

# Asociación entre los defectos del cementado femoral y los valores de la presión arterial media

FEDERICO J. BURGO, DIEGO E. MENGELLE, DIEGO A. PIAZZA, MARCOS GALLI,  
JUAN PABLO GUYOT y CARLOS M. AUTORINO

*Hospital Universitario Austral. Sección Cirugía Reconstructiva de Cadera.*

## RESUMEN

**Introducción:** Se ha demostrado que la disminución de la presión arterial media (PAM) produce un efecto hemostático en el conducto endomedular. En relación con la calidad del cementado en las artroplastias, no se han hallado publicaciones que correlacionen in vivo los valores de PAM y los defectos de cementación.

Se diseñó un estudio de corte transversal de correlación con el objetivo de investigar la posible asociación entre estos dos factores.

**Materiales y métodos:** Se seleccionaron 56 pacientes sometidos a artroplastias primarias de cadera, de acuerdo con un muestreo por conveniencia.

Los valores de presión arterial media durante el cementado se obtuvieron mediante la revisión de los monitoreos anestésicos intraoperatorios. Se consideraron defectos de cementado las burbujas y radiolucencias presentes en la interfaz hueso-cemento.

Se efectuaron cálculos de regresión con el método de Spearman entre ambas variables.

**Resultados:** La cantidad de burbujas encontradas por región femoral no se correlacionó con la PAM,  $R^2 = 0,02$  ( $p > 0,05$ ). Se observó una asociación estadísticamente significativa entre la mayor cantidad de radiolucencias en el manto de cemento y los mayores valores de PAM,  $R^2 = 0,7$  ( $p < 0,05$ ).

**Conclusiones:** Se ha logrado establecer una correlación lineal entre la aparición de defectos del cementado en forma de radiolucencias y los valores de la PAM.

En cuanto a los defectos denominados burbujas, no se observó tal correlación.

**PALABRAS CLAVE:** Artroplastia. Defectos. Radiolucencias. Burbujas. Presión arterial media.

ASSOCIATION BETWEEN FEMORAL CEMENTATION DEFECTS AND MEAN ARTERIAL PRESSURE VALUES

## ABSTRACT

**Background:** It has been shown that a reduction in mean arterial pressure (MAP) causes a haemostatic effect in the intramedullary canal. We found no publications describing an association between in vivo MAP and cementation defects during arthroplasty. This study investigates the association between these two factors.

**Methods:** Fifty six patients were selected after total hip replacement according to a convenience sample.

Mean arterial pressure (MAP) during the cementation process was obtained reviewing the intraoperative anaesthetic records. Bubbles and radiolucencies in the bone-cement interphase were considered cementation defects. Regression calculations were made using the Spearman method across both variables.

**Results:** The amount of bubbles found in the femoral region was not related to the MAP,  $R^2 = 0,02$  ( $p > 0,05$ ). A statistically significant association between radiolucencies in the cement mantle and MAP values was found,  $R^2 = 0,7$  ( $p < 0,05$ ).

**Conclusions:** A linear correlation was established between cementation defects like radiolucencies and MAP values. This correlation was not seen with bubble defects.

**KEY WORDS:** Arthroplasty. Cementation. Defects. Bubbles. Radiolucencies. Mean arterial pressure.

Recibido el 12-11-2007. Aceptado luego de la evaluación el 23-3-2010.

Correspondencia:

Dr. FEDERICO JOSE BURGO  
fburgo@cas.austral.edu.ar

La mayoría de los estudios que analizan los factores involucrados en la microinterdigitación mecánica del

cemento en el hueso esponjoso, como la presión y la viscosidad, se realizaron *in vitro*.<sup>9,10,18,21</sup> Por tal motivo, en ellos no se consideró el “efecto líquido” (sangre) ni la presión que esta ejerce en sentido contrario a la presión del cemento.

Barrack y cols.<sup>3</sup> especificaron, en su clasificación, las características radiológicas que definen la calidad del manto de cemento en relación con la supervivencia del implante. Según demostraron numerosos estudios, esta es muy baja en las categorías C2 y D.

La presencia de líquidos y detritos en el espacio endomedular en el momento del cementado se asoció con defectos de la interfaz hueso-cemento.<sup>4</sup> Se demostró que la disminución de la presión arterial media produce un efecto hemostático en el conducto endomedular.<sup>24</sup> En cuanto a la calidad del cementado, no se han hallado publicaciones que correlacionen los valores de presión arterial media y la calidad del manto de cemento. Se diseñó un estudio de corte transversal de correlación con el objetivo de investigar la posible asociación entre los valores de la presión arterial media y los defectos del cementado.

## Materiales y métodos

Para la evaluación radiológica se seleccionaron, de acuerdo con un muestreo por conveniencia, 56 pacientes sometidos a artroplastia primaria de cadera. El muestreo por conveniencia se estableció con el objetivo de comparar pacientes con similares características en relación con las variables confundidoras. Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

Cirugía electiva de reemplazo articular de cadera primaria por patología degenerativa no inflamatoria o displásica, con calidad ósea Dorr A o B.

Mismo equipo quirúrgico entrenado específicamente en reemplazos articulares.

Mismo diseño protésico (Exeter, Stryker).

Utilización de cemento de viscosidad intermedia e igual marca comercial.

Técnica de cementación de tercera generación (uso de tapón distal, lavado pulsátil del conducto endóstico, hemostasia local a través de una gasa embebida con adrenalina, reducción de la porosidad del cemento con mezclado al vacío, cementado en forma retrógrada con pistola).

Pacientes que tuvieran controles radiológicos posoperatorios de una semana de evolución, radiografía de frente de ambas caderas con centro en el pubis y perfil de la cadera operada.

Los criterios de exclusión fueron:

Pacientes con radiografías posoperatorias que evidenciaran un espesor del manto de cemento inferior a 2 mm en cualquiera de las zonas de Gruen<sup>11</sup>, tanto en el frente como en el perfil.

Pacientes cuyos criterios de inclusión no pudieran ser constatados por los registros clínicos.

Diferencias mayores de 15 mm Hg entre los valores máximo y mínimo de PAM en un mismo paciente.

La calidad del cementado se evaluó en ambas incidencias radiográficas utilizando los criterios descritos por Barrack y

cols. La evaluación radiológica fue realizada en todos los casos por un mismo operador, entrenado en cirugía de cadera.

Se estableció la cantidad de defectos del manto de cemento y de la interfaz hueso-cemento dividiendo el fémur en siete sectores en el frente y en el perfil de acuerdo con las zonas descritas por Gruen. Se consideraron defectos: burbujas y radiolucencias en la interfaz hueso-cemento. Se estableció el conteo de los defectos en relación con las zonas mencionadas en las incidencias de frente y de perfil. Se consideró burbuja (A) un defecto radiolúcido circular de tamaño variable, definido por un contorno esclerótico (Fig. 1). Se consideró radiolucencia (B) todo defecto radiolúcido lineal que delimitara claramente el tejido óseo del cemento (Fig. 2). De acuerdo con la clasificación de Barrack y cols. para determinar la calidad del manto de cemento, se establecieron cinco grupos: A, B1, B2, C, D.

La presión arterial media (PAM) se encuentra representada por la media de todas las presiones medidas en un período dado. No equivale a la media entre la presión sistólica y diastólica porque la PAM es más cercana a la diastólica que a la sistólica durante la mayor parte del ciclo cardíaco. Por lo tanto, la presión arterial media está determinada en un 60% por la presión diastólica y en un 40% por la presión sistólica. Se calcula mediante la fórmula: presión diastólica más un tercio de la diferencia entre la presión sistólica y la diastólica.<sup>12</sup>

$$PAM = \text{Presión diastólica} + 1/3 (\text{presión sistólica} - \text{presión diastólica})$$

La información relacionada con los valores de presión arterial media durante el cementado se obtuvo mediante la revisión de los monitoreos anestésicos incluidos en las historias clínicas digitales elaboradas a través del sistema PECTRA. De acuerdo



Figura 1. Burbujas.

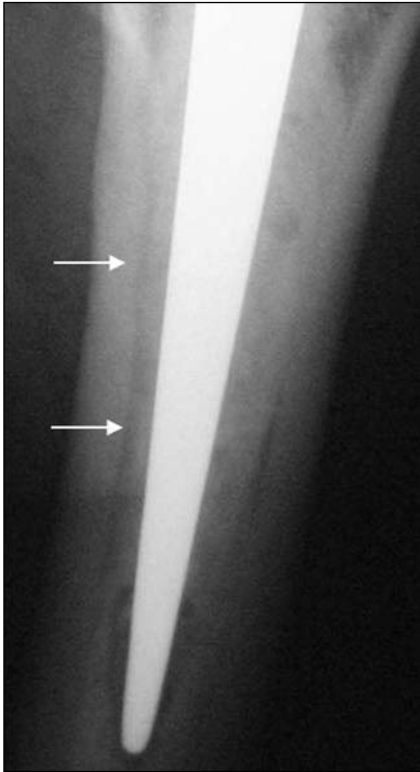


Figura 2. Radiolucencias.

con un protocolo institucional, el registro de la PAM se realiza en forma sistemática cada 5 minutos, desde la incisión en la piel hasta el cierre de la herida.

Los valores de PAM registrados durante el período relacionado con el proceso de cementación del tallo femoral fueron diferenciados del resto de las mediciones mediante la inscripción de la letra "C". Se estableció un promedio de presión arterial media con los valores obtenidos en el período mencionado.

Con el objetivo de determinar una asociación entre los defectos del cementado evaluados con radiología y los valores de PAM correspondientes, se efectuaron cálculos de regresión con el método de Spearman entre la variable dependiente A (burbuja) y la variable independiente PAM, y entre la variable dependiente B (radiolucencias) y la PAM. Se estableció la asociación entre el hallazgo de burbujas y radiolucencias, estableciendo un cálculo de regresión y la prueba de la *t*. Para los cálculos estadísticos se estableció un nivel de significación de 0,05.<sup>17</sup>

### Resultados

En los 56 pacientes evaluados, la PAM tuvo un valor promedio de 76 mm Hg con un rango de 60 a 93.

El promedio de defectos totales fue de 2,4, rango 0 a 7; DE 1,8.

La media de defectos A (burbujas) fue de 2, rango 0 a 6; DE 1,5.

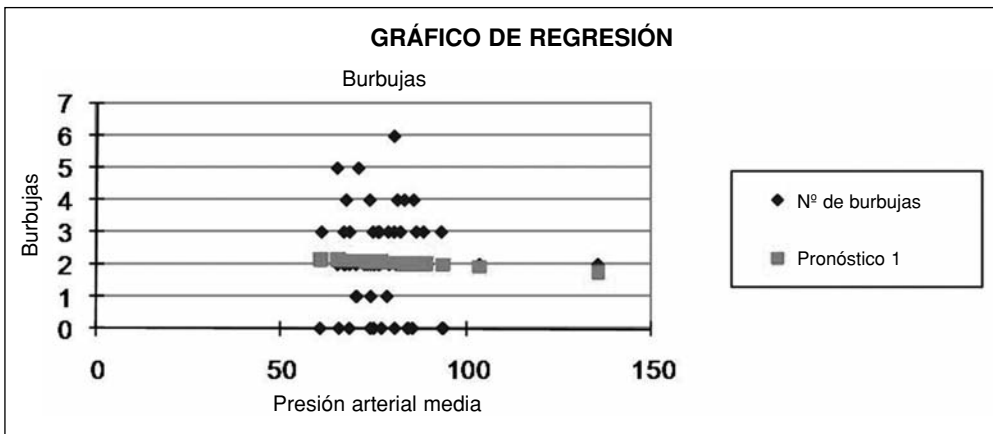


Figura 3. No se encontró una correlación entre la cantidad de burbujas y la PAM  $R^2 = 0,02$  ( $p > 0,05$ ).

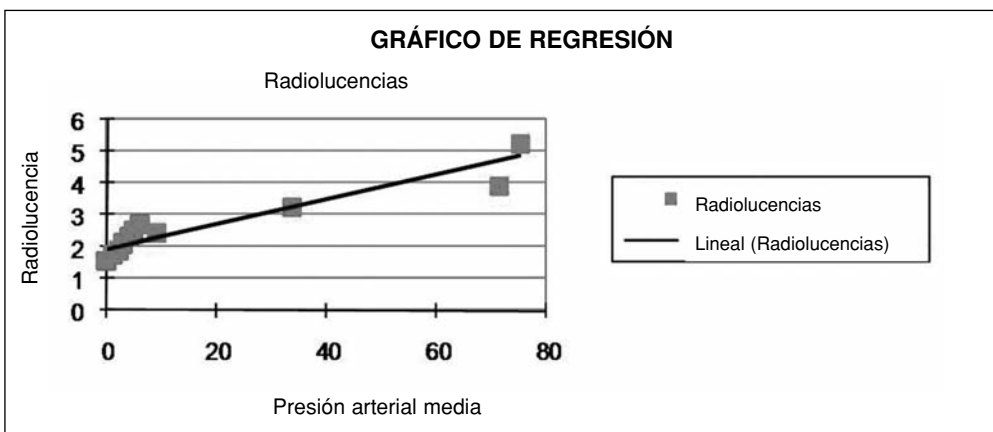


Figura 4. Existió una correlación lineal entre la mayor cantidad de radiolucencias y los valores mayores de PAM  $R^2 = 0,7$  ( $p < 0,05$ ).

Los defectos B (radiolucencias) tuvieron una media de 2,7, rango 0 a 7; DE 1,9.

La diferencia entre los valores promedio de radiolucencias y burbujas detectadas en la interfaz no fue estadísticamente significativa  $p = 0,08$  ( $p > 0,05$ ).

En relación con la distribución de los defectos en las siete zonas de Gruen, se observó que el 60% de las radiolucencias se distribuyeron en forma proporcional entre las zonas 2, 3 y 4. La mayor proporción de burbujas (40%) se localizaron en la zona 4, correspondiente al extremo distal del implante.

La media total de todos los defectos no tuvo una correlación lineal con los valores de PAM  $R^2 = 0,3$  ( $p > 0,05$ ).

La cantidad de burbujas encontradas por región femoral no se correlacionó con la presión arterial media,  $R^2 = 0,02$  ( $p > 0,05$ ). La mayor cantidad de burbujas no se asoció con mayores valores de PAM (Fig. 3).

Se observó una asociación estadísticamente significativa entre la mayor cantidad de radiolucencias en el manto de cemento y los mayores valores de PAM, siendo el coeficiente de correlación lineal  $R^2 = 0,7$  ( $p < 0,05$ ). El aumento de la PAM coincidió en forma proporcional con un aumento en las radiolucencias detectadas (Fig. 4).

## Discusión

En el presente estudio se observó una correlación lineal entre la cantidad de radiolucencias detectadas en el análisis radiológico y los valores de PAM registrados en las historias clínicas digitales. Es sabido que el grado de presurización es directamente proporcional a la profundidad de penetración del cemento en el hueso esponjoso. Con referencia a los líquidos endomedulares, se observó que una columna de sangrado que genera una presión de 15 a 30 cm H<sub>2</sub>O puede desplazar fácilmente al cemento de baja viscosidad. En cambio, si el cemento es de viscosidad normal, a la misma presión no habrá desplazamiento.<sup>8,21,26</sup>

La presión ejercida por el cemento debe superar la presión de sangrado endóstico (aproximadamente 27 mm Hg) y, en condiciones ideales, a la presión arterial media. En este estudio se consideró uno de los criterios de inclusión la utilización de cementos de viscosidad intermedia.<sup>9,10,23</sup> Es factible que las presiones arteriales medias elevadas superen en ciertas zonas de la interfaz a la presión ejercida por el cemento en períodos de fraguado temprano, y que esto explique la correlación lineal mencionada entre radiolucencias y PAM.

No se ha podido determinar una correlación entre la cantidad de burbujas y los valores de presión arterial media. Esto sugiere que los cambios en la PAM condicionan la aparición radiológica de radiolucencias pero no de burbujas. Se observó que la mayor proporción (40%) de defectos A (burbujas) se localizaron en la zona 4 de

Gruen. Este sector representa el espacio endomedular distal en donde se deposita el volumen de sangre y partículas óseas provenientes de la superficie endóstica. Los defectos de tipo A (burbujas) hallados en esta zona tuvieron una variación significativa de tamaño. La ausencia de correlación entre los defectos A (burbujas) y los valores de PAM podría deberse a que, para el análisis estadístico, se consideró la cantidad y no el tamaño de la burbuja.

Las características que definen una interfaz hueso-cemento óptima están condicionadas por múltiples factores relacionados con la técnica quirúrgica, como:<sup>1,3,5,7,14,18,19,22,25</sup>

- La magnitud de la presión ejercida por el cemento sobre la superficie esponjosa endóstica.<sup>7,8,13</sup>
  - El tiempo de aplicación de la presión.<sup>20</sup>
  - La presencia de líquido o detritos óseos en el espacio endomedular.<sup>4</sup>
  - La viscosidad del cemento.
  - Las condiciones locales de la superficie esponjosa.<sup>6</sup>
- La utilización de fármacos hipotensores y agentes hemostáticos locales en la cirugía de cadera tiene por objetivo:<sup>17</sup>
- Optimizar el procedimiento, disminuyendo la morbilidad mediante la reducción del sangrado intraoperatorio.
  - Contribuir a generar un “efecto” hemostático en el conducto endomedular.<sup>16</sup>

En un estudio realizado sobre artroplastia de cadera, se evaluó el impacto de la circulación sanguínea en la penetración del cemento en el hueso esponjoso. Antes y después de la osteotomía de la cabeza femoral, se inyectó cemento y se comparó la profundidad de penetración. Esta fue significativamente mayor sin sangre circulante luego de la osteotomía.<sup>15</sup>

En 1990, Bannister, Young y cols.<sup>2</sup> observaron que la utilización de anestesia raquídea hipotensiva redujo el sangrado endóstico en un promedio del 44%, a través de la reducción de la presión arterial media.

En relación con la calidad del cementado, el beneficio de una disminución de la presión arterial media menor de 60 mm Hg no se ha establecido debidamente.

Con el propósito de aislar a la variable PAM como predictora de defectos de la interfaz, se implementó una técnica de muestreo por conveniencia con la finalidad de unificar los factores de la técnica quirúrgica más importantes asociados con la calidad del cementado que podrían actuar como variables confundidoras.

No obstante, como se trata de un estudio observacional retrospectivo, existen variables dependientes del cirujano y del paciente que no pueden ser aisladas, y que podrían influir en la relación causa-efecto entre la aparición de defectos y los valores de PAM. Se desconoce la magnitud de la influencia de cada una de estas variables en forma aislada en la obtención de una interfaz hueso-cemento

óptima, y no se han hallado publicaciones referidas a la influencia de la PAM en la generación de defectos de la interfaz.

Esta información permitiría valorar con mayor precisión el riesgo o el beneficio de utilizar algún método tendiente a disminuir el volumen de sangrado endóstico en un individuo en particular.

## Conclusiones

Se ha logrado establecer una correlación lineal entre la aparición de defectos del cementado en forma de radiolucencias y los valores de la PAM, no así en los defectos denominados burbujas, en los que no se encontró tal correlación.

## Bibliografía

1. **Ballard WT, Callaghan JJ, Sullivan PM, et al.** The results of improved cementing techniques for total hip arthroplasty in patients less than fifty years old: A ten-year follow-up study. *J Bone Joint Surg* 1994;76A:959.
2. **Bannister GC, Young SK, Baker AS, et al.** Control of bleeding in cemented arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1990;72B:444.
3. **Barrack R, Mulroy RD, Harris WH.** Improved cementing techniques and femoral component loosening in young patients with hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1992;74B:385.
4. **Benjamin JB, Gie GA, Lee AJ, Ling RS, et al.** Cementing technique and the effects of bleeding. *J Bone Joint Surg* 1987;69B:620.
5. **Bishop NE, Ferguson S, Tepic S.** Porosity reduction in bone cement at the cement-stem interface. *J Bone Joint Surg* 78B: 349, 1996.
6. **Breusch SJ, Norman TL, Schneider U, et al.** Lavage technique in total hip arthroplasty. Jet lavage produces better cement penetration than syringe lavage in the proximal femur. *J Arthroplasty* 2000;15:91.
7. **Callaghan JJ, Albright JC, Goetz DD, et al.** Charnley total hip arthroplasty with cement: Minimum twenty-five-year follow-up. *J Bone Joint Surg* 2000;82A:487.
8. **Churchill DL, Incavo SJ, Uroskie JA, et al.** Femoral stem insertion generates high bone cement pressurization. *Clin Orthop* 2001;393:335.
9. **Dayton MR, Incavo SJ, Churchill DL, et al.** Effects of early and late stage cement intrusion into cancellous bone. *Clin Orthop* 2002;405:39.
10. **Dozier JK, Harrigan T, Kurtz WH, et al.** Does increased cement pressure produce superior femoral component fixation? *J Arthroplasty* 2000;15N4.
11. **Gruen TA, McNiece GM, Amstutz HC.** "Modes of failures" of cemented stem-type femoral components: A radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop* 1979;141:17.
12. **Guyton AC, Hall JE.** Distensibilidad vascular y funciones de los sistemas arterial y venoso. En *Tratado de fisiología médica*. México: McGraw-Hill Interamericana; 1997. p.191-2.
13. **Horne JG, Bruce W, Devane PA.** The effect of different cement insertion techniques on the bone-cement interface. *J Arthroplasty* 2002;17.
14. **Johanson NA, Bullough PG, Wilson Jr PD, et al.** The microscopic anatomy of the bone-cement interface in failed total hip arthroplasties. *Clin Orthop* 1987;218:123.
15. **Juliusson R, Flivik G, Nilsson J, et al.** Circulating blood diminishes cement penetration into cancellous bone: In vivo studies of 21 arthritic femoral heads. *Acta Orthop Scand* 1995;66:234.
16. **Lange DR.** The mechanical bonding of methylmethacrylate to cancellous bone: Effect of a haemostatic agent. *J Bone Joint Surg* 1979;61A:254.
17. **Lieber RL.** Statistical significance and statistical power in hypothesis testing. *J Orthop Res* 1990;8:304.
18. **MacDonald W, Swarts E, Beaver R.** Penetration and shear strength of cement-bone interfaces. *Clin Orthop* 1993;286:283.
19. **Maloney WJ, Jasty M, Burke DW, et al.** Biomechanical and histological investigation of cemented total hip arthroplasties. A study of autopsy-retrieved femora after in vivo cycling. *Clin Orthop* 1989;249:129.
20. **Maltry JA, Noble PC, Kamaric E, et al.** Factors influencing pressurization of the femoral canal during cemented total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 1995;10:492.
21. **Panjabi MM, Goel VK, Drinker H, et al.** Effect of pressurization on methylmethacrylate-bone interdigitation: An in vitro study of canine femora. *J Biomech* 1983;16:473.

22. **Reading AD, McCaskie AW, Barnes MR, Gregg PJ.** A comparison of 2 modern femoral cementing techniques: Analysis by cement-bone interface pressure measurements, computerized image analysis, and static mechanical testing. *J Arthroplasty* 2000;15:479.
23. **Rey Jr RM, Paiement GD, McGann WM, et al.** A study of intrusion characteristics of low viscosity cement Simplex-P and Palacos cements in a bovine cancellous bone model. *Clin Orthop* 1987;215:272.
24. **Sharrock NE, Salvati EA.** The effect of two levels of hypotension on intraoperative blood loss during total hip arthroplasty performed under epidural anesthesia. *Anesth Analg* 1993.
25. **Shepard MF, Kabo JM, Lieberman JR.** The Frank Stinchfield Award: Influence of cement technique on the interface strength of femoral components. *Clin Orthop* 2000;381:216.
26. **Stone J-SJ, Rand JA, Chiu JJ, et al.** Cement viscosity affects the bone-cement interface in total hip arthroplasty. Short Communication. *J Orthop Res* 1996;14:834.

*Ninguno de los autores ha recibido o recibirá beneficios económicos o materiales relacionados con la publicación de este trabajo.*