

Determinación de los niveles en suero de cobalto y cromo en 17 pacientes tras el implante de una prótesis total de cadera con par metal-metal

J.V. Pardo-Llopis, J.C. Martínez-Algarra, F. Sendra-Miralles y E. Palomares-Talens

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Francisc de Borja. Gandia. Valencia.

Objetivo. Valorar los niveles de cobalto y cromo en suero y orina en 17 pacientes tras el implante de una prótesis total de cadera (PTC) con par de fricción metal-metal y su correlación con los hallazgos radiológicos.

Material y método. Se determinaron en 17 pacientes, mediante espectrofotometría de absorción atómica, las concentraciones de cobalto y cromo en suero antes de la implantación de una PTC metal-metal, entre el primer y segundo año, y entre el tercer y cuarto año tras la intervención, y las concentraciones de cobalto y cromo en orina al final del seguimiento. Se comparó el estudio radiológico postoperatorio con el realizado al final de seguimiento. La edad media de los pacientes fue de 57 ± 6 años, y el tiempo medio de seguimiento de 31 ± 9 meses.

Resultados. La concentración media de cobalto no se elevó durante el primer y segundo año tras la intervención respecto a la concentración media preoperatoria, y sí lo hizo entre el tercer y cuarto año. La concentración media de cromo se elevó durante el primer y segundo año, para descender ligeramente entre el tercer y cuarto año tras la intervención. No se evidenció ninguna relación entre la aparición de líneas de radiolucencia o la colocación del vástago en varo o valgo con los niveles de cobalto y cromo en suero y orina. El 85% de los cotilos con una inclinación superior a 56° presentaron concentraciones de cobalto y cromo en suero por encima de la media preoperatoria.

Conclusiones. El incremento de las concentraciones medias de cobalto y cromo en suero detectado en nuestra serie fue menor respecto a otros estudios. Este incremento se produjo principalmente entre el primer y segundo año tras la intervención. En la serie estudiada se aprecia un incremento de los niveles de cobalto y cromo en relación con la verticalización del cotilo.

Correspondencia:

J.V. Pardo-Llopis.
Hospital Francisc de Borja.
Passeig Germanies, 71.
46700 Gandía. Valencia.
Correo electrónico: jvpardollopis@yahoo.es

Recibido: junio de 2006.

Aceptado: febrero de 2007.

Palabras clave: prótesis total de cadera, par de fricción metal-metal, iones metálicos, cobalto, cromo.

Determination of serum levels of cobalt and chromium in 17 patients undergoing metal-on-metal THR

Purpose. To assess cobalt and chromium concentrations in serum and urine in 17 patients that underwent total hip replacement (THR) with a metal-on-metal bearing and to determine their correlation with radiographical findings.

Materials and methods. Cobalt and chromium concentrations were measured in 17 patients by means of atomic absorption spectrophotometry before implantation of a metal-on-metal THR, between the first and second year post-op and between the third and fourth year post-op. Cobalt and chromium concentrations in urine were also determined at the end of follow-up. The post-op radiological study was compared with that carried out at the end of follow-up. Mean patient age was 57 ± 6 years and mean follow-up was 31 ± 9 months.

Results. Mean cobalt concentration did not rise during the first and second year post-op with respect to the mean pre-op concentration, but it did increase between the third and fourth year. Mean chromium concentration rose between the first and second year and they went on to drop slightly between the third and fourth year post-op. No relationship was found between the appearance of radiolucent lines or a varus or valgus position of the stem and the cobalt and chromium levels in serum and urine. Eighty-five percent of cups with an inclination $> 56^\circ$ showed cobalt and chromium concentrations in serum in excess of the mean pre-op value.

Conclusions. The increase in mean serum cobalt and chromium concentrations detected in our study was lower than that shown by other authors. This increase occurred mainly between the first and second year post-op. The series under study shows that the more vertically the cup is placed the higher the cobalt and chromium levels present.

Key words: total hip replacement, metal-on-metal bearing, metal ions, cobalt, chromium.

El fracaso tras el implante de una prótesis total de cadera (PTC), bien por desgaste de sus componentes articulares o por la pérdida de fijación al hueso, es una de las complicaciones más frecuentes que nos encontramos los cirujanos ortopédicos. Por ello, el interés en el estudio e investigación del comportamiento de los distintos pares de fricción, con el objetivo de aumentar la duración de los implantes¹.

La implicación de las partículas de desgaste del polietileno, derivadas de la fricción entre una cabeza metálica y un polietileno de ultra-alto peso molecular (par de fricción convencionalmente utilizado), como la causa dominante en la osteólisis periprotésica y en el fracaso del implante, ha originado la introducción de nuevos pares de fricción, entre ellos el metal sobre metal. Las PTC con par de fricción metal-metal han mostrado un menor desgaste lineal y volumétrico, y pueden ser una alternativa al polietileno, para reducir el desgaste y disminuir la osteólisis inducida por las partículas del mismo. Sin embargo, tras el implante de una PTC metal-metal se produce un aumento de las concentraciones de iones metálicos, fundamentalmente cobalto y cromo, con posibles efectos a largo plazo tanto a nivel local como sistémico, derivados de la exposición a concentraciones elevadas de estos iones².

El objetivo de este trabajo es valorar los niveles de cobalto y cromo en suero y orina en los pacientes con un implante de PTC con par de fricción metal-metal y su correlación con los hallazgos radiológicos.

MATERIAL Y MÉTODO

Entre enero de 2001 y junio de 2003 fueron intervenidos en nuestro servicio 20 pacientes a los que se les implantaron 22 PTC con par de fricción metal-metal M2a (Biomet Merck)[®] (fig. 1).

Las características de la prótesis son: acetábulo hemiesférico *press-fit* con recubrimiento poroso madreporico en plasma *spray*, posee cuatro aletas antirrotatorias y permite la adición de tornillos direccionables. El interior del cotilo está fabricado con polietileno de última generación y Cr-Co-Mo (cromo-cobalto-molibdeno). Cabeza de Cr-Co-Mo con un alto grado de carbono (0,08%). El vástago con fijación *press-fit*, fabricado en aleación de titanio (Ti-6 Al-4V), presenta una geometría cuadrilateral con un reborde anterior y otro posterior, y con una ancha y perfilada aleta lateral; tiene tres tipos de superficies: en la zona proximal una aleación de titanio porosa recubierta de plasma *spray*, en el tercio medial una superficie rugosa Interlok[®], y el tercio distal está pulido.

Se excluyeron 3 pacientes porque llevaban una PTC en el lado contralateral, un paciente con un par de fricción metal-polietileno y dos pacientes con par metal-metal, quedando para el estudio 17 pacientes, de los cuales ninguno había sido intervenido previamente, ni llevaba otro implante articular.

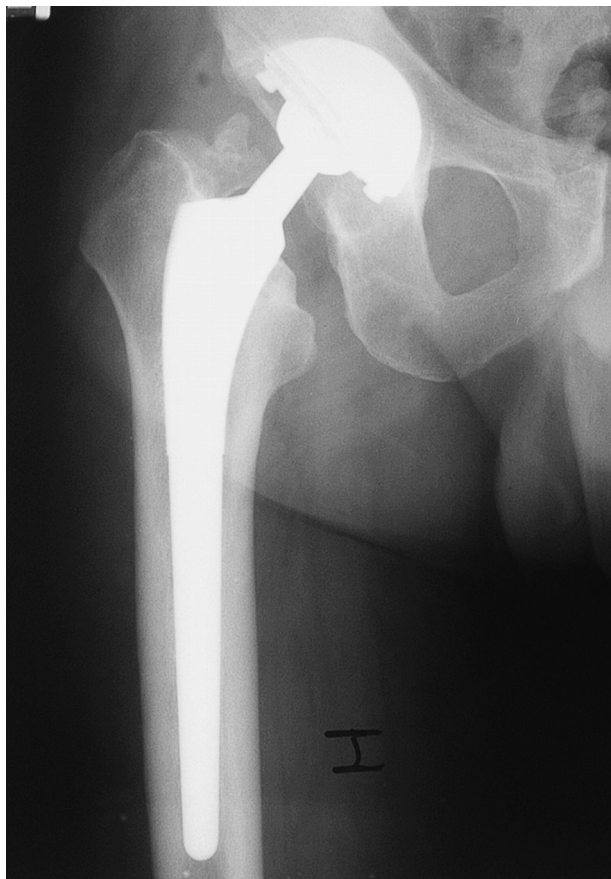


Figura 1. Imagen radiológica anteroposterior de una prótesis total de cadera metal-metal M2a.

Se estudiaron 13 hombres y 4 mujeres con una edad media, en el momento de la intervención, de 57 ± 6 años, y un peso medio de 74 ± 9 kg. El diagnóstico previo a la intervención fue en 12 casos de coxartrosis primaria y en 5 de necrosis avascular. En 5 casos se intervino la cadera derecha y en 12 la izquierda.

Todos los vástagos implantados fueron no cementados, el cotilo requirió el atornillado en 9 pacientes, las cabezas femorales fueron metálicas de 28 mm de diámetro.

El tiempo medio de seguimiento fue de 31 ± 9 meses (mínimo 17, máximo 46 meses).

Se determinaron por espectrometría de emisión atómica/espectrometría de masas los niveles de cobalto en suero y de cromo en orina, y por espectrofotometría de absorción atómica/cámara de grafito los niveles de cromo en suero y los de cobalto en orina (Reference Laboratory S.A. Barcelona).

Los valores de referencia indicativos fueron: a) cobalto en suero 1,0 microgramos por litro (mcg/l) en personas expuestas, al final de la semana laboral; b) cromo en suero hasta 2 mcg/l en individuos no expuestos; c) cobalto en orina 15 mcg/l en personas expuestas al final de la semana laboral, y d) cromo en orina 30 mcg/g de creatinina en personas expuestas al final de la semana laboral.

Las concentraciones de cobalto y cromo en suero se determinaron, antes del implante de la prótesis metal-metal, entre el primer y segundo año, y entre el tercer y cuarto año tras la intervención, y las concentraciones de cobalto y cromo en orina al final del seguimiento.

Los límites mínimos de detección fueron 0,5 mcg/l para el cobalto en suero; 0,2 mcg/l para el cromo en suero; y 2 mcg/l para el cobalto en orina. Las concentraciones obtenidas por debajo de estos niveles se establecieron para el cálculo estadístico como 0,25 mcg/l para el cobalto en suero; 0,1 mcg/l para el cromo en suero; y 1 mcg/l para el cobalto en orina, a ejemplo de otros autores³⁻⁵. Para cada toma de muestra se calculó la media y los percentiles 25 y 75%.

Se comparó el estudio radiológico realizado en el postoperatorio con otro realizado al final del seguimiento, observando la aparición de líneas de radiolucencia alrededor del vástago femoral, clasificándolas según las áreas de Gruen⁶ y alrededor del cotilo según la distribución de DeLee y Charnley⁷, la aparición de áreas de osteólisis y el implante del vástago femoral en varo o valgo. Se midió en grados la inclinación del cotilo, considerando tres grupos: grupo I inclinación inferior o igual a 40°, grupo II inclinación entre 41 y 55°, y grupo III inclinación superior o igual a 56°.

Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SPSS (versión 7.0), comparando las variables cuantitativas mediante la «t» de Student pareada. Se consideraron significativos valores de p iguales o menores de 0,01.

RESULTADOS

La concentración media preoperatoria de cobalto en suero fue de $0,52 \pm 0,35$ mcg/l, prácticamente no ascendió durante el primer y segundo año tras la intervención, cuyos niveles medios fueron de $0,51 \pm 0,39$ mcg/l, y aumentó durante el tercer y cuarto año tras la intervención hasta unas concentraciones medias de $0,96 \pm 0,30$ mcg/l (fig. 2), existiendo una diferencia significativa respecto al preoperatorio ($p = 0,01$), y al primer y segundo año postoperatorio ($p = 0,003$).

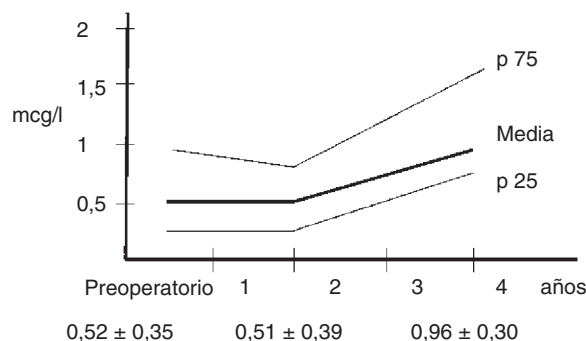


Figura 2. Evolución de las concentraciones medias de cobalto en suero y de los percentiles 25 y 75.

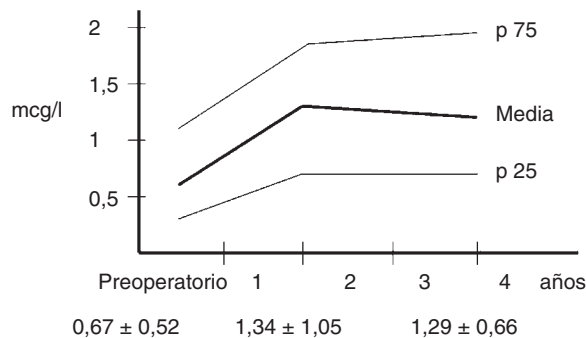


Figura 3. Evolución de las concentraciones medias de cromo en suero y de los percentiles 25 y 75.

La concentración media de cromo en suero, sin embargo, ascendió desde unos niveles preoperatorios de $0,67 \pm 0,52$ mcg/l a unos niveles de $1,34 \pm 1,05$ mcg/l durante el primer y segundo año tras la intervención, para descender ligeramente entre el tercer y cuarto año hasta $1,29 \pm 0,66$ mcg/l (fig. 3), existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre los valores postoperatorios y preoperatorios ($p < 0,0001$).

La concentración media de cobalto en orina al final del seguimiento fue de $2,92 \pm 2,25$ mcg/l, y la de cromo de $1,92 \pm 1,36$ mcg/g de creatinina.

El aumento de las concentraciones de cobalto en suero coincidió con un aumento de las concentraciones de cobalto en orina sólo en 7 casos (41%); y el del cromo en 4 casos (23%).

Al final del seguimiento aparecieron líneas de radiolucencia alrededor del vástago femoral en 9 pacientes (53%), con mayor frecuencia en las zonas 4 (8 casos) y 5 (3 casos) y con menor frecuencia en la zona 3 (2 casos), 11 (2 casos), 10 (1 caso) y 12 (1 caso). Sólo en 1 caso aparecieron líneas de radiolucencia en la zona I del cotilo.

Presentaron una desviación en el implante del vástago femoral 6 pacientes (35%): 4 en valgo y 2 en varo, de los cuales 5 (83%) presentaron líneas de radiolucencia.

No se encontró ninguna correlación entre los niveles en suero y orina de cobalto y cromo con la aparición o no de líneas de radiolucencia, ni entre el implante correcto o en desviación valgo o varo del vástago femoral.

Respecto a la inclinación del cotilo, se observó en el grupo I ($\leq 40^\circ$) 1 caso, en el grupo II ($41-55^\circ$) 9 casos, y en el grupo III ($\geq 56^\circ$) 7 casos (4 casos con 58° , 1 caso con 60° y 1 caso con 62°) (fig. 4). El 85% de los pacientes del grupo III presentaron niveles de cobalto y cromo en suero por encima de la media, mientras que un 55% de los pacientes del grupo II presentaron un aumento del cobalto y un 44% del cromo. Sin embargo, sólo el 28% de los casos del grupo III presentaron niveles elevados de cobalto y cromo en orina.

Ninguno de los implantes presentó signos radiológicos de osteólisis. Hubo 1 caso de aflojamiento aséptico que se

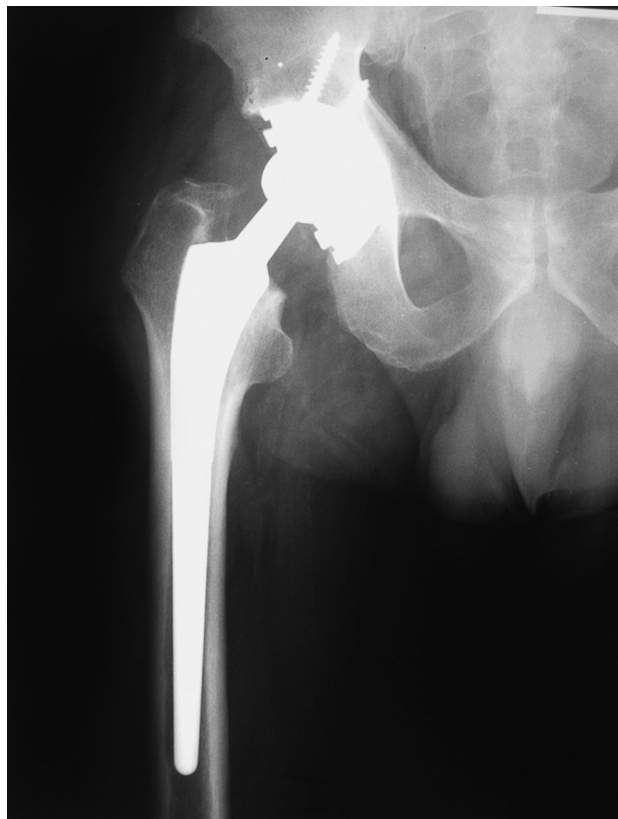


Figura 4. Imagen radiológica anteroposterior de un caso con una inclinación del cotilo de 58° y unos niveles en suero de cobalto de 1,4 mcg/l y de cromo de 4 mcg/l.

recambió a los 25 meses, mostraba unos niveles en suero de cobalto de 2,2 mcg/l y de cromo inferiores a 0,5 mcg/l; presentaba líneas de radiolucencia en las zonas femorales 10, 11 y 12, y una inclinación del cotilo de 62°; no presentando signos radiológicos de osteólisis, pero sí un aumento de captación con la gammagrafía.

Se desestimaron para el estudio un paciente que previamente llevaba implantada una PTC con par metal-polietile-

no, y 2 que llevaban una PTC metal-metal. En estos dos últimos casos el implante de la PTC metal-metal en el lado contralateral se efectuó a los 14 y 21 meses respectivamente. Estos dos pacientes mostraron antes del segundo implante unos niveles en suero elevados tanto de cobalto (4,8 mcg/l y 3 mcg/l) como de cromo (2 mcg/l y 0,7 mcg/l), y a los 2 años de seguimiento, tras el segundo implante, mostraron unos niveles en suero semejantes de cobalto (4,6 mcg/l y 3,3 mcg/l) y más elevados de cromo (3,5 mcg/l y 2,6 mcg/l).

DISCUSIÓN

Varios tipos de PTC metal-metal fueron desarrolladas y utilizadas en los años 60, pero a mediados de los años 70 fueron abandonadas a favor del par metal-polietileno debido a los buenos resultados iniciales con la prótesis de Charnley, a una alta tasa de desadaptación aséptica, al posible efecto tóxico, a la carcinogénesis e hipersensibilidad relacionada con las partículas metálicas, a la alta tasa de infección y al incremento de la tasa de fatiga en el hueso periprotésico⁸. Estas prótesis fueron reintroducidas a finales de los años 80, teniendo en cuenta los problemas asociados con las partículas de desgaste del polietileno. Aunque las generaciones actuales de implantes metal-metal tienen sólo resultados a corto y medio plazo, todavía no hay publicados resultados con series a largo plazo, deben ser considerados como una alternativa viable a los implantes con otro par de fricción, debido a la posible reducción del desgaste volumétrico, al número de partículas y a la osteólisis^{2,9}.

Tras el implante de una PTC metal-metal se ha detectado en los pacientes un aumento de iones metálicos en suero y orina, principalmente cobalto y cromo. En las tablas 1, 2 y 3 se muestran las concentraciones medias de cobalto y cromo detectadas en suero y orina en relación con el tiempo de evolución de las PTC metal-metal según diversos autores. Además de encontrarse niveles aumentados de co-

Tabla 1. Concentraciones medias en mcg/l* de cobalto en suero**, según diversos autores, determinadas mediante espectrometría de absorción atómica*** tras el implante de una prótesis total de cadera metal-metal

	Preoperatorio	Tiempo de evolución en años						
		1	2	3	4	5	7	25
Jacobs ¹⁰								0,9
Brodner ³		1,1						
Gleizes ¹¹		2,63 (44,6 nmol/l)						
Brodner ⁴	0,15	1	0,75	0,6	0,9	0,7		
Clarke ¹²			1,3 (22 nmol/l)					
Delaunay ¹³		3,6				3,8	2	
Gandía	0,52	0,51		0,96				

*Jacobs¹⁰ en partes por millón, Gleizes¹¹ y Clarke¹² en nmol/l (1 nmol Co = 0,059 mcg Co).

**Delaunay¹³ en sangre total.

***Clarke¹² mediante ICP-MS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*).

Tabla 2. Concentraciones medias en mcg/l* de cromo en suero, según diversos autores, determinadas mediante espectrometría de absorción atómica** tras el implante de una prótesis total de cadera metal-metal

	Preoperatorio	1 año	2 años	3 años	4 años	25 años
Jacobs ¹⁰						1,28
Maezawa ¹⁴		0,9				
Clarke ¹²			0,98 (19 nmol/l)			
Maezawa ⁵		1,05 ± 0,76	1,46 ± 0,91	1,61 ± 1,31		
Brodner ¹⁵					1,1	
Gandía	0,67 ± 0,52	1,34 ± 1,05		1,29 ± 0,66		

*Jacobs¹⁰ en partes por millón y Clarke¹² en nmol/l (1 nmol Cr = 0,052 mcg Cr).

**Clarke¹² mediante ICP-MS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*).

Tabla 3. Concentraciones medias en microgramos por litro (mcg/l) de cromo en orina tras el implante de una prótesis total de cadera metal-metal

	1 año	3 años	25 años
Jacobs ¹⁰			1,22
Maezawa ¹⁴	2,2		
Gandía		1,92 ± 1,36	

balto y cromo, éstos son más altos en los pacientes con par metal-metal cuando se comparan con otros grupos de pacientes con par metal-polietileno o cerámica-polietileno^{3,4}. Sin embargo, la combinación metal-metal no es el único par de fricción que incrementa en suero los niveles de iones metálicos, también se han observado en prótesis metal-polietileno¹⁶.

En la serie estudiada, el incremento de las concentraciones medias de cobalto y cromo ha sido menor que en otros estudios. Una posible explicación a este resultado sería que el implante utilizado tiene un alto contenido de carbono en su revestimiento de cabeza y cotilo, lo que confiere una mayor resistencia al desgaste^{1,2}. Chan et al⁹ investigaron el rendimiento ante el desgaste de implantes metal-metal utilizando un simulador de cadera, observando que los implantes con alto contenido de carbono presentaban un menor desgaste.

Las observaciones de nuestra serie constatan, al igual que otros artículos, que el incremento de las concentraciones en suero se produce principalmente entre el primer y el segundo año tras la intervención. Los gráficos de desgaste volumétrico del estudio de Chan et al⁹ indicaron que los implantes presentaban un período característico de desgaste inicial acelerado durante el primer millón de ciclos (se considera que 1 millón de ciclos es la actividad promedio en un año para un paciente con un implante articular). Luego se producía una importante disminución de la tasa de desgaste que tendía a valores bajos en estado de equilibrio. Otros autores han observado que los niveles de cromo en suero se incrementaron entre el primer y segundo año tras el implante⁵, y los de cobalto en suero entre los 6 meses y el año⁴ o a partir de los 18 meses¹¹.

Tras estas observaciones, una primera cuestión a valorar sería si un nivel alto de iones metálicos predice un curso desfavorable de la prótesis.

Los resultados clínicos y radiológicos no parece que, de momento, evidencien diferencias entre los distintos tipos de pares de fricción utilizados. No se han encontrado diferencias clínicas ni radiológicas entre grupos de pacientes con prótesis metal-metal y con metal-polietileno¹⁷, ni con cerámica-polietileno, recomendando el par metal-metal en pacientes jóvenes^{4,18}. En un estudio prospectivo randomizado se comparan radiológicamente (método asistido por ordenador), con un seguimiento mínimo de 2 años, las PTC metal-metal con las de cerámica-polietileno. En las prótesis metal-metal el acetábulo migró en dirección craneocaudal significativamente menos que en las de cerámica-polietileno, indicando esto una buena fijación primaria¹⁹. Se han publicado resultados clínicos excelentes y buenos en el 97% de los casos, con un seguimiento medio de 6 años¹³ y tasas de supervivencia del 98,2% a los 7 años con PTC metal-metal²⁰.

En nuestra serie no hemos encontrado ninguna relación entre los niveles de cobalto y cromo y la aparición o no de líneas de radiolucencia o la posición del vástago. Hay estudios que observan niveles más altos de iones metálicos en los casos de revisión por aflojamiento aséptico²¹. En nuestro caso de aflojamiento aséptico se observó un nivel en suero de cobalto por encima de la media. Otros no encuentran ninguna evidencia radiológica de que se estuviera produciendo un elevado volumen de restos de partículas en la interfase metal-metal en los casos que se revisaron quirúrgicamente²². En otro estudio se observó que el par metal-metal se asociaba a un menor riesgo de aflojamiento aséptico comparado con el metal-polietileno, pero no fue estadísticamente significativo²³.

En este estudio se ha encontrado un aumento de los niveles de cobalto y cromo en los casos en que el cotilo presenta una inclinación superior a 56°. Brodner et al¹⁵ investigaron la influencia de la inclinación de la cúpula con los niveles de cobalto y cromo tras el implante de una PTC metal-metal, considerando tres grupos según los grados de inclinación, y no encontraron diferencias estadísticamente significativas, pero 3 pacientes con inclinaciones grandes

(58, 61 y 63°) mostraron niveles de cobalto y cromo en suero elevados, comparándolos con las concentraciones medias. Delaunay^{13,24} establece una relación entre el aumento de las concentraciones de cobalto y la anteversión de la cúpula superior a 25°.

Otro aspecto sobre el curso de estas PTC es que algunos autores^{24,25} refieren una mejor estabilidad primaria de los cotilos y un menor índice de luxación (0,9%) de las PTC metal-metal frente a otros tipos de pares de fricción (índice de luxación 6,2-8,2%), basándose en un efecto adhesivo-succión del par metal-metal.

Una segunda cuestión a valorar sería si este aumento de iones y su diseminación sistémica constituyen un potencial tóxico o un riesgo carcinogénico o de hipersensibilidad.

Se han encontrado niveles elevados de cobalto en pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC)⁴, y estos autores contemplan la posibilidad de que la IRC sea una contraindicación para las PTC metal-metal, aunque no creen que sea necesaria una determinación de los niveles de cobalto o una rutinaria monitorización de la función renal, a no ser que un paciente con PTC metal-metal desarrolle una enfermedad renal.

En estudios *post mortem* de pacientes con PTC se han detectado partículas metálicas en el hígado, el bazo y los nódulos linfáticos abdominales, y con mayor prevalencia en pacientes con recambio que en artroplastias primarias, aunque los efectos a largo plazo de la acumulación de estas partículas de desgaste son desconocidos²⁶. Además, los niveles de iones metálicos observados en los diferentes estudios están muy por debajo de las concentraciones tóxicas descritas para los trabajadores expuestos¹¹.

No se puede obtener ninguna conclusión acerca del riesgo de padecer cáncer revisando la literatura. Visuri et al²⁷ comparan el número de casos de cáncer en la población general de Finlandia con el número de casos tras el implante de una PTC metal-metal, observando una incidencia de 0,95 (tiempo de seguimiento 15,7 años), y con la prótesis metal-polietileno, con una incidencia de 0,76 (tiempo de seguimiento 12,5 años). El riesgo carcinogénico en el grupo metal-metal fue 1,23 veces superior que en el grupo metal-polietileno. La incidencia de leucemia con la prótesis metal-metal fue ligeramente más elevada, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa. No se observó ningún sarcoma en el lugar del implante. La presencia de otras formas de cáncer no se diferenció significativamente de la de la población general. La variación observada en la incidencia de los diferentes cánceres sobre pacientes con PTC, comparada con la de la población general sugiere que otros factores desempeñan un papel más determinante en la aparición de cáncer que la PTC. Gillespie et al²⁸ presentan los resultados de dos estudios de cohortes y un estudio control realizado en Estados Unidos y Escocia y concluye que los resultados muestran un aumento del riesgo de linfoma o leucemia tras la artroplastia.

Se ha observado que la prevalencia de la sensibilidad cutánea en pacientes con una articulación reemplazada, particularmente aquellos en los que ha fallado el implante, es más alta que en la población general, pero hasta que el papel del desarrollo de la hipersensibilidad y la respuesta inmune a los implantes ortopédicos metálicos no esté más claramente definida, el riesgo para los pacientes debe ser considerado mínimo²⁹. Estudios histológicos de tejido periprotésico realizados en revisiones de PTC metal-metal muestran un infiltrado perivascular de linfocitos y células plasmáticas con partículas de desgaste metálicas^{30,31}. Estos hallazgos sugieren la posibilidad de que esta respuesta inmunológica de hipersensibilidad al metal sea la responsable de la osteólisis y el aflojamiento aséptico asociado al par metal-metal³²⁻³⁴.

Y una última cuestión, ante el incremento de los iones metálicos en las PTC metal-metal, sería interesante valorar qué sucede con estos iones tras el implante de las PTC metal-metal de recubrimiento (*resurfacing*). Clarke et al¹² midieron los niveles de cobalto y cromo en 22 pacientes con PTC de recubrimiento y los compararon con los de 22 pacientes con PTC metal-metal de cabezas de 28 mm, observando niveles significativamente más elevados con las PTC de recubrimiento. Skipor et al³⁵ también observan un aumento de los niveles de cromo en suero y en orina, y de cobalto en suero a los 3, 6 y 12 meses tras el implante de este tipo de prótesis con relación a los niveles encontrados preoperatoriamente.

En conclusión, hemos constatado un aumento de las concentraciones de cromo y cobalto, sobre todo en el primer y segundo año después de la artroplastia (aunque menores que en otros estudios). Parece que la verticalización del componente acetabular aumentó las mencionadas concentraciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández-Fairén M, Gil-Mur FJ. Nuevos materiales en artroplastia total de cadera. Rev Ortop Traumatol. 2003;47:434-42.
2. MacDonald SJ. Metal-on-metal total hip arthroplasty: the concerns. Clin Orthop. 2004;429:86-93.
3. Brodner W, Bitzan P, Meisinger V, Kaider A, Gottsauner-Wolf F, Kotz R. Elevated serum cobalt with metal-on-metal articulating surfaces. J Bone Joint Surg Br. 1997;79-B:316-21.
4. Brodner W, Bitzan P, Meisinger V, Kaider A, Gottsauner-Wolf F, Kotz R. Serum cobalt levels after metal-on-metal total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 2003;85-A:2168-73.
5. Maezawa K, Nozawa M, Matsuda K, Yasuma M, Mori K, Enomoto F, et al. Chronological changes of serum chromium levels after modern metal-on-metal total hip arthroplasty. Acta Orthop Scand. 2004;75:422-6.
6. Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC. «Modes of failure» of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. Clin Orthop. 1979;141:17-27.

7. DeLee JG, Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop*. 1976;121:20-32.
8. Amstutz HC, Grigoris P. Metal on metal bearings in hip arthroplasty. *Clin Orthop*. 1996;329 Suppl:11-34.
9. Chan FW, Bobyn JD, Medley JB, Krygier JJ, Tanzer M. Wear and lubrication of metal-on-metal hip implants. *Clin Orthop*. 1999;369:10-24.
10. Jacobs JJ, Skipor AK, Doorn PF, Campbell P, Schmalzried TP, Black J, et al. Cobalt and chromium concentrations in patients with metal on metal total hip replacements. *Clin Orthop*. 1996;329Suppl:256-63.
11. Gleizes V, Poupon J, Lazennec JY, Chamberlin B, Saillant G. Intérêt et limite du dosage du cobalt sérique chez les patients porteurs d'une prothèse à couple metal-métal. *Rev Chir Orthop*. 1999;85:217-25.
12. Clarke MT, Lee PT, Arora A, Villar RN. Levels of metal ions after small and large diameter metal-on-metal hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85-B:913-7.
13. Delaunay CP. Metal-on-metal bearings in cementless primary total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004;19Suppl3:35-40.
14. Maezawa K, Nozawa M, Hirose T, Matsuda K, Yasuma M, Shitoto K, et al. Cobalt and chromium concentrations in patients with metal-on-metal and other cementless total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2002;122:283-7.
15. Brodner W, Grübl A, Jankovsky R, Meisinger V, Lehr S, Gottsauner-Wolf F. Cup inclination and serum concentration of cobalt and chromium after metal-on-metal total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004;19Suppl3:66-70.
16. Damie F, Favard L. Dosages sanguins de métaux chez 48 patients porteurs d'une prothèse totale de hanche en chrome-cobalt à couple métal-polyéthylène. *Rev Chir Orthop*. 2004;90:241-8.
17. Jacobs M, Gorab R, Mattingly D, Trick L, Southworth C. Three-to six-year results with the Ultima metal-on-metal hip articulation for primary total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004;19Suppl2:48-53.
18. Migaud H, Jobin A, Chantelot C, Giraud F, Laffargue P, Duquenois A. Cementless metal-on-metal hip arthroplasty in patients less than 50 years of age: comparison with a matched control group using ceramic-on-polyethylene after a minimum 5-year follow-up. *J Arthroplasty*. 2004;19Suppl3:23-8.
19. Pabinger C, Biedermann R, Stockl B, Fischer M, Krismer M. Migration of metal-on-metal versus ceramic-on-polyethylene hip prostheses. *Clin Orthop*. 2003;412:103-10.
20. Dorr LD, Wan Z, Longjohn DB, Dubois B, Murken R. Total hip arthroplasty with use of the Metasul metal-on-metal articulation. Four to seven-year results. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82-A:789-98.
21. Kreibich DN, Moran CG, Delves HT, Owen, TD, Pinder IM. Systemic release of cobalt and chromium after uncemented total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78-B:18-21.
22. Long WT, Dorr LD, Gendelman V. An American experience with metal-on-metal total hip arthroplasties: a 7-year follow-up study. *J Arthroplasty*. 2004;19Suppl3:29-34.
23. Naudie D, Roeder CP, Parvizi J, Berry DJ, Egli S, Busato A. Metal-on-metal versus metal-on-polyethylene bearings in total hip arthroplasty: a matched case-control study. *J Arthroplasty*. 2004;19Suppl2:35-41.
24. 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.
25. Clarke MT, Lee PTH, Villar RN. Dislocation after total hip replacement in relation to metal-on-metal bearing surfaces. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85-B:650-4.
26. Urban RM, Tomlinson MJ, Hall DJ, Jacobs JJ. Accumulation in liver and spleen of metal particles generated at nonbearing surfaces in hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004;19Suppl3:94-101.
27. Visuri T, Pukkala E, Paavolainen P, Pulkkinen P, Riska EB. Cancer risk after metal on metal and polyethylene on metal total hip arthroplasty. *Clin Orthop*. 1996;329Suppl:280-9.
28. Gillespie WJ, Henry DA, O'Connell DL, Kendrick S, Juszczak E, McInnery K, et al. Development of hematopoietic cancers after implantation of total joint replacement. *Clin Orthop*. 1996;329Suppl:290-6.
29. Hallab N, Merritt K, Jacobs JJ. Metal sensitivity in patients with orthopaedic implants. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A:428-36.
30. Willert HG, Buchhorn GH, Fayyazi A, Flury R, Windler M, Köster G, et al. Metal-on-metal bearings and hypersensitivity in patients with artificial hip joints. A clinical and histomorphological study. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87-A:28-36.
31. Davies AP, Willert HG, Campbell PA, Learmonth ID, Case CP. An unusual lymphocytic perivascular infiltration in tissues around contemporary metal-on-metal joint replacements. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87-A:18-27.
32. Jacobs JJ, Hallab NJ. Loosening and osteolysis associated with metal-on-metal bearings: a local effect of metal hypersensitivity? *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88-A:1171-2.
33. Milosev I, Trebse R, Kovac S, Cör 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-A:1173-82.
34. 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-A:1183-91.
35. Skipor AK, Campbell PA, Patterson LM, Anstutz HC, Schmalzried TP, Jacobs JJ. Serum and urine levels in patients with metal-on-metal surface arthroplasty. *J Mater Sci Mater Med*. 2002;13:1227-34.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores han declarado no tener ningún conflicto de intereses.