



RBO
REVISTA BRASILEIRA DE ORTOPEDIA

www.rbo.org.br



Artigo Original

Análise dimensional de diferentes acetábulos usados na artroplastia total do quadril[☆]

Carlos Roberto Schwartzmann^{a,b,*}, Leandro de Freitas Spinelli^b,
Leonardo Carbonera Boschin^b, Ramiro Zilles Gonçalves^b,
Anthony Kerbes Yépez^b, Telmo Roberto Strohaecker^c e Ralf Wellis de Souza^c

^a Universidade Federal de Ciências de Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

^b Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

^c Laboratório de Metalurgia Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 9 de agosto de 2012

Aceito em 3 de outubro de 2012

Palavras-chave:

Artroplastia de quadril

Acetábulo

Poliétileno

R E S U M O

Objetivo: O presente estudo faz uma análise dimensional dos diferentes acetábulos cimentados e não cimentados, nacionais e importados, disponíveis no mercado nacional para artroplastia total do quadril.

Métodos: Foram considerados os acetábulos de 50 mm, destinados às cabeças femorais de 28 mm. As análises dimensionais foram feitas em um equipamento tridimensional robótico de medição por coordenadas. Avaliou-se a menor espessura do polietileno e suas medidas externas (diâmetro do espaço para a cabeça femoral e diâmetro máximo do acetábulo).

Resultados: A espessura mínima do polietileno foi garantida em todos os componentes testados. A espessura dos acetábulos cimentados variou de 19,185 mm a 25,358 mm, enquanto a espessura dos acetábulos não cimentados variou de 12,451 mm a 19,232 mm. A espessura foi em média 27,96% menor nos acetábulos não cimentados. Em relação à cavidade acetabular do polietileno que recebe a cabeça femoral, todos os diâmetros internos apresentaram pelo menos 28 mm. Em relação ao diâmetro externo máximo do polietileno, apenas um acetábulo cimentado atingiu os 50 mm de diâmetro.

Conclusões: Observaram-se grandes diferenças nas medidas entre as marcas e os modelos analisados. Os acetábulos não cimentados têm uma espessura menor. Os diâmetros dos acetábulos não cimentados também foram menores do que os cimentados, à custa de sua necessidade de inserção no *metal-back*.

© 2013 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

[☆] Trabalho realizado no Complexo Hospitalar Santa Casa de Porto Alegre e no Laboratório de Metalurgia Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: schwartzmann@santacasa.tche.br (C.R. Schwartzmann).

Dimensional analysis of total hip arthroplasty polyethylenes

A B S T R A C T

Keywords:

Arthroplasty, replacement, hip
Acetabulum
Polyethylene

Objective: This paper performs a dimensional analysis of different total hip arthroplasty polyethylenes, cemented and non-cemented, brazilian made and imported.

Methods: It was considered acetabular components with 50 mm for the 28 mm femoral heads. Dimensional analysis were performed on a 3d coordinate Carl-Zeiss robotic device. Polyethylene thickness and its external measurements (maximum diameter and diameter for the femoral head) were measured.

Results: The minimum thickness of the polyethylene was guaranteed on all tested components. The thickness of cemented acetabular varied from 19.185 mm to 25.358 mm, while the thickness of the non-cemented acetabular varied from 12.451 mm to 19.232 mm. The thickness was 27.96% lower in non-cemented acetabular components. With respect to the polyethylene acetabular cavity that receives the femoral head, all internal diameters exhibit at least 28 mm. In relation to the maximum outer diameter of the polyethylene, only one cemented acetabular component reached 50 mm in diameter.

Conclusions: There are large differences in measurements between brands and models analyzed. Cementless acetabular components have the smaller thickness. The diameters of non-cemented acetabular were also lower than those cemented at the expense of their need to insert into the metal-back.

© 2013 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

A cirurgia do quadril continua a enfrentar desafios constantes pelo aumento do volume de pacientes e dos custos e pelas controvérsias a respeito da confiabilidade e do desempenho dos implantes.^{1,2} A artroplastia total do quadril tem sido indicada cada vez mais em pacientes mais jovens e ativos. Os resultados da artroplastia do quadril mostraram-se excelentes em pacientes mais idosos. Entretanto, em pacientes mais jovens (< 40 anos), as taxas de falha encontram-se entre 21% a 28% em cinco anos.³⁻⁷ A combinação clássica de metal articulado com polietileno de ultra-alto peso molecular continua sendo a mais amplamente usada¹ e continuará sendo ainda por muitos anos com o advento do polietileno *crosslinked*.

A superfície metal-polietileno é barata, permite a imediata descarga de peso e os cirurgiões têm ampla experiência com o método e o acetábulo atual. Como desvantagens, o cimento envelhece e se desintegra sucessivamente. Schulte et al.,⁸ Keener et al.,⁹ Callaghan et al.¹⁰ e Buckwalter et al.¹¹ apresentam de 69% a 90% de bons resultados com a prótese de Charnley em 20 a 30 anos de seguimento. Wroblewski et al.¹² reportam um período ainda maior de seguimento (30 a 40 anos) da prótese de Charnley com 90% de bons resultados.

O desgaste do polietileno é o maior obstáculo na longevidade das próteses. Pacientes jovens e ativos, principalmente abaixo de 55 anos, do sexo masculino são os que apresentam maior risco para o desgaste acelerado.¹ A espessura do polietileno tem sido reportada como sendo um dos fatores que causam seu desgaste. Conforme Bartel et al.,¹³ os estresses são aumentados no polietileno se sua espessura for menor do que 5 mm, o que leva a um risco inaceitável de desgaste prematuro. Portanto, essa espessura crítica deve ser prevista para evitar desgastes intensos e, por isso, um dimensionamento preciso

deve ser feito no momento da fabricação dos implantes. O objetivo do presente estudo é fazer uma análise dimensional de diferentes acetábulo de 50 mm de próteses cimentadas e não cimentadas, nacionais e importados.

Materiais e métodos

A presente pesquisa faz uma avaliação dimensional de acetábulo encontrados no mercado nacional e envolve 11 componentes nacionais e importados, das mais diversas marcas e dos mais diversos modelos (cimentados e não cimentados), denominados a partir de então por seus fabricantes como A, B, C etc., por questões éticas e legais. Consideraram-se para padronizar a pesquisa apenas os acetábulo de 50 mm e destinados às cabeças femorais de 28 mm.

Todos os acetábulo foram mensurados no Laboratório de Metalurgia Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Lamef/UFRGS), credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e que faz as análises para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). As análises dimensionais foram feitas em um equipamento tridimensional robótico de medição por coordenadas marca Carl-Zeiss modelo Vista (fig. 1). A menor espessura do polietileno de cada peça foi medida por essa forma. Nesse caso, devemos lembrar que os polietilenos apresentam sulcos e flanges, o que não representa sua real medida de espessura, e por isso a necessidade de um sistema 3D para localizar o ponto de menor espessura. Cada acetábulo foi analisado individualmente. As medidas externas obtidas (diâmetro do espaço para a cabeça femoral e máximo do acetábulo como um todo) foram posteriormente comparadas com as medidas feitas por paquímetro de precisão, com média de três medições.

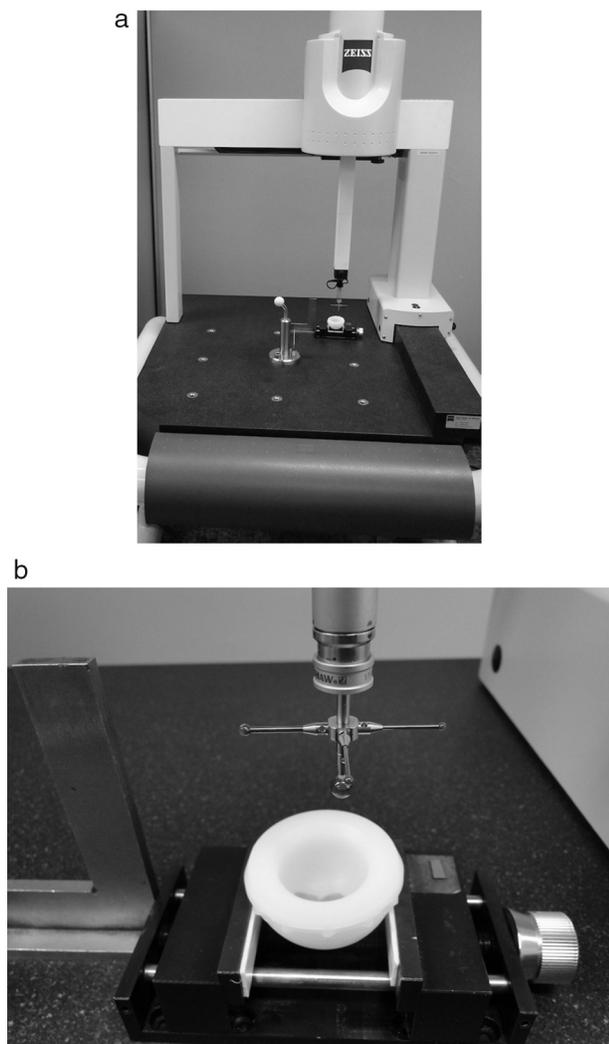


Figura 1 – Equipamento Carl-Zeiss usado para fazer as medidas, (a) em vista geral e (b) focalizado.

Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os diferentes fabricantes em relação aos componentes cimentados e não cimentados. A espessura mínima do polietileno foi garantida em todos os componentes testados. Entretanto, quando se consideram os diferentes acetábulos, observam-se grandes variações. A espessura do acetábulo cimentado nacional variou de 19,185 mm a 25,358 mm (média de 22,593 mm), enquanto a do importado variou de 21,058 mm a 23,143 mm (média de 22,053 mm). A espessura do acetábulo não cimentado nacional variou de 15,444 mm a 19,232 mm (média de 17,338 mm), enquanto a do não cimentado importado variou de 12,451 mm a 18,929 mm (média de 15,245 mm). Considerando-se todos os acetábulos, a espessura média dos acetábulos cimentados foi de 22,323 mm, enquanto a dos não cimentados foi de 16,082 mm. Portanto, a espessura foi em média 27,96% menor nos acetábulos não cimentados.

Em relação à cavidade acetabular do polietileno que recebe a cabeça femoral, todos os diâmetros internos apresentam pelo menos 28 mm. A cavidade mais justa foi a de uma prótese

Tabela 1 – Medidas dos diferentes acetábulos

	Espessura (mm)	Diâmetro interno (mm)	Diâmetro externo (mm)
<i>Acetábulos cimentados nacionais</i>			
A	23,236	28,1899	50,0321
A	19,185	28,2313	49,6687
B	25,358	28,2668	49,8918
Média	22,593	28,2293	49,8642
Desvio	3,1363	0,0385	0,1833
<i>Acetábulos não cimentados nacionais</i>			
A	19,232	28,1200	45,3300
C	15,444	28,2836	47,9197
Média	17,338	28,2018	46,62485
Desvio	2,6785	0,1157	1,8312
<i>Acetábulos cimentados importados</i>			
D	21,959	28,1114	49,5826
E	23,143	28,2846	49,7334
F	21,058	28,4393	47,7133
Média	22,053	28,278	49,010
Desvio	1,0457	0,1640	1,1253
<i>Acetábulos não cimentados importados</i>			
D	14,356	28,1689	43,1000
E	18,929	28,1775	45,7739
F	12,451	28,0620	45,9389
Média	15,245	28,136	44,938
Desvio	3,3293	0,0643	1,5935

importada não cimentada (28,062 mm), enquanto a de maior folga foi a de um acetábulo cimentado importado (28,439 mm).

Em relação ao diâmetro externo máximo do polietileno, apenas um acetábulo nacional cimentado atingiu os 50 mm de diâmetro (50,032 mm) e foram encontrados até 43,100 mm no menor diâmetro em uma prótese não cimentada importada. O diâmetro do acetábulo cimentado nacional variou de 49,668 mm a 50,032 mm (média de 49,864 mm), enquanto o acetábulo cimentado importado variou de 47,713 mm a 49,733 mm (média de 49,010 mm). O diâmetro do acetábulo não cimentado nacional variou de 45,330 mm a 47,919 mm (média de 46,624 mm), enquanto no acetábulo não cimentado importado o diâmetro variou de 43,100 a 45,938 mm (média de 44,938 mm).

Discussão

Huo et al.² relatam que as taxas de desgaste de polietilenos *crosslinked* encontradas para cabeças 28 mm e 32 mm não diferem e que esse fato é importante porque cabeças maiores têm sido usadas para melhorar o desempenho clínico dos implantes e reduzir o risco de luxação. Apesar de haver diferenças nítidas no dimensionamento das peças, temos de levar em conta que nem todos os polietilenos são fabricados com *crosslink* e que, mesmo que fossem, diferentes graus de radiação podem introduzir diferentes resistências. Entretanto, esse fato não foi avaliado no presente trabalho. A intenção era avaliar suas características dimensionais, como forma de se considerar a compatibilidade desses elementos.

Bartel et al.¹³ mostraram que uma espessura mínima de 5 mm é necessária para evitar desgastes excessivos. Tentamos avaliar esse fator na presente pesquisa e todos

os acetábulo foram medidos acima desse valor. Charnley, nos seus primeiros trabalhos, concluiu que o desgaste do acetábulo convencional é de 0,1 mm/ano. Glyn-Jones et al.¹⁴ analisaram o desgaste do polietileno em 54 próteses totais e observaram que o polietileno *crosslink* gastou 0,06 mm/ano e acharam o mesmo valor encontrado por Charnley para o acetábulo convencional. McCalden et al.¹⁵ observaram valores ainda menores em um estudo prospectivo randomizado para polietilenos convencionais e *crosslink*, 0,05 mm/ano e 0,003 mm/ano, respectivamente. Resultados semelhantes foram vistos por Thomas et al.,¹⁶ 0,005 mm/ano para o polietileno *crosslink* e 0,037 para o convencional. Woolson e Murphy¹⁷ e Gaffey et al.¹⁸ avaliaram pacientes com próteses do tipo Harris-Galante e observaram desgaste de 0,14 a 0,15 mm/ano. Stilling et al.,¹⁹ Kampa et al.,²⁰ Mutimer et al.,²¹ Dair e Angus,²² e Emms et al.²³ avaliaram próteses não cimentadas e concluíram que o desgaste do polietileno variou de 0,12 a 0,28 mm/ano. Witte et al.²⁴ avaliaram a prótese de Spotorno e observaram 0,31 mm/ano. Mais recentemente, Kurtz et al.²⁵ fizeram uma revisão sistemática da literatura e concluíram que o polietileno *crosslink* apresenta um desgaste médio de 0,042 mm/ano e o convencional 0,137 mm/ano. Caton e Prudhon²⁶ revisaram recentemente a prótese de Charnley em um longo seguimento e concluíram que o próprio Charnley já havia demonstrado, um desgaste médio de 0,1 mm/ano. Clement et al.,²⁷ após extensa revisão da literatura, concluíram que não existem evidências na literatura de que o acetábulo não cimentado apresente melhores resultados do que o cimentado. Ao analisar todas as idades e indicações, concluíram que o acetábulo cimentado continua sendo o *gold-standart*. Em relação a novos materiais, Gottliebsen et al.²⁸ analisaram artroplastias não cimentadas com e sem hidroxiapatita e concluíram que a hidroxiapatita gastou mais, 0,18 mm/ano, contra 0,12 mm/ano. Dahl et al.²⁹ compararam próteses cimentadas com cabeça cerâmica e com cromo-cobalto e observaram que a primeira gastou 0,05 mm/ano e a segunda 0,1 mm/ano. Os polietilenos não cimentados, portanto, apresentam maior desgaste, fato esse que pode estar relacionado à sua menor espessura, observada na presente pesquisa.

Além disso, o dimensionamento também é importante no momento em que trocamos um componente femoral e colocamos uma cabeça nova. Será que essa teria realmente o mesmo diâmetro da anterior e, assim, encaixar-se-ia perfeitamente sem gerar atrito e partículas ou, ainda, um acetábulo de diâmetro de 50 mm, por exemplo, de uma empresa é igual ao de 50 mm de outra? A pesquisa mostra que nem todas as cabeças são compatíveis, pois, apesar de estarem ao redor de seu valor desejado em projeto, esse espaço apresenta uma mínima variação, que já poderia ser suficiente para que não ocorra o encaixe perfeito entre diferentes marcas. Da mesma forma, para os componentes cimentados, observou-se que nem todos os maiores diâmetros (50 mm) são realmente o que se propõem. Schwartzmann et al.,³⁰ em um estudo semelhante, mas para polietilenos de artroplastias de joelho, já haviam observado que a espessura do polietileno não é informada corretamente pelos fabricantes. Os autores constataram que todas as medidas encontradas estavam abaixo das especificações de cada um dos fabricantes e que os polímeros importados não foram superiores aos nacionais quanto à

espessura. Resultados similares foram observados na presente pesquisa, mas para os acetábulo.

No caso de componentes não cimentados, trabalhos futuros devem considerar o acetábulo na cúpula metálica no momento de se medirem os maiores diâmetros. O fato é que as espessuras desses polietilenos são inferiores às dos componentes cimentados, o que pode explicar a maior osteólise nas artroplastias não cimentadas. Mall et al.³¹ analisaram polietileno *crosslink* e polietileno convencional e, após seguimento de cinco anos, encontraram osteólise em apenas 2% no primeiro tipo e 24% no segundo.

Lembramos que não estamos discutindo neste trabalho a qualidade dos implantes, fato que pode justificar a menor espessura em geral nos componentes importados (polietilenos de melhor qualidade?; apenas por economia no processo de fabricação?). Entretanto, os espaços destinados para articulação das cabeças femorais parece apresentar uma maior padronização, com menores discrepâncias, ainda que incompatíveis entre as marcas e modelos.

Conclusão

A análise dimensional dos acetábulo disponíveis no mercado brasileiro aponta grandes diferenças entre marcas e modelos. As medidas de um acetábulo de 50 mm foram raras vezes encontradas, tanto em polietilenos cimentados como em não cimentados, nacionais ou importados. Os acetábulo não cimentados têm espessura menor, em torno de 27,96%. O diâmetro do acetábulo não cimentado também foi menor do que o dos cimentados, mas à custa de sua necessidade de inserção no *metal-back*.

Novas pesquisas são necessárias para averiguar todas as marcas, todos os tamanhos e modelos e ainda se há diferenças entre lotes de uma mesma empresa. Não foi analisada a qualidade dos implantes na presente pesquisa ou seu nível de *crosslink*.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Harkess JW, Crockarell JR. Arthroplasty of the hip. In: Canale ST, Beaty JH, editors. Campbell's operative orthopaedics. 11th ed. Mosby Elsevier: Philadelphia; 2008. p. 312-481.
2. Huo MH, Stockton KG, Mont MA, Parvizi J. What's new in total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2010;92(18):2959-72.
3. Duffy GP, Berry DJ, Rowland C, Cabanela ME. Primary uncemented total hip arthroplasty in patients <40 years old: 10- to 14-year results using first-generation proximally porous-coated implants. J Arthroplasty. 2001;16 8 Suppl 1:140-4.
4. Chandler HP, Reineck FT, Wixson RL, McCarthy JC. Total hip replacement in patients younger than thirty years old. A five-year follow-up study. J Bone Joint Surg Am. 1981;63(9):1426-34.
5. Kim WC, Grogan T, Amstutz HC, Dorey F. Survivorship comparison of Tharies and conventional hip arthroplasty

- in patients younger than 40 years old. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;21(4):269-77.
6. Smith SE, Estok DM, 2nd, Harris WH. 20-year experience with cemented primary and conversion total hip arthroplasty using so-called second-generation cementing techniques in patients aged 50 years or younger. *J Arthroplasty.* 2000;15(3):263-73.
 7. Amstutz HC, Beaulé PE, Dorey FJ, Duff MJL, Campbell PA, Gruen TA. Metal-on-metal hybrid surface arthroplasty: two to six-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(1):28-39.
 8. Schulte KR, Callaghan JJ, Kelley SS, Johnston RC. The outcome of Charnley total hip arthroplasty with cement after a minimum twenty-year follow-up The results of one surgeon. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(7):961-75.
 9. Keener JD, Callaghan JJ, Goetz DD, Pederson DR, Sullivan PM, Johnston RC. Twenty-five-year results after Charnley total hip arthroplasty in patients less than fifty years old: a concise follow-up of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(6):1066-72.
 10. Callaghan JJ, Templeton JE, Liu SS, Pedersen DR, Goetz DD, Sullivan PM, et al. Results of Charnley total hip arthroplasty at a minimum of thirty years. A concise follow-up of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(4):690-5.
 11. Buckwalter AE, Callaghan JJ, Liu SS, Pedersen DR, Goetz DD, Sullivan PM, et al. Results of Charnley total hip arthroplasty with use of improved femoral cementing techniques, a concise follow-up, at minimum of twenty-five years, of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(7):1481-5.
 12. Wroblewski BM, Siney PD, Fleming PA. Charnley low-frictional torque arthroplasty: follow-up for 30 to 40 years. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(4):447-50.
 13. Bartel DL, Burstein AH, Toda MD, Edwards DL. The effect of conformity and plastic thickness on contact stresses in metal-backed plastic implants. *J Biomech Eng.* 1985;107(3):193-9.
 14. Glyn-Jones S, Isaac S, Hauptfleisch J, McLardy-Smith P, Murray DW, Gill HS. Does highly cross-linked polyethylene wear less than conventional polyethylene in total hip arthroplasty? A double-blind, randomized, and controlled trial using roentgen stereophotogrammetric analysis. *J Arthroplasty.* 2008;23(3):337-43.
 15. McCalden RW, MacDonald SJ, Rorabeck CH, Bourne RB, Chess DG, Charron KD. Wear rate of highly cross-linked polyethylene in total hip arthroplasty. A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(4):773-82.
 16. Thomas GER, Simpson DJ, Mehmood S, Taylor A, McLardy-Smith P, Gill HS, et al. The seven-year wear of highly cross-linked polyethylene in total hip arthroplasty: a double-blind, randomized controlled trial using radiostereometric analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(8):716-22.
 17. Woolson ST, Murphy MG. Wear of the polyethylene of Harris-Galante acetabular components inserted without cement. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77(9):1311-4.
 18. Gaffey JL, Callaghan JJ, Pedersen DR, Goetz DD, Sullivan PM, Johnston RC. Cementless acetabular fixation at fifteen years. A comparison with the same surgeon's results following acetabular fixation with cement. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(2):257-61.
 19. Stilling M, Soballe K, Andersen NT, Larsen K, Rahbek O. Analysis of polyethylene wear in plain radiographs. *Acta Orthop.* 2009;80(6):675-82.
 20. Kampa RJ, Hacker A, Griffiths E, Rosson JW. In vivo polyethylene wear of bilateral total hip replacements Cemented versus uncemented modular sockets. *Hip Int.* 2010;20(4):447-52.
 21. Mutimer J, Devane PA, Adams K, Home JG. Highly crosslinked polyethylene reduces wear in total hip arthroplasty at 5 years. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(12):3228-33.
 22. Datir SP, Angus PD. Long-term survival of an hydroxyapatite-coated threaded cup in the presence of a high polyethylene wear rate. *Hip Int.* 2010;20(3):327-34.
 23. Emms NW, Stockley I, Hamer AJ, Wilkinson JM. Long-term outcome of cementless, hemispherical, press-fit acetabular component: survivorship analysis and dose-response relationship to linear polyethylene wear. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(6):856-61.
 24. Witte PB, Brand R, Vermeer HG, Van der Heide HJ, Barnaart AF. Mid-term results of total hip arthroplasty with the cementless Spotorno (CLS) system. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(13):1249-55.
 25. Kurtz SM, Gawel HA, Patel JD. History and systematic review of wear and osteolysis outcomes for first-generation highly crosslinked polyethylene. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(8):2262-77.
 26. Caton J, Prudhon JL. Over 25 years survival after Charnley's total hip arthroplasty. *Int Orthop.* 2011;35(2):185-8.
 27. Clement ND, Biant LC, Breusch SJ. Total hip arthroplasty: to cement or not to cement the acetabular socket? A critical review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132(3):411-27.
 28. Gottliebsen M, Rahbek O, Ottosen PF, Soballe K, Stilling M. Superior 11-year survival but higher polyethylene wear of hidroxyapatite-coated Mallory-head cups. *Hip Int.* 2012;22(1):35-40.
 29. Dahl J, Soderlund P, Nivbrant B, Nordsetten L, Rohrl SM. Less wear with aluminium-oxide heads than cobalt-chrome heads with ultra high molecular weight cemented polyethylene cups: a ten-year follow-up with radiostereometry. *Int Orthop.* 2012;36(3):485-90.
 30. Schwartzmann CR, Boschin LC, Corrêa MS, Crestani MV. Análise da espessura do polietileno tibial usado nas artroplastias totais de joelho. *Rev Bras Ortop.* 2004;39(9):492-6.
 31. Mall NA, Nunley RM, Zhu JJ, Maloney WJ, Barrack RL, Clohisy JC. The incidence of acetabular osteolysis in young patients with conventional versus highly crosslinked polyethylene. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(2):372-81.