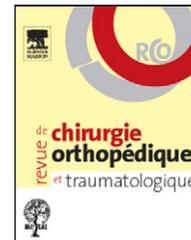




Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

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



## FAIT CLINIQUE

# Intérêt de la mesure des ions sanguins métalliques pour la détection d'une anomalie de fonctionnement d'une prothèse de hanche à couple de frottement en métal céramisé<sup>☆,☆☆</sup>

*Metal ions levels measurements for early total hip replacement malfunction diagnosis with "plasma-sprayed ceramic" bearings couple*

D. Schiopu<sup>a</sup>, J. Girard<sup>b,\*</sup>, M. Soenen<sup>b</sup>, N. Krantz<sup>b</sup>, H. Migaud<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Hôpital Foisor, 35, rue Ferdinand, 021392, Bucarest, Roumanie

<sup>b</sup> Service d'orthopédie C, département universitaire de chirurgie orthopédique et de traumatologie, faculté de médecine, université Lille-2, hôpital Roger-Salengro, CHRU de Lille, 59037 Lille cedex, France

Acceptation définitive le : 13 novembre 2009

### MOTS CLÉS

Prothèse totale de hanche ;  
Couple de frottement ;  
Céramique ;  
Ions métalliques

**Résumé** Le défaut de fonctionnement d'une arthroplastie totale de hanche est habituellement diagnostiqué sur des arguments cliniques et radiographiques, tandis que les dosages d'ions métalliques sanguins ne sont recommandés que pour la surveillance des prothèses à frottement métal-métal. Ces dosages peuvent s'avérer très utiles afin de détecter l'anomalie de fonctionnement d'autres couples de frottement comme le métal céramisé. Nous rapportons le cas d'une patiente porteuse d'une arthroplastie totale de hanche sans ciment douloureuse porteuse d'un couple de frottement dur-dur en métal céramisé (Plasmaceram™), pour lequel les résultats des dosages sanguins ont été décisifs à l'indication de révision en l'absence d'anomalie radiographique. L'élévation importante du Cobalt et modérée du Chrome dans le sang total faisait suspecter une anomalie du couple de frottement qui s'est révélée être un effet came sévère et a conduit à la révision des deux composants. Le dosage des ions métalliques sanguins peut être utile à l'évaluation du fonctionnement d'une prothèse totale de hanche avec un couple de frottement d'un autre type que le métal-métal pour lequel il est classiquement recommandé. © 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

DOI de l'article original : [10.1016/j.otsr.2009.09.014](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2009.09.014).

<sup>☆</sup> 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.

<sup>☆☆</sup> Travail effectué dans le cadre d'un séjour en France avec une bourse de la SOFCOT (2008).

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [j.girard.lille@yahoo.fr](mailto:j.girard.lille@yahoo.fr) (J. Girard).

## Introduction

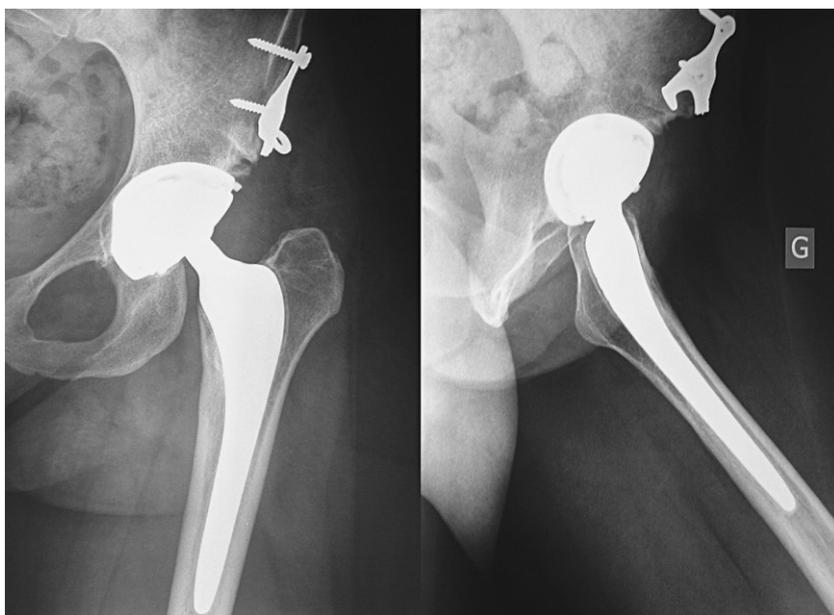
L'évaluation des taux d'ions métalliques dans le sang est recommandée pour la surveillance des couples de frottement métal-métal [1–5] mais aussi céramique-métal [6]. Elle permet en effet de détecter, avant la survenue d'anomalies radiographiques, un défaut de fonctionnement [7–10]. Le métal céramisé a été introduit au milieu des années 1990 en chirurgie orthopédique sous l'impulsion d'industriels et du CHU de Limoges [11,12]. Des échecs ont été rapportés, liés à la désolidarisation de la céramique du substrat métallique (décoiffage), ayant conduit à l'abandon progressif de ce couple de frottement dur-dur classé parmi les couples céramique-céramique [13]. La surveillance de ce couple de frottement, d'utilisation rare, est difficile rendant l'indication de révision non aisée, notamment, en l'absence d'anomalies radiographiques et/ou lorsque les symptômes cliniques sont limités. Nous rapportons un cas clinique montrant l'intérêt du dosage des ions métalliques dans ce type de situation.

## Cas clinique

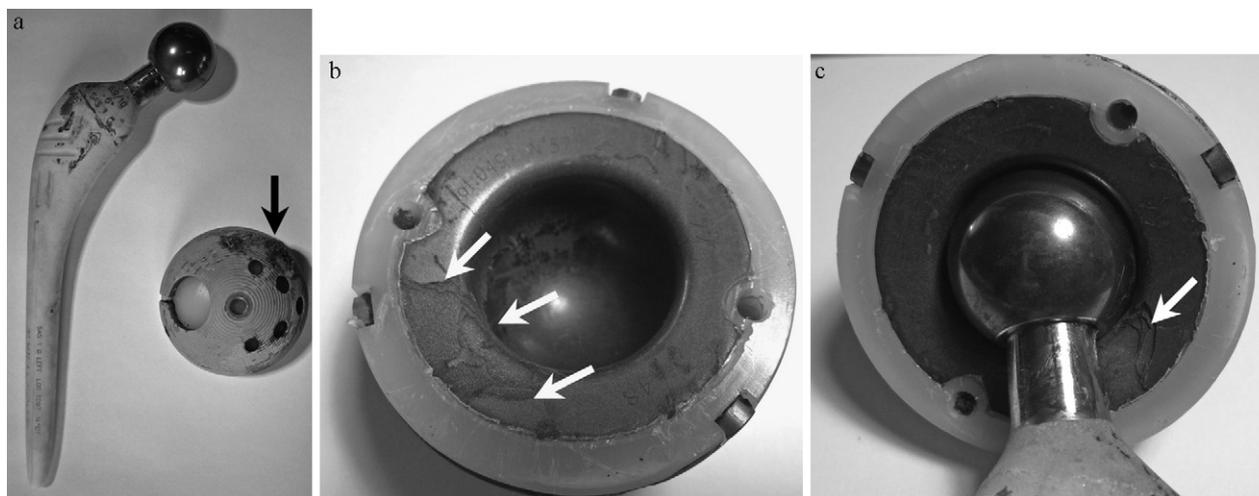
Il s'agissait d'une patiente âgée de 31 ans, opérée à trois reprises d'une luxation congénitale de hanche gauche : reposition chirurgicale à l'âge de la marche, butée de hanche en 1997 à l'âge de 19 ans, reprise en 1998 en raison d'une arthrose évolutive, par une arthroplastie totale sans ciment (prothèse Saphir™, Crystal™, Limoges, France) en alliage de Titane avec couverture du pivot et de la cupule par de l'hydroxyapatite (Fig. 1 et 2). Le couple de frottement en calibre 22,2 mm était de type dur-dur en métal céramisé (Plasmaceram™, Crystal™, Limoges, France) avec un sandwich d'interposition en polyéthylène entre l'insert acétabulaire et la cupule (Figs. 1 et 2). Le Plasmaceram™ est issu d'une projection par torche à plasma d'une céra-

mique d'hexaplasma associant oxyde de Chrome et carbure de Tungstène sur un substrat de titane (tête de 22,2 mm et insert métallique dans le sandwich de polyéthylène acétabulaire). La patiente a bénéficié en 2004 d'une arthroplastie sur la hanche controlatérale droite équipée d'un frottement dur-dur en céramique d'Alumine (arthroplastie sans ciment avec pivot et cupule en alliage de Ti<sub>4</sub>Al<sub>6</sub>V), cette arthroplastie ne posant pas de problème clinique ni radiographique. La patiente nous était référée en 2007 pour des douleurs inguinales et crurales sur sa prothèse totale de hanche gauche évoluant depuis cinq ans. Pendant trois ans, les douleurs étaient qualifiées de modérées, puis plus intenses depuis deux ans. Elle a consulté plusieurs chirurgiens qui, devant l'absence d'anomalies radiographiques, n'ont pas proposé de révision (Fig. 1). Lors de la prise en charge dans notre institution, les douleurs étaient devenues plus intenses, conduisant la patiente à un arrêt de travail depuis trois mois. Elle signalait épisodiquement des bruits anormaux (grincements) survenant à la marche prolongée et lors de l'activité sexuelle. Le score de Merle d'Aubigné [14] était de 14 (douleur : 4/ mobilité : 5/ marche : 5). À l'examen clinique, on ne détectait pas de piston axial, ni de phénomène d'effet came lors des amplitudes maximales de la hanche, notamment en flexion maximale combinée à la rotation interne et en extension combinée à la rotation externe. Cependant, la patiente signalait une raideur ancienne depuis l'enfance aggravée par les différentes interventions, la mobilité de la hanche gauche étant mesurée à 85/10 ; 30/20 ; 30/20.

L'examen radiographique ne mettait pas en évidence de phénomène d'ostéolyse (Fig. 1). Un examen tomographique (TDM) [15] permettait de retrouver une orientation correcte de la cupule et une hyperantéversion de la tige fémorale (40 degrés d'antéversion fémorale, 15 degrés d'antéversion acétabulaire). Une ponction de hanche permettait de prélever un liquide citrin, écartant l'hypothèse d'une métallose sévère, et dont la culture était stérile sur milieux standard et enrichi de Rosenow [16]. Il n'y a pas



**Figure 1** Radiographies ne montrant pas d'anomalie des interfaces ni d'ostéolyse autour de l'arthroplastie non scellée à couple de frottement Plasmaceram™.



**Figure 2** Aspect des explants, la flèche noire montre la zone de réhabilitation de la cupule (a). Les flèches blanches identifient et donnent les limites de l'effet came qui sont observées dans la région postéro-inférieure de la cupule (contact col rebord du Plamaceram™ identifié par une flèche blanche à droite) (b). En revanche, il n'y a pas d'empreinte identifiable sur le col prothétique (c).

eu de dosage des ions métalliques dans le liquide articulaire. Il s'agissait donc d'une arthroplastie douloureuse sans cause évidente d'échec, avec la suspicion d'une anomalie de fonctionnement du couple de frottement. Un dosage sanguin des ions métalliques (sur sang total) a été décisif pour l'indication opératoire : Cobalt  $9,7 \mu\text{g/L}$ , Chrome  $0,8 \mu\text{g/L}$  et Titane inférieure à  $5 \mu\text{g/L}$ . Le taux de Cobalt était près de dix fois au-dessus du taux normal du laboratoire, tandis que le taux de Chrome était modérément augmenté mais inférieur à la valeur normale sans exposition (inférieur à

$1 \mu\text{g/L}$ ), le titane était au-dessous du seuil de détection (Laboratoire Claude Levy Biomnis, Evry). Hormis sa prothèse controlatérale non cimentée disposant d'un couple de frottement céramique, elle ne portait pas d'autre implant orthopédique ou dentaire et était sans exposition professionnelle particulière. La seule source de cette production excessive de chrome était donc le couple de frottement Plamaceram™, justifiant la révision de l'arthroplastie. Lors de la révision, il n'y avait pas de métallose macroscopique et il n'était pas observé de « décoiffage » des pièces de frottement. En revanche, un effet came entre la face postérieure du col fémoral et le rebord postéro-inférieur de l'insert de Plamaceram™ était identifié (Fig. 2), motivant le changement des deux pièces non descendées. La cupule présentait une zone de réhabilitation sur 25% de la surface d'hydroxyapatite mais assurant la fixation solide, tandis que la réhabilitation du pivot était plus limitée mais celui-ci ne présentait aucun micromouvement et sa fixation en apparence correcte imposait l'usage d'extracteurs mécaniques pour son ablation (Fig. 2). Le changement a été pratiqué au profit d'une arthroplastie à frottement métal-métal en grand diamètre (Fig. 3). Le résultat sur la douleur était satisfaisant au recul de 12 mois avec une hanche cotée à 17 (douleur : 6/mobilité : 5/marche : 6).



**Figure 3** Radiographie après la révision bipolaire au profit d'un couple métal-métal en grand diamètre (arthroplastie hybride sans ciment au fémur et cimentation dans une armature pour l'acétabulum).

## Discussion

L'utilisation d'un couple de frottement dur-dur expose à des dysfonctionnements qui peuvent être secondaires à plusieurs anomalies : défaut d'orientation des implants (effet came, rupture par effet came, charge excentrique et usure prématurée), défaut de conception des implants (ostéolyse précoce, bruits anormaux, usure prématurée) [10,17–20]. Dans notre observation, un effet came était à l'origine des douleurs et celui-ci aurait du être identifié cliniquement, d'autant que la TDM montrait une antéversion fémorale excessive, mais cet excès d'antéversion fémorale était compensé par une faible antéversion acétabulaire [15]. La

raideur de la hanche rendait à tort pour nous peu probable le diagnostic d'effet came, de même qu'elle a sans doute entravé sa détection clinique [10].

Notre observation rappelle que les couples de frottement dur-dur, classiquement recommandés chez les sujets jeunes [21–23], doivent être utilisés avec prudence : sélection rigoureuse des indications et des matériaux, orientation des implants, surveillance rapprochée [22,24]. Le couple de frottement en Plasmaceram™ ne répondait pas à tous ces impératifs et à notre connaissance, ses échecs n'ont pas été rapportés dans une revue référencée sur PubMed, mais rapportés dans un article accessible électroniquement [13]. Dès lors, l'absence de connaissance de l'implant, le caractère modéré des symptômes et surtout l'absence de signes radiographiques étaient des facteurs confondants qui n'incitaient pas à une reprise chirurgicale. À l'inverse, le dosage des ions métalliques s'est avéré déterminant pour poser l'indication de révision. L'élévation du Cobalt apparaît paradoxale, puisque le Plasmaceram™ était en théorie composé de Chrome et de Tungstène, mais des impuretés métalliques incluses peuvent être à l'origine d'un tel résultat, des anomalies des procédures de contrôle qualité ayant été identifiées chez le fabricant [13].

Le dosage des ions métalliques dans le sang total, dans les érythrocytes ou dans le sérum impose des critères de qualité : usage d'aiguilles spécifiques sans Chrome ni Cobalt ni Titane, point de ponction vierge de tout autre dispositif veineux, conservation des échantillons à température régulée avant analyse, transport à l'aide d'un kit spécifique, laboratoire spécialisé capable de mener une analyse en *inductively coupled plasma mass spectroscopie* (ICPMS) pour le Cobalt et ICP-AAS pour le chrome et dont les valeurs seuil doivent être connues (habituellement 0,1 µg/l pour le Cobalt et 0,5 µg/l pour le Chrome) [3,25]. Sur des couples de frottement métal-métal, les dosages d'ions métalliques permettent de détecter une anomalie de fonctionnement et ainsi de promouvoir l'indication de révision [8–10]. De même, sur des couples de frottement dur-mou les dosages d'ions métalliques peuvent indiquer un défaut de fixation [26]. En revanche, à notre connaissance sur d'autres couples de frottement dur-dur, notamment céramique, l'utilisation des dosages n'est pas fréquente : Grubl et al. [27] ont étudié le taux d'Alumine de Chrome et de Cobalt comparant des prothèses sans ciment à frottement céramique-céramique et métal-métal, mais ils n'ont pas observé d'élévation en l'absence de dysfonctionnement majeur. Si les dosages d'ions sanguins peuvent identifier un défaut de fonctionnement d'un couple métal-métal [8,9], ils peuvent aussi être pris en défaut comme le montre l'étude de Lhotka et al. [28] qui n'identifiait pas d'élévation des taux d'ions pour le couple Sikomet™ (au recul moyen de quatre ans) alors que celui-ci a donné lieu à des échecs anormalement fréquents avec métallose et ostéolyse [18,24]. En revanche, sur des arthroplasties de resurfaçage Langton et al. [9] et De Hann et al. [8] ont montré qu'une élévation des ions sanguins pouvait être le reflet d'une malposition et notamment d'une inclinaison élevée de la cupule, source d'usure excentrique ou d'une antéverson excessive source d'instabilité et d'effet came.

Notre observation rappelle aussi l'intérêt des notes de catamnèse pour les implants dont les échecs précoces [29], liés à un défaut de conception comme le Plasmaceram™,

doivent être publiés pour éviter de reproduire les mêmes erreurs en tenant informé la communauté orthopédique qui peut être confrontée à la reprise de ce type d'implant [29]. Après des résultats encourageants du Plasmaceram™ au recul de deux ans [12], une publication dans une revue non référencée sur PubMed par Arnaud et al. [13] faisait état de 20% d'échecs à seulement quatre ans de recul, notamment en raison du « décoiffage » de la céramique en couche mince. Ce travail accessible sur internet [13] en Français mériterait une actualisation des données et une publication accessible plus largement dans les bases de données.

## Conclusion

Le dosage des ions métalliques dans le sang peut être recommandé pour comprendre le dysfonctionnement de couples de frottement d'autres types que le métal-métal pour lequel il est classiquement recommandé.

## Conflit d'intérêt

Aucun.

## Remerciements

Remerciements au Pr Christian Mabit pour son aide précieuse en ce qui concerne les données de la prothèse Saphyr/Plasmaceram.

## Références

- [1] Antoniou J, Zukor DJ, Mwale F, Minarik W, Petit A, Huk OL. Metal ion levels in the blood of patients after hip resurfacing: a comparison between 28 and 36 mm head metal-on-metal prostheses. *J Bone Joint Surg (Am)* 2008;90 Suppl 3:142–8.
- [2] Jacobs JJ, Skipor AK, Campbell PA, Hallab NJ, Urban RM, Amstutz HC. Can metal levels be used to monitor metal-on-metal hip arthroplasties? *J Arthroplasty* 2004;19(Suppl 3):59–65.
- [3] Macdonald SJ. Can a safe level for metal ions in patients with metal-on-metal total hip arthroplasties be determined? *J Arthroplasty* 2004;19(Suppl 3):71–7.
- [4] Vendittoli PA, Mottard S, Roy AG, Dupont C, Lavigne M. Chromium and cobalt ion release following the Durom high carbon content, forged metal-on-metal surface replacement of the hip. *J Bone Joint Surg (Br)* 2007;89:441–8.
- [5] Daniel J, Ziaee H, Pradhan C, McMinn DJW. Six-year results of a prospective study of metal ion levels in young patients with metal-on-metal hip resurfacings. *J Bone Joint Surg (Br)* 2009;91:176–9.
- [6] Williams S, Schepers A, Isaac G, Hardaker C, Ingham E, van der Jagt D, et al. The 2007 Otto Aufranc Award, Ceramic-on-metal hip arthroplasties: a comparative in vitro and in vivo study. *Clin Orthop* 2007;465:23–32.
- [7] Delaunay C. Un couple de frottement métal-métal peut-il améliorer la longévité des prothèses totales de hanche? *Rev Chir Orthop* 2005;91:70–8.
- [8] De Haan R, Pattyn C, Gill HS, Murray DW, Campbell PA, De Smet K. Correlation between inclination of the acetabular component and metal ion levels in metal-on-metal hip resurfacing replacement. *J Bone Joint Surg (Br)* 2008;90:1291–7.
- [9] Langton DJ, Jameson SS, Joyce TJ, Webb J, Nargol AVF. The effect of component size and orientation on the concentrations

- of metal ions after resurfacing arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg (Br)* 2008;90:1143–51.
- [10] Passuti N, Terver S. Le frottement métal-métal en arthroplastie totale de hanche. Aspect de matériovigilance. *Rev Chir Orthop* 2007;93:288–312.
- [11] Céramiques en Limousin. Document de la DRIRE Limousin. Monographie 2001: <http://www.limousin.drire.gouv.fr/di/ceramique/ceramiques%20en%20limousin.PDF>.
- [12] Arnaud JP, Setton D, Charissoux JL, Dunoyer PJ. Un nouveau couple de frottement pour prothèse totale de hanche. Métal-céramisé contre métal-céramisé. *Rev Chir Orthop* 1998;84 Suppl II:100–1.
- [13] Arnaud JP, Coste C, Charissoux JL, Mabit C, Pecout C. Céramiques et couples de frottement dans les prothèses totales de hanche. *Ann Orthop Ouest* 2005;37:25–32. [http://www.soo.com.fr/soo\\_site/p.protec/aoo37/Matinee%203.pdf](http://www.soo.com.fr/soo_site/p.protec/aoo37/Matinee%203.pdf).
- [14] Merle d'Aubigné R. Cotation chiffrée de la fonction de la hanche. *Rev Chir Orthop* 1990;76:371–4.
- [15] Pinoit Y, Migaud H, Ala Eddine T, Boden B, Monnin C, Cotten A. Équilibre pelvien et mesure TDM de l'orientation des implants. In: Drapé JL, Bard H, editors. Bassin & hanche. Monographie de la SIMS (GETROA GEL) Opus XXXIV, Montpellier Sauramps. 2007. p. 429–36.
- [16] Senneville E, Savage C, Nallet I, Yazdanpanah Y, Giraud F, Migaud H, et al. Improved aero-anaerobe recovery from infected prosthetic joint samples taken from 72 patients and collected intraoperatively in Rosenow's broth. *Acta Orthop* 2006;77:120–4.
- [17] Barrack RL, Burak C, Skinner HB. Concerns about ceramics in THA. *Clin Orthop* 2004;429:73–9.
- [18] Milosev I, Trebse R, Kovac S, Cor A, Pisot V. Survivorship and retrieval analysis of Sikomet metal-on-metal total hip replacements at a mean of seven years. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006;88:1173–82.
- [19] Allain J, Roudot-Thoraval F, Delecrin J, Anract P, Migaud H, Goutallier D. Revision total hip arthroplasty performed after fracture of a ceramic femoral head. A multicenter survivorship study. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003;85:825–30.
- [20] Jarrett CA, Ranawat AS, Bruzzone M, Blum YC, Rodriguez JA, Ranawat CS. The squeaking hip: a phenomenon of ceramic-on-ceramic total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)* 2009;91:1344–9.
- [21] Delaunay CP, Bonomet F, Clavert P, Laffargue P, Migaud H. THA using metal-on-metal articulation in active patients younger than 50 years. *Clin Orthop* 2008;466:340–6.
- [22] Bonomet F, Glorion C. Total hip arthroplasty in patients younger than 30 years old: conclusions and recommendations. *Rev Chir Orthop* 2008;94 Suppl(6):192–6.
- [23] Nizard R, Pourreyron D, Raould A, Hannouche D, Sedel L. Alumina-on-alumina hip arthroplasty in patients younger than 30 years old. *Clin Orthop* 2008;466:317–23.
- [24] Korovessis P, Petsinis G, Repanti M, Repantis T. Metallosis after contemporary metal-on-metal total hip arthroplasty. Five to nine year follow-up. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006;88:1183–91.
- [25] MacDonald SJ, Brodner W, Jacobs JJ. A consensus paper on metal ions in metal-on-metal hip arthroplasties. *J Arthroplasty* 2004;19(8 Suppl 3):12–6.
- [26] Damie F, Favard L. Metal serum levels in 48 patients bearing a chromium-cobalt total hip arthroplasty with a metal-on-polyethylene combination. *Rev Chir Orthop* 2004;90:241–8.
- [27] Grubl A, Weissinger M, Brodner W, Gleiss A, Giurea A, Gruber M, et al. Serum aluminium and cobalt levels after ceramic-on-ceramic and metal-on-metal total hip replacement. *J Bone Joint Surg (Br)* 2006;88:1003–5.
- [28] Lhotka C, Szekeres T, Steffan I, Klaus Huber K, Zweymüller K. Four-year study of cobalt and chromium blood levels in patients managed with two different metal-on-metal total hip replacements. *J Orthop Res* 2003;21:189–95.
- [29] Petit R. Partial replacement of obsolete prosthetic implants. *Rev Chir Orthop* 2005;91:581–94.