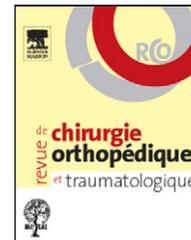




Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
 EM|consulte
www.em-consulte.com



MÉMOIRE ORIGINAL

Fractures fémorales périprothétiques traitées par plaque à vis bloquées. Évaluation de la faisabilité d'une implantation mini-invasive sur une série prospective de 36 fractures[☆]

Periprosthetic femoral fractures treated by locked plating: Feasibility assessment of the mini-invasive surgical option. A prospective series of 36 fractures

M. Ehlinger^{a,*}, A. Di marco^a, P. Adam^a, Y. Arlettaz^b, B.-K. Moor^b,
F. Bonnomet^a

^a Service de chirurgie orthopédique et de traumatologie, CHU Haute pierre, hôpitaux universitaires de Strasbourg, 1, avenue Molière, 67098 Strasbourg, cedex, France

^b Service de chirurgie orthopédique et de traumatologie, hôpital régional du Valais, 80, avenue Grand-Champ-Sec, 1951 Sion, Suisse

Acceptation définitive le : 17 janvier 2011

MOTS CLÉS

Fracture fémorale ;
Fracture
périprothétique ;
Plaque à vis
verrouillées ;
Chirurgie
mini-invasive

Résumé

Introduction. — Les fractures fémorales périprothétiques posent des problèmes de consolidation et de fractures itératives avec les plaques conventionnelles tandis que l'enclouage verrouillé n'est pas applicable dans toutes les situations exposant aux cals vicieux. Pour résoudre ces problèmes les plaques verrouillées sont proposées pour garder les avantages du foyer fermé en associant la qualité de réduction des fixations par plaque.

Hypothèse. — Les plaques verrouillées permettent une fixation sans défaut majeur d'axe tout en évitant les défauts de consolidation lors d'une chirurgie mini-invasive.

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2011.01.017](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2011.01.017).

[☆] Ne pas utiliser, pour citation, la référence française de cet article, mais celle de l'article original paru dans *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, en utilisant le DOI ci-dessus.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : matthieu.ehlinger@chru-strasbourg.fr (M. Ehlinger).

Patients et méthode. — De juin 2002 à décembre 2007 nous avons traité prospectivement 35 patients (un bilatéral), 28 femmes et sept hommes, pour une fracture sur prothèse de hanche (21), de genou (huit), entre prothèses de hanche et de genou (deux), entre ostéosynthèse trochantérienne et prothèse de genou (cinq). L'âge moyen était de 76 ans (39–93). L'ostéosynthèse qui a toujours été tentée par voie mini-invasive utilisait des plaques verrouillées à vis bloquées (SynthesTM). La rééducation consistait en une remise en charge immédiate aussi complète que ce que le patient acceptait. Le score de Parker préopératoire était de 5,25 (0–9).

Résultats. — Nous déplorons un perdu de vue, un échec précoce et sept décès dont quatre inclus car présentant un recul de 24 mois minimum, soit 31 fractures (30 patients) au recul moyen de 26 mois (6–67). Vingt-six fixations étaient effectuées par voie mini-invasive, huit conversions et deux à foyer ouvert classique. La remise en charge était totale ($n=20$), avec un appui partiel ($n=3$) et sans appui pendant six semaines ($n=13$). Nous déplorons deux infections et trois démontages. La consolidation était obtenue 35 fois sur 36. Un défaut d'axe supérieur à 5° était observé cinq fois. À la révision aucun nouveau descellement d'implant n'était identifié. Le score de Parker des patients revus était de 4,3 (0–9).

Discussion et conclusion. — Les plaques verrouillées associées à un abord limité autorisent un taux de consolidation élevé (35/36) sans défaut d'axe majeur (seulement cinq désaxations sur 36 cas de plus de 5°), sans fracture itérative ($n=0$) et avec un taux faible de démontage (3/36) tout en autorisant une remise en charge complète le plus souvent (20/36). Les plaques verrouillées dans les fractures fémorales sur matériel permettent une reprise de la déambulation avec un résultat stable à moyen terme.

Niveau de preuve. — Niveau IV étude prospective sans groupe témoin.

© 2011 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Introduction

Les fractures fémorales périprothétiques ont une fréquence de l'ordre de 0,1 à 2% pour les prothèses totales de hanche (PTH) et de l'ordre de 0,3 à 2,5% pour les prothèses totales de genou (PTG) [1]. Cette pathologie a une fréquence croissante compte tenu de l'augmentation du nombre d'arthroplasties et du vieillissement de la population. Une étude préliminaire rapportait les résultats satisfaisants d'une série de 21 patients présentant une fracture fémorale sur implant traitée par plaque à vis bloquées par une voie d'abord biologique mini-invasive (respectant hématome, périoste et tissus mous) et une remise en charge immédiate [2]. Ce travail a été poursuivi et nous rapportons à ce jour une série prospective et continue de 36 fractures fémorales périprothétiques chez 35 patients.

Le but de cette étude était d'évaluer le devenir de ces fractures sur une population de sujets âgés en précisant le risque de fracture itérative mais également d'évaluer la faisabilité et l'influence de la chirurgie par une voie d'abord réduite afin de conserver l'hématome fracturaire.

Patients et méthode

Patients

Nous avons inclus toutes les fractures fémorales périprothétiques de hanche ou de genou traitées par plaque à vis bloquées LCP (SynthesTM) entre juin 2002 et décembre 2007. La série était prospective et comportait 35 patients pour 36 fractures, avec 28 femmes et sept hommes dont l'autonomie moyenne préopératoire selon le score de Parker [3] était de 5,25 (0–9). Il s'agissait d'une fracture

sur : prothèse de hanche ($n=21$), prothèse totale de genou ($n=7$), prothèse uni-compartmentale du genou ($n=1$), entre prothèse de hanche et prothèse totale de genou ($n=2$), entre ostéosynthèse trochantérienne et prothèse totale de genou ($n=5$). L'âge moyen était de 76 ans (39–93, médiane = 79). Selon la classification de Vancouver pour les fractures sur prothèse de hanche [4] et selon la classification de la SOFCOT pour les fractures sur prothèses de genou [5] la série comprenait 24 fractures de type C, dix fractures de type B1, une fracture de type B2 et une fracture de type B3. Ces fractures étaient 21 fois des fractures fémorales distales ou supra-condyliennes avec un trait horizontal ou oblique court et 15 fois des fractures proximales ou médio-diaphysaires avec le plus souvent un trait oblique ou spiroïde.

Méthode opératoire

La technique chirurgicale reprenait celle rapportée dans une publication antérieure [2]. Le matériel d'ostéosynthèse utilisé était des plaques gros fragment en titane à vis bloquées LCP (SynthesTM). Deux modèles de plaque adaptées au site fracturaire étaient utilisées : la plaque anatomique diaphysaire ou la plaque anatomique fémorale distale qui était préférée pour le traitement des fractures basses. L'intervention était réalisée soit sur une table orthopédique soit sur une table normale. Le type d'installation était dépendant du type de fracture mais également des habitudes de l'opérateur. Schématiquement, l'installation était réalisée sur une table standard pour le traitement des fractures du tiers distal et sur une table orthopédique pour les fractures du tiers moyen et du tiers proximal. Pour diminuer l'irradiation peropératoire les repères cutanés du niveau de la fracture, de la prothèse, de l'articulation du genou, le



Figure 1 A. Fracture de type C de Vancouver sur une PTH avec une tige cimentée. B. Ostéosynthèse par une plaque fémorale distale verrouillée à un recul d'un an. Noter le pontage de la tige fémorale afin d'éviter un pic de contrainte entre les deux implants.

tracé de l'incision et l'axe du fémur sur la face et le profil étaient dessinés. La voie d'abord était de taille réduite (voie mini-invasive) adaptée au site fracturaire et au type de plaque avec une voie proximale para-trochantérienne (fractures hautes et plaques anatomiques diaphysaires) et une voie para-condylienne (fractures basses et plaques anatomiques distales). La plaque était glissée en position sous musculaire et en extrapériosté sous contrôle radioscopique. La réduction était toujours tentée de façon indirecte par manœuvres externes sous contrôle radioscopique : traction dans l'axe et coussin de soutien pour une installation sur une table standard ou traction par la table orthopédique. Si la réduction était imparfaite des artifices techniques peropératoires pouvaient être utilisés [2]. Le caractère anatomique des plaques fémorales distales constitue le premier artifice dont le parallélisme articulaire des vis épiphysaires permet de positionner idéalement la plaque et de l'utiliser comme un « moule de réduction ». D'autres artifices étaient utilisés à la demande : brochage intra-focal pour réduire une translation, un défaut sagittal ou frontal, mais également un vissage en rappel de l'os sur la plaque. Le principe de ces fixations était de ponter le matériel en place afin d'éviter les pics de contraintes au niveau d'une zone de faiblesse mécanique entre le matériel fémoral déjà en place et la plaque d'ostéosynthèse (Fig. 1). Le cahier des charges mécaniques des montages était précis afin de pouvoir autoriser la remise en charge au seuil douloureux en postopératoire [2] à condition de respecter plusieurs règles :

- la fracture doit être extra-articulaire ;
- la fixation doit être réalisée par des vis bloquées qui doivent être systématiquement bicorticales en dehors des zones fémorales où un implant est présent dans le canal ;
- le vissage doit être le plus souvent possible bicortical en regard des tiges fémorales lorsque l'encombrement prothétique le permet, à défaut l'utilisation de vis spécifiques à bout plat permet d'obtenir la meilleure fixation possible en regard du pivot fémoral ;
- les montages doivent être longs avec cinq trous minimum au-delà de la zone de fracture avec une alternance de trous libres et de vis verrouillées permettant une meilleure absorption et répartition des contraintes le long de la plaque (Fig. 2 et 3) ;
- si la tenue des vis paraissait insuffisante en zone péri-prothétique des cerclages de rappel étaient positionnés s'opposant aux forces d'arrachement. Le matériel en titane utilisé autorisait par son élasticité une sollicitation favorable du foyer de fracture ;
- le dernier point était le degré d'autonomie des patients qui devait être suffisant avec un score de Parker au moins égal à quatre.

Au total, la mise en place de ces plaques par voie réduite (mini-invasive), permettant la conservation de l'hématome et de la vascularisation, offrait pour nous la possibilité d'une remise en charge si ces six conditions étaient réunies. Le degré d'ostéoporose n'était pas un facteur limitant l'appui pour peu que les critères de montage soient respectés.

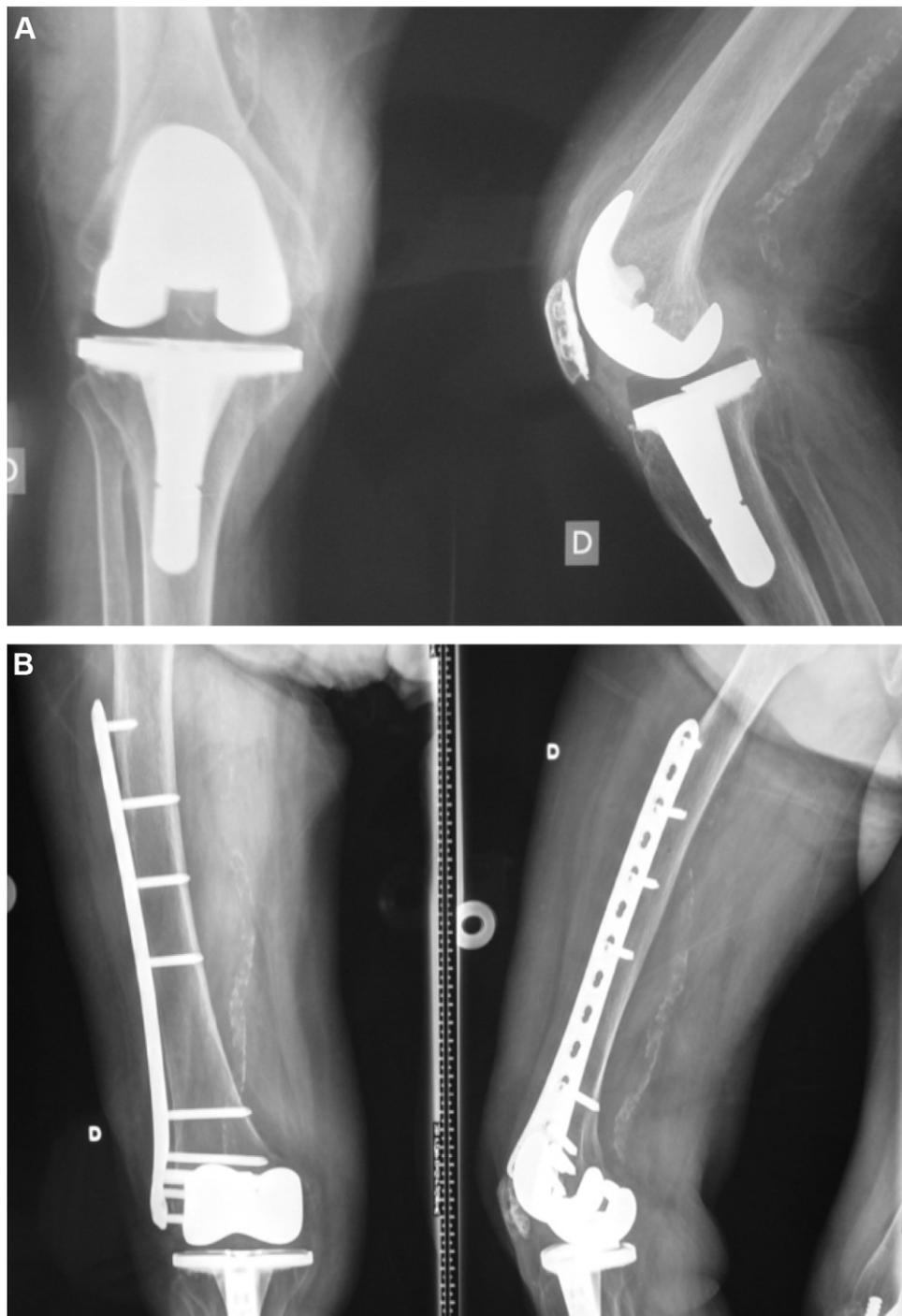


Figure 2 A. Fracture oblique longue péri-prothétique sur une PTG, fracture de type B–SOFcot. B. Ostéosynthèse par une longue plaque fémorale distale, avec un visage verrouillé espacé pour une meilleure répartition et absorption des contraintes, au recul de 18 mois. Noter le caractère bicortical des vis bloquées.

Méthode d'évaluation

Cliniquement le résultat était évalué par le score de Parker [3]. En effet, il était considéré dans cette population âgée que le pronostic était situé au niveau de la morbi-mortalité du patient et de la perte d'autonomie. Radiologiquement la consolidation a été considérée comme acquise lorsque au moins deux corticales étaient solides. Les axes ont été

définis radiologiquement en postopératoire immédiat et à la révision en considérant un défaut d'axe lorsqu'il est supérieur à 5° quel que soit le plan.

Pour les patients opérés et revus les valeurs du score de Parker pré- et postopératoire ont été comparées. L'hypothèse a été testée sur le plan statistique avec un seuil de positivité $p < 0,05$. Compte tenu d'un effectif de 30 patients revus, les moyennes des scores de Parker

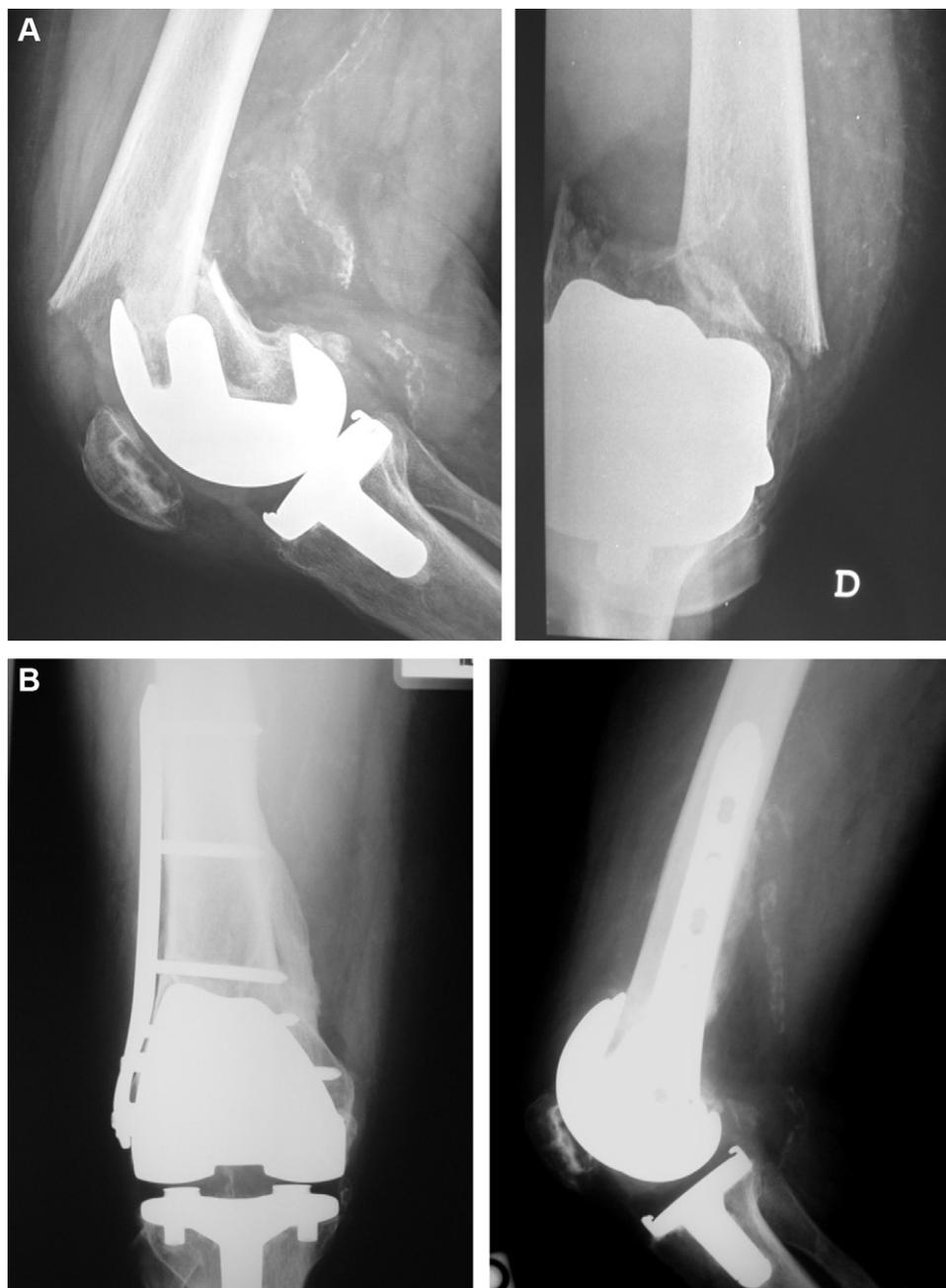


Figure 3 A. Fracture périprothétique transversale supra-condylienne sur PTG, de type B-SOFCOT. B. Autre exemple d'ostéosynthèse avec une plaque fémorale distale anatomique, avec un vissage espacé, au recul de deux ans.

préopératoire et postopératoire ont été comptées à l'aide du test de Student en précisant les médianes et l'intervalle de confiance.

Résultats

Un patient a été perdu de vue sans suivi radio-clinique autre que les données de l'hospitalisation. Nous déplorons un échec précoce au troisième jour postopératoire ayant nécessité un changement de technique chirurgicale et sept patients décédés dont quatre d'entre eux présentaient un recul estimé suffisant (24, 40, 43 et 67 mois) que nous

avons inclus. Les résultats portaient ainsi sur une cohorte de 30 patients pour 31 fractures au recul moyen de 26 mois (6–67 mois).

Une voie mini-invasive pure était réalisée 26 fois (72%), la conversion d'une voie mini-invasive huit fois afin de lever une interposition musculaire ($n=4$), une interposition de ciment ($n=2$) et la mise en place de cerclage ($n=2$), enfin un abord classique du foyer était réalisé deux fois sur décision de l'opérateur sans explication particulière. Une installation sur une table orthopédique était réalisée 21 fois pour 15 installations sur une table standard. L'installation ne semblait pas présenter d'incidence sur la nécessité d'un abord

ou d'une conversion, les chiffres étant de quatre conversions pour l'installation sur une table standard et de quatre autres conversions pour l'installation sur une table orthopédique. Une plaque anatomique distale était utilisée 27 fois et une plaque diaphysaire anatomique était utilisée neuf fois.

La rééducation postopératoire comportait une remise en charge libre au seuil douloureux 20 fois, un appui partiel à 20 kg pendant six semaines trois fois et une marche sans appui pendant six semaines 13 fois pour des patients à l'autonomie inférieure ou égale à trois selon Parker [3]. La remise en charge était autorisée en fonction du respect du cahier des charges mécaniques et du niveau d'autonomie préopératoire ($n=20$). Les trois « appuis partiels » prescrits étaient retrouvés pour les cas où le cahier des charges n'avait pas été respecté. Les « non appuis » correspondaient au début de notre expérience dans l'ostéosynthèse de ces fractures périprothétiques par plaques verrouillées ou aux patients dont l'autonomie selon Parker était inférieure ou égale à trois.

Au plus long recul le niveau d'autonomie moyen des patients revus était selon le score de Parker [3] de 4,3 (0–9). Le score de Parker préopératoire de la série globale était de 5,25 (0–9) et le score de Parker préopératoire des 30 patients revus de 5,2 (0–9). Pour les patients opérés et revus les scores de Parker ont été comparés. La médiane était de six en préopératoire et de quatre au recul avec un écart de 1,1 entre les moyennes. Cet écart était significatif ($p < 0,001$) avec un intervalle de confiance à 95 % de 0,4. Il y avait donc perte de d'autonomie entre les statuts pré- et postopératoires pour les patients revus au délai moyen de 26 mois.

La consolidation était obtenue dans tous les cas sauf un (97 %). Cette pseudarthrose était confirmée par une tomodensitométrie et non traitée compte tenu d'un état général précaire de la patiente. Un défaut d'axe supérieur à 5° était observé cinq fois : un valgus (10°), un varus (7°), deux recurvatum (6°), un mixte (varus 7° et recurvatum 6°). Il n'y avait pas de modification d'axe malgré la remise en charge précoce en comparant les radiographies obtenues à consolidation et la première radiographie postopératoire. Cliniquement, aucun trouble de rotation n'était mis en évidence. Aucune modification du scellement des implants n'était observée au plus long recul.

Nous rapportons sept complications. Deux complications infectieuses : à six semaines de la pose de la plaque une arthrite septique hémotogène du genou à *Staphylococcus aureus* traitée médicalement et à trois semaines de la pose de la plaque une infection du site opératoire à *S. aureus* et *E. Coli* traitée par lavage chirurgical et antibiothérapie adaptée. Deux complications générales de type cardio-respiratoire (une décompensation cardiaque et une pneumopathie) et trois complications mécaniques : (a) deux démontages précoces de l'ostéosynthèse, un au troisième jour postopératoire et un à la troisième semaine. Pour le premier cas il s'agissait d'une mauvaise indication où un traitement conservateur par ostéosynthèse a été réalisé sur une fracture de type B3 de Vancouver. Cet échec a fait l'objet d'une reprise par changement de tige fémorale. Dans le second cas il s'agissait d'un montage initial médiocre sur une fracture inter-prothétique. La tenue était insuffisante avec présence uniquement de quelques vis monocorticales et de cerclages distaux et proximaux mis en place sur une

réduction approximative avec un troisième fragment médio-diaphysaire médial non fixé ; (b) une rupture de plaque à la sixième semaine. Il s'agissait d'une mauvaise répartition des vis verrouillées qui étaient situées à proximité du trait de fracture avec pour effet une concentration des contraintes autour de la fracture. Une reprise d'ostéosynthèse a été effectuée. Enfin nous avons observé une déformation plastique de plaque secondaire à une chute mécanique six semaines après l'ostéosynthèse avec une angulation de 30°, que nous ne pouvons considérer comme une complication. La plaque a été détordue par manœuvre externe. L'évolution était satisfaisante, avec une consolidation obtenue à trois mois de l'ostéosynthèse avec un varus résiduel de 15° bien supporté cliniquement. Aucune luxation de prothèse totale de hanche n'était observée dans les suites opératoires.

Discussion

Notre série est comparable aux données épidémiologiques de la littérature [6] : patient de sexe féminin d'âge moyen compris entre 75 et 80 ans qui présente une fracture du fémur sur PTH secondaire à un traumatisme de faible énergie.

Le traitement conservateur des fractures périprothétiques à distance d'un implant (type C) et au niveau d'un implant dont le scellement est stable (type B1) est classiquement décrit [1,7–10]. Le choix du matériel d'ostéosynthèse est encore non consensuel même si l'avènement des plaques verrouillées a constitué un tournant dans la prise en charge de ces fractures. Si la plupart des auteurs rapportent de bons résultats et prônent l'utilisation de ce matériel certains en déconseillent l'usage. Zdero et al. [11] concluent au moyen d'une étude fondamentale que la meilleure résistance mécanique est obtenue avec une ostéosynthèse par plaque à vis non bloquée associée à une allogreffe. Buttaro et al. [12] ne trouvent pas d'avantage au système à vis bloquées sur une série de 14 fractures périprothétiques de type B1 rapportant six échecs mécaniques (43 %). Les résultats de cette série sont à pondérer car la voie d'abord était extensive avec abord du foyer et perte du caractère biologique de l'ostéosynthèse. Comme d'autres auteurs [7,8,13–16] nous avons fait la preuve de l'intérêt précoce de ces plaques verrouillées dans le traitement des fractures fémorales sur implants et de l'intérêt d'une chirurgie par voie d'abord réduite [2]. La tenue de ce matériel dans l'os fragile notamment ostéoporotique est un élément essentiel du succès [13,17,18]. Notre série semble le confirmer eu égard à l'âge élevé de notre population âgée et au faible taux de complication mécanique.

Il semble que le pronostic de ces fractures fémorales périprothétiques puisse être rapproché de celui des fractures de hanche chez la personne âgée, avec à la révision un taux de mortalité de 20 % dans notre série. Nous avons tenté d'optimiser la prise en charge de ces patients en cherchant une récupération fonctionnelle plus rapide afin de diminuer la morbi-mortalité comme pour le traitement des fractures du fémur proximal. La deuxième exigence sur cette population de sujets âgés est technique avec une obligation de résultat et l'absence de seconde chance possible tant sur le plan médical que chirurgical. Les plaques verrouillées

en association à une chirurgie mini-invasive nous ont paru répondre à ces exigences. La réalisation de cette ostéosynthèse par une technique mini-invasive permet d'allier le principe du foyer fermé avec conservation de l'hématome à la préservation de la vascularisation périostée et une stabilité primaire indépendante de l'effet friction [7,8,13–16]. Cette association participe aux bons résultats en termes de consolidation favorisant la formation d'un cal de bonne qualité à l'instar de l'enclouage [18–20]. L'association voie réduite et matériel verrouillé permet la remise en charge sous réserve que le cahier des charges mécaniques soit respecté ce qui a été le cas 20 fois dans notre série [2]. Celle-ci comporte 26 cas (72 %) de chirurgie mini-invasive pure et huit conversions (22 %) d'une voie mini-invasive. Nos résultats confirment la faisabilité d'une chirurgie mini-invasive dans le traitement des fractures périprothétiques. Après seulement 26 mois de recul nous avons observé une diminution du niveau d'autonomie, mais ce résultat était attendu compte tenu de l'âge de la population. L'essentiel pour nous est la possibilité d'une récupération plus rapide de la déambulation ce que confirme l'absence de complications de décubitus et le très faible taux de morbidité générale que nous rapportons.

Les séries de fractures périprothétiques traitées par plaques à vis bloquées se multiplient [7–10,12,14–17,21–24] certaines rapportant des échecs mécaniques avec faillite du matériel : trois ruptures de vis sur 59 cas (5 %) [7], deux ruptures de plaques sur 16 cas (12,5 %) [8], trois ruptures de plaque et trois démontages avec arrachages de plaque sur 14 cas (43 %) [12], un démontage avec arrachage de plaque sur 12 cas (8,5 %) [21], un démontage arrachage de plaque sur 24 cas (4 %) [23]. Nous rapportons trois faillites mécaniques (8,5 %) : deux démontages et une rupture de plaque, qui s'expliquaient par une erreur technique avec un mauvaise indication et deux mauvaises ostéosynthèses. Les données récentes de la littérature fondamentale permettent d'améliorer la qualité de ces montages par plaque verrouillée permettant d'augmenter la résistance aux contraintes. À l'instar de Dougherty et al. [25] nous préconisons l'utilisation de vis bicorticales systématiques à distance des implants et autant que possible autour de l'implant. L'expérience clinique de Button et al. [26] confirme cette notion puisqu'ils rapportent deux arrachages progressifs de la partie proximale de la plaque fixée pas des vis monocorticales sur quatre faillites mécaniques de plaques fémorales distales. Pour obtenir un montage plus rigide de façon homogène, il convient de limiter l'écart entre la plaque et l'os, comme l'ont démontré Ahmad et al. [27] pour qui le montage doit être proche de l'os. Ils concluent qu'une distance inférieure à 2 mm permet d'obtenir résistance maximale en compression et en torsion, alors qu'au-delà de 5 mm la déformation plastique est majeure pour de l'acier, exposant plutôt le titane à un risque de rupture de la plaque. Les plaques LCP présentent des trous de vis combinés permettant l'utilisation du système en « fixation interne », « système compressif » ou « mixte » [28]. Le « mode fixation interne » présente une meilleure rigidité en compression axiale mais une moindre déformation plastique, le « mode compressif » résiste mieux aux forces de torsion conduisant Stoffel et al. [28] à recommander l'utilisation d'un « montage mixte » [28]. Botlang et al. [29] préconisent la mise en

place d'une vis standard en bout de plaque afin de limiter les contraintes et de ne pas s'exposer à une fracture de fatigue, en augmentant la résistance en flexion mais sans altérer la résistance à la compression ni à la torsion. Enfin pour Wilkens et al. [30] l'utilisation de vis verrouillées polyaxiales accroît la résistance en compression, en torsion, à la charge à la rupture et conduit à des déformations plastiques moins importantes après mise en charge axiale cyclique.

Conclusion

Au terme de cette étude il semble que la réalisation d'une chirurgie mini-invasive dans les indications de fractures sur prothèses stables soit possible avec de bons résultats cliniques et radiologiques et que les plaques verrouillées sont parfaitement adaptées au traitement de ces fractures. Le respect des indications est essentiel et gage de succès. Sous réserve de l'association d'un montage mécaniquement adéquat et d'une voie chirurgicale mini-invasive avec conservation de l'hématome le système de plaque verrouillée autorise une remise en charge précoce postopératoire, bénéfique pour cette population âgée.

Déclaration d'intérêts

M.E. et P.A. : participation ponctuelle, activité de conseil pour Synthes.

A.D.M., Y.A., B.K.M., F.B. : aucun conflit en relation avec cet article.

Références

- [1] Bégue T, Thomazeau H, Adam P, et al. Fractures périprothétiques autour des prothèses du genou et de la hanche. *Rev Chir Orthop* 2006;92:529–96.
- [2] Ehlinger M, Cognet JM, Simon P. Traitement des fractures fémorales sur matériel par voie mini-invasive et remise en charge immédiate : apport des plaques à vis bloquées (LCP). Série préliminaires. *Rev Chir Orthop* 2008;94:26–36.
- [3] Parker M, Palmer C. A new mobility score for predicting mortality after after hip fracture. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75:797–8.
- [4] Duncan CP, Masri BA. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect* 1995;44:293–304.
- [5] Tricoire JL, Vogt F, Lafosse JM. Classification radiologique des fractures autour des PTG. *Rev Chir Orthop* 2006;92:557–60.
- [6] Mabit C, Gougam T, Thomazeau, et al. Méthodologie et étude épidémiologique. *Rev Chir Orthop* 2006;92:540–3.
- [7] Ricci WM, Borrelli J. Operative management of periprosthetic femur fractures in the elderly using biological fracture reduction and fixation techniques. *Injury* 2007;38:553–8.
- [8] Kobbe P, Klemm R, Reilmann H, Hockertz T.J. Less invasive stabilization system (LISS) for the treatment of periprosthetic femoral fractures: a 3-year follow-up. *Injury* 2008;39:472–9.
- [9] Masri BA, Meek RM, Duncan CP. Periprosthetic fractures evaluation and treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2004;420:80–95.
- [10] Klein GR, Parvizi J, Rapuri V, et al. Proximal femoral replacement for the treatment of periprosthetic fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1777–81.
- [11] Zdero R, Walker R, Waddell JP, Shemitsch EH. Biomechanical evaluation of periprosthetic femoral fracture fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:1068–77.

- [12] Buttaro MA, Farfalli G, Parades Nunez P, Comba F, Piccaluga F. Locking compression plate fixation of Vancouver type B1 periprosthetic femoral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1964–9.
- [13] Kregor PJ, Stannard JA, Zlowodzki M, Cole PA. Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:509–20.
- [14] Brilhaut J, Burdin P. Suivi prospectif des fractures périprothétiques sur prothèses totales de genou : modalités de prise en charge et résultats à 6 mois. *Rev Chir Orthop* 2006;92:574–9.
- [15] Wick M, Muller EJ, Kutscha-Lissberg F, Hopf F, Muhr G. Periprosthetic supracondylar femoral fractures: LISS or retrograde intramedullary nailing? Problems with the use of minimally minivasive technique. *Unfallchirurg* 2004;107:181–8.
- [16] Berlusconi M, Accetta R, Pascale V, Pagani A, Mineo G. Locking compression for the treatment of periprosthetic fractures of the hip. *J Orthop Trauma* 2004;18(9):S20.
- [17] Kregor PJ, Hugues JL, Cole PA. Fixation of distal femoral fractures above total knee arthroplasty utilizing the Less Invasive Stabilization System (LISS). *Injury* 2001;32(3):SC64–75.
- [18] Perren SM. Evolution of the fixation of long bones fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:1093–110.
- [19] Wagner M. General principes for the clinical use of the LCP. *Injury* 2003;34(2):31–42.
- [20] Farouk O, Krettek C, Miclau T, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditionnelle technique? *J Orthop Trauma* 1999;13:401–6.
- [21] 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;38:725–33.
- [22] 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.
- [23] Fulkerson E, Tejwani N, Stuchlin S, Egol K. Management of periprosthetic femur fractures with a first generation locking plate. *Injury* 2007;38:965–72.
- [24] Curral V, Thomasson K, Eastaugh-Waring S, Ward AJ, Chesner TJ. The use of LISS femoral locking plates and cabling in the treatment of periprosthetic fractures around stable proximal femoral implants in elderly patients. *Hip Int* 2008;18:207–11.
- [25] Dougherty PJ, Kim DG, Meisterling S, Wybo C, Yeni Y. Biomechanical comparison of bicortical versus unicortical screw placement of proximal tibia locking plates: a cadaveric model. *J Orthop Trauma* 2008;22:399–403.
- [26] Button G, Wolinsky P, Hack D. Failure of less invasive stabilization system plates in the distal femur. A report of four cases. *J Orthop Trauma* 2004;18:565–70.
- [27] Ahmad M, Nanda R, Bajwa AS, Candal-Couto J, Green S, Hui AC. Biomechanical testing of the locking compression plate: when does the distance between bone and implant significantly reduce construct stability? *Injury* 2007;38:358–64.
- [28] Stoffel K, Lorenz KU, Kuster MS. Biomechanical considerations in plate osteosynthesis: the effect of plate-to-bone compression with and without angular screw stability. *J Orthop Trauma* 2007;21:362–8.
- [29] Bottlang M, Doornink J, Byrd GD, Fitzpatrick DC, Madey SM. A nonlocking end screw can decrease fracture risk caused by locked plating in the osteoporotic diaphysis. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:620–7.
- [30] Wilkens KJ, Curtiss S, Lee MA. Polyaxial plate fixation in distal femur fractures: a biomechanical comparison. *J Orthop Trauma* 2008;22:624–8.