

Vol 24 no 3 Julio/Septiembre 2013

*T*rauma

ISSN: 1888-6116

FUNDACIÓN MAPFRE

Pseudoartrosis humeral en fractura obstétrica tras osteomielitis aguda hematogéna

Humeral pseudoarthrosis in obstetric fracture after acute hematogenic osteomyelitis

López Martínez JJ, Salcedo Cánovas C, Alarcón Zamora A

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia, España.

Resumen

Introducción: La infección neonatal es una causa importante de morbimortalidad en la primera semana de vida a consecuencia de la exposición a microorganismos genitales maternos durante el parto. La sepsis neonatal se presenta como enfermedad fulminante y multisistémica, destacando la infección por *klebsiella pneumoniae*, con una mortalidad aproximada del 60%. Su asociación con un cuadro de osteomielitis aguda hematogéna (OAH) es de difícil diagnóstico, con posibles complicaciones severas. Este cuadro de OAH asociado a fractura obstétrica precisa de intervención quirúrgica, tanto por su entidad infecciosa como por su posible evolución a pseudoartrosis.

Caso clínico: Recién nacido a término con pérdida de bienestar fetal e ingreso en UCI por sepsis neonatal, con absceso en brazo izquierdo que drena espontáneamente y toma de cultivo positiva para *klebsiella pneumoniae*. Se comienza tratamiento antibiótico con cefotaxima y vancomicina sin mejoría tras 20 días, decidiéndose tratamiento quirúrgico con limpieza y estabilización mediante fijador externo con evolución favorable de su cuadro sistémico. A nivel de la fractura obstétrica se apreció falta de unión ósea con evolución a pseudoartrosis atrófica, por lo que se decidió reintervención con aporte de injerto óseo autólogo de cresta ilíaca y nueva fijación externa, con unión completa del foco a los dos meses y resolución del caso.

Conclusión: La fractura obstétrica asociada a OAH es un cuadro poco frecuente que debe ser diagnosticado y tratado quirúrgicamente, con posibles complicaciones como la pseudoartrosis del foco fracturario.

Palabras clave:

Osteomielitis aguda hematogéna, sepsis neonatal, pseudoartrosis, fractura obstétrica.

Abstract

Introduction: Neonatal infection is an important morbimortality cause that occurs in the first week of life and it is a consequence to maternal genital microorganisms during partus. Neonatal sepsis is a sudden and multisystemic disease, standing out the infection by *klebsiella pneumoniae*, with an approximate mortality of 60%. Its association with acute hematogenic osteomyelitis has a difficult diagnose with severe income complications. Acute hematogenic osteomyelitis associated with an obstetric fracture needs surgical treatment because of its infectious importance and its possible evolution to pseudoarthrosis.

Case report: Newborn with a loss of fetal wellness and entrance to intensivity care unit because of neonatal sepsis, with an abscess in his left arm that drains spontaneously and a positive biopsy to *klebsiella pneumoniae*. Antibiotic treatment with cefotaxime and vancomycin is started without any improvement after 20 days. Surgical treatment is decided with a cleaning procedure and stabilisation with external fixator, with a proper evolution of his systemic clinic. Related to the obstetric fracture, non-union is appreciated with an evolution to atrophic pseudoarthrosis. A new surgical intervention is decided with the contribution of autologous bone graft from iliac crest and a new external fixator, with a complete bone union in two months and the clinical case solution.

Conclusion: Obstetric fracture associated to acute hematogenic osteomyelitis is a low frequency episode that must be diagnosed and surgically treated with external fixation and autologous bone graft, with possible complications as pseudoarthrosis.

Key-words:

Acute hematogenic osteomyelitis, neonatal sepsis, pseudoarthrosis, obstetric fracture.

Correspondencia

JJ López Martínez
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología
Carretera Madrid-Cartagena s/n. 30120 El Palmar, Murcia, España.
e-mail: juanjicolopez@hotmail.com

Introducción

Durante el periodo neonatal la infección permanece como una causa importante de morbilidad y mortalidad, a pesar de los grandes adelantos en el cuidado intensivo neonatal y el uso de antibióticos de amplio espectro. Las infecciones neonatales ocurren en la primera semana de vida y son consecuencia de la exposición a microorganismos de los genitales maternos durante el parto. La sepsis neonatal es un síndrome clínico caracterizado por la presencia de los signos sistémicos de infección acompañados de bacteriemia durante el primer mes de vida, y su precocidad se presenta generalmente como una enfermedad fulminante y multisistémica durante los primeros cuatro días de vida [1], representando una emergencia médica para su diagnóstico y tratamiento por su nefasta evolución [2,3].

Entre las infecciones intrahospitalarias en neonatos y lactantes son frecuentes en nuestro medio aquellas producidas por bacterias Gram negativas, destacando por su frecuencia y agresividad la *klebsiella pneumoniae*, con una mortalidad aproximada del 60% [4]. El cuadro asociado de osteomielitis aguda hematógena (OAH) representa un importante problema para los recién nacidos, debido a su difícil diagnóstico inicial, su evolución y sus posibles complicaciones y cronicidad [2,5]. Su asociación con una fractura obstétrica viene normalmente condicionada por un antecedente de parto distócico, siendo el húmero el hueso más frecuentemente afectado [6]. Se trata de un cuadro que precisa de intervención quirúrgica, tanto por su entidad infecciosa como por su posible evolución a pseudoartrosis [7].

Caso clínico

Recién nacido a término (38 semanas), 3.700 gramos de peso (> P95), presentación cefálica y parto instrumentado mediante vacuum, asfisia perinatal grave, crisis convulsivas y fractura de húmero secundaria, ingresado por pérdida de bienestar fetal agudo al nacimiento y distrés respiratorio en neonatología. A los tres días ingresa en UCI neonatal por acidosis metabólica, mostrando hemocultivo positivo para *klebsiella pneumoniae*, con diagnóstico de sepsis neonatal y sospecha de meningitis secundaria. Absceso en brazo izquierdo con celulitis circundante, con drenaje espontáneo por trayecto fistuloso a piel (Fig. 1A) y toma de cultivo positiva para *klebsiella pneumoniae*. Tratamiento antibiótico con vancomicina y cefotaxima. Tras 20 días de tratamiento sistémico y curas locales, no mejoría del cuadro ni evidencia de consolidación de la fractura. Ante el cuadro de OAH por *klebsiella pneumoniae*, se decide tratamiento quirúrgico con limpieza de foco infeccioso, desbridamiento y estabilización con fija-

dor externo monolateral (Fig. 1B), con cambio de cefotaxima (31 días) por meropenem. El paciente evoluciona favorablemente de su cuadro séptico, con alta de UCI neonatal a los 38 días del ingreso con los siguientes diagnósticos: distocia obstétrica con fractura de húmero secundaria, asfisia perinatal moderada-grave, coagulopatía secundaria, riesgo infeccioso, sepsis por *klebsiella pneumoniae*, sospecha de meningitis secundaria, hiponatremia grave secundaria, convulsiones secundarias, trombopenia secundaria, sepsis nosocomial por *cándida albicans*, anemia multifactorial, intolerancia enteral multifactorial, osteomielitis aguda de húmero izquierdo con fijación externa, hepatomegalia-colestasis multifactoriales, calcificaciones en ramas portales y diabetes insípida central. En radiografías de control sucesivas se aprecia

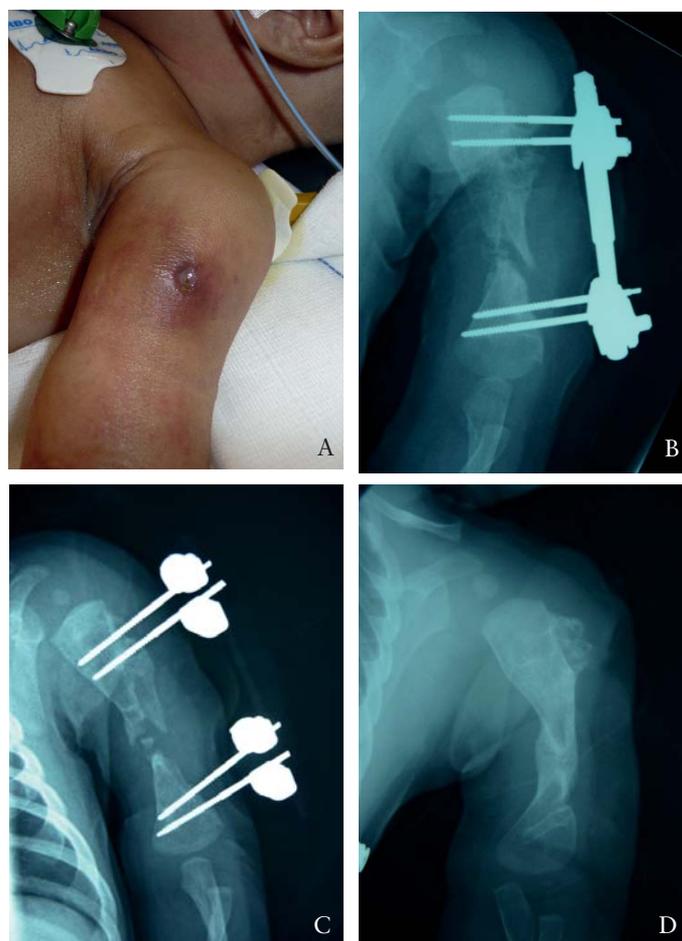


Fig. 1. A) Absceso en brazo izquierdo con trayecto fistuloso a piel, B) Estabilización quirúrgica mediante fijación externa monolateral previa limpieza de foco infeccioso, C) Evolución a pseudoartrosis atrófica humeral tras cuatro meses, D) Fractura obstétrica humeral consolidada tras reintervención y aporte de injerto óseo autólogo.

falta de unión ósea en foco de fractura, con diagnóstico de pseudoartrosis atrófica a los cuatro meses de evolución (Fig. 1C). Se realiza gammagrafía ósea, que resulta negativa, y se decide reintervención ante la mejoría del cuadro clínico, con curetaje de foco, limpieza y aporte de injerto óseo autólogo de cresta ilíaca, con una nueva estabilización mediante fijación externa.

Resultados

A los dos meses se objetiva unión completa del foco, con buena movilidad y exploración clínica del paciente y resolución del caso, encontrándose el paciente totalmente asintomático hasta la actualidad (Fig. 1D).

Discusión

Las fracturas obstétricas asociadas a un cuadro de sepsis y OAH del foco fracturario son una entidad poco frecuente que debe ser diagnosticada y tratada de inicio. Ante este cuadro, y siempre que el estado general lo permita, se debe realizar un tratamiento quirúrgico precoz con desbridamiento del foco y estabilización quirúrgica, con tratamiento médico intravenoso asociado y específico del microorganismo que haya crecido en el cultivo. Es frecuente la evolución del cuadro con secuestros óseos y su posible cronificación y/o evolución a pseudoartrosis, como en el caso expuesto. En estos casos, el paciente debe ser reintervenido y se debe realizar aporte de injerto óseo autólogo para favorecer la unión del hueso [7].

Agradecimientos

Al Dr. César Salcedo y al Dr. Alarcón por su apoyo incondicional a la investigación y por su gran labor docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dessì A, Crisafulli M, Accossu S, Setzu V, Fanos V. Osteoarticular infections in newborns: diagnosis and treatment. *J Chemother.* 2008; 20:542-50.
2. Minaev SV, Motorina RA, Leskin VV. Complex treatment of acute hematogenous osteomyelitis in children. *Khirurgiia (Mosk).* 2009; (8):41-4.
3. Haddad F, Sahyoun S, Maalouf G. Neonatal osteomyelitis of the proximal femur: a case with ten-year follow-up and review of the literature. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2007; 93:594-8.
4. Kim YK, Pai H, Lee HJ. Bloodstream infections by extended-spectrum-lactamase-producing *Escherichia Colli* and *Klebsiella Pneumoniae* in children: epidemiology and clinical outcome. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2002. 46: 1481-91.
5. Harik NS, Smeltzer MS. Management of acute hematogenous osteomyelitis in children. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2010; 8:175-81.
6. Groenendaal F, Hukkelhoven C. Fractures in full-term neonates. *Ned Tijdschr Geneesk.* 2007; 151:424.
7. Hahn MP, Ostermann PA, Richter D, Muhr G. Pseudarthroses in childhood. *Orthopade.* 1996;25:470-7.

Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.

La cirugía del síndrome del túnel carpiano en pacientes de edad avanzada

The surgery of carpal tunnel syndrome in elderly patients

Faour Martín O ¹, Martín Ferrero MA ², Vega Castrillo A ², Cortes Villar JM ²

¹ Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital de Puertollano, Ciudad Real, España. ² Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, España.

Resumen

Objetivo: Presentamos los resultados a largo plazo de la cirugía de descompresión del nervio mediano en la muñeca en pacientes de edad avanzada.

Métodos: Estudio prospectivo histórico, de larga evolución, en 98 pacientes intervenidos de síndrome del túnel carpiano, considerados por grupos de edad, con un tiempo postoperatorio medio de diez años. Se realizó la valoración con el cuestionario clínico-funcional de Levine, electromiografía y dinamometría de los pacientes estudiados.

Resultados: Para la mayor parte de las preguntas del cuestionario de Levine, así como para los valores de velocidad sensitiva y latencia motora del nervio mediano, encontramos diferencias favorables con respecto a la valoración preoperatoria. Sin embargo, los datos de fuerza de presión manual fueron desfavorables.

Conclusiones: En pacientes de edad avanzada, la sección completa del ligamento transversal del carpo permite mantener diferencias favorables en la mayoría de los parámetros estudiados tras diez años desde la cirugía, siendo el tratamiento quirúrgico una opción recomendable.

Palabras clave:

Síndrome del túnel carpiano, edad, resultados.

Abstract

Purpose: We present in this article the long term outcomes of median nerve release at the wrist in elderly patients.

Methods: Historical prospective long term study over 98 patients that received surgical treatment of carpal tunnel syndrome considered by aging and with a mean follow-up of ten years. A clinical-functional (with the Levine Questionnaire), electromyographic and dynamometric evaluation of the patients studied have been carried out.

Results: For most of the items of the Questionnaire of Levine, as well as for the values of sensitive velocity and motor latency of the median nerve, we have found favourable differences with respect to the preoperative evaluation. The data of grip strength are unfavourable.

Conclusions: In elderly patients, complete section of the carpal transverse ligament, allows maintaining favourable differences in most of the parameters studied, after ten years from the surgery, being the surgical treatment a recommendable option.

Key words:

Carpal tunnel syndrome, age, outcome.

Correspondencia

O Faour Martín
Antonio Montesinos 2, 1º C. 37003 Salamanca, España.
e-mail: ofmartin@msn.com

Introducción

La neuropatía compresiva del nervio mediano en la muñeca es el atrapamiento nervioso más frecuente de la extremidad superior [1][2]. La cirugía del síndrome del túnel carpiano se erige como el procedimiento más común de las intervenciones de la mano en general [3]. La descompresión del canal carpiano mediante la apertura del retináculo flexor se considera un tratamiento satisfactorio. No obstante, en algunos pacientes no se resuelven todos los síntomas [4]. La debilidad a la presión manual y el dolor en las zonas tenar e hipotenar correspondientes al final del ligamento transversal tras su sección completa, son descritas como complicaciones habituales de la neurólisis clásica del nervio mediano [5-7]. Existen una serie de factores que pueden influir en los resultados postoperatorios, incluyendo la edad, el alcoholismo y la diabetes, entre otros [8].

La edad avanzada se asocia significativamente con el aumento de la gravedad y de las alteraciones clínicas y electrofisiológicas de la enfermedad [9], y se ha sugerido que puede actuar como un factor independiente que condicione resultados desfavorables del tratamiento quirúrgico [10]. El objetivo del presente estudio es evaluar si en este tipo de pacientes la cirugía del síndrome del túnel carpiano permite conseguir resultados satisfactorios. Presentamos los resultados a largo plazo de la cirugía de descompresión del nervio mediano en la muñeca, considerando diferentes grupos de edad e incluyendo una valoración clínica, electromiográfica y dinamométrica.

Material y métodos

Se realizó un estudio prospectivo histórico a largo plazo. Se valoraron 98 pacientes que cumplían los siguientes criterios de inclusión: pacientes intervenidos por síndrome del túnel carpiano, de forma primaria y por un mismo cirujano entre los años 1999 y 2000; edad en el momento de la cirugía superior a 50 años; presencia de diagnóstico electromiográfico positivo en el preoperatorio; diagnóstico clínico preoperatorio acorde con los criterios de Graham CTS-6 [11], consistentes en parestesias en el territorio del nervio mediano, parestesias nocturnas, debilidad o atrofia de la musculatura tenar, signo de Tinnel y test de Phalen positivos, pérdida de discriminación de dos puntos; ausencia de reintervenciones en los años posteriores; y pacientes no fallecidos durante el seguimiento.

La técnica quirúrgica empleada consistió en la neurólisis abierta con sección completa del retináculo flexor, realizándose de la forma que se describe seguidamente. Tras la colocación del torniquete de isquemia en el brazo de la extremidad afectada, se llevó a cabo una incisión palmar de 3

centímetros, siguiendo el borde cubital de la uña del cuarto dedo con la articulación interfalángica distal flexionada, incidiéndose completamente el ligamento transversal de forma longitudinal en su lado cubital. Se suturó la fascia palmar media y se cerró la piel con una sutura reabsorbible de tres cerros. Todas las cirugías se efectuaron en régimen de cirugía mayor ambulatoria, bajo anestesia local, sin profilaxis antibiótica, y se colocó una férula palmar corta en los primeros quince días del postoperatorio.

Las características de la muestra estudiada en el tiempo quirúrgico son las siguientes: 82 mujeres (82,65%) y 16 hombres (17,35%), con una edad media de 62 (DE: 13) años, índice de masa corporal de 27,53 kg/m², presencia de trabajo manual previo en 79 pacientes (80,61%), antecedente de fracturas de radio en 12 pacientes (12,24%), de tumores locales en 16 pacientes (16,32%), de dedos en resorte en 19 pacientes (19,38%), 11 pacientes diabéticos (11,22%), tres afectados de artritis reumatoide (3,06%), siete anticoagulados (7,14%) y 32 pacientes afectados de algún grado de rizartrrosis (32,65%). El tiempo medio entre el inicio de los síntomas y la cirugía fue de 18 (DE: 6) meses.

Los resultados postoperatorios del cuestionario de Levine y los dinamométricos hacen referencia a un periodo de seguimiento medio de 10 años y cuatro meses. En el caso de los resultados electromiográficos, el tiempo de seguimiento medio fue de 10 años y seis meses.

Los pacientes fueron divididos en tres subgrupos en función de la edad: de 50 a 59 años (46 pacientes), de 60 a 69 años (39 pacientes) y de 70 años o más (13 pacientes). En el año 2010, al igual que en el tiempo preoperatorio, se realizó la valoración clínico funcional mediante el Cuestionario Específico de Levine *et al* [12], formado por dos escalas: una clínica, integrada por 11 preguntas en relación al dolor, parestesias, hormigueos y debilidad, con una respuesta entre 1 (normalidad) y 5 (máxima afectación); y otra funcional, que valora la realización de ocho actividades básicas de la vida diaria, con una respuesta de 1 (normalidad) a 5 (máxima afectación).

Los resultados fueron expresados como la media de las respuestas obtenidas. Se realizó la evaluación electromiográfica (electromiógrafo Medelec ® modelo Viking, de electrodos percutáneos bipolares), recogiendo los datos de latencia motora y velocidad de conducción sensitiva del nervio mediano. Se siguieron los criterios de la Sociedad Americana de Electrodiagnóstico [13] y se consideró como punto de corte en general una velocidad de conducción sensitiva menor de 48 metros por segundo y una latencia motora mayor de 4,2 msec para un intervalo de 7 cm. Para la valoración de la fuerza de presión de la mano intervenida

Tabla 1. Cuestionario de Levine en el global de los pacientes, en los tres subgrupos en función de la edad.

Variable: media y desviación típica	Global preop.	Global 10º año postop.	p	50- 59 años preop.	50-59 años 10º año postop.	p	60-69 años preop.	60-69 años 10º año postop.	p	= o > 70 años preop.	= o > 70 años 10º año postop.	p
Escala clínica	3,32 (0,36)	1,39 (0,27)	0,000*	3,29	1,35	0,000*	3,35	1,42	0,000*	3,36	1,45	0,000*
Escala funcional	2,41 (0,33)	(1,57) (0,99)	0,000*	2,37	1,52	0,000*	2,45	1,58	0,000*	2,58	1,59	0,001*

(Valores entre 1: normalidad y 5: máxima afectación).

se empleó el dinamómetro Dynatest®, con una escala graduada de 0 a 1 bares de presión, a intervalos de 0,05 bares. Se contó con el consentimiento informado de los pacientes y de la comisión de ética hospitalaria.

Para el estudio estadístico se empleó el test de Fisher y el Chi Cuadrado para las variables cualitativas, mientras que para las variables cuantitativas se utilizó la prueba T de comparación de medias para datos apareados o no. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas para un p valor menor de 0,05. De forma previa al estudio de los datos obtenidos, se comprobó la distribución normal de las diferentes variables estudiadas, y se llevó a cabo el estudio descriptivo de los pacientes.

Resultados

En relación al cuestionario de Levine, para la mayor parte de las preguntas existieron datos favorables en el global de los pacientes estudiados a los diez años de la cirugía, teniendo un valor medio global para sus dos escalas comprendido entre ausencia de afectación o el grado más leve ($p < 0,001$). La excepción vino determinada por la pregunta número 7 de la escala clínica (debilidad manual), cuyo valor en el postoperatorio a largo plazo no guardó diferencias respecto del valor preoperatorio ($p = 0,07$) (Tabla 1). Las preguntas 6 y 9 de la escala clínica (adormecimiento manual) fueron las que experimentaron una mayor mejoría a los diez años de la cirugía (Figura 1). En cuanto a la escala funcional, para las ocho actividades básicas de la vida diaria se encontraron resultados favorables en el postoperatorio a largo plazo. Estos hallazgos son los mismos que los detectados en los tres subgrupos de pacientes considerados en función de la edad (Tabla 1) (Figura 1) (Figura 2).

Los resultados electromiográficos guardaron diferencias favorables tanto en el global de los pacientes como en los tres subgrupos considerados en función de la edad, respecto a los

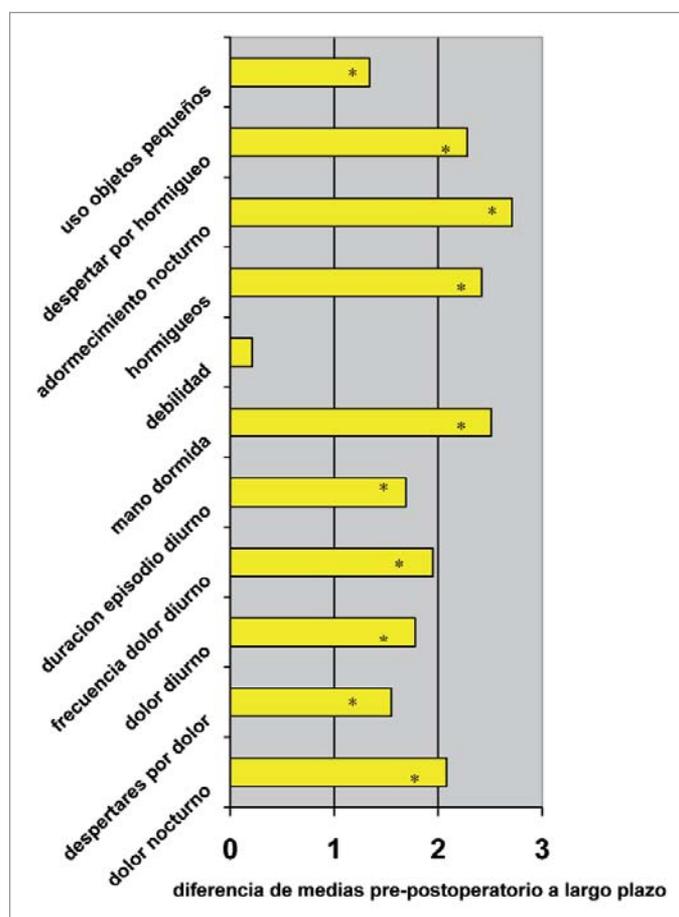


Fig. 1. Mejoría en la escala clínica del cuestionario de Levine, expresada como diferencia de medias entre el resultado preoperatorio y a los diez años desde la cirugía. * ($p < 0,05$). Ausencia de diferencias favorables en la pregunta que versa sobre «debilidad en mano y muñeca».

datos preoperatorios. No obstante, a pesar de la mejoría en los parámetros de velocidad de conducción sensitiva y latencia motora distal del nervio mediano, el valor medio de estos datos se continuó mostrando como patológico (Tabla 2).

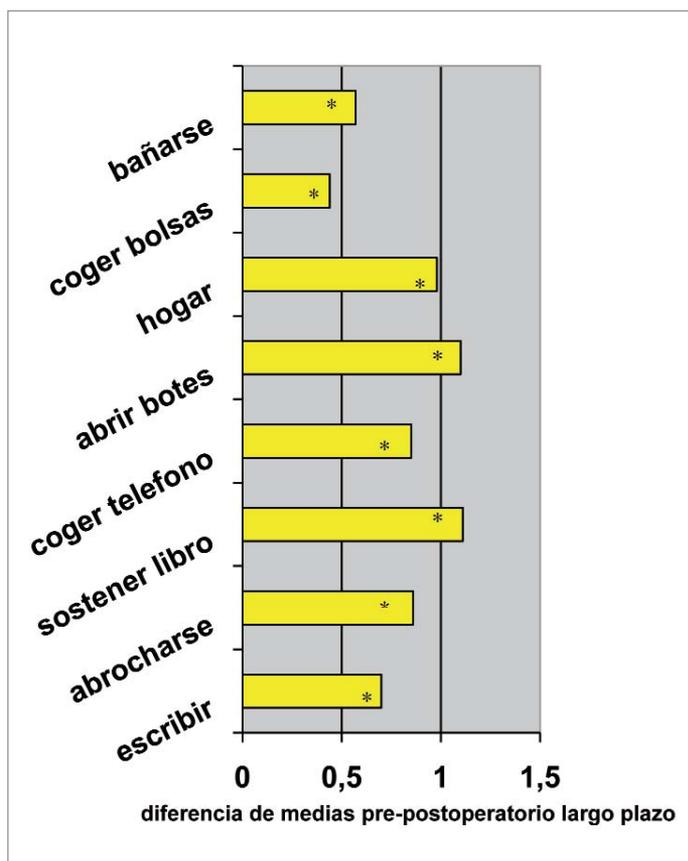


Fig. 2. Mejoría en la escala funcional del cuestionario de Levine expresada como diferencia de medias entre el resultado preoperatorio y a los diez años desde la cirugía. * (p<0,05).

La fuerza de presión de la mano intervenida en el preoperatorio fue de 0,49 bares, mientras que en el postoperatorio a largo plazo fue de 0,37 bares. La disminución de fuerza de presión manual revela datos significativos (p=0,025). Resultados similares se encontraron en cada subgrupo de pacientes en función de la edad (Tabla 3).

Discusión

El comienzo del síndrome del túnel carpiano suele suceder en torno a la cuarta o quinta década de la vida [14], y pocos han sido los estudios llevados a cabo sobre la cirugía de este síndrome en pacientes de edad avanzada [8][10]. No obstante, a pesar de que para determinados autores la edad constituye un factor que puede determinar resultados pobres del tratamiento quirúrgico, principalmente en paciente diabéticos [15], en nuestra valoración a largo plazo hemos encontrado resultados clínicos, funcionales y electromiográficos favorables, de forma global, con la excepción de la sensación de debilidad en la mano intervenida y en la fuerza de presión manual. En relación a este último dato, hay que tener en cuenta que en la disminución de fuerza descrita ejercería una importante influencia el hecho de que en la técnica quirúrgica empleada se llevó a cabo la división completa del retináculo flexor; este hecho ha sido ya descrito en diversos estudios [16][17]. Savornín *et al.* [18] realizaron una revisión bibliográfica de la cirugía del síndrome del túnel carpiano y una encuesta telefónica de 78 pacientes intervenidos con sección completa del ligamento transversal del carpo: el

Tabla 2. Valores electromiográficos en el global de los pacientes y en los tres subgrupos considerados en función de la edad.

Datos electromiográficos. (Media y desviación típica)	Global preop.	Global 10º año postop.	p	50- 59 años preop.	50-59 años 10º año postop.	p	60-69 años preop.	60-69 años 10º año postop.	p	= o > 70 años preop.	= o > 70 años 10º año postop.	p
Velocidad sensitiva media en metros por segundo	37,47 (5,54)	45,82 (3,36)	0,000*	37,85 (2,23)	46,08 (2,88)	0,000*	37,23 (3,21)	45,75 (2,75)	0,000*	37,16 (2,75)	45,71 (2,75)	0,000*
Latencia motora en milisegundos	5,14 (1,08)	3,43 (0,35)	0,000*	5,08 (1,04)	3,45 (0,75)	0,000*	5,19 (1,19)	3,39 (1,64)	0,000*	5,22 (1,55)	3,47 (0,65)	0,000*
Diagnóstico:												
Normal												
Leve (%)	0	48,02	0,000*	0	54,34	0,000*	0	48,71	0,000*	0	38,46	0,000*
	18,3	42,89		15,22	39,13		20,51	41,02		23,08	46,15	
Moderado (%)	58,8	9,09		65,21	6,52		64,10	10,25		38,46	15,38	
	22,84	0		19,56	0		15,39	0		38,46	0	
Severo												

Tabla 3. Valores dinamométricos en el global de los pacientes y en los tres subgrupos considerados en función de la edad.

Variable: media y desviación típica	Global preop.	Global 10º año postop.	p	50- 59 años preop.	50-59 años 10º año postop.	p	60-69 años preop.	60-69 años 10º año postop.	p	= o > 70 años preop.	= o > 70 años 10º año postop.	p
Fuerza en mano intervenida en bares	0,49 (0,11)	0,37 (0,09)	0,025*	0,52	0,39	0,012*	0,48	0,36	0,021*	0,47	0,35	0,032*

28% de los pacientes refirieron disminución de la fuerza de agarre a los dos años de evolución.

La cirugía de descompresión del nervio mediano con sección completa del retináculo flexor del carpo para pacientes afectados de síndrome de túnel y de edad avanzada se muestra, de forma global, como un tratamiento quirúrgico satisfactorio. El control adecuado de las patologías concomitantes sistémicas, tales como la diabetes o la artritis reumatoide, puede contribuir de forma decisiva al mantenimiento de los resultados favorables postoperatorios. **I**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Leit ME, Weiser RW, Tomaino MM. Patient-reported outcome after carpal tunnel release for advanced disease: a prospective and longitudinal assessment in patients older than age 70. *J Hand Surg (Am)* 2004; 29:379-83.
- Chung KC. Current status of outcomes research in carpal tunnel surgery. *Hand* 2006; 1:9-13.
- Bickel, Kyle D. Carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg (Am)* 2010; 35:147-52.
- Edgell SE, McCabe SJ, Breidenbach WC, LaJoie AS, Abel TD. Predicting the outcome of carpal tunnel release. *Hand Surg (Am)* 2003; 28:255-61.
- Dias JJ, Bhowal B, Wildin CJ, Thompson JR. Carpal tunnel decompression. Is lengthening of the flexor retinaculum better than simple division? *J Hand Surg (Br)* 2004; 29:271-6.
- Karlsson MK, Lindau T, Hagberg L. Ligament lengthening compared with simple division of the transverse carpal ligament in the open treatment of carpal tunnel syndrome. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1997; 31:65-9.
- Richman JA, Gelberman RH, Rydevik BL, Hajek PC, Braun RM, Gyls-Morin VM, *et al.* Carpal tunnel syndrome: morphologic changes after release of the transverse carpal ligament. *J Hand Surg (Am)* 1989; 14:852-7.
- Townshend DN, Taylor PK, Gwynne-Jones DP. The outcome of carpal tunnel decompression in elderly patients. *J Hand Surg (Am)* 2005; 30:500-5.
- González-Roig JL, Cubero-Rego L, Santos-Anzorandia C. Evolución electrofisiológica del Síndrome del Túnel Carpiano. *Rehabilitación* 2007; 41:175-9.
- Weber RA, Rude MJ. Clinical outcome of carpal tunnel release in patients 65 and older. *J Hand Surg (Am)* 2005; 30:75-80.
- Graham B, Regehr G, Naglie G, Wright JG. Development and validation of diagnostic criteria for carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg (Am)* 2006; 31:919-24.
- Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, *et al.* A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg (Am)* 1993; 75-A:1585-92.
- Thomsen N, Rosén I, Dahlin LB. Neurophysiologic recovery after carpal tunnel release in diabetic patients. *Clin Neurophysiol* 2010; 121:1569-73.
- Arthroshi I, Gummenson C, Johansson R, Ornstein E, Ranstam J, Rossen I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *Jama* 1999; 282:153-8.
- Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. *Clin Neurophysiol* 2002; 9:1373-81.
- Netscher D, Lee M, Thornby J, Polsen C. The effect of division of the transverse carpal ligament on flexor tendon excursion. *J Hand Surg (Am)* 1997; 22:1016-24.
- Werner RA, Franzblau A, Albers JW, Buchele H, Armstrong TJ. Use of screening nerve conduction studies for predicting future carpal tunnel syndrome. *Occup Environ Med* 1997; 54:96-100.
- Savornin C, Boabighi A, Tchenio P, Raimbeau G, Fouque P, Aparé T, *et al.* Should we reconstruct the flexor retinaculum in the carpal tunnel? *Chir Main* 2010; 29:343-51.

Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.

Influencia de la posición de la cabeza femoral en el desarrollo acetabular

Influence of femoral head positioning upon acetabular development

Moraleda L, Bravo C, Albiñana J, Forriol F

¹ Unidad de Ortopedia y Traumatología Infantil. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario La Paz. Madrid, España. ² Universidad San Pablo-CEU, Facultad de Medicina, Campus de Montepríncipe. Madrid, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Analizar las alteraciones que las diferentes osteotomías femorales proximales provocan sobre la morfología acetabular.

Material y método: Se intervinieron 30 corderos, de tres meses de edad, divididos en cinco grupos: grupo 1, se efectuó una osteotomía varizante de fémur sin modificar la versión femoral; grupo 2, una osteotomía valguzante de fémur sin modificar la versión femoral; grupo 3, una osteotomía derrotatoria de fémur, disminuyendo la anteversión femoral sin modificar el ángulo cervico-diafisario; grupo 4, una osteotomía derrotatoria de fémur, aumentando la anteversión femoral sin modificar el ángulo cervico-diafisario; y grupo 5 o control. El sacrificio se realizó a los tres meses de la intervención y se midió la morfología acetabulo-femoral.

Resultados: La versión femoral del lado intervenido no se correlacionó ni con la diferencia entre el diámetro acetabular antero-posterior derecho e izquierdo, ni con la diferencia entre el diámetro acetabular infero-superior derecho e izquierdo, ni con la diferencia entre el volumen acetabular derecho e izquierdo. El ángulo cervico-diafisario intervenido se correlacionó con la diferencia entre el volumen acetabular derecho e izquierdo ($p=0,023$), siendo menor la diferencia entre el volumen acetabular derecho e izquierdo cuanto mayor era el ángulo cervico-diafisario.

Conclusión: Un ángulo cervico-diafisario disminuido provoca un aumento del volumen acetabular. Por lo tanto, la osteotomía varizante de fémur podría utilizarse para mejorar el volumen acetabular.

Palabras clave:

Crecimiento, cadera, displasia, acetábulo, cartílago trirradiado.

Abstract

Objective: To analyze the alterations produced by the different proximal femoral osteotomies upon acetabular morphology.

Material and methods: Thirty 3-month-old lambs were divided into 5 groups: group 1 (varus osteotomy of the femur without modifying femoral version), group 2 (valgus osteotomy of the femur without modifying femoral version), group 3 (derotation osteotomy of the femur, reducing femoral anteversion without modifying the neck-diaphyseal angle), group 4 (derotation osteotomy of the femur, increasing femoral anteversion without modifying the neck-diaphyseal angle), and group 5 (control). The animals were sacrificed three months after the operation and the acetabular and femoral morphology was measured.

Results: Femoral version on the operated side was not correlated to the difference between the right and left anteroposterior acetabular diameter, the difference between the right and left inferosuperior acetabular diameter, or the difference between the right and left acetabular volume. The operated neck-diaphyseal angle was correlated to the difference between the right and left acetabular volume ($p = 0.023$) – the difference in volume decreasing with increasing neck-diaphyseal angle.

Conclusion: A diminished neck-diaphyseal angle results in an increased acetabular volume. Therefore, varus osteotomy of the femur could be used to improve the acetabular volume.

Key-words:

Growth, hip, dysplasia, acetabulum, triradiate cartilage.

Correspondencia

L Moraleda
Servicio de Ortopedia Infantil Hospital Universitario La Paz. Madrid, España.
e-mail: l.moraleda@yahoo.es

Introducción

La displasia persistente del desarrollo de la cadera no tratada y la enfermedad de Legg-Calve-Perthes conllevan alteraciones anatómicas que modifican la biomecánica articular y conducen a una coxartrosis temprana [1-3]. Además, los problemas en la cadera afectan a entre el 1% y el 55% de los pacientes con parálisis cerebral [4], causándoles dolor, dificultad para la higiene perineal y empeoramiento de su capacidad para permanecer sentado [5]. La osteotomía varizante y derrotatoria del fémur está indicada en el tratamiento de la displasia del desarrollo de la cadera (DDC), en la enfermedad de Perthes y en la cadera a riesgo del paciente con parálisis cerebral (Figura 1), y tiene como objetivo devolver la congruencia y la biomecánica articular normal. Además, en el caso de la DDC serviría para corregir una anteversión femoral aumentada y una coxa valga, aunque la existencia de estas deformidades no siempre se ha puesto de manifiesto [8][7]. Este tipo de osteotomía en el tratamiento de la enfermedad de Perthes se basa en la teoría de la contención, según la cual el acetábulo sirve de molde para que la cabeza femoral mantenga su forma esférica durante la fase de remodelación. Aunque se ha demostrado geométricamente que el acetábulo no puede contener toda la cabeza femoral, las osteotomías femorales consiguen mejorar el pronóstico de esta enfermedad [8]. Por otro lado, varizar la extremidad proximal del fémur mejora la forma del techo acetabular [9], existiendo una relación del pronóstico de la enfermedad de Perthes con la forma del techo acetabular.

Nuestra hipótesis es que el resultado de la osteotomía varizante de fémur, tanto en la displasia del desarrollo de la cadera como en la enfermedad de Perthes, se debe al efecto que tiene la nueva posición de la cabeza femoral afectando al crecimiento del cartílago trirradiado del acetábulo. El objetivo de este estudio es analizar las alteraciones que las diferentes osteotomías femorales proximales provocan sobre la geometría acetabular.

Material y método

Se intervinieron 30 corderos, de tres meses de edad, siguiendo la normativa vigente sobre protección de los animales para investigación (RD 1201/2005).

Los grupos constaron de seis animales cada uno. El lado intervenido fue siempre el derecho, manteniéndose el lado izquierdo como lado control intragrupo.

Tras una semana de aclimatación, se asignó cada uno de los animales a uno de los siguientes grupos experimentales: grupo 1, donde se realizó una osteotomía varizante de fémur sin modificar la versión femoral; grupo 2, en el que se realizó una osteotomía valguizante de fémur sin modificar



Fig. 1. Osteotomía varizante de fémur realizada en un paciente con una displasia de cadera derecha (A) que consigue normalizar el índice acetabular (B).

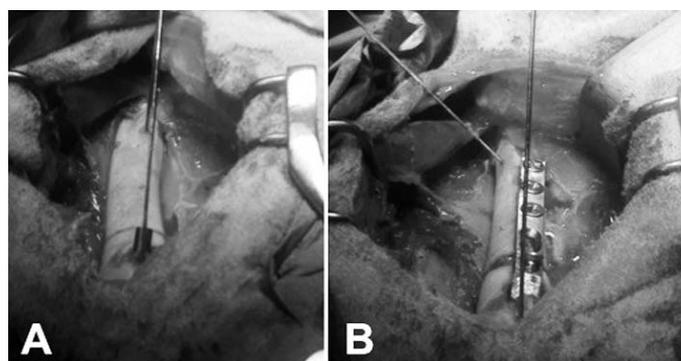


Fig. 2. Control intraoperatorio de la cadera donde se realizó un osteotomía derrotatoria con un aumento de la versión femoral: se colocan dos agujas Kirschner paralelas proximal y distal al nivel de la osteotomía (A); un vez realizada la osteotomía, se rota el fémur controlando la versión femoral con el ángulo formado por las agujas (B).

la versión femoral; grupo 3, donde se realizó una osteotomía varizante y derrotatoria de fémur, provocando una retroversión femoral; grupo 4, en el que se efectuó una osteotomía varizante y derrotatoria de fémur, aumentando la anteversión femoral; y grupo 5 o grupo control, donde no se realizó ninguna osteotomía femoral.

Los animales permanecieron en corrales durante el postoperatorio inmediato con comida y agua *ad libitum* desde el primer día después de la intervención. Tras una semana de postoperatorio, volvieron al centro de estabulación hasta el momento del sacrificio.

La versión femoral fue controlada durante la cirugía mediante dos agujas Kirschner colocadas paralelas en el fémur proximal y distal antes de realizar la osteotomía (Figura 2). La agujas sirvieron, una vez realizada la osteotomía, para controlar el grado de anteversión o retroversión del fémur proximal. Se diseñó un tornillo-placa para fijar la osteotomía femoral proximal. El implante diseñado consistió en un tornillo cefálico de rosca distal junto con una placa con un

ángulo variable y cuatro orificios para fijar la placa a la diáfisis femoral (Figura 3).

Se estudió la morfometría previa en seis fémures de corderos de tres meses de vida y se determinó que el ánima del tornillo cefálico fuera de 4 mm, que se dispusiera de tornillos para sujetar la placa a la diáfisis del fémur de una longitud entre 20 y 25 mm, y que el ángulo de la placa para mantener un ángulo cervico-diafisario normal fuera de 130°. Además, se estableció que el ángulo de la placa para el grupo «osteotomía varizante» fuera de 110° y para el grupo «osteotomía valguizante» de 150° (Figura 3).

Tres corderos, cada uno perteneciente a grupos diferentes, fueron sacrificados por presentar una infección quirúrgica que afectaba al crecimiento y al bienestar de los animales. Otro cordero falleció sin causa aparente. 26 corderos completaron el estudio: grupo control 5, grupo varo 5, grupo valgo 4, grupo anteversión femoral 7 y grupo retroversión femoral 5.

El sacrificio se realizó a los tres meses de la intervención quirúrgica bajo anestesia general profunda mediante inyección intravenosa de 10 ml de KCl. Tras el sacrificio, se extrajeron la pelvis y ambos fémures, y se realizó el estudio morfológico, geométrico y fotográfico.

También se constató la consolidación de la osteotomía y se anotó la presencia de una deformidad de la cabeza femoral o una alteración del cartílago articular de la cabeza femoral o del acetábulo, del labrum, del ligamento teres, de la cápsula o del pulvinar.

Respecto al estudio morfométrico, se midió la profundidad acetabular, los diámetros anteroposterior e ínfero-superior del acetábulo, los diámetros anteroposterior e ínfero-su-



Fig. 3. Placas con los tres tipos diferentes de ángulo cervico-diafisario: 110°, 130° y 150°.

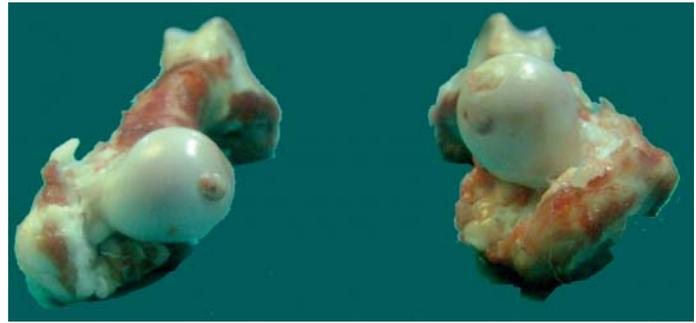


Fig. 4. Medición de la anteversión femoral utilizando una fotografía cenital de ambos fémures con las superficie posteriores de ambos cóndilos femorales apoyados en una mesa.

perior de la cabeza femoral, el volumen acetabular, el ángulo cervico-diafisario y la anteversión femoral. Los diámetros y la profundidad acetabular se midieron con un pie de rey digital. Para la medición del ángulo cervico-diafisario se utilizó un goniómetro. La anteversión femoral se midió en una fotografía cenital de ambos fémures utilizando el programa informático AutoCad (AutoDesk, San Rafael, Ca, EE UU) (Figura 4). Para la medición del volumen acetabular, se rellenó el acetábulo con plastilina, que luego fue pesada en un peso digital (Scale LE 2066, Leica Scientific Instrument, Madrid, España) validado por el Organismo Verificador de Centros de Laboratorio de Madrid (número de identificación 016). Se calculó, para todos los valores morfométricos, la diferencia entre el valor del lado derecho (caso) y el valor del lado izquierdo (control).

Se utilizó el programa informático Statistical Package for Social Sciences (SPSS, Chicago, IL) para el análisis estadístico de los datos.

Resultados

El peso medio general en el momento de la cirugía fue de 18,3 (DE: 3) kg., mientras que en el momento del sacrificio fue de 26,2 (DE: 4,7) kg, con un incremento medio general de peso desde la cirugía hasta el sacrificio de 7,3 (DE: 3,6) kg. No encontramos diferencias entre los grupos con respecto al incremento de peso desde la cirugía hasta el sacrificio ($p=0,542$). El tiempo medio desde la cirugía hasta el sacrificio fue de 87 días (rango: 80 - 94).

El ángulo cervico-diafisario medio del lado control (izquierdo) fue de 129° (rango: 125° - 135°). El ángulo cervico-diafisario medio del lado intervenido (derecho) fue de 127,5° (rango: 110° - 150°). Diecisiete corderos pertenecientes a los grupos control, anteversión y retroversión presentaron un ángulo cervico-diafisario derecho medio de 129° (DE: 2,6°) y un ángulo cervico-diafisario izquierdo (control) medio de 129° (DE: 2,4°). Cinco corderos perte-

necientes al grupo varo presentaron un ángulo cérvico-diafisario derecho de 110° y un ángulo cérvico-diafisario izquierdo medio de 128° (DE: 2,7°), con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 18° (DE: 2,7°). Cuatro corderos pertenecientes al grupo valgo presentaron un ángulo cérvico-diafisario derecho medio de 149° (DE: 2,5°) y un ángulo cérvico-diafisario izquierdo medio de 129° (DE: 2,5°), con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 20° (DE: 0°).

La versión femoral media del lado control (izquierdo) fue de 18° (rango: 4° a 28°). La versión femoral media del lado intervenido (derecho) fue de 15° (rango: -23° a 65°). Catorce corderos pertenecientes a los grupos control, varo y valgo presentaron una versión femoral derecha media de 21° (DE: 7,8°) y una versión femoral izquierda (control) media de 19° (DE: 5,1°). Siete corderos pertenecientes al grupo anteversión femoral presentaron una versión femoral derecha media de 38° (DE: 19,7°), una versión femoral izquierda media de 16° (DE: 6°), con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 22° (DE: 17,3°). Cinco corderos pertenecientes al grupo retroversión femoral presentaron una versión femoral derecha media de -17° (DE: 5°), una versión femoral izquierda media de 16° (DE: 4°), con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 34° (DE: 3°).

El diámetro anteroposterior acetabular medio fue de 26,3 (DE: 1,4) mm en el lado derecho (caso) y de 25,8 (DE: 1,3) mm en el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho y el izquierdo de 0,5 (DE: 0,9) mm. Cinco corderos pertenecientes al grupo varo presentaron un diámetro anteroposterior acetabular de 26,4 (DE 2,1) mm para el lado derecho y de 25,7 (DE 1,1) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 0,7 (DE 1,2) mm. Cuatro corderos pertenecientes al grupo valgo presentaron un diámetro anteroposterior acetabular de 27,2 (DE: 1,4) mm para el lado derecho y de 26,6 (DE 1,4) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 0,6 (DE 0,8) mm. Siete corderos pertenecientes al grupo anteversión femoral presentaron un diámetro anteroposterior acetabular de 25,9 (DE: 1,1) mm para el lado derecho y de 25,2 (DE: 0,5) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 0,7 (DE: 1,1) mm. Cinco corderos pertenecientes al grupo retroversión femoral presentaron un diámetro antero-posterior acetabular de 26,7 (DE: 1,6) mm para el lado derecho y de 26,4 (DE: 1,8) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 0,4 (DE: 0,5) mm. Ni el ángulo cérvico-diafisario del lado derecho ($p=0,698$) ni la versión femo-

ral ($p=0,6$) se correlacionaron con la diferencia entre el diámetro anteroposterior derecho e izquierdo.

El diámetro ínfero-superior acetabular medio fue de 26,6 (DE: 1,7) mm en el lado derecho (caso) y de 26,1 (DE: 1,7) mm en el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho y el izquierdo de 0,5 (DE: 1) mm. Cinco corderos pertenecientes al grupo varo presentaron un diámetro ínfero-superior acetabular de 26,8 (DE: 2,1) mm para el lado derecho y de 25,8 (DE: 1,8) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 1 (DE: 0,9) mm. Cuatro corderos pertenecientes al grupo valgo presentaron un diámetro ínfero-superior acetabular de 26,7 (DE: 0,5) mm para el lado derecho y de 26,9 (DE: 0,9) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de -0,3 (DE: 0,6) mm. Siete corderos pertenecientes al grupo anteversión femoral presentaron un diámetro ínfero-superior acetabular de 26,7 (DE: 2,4) mm para el lado derecho y de 25,6 (DE: 1,7) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 1 (DE: 1,2) mm. Cinco corderos pertenecientes al grupo retroversión femoral presentaron un diámetro ínfero-superior acetabular de 26,9 (DE: 1,7) mm para el lado derecho y de 26,7 (DE: 1,8) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 0,2 (DE 0,6) mm. Ni el ángulo cérvico-diafisario del lado derecho ($p=0,083$) ni la versión femoral ($p=0,451$) se correlacionaron con la diferencia entre el diámetro ínfero-superior derecho e izquierdo.

La profundidad acetabular media fue de 21,2 (DE 2) mm en el lado derecho (caso) y de 21 (DE: 2) mm en el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho y el izquierdo de 0,3 (DE 1,2) mm. Cinco corderos pertenecientes al grupo varo presentaron una profundidad acetabular media de 22,1 (DE: 1) mm para el lado derecho y de 21,8 (DE: 1) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 0,2 (DE: 1) mm. Cuatro corderos pertenecientes al grupo valgo presentaron una profundidad acetabular media de 21,6 (DE: 1,8) mm para el lado derecho y de 22,7 (DE: 2,2) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de -1 (DE 1,4) mm. Siete corderos pertenecientes al grupo anteversión femoral presentaron una profundidad acetabular media de 20,5 (DE: 2,5) mm para el lado derecho y de 19,6 (DE: 1,7) mm para el lado izquierdo, con una diferencia media entre el lado derecho e izquierdo de 0,9 (DE: 1,4) mm. Cinco corderos pertenecientes al grupo retroversión femoral presentaron una profundidad acetabular media de 20,5 (DE: 2,5) mm para el lado derecho y de 20,1 (DE: 2,5) mm para el

Además, existen dudas de que la cabeza femoral pueda remodelar su forma. Sankar *et al.* [13], en un intento por estudiar la esfericidad de la cabeza femoral en niños con luxación de la cadera, encontraron que no hay un incremento de la deformidad de la cabeza con la edad, lo cual parece indicar una capacidad baja de remodelación de la cabeza femoral. Estos hallazgos también han sido descritos en estudios experimentales sobre la displasia de cadera [14].

Kim y Wenger [15] señalaron, tras estudiar reconstrucciones tridimensionales de TC de caderas con enfermedad de Perthes, que existe una coxa vara y una retroversión funcional de la cabeza femoral en la enfermedad de Perthes. En el caso de la displasia de cadera, la utilización de la osteotomía femoral en el tratamiento se basa en la supuesta existencia de una anteversión femoral aumentada y una coxa valga, lo cual está en discusión [6][7]. Por lo tanto, la osteotomía varizante y derrotatoria no se justifica por la presencia de una deformidad contraria en el fémur proximal.

El desarrollo adecuado de la cadera precisa que la cabeza femoral se encuentre correctamente centrada en el acetábulo y que exista un equilibrio entre el crecimiento de los cartílagos trirradiado y acetabular. Cualquier alteración en este equilibrio, ya sea en el periodo intrauterino o en el postnatal, conducirá a un desarrollo alterado de la cadera [16]. El cartílago trirradiado es el responsable del crecimiento semiesférico del acetábulo y del hueso innominado, manteniendo la relación con el crecimiento de la cabeza femoral. Este crecimiento fisario está influido por fuerzas externas [17]. De esa manera, sabemos que una fuerza ejercida sobre la fisis en una dirección paralela a la dirección del crecimiento provoca la inhibición del mismo (ley de Delpech). Esta inhibición del crecimiento será asimétrica si la presión es mayor en una parte que en otra de la placa de crecimiento. Por otro lado, una fuerza aplicada sobre la fisis en una dirección no paralela a la dirección del crecimiento provocará un cambio en la dirección del crecimiento óseo, de forma que éste se alejará de la fuerza. En resumen, la presión puede modificar tanto la velocidad como la dirección del crecimiento fisario [17]. La cabeza femoral ejerce sobre el cartílago trirradiado y el cartílago acetabular una presión necesaria para el normal desarrollo del acetábulo. Nuestra hipótesis es que las osteotomías femorales proximales provocan cambios en la presión que la cabeza femoral ejerce sobre el cartílago trirradiado y el cartílago acetabular, modificando su crecimiento y alterando el desarrollo acetabular. Esta alteración del desarrollo acetabular sería responsable del resultado clínico de las osteotomías femorales proximales. Nuestro estudio demuestra cómo un

menor ángulo cérvico-diafisario se asocia con un mayor volumen acetabular. Por lo tanto, deducimos que la mejoría que las osteotomías varizantes obtienen en el tratamiento de la enfermedad de Perthes o de la displasia del desarrollo de la cadera se deben, al menos en parte, al efecto que la nueva posición de la cabeza femoral ejerce sobre el crecimiento acetabular. No hemos observado ningún efecto de la versión femoral sobre la configuración acetabular. Sin embargo, algunos autores han demostrado que la reducción concéntrica de la cadera seguida de una osteotomía derrotatoria consigue estimular el desarrollo del techo acetabular sin necesidad de varizar el fémur proximal o realizar una acetabuloplastia [18]. La anteversión femoral aumentada es la causa más frecuente de recurrencia de la subluxación en una displasia del desarrollo de la cadera y, por lo tanto, la osteotomía femoral derrotatoria es necesaria en algunos casos para conseguir una reducción estable de la cadera. La mejoría que Blockey *et al.* [18] observaron tras una osteotomía derrotatoria del fémur puede deberse al efecto que la osteotomía tiene sobre la estabilización de la cadera y no directamente sobre el desarrollo acetabular.

La oveja ha sido utilizada como modelo experimental en estudios previos sobre la cadera o sobre el crecimiento fisario, y su patrón de madurez esquelética ha sido establecido [10][11]. Además, el tamaño del fémur permite la colocación de una placa para la osteosíntesis de la osteotomía femoral.

En conclusión, hemos observado cómo un ángulo cérvico-diafisario disminuido provoca un aumento del volumen del acetábulo. Por lo tanto, la osteotomía varizante de fémur puede utilizarse para mejorar el volumen acetabular. Se necesitan nuevos estudios antes de su aplicación en la práctica clínica. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salter RB, Simmonds DF, Malcolm BW, Rumble EJ, MacMichael D, Clements ND. The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg (Am)* 1980; 62-A:1232-51.
2. Hadley NA, Brown TD, Weinstein SL. The effects of contact pressure elevations and aseptic necrosis on the long-term outcome of congenital hip dislocation. *J Orthop Res* 1990; 8:504-13.
3. Stulberg SD, Cooperman DR, Wallensten R. The natural history of legg-calvé-perthes disease. *J Bone Joint Surg (Am)* 1981; 63-A:1095-108.

4. Laplaza FJ, Root L, Tassanawipas A, Glasser DB. Femoral torsion and neck-shaft angles in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1993; 13:192-9.
5. Renshaw TS, Deluca PA. Cerebral palsy. En: Morrissy RT, Weinstein SL (eds.). *Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. p. 551-603.
6. Sarban S, Ozturk A, Tabur H, Isikan UE. Anteversion of the acetabulum and femoral neck in early walking age patients with developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop Part-B* 2005; 14:410-4.
7. Sugano N, Noble PC, Kameric E, Salama JK, Ochi T, Tullos HS. The morphology of the femur in developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg (Br)* 1998; 80-B:711-9.
8. Herring JA, Kim HT, Browne R. Legg-Calve-Perthes disease. Part II: Prospective multicenter study of the effect of treatment on outcome. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004; 86-A:2121-34.
9. Grzegorzewski A, Synder M, Koztowski P, Szymczak W, Bowen RJ. The role of the acetabulum in perthes disease. *J Pediatr Orthop* 2006; 26:316-21.
10. Arriola F, Forriol F, Cañadell J. Histomorphometric study of growth plate subjected to different mechanical conditions (compression, tension and neutralization): An experimental study in lambs. *Mechanical growth plate behavior. J Pediatr Orthop Part B* 2001; 10:334-8.
11. Nafei A, Danielsen CC, Linde F, Hvid I. Properties of growing trabecular ovine bone. Part I: Mechanical and physical properties. *J Bone Joint Surg (Br)* 2000; 82:910-20.
12. Rab GT. Containment of the hip: A theoretical comparison of osteotomies. *Clin Orthop Relat Res* 1981; 154:191-6.
13. Sankar WN, Neuburger CO, Moseley CF. Femoral head sphericity in untreated developmental dislocation of the hip. *J Pediatr Orthop* 2010; 30:558-61.
14. Moraleda L, Esparza R, Forriol F, Albiñana J. Selective posterior epiphysiodesis of the trirradiate cartilage for treatment of residual acetabular dysplasia. *Annual Meeting of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA)*. Montreal 2011, May 12.
15. Kim HT, Wenger DR. «Functional retroversion» of the femoral head in legg-calvé-perthes disease and epiphyseal dysplasia: Analysis of head-neck deformity and its effect on limb position using three-dimensional computed tomography. *J Pediatr Orthop* 1997; 17:240-6.
16. Harrison TJ. The influence of the femoral head on pelvic growth and acetabular form in the rat. *J Anat* 1961; 95:12-24.
17. Arkin AM, Katz JF. The effects of pressure on epiphyseal growth; the mechanism of plasticity of growing bone. *J Bone Joint Surg (Am)* 1956; 38-A:1056-76.
18. Blockley NJ. Derotation osteotomy in the management of congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg (Br)* 1984; 66-B:485-90.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.

Luxación antero-inferior de cadera en una presentación poco común. Estudio de un caso y revisión de literatura

Anteroinferior hip dislocation in an unusual presentation. Case report and literature review

Peña-Ramos T, Vilchez-Cavazos F, Mendoza-Lemus O, Acosta-Olivo C

Departamento de Ortopedia y Traumatología, Hospital Universitario «Dr. José E. González», Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

Resumen

Las luxaciones anteriores de cadera son raras y se suelen presentar en varones, en la tercera década de la vida, asociados con accidentes de alta energía. Presentamos el caso de una mujer con este tipo de luxación con la cabeza encajada en el agujero obturador, irreductible por maniobras externas.

Abstract

Anterior hip dislocation are rare events, most commonly presented in males, in the third decade of life, usually associated with high-energy accidents. We present the case of a female patient with anterior dislocation of the hip, anchored in the obturator foramen, irreducible by closed reduction.

Introducción

Las luxaciones de cadera son eventos raros, siendo menos frecuente su presentación anterior hasta el 10% de los casos [1-3]. La mayoría de las luxaciones de cadera suelen ser manejadas mediante reducción por maniobras externas, restricción del apoyo y rehabilitación. Sin embargo, ciertas luxaciones suelen requerir su manejo con reducción abierta, afectando al pronóstico.

Caso

Se trata de una mujer de 20 años de edad que ingresó en urgencias tras un accidente de tráfico con vuelco del vehículo. Estaba estable hemodinámicamente, consciente, con escala de coma de Glasgow de 13 puntos. Presentaba dolor, flexión, rotación externa y abducción de la extremidad pélvica derecha, además de deformidad y crepitación en el tobillo ipsilateral, sin datos de compromiso neurovascular distal.

En la radiografía AP de pelvis realizada tras el ingreso se apreció una luxación de cadera anterior obturatriz, encon-

trando la cabeza femoral dentro de la cavidad pélvica a través del agujero obturador (Figura 1), y en las radiografías de tobillo encontramos una fractura tipo 44 C1, según clasificación de AO. Se realizó un intento de reducción por maniobras externas, bajo sedación consciente, en el departamento de urgencias, utilizando la maniobra de Allis modificada, sin éxito. La paciente fue trasladada a quirófano donde, bajo anestesia general, se realizó una nueva maniobra de reducción, también sin éxito. Por ello se decidió rea-



Fig. 1. Radiografía AP de pelvis de ingreso, luxación de cadera anterior obturatriz enclavada en agujero obturado.

Correspondencia

C Acosta-Olivo

Departamento de Ortopedia y Traumatología, 4º piso.

Hospital Universitario «Dr. José E. González».

Madero y Gonzalitos, s/n - Colonia Mitras Centro. Monterrey, Nuevo León, México.

e-mail: dr.carlosacosta@gmail.com

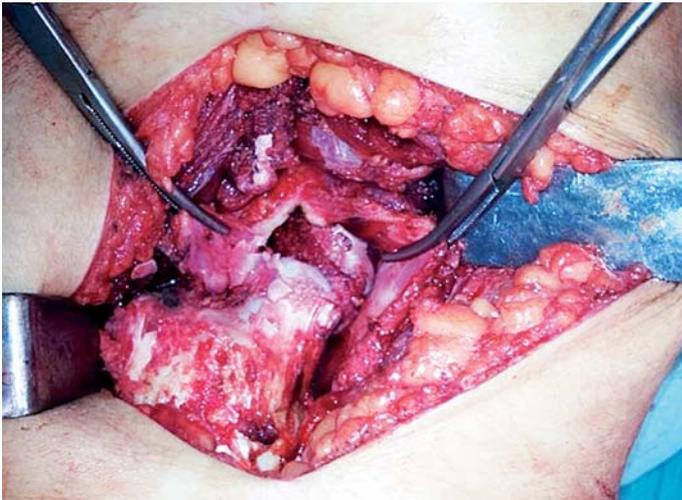


Fig. 2. Imagen operatoria. Reducción de luxación con cadera en máxima rotación externa, para visualizar lesión por indentación de cabeza femoral (flecha).



Fig. 3. Radiografía AP de pelvis se muestra reducción concéntrica de la luxación.

lizar una reducción abierta. Se realizó un abordaje lateral de cadera, observando el cuello femoral en el agujero obturador y la cabeza femoral dentro de la cavidad pélvica. Efectuamos una osteotomía en el isquion para liberar la cabeza femoral, obteniendo una reducción concéntrica y estable, encontrando una fractura por impactación en la porción anteroinferior de la cabeza femoral (Figura 2) (Figura 3). Se difirió la cirugía del tobillo por condiciones de tejidos blandos, realizándose cinco días después de su ingreso.

La paciente comenzó con ejercicios de movilidad y fortalecimiento de los músculos flexores de la cadera y de los extensores de la rodilla seis días después de la reducción, manteniendo el reposo en cama con movilidad pasiva de la cadera. Diferimos la carga seis semanas.

Nuestra paciente presentó, a los tres meses, una valoración funcional inferior a 20 puntos en la escala de Harris y HOOS, considerándose un resultado pobre; así como 19 puntos en la escala WOMAC y 9 puntos en la evaluación de Oxford para cadera. La paciente, a pesar de haber recibido su manejo de manera oportuna, no siguió el programa de rehabilitación, lo que pudiera ser causa de su pobre resultado funcional. La radiografía de pelvis a los seis meses de evolución mostraba una reducción congruente, sin datos de necrosis avascular (Figura 4).

Discusión

Las luxaciones de cadera representan entre el 5 y el 25% de todas las luxaciones del esqueleto [4-6] y son más frecuentes en varones, el 75% [7], entre los 20 y 30 años de edad [1][8]. Generalmente están asociadas con mecanismos de alta energía, en su mayoría accidentes automovilísticos (84%) [1][4][7-11].

La dirección del vector de fuerza y la posición de la extremidad al momento de la lesión determinan la dirección de la luxación [3][11][12]. Un 95% de las luxaciones son posteriores [6][7][13], siendo el resto luxaciones anteriores [1-4][12][14], ya que las centrales son muy raras [8]. Las luxaciones anteriores son ocasionadas por traumatismos directos con la pierna en abducción y rotación externa [6][7][15] y el grado de flexión de la cadera determina el subtipo [1]. La clasificación de Epstein y Harvey [1][2][5][11][12][16-19] divide las luxaciones anteriores, según la posición de la cabeza femoral, en obturatriz o inferior y púbica o superior, siendo la mayoría, entre el 70 y el 90%, luxaciones inferiores u obturatriz [1][3-5][12][18], produciéndose con la cadera en abducción, rotación externa y flexión [1][2][5][12].



Fig. 4. Radiografía AP de pelvis a los tres meses de evolución, donde se aprecia una lesión por indentación en la cabeza femoral.

Radiográficamente, las luxaciones superiores pueden confundirse con las posteriores; estas se distinguen por la apariencia del trocánter menor, el cual es más prominente en la luxación anterior al estar la cadera en rotación externa y la cabeza femoral se muestra de mayor tamaño [2][11]. En las luxaciones inferiores la cabeza femoral se observa por delante del agujero obturador en la radiografía [2][5][11]. La valoración con el TAC es útil después de la reducción para valorar bloqueos mecánicos, fracturas de acetábulo y la presencia de fragmentos intra-articulares [4][12].

El objetivo del tratamiento es obtener una reducción congruente y anatómica [10] antes de las seis horas para evitar el riesgo de necrosis avascular de la cabeza femoral [4][20]; riesgo que se incrementa hasta 20 veces si la reducción se realiza más tarde [16][20]. La reducción por maniobras externas esta contraindicada en caso de asociarse a una fractura de cuello femoral o de cadera [19].

Las maniobras de reducción más comunes son la maniobra de Stimson. Se considera de las menos traumáticas, pero son difíciles ya que el paciente debe estar en decúbito prono [17][19], por lo que se prefiere utilizar la maniobra de Allis. Otro método descrito ha sido el Bigelow invertido [3][8]. Siempre hay que obtener radiografías postreducción para confirmar una reducción satisfactoria y valorar la estabilidad en los primeros 90° de flexión [3][11].

La luxación irreductible es una indicación quirúrgica de emergencia [8][20] que ocurre entre el 2% y el 15% de las luxaciones [3][8][19] y se atribuye, habitualmente, a un obstáculo anatómico por atrapamiento en ojal de la cápsula articular, interposición de un músculo o fragmentos óseos [3][19].

Epstein describió que la cadera luxada debe abordarse según la dirección de la luxación, ya que los abordajes opuestos completan el insulto vascular, por lo que están contraindicados [3][11][16][20]. En luxaciones anteriores se puede realizar el abordaje anterior Smith-Patterson [3][21], un abordaje antero-lateral que permite acceder a la porción posterior de la articulación cuando sea necesario [19]; el abordaje lateral directo permite una pobre exposición acetabular y la osteotomía trocantérica, en el cual se puede exponer la cadera por delante respetando la integridad de los músculos rotadores externos y la vascularización [21].

El tratamiento postreducción continúa siendo controvertido [3][19]. El tiempo de inmovilización antes de efectuar carga parcial no está ha descrito, ni tampoco se ha demostrado que altere la incidencia de relajación [20], ni la incidencia de necrosis avascular, ya que no incrementa el grado de isquemia inicial [3][12][14][22] pero disminuye la gravedad y el colapso cuando se desarrolla una necrosis avascu-

lar [3][20]. Se ha descrito [8] que si la reducción tarda más de seis horas en realizarse estaría justificado retrasar el apoyo entre ocho y 12 semanas.

El resultado final clínico depende de muchos factores, de los cuales el tiempo transcurrido hasta la reducción es el más importante [15], ya que al reducir el tiempo de isquemia se mejora la viabilidad de la cabeza femoral [11].

La necrosis avascular es la complicación más significativa de la luxación traumática [20][21], siendo la más frecuente a largo plazo, con una incidencia que varía desde el 1 al 40% [10][19], llegando al 50% si la reducción fue tardía [12][15]. Otras complicaciones son la artrosis postraumática presente en el 16% de las luxaciones no complicadas, incrementándose hasta el 88% en luxaciones con fractura acetabular [4]; las lesiones del nervio ciático, presentes en el 7-19% de los casos [11][22], que presentan una recuperación en el 50-70% de los pacientes [8]; la relajación está relacionada con una duración de la inmovilización inferior a tres semanas [17]. La osificación heterotópica, presente en el 4%, puede prevenirse con radiación a 700cGy 48 horas después de la cirugía o con indometacina 25mg, cada ocho horas, durante seis semanas [2]. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rancan M, Esser M, Kossmann T. Irreducible traumatic obturator hip dislocation with subcapital indentation fracture of the femoral neck. *J Trauma* 2007; 62:4-6.
2. Erb R, Steele J, Nance P, Edwards J. Traumatic anterior dislocation of the hip, spectrum of plain film and CT findings. *ARJ Am J Roentgenol* 1995; 165:1215-319.
3. Clegg E, Roberts C, Greene J, Prather B. Hip dislocations, epidemiology, treatment and outcomes. *Injury* 2010; 41:329-34.
4. Schwartz S, Taljanovic M, Ruth J, Miller M. Bilateral asymmetric hip dislocation, case report and literature review. *Emergency Radiology* 2003; 10:105-8.
5. Blacksin M, Zurlo J. Computed Tomographic findings alter anterior dislocation of the hip. *Emergency Radiology* 1997; 4:375-9.
6. Niloff P, Petrie J. Traumatic anterior dislocation of the hip. *Can Med Assoc J* 1950; 62:574-6.
7. Reggiori A, Brugo G. Traumatic anterior hip dislocation associated with anterior and inferior iliac spines avulsions and a capsular labral lesion. *Strategies Trauma Limb Reconstr* 2008; 3:39-43.
8. Obakponvwe O, Morell D, Ahmad M, Nunn T. Traumatic hip dislocation. *Orthop Trauma* 2011; 25:214-22.

9. Bastian J, Turina M., Siebenrock K., Keel M. Long term outcome alter traumatic anterior dilocation of the hip. Arch Orthop Trauma Surg 2011; 131:1273-8.
10. Sahin V, Karakas E, Aksu S, Atlihan M, Turk C, Halici M. Traumatic dislocation and fracture-dislocation of the hip: a long term follow up study. J Trauma 2003; 54:520-9.
11. Foulk D., Mullis B. Hip dislocation: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surg 2010; 18:199-209.
12. Domingo A., Segur J., Saz L., García – Ramiro S. Unusual traumatic anterior bilateral hip dislocation. Eur J Orthop Surg Traumatol 2008; 18:475-8.
13. Chung K., Eom S., Noh K, Kim H, Hwang J, Yoon H, et al. Bilateral traumatic anterior dislocation of the hip with an instable lumbar burst fracture. Clin Orthop Surg 2009; 1:114-7.
14. Sathoo U, Tucker G, Maheshwari A, Kaul A. Open anterior fracture dislocation of the hip: a case report and review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg 2005; 125:550-4.
15. Fang Y, Pei F, Yang T, Wang G, Liu L. Traumatic asymmetrical bilateral hip dislocation, a case report and literature review. Joint Dis Rel Surg 2011; 22:177-9.
16. Zekry M., Mahmoodi M., Saad G., Morgan M. Traumatic anterior dislocation of the hip in a teenager, an open inusual type. Eur J Orthop Surg Traumatol 2012; 22:99-101.
17. DeLee J, Evans J, Thomas J. Anterior dislocation of the hip and associated femoral head freactures. J Bone Joint Surg (Am) 1980; 62A:960-4.
18. Sandiford N, Karadaglis D, Rao S. Anterior fracture dislocation of the hip, an inusual presentation and review of principles of management. Eur J Orthop Surg Traumatol 2009; 19:19-22.
19. Tornetta P, Mostafavi H. Hip dislocation: current treatment regimens. J Am Acad Orthop Surg 1997; 5:27-36.
20. Herrera-Soto J, Price C. Traumatic hip dislocation in children and adolescents, pitfalls and complications. J Am Acad Orthop Surg 2009; 17:15-21.
21. Ganz R, Gill T, Gautier E, Ganz K, Krügel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip, a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. J Bone Joint Surg (Br) 2001; 83-B:1119-24.
22. Shafic AS, Suhayl L. Simultaneous anterior and posterior traumatic hip dislocation, a case report and review of literature. Injury 2007; 38:327-33.

Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.

Luxación central bilateral de cadera

Bilateral acetabular fracture dislocation

García Jiménez A, Natera LG, Proubasta I, González Rodríguez JC

Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

Resumen

La luxación central bilateral de cadera constituye una lesión muy poco frecuente. En este artículo se presenta un caso de un paciente masculino de 95 años que ingresó en nuestro centro presentando la entidad enunciada, no pudiéndose precisar con certeza el motivo de la misma, e indicándose tratamiento conservador dado el contexto patológico y la edad del paciente en cuestión.

Palabras clave:

Cadera, luxación, fractura, central, bilateral, acetabular.

Abstract

The bilateral acetabular fracture dislocation is a rare injury. This article presents the case of a 95 years old male patient who was admitted in our hospital presenting this entity. The reason of it could not be specified; and the treatment indicated was conservative given the pathologic context and age of this patient.

Key words:

Hip, dislocation, fracture, central, bilateral, acetabular.

Introducción

La luxación central de cadera suele producirse por un traumatismo de alta energía, ya sea a consecuencia de un accidente de tráfico, precipitación desde gran altura o tras un impacto directo sobre el trocánter mayor. Sin embargo, cuando la lesión es bilateral, la causa más frecuente es la crisis convulsiva. En estos casos, las fracturas pueden no ser detectadas desde el inicio, y la muerte puede sobrevenir como consecuencia de un sangrado pélvico masivo que se puede agravar a medida que se retrasa el diagnóstico [1]. En el presente caso presentamos una luxación central bilateral de caderas por mecanismo de lesión desconocido y, a partir del mismo, realizamos una revisión bibliográfica.

Caso clínico

Un varón de 95 años fue atendido en nuestro servicio de urgencias tras ser hallado en el suelo de su domicilio, cerca de la cama, con una herida contusa en región occipital e

impotencia funcional de ambos miembros inferiores. Entre sus antecedentes patológicos destacaba una cardiopatía isquémica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y una neoplasia de próstata con posible diseminación pélvica en estudio. La deambulación previa del paciente era aceptable, además de ser independiente para las actividades básicas de la vida diaria, obteniendo 100 puntos en la escala de Barthel sólo dos meses antes del ingreso.

Tras ser evaluado por neurocirugía de su traumatismo craneal y descartar clínica neurológica o lesión cerebral mediante TC, pasó al departamento de traumatología. Después de suturar la herida de la cabeza, se exploraron ambas extremidades inferiores, las cuales se encontraban en actitud de rotación externa con intenso dolor ante cualquier intento de movilización de las caderas. Los pulsos distales estaban presentes y no se observaban déficits sensitivos ni motores. El estudio radiográfico de la pelvis objetivó la presencia de una fractura-luxación central de ambas caderas (Figura 1). Debido a la edad y patología asociada se decidió tratamiento conservador de las mismas. A la semana de su ingreso inició sedestación, siendo ésta bien tolerada, y a las dos semanas se le dio el alta hospitalaria.

Correspondencia

A García Jiménez
e-mail: agarciaji@santpau.cat



Fig. 1. Radiografía de pelvis en proyección A-P el día del ingreso, con protrusión central de ambas cabezas femorales sobre el acetábulo.



Fig. 2. Radiografía de pelvis en proyección A-P en el momento del alta.

Durante el ingreso, que duró 24 días, el paciente requirió transfusión de dos concentrados de hemáties. Fueron tomadas radiografías de control periódicamente (Figura 2). Presentó diversos episodios de agitación que fueron controlados médicamente. A los dos meses del accidente, al no acudir al control ambulatorio, nos pusimos en contacto telefónico con su familia, la cual nos comunicó su defunción, sin aclarar la causa exacta de la misma.

Discusión

La luxación central bilateral de cadera constituye una lesión excepcionalmente infrecuente de la que hemos encontrado 22 casos publicados [1-10]. En la mayoría de ellos, la

lesión se encontraba enmarcada en el contexto de un episodio de mioclonía secundaria a diversas entidades, entre las que destacaba por encima de todas la crisis epiléptica. Sin embargo, aparecen otras causas como son la hiponatremia, eclampsia, accidentes cerebrovasculares e incluso tras la administración de dímero X en el curso de una mielografía que ocasionó un episodio convulsivo. Vemos, pues, que la causa de esta patología no es propiamente traumática, al menos por mecanismo directo, sino que acontece como consecuencia de contracciones súbitas y forzadas de la musculatura insertada en el trocánter mayor, las cuales simulan impactos de alta velocidad sobre el mismo, con la consiguiente fractura del techo acetabular y protrusión central de la cabeza femoral [5][10]. Por tanto, en ausencia de antecedente traumático, podríamos considerar la luxación central de caderas bilateral patognomónica de episodios convulsivos de etiología diversa. De hecho, en nuestro paciente, si bien se le encontró en el suelo al lado de la cama sugiriendo una caída de la misma, explicaría solamente la fractura-luxación en una cadera y no en las dos. Por tanto, muy bien podría haber sufrido una crisis convulsiva previa a su caída, lo que reforzaría la bilateralidad de la lesión acontecida.

En cuanto al tratamiento se refiere, la reducción abierta y fijación interna sería el tratamiento de elección, aunque puede optarse por la colocación inicial de una artroplastia total de cadera. Sin embargo, es necesario tener presente las circunstancias que influyen en el resultado funcional, como son la edad, el tipo de fractura, la magnitud del daño de la cabeza femoral, la presencia de lesiones asociadas, el abordaje quirúrgico empleado, la calidad de la reducción y las complicaciones –tanto locales como generales– que puedan derivar. Sea como fuere, en la mayoría de los casos publicados el tratamiento indicado fue conservador, con tracción esquelética de seis a ocho semanas, seguidas de deambulación con carga a partir de los tres meses del accidente. En nuestro caso, se obvió dicho tratamiento para evitar las complicaciones inherentes al encamamiento prolongado en una persona de 95 años. Aun así, la mortalidad documentada en este tipo de casos es del 18,5% [10]. La luxación central bilateral de cadera constituye una lesión extraordinariamente infrecuente y casi siempre viene precedida por una crisis convulsiva, ya sea en el curso de un estatus epiléptico o por otra causa médica propiamente dicha. Es por ello que, al igual que ocurre con la luxación posterior bilateral de hombros, la lesión de las caderas puede pasar desapercibida en un primer examen y, en consecuencia, con probabilidad de producir complicaciones graves e incluso la muerte por hemorragia masiva. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hughes CA, O'Brian DS. Sudden death from pelvic hemorrhage after bilateral central fracture dislocations of the hip due to an epileptic seizure. *Am J Forensic Med Pathol* 2000; 21:380-4.
2. Eastwood JB, Parker B, Reid BR. Bilateral central fracture-dislocation of hips after myelography with meglumine iocarmate (Dimer X). *Br Med J* 1978; 1:692-3.
3. Friedberg R, Buras J. Bilateral acetabular fractures associated with a seizure. A case report. *Ann Emerg Med* 2005; 46:260-2.
4. McEwan LM. Unsuspected bilateral central acetabular fractures diagnosed with nuclear scintigraphy. *Australas Radiol* 2003; 47:447-9.
5. Remec PT, Evarts CM. Bilateral central dislocation of the hip. A case report. *Clin Orthop Relat Res* 1983; 181:118-20.
6. Ribacoba-Montero R, Salas-Puig J. Simultaneous bilateral fractures of the hip following a grand mal seizure. An unusual complication. *Seizure* 1997; 6:403-4.
7. Van Heest A, Vorlicky L, Thompson RC Jr. Bilateral central acetabular fracture dislocations secondary to sustained myoclonus. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 324:210-3.
8. Takahashi Y, Ohnishi H, Oda K, Nakamura T. Bilateral acetabular fractures secondary to a seizure attack caused by antibiotic medicine. *J Orthop Sci* 2007; 12:308-10.
9. Balcarek P, Dresing K, Walde TA, Tezval M, Stürmer KM. Myoclonus-induced bilateral acetabular fracture dislocations. *J Arthroplasty* 2009; 24:826.
10. Nehme AH, Matta JF, Boughannam AG, Jabbour FC, Imad J, Moucharafieh R. Literature Review and Clinical Presentation of Bilateral Acetabular Fractures Secondary to Seizure Attacks. *Case Rep Orthop* 2012, doi:10.1155/2012/240838.

Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.

Tratamiento domiciliario de gonartrosis con parches de microcorrientes

Home treatment of gonarthrosis with microcurrent patches

Pozuelo Calvo R ¹, Ortiz Pérez AI ¹, Donarie Hoyas D ², García Montes I ¹, Martínez Montes J L ³

¹ Departamento de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada, España. ² Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Empresa Pública Hospital de Poniente, El Ejido, Almería, España. ³ Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada, España.

Resumen

Objetivo: Plantear el tratamiento mediante parches de microcorrientes en domicilio de pacientes con gonartrosis incapacitante para realizar sus actividades de la vida diaria y laboral.

Material y métodos: Seleccionamos 80 pacientes incluidos en lista de espera quirúrgica de artroplastia total de rodilla. 40 de ellos recibieron parche activo y otros 40 inactivo. A todos se les entregó protocolo de ejercicios de rodilla. Las variables analizadas fueron: dolor (escala EVA), balance articular, balance muscular y calidad de vida (escala SF-12). Los pacientes fueron revisados tras dos meses de tratamiento. Se analizaron las variables con el programa estadístico SPSS 17.0.

Resultados: Se obtuvieron resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$) para disminución de dolor según valores medios de la escala EVA. No encontramos diferencias significativas para el resto de variables.

Conclusiones: La terapia por microcorrientes puede ser una alternativa en el tratamiento del dolor por gonartrosis y no presenta diferencias con el tratamiento convencional.

Palabras clave:

Gonartrosis, microcorrientes, dolor.

Abstract

Objective: To outline the treatment by patches of microcurrent at home of patients with disabling knee osteoarthritis to perform their activities of daily life and work.

Material and methods: We selected 80 patients in the surgical waiting list for total knee arthroplasty. 40 of whom received active patch and 40 inactive. All were given exercise protocol knee. The variables analyzed were: pain (VAS), joint balance, muscular balance and quality of life (SF-12). Patients were reviewed after two months of treatment. Variables were analyzed with SPSS 17.0 statistical program.

Results: Statistically significant results were obtained ($p < 0.05$) for decrease in mean pain according to VAS scale. No significant differences for other variables were found.

Conclusions: Microcurrent therapy could be an alternative in the treatment of knee osteoarthritis pain, with no differences with the traditional treatment.

Key words:

Osteoarthritis, microcurrent, pain.

Introducción

La artrosis es la enfermedad articular más frecuente en el mundo. Según la OMS, afecta al 80% de la población mayor de 65 años en los países industrializados y constituye

una de las principales causas de dolor e incapacidad funcional del aparato locomotor, con una relación mujer/varón de 2:1. El 10% de la población mayor de 55 años sufre artrosis de rodilla [1]. Entre los objetivos del tratamiento de la artrosis figura aliviar los síntomas y reducir el dolor, mantener o mejorar la función, limitar la incapacidad física y evitar la toxicidad por fármacos. Dentro de las posibilidades terapéuticas existen el tratamiento por medios físicos y farmacológicos

Correspondencia

R Pozuelo Calvo
Sol 32, 18102 Ambroz, Granada, España.
e-mail: rocio_pozuelo@hotmail.com

co y el tratamiento quirúrgico en pacientes con gonartrosis que provoque un dolor incapacitante para realizar las actividades de la vida diaria, actividad laboral, recreativa y de traslado e incluso provoque limitación en el autocuidado.

Cuando una zona de un cuerpo está dañada las cargas eléctricas positivas se agrupan en esta área causando dolor e inflamación [2]. Si introducimos cargas eléctricas negativas pueden alcanzar a las células dañadas, estimulando el proceso celular de los tejidos con mayor aporte vascular y tensión del oxígeno, favoreciendo y activando el proceso regenerativo natural del cuerpo, eliminando los productos catabólicos y reduciendo el dolor y la inflamación sin efectos secundarios [2].

En el momento actual tenemos a nuestra disposición un sistema desechable de terapia por microcorrientes (McPatch) en forma de parches fácilmente utilizables por los pacientes en su domicilio, con una duración de 500 horas de terapia.

Los objetivos de nuestro estudio son: comprobar la efectividad del tratamiento analgésico de las microcorrientes, corroborar la eficacia de la realización de ejercicios de potenciación de cuádriceps e isquiotibiales para el aumento de la fuerza, evaluar mediante la escala SF-12 la calidad de vida pre y postratamiento, y dar a conocer la terapia con microcorrientes mediante parches domiciliarios como tratamiento del dolor.

▮ Paciente y métodos

Los pacientes incluidos en el estudio fueron obtenidos de la lista de espera quirúrgica de artroplastia total de rodilla del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Virgen de las Nieves de Granada. La recogida de datos se realizó durante los meses de agosto y septiembre de 2009. Seleccionamos los últimos 80 pacientes incluidos en la lista de espera y se les avisó telefónicamente para citarlos en consulta. Previamente se asignó a los pacientes en dos grupos de forma aleatoria, numerándolos del 1 al 80. Los números pares recibieron parche activo, con batería cargada (40 pacientes), y los impares recibieron parche inactivo, con batería desconectada (40 pacientes).

De los 80 pacientes iniciales se recogieron datos de 71 (20 hombres y 51 mujeres), perteneciendo 36 al grupo de parches activos y 35 al grupo de los inactivos. La media de edad de los pacientes era de 69 años, con un mínimo de 51 y un máximo de 84 años.

La estrategia de evaluación en la primera consulta fue: explicación del funcionamiento de los parches, entrega de una tabla de ejercicios de rodilla y recogida del cuestionario de evaluación SF-12, balance articular y muscular y escala EVA para valoración del dolor.

El sistema de los parches de microcorrientes está compuesto por dos electrodos con gel unidos entre sí por un cable. Uno de los electrodos incorpora un *chip* con una batería incluida para 500 horas de tratamiento y una luz roja que indica que el sistema está funcionando. El parche genera una potencia de salida de 25 microamperios de forma continua.

El parche se colocó en cada uno de los lados de la rodilla afectada. Nuestro protocolo se basó en aplicar el parche las primeras 72 horas de manera continua y el resto de los días durante dos horas seguidas, a la misma hora del día. Además, los pacientes realizaron ejercicios de fortalecimiento de la rodilla (flexión de rodilla, isométricos de cuádriceps y extensión de rodilla en los últimos 30°).

La revisión se realizó a los dos meses, repitiendo la exploración física y los cuestionarios. Durante la revisión el equipo médico conocía si el parche era activo o inactivo. Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado.

Se utilizó el programa estadístico SPSS 17.0, realizando un análisis descriptivo de los datos y la prueba T de Student para comparación de dos muestras independientes previo análisis de las varianzas.

▮ Resultados

Se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la disminución del dolor, según valores medios de la escala EVA en ambos grupos. Sin embargo, dicha mejoría fue superior en número de pacientes y valor medio de escala EVA en el grupo de pacientes con parche activo. La adherencia a la realización del protocolo de ejercicios fue similar en ambos grupos. (Tabla 1)

Tabla 1. Resultados de los pacientes en función de la mejoría del dolor y de la realización de ejercicios

Grupo	Mejoría del dolor: SÍ		Mejoría del dolor: NO	
	Ejercicios SÍ	Ejercicios NO	Ejercicios SÍ	Ejercicios NO
1: activo	23	4	5	4
2: inactivo	13	2	14	6

El balance articular obtuvo una mejoría de 10° de flexión de rodilla en el 57,4% de los pacientes que utilizaron parche activo frente a un 42,1% de los inactivos, sin mostrar diferencias. Tampoco se encontraron diferencias comparando el balance muscular.

Los familiares de los pacientes que utilizaron un parche activo afirmaban mejores resultados en la relación con los familiares y amigos cercanos, la calidad del sueño, el dolor y la impotencia funcional.

Discusión

Como consecuencia del dolor se produce en los tejidos un espasmo muscular que provoca una reducción en el suministro de sangre, que a su vez da lugar a una hipoxia local y a una acumulación de metabolitos tóxicos. Una de las principales acciones de las microcorrientes es analgésica. También reduce la inflamación, el edema y la tumefacción, aumenta el rango de movimiento, la fuerza y la relajación muscular [3]. Los pacientes experimentan alivio desde la primera sesión de microcorrientes, consiguiendo aliviarlo tras cuatro o cinco sesiones [2]. Este efecto posiblemente se base en una normalización del tejido conjuntivo y muscular bajo la influencia de las microcorrientes [4]. Los cambios experimentados por los pacientes pueden ocurrir inmediatamente después del tratamiento, pasadas 24 horas y en lesiones crónicas; los resultados positivos generalmente se inician a partir de la sexta sesión de tratamiento. Dichos cambios ocurren siempre de forma progresiva.

En nuestro estudio encontramos mejoría del dolor en los pacientes que utilizaban parches activos y realizaban ejercicios. En la literatura se ha descrito la utilización de microcorrientes en el tratamiento del dolor, tanto antes como después de la cirugía [5].

Dentro de las terapias no farmacológicas para el tratamiento de la artrosis de rodilla podemos decir que el tratamiento mediante TENS (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*) ha demostrado tener un efecto positivo sobre el dolor y la rigidez articular [6]. No obstante, encontramos diferencias entre el TENS y las microcorrientes: la intensidad de las corrientes es mucho más baja en las microcorrientes (microamperios) que en el TENS (miliamperios), lo cual hace que se encuentren por debajo del umbral de la sensibilidad humana, mientras que el TENS provoca una sensación de hormigueo. El alivio del dolor conseguido por el TENS se debe al bloqueo de la transmisión del dolor realizado por las fibras C; sin embargo, las microcorrientes estimulan la regeneración del tejido dañado, estimulando la síntesis de ATP.

La facilidad de aplicación de las microcorrientes hace que el paciente pueda llevarse el dispositivo a casa tras una ex-

plicación detallada en consulta. En cambio, el TENS requiere programar una serie de parámetros, como son el tipo de corrientes, la frecuencia y el tiempo de tratamiento, que varía en función de la patología o zona a tratar. Una vez apagado, el TENS no aporta beneficios residuales, cosa que no ocurre con las microcorrientes, pues los cambios bioeléctricos continúan incluso después de terminar el tratamiento. Ninguna de las dos terapias tiene descritos graves efectos secundarios, si bien existen algunas evidencias de que la utilización del TENS puede provocar electrolisis de las células y en ocasiones causa incomodidad [6][7].

Asimismo, el empleo de microcorrientes acelera la cicatrización de las heridas, incrementando el flujo de corriente endógena, permitiendo que las células de la zona traumatizada puedan recuperar su capacidad eléctrica, aumentando los factores de crecimiento y favoreciendo la formación de colágeno [7]. Sin embargo, con un programa estandarizado de ejercicios se logra una mejoría significativa sobre el dolor y la función muscular; incluso se podría retardar la necesidad de indicación de artroplastia de rodilla [8].

Queremos destacar que durante la revisión realizada a todos nuestros pacientes encontramos un total de cinco –todos ellos pertenecientes al grupo de parches activos– que habían sido llamados para la realización de artroplastia total de rodilla y que tras la mejoría obtenida con los parches rechazaron la intervención por el momento.

Las limitaciones del estudio, que no es de carácter ciego, se encuentran en la selección y muestra de los pacientes y en la valoración de los mismos. Únicamente hemos utilizado un método de valoración general, y en su versión más corta. No hemos tomado imágenes de control, ni realizado pruebas objetivas de medición, ni tampoco métodos de valoración específicos para la evaluación de la artrosis de rodilla.

La terapia por microcorrientes en pacientes afectados de gonartrosis severa, en conjunción con la realización de ejercicios, disminuye el dolor y mejora el balance articular y la calidad de vida de los pacientes [9-11]. La realización de tratamiento domiciliario supone una gran ventaja para los pacientes de nuestro estudio, ya que la mayoría de los casos son personas de edad avanzada que presentan gran dificultad en los desplazamientos. La disminución del dolor mejora el estado de ánimo de los pacientes y les permite realizar muchas de sus actividades diarias que antes les suponían un gran esfuerzo. No obstante, son necesarios estudios protocolizados, a doble ciego y con un mayor número de pacientes para poder obtener datos estadísticamente significativos acerca de la terapia con microcorrientes. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ* 2003; 81:646-56.
2. Kirsch D, Lerner F. Innovations in pain management: a practical guide for clinicians. En: Weiner RL (ed.). *Electromedicine*. Orlando: Paul M. Deutsche Press, 1990; 23:1-29.
3. Bauer W. Electrical treatment of severe head and neck cancer pain. *Arch Otolaryngol* 1983; 109:382-3.
4. Windsor RE, Lester JP, Herring SA. Electrical stimulation in clinical practice. *Phys Sportsmed* 1993; 21:85-93.
5. El-Husseini T, El-Kawy S, Shalaby H, El-Sebai M. Microcurrent skin patches for postoperative pain control in total knee arthroplasty: a pilot study. *Int Orthop* 2007; 31:229-33.
6. Yurtkuran M, Kocagil T. TENS electroacupuncture and ice massage: comparison of treatment for osteoarthritis of the knee. *Am J Acupunct* 1999; 27:133-40.
7. Ng M, Mason CP, Leung M, Poon DM. The effects of electro-acupuncture and transcutaneous electrical nerve stimulation on patients with painful osteoarthritic knees: a randomized controlled trial with follow-up evaluation. *J Altern Complement Med* 2003; 9:641-9.
8. Kulig K, Jarski R, Drewek E. The effect of microcurrent stimulation on CPK and delayed onset muscle soreness. *Phys Ther* 1991; 71:431-3.
9. Vodovnik L, Karba R. Treatment of chronic wounds by means of electric and electromagnetic fields. A literature review. *Med Biol Engineer Comput* 1992; 30:257-66.
10. Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for therapeutic exercises and manual therapy in the management of osteoarthritis. *Phys Ther* 2005; 85:907-71.
11. Reich JD, Tarjan PP. Electrical stimulation of skin. *Int J Derm* 1990; 29:395-400.

Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.

Valoración de un modelo experimental para el análisis cuantitativo de la degeneración articular

Evaluation of an animal model for the quantitative analysis of articular degeneration

Rodríguez Altónaga JA ¹, Moya Angeler J ², Forriol F ²

¹ Departamento de Cirugía. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. León, España. ² Facultad de Medicina, Universidad San Pablo CEU, Campus Montepríncipe, Boadilla del Monte, Madrid, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Valorar la afectación del cartílago de la rodilla de la oveja mediante RMN, con cuatro modelos experimentales diferentes, para establecer un modelo animal de cambios articulares a corto plazo y analizar dichos cambios con las escalas más utilizadas en la literatura.

Material y método: Utilizamos veinte ovejas hembra, de raza merino, de 3 años de edad, con un peso entre 35 y 45 kg. Se lesionó alguna estructura articular para provocar la degeneración articular: grupo 1 (n=5) sección completa del ligamento cruzado anterior (LCA); grupo 2 (n=5) resección del menisco interno; grupo 3 (n=5) sección completa del LCA y resección completa del menisco interno, y grupo 4 (n=5) producción de una lesión en asa de cubo en el menisco interno. Las RM fueron analizadas con las escalas WORMS, BLOCK y MOAK.

Resultados: El grupo 3 (lesión completa del LCA y resección completa del menisco interno) presentó mayor grado de degeneración articular, seguido por el grupo 4 (lesión en asa de cubo del menisco interno) y los grupos 1 (sección del LCA) y 2 (resección del menisco interno) que presentaron valores similares.

Conclusión: La lesión que produce un mayor grado de degeneración articular en la rodilla de la oveja por RMN es la lesión completa del LCA y resección completa del menisco interno.

Palabras clave:

Artrosis, resonancia magnética, OARSI, BLOCK, WORMS.

Abstract

Objective: To evaluate joint degeneration on four surgically induced models of Osteoarthritis in the Ovine's stifle in order to establish a model of early joint degeneration using different magnetic resonance imaging semi quantitative scales.

Material and methods: Twenty, 3-year old merino female sheep were randomly assigned to one of four open procedures: Group 1 anterior cruciate ligament transection, Group 2 total medial meniscectomy, Group 3 anterior cruciate ligament transection combined with total medial meniscectomy and Group 4 mid-body transection of the medial meniscus. All sheep were euthanized at 8 weeks post-surgery, when the magnetic resonance imagings were performed. The assessment of joint degeneration was performed using the WORMS, BLOCK and MOAKs scales.

Results: Group 3 (anterior cruciate ligament transection combined with total medial meniscectomy) obtained the highest values of joint degeneration followed by Group 4 (mid-body transection of the medial meniscus). Groups 1 (anterior cruciate ligament transaction) and 2 (total medial meniscectomy) showed similar values.

Conclusion: Induced anterior cruciate ligament transection combined with total medial meniscectomy in the Ovine's stifle induced a higher degree of joint degeneration than the rest of models described in the literature.

Key-words:

Osteoarthritis, magnetic resonance, OARSI, BLOCK, WORMS.

Correspondencia

JA Rodríguez Altónaga
Dpto. Cirugía-Facultad de Veterinaria, Universidad León, León, España.

Introducción

La artrosis es una patología degenerativa que afecta al 10% de la población adulta [1] como consecuencia de factores tanto externos e internos, que desencadenan cambios inflamatorios y degenerativos en las articulaciones sinoviales, especialmente en aquellas sometidas a carga o que se utilizan en exceso. Aunque tradicionalmente la artrosis se ha caracterizado por la pérdida del cartílago articular, es un proceso que afecta a todos los tejidos de la articulación y termina por alterar su función [2].

Uno de los mayores obstáculos para el desarrollo de técnicas terapéuticas en el tratamiento de la artrosis es la ausencia de pruebas diagnósticas no invasivas tempranas [3-6]. La radiología ha sido el método de valoración más utilizado para determinar los cambios que tienen lugar en la artrosis y para definir la enfermedad. A pesar de los grandes avances logrados, las radiografías están limitadas por su incapacidad para visualizar el cartílago articular y por ofrecer imágenes bidimensionales de una estructura tridimensional [6]. El primer método de valoración radiográfico para determinar la gravedad de la artrosis de rodilla fue desarrollado por Kellgren y Lawrence [7], enfatizando la presencia de osteofitos, en contra de la disminución del espacio articular, presentando una gran variabilidad entre observadores. A diferencia de la radiografía simple, la resonancia magnética nuclear (RMN) representa el cartílago articular debido a su delgada morfología, su corto tiempo de relajación transversa (T2) y la presencia de varias fuentes potenciales de distorsión, especialmente el hueso. El cartílago articular supone un reto de visualización en RMN que se incrementa en los procesos degenerativos, ya que la señal cambia, con una fibrilación superficial, adelgazamiento y neoformación de tejido y osteofitos. A pesar de ello, la RMN ha revolucionado la valoración no-invasiva del cartílago articular y ha proporcionado nuevos puntos de vista de la fisiología del cartílago y caracteriza la pérdida de cartílago en la artrosis evaluando los efectos potenciales del tratamiento, médico o quirúrgico [4][5][8].

Los modelos animales para estudiar las alteraciones del cartílago son imprescindibles para conocer las alteraciones estructurales y los cambios moleculares. Sin embargo, existen distintos diseños experimentales utilizados en diferentes animales, con distintos modelos de valoración. El propósito de este estudio es valorar la afectación del cartílago de la rodilla de la oveja mediante RMN, con cuatro modelos experimentales de degeneración articular, para establecer un modelo animal generador de cambios articulares, a corto plazo, y relacionar los cambios de imagen con las escalas más utilizadas en la literatura.

Material y método

Modelo animal

Utilizamos veinte ovejas hembra, de raza merino, de 3 años de edad, con un peso entre 35 y 45 kilogramos. No presentaban ninguna enfermedad o lesión que impidiera el desarrollo del estudio. Las ovejas permanecieron alojadas en grupo, alimentadas con una dieta estándar y agua *ad libitum*. Fueron divididas en cuatro grupos de cinco ovejas cada uno. El estudio fue aprobado por la Comisión de Experimentación Animal de la Facultad de Veterinaria, de la Universidad de León, siguiendo las recomendaciones de experimentación animal.

Técnica quirúrgica

En todas las ovejas se realizó la cirugía en la rodilla derecha y fueron anestesiadas con una combinación de xylazina y ketamina, por vía intramuscular.

A través de una incisión pararrotoiana interna, de 7-10 centímetros de longitud, realizamos una artrotomía medial, luxando la rótula hacia afuera para exponer la articulación fémoro-tibial, limpiando el paquete adiposo intraarticular y teniendo especial cuidado de no dañar las partes blandas. Posteriormente, se procedió a lesionar alguna estructura determinada de forma aleatoria, para provocar la degeneración articular que, según los grupos, fue: grupo 1 (n=5) sección completa del ligamento cruzado anterior (LCA) con bisturí; grupo 2 (n=5) resección del menisco interno con cuidado de no lesionar la cápsula articular ni la superficie de cartílago; grupo 3 (n=5) sección completa del LCA y resección completa del menisco interno, y grupo 4 (n=5) producción de una lesión en asa de cubo en el menisco interno.

Tras la cirugía suturamos por planos con especial cuidado de evitar la luxación de rótula en el postoperatorio. La piel se cerró con grapas y tras la aplicación de un antiséptico cutáneo se aplicó un vendaje compresivo. Las ovejas no sufrieron ningún tipo de inmovilización tras la cirugía. No hubo motivos para excluir ninguna oveja del estudio por lo que al finalizar el periodo de seguimiento (dos meses) se sacrificaron todos los animales. Previamente se les realizaron radiografías (proyecciones antero - posterior y lateral) y RMN de la rodilla afecta (Siemens Trio 3T), en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de León. Tras la muerte del animal extrajimos la rodilla intervenida con la cápsula abierta, que fueron conservados en una solución de formaldehído (HCHO, P.M 30,30) al 40%. Transcurridos siete días se realizaron fotografías de todas las muestras.

RMN, escalas de valoración y procedimiento de lectura

Los protocolos de adquisición de RMN siguieron las recomendaciones de las escalas Whole-Organ Magnetic Re-

sonance Imaging Score (WORMS) y Boston-Leeds Osteoarthritis Knee Score (BLOCKS) [9][10].

La valoración de las lesiones del cartílago inducido mediante cirugía por RMN se realizó utilizando una modificación de la escala WORMS, excluyendo del análisis las lesiones meniscales y ligamentosas, ya que estas fueron inducidas, y modificando la valoración de articulación fémoro-patelar dadas las diferencias anatómicas de la oveja con el hombre.

La escala WORMS es un método de valoración semi-cuantitativo de cambios articulares por RMN que incorpora 14 características articulares: morfología e intensidad de la señal del cartílago, anomalías de la médula ósea subcondral, quistes subcondrales, aplanamiento óseo, osteofitos marginales, integridad meniscal lateral y medial, integridad de los ligamentos cruzados anterior y posterior, integridad de los ligamentos colaterales medial y lateral, sinovitis, cuerpos libres y quistes o bursitis periarticular. En este estudio valoramos cinco de estas características (morfología e intensidad de señal del cartílago, anomalías de la médula ósea, quistes subcondrales, aplanamiento óseo y osteofitos marginales), en 16 regiones diferentes de la rodilla. Las regiones de estudio (Figura 1) en la rodilla fueron determinadas independientemente por cada uno de los lectores.

La rótula se dividió en la faceta lateral (FL) y la faceta medial (FM) considerando la cresta parte de la FM. La superficie articular femoral se dividió en los cóndilos medial (CM) y lateral (CL) y tróclea femoral (TF) (Figura 1). El límite entre los CM y CL se definió por una línea que pasaba por la pared lateral del surco intercondileo del fémur (Figura 1). El CM y el CL fueron a su vez divididos en tres regiones cada uno: ante-

rior, desde la unión osteocondral antero-superior hasta el borde anterior del cuerno anterior del menisco; central, desde el borde anterior del cuerno anterior del menisco hasta la inserción capsular del cuerno posterior del menisco, y posterior, desde la inserción capsular del cuerno posterior del menisco hasta la unión osteocondral pósterio-superior (Figura 1). La TF se dividió, a su vez, en dos regiones: TF medial (TFm) y TF lateral (TFL). El hueso subcondral de cada región estaba delimitado por la unión entre la perpendicular a la superficie articular y una línea imaginaria que une las porciones osteocondrales anterior y posterior (Figura 1). El hueso subcondral de cada región de la rótula se determinó como la extensión del ancho total de la rótula hasta la cortical opuesta. Los platillos tibial medial (TM) y lateral (TL) también fueron divididos en tres regiones iguales: anterior (a), central (c) y posterior (p). En base a estas subdivisiones, la articulación fémoro-patelar (AFP) quedó compuesta por las regiones FM, FL, TFm y TFL; la articulación fémoro-tibial lateral (AFTL) por las regiones CLa, CLc, CLp, TLa, TLc y TLp. Finalmente, la articulación fémoro-tibial medial (AFTM) quedó formada por las regiones CMa, CMc, CMp, TMa, TMc y TMp. No se consideró la región no articular tibial bajo las espinas tibiales.

Se cuantificó la morfología y la intensidad de señal del cartílago en las 14 regiones con secuencias de imagen de supresión grasa T2-weighted FSE e imágenes FS-3D SPGR en una escala de ocho puntos: 0 = espesor e intensidad normal, 1= espesor normal y aumento de la intensidad de señal en secuencias de imagen T2-weighted, 2= defecto focal único parcial menor de 1 cm de anchura máxima; 2,5= defecto focal único completo menor de 1 cm de anchura máxima; 3= múltiples áreas de defectos de espesor parcial (grado 2) con áreas de cartílago de espesor normal; 4= defectos de espesor parcial difusos ($\leq 75\%$ de la región); 5= múltiples áreas de defecto de espesor completo (grado 2,5) o una lesión grado 2,5 de más de 1cm de ancho pero que ocupa $< 75\%$ de la región; 6= áreas difusas de defecto de espesor completo ($\leq 75\%$ de la región) (Figura 2) (Figura 3). Los valores máximos para las articulaciones AFP, AFTM y AFTL de la rodilla fueron 24, 36 y 36 respectivamente (total 96) (Tabla 1).

Las anomalías en la médula ósea epifisaria (AMO) y subcondral fueron consideradas como áreas mal definidas, con aumento de intensidad de señal en la grasa epifisaria medular con secuencias de imagen de supresión grasa T-weighted FSE. Este rasgo se cuantificó en cada una de las 14 regiones con una escala de 0 a 3 en base a la extensión del área afectada de la región concreta: 0= sin lesión evidente; 1= $< 25\%$ de la región; 2= 25% a 50% de la región; 3= $> 50\%$ de la región (Figura 2). Los valores máximos para la articulaciones AFP, AFTM y AFTL de la rodilla fueron 12, 18 y 18 respectivamente (total 48) (Tabla 1).

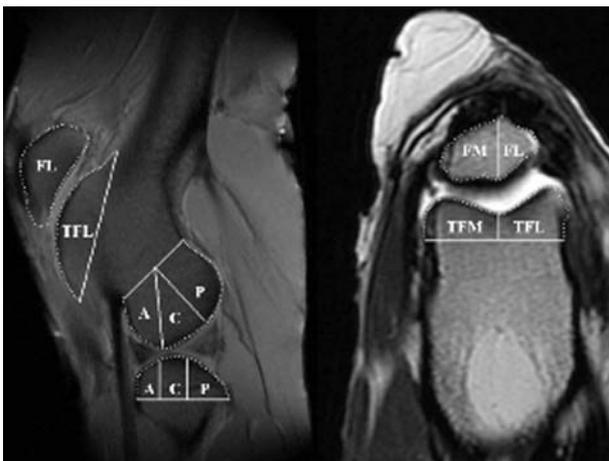


Fig. 1. Divisiones subregionales de las superficies articulares. La articulación femoropatelar se divide en faceta medial (FM), faceta lateral (FL), tróclea femoral medial (TFM) y tróclea femoral lateral (TFL). Las superficies articulares de la articulación femorotibial se subdividieron en las regiones anterior, central y posterior respectivamente.

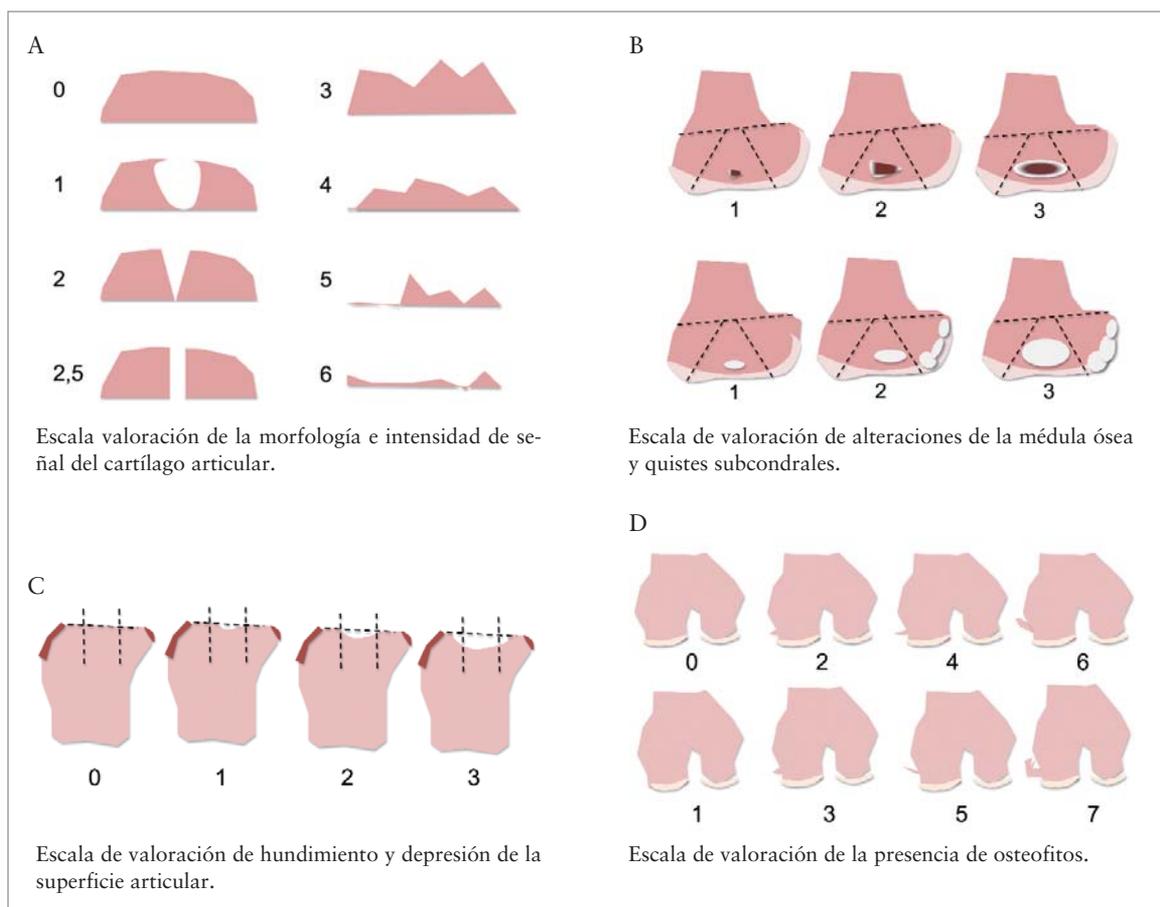


Fig. 2. Escalas de valoración de las diferentes características articulares evaluadas (Modificada de Peterfy *et al.* [14]).

Los quistes subcondrales fueron identificados como focos de aumento de señal en el hueso subcondral con márgenes definidos sin evidencia de tejido medular o trabecular con secuencias de imagen de supresión grasa T2-weighted FSE. Los quistes óseos fueron clasificados en cada región en una escala de 0 a 3 en base a la extensión del mismo en la región concreta: 0= sin lesión evidente; 1= <25% de la región; 2= 25% a 50% de la región; 3= >50% de la región (Figura 2). Los valores máximos para la articulaciones AFP, AFTM y AFTL de la rodilla fueron 12, 18 y 18 respectivamente (total 48) (Tabla 1).

El aplanamiento de las superficies articulares o depresión ósea (DO) fue clasificado en una escala de 0 a 3 en base al grado de desviación subjetivo del contorno normal: 0= normal, 1= medio, 2= moderado, 3= grave; aplanamiento= grado 1, leve concavidad= grado 2, y marcada concavidad= grado 3 (Figura 2). Los valores máximos para las articulaciones AFP, AFTM y AFTL de la rodilla fueron 12, 18 y 18 respectivamente (total 48) (Tabla 1).

La presencia de osteofitos fue evaluada en 16 márgenes de la rodilla, la regiones anterior (a), central de carga (c) y poste-

Tabla 1. Resultados máximos posible por compartimentos de la escala WORMS

	AFTM	AFTL	AFP	Total
Cartílago	36	36	24	96
Anormalidad med. ósea	18	18	12	48
Quistes óseos	18	18	12	48
Depresión ósea	18	18	12	48
Osteofitos	42	42	28	112
Total	132	132	88	352

(AFTL: CLa + CLc + CLp + TLa + TLc + TLp; AFTM: CMa + CMc + CMp + TMa + TMc + TMp; AFP: FM + FL + TFm + TFl)

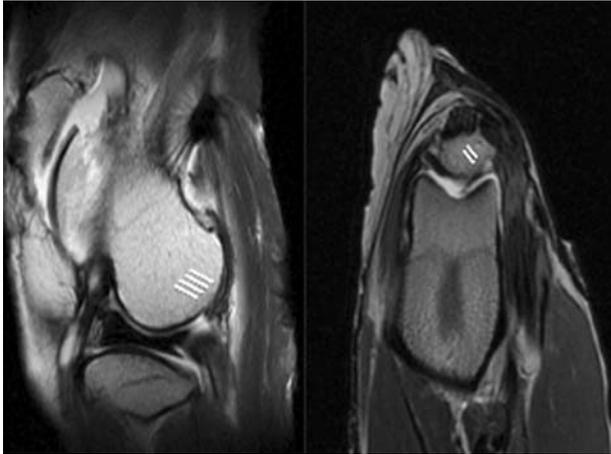


Fig. 3. Articulación femorotibial (imagen izquierda): lesión condral grado 6 (flechas) de la subdivisión posterior de cóndilo lateral de la oveja 11 (CLp), hundimiento articular grado 1 de CFP (flechas), y osteofito grado 2 de CLp. Articulación femoropatelar (imagen derecha): lesión condral grado 5 de la faceta lateral (FL) (flechas) de la rótula de la oveja 15, con hundimiento articular grado 2 de FL (flechas).

rior (p) de los cóndilos femorales, los platillos tibiales y los márgenes lateral y medial de la rótula utilizando una escala de 0 a 7; 0 = sin evidencia de osteofito, 1= equívoco, 2= pequeño, 3=pequeño-moderado, 4= moderado, 5= moderado-grande, 6=grande, 7=muy grande (Figura 2). Los valores máximos para la articulaciones AFP, AFTM y AFTL de la rodilla fueron 28, 42 y 42 respectivamente (total 112) (Tabla 1).

Los resultados totales para cada región AFTM, AFTL y AFP fueron 132, 132 y 88 respectivamente, con una puntuación total máxima de degeneración articular global (AFTM, AFTL y AFP en conjunto) de 352 puntos (Tabla 1).

La valoración de las RMN fue realizada por dos radiólogos independientes, experimentados en diagnóstico por imagen de patología músculo esquelético de manera ciega. Los resultados finales de la escala WORMS fueron clasificados por grupos con la finalidad de establecer comparaciones.

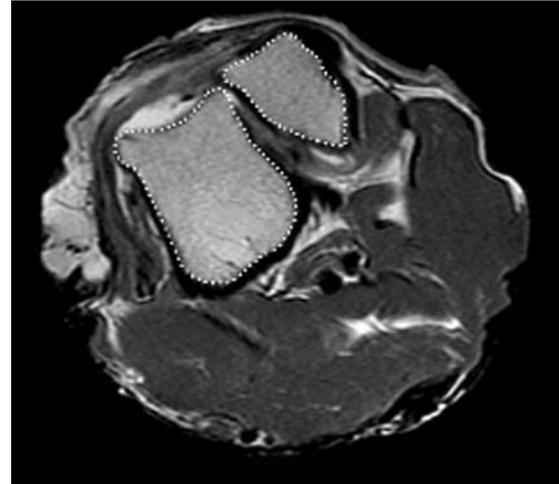


Fig. 4. Luxación de rótula en una oveja.

Resultados

Las ovejas fueron numeradas en orden creciente en función del grupo al que pertenecieran. Aquellas con números 1, 2, 3, 4 y 5 constituyeron el grupo 1 y así sucesivamente se formó el resto de grupos. Durante el procedimiento de lectura de RMN se observó que las ovejas 1, 9 y 14 pertenecientes a los grupos 1, 2 y 3 respectivamente presentaban la rótula luxada, por lo que se excluyeron del estudio al tener una disminución del apoyo y modificación de la biomecánica articular (Figura 4). El análisis de los resultados se realizó por grupos, por zonas y por características articulares.

Análisis por grupos

Los resultados de cada grupo corresponden a la media de puntos de afectación de cada una de las ovejas que forman el grupo, excluyendo de la ovejas con luxación de rótula. Analizando las medias de afectación global de la rodilla por grupos, observamos que el grupo 3 (lesión completa del LCA y resección completa del menisco interno) es el que presentó mayor grado de degeneración articular (Tabla 2),

Tabla 2. Resultados por grupos y por regiones. El valor total de cada grupo se obtuvo realizando la media de la puntuación total de cada oveja perteneciente a ese grupo.

	AFTM	AFTL	AFP	Total	AFTM+AFTL
Grupo 1	6,5	4,25	15	25,75	10,75
Grupo 2	4	4,25	16,5	24,75	6,5
Grupo 3	19,5	7,75	21,25	48,5	27,25
Grupo 4	12,4	5,2	22	39,6	17,6

(AFTM: Articulación femorotibial medial; AFTL: Articulación femorotibial lateral; AFP: Articulación femoropatelar; Total: AFTM+AFTL+AFP)

seguido por el grupo 4 (lesión en asa de cubo del menisco interno) y los grupos 1 (sección del LCA) y 2 (resección del menisco interno), que presentaron valores similares. Aun así, el porcentaje de afectación con respecto a los 352 puntos totales posibles (Tabla 2) del grupo que presentó mayor afectación fue de un 13%.

Análisis por compartimentos

Todos los grupos presentaron una afectación similar de la articulación fémoro-patelar sin existir grandes diferencias entre ellos (Tabla 2), constituyendo un 25% del total de afectación posible. El compartimento medial presentó mayor grado de afectación que el lateral. Tras excluir del análisis la articulación fémoro-patelar, observamos cómo es el grupo 3 (lesión completa del LCA y resección completa del menisco interno) el que presentaba mayor grado de afectación, con una diferencia de 17 puntos con respecto al menos afectado (Tabla 2).

Discusión

La cirugía experimental pretende desarrollar modelos similares a lo que sucede en clínica. Sin embargo, no siempre es posible pues, como ocurre con el cartílago articular, el tamaño de la lesión, la localización y profundidad, la edad, las enfermedades concomitantes, el nivel de actividad física, los tratamientos previos, el apoyo y otros factores afectan los resultados.

Los modelos animales de artrosis son útiles para estudiar la evolución de los cambios estructurales en las articulaciones, determinando cómo diversos factores pueden iniciar o promover estos cambios y permitiendo evaluar el efecto de intervenciones terapéuticas. Debido a la dificultad para la obtención de tejidos articulares de humanos con procesos de artrosis y a la dificultad de obtenerlos secuencialmente, el uso de modelos animales proporciona la única vía práctica de examinar los procesos involucrados en la iniciación de la artrosis.

La oveja y la cabra han sido comúnmente utilizados para el estudio de la artrosis [11-27]. Sin embargo, el desarrollo de una artrosis espontánea en ovejas y cabras se ha descrito como un modelo no viable por su baja prevalencia [28]. El resto de modelos de artrosis descritos en estos animales ha sido inducido mediante cirugía, realizando, en la mayoría de los estudios, un meniscectomía total o parcial (uni- o bilateral, medial o lateral, con y sin lesión ligamentosa asociada) [11-27]. A diferencia de otras especies animales (perro, conejo), la sección del LCA como modelo de artrosis en ovejas y cabras ha sido poco utilizada.

La meniscectomía en ovejas adultas y otras especies reproduce los cambios patológicos en el cartílago articular y

en el hueso subcondral descritos en la artrosis precoz en el hombre. Por esta razón, la meniscectomía en animales ha sido muy utilizada, proporcionando nuevos puntos de vista en los cambios temporales que se producen en el cartílago y en el hueso subcondral durante el desarrollo y progresión del proceso degenerativo [29]. La sección aislada del LCA induce lesiones leves en el cartílago de la rodilla en la oveja [22-24]. Sin embargo, pocos estudios han descrito los efectos de la lesión ligamentosa en la rodilla de la oveja. Tapper *et al* [30] estudiaron los cambios en la rodilla de la oveja a las veinte semanas de la sección del LCA y del ligamento colateral medial. Tras valorar el grosor del cartílago, la formación de osteofitos y la histología, se observó degeneración articular, como la que se produce en la artrosis, con disrupción de la superficie del cartílago, clonación de condrocitos y cambios celulares.

Aunque se han descrito diferentes modelos experimentales de degeneración articular inducida por cirugía, no existen estudios comparativos que valoren la degeneración que conllevan las diferentes lesiones articulares. Tras analizar los resultados de este estudio, podemos afirmar que la lesión que produce mayor degeneración articular, evaluado con la RMN, en la rodilla de la oveja es la lesión completa del LCA combinada con la resección completa del menisco interno. Sin embargo, el porcentaje de afectación de este grupo con respecto a la afectación total posible es el del 15% al año de seguimiento. Resulta llamativo que la lesión aislada del LCA en la rodilla de la oveja produce el mismo grado de afectación articular que la lesión aislada del menisco interno, siendo mayor la afectación que produce la combinación de ambas lesiones.

Todas las ovejas presentaron una gran afectación de la articulación fémoro-patelar, posiblemente como consecuencia de la desestabilización del aparato extensor tras la artrotomía medial. Tras excluir de la valoración la afectación de la articulación fémoro-patelar, observamos que el grupo 3 (lesión completa del LCA y resección completa del menisco interno) presenta mayor grado de afectación fémoro-tibial.

La RMN es cada vez más utilizada, pues permite visualizar todas las estructuras potencialmente relevantes de la articulación, y ha mejorado nuestro conocimiento sobre la degeneración del cartílago, clasificando los diferentes estados del cartílago y los factores de riesgo y su evolución. Sin embargo, la RMN no proporciona una valoración cuantitativa del daño articular. En estos momentos las escalas más utilizadas para el estudio de la artrosis de rodilla por RMN son las escalas WORMS [10], BLOKS [9] y MRI OA Knee Score (MOAKS) [31]. En el análisis de la escala WORMS [10] destacan parámetros que aceptan más de una opción, como por ejemplo, la medición de la «sinoviosis», efusión y sinovitis combinadas,

la morfología del grosor del cartílago, la profundidad y la intensidad de señal como un único resultado. Otros parámetros resultan difíciles de medir, especialmente en pacientes con artrosis precoz donde solo se pueden utilizar los extremos de las escalas [32][33]. Esto hizo que apareciese la escala BLOKS [43]. Ambas escalas han sido muy utilizadas, aunque el número de comparaciones realizadas entre ellas es limitado [9]. Recientemente han sido comparadas utilizando datos de la Osteoarthritis Initiative (OAI) [76][77], que han resultado útiles para identificar los puntos débiles de los dos instrumentos en relación a las estructuras asumidas como relevantes en el curso natural de la enfermedad, el cartílago, los meniscos y las lesiones de la médula ósea (LMO). Ambas escalas tienen sus limitaciones: el método de evaluación meniscal en la escala WORMS [10] mezcla muchos conceptos, mientras que el método BLOKS [9], para valorar las LMO, es incómodo y complejo y, en ocasiones, redundante. Ambas valoraciones se han empleado en estudios sin publicar su descripción, por lo que ha hecho difícil generar comparaciones de las descripciones originales con otros estudios.

En un intento de hacer evolucionar estas escalas semi-cuantitativas, en base a sus limitaciones, integrando la opinión de expertos y teniendo en cuenta todos los instrumentos de medición y los resultados publicados, ha sido desarrollada recientemente la escala MOAKS [31], pero no se han desarrollado valoraciones de la degeneración del cartílago por RM en animales. Las peculiaridades anatómicas de la rodilla de la oveja y el hecho de que esta degeneración se produce mediante la lesión de estructuras intraarticulares hace que la aplicación de estas escalas sea controvertida. Por ello, decidimos aplicar una modificación de la escala WORMS [10] para valorar los cambios que tenían lugar en el cartílago tras una intervención quirúrgica. Entre los motivos para utilizar esta escala se incluye el hecho de que permite obtener una puntuación global representativa del grado de degeneración articular de la rodilla y, por tanto, útil para comparar entre los diferentes grupos de ovejas. Excluimos de la valoración las lesiones de meniscos y ligamentos, ya que estas fueron provocadas y el análisis de la articulación fémoro-patelar se realizó de forma independiente dadas las particularidades anatómicas de la rodilla de este animal.

Entre las limitaciones de este estudio está la muestra utilizada, el no contar con diferentes tiempos de evolución y que la escala de valoración utilizada (WORMS) se ha tenido que modificar con el objetivo de adaptarla a la anatomía de la oveja. No consideramos la existencia de un grupo control dado que se supone que los valores son los máximos en este tipo de animales. Los resultados de este estudio muestran que la lesión que produce un mayor grado de degeneración

articular en la rodilla de la oveja por RMN es la lesión completa del LCA y resección completa del menisco interno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dieppe P. Research in osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 2006; 18:512-3.
2. Martin JA, Buckwalter JA. Roles of articular cartilage aging and chondrocyte senescence in the pathogenesis of osteoarthritis. *Iowa Orthopaedic J* 2001; 21:1-7.
3. Recht MP, Goodwin DW, Winalski CS, White LM. MRI of articular cartilage: revisiting current status and future directions. *Am J Roentgenol* 2005; 185:899-914.
4. Peterfy CG. Role of MR imaging in clinical research studies. *Semin Musculoskelet Radiol* 2001; 5:365-78.
5. Eckstein F, Glaser C. Measuring cartilage morphology with quantitative magnetic resonance imaging. *Semin Musculoskelet Radiol* 2004; 8:329-53.
6. Buckland-Wright C. Current status of imaging procedures in the diagnosis, prognosis and monitoring of osteoarthritis. *Baillieres Clin Rheumatol* 1997; 11:727-48.
7. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 1957; 16:494-502.
8. Eckstein F, Reiser M, Englmeier KH, Putz R. In vivo morphometry and functional analysis of human articular cartilage with quantitative magnetic resonance imaging from image to data, from data to theory. *Anat Embryol (Berl)* 2001; 203:147-73.
9. Hunter DJ, Lo GH, Gale D, Grainger AJ, Guermazi A, Conaghan PG. The reliability of a new scoring system for knee osteoarthritis MRI and the validity of bone marrow lesion assessment: BLOKS (Boston-Leeds Osteoarthritis Knee Score). *Ann Rheum Dis* 2008; 67:206-11.
10. Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, Tirman PFJ, Miaux Y, White D, *et al.* Whole-organ magnetic resonance imaging score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 2004; 12:177-90.
11. Burger C, Kabir K, Mueller M, Rangger C, Minor T, Tolba RH. Retropatellar chondromalacia associated with medial osteoarthritis after meniscus injury. One year of observations in sheep. *Eur Surg Res* 2006; 38:102-8.
12. Simpson D, Bellenger C, Ghosh P, Numata Y, Little C. The effect of total meniscectomy versus caudal pole hemimeniscectomy on the stiff joint of the sheep. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999; 12:56-63.
13. Armstrong SJ, Read RA, Ghosh P, Wilson DM. Moderate exercise exacerbates the osteoarthritic lesions produced in cartilage by meniscectomy: a morphological study. *Osteoarthritis Cartilage* 1993; 1:89-96.

14. Ghosh P, Burkhardt D, Read R, Bellenger C. Recent advances in animal models for evaluating chondroprotective drugs. *J Rheumatol Suppl* 1991; 27:143-6.
15. Ghosh P, Sutherland J, Bellenger C, Read R, Darvodelsky A. The influence of weight-bearing exercise on articular cartilage of meniscectomized joints. An experimental study in sheep. *Clin Orthop Relat Res* 1990; 252:101-13.
16. Ghosh P, Numata Y, Smith S, Read R, Armstrong S, Johnson K. The metabolic response of articular cartilage to abnormal mechanical loading induced by medial or lateral meniscectomy. En: van der Berg W, van der Kraan PM, van Lent PL (eds.). *Joint destruction in arthritis and osteoarthritis*. Basel: Birkhauser Verlag; 1993:89-93.
17. Little C, Smith S, Ghosh P, Bellenger C. Histomorphological and immunohistochemical evaluation of joint changes in a model of osteoarthritis induced by lateral meniscectomy in sheep. *J Rheumatol* 1997; 24:2199-209.
18. Little CB, Ghosh P, Bellenger CR. Topographic variation in biglycan and decorin synthesis by articular cartilage in the early stages of osteoarthritis: an experimental study in sheep. *J Orthop Res* 1996; 14:433-44.
19. Oakley SP, Lassere MN, Portek I, Szomor Z, Ghosh P, Kirkham BW, *et al*. Biomechanical, histologic and macroscopic assessment of articular cartilage in a sheep model of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2004; 12:667-79.
20. Cake MA, Read RA, Appleyard RC, Hwa SY, Ghosh P. The nitric oxide donor glyceryl trinitrate increases subchondral bone sclerosis and cartilage degeneration following ovine meniscectomy. *Osteoarthritis Cartilage* 2004; 12:974-81.
21. Appleyard RC, Burkhardt D, Ghosh P, Read R, Cake M, Swain MV, *et al*. Topographical analysis of the structural, biochemical and dynamic biomechanical properties of cartilage in an ovine model of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2003; 11:65-77.
22. Cesana M, Appleyard R, Jones H, Murrell G. The effect of chronic ACL deficiency on the secondary restraints of the knee: a biomechanical study in a sheep model. *Trans Orth Res Soc* 2003; 28:803.
23. Funakoshi Y, Hariu M, Tapper JE, Marchuk LL, Shrive NG, Kanaya F, *et al*. Periarticular ligament changes following ACL/MCL transection in an ovine stifle joint model of osteoarthritis. *J Orthop Res* 2007; 25:997-1006.
24. Scherer MA, Metak G, Haas B, Hammerschmid E, von Gumpfenberg S. Glycosaminoglycans as markers of posttraumatic gonarthrosis? *Chirurg* 1998; 69:82-90.
25. Bylski-Austrow DI, Malumed J, Meade T, Grood ES. Knee joint contact pressure decreases after chronic meniscectomy relative to the acutely meniscectomized joint: a mechanical study in the goat. *J Orthop Res* 1993; 11:796-804.
26. Laurent D, O'Byrne E, Wasvary J, Pellas TC. In vivo MRI of cartilage pathogenesis in surgical models of osteoarthritis. *Skeletal Radiol* 2006; 35:555-64.
27. Rorvik AM, Teige J. Unstable knees without clinical or radiographic osteoarthritis in young goats: an experimental study. *Acta Vet Scand* 1996; 37:265-72.
28. Laurent D, Wasvary J, Rudin M, O'Byrne E, Pellas T. In vivo assessment of macromolecular content in articular cartilage of the goat knee. *Magn Reson Med* 2003; 49:1037-46.
29. Smith M, Ghosh P. Experimental models of osteoarthritis. In: Moskowitz RW, Howell DS, Altman RD, Buckwalter JA, Goldberg VM (eds.). *Osteoarthritis. Diagnosis and Medical/Surgical Management*. Philadelphia, London, New York, St. Louis, Sydney, Toronto: WB Saunders 2001:171-99.
30. Tapper JE, Barnsdale C, Funakoshi Y. Evidence supporting a new hypothesis for the development of osteoarthritis. *ORS Trans* 2004; 325.
31. Hunter DJ, Guermazi A, Lo GH, Grainger AJ, Conaghan PG, Boudreau RM, Roemer FW. Evolution of semi-quantitative whole joint assessment of knee OA: MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score). *Osteoarthritis Cartilage* 2011; 19:990-1002.
32. Hunter D, Conaghan P, Peterfy C, Bloch D, Guermazi A, Woodworth T, *et al*. Responsiveness, effect size, and smallest detectable difference of magnetic resonance imaging in knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2006; 14(Suppl 1):112-5.
33. Conaghan P, Tennant A, Peterfy C, Woodworth T, Stevens R, Guermazi A, *et al*. Examining a whole-organ magnetic resonance imaging scoring system for osteoarthritis of the knee using Rasch analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 2006; 14(Suppl 1):116-21.
34. Lynch JA, Roemer FW, Nevitt MC, Felson DT, Niu J, Eaton CB, *et al*. Comparison of BLOKS and WORMS scoring systems Part I. Cross sectional comparison of methods to assess cartilage morphology, meniscal damage and bone marrow lesions on knee MRI: data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18:1393-401.
35. Felson DT, Lynch J, Guermazi A, Roemer FW, Niu J, McAlindon T, *et al*. Comparison of BLOKS and WORMS scoring systems part II. Longitudinal assessment of knee MRIs for osteoarthritis and suggested approach based on their performance: data from the osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18:1402-7.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.

Estudio del efecto de distintos tipos de nanocargas en el comportamiento mecánico y térmico de un cemento óseo

Study of the effect of different nanofillers on the thermal and mechanical behavior of a bone cement

Paz Jiménez E ¹, Abenojar Buendía J ², Cledera Castro MM ¹, Ballesteros Iglesias Y ¹, Forriol F ³, del Real Romero JC ¹

¹ Instituto de Investigación Tecnológica/Dpto. Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España. ²Dpto. Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid. ³Facultad de Medicina, Universidad San Pablo CEU, Madrid, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Estudiar el efecto de la adición de diferentes nanocargas en la resistencia mecánica y en el proceso de curado de un cemento óseo.

Material y método: Se preparó un cemento óseo de formulación similar a los cementos comerciales, al que se añadieron nanotubos de carbono (MWCNT), un modificador de la tenacidad basado en copolímeros en bloque (Nanostrength®). Para evaluar el efecto sobre el cemento base, se utilizaron diferentes cantidades de carga, en un rango de entre 0,1 y 1% p/p (MWCNT) y entre 1 y 10% p/p (Nanostrength®). Se efectuaron ensayos de flexión, compresión y fractura para determinar las propiedades mecánicas y las propiedades térmicas.

Resultados: Encontramos una disminución en la temperatura máxima alcanzada durante el curado del cemento con la adición de los MWCNT, sin verse afectadas sus propiedades mecánicas. En el caso del Nanostrength®, los resultados obtenidos no presentaron mejoras significativas en sus propiedades mecánicas, fundamentalmente la tenacidad, pero sí un ligero aumento en su temperatura de curado y una disminución en el tiempo de fijación.

Conclusión: La adición de diferentes porcentajes de nanotubos de carbono a la formulación base de un cemento óseo mejora sus propiedades térmicas sin reducir las propiedades mecánicas. El Nanostrength®, por el contrario, no mejoró el comportamiento térmico ni mecánico del cemento óseo.

Palabras clave:

Cemento óseo, necrosis térmica, propiedades mecánicas, tenacidad a la fractura, nanotubos de carbono.

Abstract

Objective: To study the effect of the addition of different nanofillers on the mechanical properties and in the curing process of the bone cement.

Methods: A bone cement of similar formulation to commercial cements was prepared in the laboratory. Two nanofillers were used: carbon nanotubes (MWCNT) and a toughness modifier based on block copolymers (Nanostrength®). To evaluate the effect on the cement, weight loadings ranging from 0,1 to 1 wt% (MWCNT) from 1 to 10 wt% (Nanostrength®) were used. Bending, compressive and fracture test were achieved to determine their mechanical properties. In addition, thermal properties were studied.

Results: The results show a significant decrease in the maximum curing temperature of the cement with the addition of MWCNT, without being affected its mechanical properties. In the case of Nanostrength®, significant improvements were not found in their mechanical properties, mainly tenacity, but a slight increase in temperature and a decrease of curing time of fixation were observed.

Conclusions: The addition of carbon nanotubes to the basic formulation of a bone cement enhances the thermal properties without a reduction of the mechanical properties. Nanostrength® does not seem to improve the thermal and mechanical behavior of the bone cement.

Key-words:

Bone cement, thermal necrosis, fracture toughness, mechanical properties, carbon nanotubes.

Correspondencia

JC del Real Romero
ETSI-ICAI. Universidad Pontificia de Comillas. Alberto Aguilera, 23. 28015 Madrid, España.
e-mail: delreal@upcomillas.es

Introducción

El creciente interés en modificar la composición de los cementos óseos mediante la incorporación de diferentes tipos de aditivos pretende una nueva generación de cementos que disminuya el riesgo de la intervención y el fallo del implante. Con ello se aspira a mejorar la calidad de vida del paciente, la duración y aceptación de las prótesis y el ahorro de los costes sanitarios [1-3]. Los principales problemas achacados a los cementos óseos acrílicos en cirugía y que pueden afectar al éxito de la intervención son la compatibilidad mecánica, la osteolisis, la necrosis térmica, la baja tenacidad, el aflojamiento de la prótesis y las infecciones protésicas [4][5].

Las propiedades mecánicas del cemento óseo es uno de los factores que garantizan la estabilidad mecánica y la duración de una prótesis; el manto de cemento se ocupa de la fijación y unión de la prótesis al hueso, así como de transmitir las cargas entre el hueso y el implante.

Existe un conflicto entre la rigidez del cemento y del hueso adyacente [6]. El módulo de Young del hueso es 10 veces mayor que el del cemento y el del metal de la prótesis cerca de 100 veces más, por lo que para asegurar que el hueso no se dañe el cemento debe actuar como una interfaz que absorba las deformaciones que se producen entre el cemento y el implante.

Otra propiedad de los cementos óseos es su comportamiento térmico. La polimerización del PMMA y, con ello, el curado del cemento constituyen una reacción exotérmica. La temperatura máxima que se puede alcanzar durante la polimerización se encuentra entre 70°C y 120°C [7]. No obstante, la temperatura que se alcanza en la interfaz del cemento óseo depende además de otros factores haciendo que esta sea ligeramente inferior. La desnaturalización del colágeno se produce con exposiciones prolongadas a 56°C, por lo que las altas temperaturas alcanzadas durante el curado del cemento pueden causar daño térmico al hueso y producir la necrosis térmica, pudiendo dar lugar a un fallo prematuro del implante [8]. Se ha demostrado [9] que una reducción en la exotermia de curado, además de evitar el daño producido por la necrosis térmica, disminuye las tensiones residuales en el cemento, que pueden provocar un fallo prematuro del mismo cuando se somete a cargas mecánicas. Diversos estudios [10][11] han modificado la composición de los cementos con nanotubos de carbono y obtenido reducciones significativas en la temperatura máxima alcanzada durante el curado y modificaciones importantes en algunas de sus características, tales como la resistencia mecánica o el comportamiento a fatiga.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la elevada fragilidad del PMMA debido a la presencia de pequeños

poros y microgrietas en el manto del cemento, lo cual le hace más susceptible a la aparición de grietas por fenómenos de fatiga [12][13]. Para ello, se ha propuesto modificar la composición del cemento óseo aumentando su tenacidad; por ejemplo, mediante la incorporación de nanotubos de TiO₂-SrO [3], consiguiendo mejoras de un 20% en la tenacidad a la fractura del material y de un 40% en la resistencia a flexión.

En este trabajo se pretende mejorar las características del cemento para intentar solventar algunos de los problemas que reducen la probabilidad de éxito tras la cirugía, intentando disminuir la temperatura máxima alcanzada durante el curado y un aumento de la tenacidad del material mediante la adición de diferentes tipos de nanocargas.

Material y método

Para la realización de los ensayos se elaboró, en el laboratorio, un cemento óseo acrílico basado en la formulación de los principales cementos comerciales y en formulaciones utilizadas por otros autores [14].

Se añadieron dos tipos de aditivos, en diferentes porcentajes en peso respecto de la cantidad total de polvo del cemento, ambos adicionados sobre la parte líquida, el metacrilato de metilo (MMA), y se dispersaron mediante sonicación.

Los aditivos utilizados fueron nanotubos de carbono multicapa (MWCNT), Nanocyl®-7000 series (Nanocyl, Bélgica), y dos tipos diferentes de un modificador de la tenacidad, Nanostrength® (NS) (Arkema, Francia); un copolímero en bloque acrílico simétrico constituido por un bloque central de poli(butilacrilato) y dos bloques laterales de polimetacrilato de metilo (PMMA-bloc-PbuA-bloc-PMMA). Se realizaron pruebas con dos tipos diferentes: con Nanostrength M52 (NS-M52), el copolímero sin funcionalizar, y con Nanostrength M52N (NS-M52N), el copolímero funcionalizado (Tabla 1).

Para analizar la resistencia del cemento se realizaron ensayos de flexión en tres puntos, según la norma de materiales poliméricos UNE-EN ISO 178 [15], y ensayos de compresión, según la norma de cementos óseos ISO 5833 [16].

Tabla 1. Resumen de los grupos de trabajo objeto de estudio

	Porcentajes (%p/p)
Blanco	0 (cemento base)
MWCT	0,1 - 0,5 - 1
NS-M52	1 - 5 - 7 - 10
NS-M52N	1 - 5 - 7 - 10

Las probetas necesarias para su realización se prepararon utilizando moldes de silicona y de teflón con las dimensiones requeridas en cada caso. Para cada tipo de carga y cada porcentaje se ensayaron tres lotes de cinco probetas, sumando un total de 15 probetas por condición.

Para el estudio de la tenacidad del material se efectuaron ensayos de fractura, determinando la tenacidad a la fractura (K_{IC}) mediante la norma ASTM D5045-99, empleando el método SENB (Single Edge Notched Bend) [17]. Las probetas utilizadas tenían las siguientes dimensiones, siguiendo las condiciones impuestas en la norma: longitud, L, 61,6 mm; altura, w, 14 mm, y anchura, B, 7 mm. La cantidad de probetas ensayadas y su preparación fue idéntica a la descrita para los ensayos de flexión y compresión.

Se estudiaron las curvas de curado (evolución de la temperatura con el tiempo) de cada uno de los grupos de trabajo siguiendo el procedimiento descrito en la norma ISO 5833.

Tras el ensayo se determinó la temperatura máxima alcanzada durante el curado (T_{max}) y el tiempo de fijación (t_{set}). El tiempo de fijación se consideró el momento en el que ha reaccionado entre el 90% y el 100% del cemento y en el cual comenzaba a endurecer [9], existiendo por lo tanto una relación directa con el tiempo de manejo del mismo.

El tiempo de fijación se estimó como el tiempo al que tenía lugar la temperatura de fijación (T_{set}) que venía definida por la siguiente expresión:

$$T_{set} = \frac{T_{máxima} + T_{ambiente}}{2}$$

Resultados

En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos de tensión de rotura a flexión media, para cada uno de los grupos de trabajo de cemento cargado con MWCNT, así como la desviación típica de los valores obtenidos. No encontramos variaciones significativas en la resistencia a flexión del cemento al añadir los MWCNT. No obstante, sin ignorar la dispersión de resultados obtenida, se apreció un ligero incremento para cantidades de 0,1%, obteniendo mejoras en la tensión de rotura de alrededor un 6% respecto al cemento base. Los resultados del módulo de elasticidad a flexión mostraron un ligero incremento del mismo al adicionar los MWCNT. El grupo control presentó un módulo de 2718 ± 231 MPa, obteniéndose un incremento sobre el mismo del 33% para el 0,1%, del 27% para el 0,5% y del 28% para el 1%. La variación de los resultados fue mayor en los grupos que contenían MWCNT que en el cemento sin modificar (grupo control), lo que podría ser debido a una mala dispersión de los nanotubos en la matriz del cemento.

Los resultados de los ensayos de compresión se muestran en la Figura 2. Los valores medios de tensión de rotura a compresión no mostraron diferencias si se tiene en cuenta el solapamiento que se produjo entre las desviaciones típicas de los distintos grupos. Cabría destacar una ligera mejora para el grupo con un 0,5% de MWCNT, incrementando su resistencia cerca de un 10% respecto al grupo control.

Los resultados de la tenacidad, obtenidos con los ensayos de fractura, no mostraron variaciones significativas al adicionar los MWCNT. Al igual que ocurría con el caso de la resistencia a flexión y a compresión, se produjo un ligero incremento en el valor de la tenacidad para los grupos con 0,1% y 0,5%.

El grupo control presentó una tenacidad de $1,256 \pm 0,028$ MPa·m^{1/2}, consiguiéndose un aumento de la misma del 4% y 7% para los grupos con un 0,1% y un 0,5% de carga respectivamente.

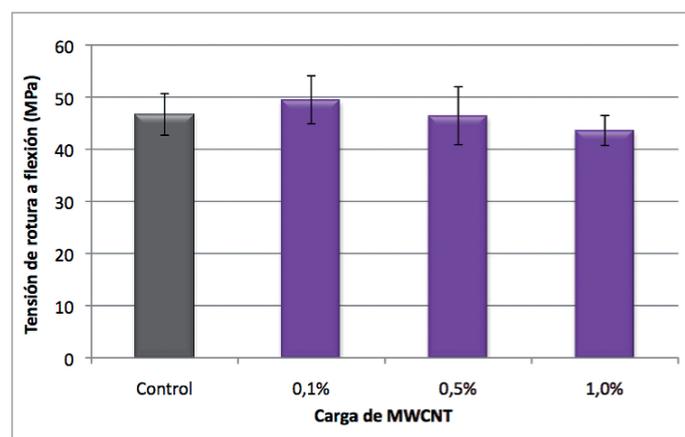


Fig. 1. Resistencia a la flexión del cemento óseo cargado con diferentes cantidades de MWCNT

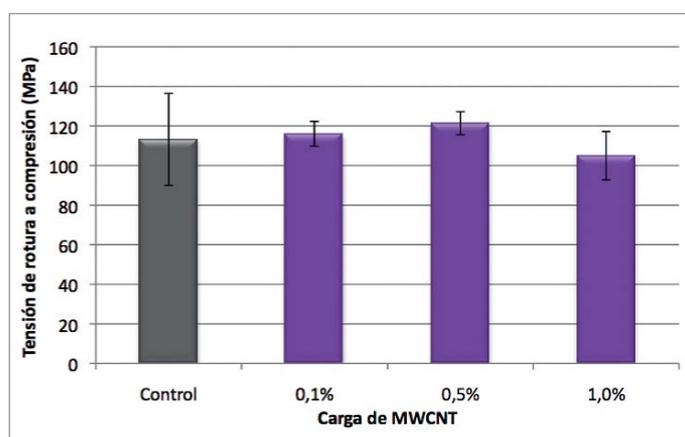


Fig. 2. Resistencia a la compresión del cemento óseo cargado con diferentes cantidades de MWCNT

En las curvas de curado se determinaron la temperatura máxima (T_{max}) durante el proceso de curado y el tiempo de fijación (t_{set}). Los resultados mostraron una clara influencia en la T_{max} y en el t_{set} con la adición de nanotubos (Figura 3) (Figura 4), presentando una relación directa entre la cantidad de MWCNT que contenía el cemento y la disminución de la T_{max} . A su vez, había una relación directa entre dicha disminución de temperatura y un aumento considerable en el t_{set} .

El grupo control presentó una temperatura máxima de curado de $67,2 \pm 3,4$ °C y un tiempo de fijación de 12 minutos. Al adicionarle un 0,1%, el comportamiento del cemento era muy similar al del grupo control. Para cantidades del 0,5% la temperatura se redujo un 30% y el tiempo de fijación aumentó un 45% (17 minutos). En el caso del 1% de carga la T_{max} disminuyó a la mitad, pero en contrapartida el t_{set} fue casi tres veces el obtenido para el cemento base.

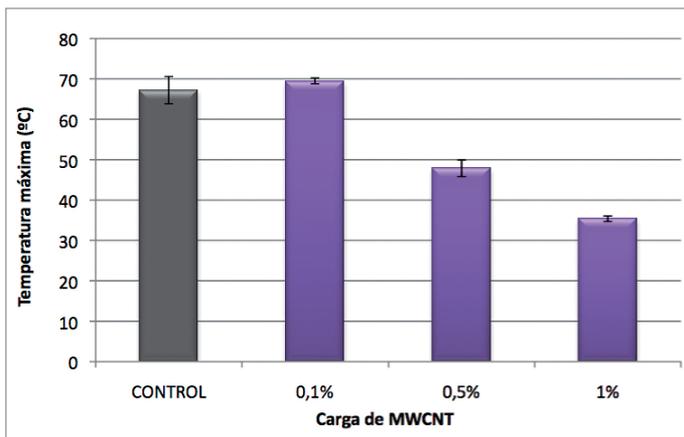


Fig. 3. Temperaturas máximas alcanzadas durante el curado del cemento óseo para los diferentes grupos de trabajo

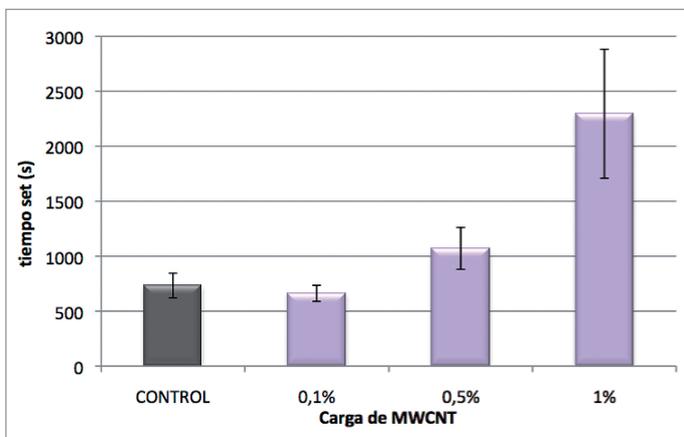


Fig. 4. . Temperatura set de cada uno de los grupos de trabajo

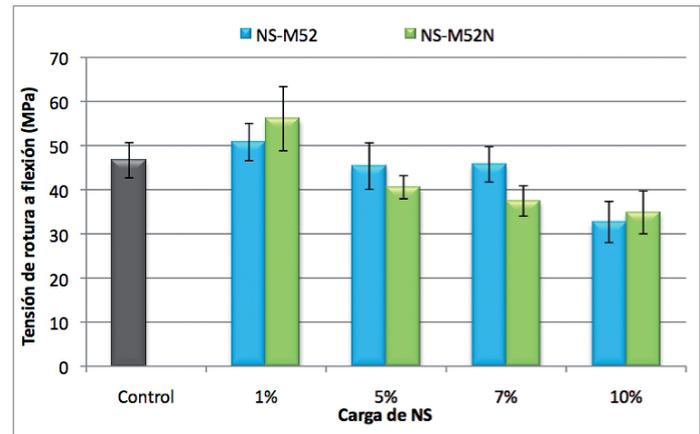


Fig. 5. Resistencia a flexión del cemento con diferentes cantidades de NS-M52 y NS-M52N

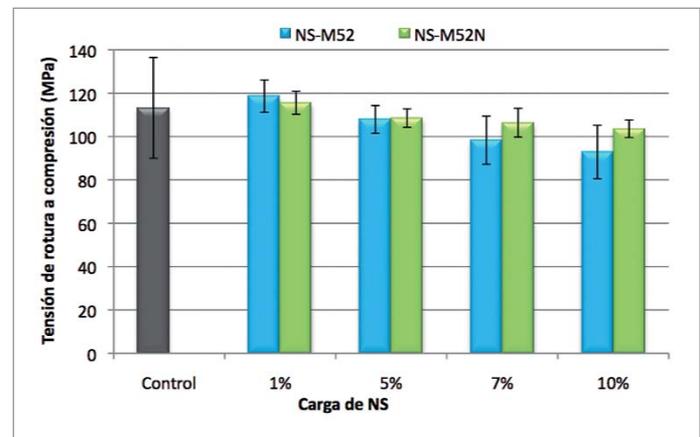


Fig. 6. Resistencia a compresión del cemento cargado con diferentes cantidades de NS-M52 y NS-M52N

Nanostrength

En la Figura 5 se representan los valores medios de la resistencia a flexión y las desviaciones de los mismos para los dos tipos de Nanostrength® (NS) estudiados (NS-M52 y NS-M52N) en función de la cantidad adicionada al cemento base.

Ambos tipos de NS mostraron un comportamiento similar; con adiciones del 1% se produjo una ligera mejora con respecto al grupo control, incrementándose su resistencia en un 9% para el NS-M52 y un 22% para el NS-M52N. Para cargas mayores se apreció una tendencia a disminuir la tensión de rotura con el aumento de la carga, especialmente para el grupo con un 10% de carga donde la resistencia fue inferior a la del cemento base.

La tendencia observada en la resistencia a compresión (Figura 6) era similar a la obtenida en los ensayos de flexión, aunque el error en los resultados obtenidos en el gru-

po control estaba en torno al 20%, lo que complicó determinar modificaciones significativas en la resistencia al comparar el resto de los grupos con el cemento base. De la misma forma, se observó que la variación en los resultados era mucho menor al añadir el NS.

Teniendo esto en cuenta, y a pesar de no existir diferencias significativas para ninguno de los dos tipos de NS, apreciamos una tendencia a mejorar para el 1% (entre un 2,5% y un 5%). Para cargas mayores la tensión disminuyó al aumentar la cantidad de NS.

Los resultados de la tenacidad a la fractura no mostraron variaciones con respecto al grupo control, a excepción del grupo con mayor carga (10%), donde se apreció un efecto negativo, disminuyendo considerablemente la tenacidad del material ($1,256 \pm 0,028 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ el grupo control, $1,298 \pm 0,113 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ el cemento con un 1% de M52, $0,952 \pm 0,107 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ con un 10% de M52). Por el contrario, la

adición de Nanostrength al cemento aumentó su temperatura máxima de curado (Figura 7), especialmente para concentraciones mayores del 5%, incrementándose entre un 12% y un 24%.

En relación al tiempo de fijación se comprobó una disminución significativa en el t_{set} del cemento (Figura 8), obteniéndose disminuciones de entre un 34% y un 57%. No parece encontrarse una relación entre dicha disminución del t_{set} y la cantidad de NS adicionada al cemento.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que la adición de MWCNT a la formulación base de un cemento óseo, en las cantidades estudiadas, produce una disminución significativa en su temperatura máxima de curado. Las elevadas temperaturas alcanzadas al polimerizar el cemento en las formulaciones comercializadas conllevan graves problemas de necrosis térmica, comprometiendo el éxito de la intervención y los costes sanitarios.

Pero esta disminución en la temperatura de curado también va acompañada de un aumento en el tiempo en el que se produce el fraguado del cemento, incrementando proporcionalmente a la carga de MWCNT y siendo proporcional a la disminución de temperatura. Un tiempo de curado excesivamente largo puede resultar problemático, ya que cuanto más tarda en endurecer el cemento es más difícil asegurar que la prótesis metálica no se movilice, lo cual afectaría a la capa de cemento. Por ello es necesario buscar una situación de compromiso entre la cantidad de nanotubos y la modificación de la temperatura máxima de curado y el tiempo de fijación.

Este comportamiento ha sido comprobado por otros autores. Ormsby *et al.* [14] observaron que la adición de MWCNT influye en la disipación del calor producido durante la polimerización del cemento y que dicha disipación es mayor cuanto mayor es la cantidad añadida. De esta forma, los MWCNT actúan como un pozo térmico debido a su elevada conductividad térmica ayudando a la disipación del calor producido. Dunne *et al.* [18] proponen, aunque no lo comprueban con resultados experimentales, que por lo tanto la adición de MWCNT debería conllevar un aumento de la conductividad térmica del cemento, además de alterar de alguna forma la cinética de la reacción de polimerización justificando con ello el incremento en los tiempos de curado al aumentar la carga de nanotubos. Resultados similares en cuanto a la modificación en la exotermia de la reacción de polimerización fueron obtenidos también por otros autores al añadirle al cemento fibras de carbono [19] u otro tipo de aditivos basados en el carbono. Gonçalves *et*

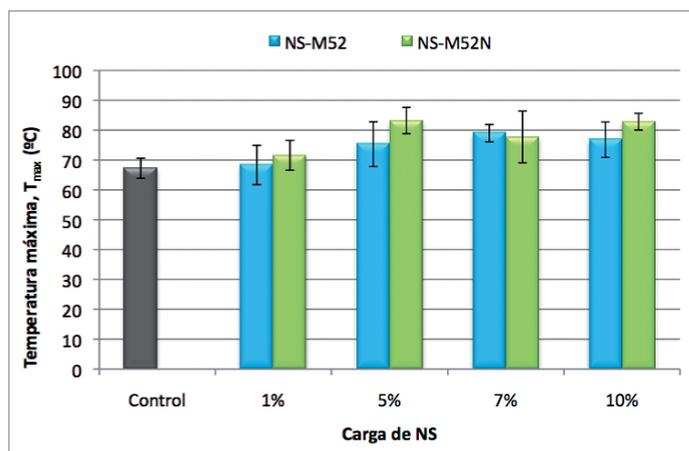


Fig. 7. Temperatura máxima de curado del cemento óseo con diferentes cargas de M52 y M52N

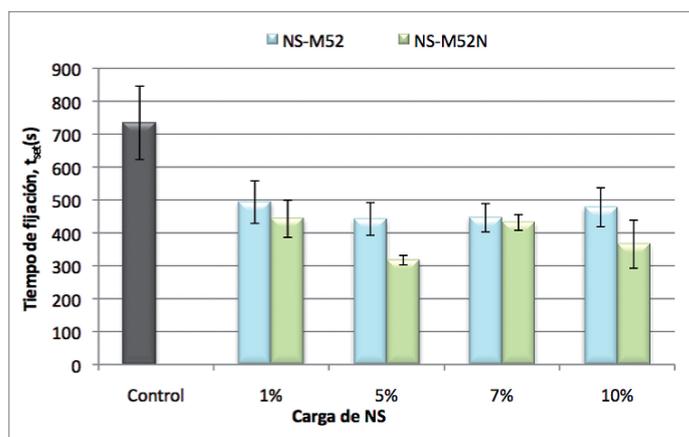


Fig. 8. Tiempo de fijación del cemento óseo con diferentes cargas de NS-M52 y NS-M52N

al. [20] adicionaron al cemento óxido de grafeno (GO) viendo como también se veían afectadas sus características térmicas y proponiendo que el GO podía actuar como un bloqueador de radicales libres que interfiere en la polimerización radicalica que tiene lugar durante el curado del cemento. Además, las propiedades mecánicas del cemento no se ven afectadas negativamente por la adición de los MWCNT, incluso consiguiéndose algunas mejoras, aunque no muy significativas, para cargas de entre 0,1% y 0,5%. Otros autores han obtenido un efecto similar en las propiedades mecánicas del cemento al adicionarle los MWCNT [14][21] comprobando que no solo no comprometen las propiedades mecánicas del cemento [12][23], sino que, por el contrario, mejoran algunas características del mismo [23-25]. Dunne *et al.* [18] y Marrs *et al.* [21] atribuyen el efecto negativo que se produce, a veces, sobre las propiedades mecánicas del cemento al aumentar la carga, a la mala dispersión de los MWCNT formando aglomeraciones en la matriz polimérica que dan lugar a puntos de concentración de tensiones que actúan como mecanismo de fallo prematuro del cemento cuando se le somete a esfuerzos.

A la vista de los resultados obtenidos, se podría considerar que la adición de nanotubos en bajas cantidades mejora algunas características del PMMA. En relación con el comportamiento térmico observado, podría considerarse un 0,5% como la cantidad óptima para conseguir un descenso de la temperatura máxima de curado, pero sin alargar en exceso el tiempo de fijación del cemento. En cambio, si se atiende a los resultados mecánicos, se ha comprobado que la mejora se consigue para un 0,1% de MWCNT. Esto haría conveniente la realización de un estudio más detallado entre estos dos porcentajes para encontrar un punto de compromiso donde puedan conseguirse aquellas propiedades que proporcionen mayor éxito tras la intervención quirúrgica sin comprometer la técnica ni las características mecánicas del cemento óseo.

En relación con los resultados obtenidos para los copolímeros en bloque, tanto NS-M52 como NS-M52N, no proporcionan unos resultados en la línea de lo esperado si se compara con el efecto que dicho material tiene en otros materiales poliméricos tales como resinas epoxi, donde la tenacidad a la fractura se incrementa sustancialmente, en algunos casos hasta un 100% [26][27]. No obstante, se han obtenido ligeras mejoras en la resistencia a la flexión y a la compresión para adiciones del 1%, alcanzándose resultados peores al aumentar la cantidad adicionada de los copolímeros en bloque NS-M52 y NS-M52N.

Respecto al calor desprendido durante el proceso de curado, se observa un ligero aumento de la temperatura máxi-

ma al adicionar el Nanostrength. Este efecto es menos significativo en el grupo con un 1% de carga. En cambio, la disminución en el tiempo de fijación se observa de forma significativa para cualquier porcentaje de carga. A la vista del comportamiento observado en los copolímeros en bloque, sería necesario realizar nuevas investigaciones a fin de verificar los resultados.

Los resultados obtenidos podrían abrir una puerta hacia la búsqueda de nuevos aditivos y formulaciones que consigan mejorar las características y propiedades del cemento óseo utilizado en la actualidad. Ello permitirá solventar algunas de las deficiencias y problemas con los que actualmente se encuentra la técnica quirúrgica y, por lo tanto, alargar la vida del implante. ■

Agradecimientos

Agradecimiento a FUNDACIÓN MAPFRE, que ha hecho posible la realización de este trabajo. También queremos agradecer a Loreto Lloréns Navarro y a Fernando Pérez García la ayuda prestada para su desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elvira C, Vázquez B, San Román J, Levenfeld B, Ginebra P, Gil X, *et al.* Acrylic bone cements incorporating polymeric active components derived from salicylic acid: curing parameters and properties. *J Mater Sci Mater Med* 1998; 9:679-85.
2. Eichmiller FC, Giuseppetti AA. Reinforcement of a self-setting calcium phosphate cement with different fibres. *J Biomed Mater Res* 2000; 52:107-14.
3. Khaled SMZ, Charpentier PA, Rizkalla AS. Synthesis and characterization of poly(methyl methacrylate)-based experimental bone cements reinforced with TiO₂-SrO nanotubes. *Acta Biomater* 2010; 6:3178-86.
4. Sanz P, Paz E, Del Romero JC, Abenojar J, Vaquero J, Forriol F. Influencia de cefazolina y vancomicina en la resistencia al desgaste del cemento óseo. *Trauma Fund MAPFRE* 2012; 23:59-63.
5. Lewis G. Properties of acrylic bone cement: state of the art review. *J Biomed Mater Res* 1997; 38:155-82.
6. Lee AJC. The time-dependent properties of polymethylmethacrylate bone cements: the interaction of shape of femoral stems, surface finish and bone cement. Learmonth I.D (ed.). *Interfaces in total hip arthroplasty*. London: Springer - Verlag Ltd 2000. P. 11-9.
7. Kühn KD. *Bone Cements: Up-to-date comparison of physical and chemical properties of commercial materials*. Springer-Verlag, New York, 2000.

8. DiPisa JA, Sih GS, Berman AT. The temperature problem at the bone-acrylic cement interface of the total hip replacement. *Clin Orthop Rel Res* 1976; 121:95-8.
9. Dunne NJ, Orr JF. Curing characteristics of acrylic bone cement. *J Mater Sci Med* 2002; 13:17-22.
10. Ormsby R, MacNally T, Mitchell CA, Dunne N. Influence of Multiwall Carbon Nanotubes functionality and loading on mechanical properties of PMMA/MWCNT bone cements. *J Mater Sci Mater Med* 2010; 21:2287-92.
11. Marrs BH. Carbon nanotube augmentation of a bone cement polymer [tesis doctoral], University of Kentucky, 2007.
12. Murphy BP, Prendergast PJ. On the magnitude and variability of the fatigue strength of acrylic bone cement. *International J Fatigue* 2000; 22:855-64.
13. Murphy BP, Prendergast PJ. The relationship between stress, porosity, and nonlinear damage accumulation in acrylic bone cement. *J Biomed Mater Res* 2002; 59:646-54.
14. Ormsby R, MacNally T, Mitchell C, Halley P, Martin D, Dunne N, *et al.* Effect of MWCNT addition on the thermal and rheological properties of polymethyl methacrylate bone cement. *Carbon* 2011; 49:2893-904.
15. Norma UNE-EN ISO 178: Plásticos. Determinación de las propiedades a flexión (2003).
16. Norma ISO 5833: Implants for surgery — Acrylic resin cement. (2002).
17. Norma ASTM D5045-99: Standard test methods for plain-strain fracture toughness and strain energy release rate of plastic materials (1999).
18. Dunne N, Ormsby R. MWCNT used in orthopaedic bone cements. M Naraghi (Ed). *Carbon nanotubes – Growth and applications*. En: Tech 2011. Chapter 14. pp 337-392.
19. Saha S, Pal S. Mechanical characterization of commercially made carbonfibre-reinforced polymethylmethacrylate. *J Biomater Res* 1986; 20:817-26.
20. Gonçalves G, Cruz S, Gracio J, Marques P, Ramírez-Santillán C, Portolés MT, *et al.* New bioactive PMMA-Hydroxyapatite based bone cement reinforced with graphene oxide. *éelgica*.
21. Marrs B, Andrews R, Rantell T, Pienkowski, DA. Augmentation of acrylic bone cement with multiwall carbon nanotubes. *J Biomed Mater Res Part A* 2006; 77-A:269-76.
22. Nien YH, Huang C. The mechanical study of acrylic bone cement reinforced with carbon nanotube. *Mat Sci Engin* 2010; 169:134-7.
23. Ormsby R, MacNally T, Mitchell CA, Dunne N. Incorporation of multiwall carbon nanotubes to acrylic based bone cements: Effects on mechanical and thermal properties. *J Mech Beh Biomater* 2010; 3:136-45.
24. Ormsby R, MacNally T, O'Hare P, Burke G, Mitchell C, Dunne N. Fatigue and biocompatibility properties of a poly(methyl methacrylate) bone cement with multi-walled carbon nanotubes. *Acta Biomater* 2012; 8:1201-12.
25. Marrs B, Andrews R, Pienkowski D. Multiwall carbon nanotubes enhance the fatigue performance of physiologically maintained methyl methacrylate-styrene copolymer. *Carbon* 2007; 45:2098-104.
26. Barsotti R, Fine T, Inoubli R, Gerard P, Schmindt S, Navarro C, *et al.* Nanostrength® block copolymers for epoxy toughening. Meeting of the Thermoset Resin Formulators Association, Chicago, Illinois, September 15, 2008.
27. Chen J, Taylor AC. Mechanical and fracture behavior of triblock copolymer-modified high crosslink density epoxy. 35th Annual Meeting of the Adhesion Society 2012, New Orleans, 26-29 Febrero, 2012.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.

Reducción del riesgo de complicaciones relacionadas con los catéteres venosos centrales: una propuesta para mejorar la seguridad del paciente

Reduction of the risk of complications related to central venous catheters: a proposal for improving patient safety

Alguacil Pau A¹, Rumayor Zarzuelo M², Fernández Martínez B², Valverde Sánchez C², Barberán Rodríguez D³, Santiago Sáez A⁴

¹Unidad de Calidad. ²Servicio de Medicina Preventiva. ³Unidad de Hospitalización. ⁴Unidad Funcional de Gestión de Riesgos Sanitarios, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Implementar medidas eficaces para disminuir la bacteriemia relacionada con catéter venoso central.

Material y método: Se revisó la técnica de inserción y el material necesario, elaborando instrucciones y material gráfico de ayuda. Calculamos la prevalencia de inserción de los catéteres venosos centrales (CVC). Se han analizado todas las listas de verificación realizadas entre 2010 y 2012 en un año y los datos de una encuesta auto-cumplimentada y anónima para valorar los conocimientos del mantenimiento de la vía central, evaluando el resultado conforme a las nuevas instrucciones. Se elaboró la «Instrucción de seguridad para la prevención de la bacteriemia relacionada con el catéter en pacientes hospitalizados», se organizó un *kit* de inserción y se formó a 58 médicos y 168 enfermeras. Se revisó a 687 pacientes, encontrando un 6,7% de portadores de un CVC.

Resultados: El 21,7% de los pacientes tenían cumplimentada la lista de verificación y un 39,4% necesitó más de un intento. En cuanto a los cuidados, falló el registro de fechas de cambios de apósito y de sistemas de infusión.

Conclusiones: Se ha conseguido una máxima difusión del material elaborado. Se deben reforzar aquellos procedimientos donde se han producido un mayor porcentaje de errores.

Palabras clave:

Bacteriemia, catéter venoso central, enfermería, hospitalización, infección.

Abstract

Objective: To adopt effective measures for reducing bacteremia related to central venous catheters (CVCs).

Material and methods: A review was made of the insertion technique and required material, developing instructions and graphic support. The prevalence of CVC insertion was calculated. An analysis was made of all the yearly checklists between 2010 and 2012, along with the data drawn from an anonymous self-administered questionnaire, to assess knowledge of maintenance of central catheterization, and evaluating performance on the basis of the new instructions provided. «Safety instructions for the prevention of catheter-related bacteremia in hospitalized patients» were developed, an insertion kit was produced, and 58 physicians and 168 nurses were trained. A total of 687 patients were reviewed, of which 6.7% were seen to carry a CVC.

Results: The checklist was found to be completed in 21.7% of the patients, and 39.4% required more than one catheterization attempt. Regarding care-related aspects, there were deficiencies in the registry of the dates on which the dressings and infusion systems were replaced.

Conclusions: Maximum diffusion of the developed material was achieved. Reinforcement is required of those procedures in which a greater percentage of errors were detected.

Key-words:

Bacteremia, central venous catheter, nursing, hospitalization, infection.

Correspondencia

A Alguacil Pau
Hospital Clínico San Carlos, Unidad de Calidad.
Profesor Martín Lagos s/n, 28040 Madrid, España.
e-mail: aalguacil.hcsc@salud.madrid.org

Introducción

La inserción de un catéter venoso central (CVC) es un procedimiento común en pacientes en estado crítico, lo que hace que cualquier enfermo hospitalizado pueda ser portador de uno de ellos en un momento u otro del ingreso. Por ello estarán expuestos a complicaciones inmediatas, como sangrado, punción arterial, arritmias, embolia gaseosa, malposición del catéter, neumotórax, o tardías, como infección, trombosis venosa o embolia pulmonar, migración o embolización del catéter, perforación miocárdica y lesión nerviosa [1].

Diversas estrategias de formación y prevención han demostrado la reducción de la bacteriemia relacionada con catéter central (BRC) [2][3]. Uno de los estudios más difundidos fue el llevado a cabo por Pronovost *et al* [4] en el Estado de Michigan (EE UU) en 103 Unidades de Cuidado Intensivos, donde la mediana se redujo a 0. La estrategia llevada a cabo se basó en las cinco recomendaciones: el lavado de manos, la utilización de barreras para la inserción del catéter, la limpieza de la piel con clorhexidina, evitar la vena femoral siempre que sea posible y eliminar los catéteres innecesarios. Además, el personal sanitario recibió formación acerca de las prácticas para el control de la infección y el daño resultante del manejo inadecuado del CVC. Se organizó un carro con todo lo necesario para la inserción de la vía central y se instauró una lista de verificación para asegurar la adherencia y cumplimiento de las prácticas de control de la infección durante la inserción de vías centrales [4]. Basados en esta experiencia, la Agencia de Calidad del Ministerio de Sanidad y Política Social, en colaboración con la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias y la Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente de la Organización Mundial de la Salud (OMS), puso en marcha el proyecto «Bacteriemia Zero», cuyo objetivo era reducir la densidad de incidencia de la BRC a menos de cuatro episodios de bacteriemia por 1.000 días de CVC. Este estudio se llevó a cabo desde abril de 2008 a junio de 2010 con una participación de 192 (68%) Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) en toda España. En el estudio piloto se evaluó la viabilidad del proyecto a nivel nacional, consiguiendo disminuir la bacteriemia asociada a CVC a 3,62 bacteriemias por 1.000 días de CVC, una reducción del 50% en comparación con los registros históricos [5][6].

El Hospital Clínico San Carlos (HCSC) puso en marcha en 2010 una iniciativa que daba continuidad al proyecto «Bacteriemia Zero» con el objetivo de implementar medidas eficaces ya demostradas para la disminución de la BRC en cualquier paciente hospitalizado del HCSC [5]. Además, también se procuró difundir el uso de ultrasonidos para ayu-

dar a la inserción del catéter y prevenir complicaciones mecánicas asociadas a la inserción de vena subclavia [7].

Material y método

El proyecto se llevó a cabo desde junio de 2010 hasta enero de 2012. Para conseguir los objetivos se realizaron las siguientes actividades:

1. Revisión del procedimiento de inserción y de los cuidados del CVC

Un grupo de 17 profesionales del HCSC revisó la técnica de inserción y el procedimiento de mantenimiento del CVC, elaborando la «Instrucción de seguridad para la prevención de la bacteriemia relacionada con el catéter en pacientes hospitalizados» y un listado de verificación para la inserción de catéteres centrales, con el fin de que los profesionales comprueben que la inserción se ha llevado a cabo conforme a la instrucción de seguridad.

Las instrucciones de seguridad son documentos elaborados por el HCSC a semejanza de las «Soluciones para la seguridad del paciente» de la OMS y que utiliza la Unidad Funcional de Gestión de Riesgos del HCSC para la difusión de recomendaciones sobre seguridad. Son documentos de consenso, elaborados por profesionales expertos y se basan en la evidencia científica [8].

Tanto la instrucción de seguridad como el listado de verificación para la prevención de BRC recogían las medidas que en el proyecto «Bacteriemia Zero» habían demostrado su efectividad: higiene de manos adecuada para el manejo del catéter, antisepsia de la piel de la zona de inserción con clorhexidina, preferencia de vena subclavia, máximas barreras de precaución en la inserción, retirada del CVC no necesario y mantenimiento higiénico [1][4].

Un grupo de expertos revisó el material necesario para la colocación de un CVC en una unidad de hospitalización y estableció un *kit* de inserción de vías centrales, que se incorporó al hospital y se puso a disposición de los profesionales en las unidades de hospitalización que en el momento del estudio se encontraban en funcionamiento. Además, se adquirió un ecógrafo digital portátil para la canalización de las vías centrales, que también se puso a disposición de los facultativos en una unidad de hospitalización quirúrgica [7].

Para ayudar a los profesionales en el recordatorio de las medidas de seguridad, se elaboró y distribuyó un cartel informativo donde se recogían de forma gráfica y representativa las seis medidas que se habían relacionado con la reducción de BRC y que se recogían en la instrucción de seguridad.

Con el fin de reforzar la implantación de la nueva instrucción de seguridad y la utilización del listado de verificación,

entre enero y abril de 2011 se llevaron a cabo talleres sobre medidas de prevención de BRC, técnicas de inserción y mantenimiento del CVC, y utilización del ecógrafo para la inserción del CVC.

En todos los talleres se difundió la «Instrucción de seguridad para la prevención de la bacteriemia relacionada con el catéter en pacientes hospitalizados», el listado de verificación para la inserción de CVC y los procedimientos de enfermería para el cuidado del CVC y la inserción del catéter central insertado periféricamente (PICC). El profesorado se eligió entre los facultativos y enfermeras de la Unidad de Críticos que participaron en el proyecto «Bacteriemia Zero», las enfermeras del Equipo de Terapia Intravenosa (ETI) que se formaron en la inserción y cuidado del PICC [3][7] y los facultativos del Servicio de Radiología Vascul ar que impartieron formación sobre el uso de los ultrasonidos para la inserción de vías centrales.

Se realizaron seis talleres para cirujanos, anestesiólogos, internistas, cardiólogos y médicos residentes de estas especialidades, dirigidos a difundir las medidas de prevención de BRC y el aprendizaje de la técnica de inserción de CVC guiado con ecografía. También hubo otros 11 talleres para los profesionales de enfermería de hospitalización, dirigidos a formar sobre los procedimientos de enfermería para el mantenimiento de vías centrales y para la implantación de los catéteres venosos centrales de inserción periférica.

2. Evaluación de conocimientos de los profesionales

La Unidad de Calidad del Hospital elaboró un cuestionario de valoración de conocimientos basado en el protocolo de mantenimiento de vías centrales aprobado por la Dirección de Enfermería, que pilotó sobre un grupo de ocho profesionales de enfermería para validar las preguntas [9]. El cuestionario fue autocumplimentado y anónimo y se envió a las enfermeras de las unidades de hospitalización de Oncología y Cirugía General entre el 27 y el 30 de junio de 2011.

3. Evaluación de la técnicas de inserción y mantenimiento del CVC

Se realizó un estudio transversal entre los días 20 y el 24 de junio de 2011 en todos los pacientes ingresados en el HCSC. El estudio lo llevó a cabo un grupo de ocho profesionales de enfermería, seleccionados por la Dirección de Enfermería, entre aquellos servicios con mayor experiencia en la inserción de vías centrales (Oncología, Urgencias, Hematología, Cirugía General, Medicina Interna, Nefrología, Cirugía Cardíaca, Cirugía Vascul ar y Medicina Preventiva) y que habían participado en algunos casos en el grupo de trabajo que elaboró la «Instrucción de seguridad para la prevención

de la bacteriemia relacionada con el catéter en pacientes hospitalizados». Se recogieron variables demográficas (edad, sexo), servicio, motivo de ingreso, cumplimentación de la lista de verificación de la inserción del CVC y variables relacionadas con el mantenimiento de la vía.

Asimismo, se recogieron y analizaron todas las listas de verificación de la inserción del CVC realizadas del 1 de enero de 2011 al 31 de enero de 2012. Las variables recogidas están relacionadas con el profesional que inserta el catéter y con la técnica, diferenciando antes, durante y después del procedimiento.

Se formaron un total de 58 médicos, un 4,35% de la plantilla del hospital (incluidos los médicos residentes), correspondientes a los servicios de Cirugía General (24), Cardiología (9), Anestesiología (8), Urgencias (8), UCI (6), Nefrología (2) y Medicina Interna (1). Se formaron 168 enfermeras, un 13,02% de la plantilla de enfermería del hospital, correspondientes, entre 9 y 12 profesionales de enfermería, Medicina Interna, Cirugía General, Urgencias, Urología, Hospitalización a Domicilio, Ginecología y Obstetricia, Cirugía Cardíaca y Vascul ar, Cardiología, Neurocirugía/ORL y Hematología; entre 6 y 8, de Nefrología, Traumatología, Hemodinámica, Digestivo, Paritorio, URPA; y entre 1 y 5, de Psiquiatría, Geriatría, Oncología Médica, Neurorradiología, Neurología, Análisis Clínicos y Nutrición.

La instrucción de seguridad y el listado de verificación se presentaron en diciembre de 2010 al personal, con un total de 2.566 instrucciones repartidas entre médicos, DUE, jefes de servicio, supervisoras y equipo directivo.

En cuanto al cartel informativo sobre las medidas de seguridad en el manejo de los CVC, se editaron un total de 65, que se distribuyeron en todas las Unidades de Hospitalización, Hospitales de Día, Servicio de Urgencias, Unidades de Cuidados Intensivos, Hemodinámica, Cirugía Mayor Ambulatoria, Bloques Quirúrgicos, Unidad de Reanimación Postquirúrgica y Radiología intervencionista.

Estrategia de análisis

Se hizo un análisis descriptivo de las principales características de la técnica de inserción y mantenimiento de la vía central realizado por profesionales del HCSC. Las variables cuantitativas se resumieron mediante su media y desviación estándar (DE) para distribuciones simétricas y mediante su mediana y rango intercuartílico (RIC) para distribuciones asimétricas. Las variables cualitativas se resumieron mediante su frecuencia relativa y valor absoluto. Se evaluó la asociación entre variables cualitativas con el test de Ji-cuadrado o prueba exacta de Fisher. El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS v.15.0.

I Resultados

Se obtuvieron un total de 40 encuestas, el 70,2% de la plantilla de enfermeras de Oncología y Cirugía, siendo un 54% del turno de mañana. El 55% de las enfermeras manifestaron haber asistido a algún curso de formación sobre inserción o mantenimiento de vías centrales. En la tabla 1 se resumen las preguntas realizadas y el porcentaje de aciertos de cada una de las respuestas.

Todas las enfermeras contestaron que el cambio del apósito se hace con guantes, pero sólo el 40% dijo que con guantes estériles. En cuanto a la vigilancia del punto de inserción, sólo el 25% respondió correctamente. Un 47% contestó que se debe realizar en cada turno y no cada 24 horas (28%), como estipula el protocolo. Sólo siete enfermeras (17,5%) respondieron correctamente a la pregunta del cuidado de la zona de inserción (limpieza con suero salino).

De los 687 pacientes ingresados en un día en el HCSC, el 6,7% (47) eran portadores de un CVC, con una edad comprendida en el 50% de los casos entre 55 y 78 (rango: 25 - 90) años.

Los servicios que agrupaban la mayoría de los pacientes con vías centrales eran Cirugía General, Hematología, Nefrología y Medicina Interna.

Los motivos de ingreso más frecuentes de los pacientes portadores de CVC fueron causas digestivas (13) y oncológicas (10).

El listado de verificación de la inserción del CVC sólo estaba cumplimentado en el 21,7% (10) de los casos.

El tipo de apósito que con mayor frecuencia se encontró fue el de gasa, con un 57% (26). En cuanto al estado de los mismos, un 15% (7) estaban despegados o sucios y en el 30% (14) no se encontró registro de la fecha del último cambio. Sólo figuraba la fecha del último cambio del equipo de infusión en el 13% de los pacientes con vías centrales, y en cinco pacientes (10,9%) se identificaron llaves de tres pasos y en ninguno de los casos el motivo fue la monitorización hemodinámica.

Se registraron 431 listas de verificación en la inserción de CVC en los 13 meses del estudio, una mediana de 35 (RIC 22,50 -40,50) por mes. El 87,7% (378) de los listados se realizaron en turno de mañana y un 70,8% (305) de forma urgente.

El Equipo de Terapia Intravenosa (ETI) fue el que con más frecuencia colocó el catéter y cumplimentó el listado. Un 4,2% (18) de las inserciones fueron realizadas por residentes de primer y segundo año.

En la tabla 2 se describen las preguntas planteadas en el listado de verificación para poder valorar la adecuación de la técnica. El lugar más frecuente de inserción del catéter fue la mediana-basílica, con un 64,0% (276), y el menos frecuente fue la subclavia, con el 6,7% (29). El catéter que más se utilizó fue el PICC, en un 78,2% (337) de los registros. Un 7,7% (33) de los profesionales no usaron el *kit* de inserción y un 59,9% no utilizó el ecógrafo. Un 39,4% (170) de los casos requirieron más de un intento para insertar el catéter. El porcentaje de profesionales que necesitaron hacer más de una punción, estratificada por categoría pro-

Tabla 1. Resumen de la encuesta realizada para la evaluación del conocimiento de los profesionales de enfermería sobre el mantenimiento de las vías centrales (N = 40)

Respuesta correcta de cada pregunta	% aciertos
No es preciso realizar higiene de manos si se utilizan guantes estériles cuando se manipula un CVC (falso)	100
Cambio de apósito con guantes estériles	40
Manipulación de equipos, conexiones y válvulas (con guantes limpios)	84
Vigilancia del punto de inserción (cada 24 horas)	25
Exploración de la zona de inserción si apósito transparente (visualmente y palpación)	70
Cuidado de la zona de inserción (limpieza con suero salino)	17,5
Punto de inserción rezumando (poner apósito gasa)	49
Cambio de apósitos transparentes (cada siete días o si están sucios, húmedos o despegados)	72
Cambio de los equipos de infusión generales (cada 72 horas o si están sucios)	70
Cambio de equipos de infusión nutrición parenteral (cada 24 horas o si están sucios)	57
Cambio de conectores (cada siete días o cuando estén sucios u obstruidos)	79
Cuidado de conectores (desinfección con clorhexidina)	67
Número de luces del catéter (por norma general se utilizarán los de menor número de luces posible)	84
Retirada del catéter (se retira cuando no es imprescindible)	90

Tabla 2. Resumen de las preguntas del listado de verificación de la inserción del catéter venoso central (N = 431)

Antes del procedimiento	Sí %(n)	Nc %(n)
¿Se ha informado al paciente del procedimiento y de sus riesgos?	98,1(423)	0,2(1)
¿Se realizó higiene de manos adecuada?	99,3(428)	
¿Se ha valorado la coagulación-antiagregación?	98,4(424)	0,2(1)
El profesional que inserta el catéter:		
¿Lleva puesto el gorro?	98,4(424)	
¿Lleva puesta la mascarilla?	99,2(428)	
¿Lleva puesta la bata?	98,6(425)	
¿Lleva puestos los guantes estériles?	100 (431)	
El profesional que ayuda en la inserción:		
¿Lleva puesto el gorro?	96,5(416)	0,2(1)
¿Lleva puesta la mascarilla?	98,6(425)	
¿Lleva puestos los guantes?	99,8(430)	0,2(1)
¿Se desinfectó el lugar de inserción con clorhexidina?	95,1(410)	0,2(1)
¿Se utilizó técnica antiséptica para cubrir al paciente de pies a cabeza?	95,8(413)	0,2(1)
Durante el procedimiento	Si %(n)	Nc %(n)
¿Se mantuvo el campo estéril?	98,8(426)	2(0,5)
¿Se necesitó más de una punción para la colocación del CVC?	39,4(170)	
¿Intervino un segundo profesional para la inserción del CVC?	14,2 (61)	2(0,5)
Si intervino un 2º profesional, ¿guardó todas las medidas de seguridad para la inserción del CVC?	85,3 (52)	
Después del procedimiento	Si %(n)	Nc %(n)
¿Se limpió con antiséptico (clorhexidina) los restos de sangre en el lugar y se colocó apósito estéril transparente?	97,9(422)	
¿Se ha confirmado la implantación correcta (Rx de tórax)?	95,5(408)	

fesional, fue del 37,9% de los ETI, el 52,6% de los médicos especialistas y el 43,8% de los residentes.

Por otro lado, el porcentaje de profesionales que necesitaron hacer más de una punción, estratificada por tipo de catéter utilizado, fue del 53,9% en los CVC, del 37,5% en los PICC y del 20,0% en los Drum. No encontramos diferencias significativas entre categorías profesionales, pero sí existen cuando lo estratificamos por técnica.

En el 16,5% de las listas donde se necesitó más de una punción se desconoce el número total de punciones y en el 9,7% (42) se realizaron cuatro o más punciones para poder insertar correctamente el catéter.

Discusión

Al igual que en otros proyectos dirigidos a disminuir la bacteriemia causada por catéter venoso central [10][11], se ha conseguido una máxima difusión del material elaborado y se han realizado múltiples talleres, teniendo siempre presente que la formación de los profesionales juega un papel muy impor-

tante en la prevención de las complicaciones en la inserción del CVC. Formar a los profesionales en las indicaciones de uso del CVC y establecer los procedimientos adecuados para la inserción y el mantenimiento de los catéteres son medidas eficaces para prevenir infecciones iatrogénicas [12].

Los resultados obtenidos de las listas de verificación y las encuestas, en cuanto a la inserción y mantenimiento de los catéteres, son muy buenos. Sin embargo, preocupa que únicamente el 20% de los listados se hubieran cumplimentado, y habría que verificar si esto es debido a una falta de adhesión, por desconocimiento o sobrecarga de trabajo. Existen estudios observacionales que sugieren que la proporción de pacientes por enfermera está asociado a BRC en las UCI [13]. Esta información se podría extrapolar al resto del hospital.

En futuros talleres se deben reforzar los procedimientos donde se ha producido un mayor porcentaje de errores. En relación al mantenimiento del catéter, los ámbitos en los que se debe incidir son la utilización de guantes estériles y el tipo de apósito que se debe utilizar en cada caso.

En cuanto a la inserción del catéter, en nuestro estudio la mayoría está insertado en mediana-basílica porque la mayoría de los listados cumplimentados lo han hecho las enfermeras del ETI que insertan los PICC. Es necesario hacer más hincapié en la utilización de la subclavia, ya que sólo en un 6,7% de los procedimientos se ha utilizado esta vía.

Otros datos a destacar son que en el 9,7% de los casos se necesitaron cuatro o más punciones para poder insertar correctamente el catéter y que el 4,2% de los procedimientos fueron realizados por residentes de primer y segundo año. Hay que tener siempre presente que para poder prevenir las complicaciones relacionadas con el CVC se debe designar personal capacitado para la inserción del catéter y su mantenimiento [12].

En el 59,9% de los casos registrados no se utilizó el ecógrafo. Las razones para no emplearlo han podido ser desde la falta de disponibilidad de aparato o la ausencia de formación suficiente sobre la técnica hasta la resistencia inicial a la incorporación de nuevos protocolos [7]. Para conseguir una mayor adherencia está prevista la adquisición de un nuevo ecógrafo y la ampliación del número de talleres y de profesionales formados.

La aplicación de medidas específicas dirigidas a todo el hospital y la implicación de un gran número de profesionales es fundamental para conseguir una formación adecuada, siendo necesario evaluar de forma periódica los conocimientos y la adhesión a los protocolos de todo el personal involucrado en la inserción de CVC y su mantenimiento [12][13]. ■

Agradecimientos

Los autores agradecen la aportación económica recibida para la elaboración del proyecto de las Ayudas para la Investigación de FUNDACIÓN MAPFRE.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 2003; 348:1123-33.
2. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med* 2000; 132:391-402.
3. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, Gledhill KS, Streed SA, Kiger B, *et al.* Education of physicians-in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 2000; 132:641-8.
4. Pronovost P, Needham D, Berenholtz S, Sinopoli D, Chu H, Cosgrove S, *et al.* An Intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med* 2006; 355:2725-32.
5. Palomar Martínez M, Álvarez Lerma F, Riera Badía MA, León Gil C, López Pueyo MJ, Díaz Tobajas C, *et al.* Prevención de la bacteriemia relacionada con catéteres en UCI mediante una intervención multifactorial: Informe del estudio piloto. *Med Intens* 2010; 34:581-9.
6. Proyecto Bacteriemia Zero. [consultado 10/10/2012]. Disponible: <http://www.seguridaddelpaciente.es/index.php/lang-es/proyectos/financiacion-estudios/proyecto-bacteriemia-zero.html>. 2012.
7. Ayoub C, Lavallée C, Denault A. Ultrasound guidance for internal jugular vein cannulation: continuing professional development. *Can J Anaesth* 2010; 57:500-14.
8. Alguacil-Pau A, Santiago-Sáez A. Herramientas corporativas en seguridad clínica: Las instrucciones de seguridad del Hospital Clínico San Carlos de Madrid. Primera edición [consultado 10/10/2012]. Disponible en: <http://www.madrid.org/cs/Satellite>
9. Subcomisión de Procedimientos, aprobado por la Comisión de Cuidados con fecha 1 de junio de 2011. Protocolo de canalización y mantenimiento de vías centrales. HCSC.
10. Terradas R, Riu M, Segura M, Castells X, Lacambra M, Álvarez JC, *et al.* Resultados de un proyecto multidisciplinar y multifocal para la disminución de la bacteriemia causada por catéter venoso central, en pacientes no críticos, en un hospital universitario. *Enf Infec Microbiol Clin* 2011; 29:14-8.
11. Tsuchida T, Makimoto K, Toki M, Sakai K, Onaka E, Otani Y. The effectiveness of a nurse-initiated intervention to reduce catheter-associated bloodstream infections in an urban acute hospital: An intervention study before and after comparison. *Int J Nursing Stud* 2007; 44:1324-33.
12. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, Dellinger EP, Garland J, Heard SO, *et al.* Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Am J Infect Control* 2011; 39(Suppl):1-34.
13. Robert J, Fridkin SK, Blumberg HM, Betsy Anderson R, White N, Ray SM, *et al.* The influence of the composition of the nursing staff on primary bloodstream infection rates in a surgical intensive care unit. *Inf Control Hosp Epidem* 2000; 21:12-7.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.

Evaluación del estudio de contactos de tuberculosis en el Departamento de Salud 17 de Alicante

Assessment of tuberculosis contact tracing in the 17th health area in Alicante

Gallardo-Quesada CR, Aranaz-Andrés JM, Gea Velázquez de Castro MT, Requena Puche J, Miralles Bueno JJ

Servicio de Medicina Preventiva y Calidad Asistencial, Hospital Universitari Sant Joan d'Alacant, Alicante, España. Departamento de Salud Pública, Historia de la Ciencia y Ginecología, Universidad Miguel Hernández de Elche, Alicante, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Evaluar el estudio de contactos (EC) de tuberculosis realizado en nuestro servicio y analizar la demora en el diagnóstico y en la notificación de los casos de tuberculosis y el retraso en el inicio del EC.

Material y métodos: Se realizó un estudio observacional retrospectivo de los casos índices de tuberculosis y sus contactos declarados, además de la adecuación del manejo de los contactos estudiados, y se calculó la demora en el diagnóstico y la notificación de los casos de tuberculosis y la demora en el inicio del estudio de contactos.

Resultados: La tasa global de tuberculosis encontrada fue de 10,91 por 100.000 habitantes durante el total de años de estudio. Se identificaron 128 casos de tuberculosis y 635 contactos. Para todos los casos de tuberculosis, la mediana de la demora diagnóstica total fue de 45 días, de la demora en la declaración de tres días y de la demora en el inicio del estudio de contactos de 9,5 días. Entre los contactos evaluados se diagnosticaron ocho nuevos casos de tuberculosis. En el 94,5% de los contactos estudiados el manejo fue adecuado.

Conclusión: El manejo de los contactos de tuberculosis fue en su mayor parte adecuado. La demora diagnóstica para los casos de tuberculosis fue elevada, mientras que el retraso en la notificación de los casos de tuberculosis y en el inicio del estudio de contactos, estuvieron en límites normales.

Palabras clave:

Tuberculosis, estudio de contactos, evaluación.

Abstract

Objective: To assess the tuberculosis (TB) contact investigations conducted in our Department and to analyze the delay in diagnosis and reporting of TB cases and the delay in starting the contacts investigations.

Methods: We carried out a retrospective observational study of the reported tuberculosis index cases and their contacts. We analyzed the adequacy of management of contacts investigations and calculated the delay in diagnosis and reporting of TB cases in addition to the delay in the onset of contacts study.

Results: The overall rate of tuberculosis found was 10.91 per 100,000 inhabitants during the total years of study. We identified 635 contacts of 128 tuberculosis cases. The median from total diagnostic delay was 45 days, from delay in the notification three days and from delay in the start of contact investigations 9.5 days for all TB cases. Among the assessed contacts were diagnosed eight new TB cases during contact investigations. In the 94.5% of studied contacts the management was adequate.

Conclusion: The management of TB contacts was mostly adequate. The delay in diagnosis for tuberculosis cases was elevated. The delay in the notification of tuberculosis cases and the delay in the start of contacts investigations were found within normal limits.

Key-words:

Tuberculosis, contact investigations, assessment.

Correspondencia

CR Gallardo-Quesada
Hospital Universitari San Joan d'Alacant
Carretera de Valencia, s/n. 03550 San Juan de Alicante, Alicante, España.
e-mail: carmen.gallardo@graduado.umh.es

Introducción

La tuberculosis (TB) es una de las enfermedades infecciosas con mayor incidencia y carga de mortalidad en el mundo [1][2]. España es un país de baja incidencia de tuberculosis, aunque su tasa global de notificación en el año 2009 (16,6 casos por 100.000 habitantes) fue más elevada que en algunos países de su entorno [3]. La epidemiología de la TB en España en las últimas tres décadas ha estado influenciada por la epidemia de VIH y por los cambios demográficos producidos por la llegada de personas procedentes de países de alta endemia de la enfermedad [4]. La tasa de tuberculosis de los Departamentos de Salud 17-19 de la ciudad de Alicante en el año 2010 (15,2 por 100.000 habitantes) fue mayor que la media de la Comunidad Valenciana para ese año [5]. Cualquier persona puede contraer tuberculosis, pero presenta mayor riesgo quien tiene una exposición cercana y prolongada a un caso con tuberculosis pulmonar activa [2][4][6][7]. El diagnóstico precoz y un tratamiento efectivo de los casos de tuberculosis, así como la identificación, estudio y tratamiento de los contactos son las acciones más importantes a realizar en un programa de vigilancia y control de esta enfermedad [2][4][8][9].

En España la tuberculosis es una enfermedad de declaración obligatoria nominal [10]. La demora diagnóstica [8][11][12] y la demora en la declaración [12] de los casos de tuberculosis son indicadores de gran importancia en la evaluación de un programa de vigilancia. En todos los enfermos con diagnóstico de TB se debería realizar el estudio de contactos (EC) [4][13], que es prioritario en los casos de tuberculosis pulmonar activa con baciloscopía de esputo y/o cultivo positivos y con lesiones radiológicas cavitarias en la radiografía de tórax [4][12][13]. El EC de tuberculosis debe comenzar lo antes posible, entre una y dos semanas después del diagnóstico del caso índice [4][12][13]. En España está recomendado que la demora en el inicio del estudio de contacto no sea superior a una semana [4], y el objetivo primordial de esta investigación es identificar y tratar personas con infección tuberculosa (IT) y casos secundarios de TB entre los contactos [2][4][7][12].

El EC es un proceso complejo que debe realizarse por etapas [2][4][7][12]. Para ello debe seguirse el esquema de círculos concéntricos [4][7][12][13], estableciendo prioridades para su ejecución [2][7][12][13]. Estas prioridades están determinadas por las características del caso índice, por la susceptibilidad y vulnerabilidad del contacto y por las circunstancias de su exposición; aspectos que permiten la clasificación de los contactos en alta, mediana y baja prioridad [4][7][12][13]. El EC de tuberculosis se debe realizar siempre en los contactos de alta [2][7][12][13] y mediana

prioridad [7][12][13]. A estos contactos se les debe realizar la prueba de la tuberculina (PT) mediante la técnica de Mantoux para el diagnóstico de la IT [12][13] y una inducción de ≥ 5 mm debe considerarse positiva para contactos recientes [12]. La prueba de detección del interferón gama ha adquirido en los últimos años una importancia creciente en el diagnóstico de la IT por sus ventajas [12][13], aunque no está generalizado su uso.

El tratamiento de la IT está indicado en personas infectadas con mayor riesgo de desarrollar una tuberculosis y tiene como objetivo evitar la progresión de la infección a enfermedad [6][12][13]. La Isoniacida (H) administrada entre seis-nueve meses es el tratamiento más recomendado para la IT [12][14].

En España, los esfuerzos para mejorar el control de la TB se deben centrar en disminuir la demora diagnóstica y en procurar un correcto cumplimiento en el tratamiento de los casos de TB, así como en perfeccionar los estudios de contactos y en vigilar de manera estrecha la aparición de resistencias a los fármacos antituberculosos [4]. La evaluación de los programas de prevención y control de la TB permite conocer la situación epidemiológica del área que se estudia y su evolución, así como averiguar sus puntos débiles e implementar medidas para mejorar dichos programas [8].

Los objetivos de nuestro estudio fueron: evaluar el estudio de los contactos de tuberculosis realizado en el Servicio de Medicina Preventiva y Calidad Asistencial del Hospital Universitari de Sant Joan d'Alacant (HUSJA) y analizar la demora en el diagnóstico y en la notificación de los casos de tuberculosis y la demora en el inicio del estudio de contactos en nuestro hospital.

Material y métodos

Efectuamos un estudio observacional retrospectivo en el Departamento de Salud 17 de la Comunidad Valenciana ubicado en la provincia de Alicante, cuyo hospital de referencia es el Universitari de Sant Joan d'Alacant, el cual atiende a una población de 228.377 habitantes. La población adscrita al Departamento es mayoritariamente de concentración urbana y cada año durante los meses de julio a septiembre se suman unas 100.000 personas, en su gran mayoría turistas desplazados.

Fueron incluidos todos los contactos de tuberculosis que pertenecían al Departamento de Salud 17 que acudieron a consulta externa del Servicio de Medicina Preventiva y Calidad Asistencial del HUSJA o al Centro de Salud Pública de Alicante para la realización de una prueba de tuberculina durante el estudio convencional de contactos y sus casos índices de tuberculosis declarados en nuestro departa-

mento de salud, entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2010.

Las fuentes de información utilizadas fueron el registro de casos de tuberculosis y de sus contactos del Sistema de Información para la vigilancia de las Enfermedades de Declaración Obligatoria (EDO) y las historias clínicas de los casos índices de TB y de los contactos estudiados. Para el cálculo de las tasas se utilizó la población de referencia (población con SIP) del HUSJA para cada año del periodo de estudio. Para el estudio de los casos de tuberculosis, la definición clínica de caso, los criterios diagnósticos de laboratorio, la clasificación de los casos y el estudio de sensibilidad se tuvieron en cuenta el Plan para la Prevención y el Control de la Tuberculosis en España [4] y el Informe de Tuberculosis en la Comunidad Valenciana del año 2010 [5].

La variable principal de nuestro estudio fue la adecuación del estudio de contactos (variable dicotómica compuesta). Para la confección de esta variable compuesta se sumaron todos los subprocesos del estudio de contactos: realización de la prueba de tuberculina (primera PT, *booster* o segunda PT), la positividad de la PT, la recomendación o no de tratamiento, la pauta de tratamiento recomendada, el seguimiento adecuado durante el tratamiento y el motivo de fin del estudio de contactos. Se compararon las acciones llevadas a cabo en el EC en nuestro hospital con una lista de buenas prácticas, elaborada a partir de las principales recomendaciones de la «Guía para la vigilancia y control de la tuberculosis» [12] para el manejo del estudio de contactos. El EC se clasificó como adecuado cuando se cumplieron todas las recomendaciones de la lista de buenas prácticas y como inadecuado cuando no se cumplió tan solo una de las recomendaciones.

Las variables secundarias analizadas fueron la demora diagnóstica y la demora en la declaración de los casos de tuberculosis, además de la demora en el inicio del estudio de contactos. Para el análisis de las demoras se tuvieron en cuenta la fecha de inicio de síntomas, la fecha de diagnóstico y la fecha de declaración del caso índice de tuberculosis, así como la fecha de inicio del estudio de los contactos. *Demora diagnóstica total*: se consideró el tiempo transcurrido entre la fecha de inicio de los síntomas y la fecha de diagnóstico del caso de tuberculosis [12]. Se recomienda reducir el retraso diagnóstico a menos de un mes [4]. *Demora de la declaración*: tiempo transcurrido entre la fecha de diagnóstico y la fecha de la declaración del caso de tuberculosis [12]. El profesional sanitario debe notificar todos los casos de TB (sospechoso, probable o confirmado) tan pronto como sea posible, dentro de la primera semana del diagnóstico, priorizando los casos contagiosos [4]. *Demora en*

el inicio del estudio de contactos: tiempo transcurrido entre la fecha de diagnóstico del caso de tuberculosis y la fecha de inicio del estudio de contactos. El EC debe realizarse lo antes posible, elaborando un censo dentro de la primera semana tras el diagnóstico del caso de tuberculosis [4]. Además se analizaron otras variables para el análisis descriptivo de los casos de tuberculosis y los contactos, como sexo, edad y país de origen. Para describir los casos de tuberculosis se analizó la localización de la TB; la positividad de la radiografía de tórax y de la tinción del esputo y del cultivo; el tipo de germen encontrado y el estudio de sensibilidad del cultivo y la realización del estudio de contactos. Para detallar las características de los contactos se analizó además el tipo de contacto con el caso índice (intrafamiliar, ampliación familiar, empresa, social y otros) y el diagnóstico de TB durante el estudio de contactos. Se realizó un análisis univariante para la descripción de la muestra (media, mediana, desviación típica y amplitud intercuartil para variables continuas y frecuencias para variables categóricas) y un análisis bivariante para establecer relaciones entre las variables (mediante la t-Student o la U de Mann-Whitney para comparar medias –según se cumpliesen o no los criterios de normalidad– y la Chi cuadrado – X^2 – para comparar proporciones). Para el análisis de los resultados de la demora diagnóstica total y la demora en la declaración de los casos de tuberculosis utilizamos la mediana para comparar nuestros resultados con los estudios realizados anteriormente. Los contrastes de hipótesis fueron bilaterales, con un nivel de significación de 0,05. Los análisis estadísticos fueron efectuados mediante el programa estadístico SPSS versión 15.0.

La realización de este estudio fue aprobada por el Comité de Ensayos Clínicos e Investigación de nuestro hospital. La presentación de datos se ha realizado de manera agregada, de modo que en ningún caso se pudiese llegar a la identificación de un paciente a partir de la difusión de datos.

Resultados

Fueron identificados un total de 128 casos de tuberculosis y 635 contactos. El 53,9% de los casos de TB fueron hombres, el 43,8% se encontraron en el grupo de edad de 30-59 años, en el 87,5% se pudo realizar confirmación bacteriológica y en el 80,5% se realizó el estudio de contactos (Tabla 1).

La mediana de la demora diagnóstica total de todos los casos de tuberculosis fue de 45 días, y de 43 y 49 días para los casos con tuberculosis pulmonar y para los casos con tinción de esputo positiva, respectivamente. La mediana de la demora en la declaración de todos los casos de tuberculosis fue de

Tabla 1. Características de los casos índices de tuberculosis y de los contactos.

Características	Caso índice n (%)	Contactos n (%)
Sexo		
Hombre	69 (53,9)	284 (44,7)
Mujer	59 (46,1)	351 (55,3)
Grupo de edad (años)		
≤5	5 (3,9)	30 (4,7)
6-14	6 (4,7)	46 (7,2)
15-29	29 (22,7)	168 (26,5)
30-59	56 (43,8)	335 (52,8)
≥60	32 (25,0)	56 (8,8)
Extranjero		
SI	39 (30,5)	114 (18)
NO	89 (69,5)	521 (82)
Lugar de nacimiento de extranjeros		
Rumania	9 (7)	24 (3,8)
Bolivia	7 (5,5)	10 (1,6)
Colombia	4 (3,1)	24 (3,8)
Otros	19 (84,4)	52 (90,8)
Radiografía de tórax positiva para TB	103 (80,5)	7 (1,1)
Localización de TB		
Pulmonar	96 (75)	NA
Extrapulmonar	32 (25)	NA
Confirmación bacteriológica		
SI	112 (87,5)	NA
NO	16 (12,5)	NA
VIH positivo	5 (3,9)	NA
Estudio de contacto realizado		
SI	103 (80,5)	NA
NO	25 (19,5)	NA
Relación con el caso índice		
Intrafamiliar	NA	240 (37,8)
Ampliación familiar	NA	129 (20,3)
Empresa	NA	137 (21,6)
Social	NA	91 (14,3)
Otros	NA	38 (6)

n: número de casos, TB: tuberculosis, NA: no aplicable, VIH: virus de inmunodeficiencia humana.

tres días, y de dos y de un día para los casos con tuberculosis pulmonar y para los casos con tinción de esputo positiva, respectivamente. La tasa global de tuberculosis encontrada fue de 10,9 por 100.000 habitantes durante el total de años de estudio. El año con mayor número de casos de tuberculosis declarados fue 2009, seguido del año 2008 (Figura 1). De los 128 casos de tuberculosis identificados, 112 (87,5%)

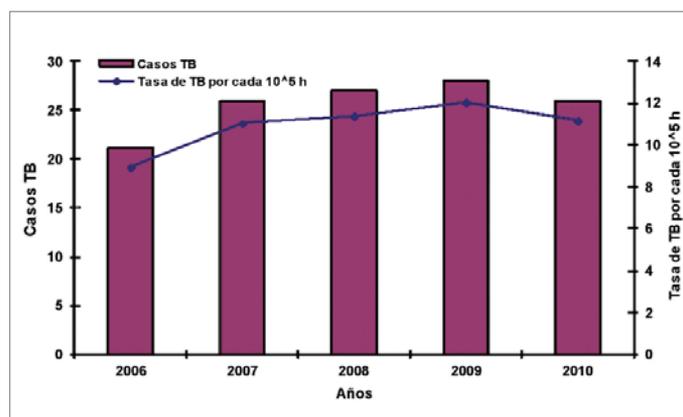


Fig. 1. Casos y tasas de tuberculosis encontrados durante los años de estudio.

fueron confirmados por microbiología mediante tinción de esputo y/o cultivo positivos, 60 (46,9%) presentaron tinción de esputo positiva y 107 (83,6%) cultivo positivo. Para los casos de tuberculosis pulmonar la tinción de esputo fue positiva en el 56,3% (54/96) y el cultivo en el 87,5% (84/96). De los 107 casos que presentaron cultivo positivo se pudieron identificar cepas de *M. Tuberculosis* en 106 casos (99,1%) y de *M. Africanum* en un caso (0,9%). De los pacientes con cultivo positivo se realizó el estudio de sensibilidad en el 99%, detectándose una resistencia global del 7,8%, es decir, 10 de las 106 cepas estudiadas presentaron resistencias a uno o varios fármacos antituberculosos de primera línea. De los pacientes con cepas resistentes, el 50% fueron extranjeros y el 60% fueron mujeres. Los extranjeros con cepas resistentes fueron nacidos en Rumania (dos casos) y en Ecuador, Marruecos y Uruguay (un caso por país). En 10 de las cepas estudiadas se encontró resistencia a isoniacida (H) y en dos de estos casos también resistencia a otros fármacos antituberculosos: un caso con resistencia además a rifampicina, pirazinamida y etambutol y otro caso además a estreptomina. De los 128 casos de tuberculosis identificados se realizó el estudio de contactos en 103 (80,5%). El promedio de contactos identificados por caso de tuberculosis fue de cinco (rango: 1-36). De los 635 contactos identificados se realizó la primera PT en 628 (98,8%) y no se pudo realizar en siete (tres con TB y tres con infección tuberculosa, todos tratados anteriormente, además de una embarazada con bajo riesgo para tuberculosis). El promedio de días para el inicio del estudio de contactos en el total de casos de tuberculosis fue de 9,5 días (dt: 32,7). El 55,3% fueron mujeres, el 52,8% se encontraron en el grupo de edad de 30-59 años y el 37,8% fueron contactos intrafamiliares (Tabla 1). De los contactos identificados, el 47,9% presentaron una infección tuberculo-

sa, de los cuales el 51,3% iniciaron tratamiento para la IT y de ellos el 65,4% terminaron el tratamiento. El 52,5% de los contactos convivientes y el 50,4% de los contactos de trabajo presentaron IT.

Los grupos de edad con mayor riesgo de infección tuberculosa fueron los contactos de 30-59 años (OR: 6,80 IC95%: 2,54-18,19 [p-valor=0,000]) y de ≥ 60 años (OR: 5,0 IC95%: 1,67-14,93 [p-valor=0,001]). De todos los contactos estudiados, el 44,7% de los nacidos en España y el 62,3% de la población extranjera presentaron IT, siendo esta diferencia estadísticamente significativa (p-valor=0,004), y según su procedencia, los contactos procedentes de Rumania presentaron un mayor riesgo de presentar IT (OR: 28,45, IC 95%: 3,81-212,26 [p-valor=0,001]) (Tabla 2). El 74,4% de los contactos que realizaron quimioprofilaxis secundaria tomaron Isoniacida durante seis meses. Entre los contactos evaluados se diagnosticaron ocho nuevos casos de tuberculosis durante el estudio de contactos. En 600

(94,5%) contactos el manejo realizado fue adecuado, desconociéndose la adecuación en 15 (2,4%) contactos, por no existir información al respecto en las fuentes utilizadas, y en 20 (5,5%) contactos fue inadecuado.

Discusión

La demora diagnóstica [8][11][12] y la demora en la declaración [12] de los casos de tuberculosis son indicadores específicos de evaluación del sistema de vigilancia de esta enfermedad. La demora diagnóstica total encontrada en este estudio (mediana de 45 días) es superior al estándar recomendado de 30 días (con carácter óptimo) para este indicador [4], y es aún mayor la demora diagnóstica que hemos encontrado en el grupo de pacientes con tuberculosis pulmonar con tinción de esputo positiva (49 días), cuyo valor de referencia también es de 30 días. En otros estudios se han encontrado cifras diferentes en la demora diagnóstica. Así, en un estudio de evaluación de los programas de control de tuberculosis en Es-

Tabla 2. Análisis bivariado de los factores de riesgo para infección tuberculosa según las características de los contactos.

Características	n (%)	Infecciones			p-valor
		OR (95% IC)			
Sexo					
Hombre	147 (51,8)	1,00			
Mujer	157 (44,7)	0,75	0,55	1,03	0,078
Grupo de edad (años)					
≤ 5	5 (16,7)	1,00			
6-14	16 (34,8)	2,67	0,86	8,30	0,091
15-29	62 (36,9)	2,92	1,07	8,03	0,037
30-59	193 (57,6)	6,80	2,54	18,19	0,000
≥ 60	28 (50,0)	5,00	1,67	14,93	0,004
Extranjero					
No	233 (44,7)	1,00			
Si	71 (62,3)	2,04	1,35	3,09	0,001
Lugar de nacimiento					
España	233 (44,7)	1,00			
Rumania	23 (95,8)	28,45	3,81	212,26	0,001
Bolivia	6 (60,0)	1,86	0,52	6,65	0,343
Colombia	12 (50,0)	1,24	0,55	2,80	0,611
Otros	31 (53,4)	1,42	0,82	2,45	0,206
Relación con el caso índice					
Intrafamiliar	126 (52,5)	1,00			
Ampliación familiar	54 (41,9)	0,65	0,42	1,00	0,052
Empresa	69 (50,4)	0,92	0,60	1,40	0,690
Social	39 (42,9)	0,68	0,42	1,10	0,118
Otros	16 (42,1)	0,66	0,33	1,31	0,236

n: número de casos en cada característica, OR: odds ratio, IC: intervalo de confianza.

paña [8] se encontró una mediana entre 31 y 35 días de retraso diagnóstico en las comunidades autónomas estudiadas, y en una revisión sistemática realizada sobre la demora diagnóstica en la tuberculosis pulmonar [15] se encontró un promedio de 61 (rango: 42-98) días en los estudios realizados en países de alta renta, como sería el caso de España. En el retraso del diagnóstico de la tuberculosis influyen factores relacionados con el paciente y con el sistema de salud, y es posible disminuir este tiempo, diseñando y aplicando estrategias de mejora que actúen sobre estos factores. En España, un caso de tuberculosis debe ser declarado en los primeros siete días hábiles después de su diagnóstico [10]; por lo tanto, nuestros resultados están dentro del estándar recomendado.

El porcentaje de casos con contactos estudiados es un indicador para evaluar un programa de prevención y control de tuberculosis [8][11][12]. Nuestro resultado (80,5%) es superior al encontrado en un estudio realizado en Barcelona (media de 58,9%) [11], y aunque no hemos encontrado consenso para este indicador, el artículo referenciado presenta $\geq 90\%$, más como un objetivo a alcanzar que como un valor estándar. El resultado encontrado en nuestro estudio, a pesar de ser mejor que el de la comparación, todavía ofrece oportunidades de mejora.

La demora en el inicio del estudio de contactos encontrada por nosotros (nueve días) va más allá de la semana recomendada para este indicador [4], pero no es mayor de las dos semanas que se señala como límite máximo para tener identificados los contactos de tuberculosis [14].

En casi el 95% de los contactos el EC se realizó de manera adecuada. Los motivos de inadecuación del 5% restante se distribuyen entre no recomendar una segunda prueba de tuberculina cuando estaba indicada, no recomendar quimioprofilaxis secundaria con una PT positiva o el manejo inadecuado de un contacto de un caso índice de tuberculosis con resistencia a Isoniacida. Consecuentemente, la actuación para mejorar el seguimiento del EC debe ser sensible a esta distribución encontrada y probablemente común a otros programas de seguimiento.

Dado que el inicio del EC arranca precisamente con la documentación de los casos y contactos de TB, en aquellos lugares donde tengan aplicaciones informáticas para este menester la capacitación del personal sanitario en estas aplicaciones y su correcto manejo cotidiano serán excelentes oportunidades de mejora al disponer de buena calidad de la información y en tiempo real.

Del mismo modo, la realización de sesiones informativas coordinadas sobre el EC, el seguimiento y tratamiento de la IT entre los servicios implicados en estos procesos (Medicina Preventiva, Neumología, Medicina Interna, Pediatría y

Enfermedades infecciosas) es otra excelente oportunidad de mejora de ese 5% de inadecuación en el manejo de los contactos a que nos referimos.

La complejidad del EC no debe ser un motivo para realizarlo de manera inadecuada. Existen guías de práctica clínica sobre el manejo de los contactos de tuberculosis [2][6][12][14][16], algunas de ellas muy recomendadas por su calidad metodológica después de ser evaluadas con el instrumento AGREE (*Appraisal of Guidelines Researches and Evaluation*) [17].

Estrategias como la búsqueda activa de casos, la sensibilización del personal sanitario sobre la importancia de una declaración expeditiva y del paciente sobre el valor del estudio de contactos y el tratamiento de la IT, así como la existencia de registros informáticos con toda la información necesaria, deben aplicarse para perfeccionar los programas de control y vigilancia de esta enfermedad. En definitiva, se trata de rediseñar programas acordes con el siglo XXI para controlar y vigilar la tuberculosis a partir de las deficiencias encontradas durante la evaluación.

Para finalizar, tenemos que considerar las limitaciones de este estudio. Entre ellas se encuentra el posible sesgo de información derivado de la calidad de los datos obtenidos, lo que está determinado por la calidad de la información contenida en las fuentes secundarias utilizadas. Una dificultad en los estudios de contacto es su baja exhaustividad y calidad de la información recogida [12]. Estos problemas pudieron ser parcialmente solventados accediendo a la historia clínica de los casos de tuberculosis y de los contactos cuando se encontraron datos incoherentes o valores perdidos de las variables de interés.

El manejo de los contactos de tuberculosis en el HUSJA en el periodo de estudio fue adecuado en su gran mayoría. La demora diagnóstica es particularmente elevada en los casos de tuberculosis pulmonar con tinción de esputo positiva. La demora en la notificación de los casos de tuberculosis y la demora en el inicio del estudio de contactos encontradas estuvieron en límites normales. ■

Agradecimientos

A María Vicenta Rigo Medrano, Jefe de la Sección de Epidemiología del Centro de Salud Pública de Alicante, y a los trabajadores del Servicio de Archivos y Documentación del Hospital Universitari Sant Joan d'Alacant por su valiosa colaboración.

Carmen R. Gallardo Quesada es candidata a Doctor en Medicina por el Departamento de Pediatría, Obstetricia y Ginecología y Medicina Preventiva de la Universidad Autónoma de Barcelona, España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2012. [Internet]. Geneva: WHO; 2012. [consultado 21 octubre de 2012]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75938/1/9789241564502_eng.pdf
2. Tuberculosis Coalition for Technical Assistance. International Standards for Tuberculosis Care (ISTC), second edition. Tuberculosis Coalition for Technical Assistance, The Hague, 2009.
3. European Centre for Disease Prevention and Control/WHO Regional Office for Europe. Tuberculosis surveillance in Europe 2009. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control, 2011.
4. Ministerio de Sanidad y Consumo. Plan para la Prevención y Control de la Tuberculosis en España. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid, 2008.
5. Generalitat Valenciana. Conselleria de Sanitat. Informe Tuberculosis en la Comunitat Valenciana, Año 2010. N°. 130. Generalitat, Conselleria de Sanitat, 2011.
6. National Collaborating Centre for Chronic Conditions. Tuberculosis: clinical diagnosis and management of tuberculosis, and measures for its prevention and control. London UK: Royal College of Physicians, 2006.
7. Reichler MR, Reves R, Bur S, Thompson V, Mangura BT, Ford J, *et al.* Contact Investigation Study Group. Evaluation of investigations conducted to detect and prevent transmission of tuberculosis. *JAMA* 2002; 287:991-5.
8. Rodrigo Sanz T. Evaluación de programas de prevención y control de tuberculosis. *Enf Emerg* 2004; 6:68-77.
9. Álvarez-Castillo MC, Jonsson J, Herrera D. Evaluación del control de la tuberculosis en un área de la Comunidad de Madrid, España (1999-2004). *Gac Sanit* 2011; 25:127-32.
10. Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Ministerio de Sanidad y Consumo. BOE N° 21, 24/1/1996.
11. Rodrigo T, Caylà JA, Galdós-Tangüis H, García de Olalla P, Brugal MT, Jansà JM. Proposing indicators for evaluation of tuberculosis control programmes in large cities based on the experience of Barcelona. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001; 5:432-40.
12. Generalitat Valenciana, Conselleria de Sanitat, editor. Guía para la vigilancia y el control de la tuberculosis. Valencia: Generalitat Valenciana; 2007.
13. Caylá JA, Orcau A. Estudio de contactos en el siglo XXI: se precisan innovaciones. *Med Clin (Barc)* 2003; 121:494-5.
14. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for the investigations of contacts of persons with infectious tuberculosis, recommendations from the National Tuberculosis Controllers Association and CDC, and guidelines for using Quanti-FERON-TB Gold test for detecting mycobacterium tuberculosis infection, United States. *MMWR* 2005; 54(RR-15):1-55.
15. Sreeramareddy CT, Panduru KV, Menten J, Van den Ende J. Time delays in diagnosis of pulmonary tuberculosis: a systematic review of literature. *BMC Infect Dis* 2009; 9:91-7.
16. Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre el Diagnóstico, el Tratamiento y la Prevención de la Tuberculosis. Centro Cochrane Iberoamericano, coordinador. Guía de Práctica sobre el Diagnóstico, el Tratamiento y la Prevención de la Tuberculosis. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Agència d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut (AIAQS) de Catalunya; 2009. Guías de Práctica Clínica en el SNS: AATRM No 2007/26.
17. Gallardo CR, Rigau D, Irfan A, Ferrer A, Caylà JA, Bonfill X, *et al.* Quality of tuberculosis guidelines: urgent need for improvement. *Int J Tuberc Lung Dis* 2010; 14:1045-51.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.

Validez de un método fotométrico de medición de partículas en aire para el control de quirófanos y otras salas de ambiente controlado en los hospitales

Validity of a photometric method of counting particles in air for control of operating rooms and clean rooms in hospitals

Uriel Latorre B, Seoane Mato D, Alves Pérez MT, Azuara García MJ, García García MJ, Blanco Rodríguez A, Fernández de Armas L, López Álvarez S, Méndez Diéguez MC

Servicio de Medicina Preventiva. Complejo Hospitalario Universitario de Ourense, Ourense, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Validar un sistema de medición fotométrica de partículas en aire para realizar los controles de bioseguridad ambiental de quirófanos y otras salas de ambiente controlado en los hospitales.

Material y métodos: Se realizaron un total de 144 mediciones pareadas de aire, 88 en ocho quirófanos con sistemas de ventilación convencional y tres niveles de filtración y 56 en nueve habitaciones sin instalaciones de ventilación. Se midieron partículas de entre 0,1 a 10 μm en mg/m^3 por método fotométrico. Simultáneamente, en cada sala se realizó impacto de aire en placas de Petri con medio de cultivo mediante aparato aspirador de cabezal perforado, obteniendo tras cinco días de incubación recuento de unidades formadoras de colonias (UFC)/1000L. Finalmente se realizó el cálculo de los puntos de corte óptimos para la medición de partículas mediante Curvas ROC para discriminar tres niveles de contaminación.

Resultados: El coeficiente de correlación entre las dos mediciones fue 0,779 ($p < 0,001$). Los puntos de corte fueron para 0 UFC, 0,015, para ≥ 10 UFC, 0,037, y para ≥ 100 UFC, 0,053. La sensibilidad para estos puntos fue de 95,83%, 100% y 100%, y los índices Kappa registraron 0,51, 0,88 y 0,75 respectivamente.

Conclusión: En nuestro estudio la correlación entre las medidas es notable; la medición fotométrica de partículas puede ser una alternativa para llevar a cabo alguno de los controles rutinarios de bioseguridad.

Palabras clave:

Aire, contaminación, infección, hospital, quirófano.

Abstract

Objective: Validate a photometric on-air particle measurement system in order to perform ambient bio-security checks in operating rooms and other clean rooms within hospitals.

Material and methods: A total of 144 coupled air samples were performed, 88 in 8 different operating rooms with conventional ventilation systems and 3-level filtering and 56 in 9 different rooms without specific ventilation systems. Particles were measured in size between 0,1 to 10 μm with the photometric system in mg/m^3 . Simultaneously in the rooms are performed the sampling air method with impact on culture media. Incubation period is 5 days and count is performed in colony-forming units (CFU/1000L). Finally, optimal cut-points in particles measure were calculated using ROC curves in order to discriminate the three different contamination levels.

Results: Spearman's correlation coefficient was 0,779 $p < 0,001$. Sensitivity for cut-points in particle counting for the different contamination levels was 95,83% ,100% and 100% respectively, and the corresponding Kappa indexes were 0,51; 0,88 and 0,75.

Conclusion: Correlation among measurements is notable. Particle measurement can be a worthy alternative for some of the routine bio-security checks.

Key words:

Air microbiology, environmental monitoring/methods, infection control/methods, operating room/standards, particulate matter/analysis.

Correspondencia

B Uriel Latorre

e-mail: berta.uriel.latorre@sergas.es

■ Introducción

En los hospitales existen determinadas áreas que, por el tipo de actividad que en ellas se realiza (quirófanos de cirugía cardíaca, de implantes o trasplantes) o por el tipo de pacientes que acogen (habitaciones de inmunodeprimidos o grandes quemados), requieren un aire especialmente limpio de hongos y bacterias para evitar infecciones graves en los pacientes [1][2].

Estas salas requieren diseños e instalaciones de aire con características especiales cuyos parámetros de buen funcionamiento deben ser verificados.

Además de estas comprobaciones de parámetros de funcionamiento en las instalaciones de ventilación (presiones, flujos, renovaciones de aire, filtros, etc.), se pueden realizar controles del aire para garantizar la ausencia de contaminación microbiana.

Si bien no existe una norma legal en nuestro país que establezca la obligatoriedad de los controles microbiológicos del aire, la mayoría de los hospitales realizan controles mensuales en quirófanos de cirugía cardíaca, trasplantes, traumatología, neurocirugía, oftalmología y en habitaciones de pacientes neutropénicos, así como en algunas salas de quemados [3-6], de acuerdo con las recomendaciones de la Sociedad Española de Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene (SEMPSPH) [5]. Recientemente se ha publicado una norma UNE 171340 de validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales [7]. En otros países estos controles microbiológicos no son recomendados de forma rutinaria [8].

El método generalmente recomendado es el muestreo volumétrico con aparatos de cabezal perforado e impacto en placas de cultivo, realizándose cuatro muestras de 1000 L por sala, dos de ellas con medio de cultivo específico para bacterias y dos con medio selectivo para hongos. Las placas son procesadas microbiológicamente y tras una incubación mínima de cinco días a 37°C, se recuentan las unidades formadoras de colonias (UFC) por cada 1000 L, identificándose ciertos tipos de hongos considerados de mayor patogenicidad en caso de recuentos positivos.

El presente estudio trata de responder a la pregunta de si sería posible sustituir el método de medición del cultivo microbiológico por un recuento de partículas fotométrico, mucho más rápido y menos costoso para los controles de bioseguridad rutinarios, reservando el cultivo solo para determinadas circunstancias.

Se pretende validar un sistema de recuento fotométrico de partículas en aire para los controles de bioseguridad ambiental utilizando como patrón de referencia el método de muestreo con impacto en placa y cultivo, estableciendo la correlación

cuantitativa entre ambos métodos de medición y los valores de corte más adecuados para estimar distintos niveles de contaminación microbiana, así como la sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y valor predictivo positivo para estos valores, con objeto de estimar la concordancia de las mediciones aplicando los puntos de corte establecidos.

■ Material y metodología

Entre marzo y diciembre de 2011 se realizaron un total de 144 muestras pareadas de aire (72 con cada método): 44 pares en ocho quirófanos con sistemas de ventilación de diseño convencional y tres niveles de filtración y 28 pares en nueve habitaciones sin instalaciones especiales de ventilación; estas últimas se llevaron a cabo para observar el comportamiento de la medición en situación parecida al de un fallo de los sistemas de filtrado y sobrepresión.

Utilizamos como aparatos de medida el DuskTrak aerosol monitor modelo 8520: Flujo de aire 1,7 l/min. Filtro de tamaño de partículas 0,1 a 10 µm, que realiza una medición cada segundo en mg/m³, y el MAS-100 (Merck), que utiliza el método de impacto de los microorganismos sobre la placa de Petri con medio de cultivo. Flujo de aire 100 L/minuto.

Las mediciones se realizaron simultáneamente con los aparatos ubicados en el centro de la sala. Con el MAS-100 se impactaron dos placas con medio de cultivo Poly Vitex Chocolat para bacterias y dos placas con medio sabouraud, cloranphenicol y gentamicina para hongos; cada una de ellas se impactó con 1000 L de aire. Las unidades de medida fueron el recuento de UFC de bacterias, de hongos y microorganismos totales/1000L tras cinco días de incubación. Con el contador de partículas se obtuvieron las mediciones correspondientes a 10 minutos de funcionamiento. Aunque por cada sala se obtuvieron la media, el mínimo y el máximo de cada medición, en todos los análisis se utiliza la determinación máxima, por ser el valor más conservador.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos. Las variables continuas se muestran como media, desviación típica mediana, media geométrica, mínimo y máximo, y las variables categóricas se muestran como frecuencias y porcentajes. Para determinar la normalidad de las variables continuas se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para medir el grado de asociación entre las determinaciones del contador de partículas y el número de colonias se calculó el coeficiente de correlación de Spearman.

Posteriormente, se establecieron cuatro subgrupos según el número total de UFC obtenidas (UFC =0, UFC mayores de 0 y menores de 10, UFC mayores o iguales de 10 y menor de 100, UFC mayor o igual de 100) para determinar la relación entre los niveles de microorganismos categorizados y las me-

Tabla 1. Análisis descriptivo de las mediciones según el tipo de sala

	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Media geométrica	DE
QUIRÓFANOS						
UFC bacterias	1,341	0,000	0,000	6,000	0,000	1,711
UFC hongos	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total UFC	1,341	0,000	0,000	6,000	0,000	1,711
Partículas	0,016	0,007	0,000	0,135	0,000	0,027
HABITACIONES						
UFC bacterias	153,357	128,000	29,000	439,000	118,885	106,197
UFC hongos	2,179	2,000	0,000	8,000	0,000	2,091
Total UFC	155,536	129,500	30,000	439,000	212,349	106,033
Partículas	0,200	0,138	0,038	1,018	0,144	0,201

(UFC: Unidades formadoras de colonias /1000L de aire).

Tabla 2. Análisis descriptivo de las mediciones de partículas según niveles de UFC/1000L en los cultivos

Cultivos (UFC/1000L) (p<0,001)	N	Media	DE	Mínimo	Máximo
UFC=0	24	0,015	0,031	0,000	0,135
0 < UFC < 10	20	0,017	0,023	0,000	0,107
10 ≤ UFC < 100	7	0,105	0,072	0,038	0,215
UFC ≥ 100	21	0,232	0,221	0,065	1,018

(DE: desviación estándar).

diciones del contador de partículas. Para ello se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Finalmente se realizó el cálculo de los puntos de corte óptimos de la medida de partículas mediante Curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para discriminar los tres niveles de contaminación: (UFC=0, UFC≤10, UFC≤100). La determinación de la concordancia entre ambas pruebas se estimó mediante el índice Kappa. El nivel de confianza establecido en todos los análisis y para los intervalos de confianza fue del 99%.

Resultados

De las 144 mediciones realizadas, se observó que las determinaciones en los quirófanos mostraron poca variabilidad, siendo siempre las medianas de los hongos y bacterias igual a 0. Las mediciones en las habitaciones de ambiente no controlado siempre fueron superiores y su variabilidad también fue superior (Tabla 1). Aunque por cada sala se obtuvieron mediciones de partículas cada segundo, en todos los análisis se utilizó la determinación máxima obtenida por tratarse del valor más conservador. En la figura 1 se describe la matriz de correlación entre las dos medidas.

Además de la elevada correlación entre ambas medidas ($r = 0,779$) ($p < 0,001$), se encontró que los resultados de las mediciones del contador de partículas aumentan significati-

vamente a medida que aumentan las UFC obtenidas, incluso cuando estos resultados son categorizados en cuatro subgrupos, según el recuento de microorganismos (UFC=0, 0<UFC<10, 10≤UFC<100, UFC≥ 100) (Tabla 2)(Figura 2).

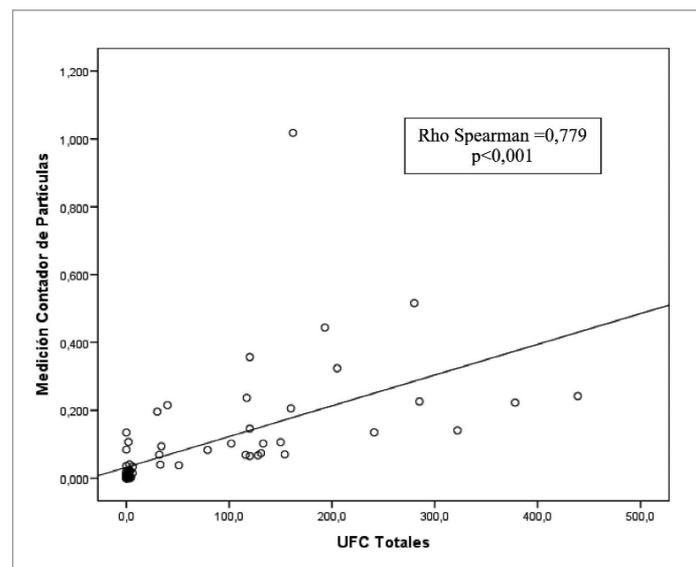


Fig. 1. Gráfico de dispersión entre la medición de partículas y las UFC /1000L.

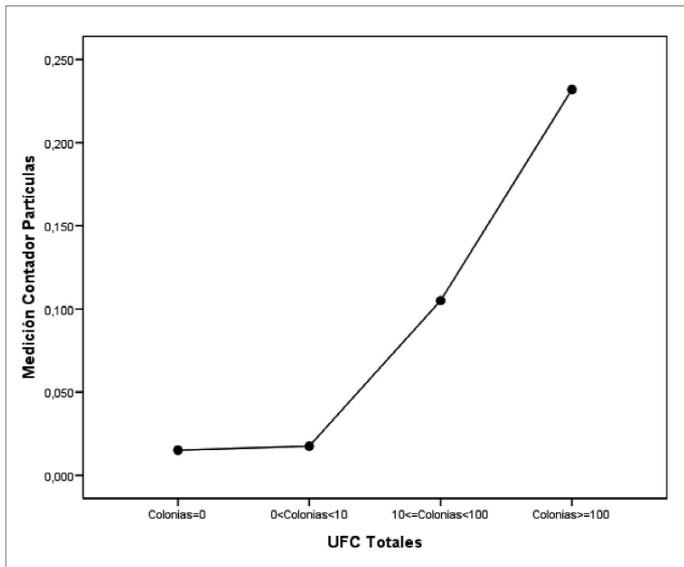


Fig. 2. Media de partículas según niveles de UFC/1000L.

Los puntos de corte óptimos para la medición de partículas obtenidos mediante curvas ROC para discriminar los tres niveles de contaminación microbiológica UFC=0,

UFC \leq 10 y UFC \leq 100 fueron 0,015, 0,037 y 0,053 respectivamente (Figura 3). La sensibilidad, especificidad, valores predictivos y la concordancia entre los resultados se muestran en la tabla 3. Se observó que el área bajo la curva (AUC=0,97) y el índice de concordancia (Kappa=0,88), así como la sensibilidad y especificidad, eran mayores para el subgrupo que discrimina valores UFC \leq 10 frente a UFC >10, que se corresponde con el punto de corte 0.037 mg/m³ partículas. A pesar de que la menor sensibilidad y especificidad se obtienen para el punto de corte 0,015 mg/m³ de partículas (punto que discrimina UFC=0 frente a mayores de 0), cabe destacar que de los 13 falsos negativos obtenidos en nuestras mediciones aplicando ese punto de corte, en ningún caso se superaron las seis UFC de bacterias por 1000 L ni se obtuvieron resultados positivos para hongos en los cultivos microbiológicos.

Discusión

En nuestro estudio encontramos una notable correlación entre los resultados obtenidos con el cultivo microbiológico (UFC) y los resultados obtenidos con el medidor de partículas (mg/m³ de partículas). La bibliografía ofrece resul-

Tabla 3. Puntos de corte óptimos de la medición de partículas para los distintos niveles de contaminación

Cultivo	Medición partículas					Concordancia	
	Punto corte mg/m ³	Se (IC99%)	Sp (IC99%)	VPP (%)	VPN (%)	KAPPA	P
UFC total /1000L							
UFC =0	0,015	95,8% (81,35-99,18)	25% (9,55-51,28)	71,88	75	0,51	<0,001
UFC \leq 10	0,037	100% (80,84-100)	90,91% (73,88-97,25)	87,50	100	0,88	<0,001
UFC \leq 100	0,053	100% (75,99-100)	84,31% (67,4-93,32)	72,41	100	0,75	<0,001

(Se: sensibilidad, Sp: especificidad, VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo, IC: intervalo de confianza, UFC: unidades formadoras de colonias/1000L).

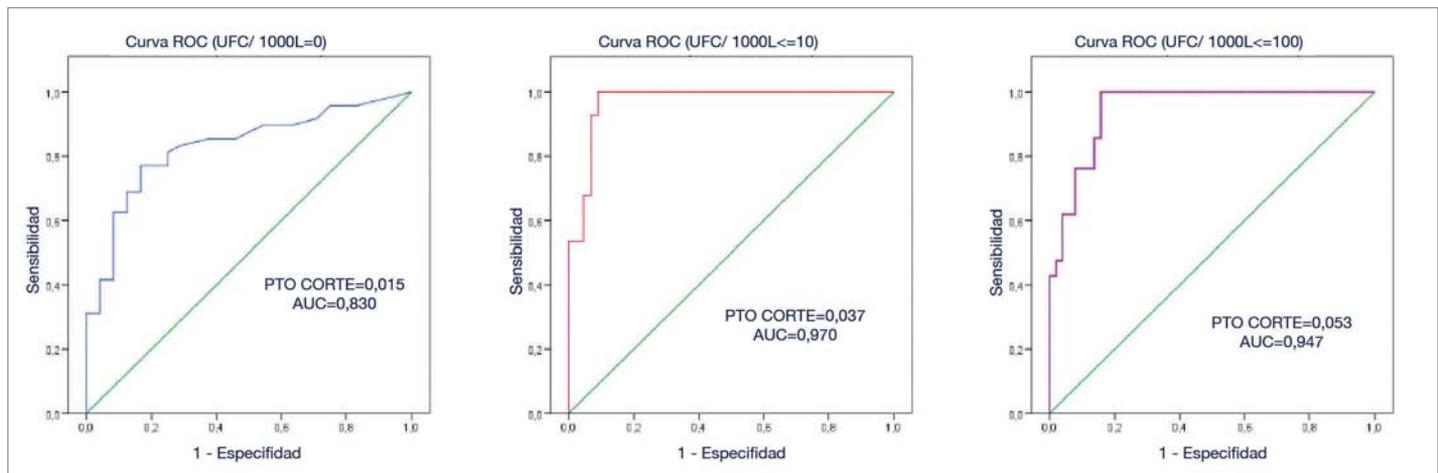


Fig. 3. Curva ROC de medición de partículas para los distintos niveles de contaminación.

tados contradictorios en este aspecto: en el estudio de Landrin *et al.* [9] no se encuentra correlación para partículas pequeñas, mientras que el trabajo de Stocks *et al.* [10] sí la encuentra para partículas a partir de 10µm de tamaño. La interpretación de estos resultados resulta dificultosa debido a que la metodología utilizada en las investigaciones no es comparable.

De cara a obtener conclusiones prácticas, a pesar de los buenos resultados obtenidos en nuestro estudio, hay que ser prudente a la hora plantear la sustitución de una metodología de medición por otra, puesto que hay que tener en cuenta limitaciones inherentes a la interpretación de los resultados obtenidos con el medidor de partículas: no todas las partículas contienen microorganismos ni el recuento total de partículas aporta información cualitativa, muchas veces fundamental. Esta consideración tiene especial importancia, por ejemplo, en quirófanos donde existe alto riesgo de infección por hongos oportunistas y donde, por lo tanto, hay que garantizar la ausencia de este tipo de microorganismos. De todas formas, sería una alternativa a considerar para determinados controles de bioseguridad en las salas de ambiente controlado en el hospital, así como en todos aquellos quirófanos en los que no se realice cirugía cardíaca y/o trasplantes. En estas salas los controles de bioseguridad mensuales podrían constar de verificación de los parámetros de funcionamiento de las instalaciones de ventilación, inspección de condiciones de higiene y medición con contador de partículas. Como complemento, los cultivos microbiológicos se realizarían de forma rutinaria una vez cada seis meses, y siempre que el resultado de medición de partículas superase los 0,015 mg/m³.

Por las razones mencionadas anteriormente, no recomendaríamos sustituir el cultivo microbiológico por la medición de partículas en los controles no rutinarios (puesta en marcha de la instalación, realización de obras o después de averías en el sistema de ventilación...), ni cuando se precise para la investigación epidemiológica de un brote de infección. Por otro lado, aunque la mayoría de los cultivos son afortunadamente negativos, el tiempo y recursos destinados a obtener estos resultados son considerables. En nuestra muestra, si aplicásemos el punto de corte de 0.015 mg/m³, hubiésemos realizado un 75% menos de las mediciones mediante cultivo, con un ahorro importante de recursos dedicados a los controles rutinarios. Consideramos prudente validar localmente el sistema de medición previamente a su sustitución, ya que podrían existir variaciones asociadas a los sistemas de ventilación, aparatos utilizados, metodología de las mediciones, etc. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Iwen PC, Calvin Davis J, Reed EC, Winfield BA, Hinrichs AH. Airborne fungal spore monitoring in a protective environment during hospital construction and correlation with an outbreak of invasive aspergillosis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1994; 15:303-6.
2. Gosden PE, MacGowan AP, Bannister GC. Importance of air quality and related factors in the prevention of infection in orthopaedic implant surgery. *J Hosp infect* 1998; 39:173-80.
3. INSALUD Ministerio de Sanidad y Consumo. Circular 6/90. Normas básicas para controlar quirófanos dedicados a patologías de alto riesgo.
4. Instituto Nacional de la Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo. Guía práctica para el diseño y mantenimiento de la climatización en quirófanos. Madrid, 1996.
5. Grupo de trabajo de la Sociedad Española de Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene y el INSALUD. Recomendaciones para la verificación de la bioseguridad ambiental respecto a hongos oportunistas. Madrid, 10 de febrero de 1999. <http://www.sempsph.com>
6. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica Prevención 299: Método para el recuento de bacterias y hongos en el aire. Año 1993.
7. Norma UNE 171340. Validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales. AENOR, Enero 2012.
8. Sehulster L, Raymond YW. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). *MMWR Recommendations and Reports* June 6, 2003 / 52(RR10);1-42.
9. Landrin A, Bissery A., Kac G. Monitoring air sampling in operating theatres: can particle counting replace microbiological sampling? *J Hosp infect* 2005; 61:27-9.
10. Stocks GW, Self SD, Thompsom B, Adame XA, O'Connor DP. Predicting bacterial populations based on airborne particulates: A study performed in nonlaminar flow operating rooms during joint arthroplasty surgery. *Am J Infect Control* 2010; 38:199-204.

Conflicto de intereses

Los autores hemos recibido ayuda económica de FUNDACIÓN MAPFRE para la realización de este trabajo. No hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial o de FUNDACIÓN MAPFRE.