tous les patients ressentaient une diminution de leur fonction au dernier recul. Le résultat fonctionnel des patients de plus de 90 ans était médiocre puisque aucun d'entre eux n'avait pu reprendre la marche. La récupération fonctionnelle des patients a toujours été corrélée avec le niveau fonctionnel préopératoire. Compte tenu du caractère rétrospectif de l'étude, nous n'avons pu ni analyser l'évolution d'un score d'autonomie ni quantifier la dégradation fonctionnelle exprimée par les patients. Ces résultats fonctionnels semblent inférieurs à ceux de la littérature utilisant le même matériel [16,20,26], mais les patients de la série n'ont fait l'objet d'aucune sélection, et tous ont été opérés, quel que soit leur niveau fonctionnel.

## Conclusion

Devant une fracture péri-prothétique, le choix entre ostéosynthèse et révision de la prothèse reste difficile. Il doit être pondéré en fonction des difficultés d'une révision de l'arthroplastie en urgence, et prendre en compte le type de fracture, l'état général du patient et son niveau fonctionnel. La stabilisation de ces fractures péri-prothétiques par le système LISS® semble apporter des résultats satisfaisants

sur la consolidation (91% des fractures de notre série en première intention), quels que soient le type de fracture et la qualité du stock osseux avec une morbidité limitée (9%). En revanche, les résultats fonctionnels sont très inégaux en fonction de l'âge des patients et semblent directement liés à la fonction et l'état général du patient en préopératoire.

## Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de déclaration d'intérêts en relation avec cet article.

## Références

- [1] Lindahl H. Epidemiology of periprosthetic femur fracture around a total hip arthroplasty. *Injury* 2007;38(6):651–4.
- [2] Haddad FS, Duncan CP, Berry DJ, Lewallen DG, Gross AE, Chandler HP. Periprosthetic femoral fractures around well-fixed implants: use of cortical onlay allografts with or without a plate. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(6):945–50.
- [3] Beals RK, Tower SS. Periprosthetic fractures of the femur. An analysis of 93 fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1996;327:238–46.
- [4] Chen F, Mont MA, Bachner RS. Management of ipsilateral supracondylar femur fractures following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1994;9:521–6.
- [5] Mont MA, Maar DC. Fractures of the ipsilateral femur after hip arthroplasty. A statistical analysis of outcome based on 487 patients. *J Arthroplasty* 1994;9:511–9.
- [6] Frigg R, Appenzeller A, Christensen R, Frenk A, Gilbert S, Schavan R. The development of the distal femur Less Invasive Stabilization System (LISS). *Injury* 2001;32(Suppl 3):24–31.
- [7] Brady OH, Garbuz DS, Masri BA, Duncan CP. The reliability of validity of the Vancouver classification of femoral fractures after hip replacement. *J Arthroplasty* 2000;15:59–62.
- [8] Rayan F, Dodd M, Haddad FS. European validation of the Vancouver classification of periprosthetic proximal femoral fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:1576–9.
- [9] Delaunay C, Epinette JA, Dawson J, Murray D, Jolles BM. Cross-cultural adaptations of the Oxford-12 Hip score to the French speaking population. *Orthop Traumatol Surg Res* 2009;95(2):89–99; Delaunay C, Epinette JA, Dawson J, Murray D, Jolles BM. Validation of the version française du score de hanche Oxford-12. *Rev Chir Orthop* 2009;95(2):107–16.
- [10] Ehlinger M, Bonnomet F, Adam P. Periprosthetic femoral fractures: the minimally invasive fixation option. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010;96(3):304–9.
- [11] Wagner M. General principles for the clinical use of the LCP. *Injury* 2003;34(Suppl 2):31–42.
- [12] Miclau T, Martin RE. The evolution of modern plate osteosynthesis. *Injury* 1997;28(Suppl 1):3–6.
- [13] Farouk O, Krettek C, Schandelmaier P, Galal Z, Tschern H. Anatomic basis of minimally Invasive plate osteosynthesis in the femur. *Techniques in Orthopaedics* 1999;14(3):158–69.
- [14] Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tschern H. Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? *J Orthop Trauma* 1999;13:401–6.
- [15] Fulkerson E, Koval K, Preston CF, Iesaka K, Kummer FJ, Egol KA. Fixation of periprosthetic femoral shaft fractures associated with cemented femoral stems: a biomechanical comparison of locked plating and conventional cable plates. *J Orthop Trauma* 2006;20:89–93.

- [16] Kobbe P, Klemm R, Reilmann H, Hockertz TJ. Less invasive stabilisation system (LISS) for the treatment of periprosthetic femoral fractures: a 3-year follow-up. *Injury* 2008;39(4):472–9.
- [17] Bégué T, Thomazeau H. Fractures périprothétiques autour de la hanche et du genou. *Rev Chir Orthop* 2006;92(suppl. 5):29–96.
- [18] Zuurmond RG, van Wijhe W, van Raay JJ, Bulstra SK. High incidence of complications and poor clinical outcome in the operative treatment of periprosthetic femoral fractures: an analysis of 71 cases. *Injury* 2010;41(6):629–33.
- [19] Bhattacharyya T, Chang D, Meigs JB, Estok DM2nd, Malchau H. Mortality after periprosthetic fracture of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(12):2658–62.
- [20] O’Toole RV, Gobeze R, Hwang R, Chandler AR, Smith RM, Estok DM2nd, et al. Low complication rate of LISS for femur fractures adjacent to stable hip or knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2006;450:203–10.
- [21] Wood GC, Naudie DR, McAuley J, McCalden RW. Locking Compression Plates for the Treatment of Periprosthetic Femoral Fractures Around Well-Fixed Total Hip and Knee Implants. *J Arthroplasty* 2010.
- [22] Xue H, Tu Y, Cai M, Yang A. Locking compression plate and cerclage band for type B1 periprosthetic femoral fractures preliminary results at average 30-month follow-up. *J Arthroplasty* 2010.
- [23] Bryant GK, Morshed S, Agel J, Henley MB, Barei DP, Taitsman LA, et al. Isolated locked compression plating for Vancouver type B1 periprosthetic femoral fractures. *Injury* 2009;40(11):1180–6.
- [24] Chakravarthy J, Bansal R, Cooper J. Locking plate osteosynthesis for Vancouver type B1 and type C periprosthetic fractures of femur: a report on 12 patients. *Injury* 2007;38(6):725–33.
- [25] Kumar V, Kanabar P, Owen PJ, Rushton N. Less invasive stabilization system for the management of periprosthetic femoral fractures around hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2008;23:446–50.
- [26] Anakwe RE, Aitken SA, Khan LA. Osteoporotic periprosthetic fractures of the femur in elderly patients: outcome after fixation with the LISS plate. *Injury* 2008;39(10):1191–7.
- [27] Laffargue P, Soenen M, Pinoit Y, Migaud H. Mortalité, morbidité et facteurs pronostiques des fractures fémorales périprothétiques après arthroplastie de hanche: étude prospective multicentrique de 115 cas. *Rev Chir Orthop* 2006;92(suppl. 1):64–9.
- [28] Ninan TM, Costa ML, Krikler SJ. Classification of femoral periprosthetic fractures. *Injury* 2007;38(6):661–8.
- [29] Klein GR, Parvizi J, Rapuri V, Wolf CF, Hozack WJ, Sharkey PF, et al. Proximal femoral replacement for the treatment of periprosthetic fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(8):1777–81.