

RUPTURES DU REVÊTEMENT MÉTALLIQUE DANS LES HÉMI-ARTHROPLASTIES BICENTRIQUES DE HANCHE À PROPOS DE 3 CAS

J. LEGAYE¹

Trois cas de rupture du revêtement métallique de cupules mobiles sont rapportés. Cette complication originale d'hémi-arthroplastie de hanche a pour origine une malfaçon de l'implant consistant en un amincissement du revêtement métallique au pôle de la cupule. Les sollicitations mécaniques ayant conduit à la rupture de cet implant fragilisé ont vraisemblablement pour origine un mouvement tridimensionnel de rapprochement des cornes cotyloïdiennes lors de la mise en charge. Ce comportement biomécanique de l'acétabulum peut également expliquer la variabilité de mobilité entre la cupule prothétique et le cotyle.

Keywords : rupture ; outer shell ; bipolar prostheses ; hip.

Mots-clés : rupture ; revêtement métallique ; hémi-arthroplastie bicentrique ; prothèse intermédiaire ; hanche.

INTRODUCTION

L'arthroplastie fémorale céphalique par prothèse bicentrique à cupule mobile (floating-cup) a pris le pas sur les prothèses céphaliques monoblocs type Austin Moore-Thompson.

Nous rapportons trois cas originaux de rupture du revêtement métallique de ces cupules.

L'approche biomécanique de ces complications permet une interprétation des différences observées quant à la mobilité entre l'acétabulum et la cupule prothétique.

OBSERVATIONS

Cas n° 1

Madame H. A., 61 ans. Fracture Garden IV de hanche droite traitée par hémi-arthroplastie bicentrique. Le diamètre extérieur de la cupule est de 46 mm (le diamètre de la tête de l'implant fémoral est de 22,2 mm).

L'évolution post-opératoire immédiate est bonne : la marche est restaurée à son niveau antérieur, indolore et sans canne. La radiographie est satisfaisante.

Après 6 mois d'évolution apparaît, sans notion de traumatisme, une gêne de plus en plus douloureuse lors de la mobilisation de cette hanche. La radiographie objective une rupture du revêtement métallique de la cupule, avec libération de fragments métalliques dans l'articulation (fig. 1).

La reprise chirurgicale en prothèse totale, conservant la même tige fémorale, restaure une fonction normale. La cupule et les fragments sont représentés à la figure 3.

Cas n° 2

Madame D. L., 80 ans. Fracture Garden IV de la hanche gauche traitée par hémi-arthroplastie bicentrique. Le diamètre de la cupule mobile est de 44 mm, celui de la tête de la tige fémorale de 22,2 mm.

¹ Service d'Orthopédie, Cliniques Universitaires Saint Luc, 10, Av. Hippocrate, B-1200 Bruxelles, Belgique et Cliniques Universitaires de Mont Godinne, B-5530 Yvoir, Belgique.

Correspondance et tirés à part : J. Legaye.



Fig. 1. — Cas n° 1. Radiographie au 6^e mois post-opératoire. Rupture du revêtement métallique de la cupule et libération de fragments intra-articulaires.

L'évolution post-opératoire est favorable à court et à long terme, malgré le fait que la radiographie pratiquée lors du contrôle systématique au 3^e mois objective une rupture du revêtement métallique. Cette rupture est déjà visible à l'examen attentif de la radiographie au 1^{er} mois postopératoire, mais s'est accentuée (fig. 2).

Aucune reprise chirurgicale n'est proposée en raison de la bonne tolérance fonctionnelle et du risque général lié à l'âge de la patiente. Après 2 ans, l'évolution reste favorable.

Cas n° 3

Constatation d'un bris du revêtement de la cupule en per-opératoire, juste après avoir impacté la cupule (d'un diamètre de 46 mm) sur la tige fémorale. Aucun défaut n'avait pourtant été remarqué lors du déballage de l'implant. Le remplacement immédiat par un autre implant de même taille a permis une évolution favorable.

EXAMEN DES PIÈCES PROTHÉTIQUES

Pour les trois cas, la rupture a une localisation polaire supérieure.

Seules les pièces des cas 1 et 3 sont disponibles. L'étude de la cupule du cas n° 1 est la plus explicite car l'épaisseur de la couche métallique est aisément mesurable sur les copeaux métalliques libérés. Les mêmes constatations ont été effectuées sur l'autre cupule.

Il existe un amincissement manifeste du revêtement métallique au pôle de la cupule. Ce revêtement doit normalement présenter une épaisseur uniforme de 1 mm. Or il n'est épais que de 0,2 mm au niveau de l'écaillage libérée (fig. 3). Ce vice de fabrication, facteur déclenchant de la rupture, est probablement lié à des polissages successifs.

Il n'existe aucune rupture au niveau du polyéthylène.

DISCUSSION

Introduites en 1974 par Bateman (3, 3B), les prothèses fémorales bipolaires sont habituellement utilisées pour le traitement des fractures du col fémoral (8, 9, 10, 15, 19, 25).

Leur intérêt réside dans l'existence d'un mouvement intra-prothétique limitant l'érosion du cartilage cotyloïdien. Un surcroît de mobilité est également escompté.

Diverses modifications de cette prothèse initiale ont été décrites, afin de limiter le risque de luxation (par l'existence d'un décalage entre les centres de rotation intra-prothétique et cupule-cotyle), ainsi que pour augmenter le débattement angulaire.

L'utilisation de ces hémiarthroplasties céphaliques bipolaires a été étendue aux nécroses de tête fémorale, aux coxarthroses et même, en association avec des greffons osseux, aux reconstructions cotyloïdiennes lors de reprises de prothèses totales ou de dysplasies acétabulaires. Les résultats de ces reconstructions sont controversés en raison de la fréquence des protrusions pelviennes (2, 5, 6, 7, 12, 14, 18, 20, 23, 26).

Pour les fractures de col fémoral, les résultats cliniques sont identiques à ceux des prothèses monoblocs. Les érosions acétabulaires à long



Fig. 2A

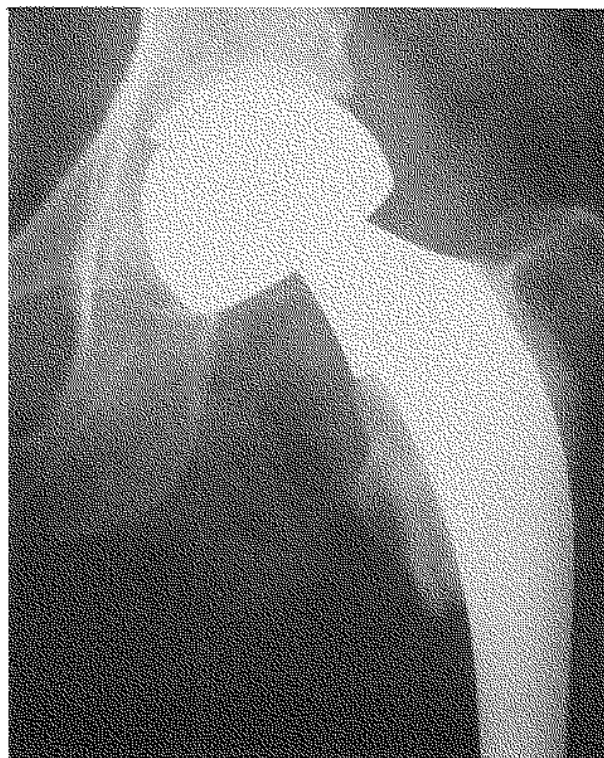


Fig. 2B

Fig. 2. — Cas n° 2.

A. Radiographie au 1^{er} mois post-opératoire. Un début de soulèvement du revêtement métallique est visible.

B. Radiographie au 3^e mois post-opératoire. Le soulèvement du revêtement est manifeste, mais asymptomatique en raison de l'absence de mouvement entre cupule et cotyle, la mobilité se situant en intra-prothétique exclusivement.

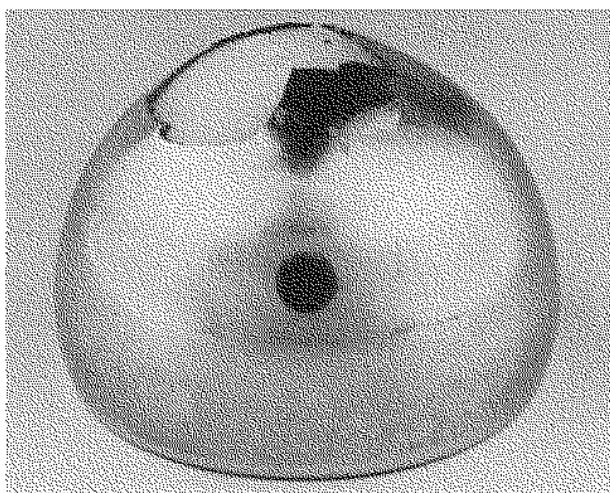


Fig. 3A

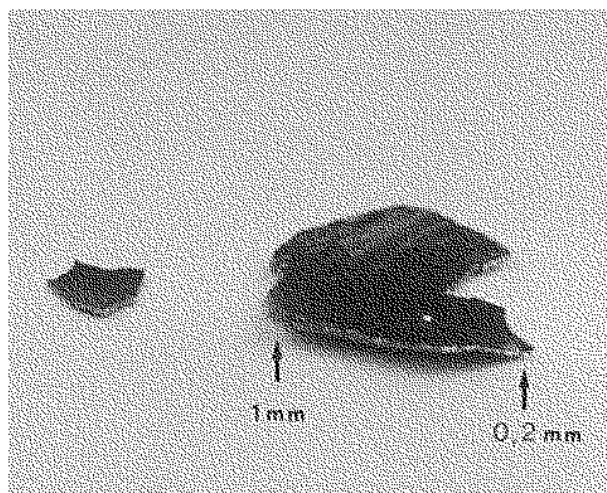


Fig. 3B

Fig. 3. — Implant du cas n° 1.

A. Rupture du revêtement métallique au pôle de la cupule.

B. Fragments libérés. L'irrégularité d'épaisseur est bien visible sur la tranche métallique.

terme y sont pourtant deux fois moins fréquentes. Cependant, si une érosion existe, son rythme de progression est plus *rapide* (8, 9, 16, 19).

L'existence d'une double mobilité (intra-prothétique et cupule-cotyle) est différemment appréciée. Verberne (24) considère qu'une fibrose intra-prothétique se forme en trois semaines, transformant la prothèse bipolaire en une prothèse monobloc. D'autres relient l'existence d'une mobilité cupule-cotyle à la présence d'un cartilage cotyloïdien encore lisse (13, 17, 24).

Les complications des héli-arthroplasties bipolaires sont, outre les vicissitudes classiques des arthroplasties de hanche (descellement fémoral, infection, ...), un taux de luxation peu différent de celui des prothèses monoblocs. La plupart sont des luxations de la prothèse en bloc. Les dislocations intra-prothétiques sont rares, le plus souvent dues à une rupture de l'élément en polyéthylène (1, 2, 8, 9, 10, 15, 16, 19).

Les ruptures d'implant touchent le plus souvent la tige fémorale. Aucun cas de rupture du revêtement métallique n'est rapporté.

Les trois cas de rupture du revêtement métallique que nous avons constaté ont pour origine une malfaçon manifeste. L'amincissement de la couche métallique la rend en effet plus sensible à la rupture. Cependant, les forces entraînant cette rupture sont liées à la biomécanique tridimensionnelle du cotyle.

Une simple approche mathématique de la transmission des sollicitations entre deux demi-sphères permet de constater une intensité maximale des sollicitations au pôle de la demi-sphère (11) (fig. 4-A).

Cependant, la transmission des forces entre la tête fémorale et le bassin ne se résume pas à une cette simple rotule mécanique.

En effet, lors de la mise en charge il existe un mouvement de rapprochement des cornes cotyloïdiennes, lié à l'élasticité acétabulaire. Des études biomécaniques par photo-élasticimétrie et extensométrie ont prouvé l'existence de sollicitations en traction au niveau du toit du cotyle, alors que les sollicitations en compression se localisent au niveau des cornes. La quantification expérimentale de ce mouvement met en évidence une limite à ce phénomène, lorsque la charge atteint 750 N.

Pour cette charge, la congruence entre cotyle et tête fémorale est maximale. Ce comportement du cotyle est de plus lié à l'antéversion du col fémoral. Il est optimal pour une antéversion de 10 à 15° (l'antéversion physiologique) (4, 21, 22).

Cette absence de sollicitations en compression au niveau du toit cotyloïdien se traduit radiologiquement par un triangle clair. Les travées osseuses qui l'entourent reflètent les directions des lignes de force.

Avec l'âge, l'élasticité osseuse diminue. La tête fémorale devient également plus sphérique. La transmission des forces devient alors de type «rotule». Cette modification biomécanique explique la survenue de certaines coxarthroses rapides (22).

L'application sur une cupule mobile des forces dues à l'élasticité du cotyle lors de la mise en charge induit un effet de resserrement à l'équateur de l'implant. En même temps, la tête de la tige fémorale exerce, par l'intermédiaire du polyéthylène, une force de bas en haut (fig. 4-B). Le module d'élasticité de l'alliage métallique et du polyéthylène étant différents, l'application de ces forces induit un effet d'éclatement sur le revêtement métallique, fragilisé par l'amincissement polaire. Les lignes de rupture constatées sur les implants examinés sont compatibles avec cette interprétation.

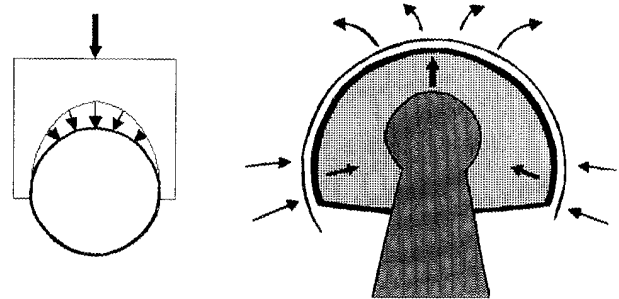


Fig. 4A

Fig. 4B

Fig. 4. — Schématisation de la biomécanique du cotyle.

A. Transmission des forces type «rotule» : maximum de sollicitation au pôle de la demi-sphère.

B. Mouvement convergent des cornes acétabulaires lors de la mise en charge.

La force verticale de la tête fémorale dans la cupule prothétique induit un effet d'éclatement au pôle de la cupule.

Le phénomène de resserrement des cornes cotyloïdiennes d'un bassin encore élastique peut également expliquer l'absence de mobilité des cupules prothétiques. Dans ces cas, la mobilité s'effectue uniquement au sein même de la prothèse.

CONCLUSION

L'étude de ces ruptures du revêtement métallique des cupules mobiles permet de confirmer l'aspect tridimensionnel de la biomécanique du cotyle. La modalité d'application des sollicitations est différente en fonction de l'élasticité osseuse. En cas d'hémi-arthroplastie bipolaire, s'ajoute la force verticale de réaction de la tête de la tige fémorale. La composition des implants doit tenir compte de ces sollicitations.

BIBLIOGRAPHIE

1. Barnada R. Postoperative separation of the femoral and acetabular components of a single assembly total hip (Bateman) replacement : report of two cases. *J. Bone Joint Surg.*, 1979, 61-A, 777.
2. Bateman J. E., Berenji A. R., Bayne O., Greyson N. D. Long-term results of bipolar arthroplasty in osteoarthritis of the hip. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 54-66.
3. Bateman J. E. Single-assembly total hip prosthesis. Preliminary report. *Orthop. Digest.*, 1974, 2, 15-22.
- 3B. Bateman J. E. Single-assembly total hip prosthesis. Preliminary report. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 3-6.
4. Besse J.-P. Le cotyle cet inconnu. Étude biodynamique. Thèse, Faculté de Médecine de Clermont-Ferrand, 1982.
5. Brien W. W., Bruce W., Salvati E. A., Wilson P., Pellicci P. M. Acetabular reconstruction with a bipolar prosthesis and morsel bone grafts. *J. Bone Joint Surg.*, 1990, 72-A, 1230-1235.
6. Cameron H. U., Jung Y. B. Acetabular revision with a bipolar prosthesis. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 100-103.
7. Devas M., Hinves B. Prevention of acetabular erosion after hemiarthroplasty for fractured neck of femur. *J. Bone Joint Surg.*, 1983, 65-B, 548-551.
8. Gallinaro P., Tabasso G., Negretto R., Brach del Prever E. M. Experience with bipolar prosthesis in femoral neck fractures in the elderly and debilitated. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 26-30.
9. Labelle L. W., Colwill J. C., Swanson A. B. Bateman bipolar hip arthroplasty for femoral neck fractures. A five-to-ten year follow-up study. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 20-25.
10. Lestrangé N. R. Bipolar arthroplasty for 496 hip fractures. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 7-19.
11. Manuceau J. Modèle à trois dimensions de l'articulation de la hanche. *Rev. Chir. Orthop.*, 1991, 77, 293-300.
12. McConville O. R., Bowman A. J., Kilfoyle R. M., McConville J. F., Mayo R. A. Bipolar hemiarthroplasty in degenerative arthritis of the hip. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 67-74.
13. Mess D., Barnada R. Clinical and motion studies of the Bateman bipolar prosthesis in osteonecrosis of the hip. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 44-47.
14. Murray W. R. Acetabular salvage in revision total hip arthroplasty using the bipolar prosthesis. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 92-99.
15. Moshein J., Alter A. H., Elconin K. B., Adams W. W., Isaacson J. Transcervical fractures of the hip treated with the Bateman bipolar prosthesis. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 48-53.
16. Nottage W. M., McMaster W. C. Comparison of bipolar implants with fixed-neck prostheses in femoral-neck fractures. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 38-43.
17. Phillips T. W. The Bateman bipolar femoral head replacement. A fluoroscopic study of movement over a four-year period. *J. Bone Joint Surg.*, 1987, 69-B, 761-764.
18. Phillips T. W., Rao D. R. Bateman bipolar hips with autologous bone graft reinforcement for dysplastic acetabula. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 104-111.
19. Reymond M. A., Kohler O., Rothenbühler J. M., Chevalley J.-P., Regazzoni P. Prothèse céphalique pour fracture du col fémoral (702 cas). Résultats comparatifs des prothèses céphaliques simples et des prothèses intermédiaires. *Rev. Chir. Orthop.*, 1991, 77, 419-424.
20. Roberson J. R., Cohen D. Bipolar components for severe periacetabular bone loss round the failed total hip arthroplasty. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 113-118.
21. Taussat A. Étude statique des déformations de la hanche. Simulation cinématique et dynamique de la marche en vue d'essais de matériel et matériaux prothétiques. Mémoire pour le diplôme d'ingénieur CNAM, Clermont-Ferrand, 1981.
22. Teinturier P., Terver S., Jaramilo C. V., Besse J.-P. La biomécanique du cotyle. *Rev. Chir. Orthop.*, 1984, 70, suppl. II, 41-46.
23. Vazquez-Vela G., Vazquez-Vela E., Dobarganes F. G. The Bateman bipolar prosthesis in osteoarthritis and rheumatoid arthritis. A review of 400 cases. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 82-86.
24. Verberne G. H. M. A femoral head prosthesis with a built-in joint : a radiological study of the movements of the two components. *J. Bone Joint Surg.*, 1983, 65-B, 544-547.
25. Wetherell R. G., Hinves B. L. The Hastings bipolar hemiarthroplasty for subcapital fractures of the femoral neck. A 10-year prospective study. *J. Bone Joint Surg.*, 1990, 72-B, 788-793.
26. Wilson M. G., Scott R. D. Reconstruction of the deficient acetabulum using the bipolar socket. *Clin. Orthop.*, 1990, 251, 126-133.

SAMENVATTING

J. LEGAYE. Fractuur van de metalen cup van biarticulaire prothesen. Beschrijving van 3 gevallen.

Drie gevallen van fractuur van de metalen cup van biarticulaire prothesen worden beschreven. Deze complicatie wordt door een fout in de afwerking van het implantaat veroorzaakt, met name een verdunning van de metalen cup op de bovenpool. De mechanische sollicitaties die tot de fractuur van het implantaat leiden, berusten hoogstwaarschijnlijk op een tridimensionele toenaderingsbeweging van de acetabulaire hoornen bij belasting. Dit biomechanische feit zou mede verantwoordelijk zijn voor de wisselende mobiliteit tussen metalen cup en acetabulum.

SUMMARY

J. LEGAYE. Rupture of the outer shell of biarticular hipprostheses. Report of 3 cases.

Three cases of rupture of outer shell of biarticular prostheses used for femoral head fractures are reported.

Insufficient thickness of this metallic surface is observed at the pole of the cups. The biomechanical forces inducing the rupture of such a defective surface are the result of mobility of the acetabular horns with weight-bearing. This 3-dimensional behavior of the acetabulum may explain the individual variations of mobility of the floating cups.

Note

À la suite de ces constatations cliniques, le fabricant des implants, immédiatement averti, porte une attention particulière au contrôle de l'épaisseur du revêtement métallique. La pratique du repolissage lors de la constatation d'un défaut de surface a été abandonnée. La pièce défectueuse est désormais détruite.

Cette pratique malheureuse est probablement à l'origine des amincissements de la couche métallique que nous avons observés.