

Trauma

Vol 23 nº 4 Octubre/Diciembre 2012

ISSN: 1888-6116

FUNDACIÓN MAPFRE

ÍNDICE | CONTENTS

207

Estudio epidemiológico y resultados clínicos y laborales en las fracturas torácicas y lumbares tratadas mediante artrodesis e instrumentación posterior

Epidemiological study and clinical and occupational outcomes in thoracic and lumbar fractures subjected to arthrodesis and posterior instrumentation

LORENTE MORENO R, MIRANDA GARCÍA-CUEVAS MT, DOMÍNGUEZ MENÉNDEZ M

214

Artrodesis lumbar circunferencial: autoinjerto frente a injerto liofilizado

Transforaminal lumbar interbody fusion: autograft vs freeze-dried allograft

EGEA GÁMEZ RM, GONZÁLEZ DIAZ R, RODRÍGUEZ CARAVACA G, ET AL.

218

Estudio epidemiológico multivariable del paciente con fractura osteoporótica de fémur proximal

Multivariate epidemiological study of the patient with osteoporotic proximal femoral fracture

GONZÁLEZ GONZÁLEZ-ZABALETA J, GONZÁLEZ GONZÁLEZ-ZABALETA JL, CASTRO ARIAS I, ET AL.

223

Concentración de metales séricos (titanio, cromo y cobalto) en el seguimiento de las artroplastias totales de cadera

Serum metal (titanium, chromium and cobalt) concentrations in the follow-up of total hip arthroplasty

SEIJAS MARTINEZ-ECHEVARRÍA V, JÁÑEZ CARRERA R, LÓPEZ COLÓN JL, ET AL.

228

Mapa de riesgo de las actuaciones de cirugía ortopédica y traumatología sobre la cadera. Estudio médico-jurídico de 96 sentencias judiciales

Orthopaedic malpractice risk in hip care. Study of 96 medical malpractice court decisions

SANZ MARTÍN J, SANZ HOSPITAL FJ

235

Administración de α B cristalina como nueva terapia para promover recuperación funcional en lesiones agudas de la médula espinal

Administration of α B crystallin as a new therapy to promote functional recovery after acute spinal cord injury

KLOPSTEIN A, NAVARRO X, LÓPEZ-VALES R

240

Adaptación a la altura y a ambientes fríos en personas con lesión medular

Adaptation to high altitude and a cold environment in people with spinal cord injury

FRAUZINO FC, MIGUEL M, DELICADO MC, ET AL.

247

Valoración del daño corporal en personas afectadas de secuelas neurológicas

Assessment of damage in affected persons with neurological sequelae

PEÑA-PITARCH E, TICO-FALGUERA N

253

Valoración del daño cerebral tras la administración de surfactante

Brain damage assesment after surfactant administration

MURGIA X, REY SANTANO C, RUIZ DEL YERRO E, ET AL.

263

Cultura de seguridad clínica en cirugía ortopédica y traumatología. Influencia de una intervención formativa

Patient safety culture in orthopaedics surgery. Influence of a training activities plan

PRAT MARÍN A, GRAU CANO J, COMBALIA ALEU A, ET AL.

270

Epónimos (9)

FORRIOL F



Difusión al servicio de la sociedad

La revista *TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE* cumple cinco años de andadura, heredando el bagaje científico de casi veinte años de historia de *MAPFRE MEDICINA* y *APARATO LOCOMOTOR*. Hemos considerado bueno en este momento pararnos, junto con nuestros lectores y colaboradores, y mirar el recorrido andado. El Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, editor de la revista, ha centrado siempre su actividad en dos aspectos que nos parecen de la mayor trascendencia para la sociedad actual: los hábitos de vida saludables y los accidentes y su repercusión directa sobre las personas, junto con la seguridad clínica, calidad y gestión de la sanidad. Desde hace bastantes años FUNDACIÓN MAPFRE trabaja en América Latina pero, poco a poco, como ocurre con este mundo cada vez más global, las acciones de la Fundación poseen mayor repercusión internacional.

La revista *TRAUMA* no puede ser otra cosa que el reflejo de estas actividades para conseguir su mayor difusión. Y, en parte, se ha conseguido. Nuestra revista llega hoy a cerca de 15.000 profesionales, principalmente de España, Portugal e Iberoamérica. Además, las páginas web del Instituto (www.fundacionmapfre.org, www.revistatrauma.com, www.educatumundo.com, www.conmayorcuidado.com, etc.) terminarán 2012 con cerca de un millón de visitas. Pero deci-

mos claramente EN PARTE por una cuestión fundamental: nos queda mucho por hacer.

No es fácil entender lo que significa la palabra «trauma». Además de entenderla como «lesión duradera producida por un agente mecánico, generalmente externo», como señala la primera expresión en el *Diccionario de la Lengua Española* de la Real Academia, nos interesa todo aquello que guarda relación con el accidente pero sobre todo con la persona accidentada, conocer la consecuencia de los siniestros, su tratamiento, valoración y protocolos de actuación, y también las repercusiones que los accidentes llegan a tener tanto para el individuo como para la sociedad.

Sabemos que esto implica la colaboración de muchos profesionales con visiones diferentes, con metodologías y enfoques distintos. Además, cada una de estas disciplinas tiene sus propias revistas. Nuestra intención es recoger el trabajo multidisciplinar e interactivo entre los diferentes especialistas. También requiere un esfuerzo en redirigir las ayudas y becas a estos campos. Nos parece un reto que pronto se verá compensado con los resultados. Pensamos que ahí está nuestro valor y queremos seguir luchando por conseguirlo con la colaboración de todos ustedes, así como de muchas otras personas que trabajan con seriedad y metodología para mejorar la calidad de vida de las personas. ■

Estudio epidemiológico y resultados clínicos y laborales en las fracturas torácicas y lumbares tratadas mediante artrodesis e instrumentación posterior

Epidemiological study and clinical and occupational outcomes in thoracic and lumbar fractures subjected to arthrodesis and posterior instrumentation

Lorente Moreno R ¹, Miranda García-Cuevas MT ², Domínguez Menéndez M ¹

¹ Facultad de Medicina y Hospital Regional Universitario «Infanta Cristina» de Badajoz. Universidad de Extremadura. Badajoz. España.

² Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Extremadura. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Valorar la evolución a largo plazo de las fracturas tóraco-lumbares tratadas exclusivamente por vía posterior y comprobar la pérdida de corrección.

Material y métodos: Basamos el estudio sobre 91 pacientes, operados mediante instrumentación posterior y artrodesis póstero-lateral, durante un periodo de tiempo de 15 años, que presentaban fracturas tóraco-lumbares sin lesión neurológica. Se analizó estadísticamente la evolución de la cifosis y del aplastamiento vertebral en la radiografía lateral, con un periodo mínimo de seis años.

Resultados: No encontramos diferencias en la evolución clínica ni en la estancia hospitalaria en relación con la edad o el sexo. Sin embargo, hallamos diferencias en las complicaciones con el uso de instrumentaciones largas, y tanto en las instrumentaciones cortas como en las largas hubo pérdida de corrección a lo largo del tiempo, siendo mayor en las cortas.

Conclusión: La radiografía simple lateral de columna es útil en el seguimiento y control de la evolución en el plano sagital de las fracturas tóraco-lumbares, siendo el parámetro más sensible el ángulo de la fractura.

Palabras clave:

Columna torácica y lumbar, cifosis, instrumentación, radiografía lateral.

Abstract

Objective: To assess the long-term course of thoracolumbar fractures treated exclusively via the posterior approach, with evaluation of the loss of correction.

Materials and methods: The study was based on 91 patients presenting thoracolumbar fractures without neurological damage subjected to posterior instrumentation and posterolateral arthrodesis over a period of 15 years. A statistical analysis was made of the outcome of kyphosis and vertebral collapse in the lateral X-ray study, involving a minimum follow-up of 6 years.

Results: No differences were observed in either clinical outcome or hospital stay in relation to patient age or gender. However, there were differences in the complications associated with the use of long instrumentations, and both long and short instrumentations resulted in a loss of correction over time that proved greater in the case of the latter.

Conclusion: The plain lateral spinal X-ray study is useful for the follow-up and control of the outcome in the sagittal plane of thoracolumbar fractures - the most sensitive parameter being the fracture angle.

Key words:

Thoracic and lumbar spine, kyphosis, instrumentation, lateral X-ray projection.

Correspondencia

R Lorente Moreno

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica.

Hospital Clínico «Infanta Cristina». Avda. Elvas, s/n. 06080 Badajoz. España.

e-mail: rlorentem@hotmail.com

Introducción

Las fracturas del raquis torácico y lumbar son un reto para el cirujano ortopédico, pues se ha pasado del tratamiento ortopédico como planteamiento a la intervención quirúrgica debido al mejor conocimiento desde el punto de vista anatómico y biomecánico de la columna vertebral [1-5]. Las mejoras de las técnicas anestésicas han permitido abordajes quirúrgicos más agresivos, así como de las instrumentaciones vertebrales segmentarias posteriores, anteriores y combinadas, dependiendo del tipo de lesión traumática [6-11]. Del mismo modo, el manejo rehabilitador del paciente ha mejorado, aumentando las posibilidades de recuperación socio-laboral de los lesionados vertebrales.

La hipótesis de nuestro trabajo ha sido determinar si clasificaciones diferentes, y sobre todo si la radiografía simple lateral, podían ser útiles para valorar la posible evolución cifótica de estas lesiones. Para ello nos hemos planteado como objetivo estudiar las fracturas vertebrales tóraco-lumbares inestables y sin lesión neurológica, para obtener un grupo lo más homogéneo posible, estudiando los diversos parámetros publicados para el seguimiento de la evolución de la fractura con objeto de determinar el parámetro más útil a la hora del seguimiento de dichas fracturas.

Material y métodos

Se realizó en el área sanitaria de Badajoz un estudio de revisión de todos los pacientes con fracturas tóraco-lumbares inestables sin lesión neurológica que habían sido intervenidos únicamente por vía posterior. Diseñamos un protocolo que incluía parámetros clínicos y de imagen, excluyéndose del estudio aquellos pacientes que presentaban lesión neurológica, se trataron de forma ortopédica, fueron intervenidos por más de una vía o no pudieron ser seguidos un tiempo mínimo de cuatro años. Entre enero de 1991 y diciembre de 2005 fueron intervenidos 91 pacientes con fracturas inestables del raquis. El seguimiento mínimo fue de cuatro años y el máximo de ocho años y medio, con una media superior a los seis años. La edad máxima de los pacientes fue de 72 años y la mínima de 17, con una media de 36 años. El sexo masculino fue mayoritario en la muestra (66 varones y 25 mujeres).

Los mecanismos de producción más frecuentes fueron accidentes de tráfico (52 ocasiones, el 57% del total), caídas de altura (34 veces, el 37%) y golpeo por objeto pesado o traumatismo directo (5 casos, el 6% del total).

La localización de la fractura distinguió tres subgrupos: fracturas de la charnela tóraco-lumbar, fracturas torácicas y fracturas lumbares; el tipo de fractura siguió las clasificaciones de Denis [8] y Magerl [12]. Predominó la localización en la charnela tóraco-lumbar en 45 fracturas

(49%), 21 (23%) fueron fracturas torácicas y otras 25 (28%) lumbares.

También consideramos las lesiones asociadas, pues debido a la gravedad y al mecanismo necesario para provocar una lesión vertebral se diferenciaron los pacientes con traumatismo craneoencefálico (TCE), traumatismos torácicos, traumatismos abdominales graves, fracturas en miembros y otras fracturas vertebrales. Este dato es importante, ya que la influencia de otras lesiones puede dar lugar a variaciones respecto al pronóstico, los días de hospitalización, el coste por paciente y los resultados finales. También anotamos las enfermedades asociadas, ya que al ser pacientes jóvenes padecen pocas enfermedades asociadas, pero reflejamos los pacientes diabéticos, con EPOC, con problemas hepáticos y adictos a drogas o cualquier tipo de enfermedad crónica importante.

Respecto a la cirugía, consideramos el número de vértebras instrumentadas y el tipo de montaje, según fuese corto (cuatro niveles o menos) o largo (cinco niveles o más).

Todos los pacientes, además del estudio preoperatorio completo, tenían radiografías AP y lateral de la zona afectada y TAC, y en algunos casos Resonancia Nuclear Magnética (RNM).

Preoperatoriamente se realizó profilaxis antibiótica con 2 gr iv de tcefazolina© y en el postoperatorio, por un periodo medio de 48 horas, con 1gr de tcefazolina© cada seis horas y 100 mgr de netrocina© cada 12 horas. Asimismo, se efectuó profilaxis antitrombótica con heparina de bajo peso molecular (clexane® 0,4 mgr/6h subcutáneo) desde el momento del ingreso hasta un mínimo de dos-tres días después del inicio de la deambulación.

La intervención fue realizada siempre por vía posterior única con una artrodesis pósterio-lateral bilateral e instrumentación segmentaria rígida, pues en las fracturas utilizamos instrumentaciones dinámicas no híbridas, colocando los ganchos, tornillos y conectores transversales en número y niveles necesarios dependiendo del tipo de fractura. La artrodesis se practicó con injerto óseo autólogo de cresta iliaca, aloinjerto de banco de huesos, sustitutivo óseo o mixto.

En las radiografías laterales del preoperatorio, postoperatorio inmediato y de revisión anual se valoró la cifosis residual, obteniendo los siguientes parámetros: ángulo de fractura, deformidad cifótica, índice sagital, porcentaje de compresión del cuerpo vertebral, grado de desplazamiento y ángulo de deformación.

El ángulo de fractura [6] era el ángulo formado entre la tangente trazada por el platillo vertebral superior de la vértebra superior a la vértebra fracturada y la tangente trazada por el platillo vertebral inferior de la vértebra inferior a la vértebra fracturada. La deformidad cifótica [13] era el valor

angular obtenido al trazar una tangente entre el platillo vertebral inferior de la vertebral superior a la fracturada y la línea tangente al platillo vertebral inferior de la vértebra fracturada. El índice sagital [13] fue la diferencia del valor obtenido en la deformidad cifótica y el del contorno normal.

El porcentaje de compresión vertebral [6], o relación entre la distancia –en milímetros– de la parte anterior de la vértebra fracturada comparada con la altura de la pared posterior del cuerpo vertebral de esta vértebra fracturada, multiplicada por 100 y posteriormente restándole 100, representó la cantidad de compresión medida inicialmente y en las siguientes evaluaciones. En caso de haber más de una vértebra fracturada tomamos como referencia el valor de la vértebra más dañada.

El grado de desplazamiento fue el desplazamiento de la vértebra fracturada hacia delante referida a la pared posterior dividido por la anchura de la vértebra normal inmediatamente inferior a la vértebra fracturada [6][14]. Por último, el ángulo de deformación estuvo determinado por la intersección de las líneas trazadas a lo largo de la superficies posteriores de los cuerpos vertebrales por encima y por debajo de la fractura [13].

Mediante el programa SPSS v 13.0 se realizó un estudio estadístico de los resultados finales, referentes a la estancia media global, los subgrupos de estancia media preoperatorio-

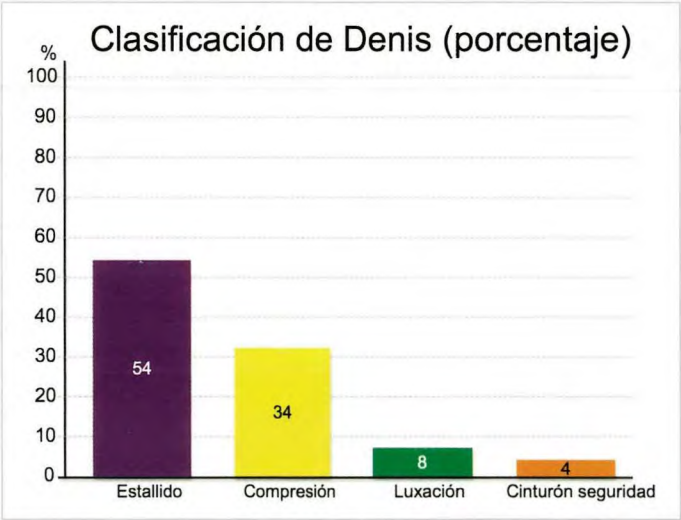


Fig. 1. Porcentaje de lesiones según la clasificación de Denis.

ria, la estancia media postoperatoria, las complicaciones inmediatas y las tardías, y los resultados radiográficos correspondientes a las variaciones en el tiempo de los seis parámetros obtenidos de las radiografías laterales. También consideramos en el mencionado estudio la presentación y la intensidad del dolor, la reincorporación o no a su trabajo habitual, el cambio del mismo o la incapacidad permanente

Tabla 1. Muestra analizada, global y por sexos, según clasificación de Denis

Compresión		Estallido		Luxaciones	Cinturón de seguridad
Clasificación de Denis sobre total pacientes analizados, (a) 91 pacientes					
31 (34%)	49 (54%)	Grupo A	14 (29%)	7 (8%)	4 (4%)
		Grupo B	29 (59%)		
		Grupo C	4 (8%)		
		Grupo D	2 (4%)		
		Grupo E	0		
Clasificación de Denis sobre pacientes de sexo masculino, (b) 66 pacientes					
22 (33%)	35 (53%)	Grupo A	10 (29%)	5 (8%)	4 (6%)
		Grupo B	21 (60%)		
		Grupo C	3 (8%)		
		Grupo D	1 (3%)		
		Grupo E	0		
Clasificación de Denis sobre pacientes de sexo femenino (c) 25 pacientes					
9 (36%)	14 (56%)	Grupo A	4 (29%)	2 (8%)	0
		Grupo B	8 (56%)		
		Grupo C	1 (7%)		
		Grupo D	1 (7%)		
		Grupo E	0		

para el trabajo habitual, así como si quedaron con incapacidad absoluta.

I Resultados

En las 25 mujeres accidentadas, la localización de fracturas en la charnela tóraco-lumbar ocurrió en 12 ocasiones (13% del total), siendo el 48% de las fracturas lumbares y torácicas el 7%. En los hombres, las fracturas en la charnela tóraco-lumbar se produjeron en 33 casos (36% del total), las lumbares en 18 (20%) y las torácicas en 15 (16%). La localización de la fractura fue similar en ambos sexos.

Siguiendo la clasificación de Denis [15] (Figura 1) (Tabla 1), la gran mayoría se encuadraban en el grupo B, tanto en el sexo masculino como en el femenino con la misma proporción, sin haber encontrado ninguna del grupo E. Según la clasificación de Magerl [12] (Figura 2) (Tabla 2), la mayoría de las fracturas correspondían al tipo A (80%), siendo el tipo B un grupo pequeño y menor las encuadradas en el tipo C.

La mayoría de los pacientes presentaron lesiones asociadas, encontrándose 17 casos (29%) de TCE –dos de ellos con fracturas craneales–, 13 (14%) presentaban traumatismos torácicos graves, 12 casos (13%) registraron traumatismos abdominales graves, en 19 casos (21%) aparecieron fracturas en miembros y 16 pacientes (18%) presentaron otras fracturas vertebrales.

En cuanto a enfermedades asociadas, siete pacientes sufrían trastornos metabólicos (diabéticos), nueve presentaban algún tipo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), cinco pacientes padecían hepatopatía de distinto origen y grado de gravedad, cinco eran adictos a drogas por vía oral o parenteral (ADVP) y 12 presentaban otras patologías menores.

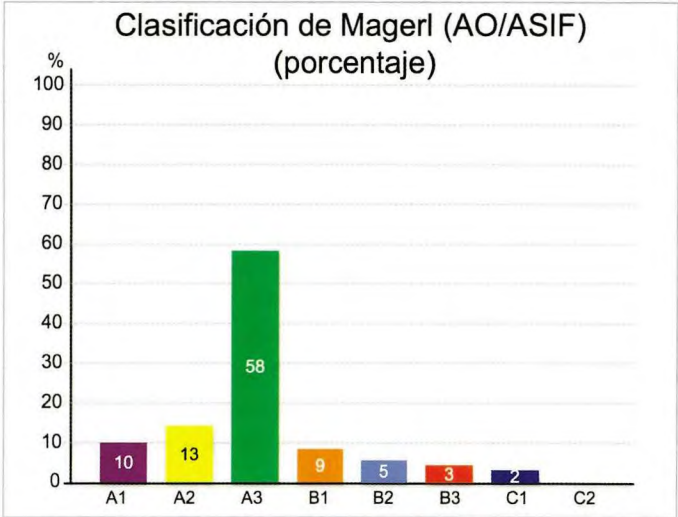


Fig. 2. Porcentaje de lesiones según la clasificación de Magerl.

La media de vértebras instrumentadas fue de tres vértebras y la de artrodesadas de tres vértebras, siendo el tipo de montaje corto en 69 casos (76%) y largo en los restantes. La artrodesis se practicó con injerto óseo autólogo de cresta iliaca en 83 casos, de banco en seis casos y mixto en dos.

Utilizamos faja o corsé en 68 pacientes durante un periodo medio de tres meses, y en el resto consideramos que la instrumentación era estable y no precisaron de ortesis.

La estancia hospitalaria media previa a la cirugía fue de seis (rango: 1-14) días, mientras que la estancia media postoperatoria fue de 16 días, debido a la hospitalización de enfermos politraumatizados que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos y a intervenciones de cráneo, tórax, abdomen o de los miembros.

Tabla 2. Muestra analizada, global y por sexos, según clasificación de Magerl

Tipo A (Compresión del cuerpo vertebral)			Tipo B (Lesión de elementos anteriores y posteriores)			Tipo C (Lesión de elementos anteriores y posteriores con rotación)		
Clasificación de Magerl sobre total pacientes analizados, (a) 91 casos								
74 (81%)	A1	9 (10%)		B1	8 (9%)		C1	0
	A2	12 (13%)	15 (17%)	B2	4 (5%)	2 (2%)	C2	0
	A3	53 (58%)		B3	3 (3%)		C3	2 (2%)
Clasificación de Magerl sobre pacientes de sexo masculino, (b) 66 casos								
	53 (80%)			11 (17%)			2 (3%)	
Clasificación de Magerl sobre pacientes de sexo femenino, (c) 25 casos								
	21 (84%)			4 (16%)			0 (0%)	

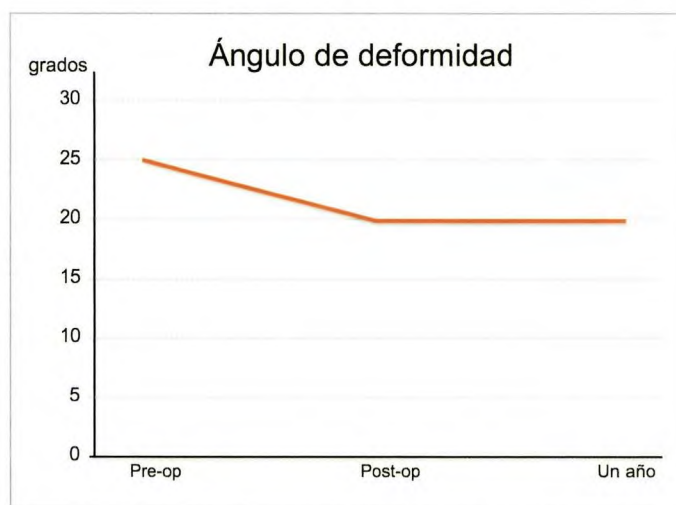
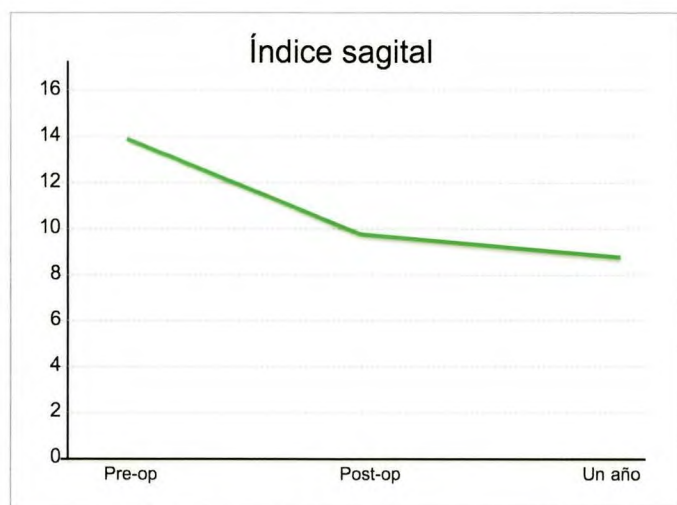
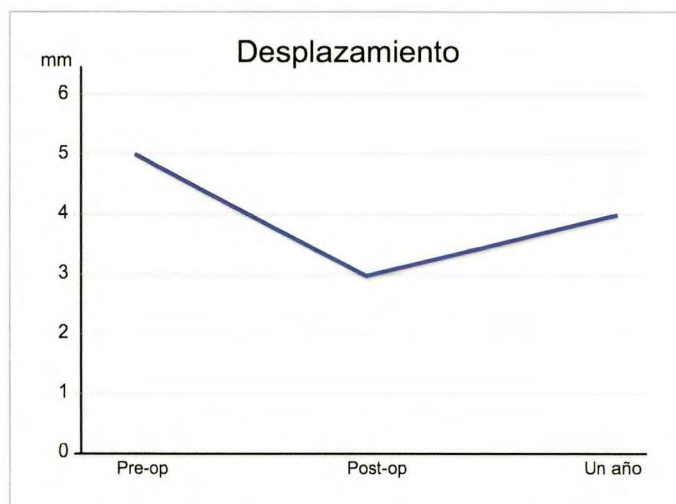
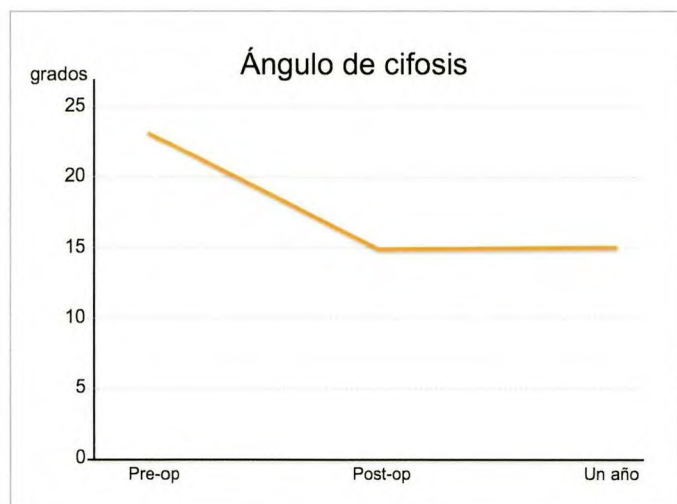
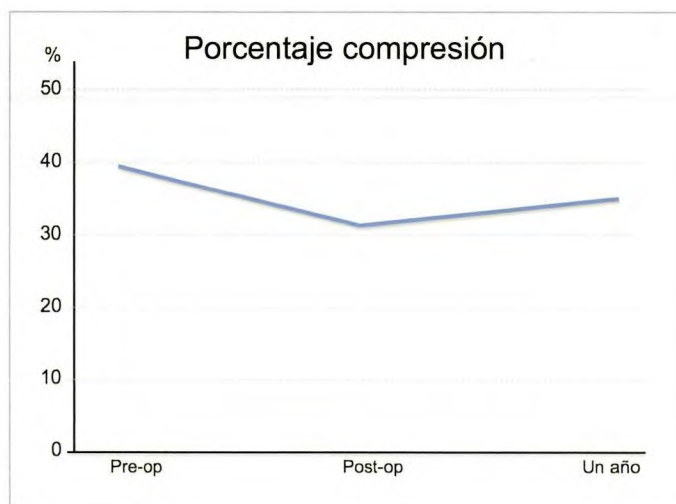
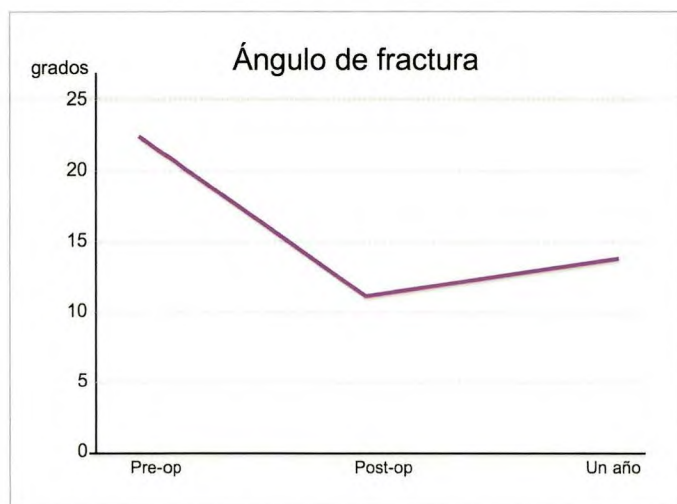


Fig. 3. Evolución de a) ángulo de fractura, b) porcentaje de compresión, c) ángulo de cifosis, d) grado de desplazamiento, e) índice sagital y f) ángulo de deformación.

Tabla 3. Resultados valoración radiográfica

	Preoperatorio	Postoperatorio	Un año evolución
Ángulo de fractura (°)	23,2	11,3	13,7
Deformidad cifótica (°)	22,9	14,7	15,2
Índice sagital	14,2	8,8	9,8
Compresión (%)	39,9	32,1	35,1
Desplazamiento (mm)	5,2	2,9	3,9
Ángulo de deformación (°)	25,1	19,8	20,1

Las complicaciones inmediatas fueron ílio paralítico en 19 casos (21%), infección urinaria en nueve casos (10%), infección superficial en ocho casos (9%) –de las cuales dos evolucionaron a profunda y obligaron a la retirada del material y otra acabó en síndrome diarréico grave–, además de otras complicaciones menores inmediatas en nueve casos (10%). Las complicaciones tardías fueron dos casos de infección profunda tardía que necesitaron la retirada del instrumental, como comentamos anteriormente (2,2%); siete desmontajes del instrumental (8%), tres casos de pseudoartrosis (3%) y una retirada por molestias intensas de la instrumentación, sin contar otras en cuatro casos (5%).

Tras las mediciones radiográficas preoperatorias, postoperatorias y anuales (Tabla 3) (Figura 3), el grado de desplazamiento sufrió un empeoramiento significativo en la revisión anual, mientras que el grado de deformación no se modificó al año de la intervención.

En cuanto al dolor lumbar o de la zona de la cresta iliaca dadora de injerto, 40 pacientes (44% del total) se encontraban sin dolor; 24 (el 27,4%) tenían molestias leves sin necesitar analgésicos; 23 pacientes (el 25,3%) presentaban molestias moderadas que necesitaban, en ocasiones, tomar analgésicos, y otros cuatro pacientes (3,6%) estaban aquejados de molestias importantes, con un dolor que les obligaba a la toma de analgésicos de forma diaria.

La reincorporación al trabajo habitual fue completa en 47 pacientes (52%), cambiaron de puesto de trabajo otros 20 (22%) y no se incorporaron al mismo un total de 24 (26%). Contestaron que estaban satisfechos o muy satisfechos después del tratamiento 83 pacientes (91%), no estaban satisfechos cinco pacientes (5,5%) y no saben o no contestaron tres pacientes (3,5%).

Encontramos una relación positiva y estadísticamente significativa ($p<0,001$) entre instrumentaciones largas y el aumento de complicaciones, lo que conllevó un aumento claro de los días de estancia hospitalaria. Estos datos se deben correlacionar con el contexto de la gravedad del paciente, pues en ellos tanto el grado de gravedad como el del núme-

ro de lesiones asociadas era muy superior a la media de pacientes fracturados. También encontramos una relación negativa y estadísticamente significativa ($p>0,005$) entre instrumentaciones largas y el grado de corrección en los parámetros de las mediciones del ángulo cifótico, grado de compresión vertebral y deformidad cifótica.

Discusión

Tras los resultados obtenidos, podemos señalar que la utilización de la clasificación de Magerl, más compleja a la hora de encuadrar las fracturas tóraco-lumbares, no ha aportado indicaciones específicas sobre la actitud terapéutica a seguir, por lo que hemos continuado usando la clasificación de Denis hasta que se consiga una más útil que permita tener un criterio más uniforme. La reciente clasificación TLICS [16], propuesta en la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos, intenta abordar todos los problemas anteriormente señalados al tener en cuenta tres características clínicas, como son la morfología de la lesión, la integridad del complejo ligamentoso posterior y el estatus neurológico del paciente, por lo que en el futuro esta clasificación puede ser una guía útil en el tratamiento a seguir en este tipo de lesiones vertebrales.

Las instrumentaciones segmentarias tipo Cotrel-Dubousset®, MOSS-Miami® y Synergy® se han mostrado útiles debido a su versatilidad, lo que permite su utilización torácica y lumbar, tanto en montajes cortos como largos, con ganchos, tornillos o combinando ambos materiales. Pero las instrumentaciones largas han sufrido una mejor evolución que las cortas en el plano sagital a largo plazo, por lo que habrá que plantearse en el futuro si sacrificar un nivel o dos compensa para mejorar dicha evolución [17-20].

El tratamiento conservador sigue siendo la referencia en las fracturas estables y la doble vía debe estar reservada para aquellas lesiones en las que haya una afectación neurológica progresiva [21].

La radiografía lateral, económica y fácil de realizar, es una exploración esencial tanto para el diagnóstico como

para el control evolutivo de la cifosis de las fracturas vertebrales. El TAC es indispensable en toda fractura vertebral subsidiaria de intervención quirúrgica, reservando la resonancia magnética para aquellos casos en los que sospechemos una afectación de las estructuras ligamentosas [22].

En todos los parámetros estudiados se ha perdido corrección, sobre todo en el caso del ángulo fracturario. Podemos destacar que en la corrección del ángulo cifótico, del grado de compresión y de la deformidad cifótica se perdió menos corrección en las instrumentaciones largas.

Las fracturas de la columna tóraco-lumbar siguen siendo hoy en día un enorme reto para el cirujano ortopédico en cuyo estudio habrá que profundizar para aumentar la calidad de vida de los pacientes y disminuir los importantes gastos económicos que repercuten en la sociedad. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andriacchi ThP, Schultz AB, Belytschko TB, Dewal RL. Milwaukee brace correction of idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1976; 58-A:806-15.
2. Blount WP, Mellecamp DD. The effect of pregnancy on idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1980; 62-A:1083-7.
3. Avikaenen VJ, Vaherto H. High incidence of spinal curvature. A study of 100 young female students. *Acta Orthop Scand* 1983; 54:267-73.
4. Bergoin M. Les hémi-vertébres. *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT*. 1985; 45-70.
5. Haher TH, Felmly WT. Thoracic and lumbar fractures: Diagnosis and management. En: Bridwell KH, DeWald RL (eds). *Textbook of Spinal Surgery*. Vol 2, 1ª ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1991. p. 857-910.
6. McBride GG. Cotrel-Dubousset rod in surgical stabilization of spinal fractures. *Spine* 1993; 18:466-73.
7. Blamoutier A, Milaire M, Garreau de Loubresse C, Lassale B, Deburge A. L'instrumentation de Cotrel-Dubousset dans le traitement des fractures de la charnière dorso-lombaire et du raquis lombaire. *Rev Chir Orthop* 1992; 78:529-35.
8. Gwon JK, Chen J, Lim TH, Han JS. In vitro comparative biomechanical analysis of transpedicular screw instrumentation in the lumbar region of the human spine. *J Spinal Dis* 1991; 4:437-43.
9. Martínez Ruiz F. *Biomecánica de la columna vertebral y sus implantes*. 1ª ed. Madrid: Nueva Imprenta; 1992.
10. McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures. *J Bone J Surg (Am)* 1993; 75-A:162-7.
11. Shufflebarger HL. Moss Miami instrumentation. Bridwell KH, DeWald RL (eds). En: *The textbook of spinal surgery*. 2ª ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. p. 675-93.
12. Magerl F, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injury. *Eur Spine* 1994; 3:184-201.
13. Farcy JPC, Weidenbaum M, Glassman SD. Sagittal index in management of thoraco-lumbar burst fractures. *Spine* 1990; 15:958-65.
14. Dickson JH, Harrington PR, Erwing WD. Results of reduction and stabilization of the severely fractures thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg (Am)* 1978; 60-A:799-805.
15. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8:817-31.
16. Patel AA, Vaccaro AR. Thoracolumbar spine trauma classification. *J Am Orthop Surg* 2010; 2:63-71.
17. Argenson C, Lovet J, De Peretti F, Perraud M, Boileau P. Ostéosynthèse des fractures vertébrales thoraciques et lombaires par matériel Cotrel-Dubousset (110 cas). *Acta Orthop Belg* 1991; 57:165-75.
18. De Peretti F, Cambas PM, Puch JM, Nasr ZG, Lovet J, Argenson C. Le montage «intermédiaire» (2 CV-1 VC) par l'instrumentation «universelle» de Cotrel-Dubousset pour les fractures conminutives de la jonction thoraco-lombaire. Comparaison avec une série de montages variés. *Rev Chir Orthop* 1994; 80:205-16.
19. Dickman CA, Fessler RG, MacMillan M, Haid RW. Transpedicular screw-rod fixation of the lumbar spine: operative technique and outcome in 104 cases. *J Neurosurg* 1996; 77:860-70.
20. Dickson JH, Harrington PR, Erwing WD. Results of reduction and stabilization of the severely fractures thoracic and lumbar spine. *J Bone Joint Surg (Am)* 1978; 60-A:799-805.
21. Gahr R, Haessler O, Schmidt Oliver I. Cifosis y fracturas vertebrales torácicas. *Patol Ap Locom* 2006; 4:236-46.
22. López-Oliva F, Bartolomé A, Forriol F. El valor de la imagen por resonancia magnética en las fracturas tóracolumbares. En: *Traumatismos del raquis*. A Ghanayem, Mª T Ubierna (eds.) Monografías AAOS – SECOT. Madrid: Editorial Panamericana, 2008. pp:35-42.

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.

Artrodesis lumbar circunferencial: autoinjerto frente a injerto liofilizado

Transforaminal lumbar interbody fusion: autograft vs freeze-dried allograft

Egea Gámez RM¹, González Díaz R¹, Rodríguez Caravaca G², Andrés Prado MJ², Monleón Llorente L

Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid. España. ¹ Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. ² Servicio de Medicina Preventiva y Salud Pública.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Analizar y comparar los resultados radiográficos y clínicos de la fusión lumbar mediante autoinjerto frente a injerto liofilizado.

Material y metodología: Se realizó un estudio prospectivo cuasi-experimental, con un seguimiento mínimo de 13 meses. Se incluyeron 72 pacientes, con una edad media de 48 años, siendo el 52,8% mujeres. Todos fueron intervenidos de artrodesis lumbar circunferencial de un nivel, que se dividieron en dos grupos: en uno se utilizó autoinjerto de cresta iliaca (AU) (n=41; 57,7%) y en el otro injerto liofilizado de banco (LI) (n=30; 42,3%). Se evaluaron factores sociodemográficos, la existencia o no de fusión tras la intervención y resultados clínicos mediante la escala EVA, antes y después de la cirugía.

Resultados: El dolor lumbar medio fue de 7,5 en autoinjertos y de 8 en injertos liofilizados (p=0,146); tras la intervención el dolor lumbar medio mejoró en 4 puntos o más (AU = 3; LI = 1) (p= 0,196). No encontramos diferencias en los resultados de EVA, al igual que tampoco se encontraron diferencias con respecto a la fusión obtenida en los niveles intervenidos (p= 0,112).

Conclusión: El injerto liofilizado, en la artrodesis circunferencial de un nivel, nos proporciona fusiones y resultado funcional similar al autoinjerto.

Palabras clave:

Autoinjerto, aloinjerto liofilizado, fusión espinal.

Abstract

Objective: The purpose of this study is to analyze and compare the radiographic and clinical results of lumbar fusion using autograft versus lyophilized graft.

Methods: This was a prospective study quasi-experimental, with a minimum follow-up of 13 months. It included patients undergoing circumferential lumbar fusion level.

We started with a population of 96 patients, of which, we had 8 losses and 16 were excluded, so the sample size was 72 patients, 52.8% of them women, with an average age of 48 years. They were divided into two groups: one that was used in the iliac crest autograft (AU) (n = 41; 57.7%) and other bank lyophilized graft (LI) (n = 30; 42.3%). We evaluated socio-demographic factors, the existence of fusion after surgery and clinical outcomes by VAS before and after surgery.

Results: Low back pain in a scale of 1 to 10 was UA: 7.5, LI: 8 (p=0.146). After surgery, back pain improved in 4 points or more, AU: 3, LI: 1, (p=0.196). Then we found no statistically significant differences in the results of the visual analog scale, and we also found no differences with respect to the levels obtained in fusion surgery (p=0.112).

Conclusion: The lyophilized graft in the circumferential fusion provides fusion and functional results similar to autograft.

Key words:

Bone substitute, autograft, allograft, spinal fusion, bone graft.

Correspondencia

RM Egea Gámez
Budapest 1. 28922 Alcorcón. Madrid. España.
e-mail: reggamd@yahoo.es

Introducción

Existen múltiples técnicas de artrodesis lumbar, como la artrodesis posterolateral aislada, la discectomía con fusión intersomática anterior, la discectomía con fusión intersomática posterior y la estabilización circunferencial (TLIF o *Transforaminal Lumbar Interbody Fusion*; PLIF o *Posterior Lumbar Interbody Fusion*; ALIF o *Anterior Lumbar Interbody Fusion*). Una modificación del PLIF [1][2], la actualmente conocida como TLIF [3][4].

Dentro de este tipo de técnicas quirúrgicas son una parte fundamental los injertos óseos, y una de las posibles complicaciones de la cirugía de columna es la pseudoartrosis, con tasas entre el 5-10% para uno o dos niveles de artrodesis [5].

El autoinjerto (AU) de hueso esponjoso obtenido de la cresta ilíaca es la referencia [6], pero presenta limitaciones como son la morbilidad del sitio donante, el dolor postoperatorio, la posibilidad de infección y la consiguiente prolongación de la estancia hospitalaria; además de la escasez de volumen de injerto disponible. Por otro lado, a los aloinjertos se les considera osteoconductores, no osteogénicos y ligeramente osteoinductores. Dentro de los aloinjertos, un grupo específico son los injertos liofilizados (LI), que tienen la ventaja en su fácil conservación, pues se almacenan a temperatura ambiente, por un tiempo indefinido siempre que el envase mantenga el vacío.

El objetivo de nuestro estudio es comparar los resultados clínicos y radiográficos en la fusión lumbar circunferencial (TLIF) mediante AU con los resultados obtenidos en pacientes intervenidos con LI.

Material y métodos

Realizamos un estudio cuasi-experimental para el seguimiento de las artrodesis lumbares circunferenciales realizadas por vía posterior, de un nivel.

Los pacientes fueron divididos en dos grupos: en uno se utilizó AU de cresta iliaca y en el otro se utilizó LI de banco.

El estudio fue aprobado por el comité ético de nuestro hospital. Los pacientes fueron informados de su inclusión en dicho estudio y firmaron el consiguiente consentimiento.

Incluimos aquellos pacientes intervenidos de artrodesis lumbar por vía posterior, de un nivel, mediante artrodesis circunferencial tipo TLIF durante los años 2010 y 2011 y con un seguimiento mínimo de 13 meses. Se excluyeron las artrodesis lumbares de más de un nivel de fusión, escolióticas, reintervenciones, pseudoartrosis o de etiología tumoral. Tampoco se incluyeron pacientes con edades extremas (menores de 20 y mayores de 70). Partimos de una población inicial de 96 pacientes, de los cuales tuvimos ocho pérdidas y 16 fueron excluidos, por lo que finalmente el tamaño muestral fue de 72 pacientes. A estos se les entregó un cuestionario prequi-

rúrgico y otro al año de la intervención, al igual que se realizaron los controles radiológicos pertinentes (Tabla 1).

En el preoperatorio se evaluaron diversos factores sociodemográficos, tales como sexo, edad, peso, talla, IMC, hábito tabáquico... Se valoró la situación funcional preoperatoria mediante la escala EVA (0-10).

Al año de la intervención se repitieron los cuestionarios efectuando un estudio radiográfico, en el que se evaluó la existencia o no de fusión; en los casos que demostraron dolor o presentaron dudas en la consolidación se solicitó un TAC.

Los datos fueron recogidos en una base de datos normalizada. Se realizó un estudio descriptivo de la muestra para conocer las características sociodemográficas de la misma. La comparabilidad de los grupos se evaluó mediante análisis estratificado.

Las variables cualitativas se han descrito con su distribución de frecuencias y se compararon con la prueba X² de Pearson. Las variables cuantitativas se describieron con la media y la desviación estándar (DE) y se compararon con la prueba t de Student cuando seguían la normalidad. En caso contrario se compararon con una prueba no paramétrica, como la U de Mann-Whitney o Test Wilcoxon, y se describieron con la me-

Tabla 1. Resultados sociodemográficos de la población.

Resultados sociodemográficos (n=72)	
Sexo (% mujeres)	52,8 %
	Media (DE)
Edad (años)	48 (10)
Peso (Kg)	75,76 (12,24)
Talla (m)	1,67 (0,10)
IMC	26,95 (4,14)
Fumadores	
Activos	38,9 % (15 cig/día*) (RIQ 11)
Ex-fumadores	15,3 %
Nunca fumador	45,8 %
Situación laboral	
Activos	41,7%
Baja laboral	29,2%
Hogar	12,5%
Jubilados	6,9%
Paro	9,7%
Patología basal	
HTA	26,4%
DM	9,7%
Alt. respiratorias	2,8%
Patolog. gastrointestinales	1,4%

* Datos expresados en mediana (RIQ)

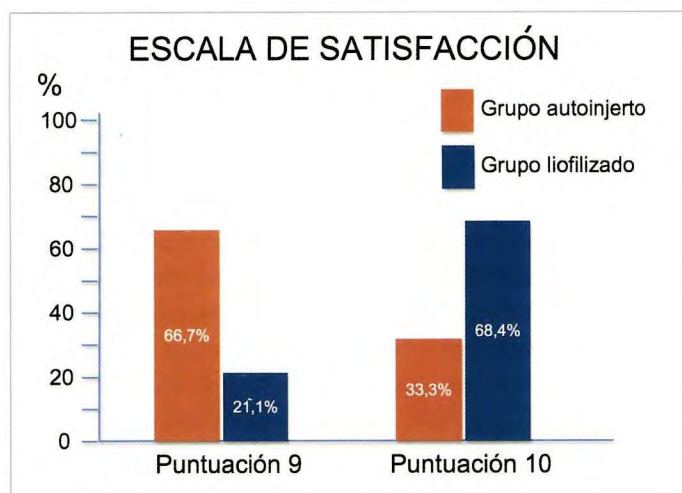


Fig. 1. Escala de satisfacción en ambos grupos. Porcentaje de pacientes con puntuación 9 y puntuación 10.

diana y los percentiles 25 y 75 (Rango intercuartílico: RIQ). Se consideraron resultados estadísticamente significativos aquellas probabilidades inferiores al 5%. El análisis de los datos se realizó con la aplicación estadística SPSS versión 19.

Resultados

En el 46,5% de los casos el nivel intervenido fue L5-S1 y en el 39,4% L4-L5. En todos los casos se utilizó antibioterapia profiláctica. Tuvimos un 7% (cinco casos) de complicaciones, uno de los cuales fue una dehiscencia de herida quirúrgica que se solucionó con curas locales, y en los cuatro casos restantes infecciones de herida quirúrgica, de los cuales tres (4,2%) precisaron desbridamiento quirúrgico.

En el 89,2% de los casos se encontraron hallazgos radiográficos de fusión, en los casos dudosos se solicitó TAC (9 pacientes) y en el 88,9% se confirmó la existencia de fusión ósea. Ninguno de los pacientes tuvo que ser reoperado por fracaso de la fusión.

El 57,7% (n=41) de los casos se intervinieron con AU de cresta iliaca y en el 42,3% (n=30) restante se utilizó LI. El 68,4% de los pacientes con LI tenían una puntuación de satisfacción con la cirugía final de 10 sobre 10, mientras que en el grupo AU fue de un 33,3 % (p=0,409) (Figura 1). No se encontraron diferencias con respecto a los resultados EVA

entre los grupos estudiados. Al igual que tampoco las hubo con respecto al dolor en la zona donante, que presentaron nueve pacientes (22%) (Tabla 2) (Figura 2).

Discusión

En este artículo se ha pretendido evaluar los resultados radiológicos y funcionales en aquellos pacientes intervenidos de un nivel mediante TLIF utilizando AU frente LI. Para ello se ha llevado a cabo este estudio prospectivo cuasi-experi-

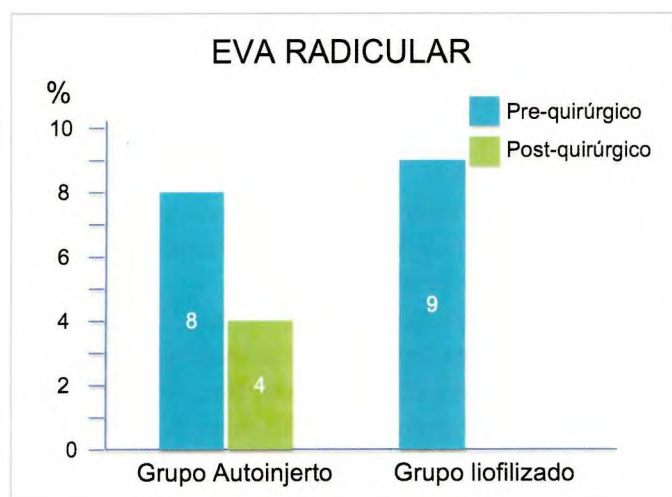
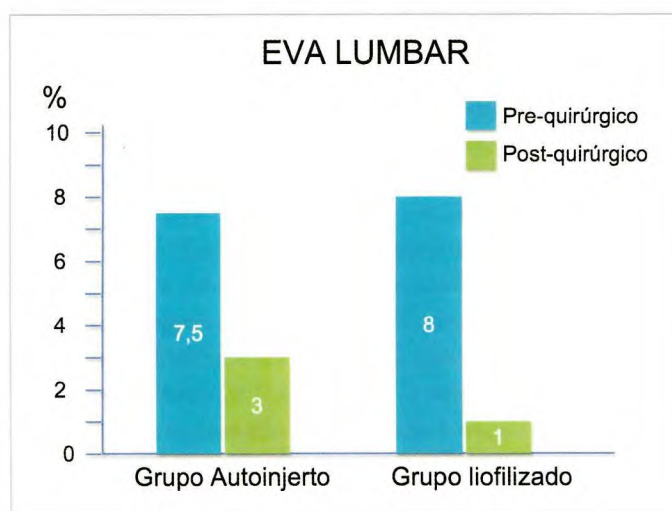


Fig. 2. EVA lumbar y radicular en ambos grupos, antes y después de la intervención.

Tabla 2. Resultados Escalas EVA (comparación ambos grupos)

	Prequirúrgico mediana (RIQ)			Postquirúrgico mediana (RIQ)		
	GRUPO AU	GRUPO LI	p	GRUPO AU	GRUPO LI	p
EVA lumbar	7,5 (1)	8 (3)	0,146	3 (7)	1 (4)	0,196
EVA pierna, zona donante	8 (2)	9 (2)	0,008	4 (7)	0 (2)	0,088

mental. No se encontraron diferencias con respecto a los resultados clínico-radiográficos en ambos grupos y tampoco fueron significativas con respecto a las complicaciones. Al ser un estudio cuasi-experimental y no estar aleatorizado, podría haber diferencias entre los grupos de estudio. Se ha intentado solventar este punto mediante controles estadísticos para eliminar o minimizar estas posibles diferencias.

No hemos encontrado estudios que comparen los resultados de la fusión circunferencial lumbar tipo TLIF utilizando AU frente al LI. Ohtori *et al* [7] compararon entre AU de cresta e injerto local en la fusión tipo PLIF, recomendando la utilización de injerto local. Por su parte, Thalgott *et al* [8] vieron que el LI con aloinjerto congelado en la fusión lumbar tipo ALIF obtenía resultados clínicos similares en ambos grupos, pero un mayor porcentaje de pseudoartrosis en el grupo de liofilizado, sin ser significativo. Gibson *et al* [9], al analizar los resultados de la fusión lumbar posterolateral mediante AU o aloinjerto congelado, concluyeron que los resultados eran similares en ambos grupos, pero evitan la morbilidad que conlleva el AU, por lo que recomiendan la utilización de aloinjerto congelado.

No encontramos diferencias en los resultados de EVA entre la muestra con fusión radiográfica (89,2% en Rx simple) y los que no la tenían como había sido descrito previamente [7][10].

En distintas publicaciones se ha estudiado la morbilidad de la zona donante en la cirugía de columna vertebral [11-13], destacando el dolor en la zona donante. El porcentaje de pacientes que presentan dicha complicación es variable según las series, algunas con un 30% [14], 20% [7] y otras con un 10% [11]. En nuestro estudio, nueve pacientes presentaron dolor o molestias en la zona donante, lo cual representa el 22% de los pacientes del grupo con autoinjerto. Coincidimos con otros autores que confirman la utilización de aloinjerto frente a AU, ya que consiguen resultados clínicos y radiográficos similares, evitando la morbilidad asociada al autoinjerto [9][15]. El injerto liofilizado, en la artrodesis circunferencial de un nivel, nos proporciona fusiones y resultados funcionales similares al autoinjerto, disminuyendo la morbilidad de este. ■

Agradecimientos

Agradecemos a FUNDACIÓN MAPFRE el haber financiado este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blume HG, Rojas CH. Unilateral lumbar interbody fusion (posterior approach) utilizing dowel graft. *J Neurol Orthop Surg* 1981; 2:171-5.
2. Harms J, Rolinger H. Die operative Behandlung der Spondylolisthese durch dorsale Aufrichtung und ventrale Verblochung. *Z Orthop* 1982; 120:342-7.
3. Harms J, Jeszensky D, Stolze D. True spondylolisthesis reduction and more segmental fusion. En: Bridwell KH, DeWald RL (eds). *The textbook of spinal surgery*, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott- Raven, 1997; 1337-47.
4. Harms J, Jeszensky D. The unilateral transforaminal approach for posterior lumbar interbody fusion. *Orthop Traumatol* 1998; 6:88-99.
5. Larsen JM, Capen DA. Pseudarthrosis of the lumbar spine. *J Am Acad Orthop Surg* 1997; 5:153-62.
6. Vicario Espinosa C. Los aloinjertos óseos en cirugía ortopédica y traumatología. *Patología Aparato Locomotor* 2004; 2:214-32.
7. Ohtori S, Suzuki M, Koshi T, Takaso M, Yamashita M, Inoue G, *et al*. Single-level instrumented posterolateral fusion of the lumbar spine with a local bone graft versus an iliac crest bone graft: a prospective, randomized study with a 2-year follow-up. *Eur Spine J* 2011; 20:942-6.
8. Thalgott JS, Fogarty ME, Giuffre JM, Christenson SD, Epstein AK, Aprill C. A prospective, randomized, blinded, single-site study to evaluate the clinical and radiographic differences between frozen and freeze-dried allograft when used as part of a circumferential anterior lumbar interbody fusion procedure. *Spine (Phila Pa.1976)* 2009; 34:1251-6.
9. Gibson S, McLeod I, Wardlaw D, Urbaniak S. Allograft versus autograft in instrumented posterolateral lumbar spinal fusion: a randomized control trial. *Spine (Phila Pa.1976)* 2002; 27:1599-603.
10. Kasliwal MK, Deutsch H. Clinical and radiographic outcomes using local bone shavings as autograft in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *World Neurosurg* 2012; 78:185-90.
11. Kurz LT, Garfin SR, Booth RE Jr. Harvesting autogenous iliac bone grafts: a review of complications and techniques. *Spine* 1989; 14:1324-31.
12. Sasso RC, LeHuec JC, Shaffrey C. Spine Interbody Research Group Iliac crest bone graft donor site pain after anterior lumbar interbody fusion: a prospective patient satisfaction outcome assessment. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18(supl):77-81.
13. Younger EM, Chapman MW. Morbidity at bone graft donor sites. *J Orthop Trauma* 1989; 3:192-5.
14. Xiao Y, Li F, Chen Q. Transforaminal lumbar interbody fusion with one cage and excised local bone. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010; 130:591-7.
15. Wimmer C, Krismer M, Gluch H, Ogon M, Stockl B. Autogenic versus allogenic bone grafts in anterior lumbar interbody fusion. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 122-6.

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 epidemiológico multivariable del paciente con fractura osteoporótica de fémur proximal

Multivariate epidemiological study of the patient with osteoporotic proximal femoral fracture

González González-Zabaleta J¹, González González-Zabaleta JL¹, Castro Arias I¹, Martínez Nieto L¹, Pita Fernández S²

¹ Servicio Cirugía Ortopédica y Traumatología. ² Servicio Epidemiología, Complejo Hospitalario Univ. A Coruña, A Coruña. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Revisar las fracturas de cadera en personas mayores de 50 años para valorar cómo afectan las comorbilidades asociadas al pronóstico.

Material y método: Estudiamos 200 pacientes mayores de 50 años tratados de fractura de fémur proximal mediante un análisis retrospectivo de las variables, con el fin de valorar el pronóstico y la calidad de vida residual.

Resultados: Observamos una tendencia, sin significación estadística, de a mayor edad del paciente, mayor probabilidad de que su fractura sea extracapsular. El índice de Singh no se correlacionó con el tipo de fractura. La carencia de vitamina D fue una constante. Hallamos una correlación entre la comorbilidad y el grado de insuficiencia renal (creatinina). No hubo incremento de estancia media en pacientes con mayor número de patologías. La demora quirúrgica no prolongó el tiempo de hospitalización postquirúrgica.

Conclusión: El paciente osteoporótico con fractura de cadera ha de ser tratado de una manera multidisciplinar. Son muchos los factores que condicionarán su pronóstico y situación funcional final.

Palabras clave:

Fractura fémur proximal, osteoporosis, vitamina D, calcio, hospitalización.

Abstract

Objective: To review hip fractures in patients over 50 years of age, with a view to assessing how they affect the comorbidities associated to the prognosis.

Material and method: The study comprised a total of 200 patients over 50 years of age treated for proximal femoral fractures, based on a retrospective analysis of the variables, in order to define the prognosis and residual quality of life.

Results: Increased patient age was found to be associated to an increased probability of extracapsular fracture, though statistical significance was not reached. The Singh index was not correlated to the type of fracture. Vitamin D deficiency was a constant finding. A correlation was observed between comorbidity and the degree of renal failure (creatinine). There was no increase in hospital stay in patients with a larger number of disorders. Surgical delay did not prolong postoperative hospital stay.

Conclusion: Osteoporotic hip fracture patients require multidisciplinary management. Many factors condition the prognosis and ultimate functional outcome.

Key words:

Proximal femoral fracture, osteoporosis, vitamin D, calcium, hospital admission.

Correspondencia

J González González-Zabaleta
Servicio C.O.T Complejo Hospitalario Universitario A Coruña.
As Xubias s/n. A Coruña. España.
e-mail: jorgegzabaleta@gmail.com

Introducción

La fractura proximal del fémur es la fractura quirúrgica más frecuente en el anciano y representa una enfermedad epidémica progresiva. Se prevé que en el año 2050 la incidencia podría superar los 6,2 millones de fracturas anuales en todo el mundo [1]. Los principales factores de riesgo descritos son raza caucásica, edad avanzada, sexo femenino, delgadez, tabaquismo, menopausia precoz, alteración de densidad mineral ósea y antecedente de fractura previa. No disponemos de una medida real de la resistencia ósea, aunque la densidad mineral ósea se utiliza como medida aproximada [2]. El incremento exponencial de esta patología, dado el envejecimiento poblacional, hace necesario el planteamiento de estudios destinados a esclarecer cuáles son los factores de riesgo y patogénicos principales para obtener guías clínicas basadas en la evidencia que permitan diseñar el tratamiento que presente un mejor balance coste-efectividad. El estudio pretende describir el perfil del paciente que con más frecuencia presenta fracturas osteoporóticas de fémur proximal, y así, en consonancia con estudios futuros, con una potencia estadística mayor, poder obtener conclusiones de cara a la prevención y mejora del tratamiento de las mismas.

Material y métodos

Efectuamos un estudio epidemiológico descriptivo retrospectivo incluyendo 200 pacientes, mayores de 50 años, tratados quirúrgicamente entre 2009 y 2011 en nuestro servicio por fractura de fémur proximal. La población sometida a estudio nos permitió estimar los parámetros de interés con una seguridad del 95% y una precisión de $\pm 6,5\%$. La información fue obtenida en dos fases: mediante listado de los archivos de nuestro hospital y a través de las historias clínicas de las pacientes de la muestra y encuestas telefónicas. Se recogieron los siguientes datos: identificación del paciente anónimo, fecha de nacimiento, sexo, municipio de residencia, fecha de ingreso y alta; mecanismo de lesión: clasificado como alta o baja energía; tipo de fractura: según la radiografía simple obtenida, las fracturas intracapsulares se clasificaron mediante la clasificación de Garden y las extracapsulares mediante la de Evans; índice de Singh; comorbilidad, mediante el índice de comorbilidad de Charlson; medicación concomitante, se valoró que el paciente que entraba en el estudio estuviese siendo tratado con medicación antirresortiva, suplementos de calcio y vitamina D y corticoides; procedimiento quirúrgico, recogiendo la fecha y la intervención; determinaciones analíticas de laboratorio (hemoglobina, hematocrito, glucosa, creatinina, calcio y vitamina D3) y, por último, seguimiento.

Para la realización del estudio se obtuvo la aprobación del comité ético CEIC, se lograron consentimientos informados en español y gallego y se aplicó la Ley de Protección de Datos 15/99. Se analizaron 199 pacientes en la fase retrospectiva, ya que uno no cumplía los criterios de inclusión por ser menor de 50 años. Nos encontramos con un rango de edades comprendido entre los 58 (mínimo) y 98 años (máximo). La muestra siguió una distribución normal, con una edad media de 82 (DE: 7) años y una mediana de 84 años. El porcentaje de mujeres incluido en la muestra fue del 90% de los pacientes.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 18, efectuando un análisis estadístico descriptivo de las variables incluidas en el estudio. Para la comparación de medias se utilizó la T de Student o el test de Mann Whitney, según procediese tras comprobación de normalidad de la variable con el test de Kolgomorov Smirnov. La comparación múltiple de medias se realizó por medio de ANOVA o Kruskal-Wallis. La asociación de variables cualitativas entre sí se estimó mediante el estadístico chi cuadrado. Para relacionar la correlación de variables cuantitativas entre sí calculamos los coeficientes de correlación de Pearson o Spearman. Para determinar la asociación de diferentes variables entre sí se realizaron análisis multivariados de regresión múltiple y logística. Para el estudio de la supervivencia se utilizó la metodología Kaplan-Meier y un análisis multivariable de regresión de Cox.

Resultados

Las fracturas extracapsulares (grados 1 a 5 de Evans) representaron 118 casos, oscilando en un rango de edad de 70 a 98 años; dentro de las fracturas extracapsulares encontramos una preponderancia del tipo 5. Las fracturas intracapsulares (Garden I-IV) representaron 81 casos, oscilando en un rango de edad de 58 a 92 años (Figura 1). No se encontraron diferencias significativas en el análisis de los tipos de la clasificación de Garden por edad. Se observó una clara tendencia a que la edad de los pacientes con fracturas extracapsulares era mayor; sin embargo, no se alcanzó una significación estadística debido, probablemente, a un tamaño muestral pequeño.

El índice de Singh no reflejó diferencias significativas que demostrasen la preponderancia de algún subgrupo en las fracturas intra o extracapsulares.

Se realizó un análisis mediante regresión logística de la probabilidad de fractura extracapsular, ajustando los valores por edad del paciente y la presencia o no de alguna fractura previas, obteniendo $OR_{Fx \text{ previas}}=3.67$ $p=0.015$ y $OR_{Edad}=1.09$ $p=0.008$. (Figura 2). El resultado demostró

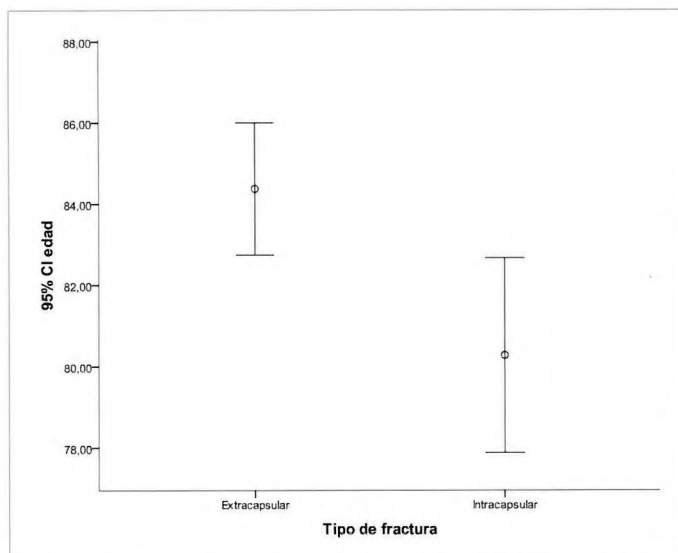


Fig. 1. Tipo de fractura según edad.

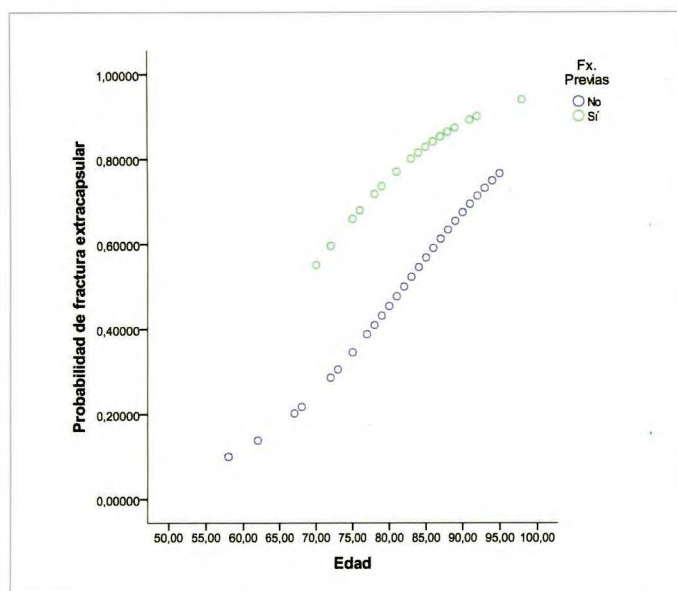


Fig. 2. Probabilidad de fractura extracapsular ajustada por edad.

que por el aumento de un año de edad el riesgo de fractura crece en 1,09. En el caso de las fracturas intracapsulares no hubo resultados reseñables en cuanto al incremento del riesgo de fractura ajustado por edad y fracturas previas.

Los resultados de los parámetros obtenidos en el laboratorio (Tabla 1) demostraron que el 84% presentó hipovitaminemia D3 respecto al rango normal de referencia y que un 19% tenía alterado el valor del calcio sérico. Cuando realizamos un análisis combinado de la comorbilidad (Índice de Charlson) de nuestros pacientes con los valores de laboratorio obtenidos encontramos una asocia-

Tabla 1. Datos de laboratorio.

	Media (DE)	Mínimo	Máximo
Hemoglobina	10,14 (1,4)	6,6	13,3
Hematocrito	30,3 (4)	20,1	39,0
Glucosa	117,3 (42,9)	60	256
Vitamina D ₃ sangre	12,7 (9,9)	3,9	57
Calcio sérico	8,3 (0,48)	7,3	9,6
Creatinina	1,1 (0,45)	0,45	2,8

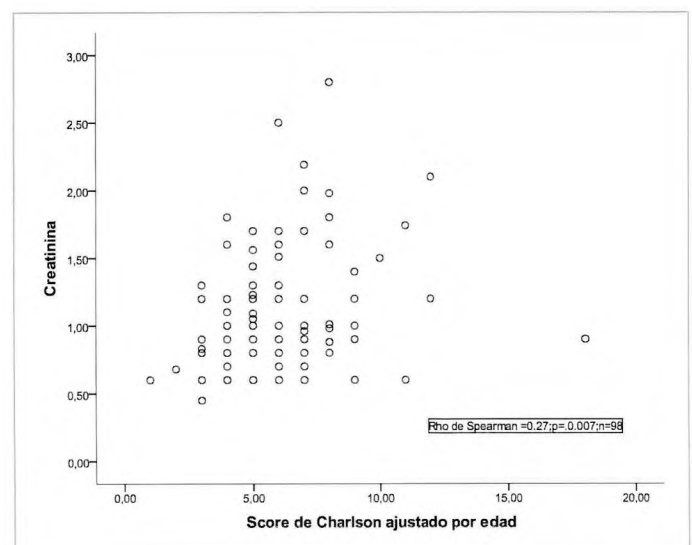


Fig. 3. Índice Charlson – valores de laboratorio (creatinina).

ción positiva entre la creatinina y el índice de comorbilidad (Figura 3).

La estancia media fue de 12 (DE: 6) días y la Moda de 14 días. Al enfrentar los datos de la estancia media con la comorbilidad del paciente, no encontramos diferencias estadísticamente significativas de incremento de estancia cuando el paciente presentaba más patología. La estancia postquirúrgica en relación a la comorbilidad presentó una fuerte correlación positiva entre el incremento de la probabilidad de la estancia postquirúrgica tras ajustar por comorbilidad (Figura 4).

Un 27,4% de las intervenciones fueron practicadas de forma urgente y el intervalo de demora estuvo comprendido entre 0 (intervención urgente) y 14 días. La media de la demora quirúrgica fue de 4 (DE: 4) días, con una correlación ($p < 0,01$) entre la demora quirúrgica y la estancia hospitalaria. Parece existir una correlación positiva débil entre que el paciente presente un incremento de su estancia postquirúrgica por el retardo de la intervención; sin embargo, esta no llega a ser significativa de forma estadística.

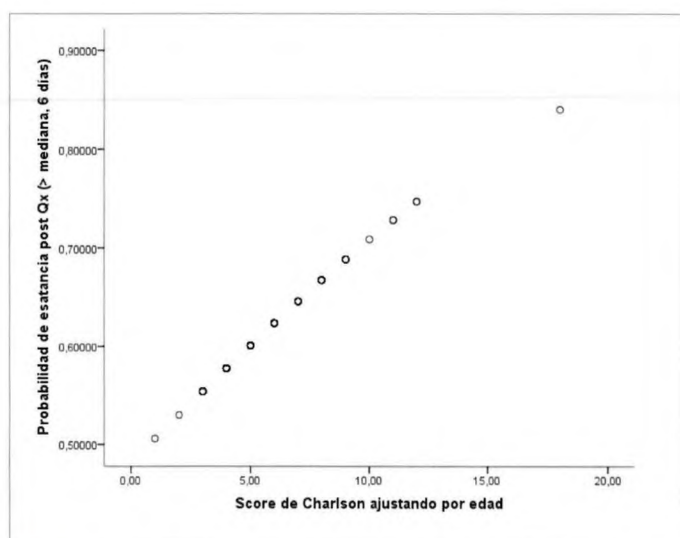


Fig. 4. Estancia postquirúrgica – comorbilidad ajustada por edad.

Discusión

El estudio presenta limitaciones importantes por un sesgo claro de selección, ya que se trata de pacientes ingresados, quirúrgicos y tratados por un equipo, y los datos obtenidos deberán contrastarse con estudios similares. También existe un sesgo de información que incluye riesgo de sesgo por comorbilidad. Las fracturas extracapsulares predominaron sobre las intracapsulares, representando un 59% de las mismas, con una tendencia evidente a que la edad de los pacientes que presentan fracturas extracapsulares es más avanzada que las de las intracapsulares. Dentro de nuestros pacientes, el grupo de fracturas clasificadas como tipo V de Evans fue predominante.

En concordancia con lo publicado, el índice de Singh no parece ser un buen predictor de fractura, puesto que no han existido diferencias que demuestren una mayor probabilidad de fractura cuanto más patológico es este índice.

Nuestro estudio demuestra que aquellos pacientes que han presentado una fractura previa, y en los cuales ajustamos el riesgo de una fractura de fémur proximal por edad, existe un incremento del riesgo de dicha fractura (cifrado en 1.09) por cada año más que tiene el paciente. Otros estudios coinciden con nuestro trabajo, pues sugieren que el 80% de estas fracturas se produce en mujeres mayores de 80 años [3].

El 83% de nuestros pacientes presenta una hipovitaminemia D3 respecto a valores de referencia, circunstancia que convendría contrastar con pacientes de otros centros cuya latitud presenta una mayor exposición solar. Sin embargo, el calcio sérico se encontró dentro de valores normales en la mayoría de los pacientes. Komulainen *et al.* [4] detectaron

niveles bajos de vitamina D3 en pacientes con fractura no vertebral y establecieron como recomendación la ingesta de 400-1000 UI / día. La comorbilidad se correlacionó con el grado de insuficiencia renal que presentaban. Este dato puede servir de punto de partida para otros estudios que busquen analizar la eliminación del calcio por vía renal y su influencia en la enfermedad osteoporótica. Queda por esclarecer el porcentaje de responsabilidad de la comorbilidad en los datos presentados por Jonsson *et al.* [5], dado que en su estudio aseveran que el 20% de los pacientes que presenta una fractura osteoporótica de fémur proximal no sobrevive mas allá de un año.

El análisis de la estancia media hospitalaria solo debe ser comparada con centros de características similares al nuestro, ya que la capacidad organizativa del hospital puede variar sustancialmente estos datos. La media de ingreso presentada por nuestros pacientes, que se cifró en 12 días, puede parecer excesiva, pero esta afirmación requeriría un análisis pormenorizado de los factores que confluyen y la comparación con otros centros. La estancia media de los pacientes estudiados fue inferior a la obtenida en Zamora (14 días) y Badajoz (15 días), y notablemente inferior a la obtenida en Asturias, Barcelona y Madrid, donde oscila entre 20 y 30 días [6-8].

En nuestro estudio apreciamos que un aumento de la comorbilidad del paciente incrementa de forma significativa la probabilidad de que la estancia media del paciente se demore más allá de la mediana (seis días), lo que se puede interpretar como que los pacientes más enfermos son los que aumentan de forma exponencial los datos de estancia media. Queda por determinar si la tendencia que observamos respecto a la demora quirúrgica –a mayor demora mayor estancia postquirúrgica– puede llegar a ser significativa, en cuyo caso debería procurarse la intervención urgente de este tipo de pacientes, o al menos cifrar el punto de inflexión donde su estado vital empeora por cada día que se demora la intervención.

Nos encontramos con un grupo de pacientes de edad avanzada, en su mayor parte de la tercera edad, con preponderancia del sexo femenino. Por tanto, debe ser este grupo de pacientes en el que se centren una serie de medidas preventivas, fundamentalmente las que tienen relación con el mecanismo causal y no tanto con la patogenia, puesto que el desarrollo de la enfermedad osteoporótica puede llevar años produciéndose de forma larvada. ■

Agradecimientos

A FUNDACIÓN MAPFRE, por su colaboración y financiación del proyecto. Al servicio de archivo del Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cooper C, Campion G, Melton LJ. Hip fractures in the elderly: a worldwide projection. *Osteoporosis Int* 1992; 2:285-9.
2. Rice JC, Cowin SC, Bowman JA. On the dependence of the elasticity and strength of cancellous bone on apparent density. *J Biomechanics* 1988; 21:155-68.
3. Cummings SR, Browner WS, Bauer D, Stone K, Ensrud K, Jamal S, *et al.* Endogenous hormones and the risk of hip and vertebral fractures among older women. Study of osteoporotic fractures research group. *N Engl J Med* 1998; 339:733-8.
4. Komulainen MH, Kröger H, Tuppurainen MT, Heikkinen AM, Alhava E, Honkanen R, *et al.* HRA and Vit D in prevention of non-vertebral fractures in postmenopausal women. *Maturitas* 1998; 31:45-54.
5. Jonsson B, Kanis J, Dawson A, Oden A, Johnell O. Effect and offset of effect of treatments for hip fracture on health outcomes. *Osteoporosis Int* 1999; 10:193-9.
6. Altadill Arregui A, Gómez Alonso C, Virgós Osriano J, Díaz López B, Cannata Andia JB. Epidemiología de la fractura de cadera en Asturias. *Med Cin (Barc)* 1995; 105: 281-6.
7. Izquierdo Sánchez M, Ochoa Sangrador C, Sánchez Blanco I, *et al.* Epidemiología de la fractura de cadera en la provincia de Zamora (1993). *Rev Esp Salud Pública* 1997; 71:357-67.
8. Campos Polo MT, Quiles Galindo M. Epidemiología de las fracturas de cadera osteoporóticas en el área sanitaria de Badajoz en el año 2004. *Rev Esp Cir Osteoart* 2007; 42:7-13.

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.

Concentración de metales séricos (titanio, cromo y cobalto) en el seguimiento de las artroplastias totales de cadera

Serum metal (titanium, chromium and cobalt) concentrations in the follow-up of total hip arthroplasty

Seijas Martínez-Echevarría V ¹, Jáñez Carrera R ¹, López Colón JL ², Sanz Gómez TA ³, Vergara A ³, Cornet Flores BA ³, Hernando de Larramendi Martínez C ⁴

¹ Laboratorio de Bioquímica del Hospital Universitario Severo Ochoa, Leganés, Madrid. España. ² Instituto de Toxicología de Defensa, Madrid. ³ Servicio de COT del Hospital Universitario Severo Ochoa. ⁴ Laboratorio del Hospital Universitario Severo Ochoa, Leganés.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Analizar la degradación de los productos metálicos que constituyen las aleaciones de las prótesis de cadera.

Pacientes y método: Se midió, mediante absorción atómica, el titanio, el cromo y el cobalto en la sangre de 58 pacientes con prótesis totales de cadera, compuestas por aleaciones de cromo y cobalto y de titanio, con o sin cementar. Se analizó la evolución de las concentraciones séricas preoperatorias, a los seis y a los 12 meses.

Resultados: Encontramos una elevación significativa tras el inicio de la movilización de la articulación, pero sin afectación clínica. Los percentiles 95 de la distribución de concentraciones fueron para el Ti 27 µg/L, Cr 1 µg/L y Co 1,7 µg/L.

Conclusión: La elevación de estas concentraciones podría ser indicativa de mal funcionamiento del implante o de desgaste excesivo que podría conducir a toxicidades locales o remotas.

Palabras clave:

Artroplastia total de cadera, absorción atómica, titanio, cromo, cobalto.

Abstract

Objective: To analyze the degradation of the metal products contained in hip prosthesis alloys.

Patients and method: Atomic absorption measurements were made of the titanium, chromium and cobalt concentrations in the blood of 58 patients with total hip replacement implants made of titanium, chromium and cobalt alloys with or without cementing. The evolution of the serum metal concentrations was assessed based on measurements obtained preoperatively and 6 and 12 months after surgery.

Results: A significant increase in serum levels was noted after the start of joint mobilization, though without clinical repercussions. The percentile 95 values of the metal concentration distributions were 27 µg/l for titanium, 1 µg/l in the case of chromium, and 1.7 µg/l for cobalt.

Conclusion: The rise in serum metal concentrations could be indicative of poor implant function or excessive wear that in turn could lead to local or disseminated toxicity.

Key words:

Total hip arthroplasty, atomic absorption, titanium, chromium, cobalt.

Correspondencia

V Seijas Martínez-Echevarría
Laboratorio de Bioquímica. Hospital Universitario Severo Ochoa.
Avda. Orellana, s/n. 28911 Leganés. Madrid. España.
e-mail: vseijas.hsvo@salud.madrid.org

Introducción

Las artroplastias totales de cadera presentan, en ocasiones, distintas complicaciones intraoperatorias como fracturas, lesión de los nervios periféricos, daño vascular o hipotensión causada por la introducción del cemento, y otras complicaciones después de la cirugía, como enfermedad tromboembólica, infección, luxaciones, osteolisis y desgaste, movilidad aséptica, fracturas periprotéticas o disimetrías [1][2].

La aparición de metales en suero puede ser un indicador del inicio del desgaste de una prótesis, aunque no siempre la aparición de una elevación de metales protésicos en suero significa que el implante no funcione correctamente. La presencia de desechos metálicos puede ser debida a diversos factores [3], pues en las artroplastias totales de cadera la existencia de varios componentes implica superficies de fricción que generan desechos metálicos, cerámicos o de polietileno; la mayoría de los desechos proceden de la superficie de fricción. También se generan en la interfaz del vástago femoral con el hueso o con el cemento, particularmente cuando se afloja la prótesis, y los metales pueden proceder del componente metálico acetabular y de su superficie de fijación con tornillos, de los alambres de cerclajes, placas y tornillos o de implantes dentales o válvulas cardíacas. Los metales pueden producirse por delaminación de la superficie metálica, y tampoco podemos olvidar que cuando la función renal del paciente se ve alterada disminuye la eliminación por la orina de los metales.

En algunas cirugías de revisión protésica se han visto depósitos de partículas metálicas, cerca de la prótesis o en tejidos lejanos, que suponen una interacción electroquímica con los fluidos tisulares [4-6] que los rodean y, aunque han disminuido en los últimos años, se pueden encontrar corrosiones metálicas [7-10] en los componentes reemplazados, así como productos de degradación que estimulan la osteolisis por la activación de los macrófagos y la aceleración del desgaste del polietileno. En este estudio hemos medido las concentraciones de metales (cromo, cobalto y titanio) en suero de los pacientes sometidos a artroplastia total de cadera como un paso inicial para determinar las concentraciones de los productos liberados en estos procesos.

Pacientes y metodología

Los criterios de inclusión de pacientes fueron mayores de edad sometidos a artroplastia total de cadera primaria, con etiología de coxartrosis, que no tuvieran una prótesis contralateral ni tampoco implantes dentales, y que firmasen el consentimiento informado de la investigación, previamente autorizado por el Comité de Ética en Investigación Clínica

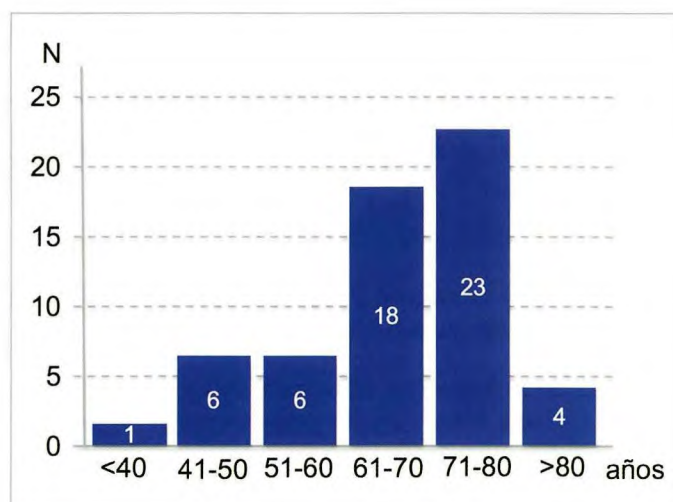


Fig. 1. Distribución por grupos de edad de la muestra.

del Hospital Universitario Severo Ochoa. En el periodo seleccionado para el desarrollo del trabajo (año 2010) se efectuaron 58 cirugías que cumplían los criterios de inclusión. El seguimiento se hizo en intervalos de seis y 12 meses.

Se recogieron muestras de 28 mujeres y 30 hombres, con edades comprendidas entre 39 y 86 años (Figura 1).

Las muestras de sangre venosa se obtuvieron preoperatoriamente en tubos al vacío exentos de elementos traza (Terumo® Medical Corp., Somerset, NJ, EE UU) y a los seis y 12 meses tras el implante de la articulación. Las muestras se centrifugaron a 10.000 rpm, durante 10 minutos, y se separaron y congelaron a -80°C hasta su procesado.

Los elementos traza se analizaron de distinta forma. El titanio y el cromo, mediante espectrofotometría de absorción atómica en horno de grafito (ETAAS) en un espectrofotómetro (Perkin-Elmer® 4100ZL, Perkin-Elmer®, Ma, EE UU), con lámparas de cátodo hueco y plataforma de L'vov incorporada, con corrección de fondo por efecto Zeeman. El cobalto se determinó con un equipo de Plasma acoplado inductivamente con detector de espectrometría de masas (Elan 6100 DRC ICP-MS).

El método de determinación del titanio se desarrolló y validó en nuestro laboratorio como objetivo secundario del trabajo. Este método consistió en la lectura de la energía absorbida por los átomos de titanio a una longitud de onda ($\lambda = 364,3\text{ nm}$), con una intensidad de lámpara de 40 mA y ancho de rendija del monocromador de 0,2 nm. La masa característica obtenida por este espectrofotómetro es de 70 pg/0,0044 A-s. Como modificador de matriz se utilizó Tritón X100 puro suministrado por Panreac (Panreac Química®, Barcelona, España). El estándar utilizado se preparó a partir de una solución comercial Absorption Standard So-

Tabla 1. Programa de temperaturas del horno de grafito

Paso n°	Temperatura (°C)	Tiempo de rampa (s)	Tiempo (s)	Flujo gas (L/min)	Tipo gas	Lectura
1	110	1	20	250	Normal	No
2	140	5	30	250	Normal	No
3	1.500	10	20	250	Normal	No
4	2.600	0	7	0	Normal	Sí
5	2.400	1	2	250	Normal	No

Tabla 2. Programa del muestreador automático

	Concentración (µg/L)	Estándar (µL)	Modificador (µL)	Diluyente (µL)
Blanco	-----	-----	10	20
Adición 1	16,5	5	10	15
Adición 2	33	10	10	10

Estándar de titanio de 100 µg/L, modificador de matriz Tritón X100 (0,5 % v/v), diluyente agua ultrapura, muestra suero.

lution 1000 µg/ml de Ti en agua, (Sigma Aldrich Corp., St. Louis, EE UU). El agua utilizada fue de calidad ultrapura (resistividad de 18,2 MΩ), proporcionada por el sistema Milli-Q (Millipore Merck Corp. Billerica, Ma, EE UU). Tras la optimización [11] de las temperaturas y tiempos de secado, calcinación y atomización, el programa final de análisis fue el expuesto en la tabla 1.

El método de calibración optimizado resultó ser el acuoso frente a la adición de estándares, con la programación expuesta en la tabla 2 para el muestreador automático. El método fue validado [12] siguiendo los criterios de calidad propuestos por la norma UNE-EN ISO 15189:2007 para la acreditación de laboratorios clínicos. La linealidad analizada cubrió hasta los 500 µL: se hizo un ajuste al modelo lineal para describir la relación entre absorbancia y concentración. La ecuación del modelo ajustado fue:

$$\text{Absorbancia} = -0,00334091 + 0,000255 \cdot \text{Concentración}$$

Dado que el p-valor en la ANOVA fue inferior a 0,01, existió relación estadísticamente significativa entre absorbancia y concentración para un nivel de confianza del 99%. El estadístico R- cuadrado indicó que el modelo explicaba un 99,7107% de la variabilidad en absorbancia. El coeficiente de correlación fue igual a 0,998621, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El estadístico Durbin-Watson examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se han introducido los datos en el fichero. Dado que el p-valor fue superior a 0,05, no hay indicio de autocorrelación serial en los residuos.

Respecto al límite de detección (LD) y cuantificación (LQ) determinados, se realizó la calibración teniendo en

cuenta la dilución de las muestras (1:3). La media de la absorbancia fue 0,017, la desviación estándar es 0,00972 y la pendiente de la recta de calibrada fue 0,0012 L/µg.

$$\text{LD} = 3,3 \text{ SD} / \text{pendiente} = 3,3 \times 0,000972 / 0,0012 = 2,673 \text{ µg/L}$$

$$\text{Límite de detección} = 2,7 \text{ µg/L}$$

$$\text{LQ} = 10 \text{ SD} / \text{pendiente} = 10 \times 0,000972 / 0,0012 = 8,1 \text{ µg/L}$$

$$\text{Límite de cuantificación} = 8,1 \text{ µg/L}$$

Para la evaluación de la exactitud y la precisión se analizó un nivel de control Seronorm Trace Elements Serum (Seronorm®, Billingard, Noruega), una muestra de una mezcla de sueros de niños, una muestra de una mezcla de sueros añadiendo 25 µg/L de titanio y una muestra de la mezcla de sueros añadiendo 50 µg/L de titanio, por triplicado y con calibraciones diferentes, durante 15 días. Así, la ecuación de la recta de regresión de las D.S. se convierte en:

$$0,1 x = 0,9951 + 0,0458 x.$$

El valor de x obtenido indicaría la concentración a partir de la cual se cumpliría que $y = 0,1x$, es decir, que la imprecisión es menor del 10%. $X = 18,4 \text{ µg/L}$.

El 90% de las prótesis estudiadas fueron no cementadas Bicontac® (Aesculap, B Braun, Melsungen, Alemania). Las características del vástago estándar femoral eran de titanio puro (Isotan p (Ti/ISO5832-12), la cabeza era aleación de Co-Cr (CoCr 29Mo/ISO5832-12) y el acetábulo (Plasmacup® SC, Aesculap, Melsungen, Alemania) con un par de fricción cerámica-metal compuesto de cerámica (Al₂O₃) en un cotilo de Ti. También se analizaron las prótesis cementadas con vástago cementado de aleación Cr/Co.

Las comparaciones entre las concentraciones de metales basales, a los seis meses y al año, se analizaron mediante

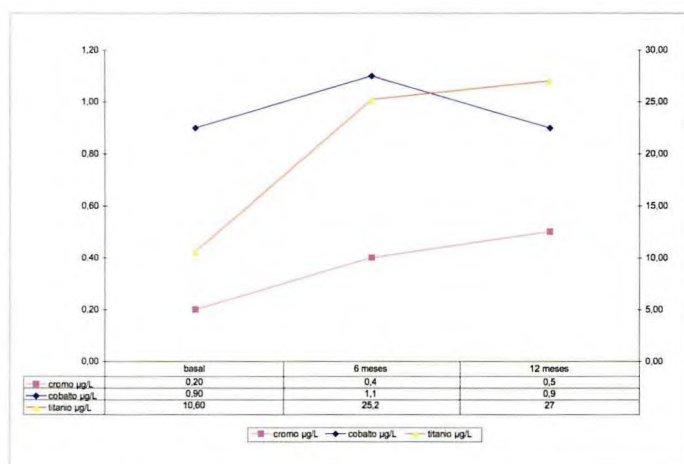


Fig. 2. Evolución de las medianas de las concentraciones de cromo, cobalto y titanio en los 12 meses.

pruebas estadísticas de grupos apareados para seguir la evolución de cada paciente en el tiempo, con el programa estadístico SPSS 18.0

Resultados

En las muestras obtenidas preoperatoriamente se observó que los pacientes no tenían concentraciones de titanio detectables por el método usado, siendo detectadas concentraciones de cromo y cobalto ya que la técnica empleada (ICP) era mucho más sensible (límite de detección del cromo 0,1 y cobalto 0,6 µg/L). En las muestras obtenidas a los seis meses no encontramos diferencias clínicamente relevantes, pero observamos que dejaban de ser inferiores al límite de detección (Figura 2).

Las comparaciones intragrupos revelaron diferencias significativas entre las concentraciones de cobalto basal y a los seis meses ($p<0,000$) y el basal y a los 12 meses ($p=0,123$), y también entre el cromo basal y a los seis meses ($p=0,002$) y entre el cromo basal y a los 12 meses ($p=0,013$), existiendo diferencias entre el titanio basal a seis ($p<0,000$) y 12 meses ($p<0,000$).

Discusión

Las diferencias estadísticas halladas no parecen tener relevancia clínica, pues dejaban de ser detectadas con las técnicas empleadas y pasaban a detectarse con valores muy bajos. Además, se debe considerar que el Cr y el Co son elementos esenciales para la vida humana y están presentes en las personas sanas, pudiendo considerarse el percentil 95 de la distribución (0,76 µg/L para el Cr y 1,26 µg/L para el Co) como posible valor de referencia en personas sanas. En ninguno de los pacientes seguidos se describió sospecha clí-

nica de mala evolución de la prótesis o desgaste a los 12 meses, ni tampoco rotura de la cerámica.

El cobalto es un cofactor de la vitamina B12 y el cromo es un cofactor esencial en la interacción entre la insulina y su receptor, pero ambos son tóxicos en concentraciones suficientemente altas en el organismo. El cromo hexavalente es un posible producto de degradación del implante; en 1990 se clasificó como carcinógeno clase I para humanos por la Agencia Americana para la Investigación del Cáncer. El titanio y el cobalto han demostrado actividad carcinogénica en animales, pero no han sido investigados en humanos [13]. Las concentraciones elevadas de cobalto pueden inducir policitemia, toxicidad testicular e interferir en los mecanismos de reparación del ADN, pero no se ha establecido definitivamente ninguna relación causal en personas con sustitución total de la cadera.

Las prótesis más usadas han sido las de titanio [14] y no se han observado presentaciones clínicas compatibles con toxicidad metálica. Aunque en España existen estudios de la composición metálica de la interfaz periprotésica [15], son pocos los datos publicados en nuestro país sobre las concentraciones séricas esperadas en sangre de los pacientes sometidos a artroplastia total de cadera. En particular, existen pocos datos sobre el titanio, un elemento muy refractario, y su determinación por la técnica habitualmente disponible en el medio clínico, la espectrofotometría de absorción atómica [16], lo hace difícil de cuantificar si no se cuenta con experiencia en la técnica. Nuestros datos basales de cromo y cobalto son significativamente superiores a los publicados en Estados Unidos (cobalto suero 0.0394 - 0.271 µg/L y cromo suero 0.04-0.39 µg/L) [17].

Las diferencias detectadas entre los distintos tiempos de muestreo presentaron significación estadística, pero carecen de relevancia clínica ya que los valores hallados no se correlacionan con la aparición de problemas clínicos. Probablemente, las discretas concentraciones detectables se refieran más al inicio de la movilización de la articulación y a la posible interacción entre la prótesis y el hueso. El rango de valores hallado será considerado en nuestro laboratorio como de referencia para personas portadoras de implantes metálicos sin sintomatología por la presencia del implante. Algunas concentraciones de titanio halladas fueron particularmente altas si se ven individualmente: el percentil 95 de la distribución alcanzó hasta los 27 µg/L, pero el paciente no presentaba signos de mal funcionamiento de la prótesis.

Concentraciones de titanio en suero por encima de 50 µg/L pueden estar relacionadas con pérdidas sépticas del implante, presencia de múltiples implantes, degradación acelerada de la superficie de polietileno o de cerámica. Se ha publicado

un caso [18] en el que la concentración elevada de titanio en suero fue el primer dato que indicó el desgaste excesivo de la prótesis. Se trataba de valores superiores a 500 µg/L los que indujeron a la revisión quirúrgica del implante.

La descripción de los percentiles 95 de esta población como posibles valores de corte para la población sana pueden ser de enorme utilidad para la definición de bases de datos epidemiológicas, para continuar desarrollando la línea de investigación propuesta y dar una rápida respuesta a problemas como las prótesis defectuosas colocadas últimamente. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thien TM, Karrholm J. Design-related risk factors for revision of primary cemented stems. *Acta Orthop* 2010; 81:407-12.
2. Erens GA, Thornhill TS. Complications of total hip arthroplasty. Review Feb. 2012. http://www.uptodate.com/contents/complications-of-total-hip-arthroplasty?source=search_result&search=total+hip+arthroplasty&selectedTitle=2~84.
3. Rasquinha V, Chitranjan R, Weiskopf J, Rodríguez J, Skipor A, Jacobs JJ. Serum metal levels and bearing surfaces in total hip arthroplasty. *Arthroplasty* 2006; 2:47-52.
4. Jacobs JJ, Skipor AK, Patterson LM, Hallab NJ, Paprosky P, Black J, Galante JO. Metal release in patients who have a primary total hip arthroplasty. A prospective, controlled, longitudinal study. *J Bone Joint Surg (Am)* 1998; 80-A:1447-58.
5. Dorr LD, Bloebaum R, Emanuel J, Meldrum R. Histological, biochemical and ion analysis of tissue and fluids retrieved during total hip arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res* 1990; 261:82-95.
6. Laing PG, Ferguson AB, Hodge ES. Tissue reaction in rabbit muscle exposed to metallic implant. *J Biomed Mat Res* 1967; 1:135-49.
7. Jacobs J, Skipor A, Black J. Metal release and excretion in patients with titanium-base alloy total hip replacement components. *J Bone Joint Surg (Am)* 1991; 73-A: 1475-9.
8. Attenburg A, Callaghan J, Yehyawi TM, Pedersen DR, Liu SS, Leinen JA, *et al.* Cemented total hip replacement cable debris and acetabular construct durability. *J Bone Joint Surg (Am)* 2009; 91-A:1664 -70.
9. Leopold S, Berger R, Patterson L, Skipor A, Urban R, Jacobs J. Serum titanium level for diagnosis of a failed, metal-backed patellar component. *J. Arthroplasty* 2000; 15:938-43.
10. Jacobs J, Skipor A, Campbell P, Hallab N, Urban R, Amstutz H. Can metal levels be used to monitor metal-on metal hip arthroplasties? *J Arthroplasty* 2004; 19:59-65.
11. Skipor A, Jacobs J, Shavocky J, Black J, Galante C. Determination of titanium in human serum by Zeeman electrothermal atomic absorption spectroscopy. *J Atomic Spectroscopy* 1994; 15:131-4.
12. Validación, metodología y cálculo de incertidumbres: aplicación práctica en el caso de elementos traza. Dirigido por José Luis López Colón. Sociedad Española de Bioquímica y Patología molecular (SEQC). Enero 2009.
13. Khan R, Wimhursts J, Foroughi S, Toms A. The natural history of metallosis from catastrophic failure of a polyethylene liner in total Hip. *J Arthroplasty* 2009; 24:1144.
14. Hallan G, Espehaug B, Furnes O, Wangen H, Hol PJ, Ellison P, Havelin LI. Is there still a place for the cements titanium femoral stem? 10,108 cases from the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop* 2012; 83:1-6.
15. Domínguez Ríos AB, Ripalda P, Álvarez E, Forriol F. Estudio de la morfología y contenido metálico de la interfaz periprotésica en vástagos cementados y no cementados de prótesis totales de cadera revisadas. *Rev Ortop Traumatol* 2000; 44:92-104.
16. Techniques in graphite furnace atomic absorption spectrometry. Perkin-Elmer Corp., Ridgefield, CT (April 2005).
17. NCCLS. Control of Preanalytical Variation in Trace Element Determinations; Approved Guideline. NCCLS document C38-A (ISBN 1-56238-332-9). NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, Pennsylvania 19087, USA, 1997.].
18. Keel S, Jaffe K, Nielsen P, Rosenberg A. Orthopaedic implant related sarcoma: A study of twelve cases. *Mod Pathol* 2001; 14:969-77.

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.

Mapa de riesgo de las actuaciones de cirugía ortopédica y traumatología sobre la cadera. Estudio médico-jurídico de 96 sentencias judiciales

Orthopaedic malpractice risk in hip care. Study of 96 medical malpractice court decisions

Sanz Martín J ¹, Sanz Hospital FJ ²

¹ Departamento de Responsabilidad Civil Profesional. Agrupación Mutual Aseguradora A.M.A. ² Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital La Moraleja. Madrid. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Conocer los factores de riesgo médico-jurídico asociados a las actuaciones sobre la cadera en cirugía ortopédica y traumatología.

Material y método: Se han estudiado 96 sentencias judiciales, analizando 17 variables médico-jurídicas.

Resultados: Los actos que originaron el mayor número de procedimientos judiciales fueron las artroplastias de cadera (64 casos), seguidas de los retrasos diagnósticos de diversas patologías (13 casos). La complicación que se había producido en mayor número de casos era la lesión del nervio ciático (22 casos), seguida de las infecciones (12 casos). Las lesiones neurológicas fueron las más reclamadas (27 casos), seguidas de los fallecimientos (17 casos). La cuantía media reclamada fue de 181.386 € y la cuantía media de las sentencias condenatorias de 72.867,72 €.

Conclusiones: Las actuaciones con más riesgo de las que realizan los COT sobre la cadera son las quirúrgicas debido fundamentalmente a las lesiones neurológicas que se producen sobre el nervio ciático (la gran mayoría lesiones indirectas). Les siguen con muchos menos casos los procedimientos diagnósticos, destacando los de retraso diagnóstico de cáncer a través del hallazgo de metástasis en la cadera. El porcentaje de condenas es elevado (45%), no así la cuantía que se concede en esos casos, que se sitúa en niveles medios-altos (72 000 €), propios de una especialidad que rara vez causa daños gravísimos, pero que tiene repercusiones importantes en la calidad de vida de los pacientes.

Palabras clave:

Cadera, negligencia, complicaciones perioperatorias, riesgo.

Abstract

Objective: To identify medical and legal risk factors associated with interventions on the hip in orthopedic surgery.

Material and method: We studied 96 court decisions analyzing 17 medical-legal variables.

Results: The interventions that brought about the greatest number of legal proceedings were hip replacements (arthroplasty) (64 cases), followed by diagnostic delays of various diseases (13 cases). The complication that occurred in the greatest number of cases was sciatic nerve injury (22 cases), followed by infections (12 cases). Neurological injuries were claimed for most (27 cases), followed by death (17 cases). The average amount claimed was € 181,386 and the average amount awarded was € 72,867.72.

Conclusion: The interventions with the highest level of risk by orthoprosthetic surgery are mainly due to neurological injuries that occur on the sciatic nerve (most indirect injuries). They are followed by a far lower number of cases of diagnostic cases; late diagnosis of cancer through discovery of metastasis in the hip standing out in this selection. The conviction rate is high (45%), although the amount awarded in such cases is not, medium-high levels (€ 72,000), being as it is a specialty that on rare occasion may cause serious damage, but has significant impact on the quality of life of patients.

Key words:

Hip, malpractice, peroperative complications, risk.

Correspondencia

J Sanz Martín

Av. de la Osa Mayor 90, 2-A. 28023 Madrid. España.

e-mail: javiersanzmartin@yahoo.es

I Introducción

Desde el punto de vista médico, la zona anatómica de la cadera tiene un especial interés si atendemos al número de actuaciones que los cirujanos ortopédicos y traumatólogos realizan sobre ella. Ese interés es mayor si consideramos que esta articulación afecta directamente a la funcionalidad de los miembros inferiores, lo que se traduce en consecuencias importantes para la calidad de vida de los pacientes.

Desde el punto de vista jurídico, el gran número de actos médicos realizados sobre la cadera, y sus repercusiones funcionales, convierten el estudio de las sentencias judiciales sobre la materia en un asunto de gran interés. Este interés es triple, ya que podemos adoptar la perspectiva del paciente que inicia los trámites judiciales buscando una solución jurídica a un problema médico, el punto de vista del médico que desea conocer qué actuaciones conllevan más riesgos y en qué consisten estos, y por último, el punto de vista de la aseguradora del médico que quiere conocer qué actos generan mayor o menor responsabilidad jurídica, y cuáles pueden ser las consecuencias que se deriven de los mismos.

El estudio pretende trazar un mapa de riesgo médico-jurídico de las actuaciones que se realizan sobre la cadera, que debe mostrar de forma clara y ordenada los riesgos médicos y jurídicos que se derivan de los actos médicos sobre la zona, estratificando la intensidad de estos y de los resultados que se producen cuando se materializan.

El objetivo del estudio es profundizar en el conocimiento de los factores médicos y jurídicos que subyacen dentro de los procedimientos judiciales que tratan sobre actos médicos realizados por cirujanos ortopédicos y traumatólogos sobre la cadera. Se pretende obtener información sistematizada y útil para el desempeño diario de los cirujanos ortopédicos y traumatólogos.

I Material y metodología

Para desarrollar el mapa de riesgo, nos hemos basado en el estudio de sentencias judiciales que analizan actos médicos realizados sobre la cadera por especialistas en COT. Para localizar las sentencias se ha utilizado la base de datos jurídica Tirant Online, disponible a través del portal del Ilustre Colegio de Abogados de Madrid.

La citada base cuenta con una colección de más de 1.700.000 sentencias, por lo que resultaba importante realizar una adecuada selección de las palabras clave. Nos hemos guiado en todo momento por el criterio de no exclusión para encontrar el mayor número de sentencias válidas para nuestros propósitos, asumiendo un riesgo mínimo de excluir resultados válidos.

El cumplimiento del principio de no exclusión ha supuesto tener que leer 1.432 sentencias para comprobar si el contenido de las mismas era válido para los fines de la investigación, ya que el motor de búsqueda no permitía afinar más sin correr el riesgo de perder resultados útiles.

De ese total de 1.432 sentencias consultadas, hemos comprobado que finalmente 96 servían para la investigación: 15 sentencias de la jurisdicción civil, 4 sentencias de la jurisdicción penal y 77 sentencias de la jurisdicción contencioso-administrativa. Consideramos que hemos contado con una muestra más que suficiente para los objetivos de la investigación. De las 96 sentencias, 84 enjuician actos realizados en la sanidad pública, 2 en mutuas laborales y 10 en centros privados.

Salvo una sentencia penal dictada por un juzgado, todas las demás sentencias han sido dictadas por Audiencias Provinciales, Tribunales Superiores de Justicia y el Tribunal Supremo. El hecho de que no figuren sentencias dictadas por los juzgados (que son las más comunes por constituir generalmente la primera instancia) se debe a las limitaciones de la base de datos, que no recoge este tipo de resoluciones por sus reducidos efectos jurídicos a la hora de servir como jurisprudencia para resolver casos similares.

La sentencia más antigua es del año 1991. Solo contamos con cuatro sentencias de los años 90, lo que se debe a la que las bases de datos digitales surgieron a finales de esa década. La sentencia más reciente es de marzo de 2011, poco antes del comienzo del estudio.

Los hechos más recientes de los estudiados datan de 2006. Es importante tomar en consideración este dato, dado que con el transcurso de los años van variando poco a poco los tipos de actos que realizan los COT sobre la cadera, así como las técnicas y tecnologías que se utilizan. Igualmente han podido variar algo los comportamientos de los especialistas en lo que respecta al grado de cumplimiento de la normativa, sobre todo en materia de información y consentimiento.

El tiempo medio transcurrido desde la realización del acto médico hasta la resolución judicial fue de 2.580 días, algo más de siete años. Se ha de tener en cuenta que en muchos casos se trata de resoluciones dictadas en segunda instancia, tras recurrirse una primera sentencia, lo que implica procedimientos más largos que aquellos que terminan en primera instancia.

De las sentencias judiciales hemos extraído y analizado los siguientes datos: fecha del acto médico, fecha de la sentencia, tiempo transcurrido entre el acto médico y la resolución judicial, cuantía reclamada, cuantía concedida por los tribunales en los casos en que existe condena, tipo de

daño sufrido por el paciente, tipo de acto médico realizado, motivo de la reclamación (actuación inadecuada/ausencia de información), causa de la condena (actuación inadecuada/ausencia de información), consentimiento informado, órgano judicial que dicta la resolución, si la reclamación se dirige al mismo tiempo contra otro profesional y en su caso la especialidad de este; para las sentencias penales hemos examinado también el tipo de condena (falta/delito) y la pena impuesta.

Resultados

La cuantía media reclamada fue de 181.386,14 €, siendo 720.000 € la cuantía máxima reclamada y 24.000 € la mínima (Tabla 1). La cuantía media de las indemnizaciones concedidas fue de 72.867,72 €, prácticamente la mitad de la cuantía media reclamada, siendo 900.000 € la indemnización máxima concedida (cuantía solicitada más intereses) y 6.000 € la indemnización mínima.

En 43 de los 96 casos estudiados los tribunales estimaron al menos parcialmente las pretensiones de los recurrentes, otorgando una indemnización a los perjudicados. En los 53 casos restantes se desestimaron íntegramente las pretensiones de los recurrentes, no concediéndose indemnización alguna.

Atendiendo al daño reclamado, hemos distinguido tres supuestos: 17 fallecimientos, 72 casos de secuelas y siete ca-

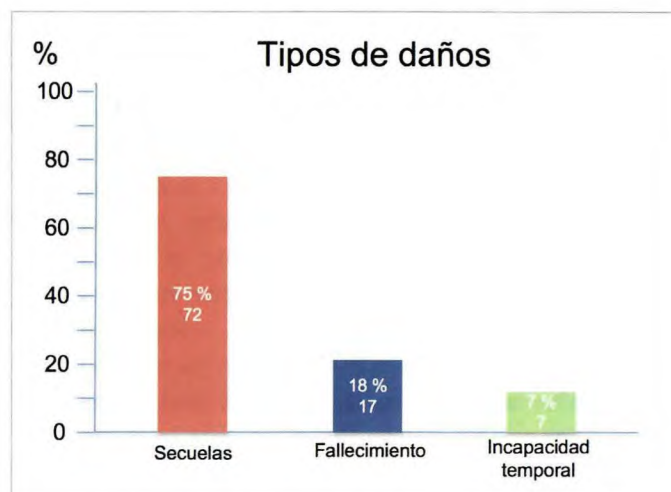


Fig. 1. Tipos de daños.

sos de incapacidades temporales sin secuelas (Figura 1).

En los casos en que se reclamaban las secuelas sufridas por el paciente hemos distinguido la siguiente casuística: 27 casos de secuelas neurológicas, nueve de disimetrías; cuatro de luxaciones repetidas; tres de amputaciones; uno en que el perjudicado quedó en estado vegetativo; uno de ceguera; uno de paraplejia; un caso de síndrome de cauda equina, y 25 casos en que los pacientes sufrieron otras secuelas.

Tabla 1. Frecuencia de casos y promedio de las cuantías reclamadas y concedidas.

Características clínicas	Casos	Media reclamación (€)	Media condena (€)
Fallecimiento	17	150.312	53.916
Incapacidad temporal	7	118.829	22.500
Lesión ciática	22	178.774	43.814
Lesión femoral	5	185.980	49.460
Disimetría	9	96.516	27.440
Luxaciones	4	130.880	51.500
Trombosis	5	118.907	57.000
Otras secuelas funcionales	10	277.335	86.225
Infecciones	12	202.270	151.864
Acto			
Cirugía prótesis	55	172.046	69.551
Recambio prótesis	9	257.574	259.256
Retraso intervenciones quirúrgicas	6	106.360	59.961
Retraso diagnóstico	13	174.848	61.035
Jurídico			
Falta información	36	150.227	47.834
Totales			
Casos	96	181.386	72.868

La mayoría de las reclamaciones traen causa de algún tipo de acto relacionado con la cirugía de cadera, en concreto 80 casos distribuidos de la siguiente forma: intervención quirúrgica de implantación de prótesis de cadera (55), intervención quirúrgica de revisión de artroplastia (9), retraso en la realización de la cirugía (6) y otros casos de cirugía de cadera (10). En los restantes 16 casos los actos que originan la reclamación son retrasos diagnósticos (13), infiltraciones (2) y reducción (1).

Los resultados específicos los hemos agrupado por tipos de daños y por tipos de actos. Vamos a analizar los resultados que hemos obtenido para los tres tipos de daños que hemos analizo.

Fallecimiento. En 17 de los 96 casos analizados se reclamaba por el fallecimiento del paciente, resultando condenatoria la sentencia en cinco de ellos.

La cuantía máxima reclamada fue de 400 000 €, la mínima de 51 300 €. La cuantía máxima concedida ascendió a 90. 000 € y la mínima a 24 000 €. Estas cuantías resultan llamativamente reducidas atendiendo a las previstas en el baremo para accidentes de tráfico que suele aplicarse en casos de responsabilidad civil sanitaria, al menos con carácter orientativo [1].

Las cuantías medias reclamadas y concedidas se encuentran claramente por debajo de las cuantías medias del conjunto de casos (tabla 1).

Analizando el tipo de acto realizado por el COT encontramos que ocho fallecimientos se relacionaron con intervenciones quirúrgicas de implantación de prótesis de cadera; tres con el retraso diagnóstico de algún tipo de cáncer con sintomatología en la zona; dos con el retraso diagnóstico de fracturas; uno con una infiltración, y tres con otro tipo de actos (Figura 2).

También procedimos a estudiar cuál era la complicación que provocó el fallecimiento de los pacientes, observando que en cuatro casos la causa era una infección; en tres la evolución del cáncer; en dos eran hemorragias; en otros tres ACVs o tromboembolismos; en dos casos las cardiopatías de base que padecían los pacientes, y en los dos últimos casos no se pudo determinar la causa (Figura 3).

Incapacidad temporal. En siete de los 96 casos los daños consistían únicamente en periodos de incapacidad temporal, sin que finalmente al paciente le hubiera quedado ningún tipo de secuela.

Encontramos que en cinco de los casos la causa de la incapacidad se relacionaba con retrasos en la realización de la intervención de implantación de prótesis de cadera. En otro caso el problema fue el retraso en el diagnóstico de una luxación de cadera de un neonato. El último tenía co-

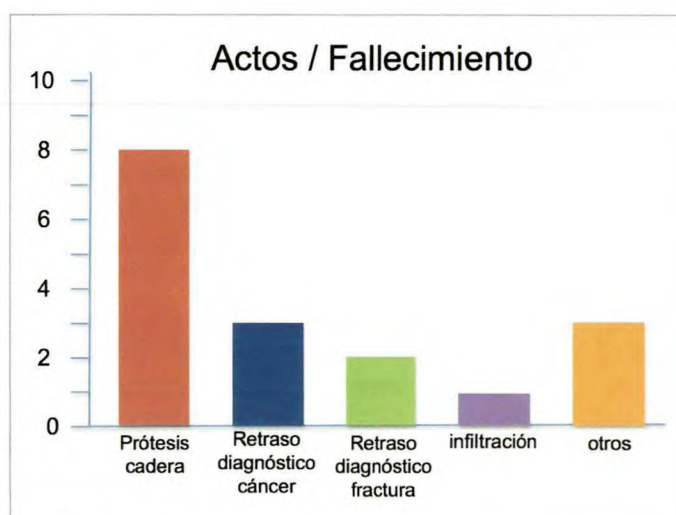


Fig. 2. Tipos de actos de los que derivaron los casos en que se produjo el fallecimiento del paciente.

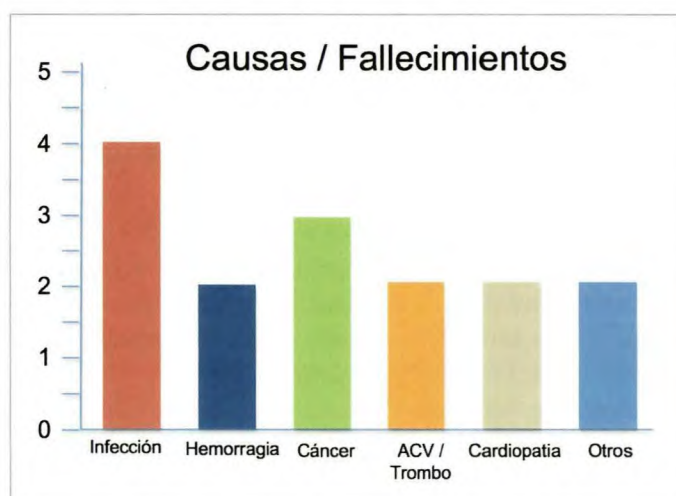


Fig. 3. Complicaciones y causas que provocaron los fallecimientos.

mo causa la falta de obtención de resultados en la realización de una intervención de cadera en resorte que se solucionó posteriormente con otra intervención.

La cuantía media reclamada y la cuantía media de condena en estos casos se situó claramente por debajo de los promedios del total de casos (tabla 1).

Secuelas. El estudio de los casos en los que se reclamaban secuelas físicas lo vamos a realizar centrándonos en las más relevantes de entre las enumeradas anteriormente.

–Lesión del nervio ciático. Encontramos 22 casos, en nueve de los cuales la sentencia es condenatoria. Por tanto, en casi el 25% de los casos estudiados se produjo una lesión del nervio ciático que provocó secuelas funcionales a los pacientes. Las cuantías medias de las cantidades reclamadas son similares a las cuantías medias del total de los casos que

estamos analizando. Las cuantías medias de las condenas en los casos en que se produjo una afectación del nervio ciático están por debajo de la mitad del promedio general (tabla 1).

Todas las lesiones del nervio ciático se produjeron en actos quirúrgicos: 18 intervenciones quirúrgicas de implantación de prótesis; tres intervenciones quirúrgicas de revisión de artroplastia; una intervención quirúrgica de tratamiento de epifisiolisis con material de osteosíntesis.

–**Lesión del nervio femoral.** Encontramos cinco casos de lesión de este nervio, existiendo condena en dos de ellos. Se trata de cuatro casos de intervenciones quirúrgicas de prótesis y una intervención quirúrgica para revisión de artroplastia. Al igual que ocurría con las lesiones del nervio ciático, en estos casos apreciamos que la media de las cuantías reclamadas está en la línea del promedio general y la media de las indemnizaciones concedidas está por debajo de la mitad del promedio general (tabla 1).

–**Dismetrías.** Hemos analizado nueve casos en que quedaron disimetrías en las piernas de los pacientes, en cinco de los cuales hubo condena.

La cuantía media reclamada en estos casos es un 50% inferior al promedio general, y la cuantía media de las condenas se corresponde con un 25% del promedio general (tabla 1). En seis casos las disimetrías se produjeron como consecuencia de un intervención quirúrgica de prótesis, en otro como consecuencia del diagnóstico tardío de una fractura intertrocanterea, y en otro como consecuencia del diagnóstico tardío de epifisiolisis en un menor.

–**Luxaciones repetidas.** Encontramos cuatro casos, con condena en la mitad de ellos. En tres casos el acto consistió en la realización de una intervención quirúrgica de prótesis y en el otro en una reducción no quirúrgica.

La media de la cuantía reclamada en estos casos es un 30% inferior al promedio general y la media de las cuantías de condena casi un 50% inferior al promedio general (tabla 1).

–**Amputaciones.** En el estudio hemos identificado tres casos en los que la secuela reclamada por el paciente era la amputación del miembro inferior. En dos casos la causa de la amputación fue una infección y en otro un tromboembolismo.

La cuantía reclamada media fue un 50% superior a la media y la cuantía media de condena un 20% superior (tabla 1).

Otros datos y resultados jurídicos:

–**Procedimientos penales.** En el estudio tan solo contamos con cuatro resoluciones penales. En tres de ellas al COT se le imputaba un delito (dos casos de lesiones imprudentes y uno de homicidio imprudente), y en el otro se le imputaba una falta por un homicidio por imprudencia leve.



Fig. 4. Resultados judiciales de la alegación de falta de información.

–**Consentimiento informado.** En 36 de los 96 casos analizados los reclamantes alegaban que el paciente no había sido informado de forma adecuada o suficiente. En 11 de estos casos se condenó al estimarse esta alegación. En 19 casos se consideró que la información facilitada había sido suficiente. En seis casos el tribunal no entró a valorar esta cuestión por no considerarla relevante (Figura 4). Lo más llamativo es que de los 11 casos en los que se condenó por falta de información, solo en uno de ellos no constaba la existencia de consentimiento informado. En los otros 10 sí que había consentimiento informado, pero a pesar de ello se condenó al considerarse que el mismo era genérico o incompleto (Figura 4). Igualmente llamativo resulta que en nueve de los 19 casos en que se consideró suficiente la información facilitada al paciente, no existía documento de consentimiento informado y el proceso de información se probó por otros medios (historia clínica y testigos).

Discusión

El estudio realizado presenta una serie de limitaciones que es importante considerar. En primer lugar, el estudio no recoge la totalidad de los casos enjuiciados por los tribunales españoles, sino solo aquellos cuya sentencia ha sido publicada en la base de datos utilizada (la limitación no es específica de la base utilizada sino común a todas las que existen). Lo anterior supone que queden fuera del estudio la gran mayoría de los casos en los cuales se dictó sentencia de primera instancia por parte de un juzgado y no se recurrió la misma a una instancia superior (la limitación es más importante en las jurisdicciones civil y penal que en la contencioso-administrativa, en la que muchos casos se enjuician directamente por los Tribunales Superiores de Justi-

cia). En segundo lugar, se debe de tomar en consideración la dispersión temporal de las sentencias recogidas, dispersión que también se debe a cómo están estructuradas las bases de resoluciones judiciales, que recogen pocas sentencias anteriores al año 2000 y casi todas las posteriores. En tercer lugar, el tiempo que transcurre entre la realización del acto y la resolución judicial definitiva del mismo hace que los datos extraídos, sobre todo los relativos a las cuantías, muestren una realidad no del todo actualizada al momento presente.

Estas limitaciones las conocíamos antes de iniciar el estudio y a pesar de las mismas, consideramos que la muestra de 96 sentencias con la que se ha realizado el estudio es suficiente para considerar consistentes los datos extraídos.

Sentado lo anterior, debemos comenzar la discusión advirtiéndole de que los resultados obtenidos evidencian que los actos que realizan los COT sobre la cadera son actos que conllevan un riesgo médico-jurídico del que el profesional tiene que ser consciente. No son actos que presenten un alto ratio reclamación judicial/número de actos realizados, pero sí que son de los que originan mayor número de reclamaciones en esta especialidad, la cual es una de las que más litigios judiciales genera [2].

Jurídicamente se debe tener presente que el riesgo de condena en caso de que se produzcan complicaciones y se inicien acciones judiciales es alto, concretamente del 45% en la muestra estudiada.

El acto que concentra mayor número de reclamaciones es la intervención de implantación de prótesis de cadera. En estos actos la complicación más típica es la afectación del nervio ciático, la cual suele provocar importantes daños funcionales a los pacientes (debilidad muscular, pie equino, etc.), que ven perturbada o anulada su capacidad de marcha. Las artroplastias de cadera son actos con un alto riesgo médico-jurídico, tanto por su frecuencia de aparición como por las cuantías indemnizatorias que conceden los tribunales (69 551 € de media).

Siguiendo con las intervenciones quirúrgicas, encontramos que las de revisión de artroplastia concentran aún más riesgo, dado que el porcentaje de reclamaciones respecto del número de actuaciones es mayor, del mismo modo que lo son el porcentaje de condenas, las cuantías reclamadas y sobre todo las cuantías de las condenas (tres de las cinco condenas estudiadas son superiores a los 100 000 €). Estos datos de riesgo jurídico parecen corresponderse con los datos de riesgo médico [3][4].

Otros actos que concentran el riesgo de condena en caso de que se produzcan reclamaciones judiciales son los actos diagnósticos, aunque si relacionamos el número de actos

diagnósticos que se realizan en nuestro país con el número de reclamaciones por complicaciones derivadas de los mismos, su incidencia es mínima. Entre los casos de retraso diagnóstico, vemos que destacan los retrasos o errores diagnósticos de epifisiolisis en menores y la ausencia de diagnóstico de afectaciones metastásicas en adultos. Estos casos son llamativos porque la actuación del COT es secundaria respecto del proceso principal.

Entre las complicaciones más destacables ya hemos señalado la relevancia que tiene la afectación del nervio ciático, relevancia que concuerda con los resultados de otros estudios [5]. Es la complicación que se presenta con mayor frecuencia, y se asocia a las intervenciones quirúrgicas. Llama la atención que en la mayoría de los casos que hemos analizado no se constató que se hubiera producido la sección del nervio, ni que se produjera su lesión directa, considerándose acreditado en la mayoría de los casos que la lesión debió de obedecer a causas indirectas, como la compresión o la sobreextensión del nervio. En varios de estos casos, el hecho de que se recogiera o no la posibilidad de que se produjera la complicación en el documento de consentimiento informado resultó determinante para el resultado final del procedimiento judicial.

Además de las lesiones neurológicas [6], resultan relevantes las infecciones [7]. Son las complicaciones de frecuente aparición asociadas a mayores condenas, tanto por los amplios periodos de incapacidad temporal asociados a las mismas como por las graves secuelas que pueden llegar a producir (amputaciones y fallecimientos).

A las lesiones neurológicas y las infecciones les siguen por su frecuencia los episodios de trombosis y las dismetrías. Aunque poco frecuentes, debemos de señalar también la incidencia de las complicaciones hemorrágicas porque son responsables de daños sumamente severos.

Las reclamaciones en aquellos casos en que se producen reiteradas luxaciones de las prótesis [8] ni son frecuentes ni llevan aparejadas condenas de cuantías relevantes; por tanto, desde el punto de vista jurídico no representan un riesgo importante, lo que contrasta con el punto de vista médico [9].

En lo que respecta a las cuestiones más jurídicas, una de las principales causas de reclamación es la alegación de que el paciente no fue suficientemente informado. Más del 25% de las condenas totales son por esta causa. Lo más llamativo es que estas condenas se producen a pesar de la existencia de un documento de consentimiento informado firmado por el paciente. Los tribunales consideran en muchas ocasiones que estos documentos son simples formularios de descargo de responsabilidad que no cumplen la finalidad que les es propia, facilitar información suficiente al pacien-

te que le permita decidir de forma fundamentada si se somete o no al acto médico que el profesional le propone.

Curiosamente, casi en el mismo número de veces que los tribunales estimaron que un documento de consentimiento informado firmado por el paciente era insuficiente o genérico, consideraron que pese a la inexistencia del mismo, se había acreditado que al paciente se le había facilitado información suficiente por otros medios. Lo anterior pone de manifiesto lo importante que es:

1. Utilizar documentos de consentimiento informado adecuados y que sirvan a la finalidad que les es propia de forma efectiva (aún a día de hoy se ven documentos de consentimiento informado que no recogen expresamente el riesgo de afectación del nervio ciático en intervenciones quirúrgicas de cadera).
2. Anotar en la historia clínica cómo se desarrolla el proceso de información al paciente, de tal forma que si se llegara a tener que defender la actuación del profesional en un juicio se pudiera acreditar convenientemente el mismo.

Antes de terminar es preciso señalar que los datos de este estudio muestran que las cuantías de condena en casos en que se enjuician los actos sobre la cadera que realizan los COT parecen bajas en comparación con las que presentan otras especialidades. Esta realidad se ve claramente reforzada si quitamos los casos en que realmente la complicación que origina la reclamación se le puede imputar a un profesional de otra especialidad, como por ejemplo el caso de lesión medular por la anestesia, o los casos de fallecimiento en el postoperatorio que se relacionan con el seguimiento realizado por los especialistas en medicina interna. En el presente estudio, las cuantías de condena de la mayoría de los actos en los que el verdadero responsable era un médico de otra especialidad eran las más altas.

La conclusión final es que los COT deben extremar el cuidado en las intervenciones quirúrgicas que realizan sobre la cadera, sobre todo a la hora de no dañar el nervio ciático o el femoral. Parece que generalmente este daño se relaciona con lesiones indirectas consistentes en estiramientos y compresiones del nervio (las lesiones directas que hemos documentado en el estudio son mínimas).

Al mismo tiempo que extremar el cuidado médico, los profesionales deben extremar el cuidado jurídico, utilizando documentos de consentimiento informado adecuados a los riesgos más relevantes de los actos que realizan, y documentando adecuadamente su actuación en la historia clínica. Los consentimientos genéricos no parece que otorguen una completa protección al profesional, por lo que consideramos que de forma específica se debería de explicar en los mismos el riesgo de lesión de los nervios ciático y femoral,

y el riesgo de infección, personalizando este último en caso de que concurran factores agravantes (diabetes, tabaquismo, etc.). ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Resolución de 24 de enero de 2012, de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones, por la que se publican las cuantías de las indemnizaciones por muerte, lesiones permanentes e incapacidad temporal que resultarán de aplicar durante 2012 el sistema para valoración de los daños y perjuicios causados a las personas en accidentes de circulación. BOE núm. 31 de 6 de febrero de 2012, Sec. III, pág. 10 394.
2. Perea B, Santiago A, Labajo ME, Albarrán ML, Sánchez JA. Análisis de las consecuencias médico-legales de las reclamaciones judiciales de pacientes. Estudio comparativo de los casos de traumatología, ginecología y obstetricia, anestesia y reanimación y odontoestomatología. Trauma FUNDACIÓN MAPFRE 2009; 20:264-8.
3. Selgrath C, Mohler C, Collis D, Jiranek W, Callahan J, Rosenberg A, Rubash H. Complicaciones precoces y su tratamiento. En: Selgrath C, Callahan J, Rosenberg A, Rubash H (eds). Cadera. Madrid: Editorial Marban; 2012. p. 1016-7.
4. Mahomed NN, Barret JA, Katz JN, *et al.* Rates and outcomes of primary and revision total hip replacement in the United States Medicare population. J Bone Joint Surg (Am) 2003; 85-A:27-32.
5. Dehart MM, Riley LH Jr. Nerve injuries in total hip arthroplasty. J Am Acad Orthop Surg 1999; 7:101-11.
6. Brown GD, Swanson EA, Nercissian OA. Neurologic injuries after total hip arthroplasty. Am J Orthop. 2008; 37:191-7.
7. Salvati EA, González Della Valle A, Masri BA, Duncan CP. The infected total hip arthroplasty. Instructional Course Lectures 2003; 52:223-45.
8. Woolson ST, Rahimtoola ZO. Risk factors for dislocation during the first 3 months after primary total hip replacement. J Arthroplasty 1999; 14:662-8.
9. Fernández M, Hernández D, Murcia A, Querales V, Torres AI, Murcia A. Inestabilidad de la artroplastia total de cadera. Una aproximación desde los criterios de la evidencia científica. Rev Esp Cir Ortop Traumatol 2011; 55:460-75.

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.

Administración de α B cristalina como nueva terapia para promover recuperación funcional en lesiones agudas de la médula espinal

Administration of α B crystallin as a new therapy to promote functional recovery after acute spinal cord injury

Klopstein A, Navarro X, López-Vales R

Grup de Neuroplasticitat i Regeneració, Dept. Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia, Institut de Neurociències, Centro de Investigación Biomédica en Red sobre Enfermedades Neurodegenerativas (CIBERNED), Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Caracterizar la expresión y función de α B cristalina en la lesión medular.

Material y método: En un modelo animal murino *mus musculus* (ratón) de la cepa C57/Bl6– se realizó lesión medular mediante contusión, y los segmentos medulares fueron extraídos a los 1, 3, 7, 14, 21 y 28 días post-lesión. Se valoraron los niveles de ARNm de α B cristalina. Asimismo, se administró α B cristalina recombinante humana tras la lesión medular y se valoró su efecto sobre la recuperación funcional.

Resultados: Los niveles de expresión de α B cristalina no se incrementan hasta los 21 días post-lesión. La administración de dicha proteína promueve recuperación funcional tras la lesión medular.

Conclusión: La administración de α B cristalina podría ser una nueva terapia para tratar las lesiones agudas de la médula espinal

Palabras clave:

α B cristalina, *heat shock protein*, inflamación, lesión de médula espinal.

Abstract

Objective: Characterize the expression and role of α B crystallin in spinal cord injury

Material and method: In a murine animal model (*mus musculus* (C57/Bl6 mouse) spinal cord injury was induced by contusion and the spinal cord segment corresponding to the injury site was extracted at day 1, 3, 7, 14, 21, 28 post-injury and α B crystallin mRNA levels were assessed. In addition, the effects of the administration of the human α B crystallin recombinant protein after spinal cord injury was evaluated.

Results: α B crystallin mRNA levels did not increase until day 21 following spinal cord injury. Administration of α B crystallin resulted in increased functional recovery after lesion.

Conclusion: Administration of α B crystallin could therefore be valuable for the treatment of acute spinal cord injury

Key words:

α B crystallin, Heat Shock Protein, Inflammation, Spinal Cord Injury.

Introducción

Las lesiones traumáticas en la médula espinal producen pérdida de la función motora, sensorial y autonómica por debajo de la lesión, dejando parapléjicos o tetrapléjicos a

los sujetos que las padecen. Este tipo de lesiones afectan mayoritariamente a personas jóvenes, el 80% de las cuales están comprendidas en un rango de edad de 16 a 32 años. Dependiendo del país, las causas primarias de las lesiones medulares son los accidentes de tráfico y los accidentes laborales o deportivos [1]. En Estados Unidos se dan, anualmente, entre tres y cinco nuevos casos de lesiones en la médula espinal por cada 100.000 habitantes (10.000-15.000), proporción que se mantiene en la mayo-

Correspondencia

R López-Valés
Facultad Medicina M4-114.
Universitat Autònoma de Barcelona, 08193, Bellaterra. Barcelona. España.
e-mail: ruben.lopez@uab.cat

ría de países industrializados [2]. En España se dan más de 500 casos anuales.

Durante el transcurso de una lesión medular se pueden diferenciar dos etapas causantes de las pérdidas funcionales: la lesión primaria y la lesión secundaria. La primera es el resultado directo del propio traumatismo sobre la médula espinal, mientras que la segunda engloba el conjunto de fenómenos celulares y moleculares que ocurren en la médula espinal como consecuencia del traumatismo primario, y es el principal inductor de muerte celular, tanto de glía y neuronas, de disrupción axonal, y déficit funcional [3]. Uno de los principales procesos que contribuye al desarrollo de la lesión secundaria es la respuesta inflamatoria. Aunque en la mayoría de tejidos las células del sistema inmunológico juegan un papel esencial en la eliminación de desechos celulares originados tras la lesión, en el sistema nervioso central estas células ejercen un efecto tóxico sobre el tejido dañado, incrementando así la severidad de esta [4].

Las evidencias experimentales que sugieren que las células del sistema inmunológico, especialmente los macrófagos, ejercen un efecto nocivo en la lesión de la médula espinal proceden de los resultados experimentales obtenidos con la administración de fármacos anti-inflamatorios como la metilprednisolona o minociclina, entre otros [5-8]. Estos estudios muestran que la administración de dichos fármacos promueve mejoras funcionales en los animales y mayor preservación de tejido medular. Hay que resaltar que estos fármacos tienen distintos modos de acción, y por ello no puede descartarse que su efecto protector sea independiente de sus propiedades anti-inflamatorias. Otros trabajos muestran que el bloqueo de la invasión de monocitos mediante la aplicación de anticuerpos contra moléculas de adhesión celular como ICAM-1 o α D β 2 integrina (CD11d/CD18) reduce la lesión secundaria y los déficits funcionales [9-10]. Sin embargo, las evidencias directas que involucran la respuesta inflamatoria con el desarrollo de la lesión secundaria proceden de trabajos experimentales que demuestran que la eliminación de macrófagos promueve protección del tejido medular tras una lesión por contusión o isquemia [11]. Aunque actualmente no está del todo claro como las células inmunológicas ejercen efectos tóxicos en el sistema nervioso central, se cree que la generación de radicales libres de oxígeno y la liberación de enzimas lisosomales, proteasas e citocinas por dichas células podrían ser procesos implicados [4].

Las *heat shock proteins* (HSP) son proteínas de respuesta que ayudan a mantener la homeostasis celular y/o tisular bajo ciertas condiciones de estrés, incluyendo inflamación [12]. Alfa-B cristalina (α B cristalina) es un miembro de las HSP [12]. Varios trabajos sugieren que α β cristalina promueve resis-

tenencia en diferentes eventos patológicos mediante la modulación de la respuesta inflamatoria. Algunos estudios demuestran que la α β cristalina podría jugar un papel protector en algunas patologías, incluyendo aquellas que afectan al sistema nervioso central, como la esclerosis múltiple [13]. Sin embargo, ningún trabajo se ha centrado en estudiar si dicha proteína podría jugar un papel protector en las lesiones de la médula espinal. Por ello, el presente trabajo pretende caracterizar la expresión y función de α B cristalina en la lesión medular.

I Material y método

Lesión de la médula espinal

En condiciones de asepsia, bajo anestesia con ketamina: xilacina (90:10 mg/kg; i.m.) y bajo un microscopio estereoscópico se realizó una laminectomía de la vértebra T11 de ratones (C57/Bl6) de 8-10 semanas de edad para dejar expuesta la médula espinal subyacente. Inmediatamente después se indujo la lesión medular mediante un sistema de contusión computerizado (Infinite Horizon). Este contusionador tiene un sensor que calcula la fuerza y la compresión que se aplica sobre la médula espinal, lo que permite causar lesiones con elevada reproducibilidad. La médula espinal se contusionó aplicando una fuerza de 60 Kdynes y produciendo una compresión de 500-700 μ m.

PCR a Tiempo Real (QPCR)

Con anterioridad a la lesión medular, y a los días 1, 3, 7, 21, 28 tras esta, se sacrificaron tres ratones por día y la médula espinal correspondiente con la zona de lesión se homogeneizó en 1 ml de Qiazol (Quiagen) y el ARNm se extrajo mediante el *kit* RNeasy Lipid (Quiagen). A continuación se llevó a cabo la reacción de transcripción reversa utilizando el *kit* RT Omniscript kit (Quiagen). Para la realización de la PCR a tiempo real (QPCR), 1 μ l del producto de la transcripción reversa se añadió a 24 μ l de SYBR Green y los niveles de expresión de α B cristalina y GAPDH, como gen control, se analizaron utilizando el aparato de PCR a Tiempo Real MX4000 (Stratagene) y el método de cálculo $2^{-\Delta\Delta CT}$.

Histología

Animales no lesionados, y a los tres días tras la contusión medular, se anestesiaron tres animales por día y se perfundieron intracardiamente con 4% de paraformaldehído tamponado con PBS (0.1M, pH=7.4). Los segmentos de médula espinal intacta y lesionada se retiraron y se crioprotegieron con una solución de 30% de sacarosa en tampón fosfato, y se embebieron en Tissue-Teck. Posteriormente se realizaron secciones transversales seriadas de la médula es-

pinal (15 μ m de grosor) que se recogieron directamente en portas pre-gelatinados. Las diferentes series se incubaron toda la noche en la nevera utilizando anticuerpos policlonales contra α B cristalina (Novus), iba1 (Abcam), y anticuerpos monoclonales contra CD31 (Abcam), GR1 (BD Bioscience), GFAP (Dako), NeuN (Chemicon) y posteriormente, tras varios lavados con PBS, se incubaron durante una hora a temperatura ambiente con anticuerpos secundarios de burro marcados con los fluorocromos Alexa 488 y Alexa 594 (Invitrogen). Las secciones se observaron bajo un microscopio de epifluorescencia (Zeiss).

Administración de α B cristalina

Una hora después de la lesión medular se administró por vía intravenosa una solución de 80 μ l de salino conteniendo 10 μ g de la proteína α B cristalina recombinante humana (US Biologicals). Posteriormente, se administraron diariamente 10 μ g de la proteína α B cristalina durante los primeros siete días post-lesión. A los animales control se les inyectó salino siguiendo la misma pauta.

Evaluación locomotora

El grado de recuperación locomotora se evaluó haciendo caminar al animal por una superficie lisa de dimensiones limitadas (campo abierto) durante cuatro minutos, valorándose según la escala BMS (*Basso Mouse Scale*). Esta escala, que comprende valores entre 0 (ausencia de movimiento) y 9 (deambulación normal), ha sido diseñada para evaluar la función locomotora en ratones con lesión medular por contusión (*Basso et al.* 2006). La evaluación locomotora se realizó el día previo a la lesión medular, y a los 1, 3, 5, 7, 14, 21 y 28 días tras ésta.

Análisis estadístico

Los cambios en la expresión de ARNm tras la lesión medular se realizaron mediante ANOVA, mientras que los resultados funcionales se analizaron mediante ANOVA de dos factores con medidas repetidas y con el análisis *post hoc* de Tukey. Todos los datos se representan como media \pm error estándar.

Resultados

Analizamos los cambios en la expresión de α B cristalina en el parénquima medular tras la lesión por contusión de la médula espinal. El traumatismo medular no indujo un aumento en la expresión de α B cristalina hasta el día 21 post-lesión (Figura 1). Estos resultados, por tanto, sugieren que durante las dos primeras semanas post-lesión, cuando la mayoría de los efectos tóxicos asociados a la lesión medular ocurren, uno de

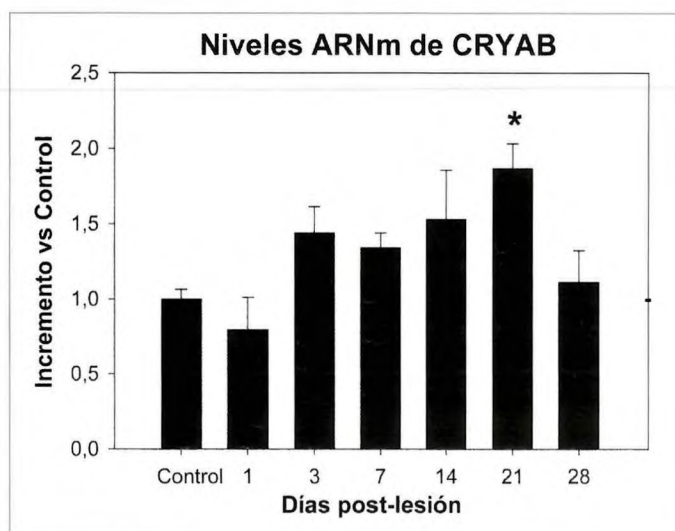


Fig. 1. Niveles de expresión de ARNm de α B cristalina en tejido medular intacto y a diferentes días post-lesión valorados mediante PCR a tiempo real. Los valores corresponden a las medias \pm error estándar de tres animales por tiempo. * $p < 0.05$.

los mecanismos protectores endógenos para frenar dichos procesos y evitar la muerte de las células dañadas, como es la inducción en la expresión de α B cristalina, no se activa.

A continuación analizamos qué células son responsables de sintetizar α B cristalina en el parénquima medular intacto y lesionado. Las tinciones de tejido medular mediante inmunofluorescencia revelaron que la proteína α B cristalina se expresa constitutivamente en oligodendrocitos (Figura 2). Tras la lesión medular, dicha proteína también se observó en oligodendrocitos. No se detectó colocalización de α B cristalina en microglía/macrófagos, astrocitos, granulocitos, células endoteliales o neuronas.

Posteriormente se evaluó si la administración de α B cristalina promovía recuperación funcional tras la lesión por contusión de la médula espinal. Para ello, se administró 10 μ g diarios de α B cristalina intravenosamente durante los primeros siete días a la lesión en ratones C57/Bl6, iniciándose el tratamiento a la hora tras una lesión severa de la médula espinal (60 Kdynes). Los resultados muestran que la administración de α B cristalina promueve una mejora significativa en recuperación locomotora a partir del día 5 post-lesión (Figura 3). Al final del seguimiento (día 28 post-lesión) la recuperación funcional fue dos puntos superior en la escala del BMS en aquellos ratones tratados con α B cristalina que en aquellos inyectados con salino (control). Mientras los animales inyectados con salino eran capaces de mover extensamente la extremidades inferiores o incluso posar la planta del pie sin soportar su propio peso, ni deambular, todos los animales inyectados con α B cristalina mostraron locomoción, aun-

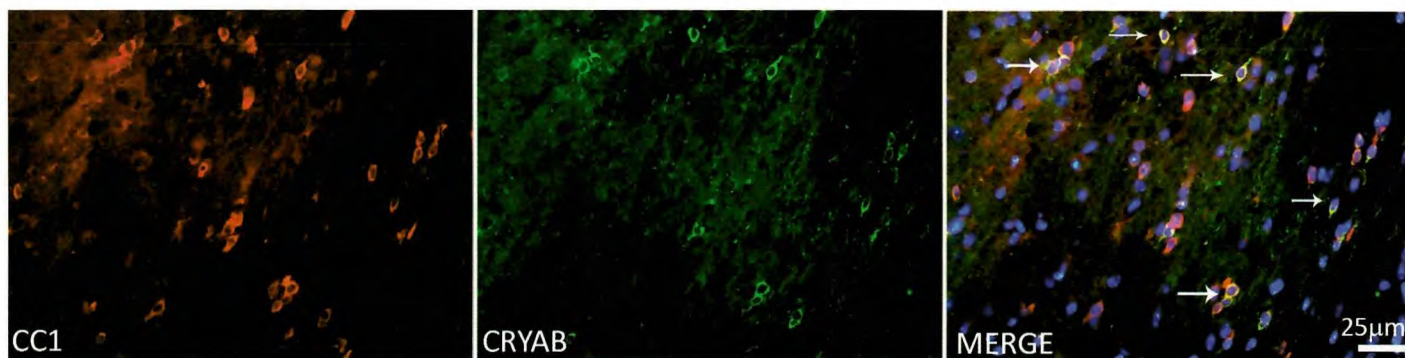


Fig. 2. Muestras histológicas de médula espinal lesionada (3 días post-lesión) inmunoteñidas contra α B cristalina y CC1 (oligodendrocitos). Ver en la imagen solapado como la expresión de α B cristalina colocaliza con los oligodendrocitos.

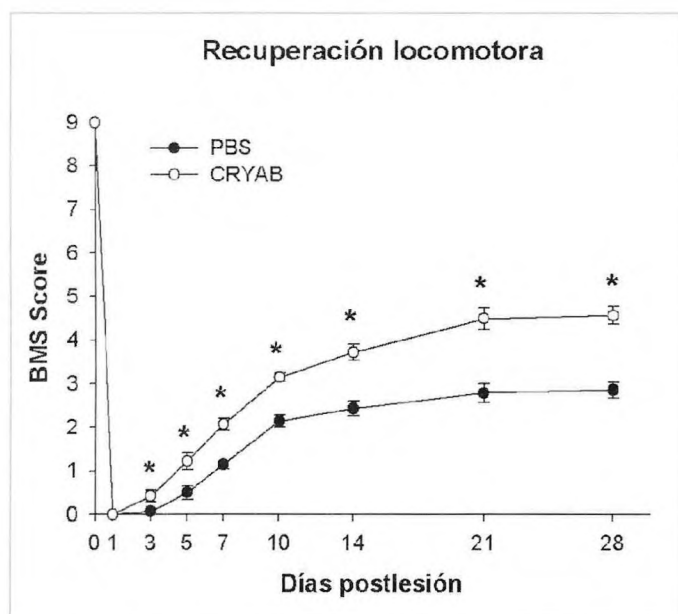


Fig. 3. Efectos de la administración de α B cristalina tras la lesión medular sobre la recuperación locomotora. Observen cómo el tratamiento con α B cristalina promueve mayor recuperación locomotora a partir del día 5 post-lesión. * $p < 0,05$.

que sin presentar coordinación entre las extremidades superiores e inferiores y mostrando inestabilidad del tronco.

Discusión

Demostremos que la proteína α B cristalina se expresa en oligodendrocitos en el parénquima medular intacto y lesionado del ratón, y que sus niveles no se incrementan tras la lesión medular. Asimismo, observamos que la administración de α B cristalina tras la lesión medular promueve recuperación funcional.

La α B cristalina es una HSP con propiedades protectoras y anti-apoptóticas. Un trabajo experimental muestra que α B

cristalina es el gen con mayor transcripción en lesiones activas de la enfermedad de esclerosis múltiple, mientras que dicho gen no se expresa en tejido cerebral sano [14]. Un estudio reciente demuestra que la proteína α B cristalina ejerce efecto protector en un modelo animal de esclerosis múltiple (EAE) [13]. Dicho trabajo muestra que α B cristalina actúa como freno en diferentes vías pro-inflamatorias, tanto en el sistema nervioso central como en el sistema inmunológico. Los animales que carecen de α B cristalina presentan mayor infiltración de células inmunológicas en el parénquima medular y pérdida funcional, mientras que la administración sistémica de α B cristalina ejerce un efecto protector en la EAE [13]. α B cristalina también ha mostrado propiedades protectoras en diferentes patologías como la enfermedad de Alexander, cataratas y cardiopatías [12].

La expresión de α B cristalina en alteraciones del sistema nervioso central no se restringe a la enfermedad de esclerosis múltiple. La presencia, pero no función, de la α B cristalina también se ha observado en astrocitos y microglía reactiva en la zona de penumbra en modelos animales de isquemia cerebral, o en áreas asociadas a placas seniles de la enfermedad de Alzheimer [15-16]. El presente trabajo de investigación muestra, por primera vez, la expresión y función de α B cristalina en el parénquima medular lesionado. Nuestros datos demuestran que α B cristalina se expresan en oligodendrocitos en el parénquima medular, como ya se había descrito anteriormente en tejido cerebral [13]. Una diferencia importante observada en nuestro estudio respecto a otras patologías es que tras la lesión medular no se induce sobreexpresión de α B cristalina. Esta observación es importante, ya que sugiere que tras la lesión medular no hay una activación de uno de los mecanismos protectores que podría ayudar a reducir los efectos de nocivos de la lesión secundaria, y por tanto, evitar déficits funcionales. Ello podría ser debido, en parte, al hecho de que α B cristalina se exprese exclusiva-

mente en los oligodendrocitos, un tipo celular muy susceptible a los procesos de lesión secundaria y que experimenta un alto grado de muerte celular en la zona de lesión y en zonas adyacentes a esta [17].

El dato más relevante del presente estudio es que la proteína α B cristalina recombinante humana promueve recuperación locomotora si se administra durante los primeros siete días tras la lesión medular, iniciando el tratamiento a la hora post-lesión. Estos resultados podrían tener un gran interés para su traslación clínica por dos motivos: el primero de ellos es que la proteína α B cristalina administrada es la forma humana, y por tanto, demuestra que la proteína humana promueve recuperación funcional tras la lesión medular; el segundo es que el tratamiento con α B cristalina promueve recuperación locomotora tras el traumatismo medular cuando se administra con una demora de una hora tras la lesión, lo que podría facilitar la utilización clínica. Futuros estudios en el laboratorio se centrarán en caracterizar la ventana terapéutica de α B cristalina en la lesión medular.

En conclusión, el presente estudio muestra que los niveles de expresión α B cristalina, una HSP con funciones neuroprotectoras y anti-apoptóticas, no se incrementan tras la lesión medular, y que la administración de la proteína α B cristalina recombinante humana promueve recuperación locomotora tras la lesión medular. Por tanto, la administración de α B cristalina podría tener un gran potencial de traslación clínica para el tratamiento de las lesiones agudas de la médula espinal, patología que actualmente carece de tratamiento efectivo. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gutierrez PA, Young RR, Vulpe M. Spinal cord injury. An overview. *Urol Clin North Am* 1993; 20:373-82.
- Girolami U, Frosch MP, Tator CH. Regional neuropathology: diseases of the spinal cord and column. En: Greenfield's Neuropathology: Lantos GDI (ed). P Mamond Corp 1997; 1063-101.
- Schwab ME, Bartholdi D. Degeneration and regeneration of axons in the lesioned spinal cord. *Physiol Rev* 1996; 76:319-70.
- Popovich PG, Longbrake EE. Can the immune system be harnessed to repair the CNS? *Nat Rev Neurosci* 2008; 9:481-93.
- Chen A, Xu XM, Kleitman N, Bunge MB. Methylprednisolone administration improves axonal regeneration into Schwann cell grafts in transected adult rat thoracic spinal cord. *Exp Neurol* 1996; 138:261-76.
- Hurlbert RJ. Methylprednisolone for acute spinal cord injury: an inappropriate standard of care. *J Neurosurg* 2000; 93:1-7.
- Teng YD, Choi H, Onario RC, Zhu S, Desilets FC, Lan S, *et al.* Minocycline inhibits contusion-triggered mitochondrial cytochrome c release and mitigates functional deficits after spinal cord injury. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2004; 101:3071-6.
- Wells JE, Hurlbert RJ, Fehlings MG, Yong VM. Neuroprotection by minocycline facilitates significant recovery from spinal cord injury in mice. *Brain* 2003; 126:1628-37.
- Gris D, Marsh DR, Oatway MA, Chen Y, Hamilton EF, Dekaban GA, *et al.* Transient blockade of the CD11d/CD18 integrin reduces secondary damage after spinal cord injury, improving sensory, autonomic, and motor function. *J Neurosci* 2004; 24:4043-51.
- Hamada Y, Ikata T, Katoh S, Nakauchi K, Niwa M, Kawai Y, *et al.* Involvement of an intercellular adhesion molecule 1-dependent pathway in the pathogenesis of secondary changes after spinal cord injury in rats. *J Neurochem* 1996; 66:1525-31.
- Popovich PG, Guan Z, Wei P, Huitinga I, Van Rooijen N, Stokes BT. Depletion of hematogenous macrophages promotes partial hindlimb recovery and neuroanatomical repair after experimental spinal cord injury. *Exp Neurol* 1999; 158:351-65.
- Arrigo AP, Simon S, Gibert B, Kretz-Remy C, Nivon M, Czekalla A, *et al.* Hsp27 (HspB1) and alphaB-crystallin (HspB5) as therapeutic targets. *FEBS Lett* 2007; 581:3665-74.
- Ousman SS, Tomooka BH, Van Noort JM, Wawrousek EF, O'Connor KC, Hafler DA, *et al.* Protective and therapeutic role for alphaB-crystallin in autoimmune demyelination. *Nature* 2007; 448:474-9.
- Chabas D, Baranzini SE, Mitchell D, Bernard CC, Rittling SR, Denhardt DT, *et al.* The influence of the proinflammatory cytokine, osteopontin, on autoimmune demyelinating disease. *Science* 2001; 294:1731-5.
- Mao YW, Liu JP, Xiang H, Li DW. Human alphaA- and alphaB-crystallins bind to Bax and Bcl-X(S) to sequester their translocation during staurosporine-induced apoptosis. *Cell Death Differ* 2004; 11:512-26.
- Piao CS, Kim SW, Kim JB, Lee JK. Co-induction of alphaB-crystallin and MAPKAPK-2 in astrocytes in the penumbra after transient focal cerebral ischemia. *Exp Brain Res* 2005; 163:421-9.
- Crowe MJ, Bresnahan JC, Shuman SL, Masters JN, Beattie MS. Apoptosis and delayed degeneration after spinal cord injury in rats and monkeys. *Nat Med* 1997; 3:73-6.

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.

Adaptación a la altura y a ambientes fríos en personas con lesión medular

Adaptation to high altitude and a cold environment in people with spinal cord injury

Frauzino FC ¹, Miguel M ², Delicado MC ¹, Vidal J ³, Soto C ¹, Medina J ³, Ventura JL ⁴, Javierre C ¹

¹ Departamento de Ciencias Fisiológicas II. ² Departamento de Patología y Terapéutica Experimental. Facultad de Medicina, Campus de Bellvitge, Universidad de Barcelona, L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona. España. ³ Instituto de Neurorrehabilitación Guttman, Badalona, Barcelona. España. ⁴ Hospital Universitario de Bellvitge, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Estudiar las diferencias en la adaptación respiratoria al ejercicio en condiciones medioambientales similares a las de la práctica de los deportes de invierno, entre personas físicamente activas y sanas con lesión medular y sin lesión medular.

Material y método: Participaron 24 voluntarios sanos y físicamente activos, 12 presentaban en su historia una lesión medular y los otros 12 no. Cada sujeto realizó tres pruebas de esfuerzo máximas con monitorización ventilatoria, pero modificando las circunstancias ambientales: a nivel del mar y a 22 - 24° C; a 3.000 metros de altura simulada y a 22 - 24° C, y a 3.000 metros de altura simulada y a 5 - 6° C.

Resultados: Al comparar los valores observados en las pruebas de altura simulada respecto a la realizada a nivel del mar, se observó un aumento significativo de los valores del consumo de VO₂ y de la producción del VCO₂. Este aumento no se acompañó de modificaciones en la ventilación, la frecuencia respiratoria o el volumen corriente. Paralelamente, la fracción espirada para el O₂ y el CO₂, el equivalente respiratorio para el O₂ y el CO₂ o la presión al final de la espiración para el O₂ y el CO₂ mostraron cambios estadísticamente significativos.

Conclusiones: La realización de un esfuerzo intenso produce importantes cambios ventilatorios con necesidades de oxígeno superiores para una altura simulada de 3.000 metros que no cambian sustancialmente con el frío.

Palabras clave:

Lesión medular, ejercicio, hipoxia, frío, altura.

Abstract

Objective: To study the differences in respiratory responses to exercise in environmental conditions similar to the practice of winter sports among physically active and healthy men with and without spinal cord injury (SCI).

Methods: 24 healthy, physically active volunteers, 12 with SCI and the other 12 without SCI. Each subject performed three maximal exercise tests monitoring ventilatory parameters, but changing environmental circumstances: at sea level and 22 - 24 ° C, at 3,000 meters simulated high and 22 - 24 ° C, and at simulated 3,000 meters and 5 - 6 ° C.

Results: When comparing the values observed in simulated altitude tests regarding the level sea, there was a significant increase of the values of oxygen uptake and VCO₂ production. This increase was not accompanied by changes in ventilation, respiratory rate or tidal volume. In parallel, fractional exhaled O₂ and CO₂, the respiratory equivalent for O₂ and CO₂ and end-tidal O₂ and end-tidal CO₂ showed statistically significant changes.

Conclusions: In a simulated altitude of 3,000 meters, an intensive effort produce significant changes with higher oxygen demand that do not vary substantially with the cold.

Key words:

Spinal cord injury, exercise, hypoxia, cold, altitude.

Correspondencia

C Javierre

Unidad de Fisiología. Departamento de Ciencias Fisiológicas II

Facultad de Medicina (Campus de Bellvitge)

Ctra. Feixa Llarga, s/n. 08907 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona. España.

e-mail: cjavierre@ub.edu

Introducción

La práctica deportiva de las personas que presentan una lesión medular (LM) ha aumentado, alcanzando, en algunos casos, un nivel competitivo alto, incluso en deportes que se desarrollan en condiciones medioambientales específicas, como la altura y el frío. La prevalencia de LM en Estados Unidos es de 250.000 personas y sigue aumentando por una mayor tasa de supervivencia [1], dado que el 40% de estos pacientes tienen ahora más de 45 años [2]. Los beneficios del ejercicio sobre la salud son bien conocidos [3][4], especialmente en programas de entrenamiento aeróbico [5-7]. En las personas con LM se ha señalado una adaptación cardiovascular y respiratoria a la actividad física diferente [8][9], con menor consumo de oxígeno máximo, sugiriendo que el pico máximo de consumo de oxígeno es menor cuanto más alta es la lesión [4][10-12]. Sin embargo, no hay información de la respuesta ventilatoria en condiciones ambientales específicas como las que se pueden dar en la práctica de actividades de invierno, deportiva o recreativa. Las diferencias en la adaptación al esfuerzo o en los parámetros máximos podrían producir diferencias importantes en los mecanismos adaptativos a corto plazo, durante la realización de la propia actividad.

El propósito de este estudio fue estudiar las diferencias en la adaptación respiratoria al ejercicio, entre personas con y sin LM, en reposo y durante la actividad, en condiciones medioambientales diferentes pero específicas de temperatura y de altura, similares a las de la práctica de los deportes de invierno.

Material y metodología

Participaron 24 voluntarios sanos y físicamente activos, 12 sujetos presentaban en su historia una lesión medular clínicamente estable (grupo de lesionados medulares, LM) y los otros 12 constituyeron nuestro grupo control o grupo de no lesionados medulares (control). La altura media del grupo LM fue de 1,79 (DE: 0,11) m., con un peso de 67,0 (DE: 9,7) kg. y una edad media de 31 (DE: 8) años. El grado de la lesión fue clasificada siguiendo la escala ASIA (American Spinal Injury Association) [13]: A 62%, B 23%, C 8% y D 8%.

La altura media del grupo no LM fue de 1,74 (DE: 0,07) m., con un peso de 77,3 (DE: 19,6) kg. y una edad media de 36 (DE: 10) años.

Todos los participantes habían realizado un mínimo de tres horas de actividad física semanales durante el último año. El grupo LM había completado su programa de rehabilitación hospitalaria y no se había producido ninguna complicación relevante en los tres meses previos a la participación en las pruebas. Todos los participantes, tras ser informados de la totalidad del protocolo, firmaron el consen-

timiento informado para su inclusión definitiva en el estudio. Las diferentes evaluaciones y recogidas de datos se realizaron de acuerdo al protocolo aprobado previamente por el Comité de Bioética de la Universidad de Barcelona.

Cada sujeto realizó tres pruebas de esfuerzo máximo con monitorización ventilatoria pero modificando las circunstancias ambientales: a nivel del mar y a una temperatura de 22 - 24° C; a 3.000 m. de altura simulada con una temperatura, también, de 22 - 24° C, y a 3.000 m. de altura simulada y una temperatura de 5 - 6° C. El orden de su realización fue aleatorizado para cada voluntario participante.

Las pruebas realizadas en altura simulada se realizaron en la cámara hipóxica hipobárica situada en el Campus de Bellvitge, de la Universidad de Barcelona.

Se realizó una prueba de esfuerzo progresiva máxima en ergómetro de brazos (Angio, Lode, Gröningen, Netherlands). La prueba empezaba con una carga inicial de 0 vatios, aumentando la resistencia en 10 w cada minuto hasta llegar a la máxima capacidad de esfuerzo. La cadencia fue mantenida entre 50 y 60 rev/min.

El intercambio de gases fue medido por un sistema de análisis de gases «respiración a respiración» (Metasys TR-plus, Brainware, La Vallette, Francia) equipado con un pneumotacógrafo y una máscara de doble vía (Hans Rudolph, Kansas, USA). Los parámetros recogidos fueron ventilación (VE , $L \cdot min^{-1}$ BTPS), volumen corriente (VT , $L \cdot min^{-1}$ BTPS), frecuencia respiratoria (FR , $r \cdot min^{-1}$), consumo de oxígeno (VO_2 , $L \cdot min^{-1}$ STPD), consumo de oxígeno respecto al peso corporal (VO_2 , $mL \cdot kg \cdot min^{-1}$ STPD), producción de CO_2 (VCO_2 , $L \cdot min^{-1}$ STPD), cociente respiratorio (QR), fracción espirada de O_2 ($FeO_2\%$), fracción espirada de CO_2 ($FeCO_2\%$), porcentaje de aprovechamiento de O_2 en el aire espirado ($TRUEO_2\%$), equivalente respiratorio para el O_2 (ERO_2 , L), equivalente respiratorio para el CO_2 ($ERCO_2$, L), presión de O_2 al final de la ventilación ($PETO_2$ mmHg) y presión de CO_2 al final de la ventilación ($PETCO_2$ mmHg).

Se determinó la distribución normal de la muestra mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. El análisis de las diferencias en las medias observadas para las variables ventilatorias analizadas se realizó utilizando el test de la t de Student. El nivel de significación fue aceptado para $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó usando el programa estadístico SPSS, versión 13.0 (SPSS Inc, Chicago, USA).

Resultados

No se observaron diferencias estadísticas respecto a la edad, peso y talla entre los dos grupos estudiados.

Al comparar los valores ventilatorios en reposo, a nivel del mar, tampoco se apreciaron diferencias entre el grupo

LM y el grupo control, excepto para el QR, más elevado estadísticamente en el grupo no LM (LM = $0,75 \pm 0,11$; control = $0,85 \pm 0,08$; $p=0,029$), FeCO_2 superior en el grupo control (LM = $3,1 \pm 0,5$; control = $3,7 \pm 0,4$; $p=0,002$), ERCO_2 menor en el grupo control (LM = $41,7 \pm 5,9$; control = $33,7 \pm 4,0$; $p=0,002$) y con diferencias en la PETCO_2 , siendo mayor significativamente la del grupo control (LM = $32,2 \pm 3,5$; control = $37,6 \pm 1,9$; $p=0,002$) (Tabla 1).

En la carga máxima alcanzada durante la prueba, no encontramos diferencias entre los dos grupos estudiados para ninguna de las tres pruebas realizadas. El comportamiento entre los grupos fue diferente. El grupo LM mostró un empeoramiento entre los valores observados a nivel del mar ($92,5 \pm 23,7$ w) y los observados en el ambiente simulado de 3.000 metros ($79,5 \pm 25,3$ w) ($p=0,01$) y con los de 3.000 metros con frío ($88,4 \pm 20,8$ w) ($p=0,04$). El grupo control no mostró diferencias estadísticamente significativas entre la carga máxima alcanzada a nivel del mar ($108,3 \pm 35,6$ w), los observados en el ambiente simulado de 3.000 metros ($96,3 \pm 34,9$ w) y los de 3.000 metros con frío ($94,1 \pm 32,9$ w), aunque existía una tendencia a una disminución en la carga máxima observada.

En el grupo LM, al comparar los valores observados en el reposo de la prueba de altura simulada a 3.000 metros respecto a la realizada a nivel del mar, se observó un aumento significativo de los valores del VO_2 ($p=0,006$), del VO_2/kg ($p=0,009$) y del VCO_2 ($p=0,005$). Este aumento, sin embargo, no se acompañó de modificaciones en el VE, la FR o el

VT. Paralelamente, la FeO_2 ($p=0,003$), la FeCO_2 ($p=0,002$), el TRUEO_2 ($p=0,007$), el ERO_2 ($p=0,007$), el ERCO_2 ($p=0,002$), la PETO_2 ($p<0,001$) y la PETCO_2 ($p<0,001$) mostraron cambios estadísticamente significativos (Tabla 1).

En el mismo grupo LM, al comparar los valores observados en la prueba de altura simulada a 3.000 metros y un ambiente de temperatura controlada a $5 - 6^\circ \text{C}$ con los observados en la realizada a nivel del mar se apreciaron cambios similares a los provocados con la exposición al ambiente simulado de 3.000 metros. Se observó un aumento significativo en el VO_2 ($p=0,006$), el VO_2/kg ($p=0,009$) y el VCO_2 ($p=0,005$). Este aumento, sin embargo, tampoco se acompañó de modificaciones en el VE, la FR o el VT. Paralelamente, la FeO_2 ($p<0,001$), la FeCO_2 ($p<0,001$), el TRUEO_2 ($p<0,001$), el ERO_2 ($p<0,001$), el ERCO_2 ($p<0,001$), la PETO_2 ($p<0,001$) y la PETCO_2 ($p<0,001$) mostraron cambios estadísticamente significativos. No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores observados en la prueba a 3.000 metros y 3.000 metros con frío (Figura 1).

En el grupo control, al comparar los valores observados en la prueba de altura simulada a 3.000 metros con la realizada a nivel del mar, se observó un aumento significativo de los valores del VO_2 ($p=0,003$), del VO_2/kg ($p=0,001$) y del VCO_2 ($p=0,008$). Este aumento, sin embargo, no se acompañó de modificaciones en la VE, la FR o el VT. De forma paralela, la FeO_2 ($p<0,001$), la FeCO_2 ($p=0,004$), el TRUEO_2 ($p<0,001$), el ERO_2 ($p<0,001$), el ERCO_2

Tabla 1. Valores de las variables ventilatorias en las tres situaciones evaluadas para los dos grupos estudiados (grupo LM y control) durante el periodo de reposo previo a la prueba realizada.

Reposo	Grupo LM			Grupo control		
	0 m.	3.000 m.	3.000 m. y frío	0 m.	3.000 m.	3.000 m. y frío
FR (resp/min)	22,35,5	18,9±4,9	18,7±4,8	20,5±8,0	21,1±8,0	19,2±4,4
VEBTPS (L/min)	12,0±2,0	12,1±2,1	12,6±1,9	11,7±3,8	13,8±5,1	14,3±5,7
VT (L/min)	0,52±0,13	0,59±0,09	0,59±0,12	0,58±0,22	0,63±0,19	0,67±0,23
VO_2/kg (mL/kg/min)	6,3±1,3	8,5±2,1	9,1±1,9	5,4±2,1	9,1±1,5	10,7±4,5
VO_2 (L/min)	0,41±0,11	0,57±0,11	0,61±0,08	0,40±0,10	0,72±0,30	0,78±0,30
QR	0,75±0,11	0,82±0,05	0,82±0,05	0,85±0,08	0,82±0,06	0,84±0,06
VCO_2 (L/min)	0,30±0,06	0,46±0,08	0,49±0,06	0,34±0,10	0,59±0,23	0,65±0,24
FeO_2 (%)	17,0±0,7	15,2±1,1	15,1±0,6	16,6±0,6	14,6±0,7	14,3±0,8
FeCO_2 (%)	3,1±0,5	4,8±0,9	4,8±0,5	3,7±0,4	5,3±0,6	5,7±0,6
TRUEO_2 (%)	4,1±0,9	5,8±1,2	5,9±0,6	4,4±0,6	6,5±0,8	6,8±0,8
ERO_2 (L)	32,0±5,5	22,6±5,5	21,1±2,0	28,6±4,4	19,3±2,7	18,4±2,2
ERCO_2 (L)	41,7±5,9	27,6±5,6	25,9±2,7	33,7±4,0	23,7±3,1	21,9±2,7
PETO_2 (mmHg)	105,5±6,4	88,7±8,5	86,9±5,7	104,2±3,5	83,2±4,8	82,8±5,1
PETCO_2 (mmHg)	32,2±3,5	50,6±6,2	52,4±5,7	37,6±1,9	54,1±4,0	55,0±5,1

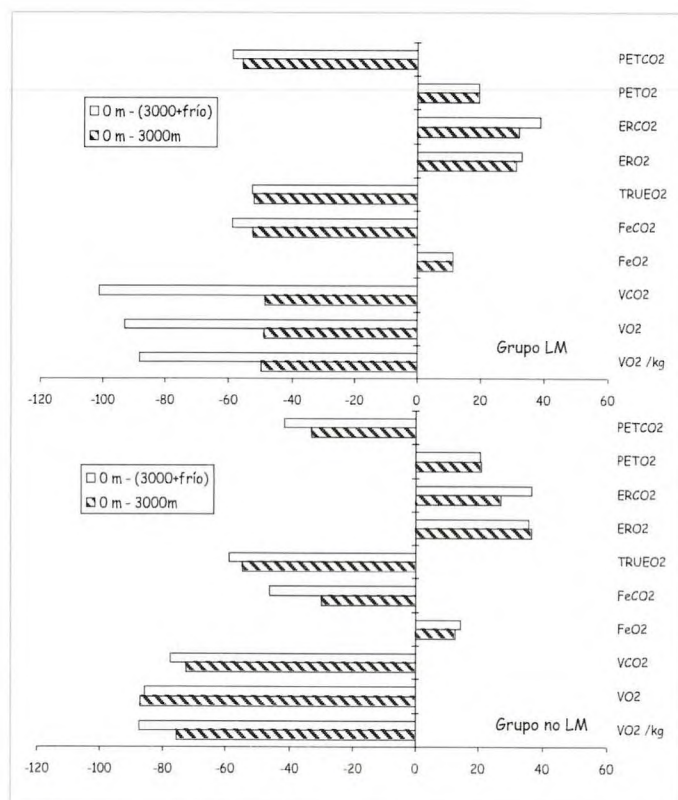


Fig. 1. Variables que ofrecieron diferencias estadísticas significativas respecto a los valores observados a nivel del mar (0 metros) para los dos grupos evaluados (grupo LM y control) en el reposo previo a la realización de la prueba de esfuerzo.

($p=0,001$), la $PETO_2$ ($p<0,001$) y la $PETCO_2$ ($p=0,001$) mostraron cambios estadísticamente significativos (Tabla 1).

En el mismo grupo control, comparando los valores observados en la prueba de altura simulada a 3.000 metros y un ambiente de temperatura controlada a 5 - 6° C con los observados en la realizada a nivel del mar se apreciaron cambios similares a los provocados con la exposición al ambiente simulado de 3.000 metros. Se observó un aumento significativo de los valores del VO_2 ($p=0,009$), del VO_2/kg ($p=0,007$) y del VCO_2 ($p=0,008$). Este aumento, sin embargo, tampoco se acompañó de modificaciones en el VE, la FR o el VT. Paralelamente, la FeO_2 ($p<0,001$), la $FeCO_2$ ($p<0,001$), el $TRUEO_2$ ($p<0,001$), el ERO_2 ($p<0,001$), el $ERCO_2$ ($p<0,001$), la $PETO_2$ ($p<0,001$) y la $PETCO_2$ ($p<0,001$) mostraron cambios estadísticamente significativos. Sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre los valores observados en la prueba a 3.000 metros y 3.000 metros con frío (Figura 1).

Los cambios ventilatorios en los valores máximos de las tres pruebas en el grupo LM, al comparar los valores observados en la prueba de altura simulada a 3.000 metros res-

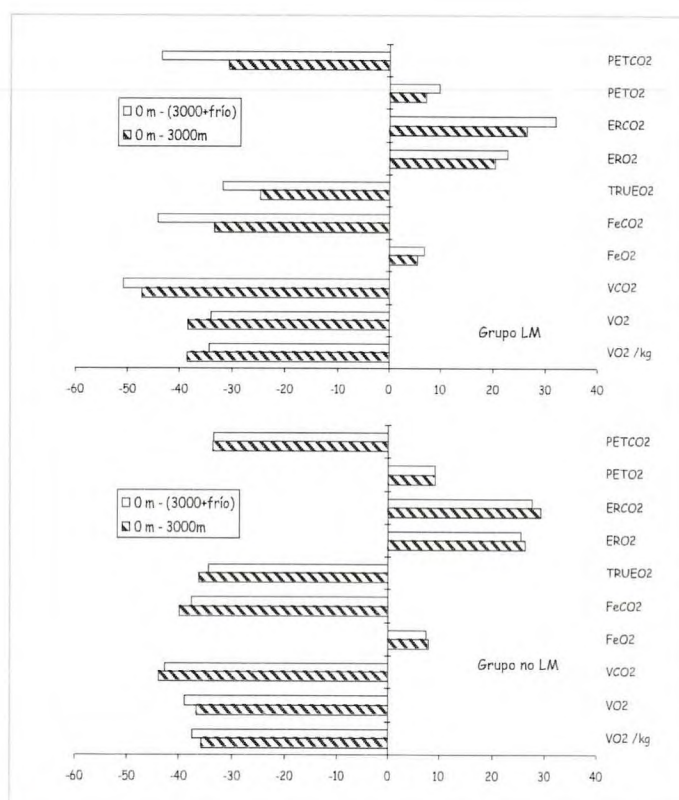


Fig. 2. Variables que ofrecieron diferencias estadísticas significativas respecto a los valores observados a nivel del mar (0 metros) para los dos grupos evaluados (grupo LM y control) en los valores máximos durante la realización de la prueba de esfuerzo.

pecto a la realizada a nivel del mar, se observó un aumento significativo de los valores del VO_2 ($p<0,001$), del VO_2/kg ($p<0,001$) y del VCO_2 ($p<0,001$) (Fig.2). Este aumento, sin embargo, no se acompañó de modificaciones en VE, la FR o VT. Paralelamente, la FeO_2 ($p=0,002$), la $FeCO_2$ ($p<0,001$), el $TRUEO_2$ ($p=0,004$), el ERO_2 ($p=0,006$), el $ERCO_2$ ($p=0,002$), la $PETO_2$ ($p<0,001$), el cociente respiratorio (QR) ($p=0,02$) y la $PETCO_2$ ($p=0,001$) mostraron cambios estadísticamente significativos (Tabla 2).

En el mismo grupo LM, al comparar los valores observados en la prueba de altura simulada a 3.000 metros y un ambiente de temperatura controlada a 5 - 6° C con los observados en la realizada a nivel del mar se apreciaron cambios similares a los provocados con la exposición al ambiente simulado de 3.000 metros. Se observó un aumento significativo de los valores del VO_2 ($p<0,001$), del VO_2/kg ($p<0,001$) y del VCO_2 del 50% ($p<0,001$). Este aumento, sin embargo, tampoco se acompañó de modificaciones en el VE, la FR o el VT. Paralelamente, la FeO_2 ($p=0,004$), la $FeCO_2$ ($p=0,002$), el $TRUEO_2$ ($p=0,008$), el ERO_2 ($p=0,01$), el $ERCO_2$ ($p=0,004$), la $PETO_2$ ($p=0,001$) y la $PETCO_2$

Tabla 2. Valores máximos de las variables ventilatorias en las tres situaciones evaluadas para los dos grupos estudiados (grupo LM y control) durante la prueba realizada.

Esfuerzo	Grupo LM			Grupo control		
	0 m	3.000 m	3.000 m y frío	0 m	3.000 m	3.000 m y frío
FR (resp/min)	43,3±17,9	42,3±18,6	42,4±16,7	34,1±8,1	36,2±11,6	35,9±10,0
VEBTPS (L/min)	62,4±24,6	65,2±24,9	70,4±27,2	72,1±27,9	70,8±30,2	69,6±21,7
VT (L/min)	1,36±0,31	1,43±0,27	1,44±0,26	1,91±0,57	1,83±0,68	1,70±0,52
VO ₂ /kg (mL/kg/min)	26,5±7,8	35,9±13,9	38,5±10,8	28,2±10,7	36,9±13,3	36,7±12,1
VO ₂ (L/min)	1,74±0,59	2,42±0,95	2,63±0,84	2,09±0,73	2,76±0,98	2,76±0,90
QR	1,07±0,08	1,10±0,17	1,12±0,05	1,08±0,06	1,11±0,09	1,12±0,10
VCO ₂ (L/min)	1,88±0,70	2,68±1,12	2,96±0,89	2,25±0,78	3,09±1,24	3,09±1,02
FeO ₂ (%)	17,4±0,5	16,2±0,6	16,4±0,7	17,2±0,3	15,8±0,5	15,9±0,4
FeCO ₂ (%)	3,7±0,7	5,0±0,5	5,3±0,7	3,9±0,3	5,4±0,4	5,4±0,5
TRUEO ₂ (%)	3,4±0,5	4,5±0,6	4,7±0,7	3,6±0,4	4,9±0,5	4,8±0,5
ERO ₂ (L)	35,8±5,4	27,0±3,5	26,3±4,0	34,2±3,1	25,1±2,7	25,5±2,6
ERCO ₂ (L)	33,6±5,9	24,6±2,5	23,3±3,2	31,7±2,8	22,6±1,4	22,8±2,6
PETO ₂ (mmHg)	114,7±4,6	104,4±5,0	102,7±7,3	111,2±5,0	100,2±5,2	100,4±3,8
PETCO ₂ (mmHg)	35,4±5,1	46,6±5,7	50,0±7,4	37,6±4,0	50,5±4,2	50,7±4,2

($p<0,001$) mostraron cambios estadísticamente significativos. Sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre los valores observados en la prueba a 3.000 metros y 3.000 metros con frío, excepto por una tendencia a una mayor PETCO₂ en los valores máximos observados en la prueba de 3.000 metros con frío ($p=0,04$) (Figura 2).

En el grupo control, al comparar los valores observados en la prueba de altura simulada a 3.000 metros respecto a la realizada a nivel del mar, se observó un aumento significativo de los valores del VO₂ ($p=0,01$), VO₂/kg ($p=0,01$) y del VCO₂ ($p=0,02$). Este aumento, sin embargo, no se acompañó de modificaciones en el VE, la FR o el VT. Paralelamente, la FeO₂ ($p<0,001$), la FeCO₂ ($p<0,001$), el TRUEO₂ ($p<0,001$), el ERO₂ ($p<0,001$), el ERCO₂ ($p<0,001$), la PETO₂ ($p<0,001$) y la PETCO₂ ($p<0,001$) mostraron cambios estadísticamente significativos (Tabla 2).

También en el grupo control, al comparar los valores observados en la prueba de altura simulada a 3.000 metros y un ambiente de temperatura controlada a 5 - 6° C con los observados en la realizada a nivel del mar se apreciaron cambios similares a los provocados con la exposición al ambiente simulado de 3.000 metros. Se observó un aumento significativo de los valores del VO₂ ($p=0,008$), del VO₂/kg ($p=0,007$) y del VCO₂ ($p=0,002$). Paralelamente, la FeO₂ ($p<0,001$), la FeCO₂ ($p<0,001$), el TRUEO₂ ($p<0,001$), el ERO₂ ($p<0,001$), el ERCO₂ ($p<0,001$), la PETO₂ ($p=0,001$) y la PETCO₂ ($p<0,001$) mostraron cambios

estadísticamente significativos. Sin observar diferencias entre los valores de la prueba a 3.000 metros y 3.000 metros con frío (Figura 2).

Discusión

En el presente estudio se ha observado un aumento en el consumo de oxígeno y la producción de CO₂ durante la exposición a un ambiente simulado de 3.000 m. de altura, a la temperatura ambiental y a la temperatura controlada de 5 - 6° C, tanto en reposo como en un esfuerzo máximo. El comportamiento de los dos grupos estudiados (LM y control) fue similar para estos cambios. Entre las limitaciones del estudio queremos reseñar que la evaluación se circunscribe a valores ventilatorios, por lo que no se han cuantificado cambios en otros aparatos o sistemas de nuestro organismo y, a pesar de que se intentó minimizar la variabilidad con muestras homogéneas, un experimento con una muestra superior podría añadir alguna diferencia.

En estudios previos se ha mostrado que los valores de VO₂ máximo resultaban ser menores en LM respecto al control [4][9][14][15], incluido un trabajo previo de nuestro grupo que ofrecía esas diferencias y las comenzaba a describir a partir del 50% de la carga máxima, tanto para el consumo de VO₂ como para la producción de VCO₂ [12]. En el presente estudio se puede observar esa cierta tendencia en los valores observados en la prueba a nivel del mar, pero no se aprecia cuando la prueba se desarrolla a 3.000 m. o a 3.000 m. con frío. La prueba realizada, con

ascenso de 10 w cada minuto, da unos ensayos con una duración de alrededor de 10 minutos, con un ascenso progresivo y rápido que podría disminuir esas diferencias observadas en otros trabajos. Por el contrario, esas posibles diferencias no se observan cuando la evaluación es en alguno de los dos ambientes controlados que se proponen en el presente estudio. Ello podría ser debido a la especificidad de las pruebas, permitiendo muy pocas contracciones musculares adicionales en el grupo control, o a que las pruebas sean máximas a nivel periférico, muscular, pero no a nivel cardiovascular, como sugieren los valores máximos alcanzados de QR, VO_2/kg , VE y la no diferente carga máxima alcanzada en las tres pruebas.

También se aprecia un importante aumento del consumo de O_2 y de la producción de CO_2 , tanto en reposo como en el esfuerzo máximo, sin que se aprecien modificaciones significativas en los valores de movilización global del volumen de aire, dado que no las hay para la VE, la FR o el VT. Esto hace que parámetros como el ERO_2 o el ERCO_2 sufran cambios importantes. Parece apreciarse una mejora en el aprovechamiento del aire respirado, siendo la mecánica ventilatoria más eficiente, quizás por un aumento del gasto cardiaco, que a esta altura podría ser capaz de compensar el menor contenido sanguíneo de O_2 .

Resulta difícil determinar la razón de este aumento en el consumo de O_2 para la misma carga. El hecho de que este cambio se observe ya en reposo hace pensar que se debe a un mayor trabajo de la musculatura ventilatoria para movilizar un determinado volumen de aire en un ambiente hipobárico, así como también al mayor trabajo cardiaco. Por lo tanto, este aumento del consumo de O_2 y de la producción de CO_2 se produciría en otros territorios que con las nuevas condiciones ambientales trabajan más y no sólo en los directamente implicados en el pedaleo con los brazos.

Las personas que practican deportes de invierno suelen vivir en alturas bajas y sólo cuando realizan la práctica deportiva suben y están sometidos a temperaturas como las propuestas en el estudio. Es por eso que no se valoran las posibles repercusiones a largo plazo y sí lo que ocurre como adaptación aguda ante una atmósfera hipóxica-hipobárica. En general, la respuesta ventilatoria a la hipoxia parece depender de los receptores periféricos al O_2 y, sobre todo, los del seno carotídeo. Estos quimiorreceptores se estimulan por la disminución de la presión parcial de oxígeno en sangre, induciendo la hiperventilación. Por lo tanto, esta respuesta se producirá cuando la presión arterial de oxígenos descende, aproximadamente, por debajo de los 60 mmHg. Esta hiperventilación conllevaría la disminución de la presión parcial para el CO_2 debida a la hiperven-

tilación. En nuestro experimento, en la monitorización durante el reposo previo a la prueba de esfuerzo no se observa un aumento de la ventilación, sin modificaciones en la frecuencia respiratoria ni en el volumen corriente, ocurriendo esto en ambos grupos. Al mismo tiempo, se observa una disminución de la PETO_2 que es significativa pero con valores superiores a los 80 mmHg, lo que justifica la falta de actividad de los receptores del seno carotídeo. Esto viene corroborado por el aumento, también significativo, de la PETCO_2 , que indica la no existencia de esa hiperventilación que hubiera provocado la disminución de la presión parcial de O_2 [16].

En los parámetros máximos analizados se observan cambios en el consumo de O_2 . Los aumentos superiores al 30% del consumo de O_2 no van acompañados de cambios parecidos en la ventilación, y todo ello para una carga similar o, incluso, ligeramente inferior en el caso del grupo LM. De nuevo, se observa un mejor aprovechamiento de los volúmenes de aire movilizados pero sin que parezca existir una disminución de la presión parcial de O_2 , dado que los valores de la PETO_2 son superiores a los observados durante el reposo.

Además, parece descartada la posibilidad de un *efecto Dempsey*, es decir, un intercambio gaseoso incompleto debido a la reducción del tiempo de circulación a través de los capilares pulmonares, que hubiera podido ser facilitado por el esfuerzo intenso y por haberlo desempeñado en un ambiente hipóxico-hipobárico. Vuelve a observarse una PETCO_2 más alta en el momento máximo del esfuerzo en las pruebas a 3.000 m. que la observada a nivel del mar, explicada por la inexistencia de la respuesta hiperventiladora.

Según Wasserman y col. [17], al realizarse una prueba de esfuerzo en cicloergómetro de brazos a una persona sana, sin entrenamiento específico de su tren superior, el VO_2 máximo alcanzado es entre el 50 al 70% del obtenido con un cicloergómetro de piernas. Pero, de acuerdo a los resultados observados en el presente estudio, habría que tener en cuenta las condiciones medioambientales y, de manera específica, la altura en la que se realice la exploración.

Al comparar los dos grupos estudiados no se constatan diferencias importantes en las adaptaciones observadas, por lo que parece que los LM no tendrían problemas añadidos por la lesión cuando se tienen que enfrentar a esfuerzos intensos en un medio como el estudiado en este protocolo.

La realización de un esfuerzo intenso produce importantes cambios ventilatorios, con necesidades de oxígeno superiores para una altura simulada de 3.000 metros. Estas diferencias son muy bien toleradas, no producen ninguna sintomatología diferente y no ofrecen diferencias depen-

dientes de la presencia de una lesión medular. Asimismo, la adición del frío al estímulo hipóxico también parece una sobrecarga asumible en las condiciones de este estudio. ■

Agradecimientos

El presente estudio fue financiado parcialmente por FUNDACIÓN MAPFRE mediante una ayuda de la Convocatoria de Ayudas a la Investigación 2010.

Agradecemos a todas las personas que tomaron parte en el presente estudio por su excelente colaboración y a Silvana Mestre, coordinadora de los deportes de invierno del Comité Paraolímpico Internacional, por su apoyo continuado durante el desarrollo del presente protocolo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jackson AB, Dijkers M, Devivo MJ, Poczatec RB. A demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: change and stability over 30 years. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85:1740-8.
2. Gerhart KA, Bergstrom E, Charlifue SW, Menter RR, Whiteneck GG. Long-term spinal cord injury: functional changes over time. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74:1030-4.
3. Campbell IG, Williams C, Lakomy HKA. Physiological responses of wheelchair athletes at percentages of tops speed. *Br J Sports Med* 1997; 31:36-40.
4. Keyser R, Rodgers M, Gardner E, Russell P. Oxygen uptake during peak graded exercise and single-stage fatigue tests of wheelchair propulsion in manual wheelchair users and the able-bodied. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80:1288-90.
5. Gass G, Camp E, Davis H, Eager D, Grout L. The effects of prolonged exercise on spinally injured subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1981; 13:277-83.
6. Jackson RW. Sports for spinal paralysed person. *Paraplegia* 1987; 25:301-4.
7. Jehl JL, Gandmontagne G, Eyssette M. Cardiac output during exercise in paraplegic subjects. *Eur J Appl Physiol* 1991; 62: 256-60.
8. Davis GM. Exercise capacity following spinal cord injury. Sydney: University of Sydney 1991; 179-92.
9. Hounker M, Schmid A, Sorichter S, Schmidt Trucksäb A, Mrosek P, Keul J. Cardiovascular differences between sedentary and wheelchair trained subjects with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30:609-13.
10. Burkett LN, Chisum J, Stone W, Fernhall B. Exercise capacity of untrained spinal cord injured individuals and the relationship of peak oxygen uptake to level of injury. *Paraplegia* 1990; 28:512-21.
11. Javierre C, Vidal J, Segura R, Lizarraga MA, Medina J, Ventura JL. The effect of supplementation with n-3 fatty acids on the physical performance in subjects with spinal cord injury. *J Physiol Biochem* 2006; 62:271-9.
12. Vidal J, Javierre C, Lizarraga A, Segura JR, Barbany R, Pérez A. Physiological adaptations to exercise in people with spinal cord injury. *J Physiol Biochem* 2003; 59:11-8.
13. Ditunno JF, Young W, Donovan WH, Greasy G. The international standards booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Paraplegia* 1994; 32: 70-80.
14. Hjeltnes N, Henriksson-Walberg H. Improved work capacity but unchanged peak oxygen uptake during primary rehabilitation in tetraplegic patients. *Spinal Cord* 1998; 36:691-8.
15. Secher NH, Ruberg Larsen N, Binhorst RA. Maximal oxygen uptake during arm cranking and combined arm plus leg exercise. *J Appl Physiol* 1974; 3:26-9.
16. Bisgard GE, Forster HV. Ventilatory responses to acute and chronic hypoxia. En: Fregly MJ, Blatteis CM, ed. *Handbook of Physiology. Environmental Physiology*. New York (NY): Oxford University Press, 1996: 1207-39.
17. Wasserman K. (ed.). *Principles of exercise testing & interpretation*. London Lippincott Williams & Wilkins 2000; 137: 153-5.

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.

Valoración del daño corporal en personas afectadas de secuelas neurológicas

Assessment of damage in affected persons with neurological sequelae

Peña-Pitarch E ¹, Tico-Falguera N ²

¹ Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (UPC), Manresa. Barcelona. España. ² Xarxa Assistencial Althaia, Manresa. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Mostrar un nuevo sistema para simular la recuperación inicial de las funciones de la extremidad superior los primeros días después del ictus y simular la recuperación funcional de los pacientes bajo los programas de rehabilitación.

Pacientes y metodología: Seleccionamos 29 pacientes en los primeros cuatro días después de padecer un ictus, valorados a los tres y siete días y uno, tres y seis meses, recogiendo tipo de ictus, clasificación (escala de Oxford), déficit neurológico (escala de NIHSS), medidas de discapacidad, valoración de la función motora de la extremidad superior (escala de Fugl-Meyer), tono muscular y balance muscular de la extremidad superior.

Resultados: Los pacientes que presentaron un tono muscular disminuido tuvieron más dificultad en mejorar el control motor de las articulaciones de la extremidad superior. Los pacientes TACI presentaron mayor déficit neurológico, mientras que los tipos de ictus POCI y LACI tenían una función motora mejor con mayor independencia para el desarrollo de sus actividades de la vida diaria.

Conclusión: La simulación virtual del brazo y la mano en pacientes afectados por un ictus proporciona a los médicos y fisioterapeutas una nueva herramienta que permite simular la evolución de los déficits en algunos pacientes.

Palabras clave:

Ictus, extremidad superior, simulación, recuperación.

Abstract

Objective: To show a new system in order to simulate the initial recovery of the functions of the upper extremity the first days after a stroke and to simulate the functional recovery of patients under the rehabilitation programs.

Patients and methods: We selected 29 patients in their first four days after suffering a stroke. They were evaluated at three and seven days as well as at one, three and six months, and data was collected on types of stroke classification (Oxford scale), neurological deficit (NIHSS scale), disability measures, assessment of motor function of the upper extremity (Fugl-Meyer scale), muscle tone and balance of the upper extremity.

Results: The patients with low muscle tone had a harder time improving Motor control of the upper extremity joints. TACI patients showed a higher neurological prevalence, whereas those patients with kind of strokes LACI and POCI had a better motor function more independently for the development of their activities of daily living.

Conclusion: The virtual simulation of arms and hands in patients with a stroke provides doctors and physiotherapists a new tool to simulate the evolution of deficits in some patients.

Key words:

Stroke, upper extremity, simulation, recovery.

Correspondencia

E Peña-Pitarch

Av. Bases de Manresa, 61-73. 08242 Manresa. Barcelona. España.

e-mail: esteban.pena@upc.edu

Introducción

El ictus es un síndrome caracterizado por una rápida presentación de signos de alteración focal o global de la función cerebral, con una duración superior a 24 horas o que causa la muerte, sin otra etiología aparente que la vascular [1]. El ictus es la segunda causa de muerte y la primera de discapacidad en los países occidentales y su importancia va creciendo a medida que la población va envejeciendo. Se estima que el 50% de los supervivientes a un ictus presenta algún tipo de déficit residual por el cual requerirá asistencia en las actividades de la vida diaria (AVD) [2].

Establecer un pronóstico funcional precoz en el paciente que ha sufrido un ictus permite no solo transmitir esta información al paciente y a sus familiares, sino también decidir correctamente el tipo de programa rehabilitador a seguir y estratificar grupos de pacientes con pronósticos homogéneos para facilitar la investigación. La mayoría de estudios sobre la evolución y pronóstico funcional de los pacientes que han sufrido un ictus están centrados en la evaluación de la recuperación global, que abarca sobre todo la marcha y la realización de las AVD.

El objetivo de nuestro estudio es mostrar un nuevo sistema para simular la recuperación inicial de las funciones de la extremidad superior los primeros días después del ictus y la recuperación funcional de los pacientes en los programas de rehabilitación.

Pacientes y metodología

Efectuamos un estudio longitudinal y prospectivo de pacientes ingresados en un servicio de neurología de un hospital de agudos por afectación de la movilidad de la extremidad superior (ES), secundaria a un ictus agudo. Los criterios de inclusión fueron pacientes afectados de paresia de la ES secundaria a ictus agudo de menos de cuatro días de evolución y mayores de 18 años de edad; sin historia previa de ictus o secuelas motoras por otras enfermedades neurológicas o osteoarticulares que pudieran justificar una discapacidad previa. Los criterios de exclusión fueron pacientes que fueran difíciles de localizar al alta hospitalaria para asegurar un correcto seguimiento o falta de consentimiento informado del paciente o cuidadores para participar en el estudio.

Se incluyeron 29 pacientes, de los cuales uno falleció al mes de haber sufrido el ictus. La edad media fue de 72 años, con una desviación típica de 12 años, siendo 10 mujeres y 19 hombres. El 86,2 % de los ictus fue isquémico y el resto hemorrágico, siendo la etiología más frecuente la aterotrombótica (79,3 %).

Las valoraciones se realizaron a los tres y siete días, uno, tres y seis meses del ictus agudo. En la valoración inicial se recogieron las variables de valor pronóstico funcional y demográfico: sexo, edad, tipo de ictus (isquémico o hemorrágico), la clasificación de Oxford [3] y la escala de NIHSS [4]. En esta primera valoración, y en las posteriores también, se recogieron las variables que medían la función motora en función a la discapacidad, con la escala del Índice de Barthel (IB) [5] y la escala de resultados de Rankin [6]. Para valorar el control motor de la ES se utilizó la escala de Fugl-Meyer (FM) [7]; también se valoró el tono muscular con la escala de Ashworth [8] y el balance muscular para cada articulación de la ES según la escala de graduación de la fuerza del Medical Research Council [9].

Simulación

Para la simulación de los diferentes estados de cada paciente se utilizó un modelo de mano con 25 grados de libertad (DOF), con el fin de aplicar tanto la cinemática directa como la inversa (Figura 1). Para el conjunto de miembro superior se empleó un modelo con 29 DOF con una implementación en modelo tridimensional (Figura 2).

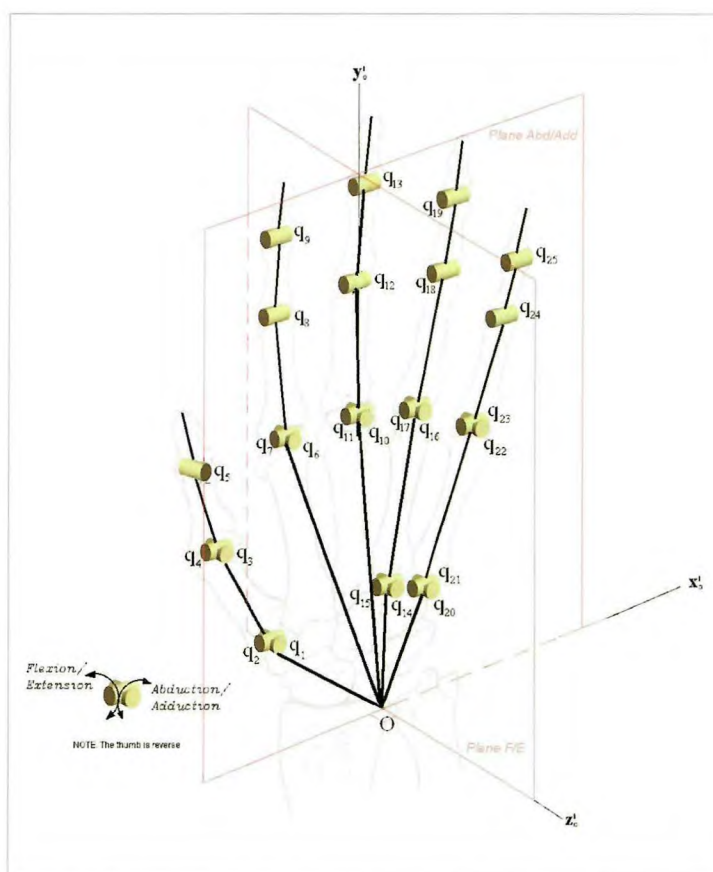


Fig. 1. Modelo con 25 DOF. Vista posterior de la mano derecha.

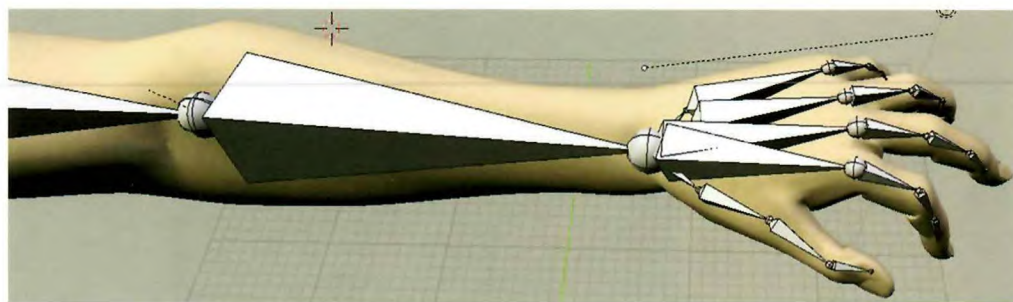


Fig. 2. Esquema modelo brazo y mano con 29 DOF. Mano izquierda.

La formulación matemática aplicada al modelo fue el vector posición, definido por $p(q^i)$ y con respecto al sistema de coordenadas locales [10]:

$$\begin{bmatrix} p(q^i) \\ 1 \end{bmatrix} = {}^0 A_1 A_2 \dots A_{n-1} A_n \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

donde $q^i = [q_1 \dots q_n]^T$ $i=I, II, III, IV, V$, siendo I el dedo gordo, II el índice, etc., con dos i para la muñeca y dos para el codo, donde n representa el máximo número de grados de libertad considerados, en este caso, como máximo $n=29$.

Para un sistema de coordenadas global situado en el hombro, el vector posición es:

$$\begin{bmatrix} w(q^i) \\ 1 \end{bmatrix} = [{}^0 H_i] \begin{bmatrix} p(q^i) \\ 1 \end{bmatrix}$$

La comparación del valor de las escalas neurológicas, variable cuantitativa con variables cualitativas se realizó mediante el test de ANOVA. El nivel de significación estadística fue $p < 0,05$. Para el análisis de los datos se utilizó el programa SPSS versión 18.

Resultados

Según la clasificación de Oxford, el tipo de ictus más frecuente en nuestra población fue el infarto lacunar (LACI) en el 51,72% de los casos, seguido del infarto parcial de la circulación anterior (PACI) en el 24,13% de la muestra, el infarto total de la circulación anterior (TACI) en el 13,80% y el infarto de la circulación posterior (POCI) en el 10,35%.

Los pacientes que presentaron un tono muscular disminuido tuvieron más dificultad para mejorar el control motor de las articulaciones de la ES.

Las siguientes figuras muestran la simulación obtenida con el modelo propuesto y los datos obtenidos de las tablas de valoración (Figuras 3 y 6).



Fig. 3. Paciente en un control a los tres meses, con buena evolución. Escala Fugl-Meyer de 56.



Fig. 4. El mismo paciente mostrando más exactitud de agarre cuando no requiere tanta garra fina.



Fig. 7. Paciente que no presenta ninguna evolución, no tiene control motor voluntario. Fugl-Meyer inicial y final de 4.

La escala de Fugl-Meyer da una valoración del control motor de la extremidad superior, con un valor inferior de 0 indicando un nulo control motor y un valor superior de 66 indicando un control motor normal para la extremidad superior. La Figura 7 muestra una paciente que no ha presentado una buena evolución motora de su extremidad superior.

La simulación de dos pacientes sin pérdida de generalidad pudo extenderse a cada uno de los otros pacientes (Figura 5) (Figura 6). Los pacientes afectados de TACI obtuvieron una puntuación más alta en la escala de NIHSS y más baja en la escala FM y en el IB con respecto a los otros tipos de ictus. Es decir, los TACI presentaron un mayor déficit neurológico, es decir, un ictus más grave, mientras que los tipos de ictus POCI y LACI tuvieron mejor función motora y una independencia más elevada para el desarrollo de sus AVD (Figura 8) (Figura 9) (Figura 10).

I Discusión

Los diferentes tipos de déficits y secuelas en las extremidades superiores que afectan a las AVD, en pacientes que han sufrido un ictus, se han analizado desde un punto de vista clínico subjetivo a partir de valoraciones clínicas y funcionales. El pronóstico de recuperación del paciente depende de muchos factores, entre ellos el programa de rehabilitación individualizado que se le establece y la propia colaboración del paciente, sin que él pueda conocer objetivamente el resultado de esta rehabilitación.

Diferentes estudios evidencian que el pronóstico funcional de la extremidad superior depende básicamente de la aparición del control motor en dicha extremidad y del balance muscular a nivel de hombro, y sobre todo en mano, valorados en los primeros días después del ictus [11-13]. Se

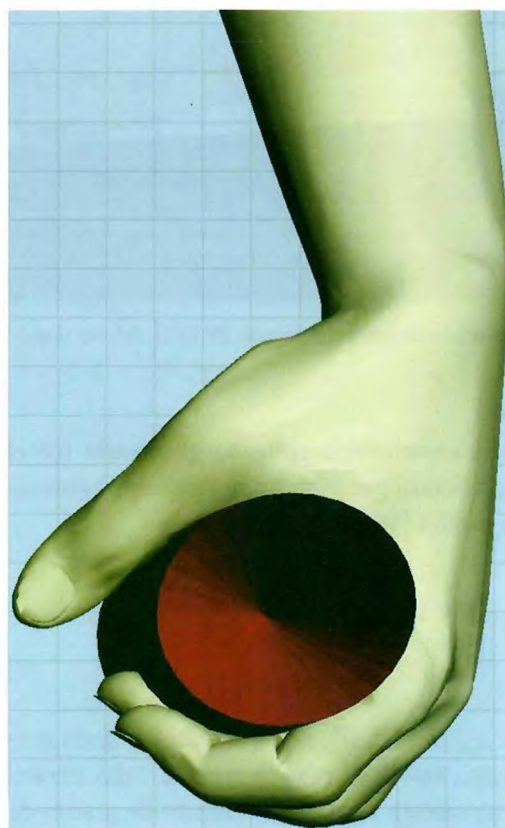


Fig. 5. Simulación de la mano mostrada en la figura 3.

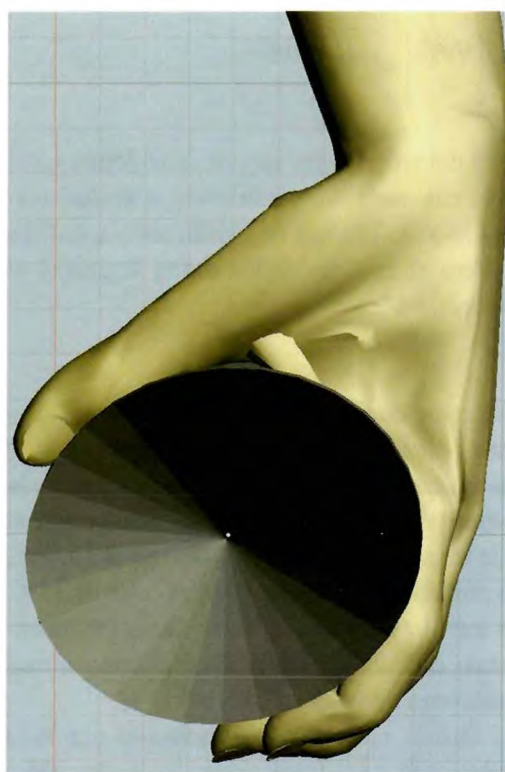


Fig. 6. Simulación de la mano mostrada en la figura 4.

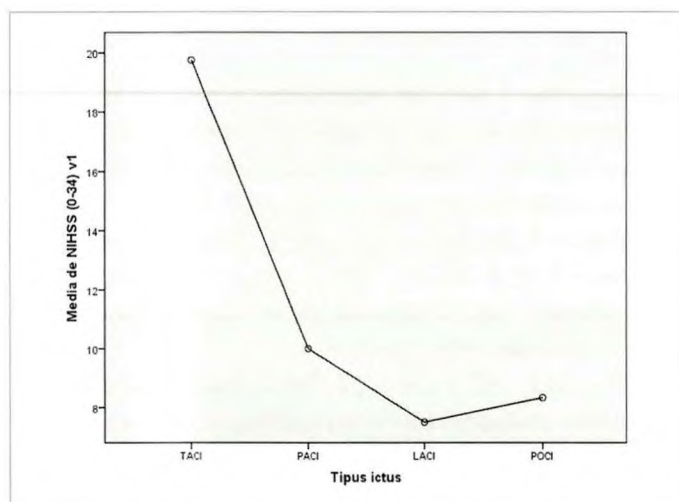


Fig. 8. Gráfico de las medidas de NIHSS vs tipo de ictus.

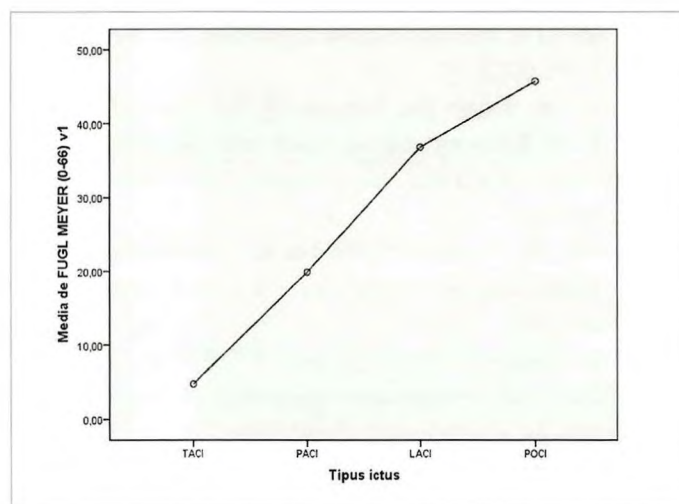


Fig. 9. Gráfico de las medidas de Fugl-Meyer vs tipo de ictus.

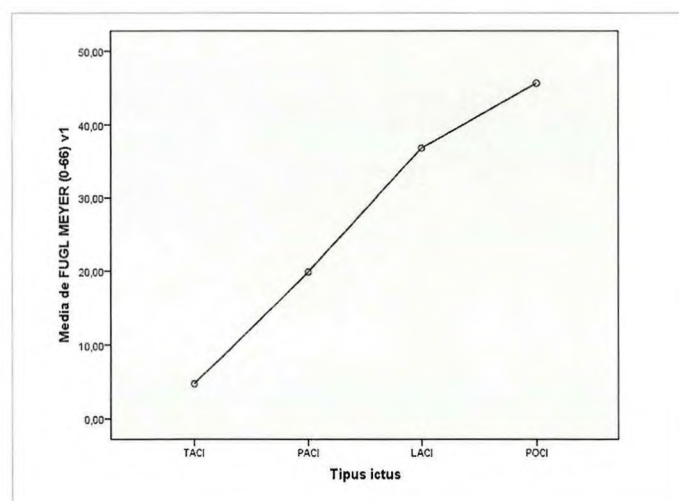


Fig. 10. Gráfico de las medidas de índice de Barthel vs tipo de ictus.

ha utilizado el diagnóstico por la imagen [14][15] y los potenciales evocados motores para predecir un pronóstico de la función de la ES [16][17], pero no se utilizan habitualmente en la clínica. También se han incorporado los análisis cinéticos y cinemáticos como soporte y complemento de las valoraciones clínicas [18][19].

La simulación del cuerpo humano [20][21] puede ser otra herramienta de interés todavía poco empleada. Estas simulaciones sirven para establecer un pronóstico funcional en los primeros días de ingreso y para confeccionar programas de rehabilitación personalizados, además de para diseñar herramientas y utensilios que aumenten la independencia de estos pacientes.

Con este trabajo se pretende crear unas herramientas de simulación específicas para este tipo de personas. La simulación de personas afectadas de secuelas neurológicas no es un problema trivial, puesto que cada paciente presenta una afectación diferente, con unos patrones de recuperación marcados por la lesión neurológica y unos factores clínicos predictivos valorados de forma subjetiva con unas escalas de valoración clínica; también intervienen los ángulos máximos y mínimos, que dependen en gran parte de las escalas de valoraciones clínicas antes mencionadas. Por otro lado, la simulación de estas personas afectas de déficits neurológicos abre un nuevo mundo de posibilidades para la simulación. Aunque el problema de simulación del agarre en personas sanas en la comunidad dedicada a dicha simulación está muy avanzado, que no resuelto, no debemos olvidar que existe un abanico de diferentes patologías.

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios, pero todavía queda mucho trabajo por hacer, como es la introducción de la musculatura en el modelo y cómo relacionar esta con las diferentes tablas de valoración clínica. Otro trabajo interesante, bajo el humilde punto de vista de los autores, lo constituye la posibilidad de ofrecer a los médicos unas tablas de valoración del daño corporal que sean del todo objetivas. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud, 2007 (Internet). (acceso 10 septiembre 2007). The Atlas of disease cardiovascular and stroke. <http://who.int/home-page/index.es.shtml>.
2. Wofe CD. The impact of stroke. Br Med Bull 2000; 56:275-86.
3. Bamford J, Sandercock P, Dennis M, Burn J, Warlow C. Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarction. Lancet 1991; 337:1521-6.

4. Goldstein LB, Bertels C, Davis JN. Interrater reliability of the NIH stroke scale. *Arch Neurol* 1989; 46:660-2.
5. Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J* 1965; 14:61-5.
6. Wolfe CD, Taub NA, Woodrow EJ, Burney PG. Assessment of scales of disability and handicap for stroke patients. *Stroke* 1991; 22:1242-4.
7. Fugl-Meyer AR, Jaasko L, Leyman I, Olsson S, Stegling S. The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med* 1975; 7:13-31.
8. Ashworth B, Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67:206-7.
9. Medical Research Council. Aids to examination of the peripheral nervous system. London: HMSO. 1976.
10. Peña-Pitarch E, Yang J, Abdel-Malek K. SANTOSTM Hand: A 25 degree-of-freedom model. SAE International, DHM. Iowa City June 2005; p.1-7.
11. Kwakkel G, Kollen B. Predicting improvement in the upper paretic limb after stroke: a longitudinal prospective study. *Restor Neurol Neurosci* 2007; 25:453-60.
12. Mirbagheri MM, Rymer W. Time-course of changes in arm impairment after stroke: variables predicting motor recovery over 12 months. *Arch Phys Med Rehabil*; 2008; 89:1507-13.
13. Nijland RH, Van Wegen EE, Harmeling-Van der Wel BC, Kwakkel G, EPOS Investigators. Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery: early prediction of functional outcome after stroke: the EPOS cohort study. *Stroke* 2010; 41:745-50.
14. Binkofski F, Seitz RJ, Hacklander T, Pawelec D, Mau J, Freund HJ. Recovery of motor functions following hemiparetic stroke: a clinical and magnetic resonance-morphometric study. *Cerebrovasc Dis* 2001; 11:273-81.
15. Pineiro R, Pendlebury ST, Smith S, Flitney D, Blamire AM, Styles P, *et al.* Relating MRI changes to motor deficit after ischemic stroke by segmentation of functional motor pathways. *Stroke* 2001; 31:672-9.
16. Hendricks HT, Pasman JW, Van Limbeek J, Zwartz MJ. Motor evoked potentials in predicting recovery from upper extremity paralysis after acute stroke. *Cerebrovasc Dis* 2003; 16:265-71.
17. Nascimbeni A, Gaffuri A, Imazio P. Motor evoked potentials: prognostic value in motor recovery after stroke. *Funct Neurol* 2006; 21:199-203.
18. Castiello U. The neuroscience of grasping. *Nat Rev Neurosci* 2005; 6:726-36.
19. Lang CE, Wagner JM, Edwards DF, Sahrman SA, Dromerick AW. Recovery of grasp versus reach in people with hemiparesis poststroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2006; 20:444-54.
20. Badler NI, Phillips CB, Webber BL. Simulating humans: computer graphics, animation, and control. Oxford Univ. Press. 1993.
21. Abdel-Malek K, Yang J, Marler RT, Beck S, Mathai A, Zhou S *et al.* Towards a new generation of virtual humans: Santos. *Int J Human Fact Model Simul* 2006; 1:2-39.

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.

Valoración del daño cerebral tras la administración de surfactante

Brain damage assesment after surfactant administration

Murgia X¹, Rey Santano C¹, Ruiz del Yerro E¹, Mielgo V¹, Andrés L², Valls i Soler A³

¹ Unidad de Investigación en Neonatología. ² Departamento de Anatomía Patológica. ³ Unidad Neonatal, Hospital Universitario de Cruces, Bilbao. España.

Resumen

Objetivo: La terapia de reemplazo de surfactante se asocia frecuentemente a fluctuaciones del flujo sanguíneo cerebral (FSC). Presentamos la administración de surfactante nebulizado para evitar las fluctuaciones del FSC.

Métodos: El estudio se llevó a cabo en muestras cerebrales (congeladas y fijadas) de corderos prematuros que recibieron surfactante instilado (SFinstil, administración clásica) o surfactante nebulizado (SFneb). Se analizaron el FSC regional, la actividad de las enzimas antioxidantes, el Factor de Necrosis Tumoral (TNF α) y el número de células apoptóticas (TUNEL). También se realizó una valoración semi-cuantitativa del daño cerebral por un anatómo-patólogo. Se analizaron zonas corticales (corteza frontal y occipital), zonas internas (tálamo, estriado e hipocampo), el cerebelo y el bulbo cefalorraquídeo.

Resultados: La administración de surfactante nebulizado produjo una respuesta hemodinámica cerebral diferente a la instilación intratraqueal, especialmente en las zonas internas donde a los cinco minutos el FSC registrado resultó ser significativamente superior en el grupo SFinstil. No se registraron diferencias significativas en la actividad de las enzimas antioxidantes. El porcentaje de células positivas para TNF α y el número de células TUNEL positivas en las zonas internas fue significativamente superior en el grupo SFinstil ($p < 0.05$). La valoración histológica determinó un mayor grado de necrosis neuronal ($p < 0.05$) en el tálamo en el grupo SFinstil.

Conclusión: La administración de surfactante en forma de aerosol debería tenerse en cuenta como una alternativa menos agresiva a la instilación intratraqueal.

Palabras clave:

Prematuridad, surfactante, nebulización, flujo cerebral.

Abstract

Objective: Surfactant replacement therapy has been associated with cerebral blood flow (CBF) fluctuations. We propose the administration of aerosolized surfactant to prevent those fluctuations.

Methods: Brain samples (frozen and paraffin-fixed) of preterm lambs received instilled surfactant (SFinstil, common administration) or aerosolized surfactant (SFneb). Regional CBF, the activity of antioxidant enzymes, the number of TNF α positive cells and the number of apoptotic cells (TUNEL) were determined. In addition, a semi-quantitative histological evaluation was performed by an expert pathologist. Cortical zones (frontal and occipital), inner zones (thalamus, striatum and hippocampus), cerebellum and the brain stem were analyzed.

Results: Surfactant delivered as an aerosol produced a different cerebral hemodynamic response than surfactant instillation, especially towards the inner zones, where already five minutes after the start of the therapy the regional CBF was significantly higher in the SFinstil group. There were no differences between groups in the activity of antioxidant enzymes. The percentage of TNF α positive cells and the number of TUNEL positive cells in the inner zones was significantly higher in the SFinstil group. The histological score also showed a significantly higher necrosis in the SFinstil group compared to the SFneb group.

Conclusion: Surfactant delivered as an aerosol should be considered as a less harmful method of surfactant administration.

Key words:

Prematurity, surfactant, nebulization, cerebral fluctuations.

Correspondencia

X Murgia
Hospital Universitario de Cruces (Edif. Anat. Patol 2ª)
Plaza de Cruces s/n. 48903 Barakaldo. Vizcaya. España.
e-mail: xabier.murgiaesteve@osakidetza.net

Introducción

El surfactante pulmonar es una sustancia compuesta por lípidos y proteínas que recubre la superficie alveolar. En condiciones normales actúa sobre la interfaz aire-agua que se genera en los alveolos, ya que, por sus propiedades tensioactivas, reduce la tensión superficial al final de la espiración evitando el colapso pulmonar. En el humano su síntesis comienza en el último tercio de la gestación y, por lo tanto, la mayoría de los bebés prematuros, especialmente los de menor edad gestacional (menos de 30 semanas), no disponen de un reservorio de surfactante necesario para respirar por sí mismos y, en un buen número de ellos, se diagnostica el síndrome de distrés respiratorio (SDR).

A los bebés con el SDR establecido o con sospecha de desarrollarlo se les aplica, mediante instilación intratraqueal, surfactante natural exógeno, es decir, surfactante natural extraído de otros mamíferos a través del tubo endotraqueal. Esta terapia revolucionó el manejo clínico del SDR [1] dotando a los neonatólogos de una herramienta esencial para tratar esta patología. Sin embargo, desde su aprobación para uso clínico, la terapia de reemplazo de surfactante permanece, aún hoy, como un área de investigación muy activa.

Si bien es cierto que los ensayos clínicos demuestran que el surfactante exógeno mejora el intercambio gaseoso (O_2 y CO_2), disminuye la incidencia de neumotórax y reduce la mortalidad [2], también deben tenerse en consideración algunos de los aspectos negativos. En primer lugar, para la administración de surfactante es preceptiva la entubación del bebé, que en sí misma es una maniobra compleja que cada vez tiende más a evitarse en la medida de lo posible. Además, para lograr una mejor distribución y, por lo tanto, una mayor respuesta terapéutica, la dosis completa de surfactante (200 mg/Kg) debe instilarse de forma rápida, en menos de un minuto [3], y se han descrito episodios transitorios de hipoxia, desaturación e hipercapnia [4][5] debidos a la obstrucción del tubo endotraqueal o de las vías aéreas superiores inmediatamente tras la instilación. Además, derivados de estos efectos se han visto casos de hipotensión, anomalías en el electroencefalograma y fluctuaciones del flujo sanguíneo cerebral (FSC) [4] que deben tenerse muy en cuenta debido a que la frágil vasculatura de los bebés prematuros los predispone a sufrir daño cerebral, dejando, en muchas ocasiones, secuelas permanentes [6].

En un intento por reducir los efectos deletéreos de la terapia con surfactante, se han realizado diferentes iniciativas para administrar el surfactante de una forma más gradual. No obstante, tanto la infusión lenta y controlada por bomba [7], como la instilación de surfactante en dosis fraccio-

nadas [8] han fracasado como alternativas. El surfactante nebulizado es una forma de administración prometedora para el tratamiento del SDR [9] y podría evitar tanto la entubación de los bebés como la obstrucción de las vías aéreas y, por consiguiente, las fluctuaciones del FSC. Partiendo de muestras cerebrales de corderos prematuros, obtenidas en un estudio previo, hemos diseñado el presente experimento para evaluar el daño cerebral tras la administración de surfactante tanto de forma tradicional (instilado) como de forma nebulizada.

Material y métodos

Las muestras cerebrales utilizadas en este estudio derivan de experimentos in vivo llevados a cabo en corderos prematuros en la Unidad de Investigación del Hospital Universitario de Cruces en el periodo comprendido entre 2007 y 2010. Los experimentos llevados a cabo en animales cumplieron estrictamente la legislación vigente en lo que respecta a la investigación con animales (RD1201/2005).

Los corderos prematuros fueron extraídos mediante cesárea y trasladados a la unidad neonatal experimental, donde después de la resucitación cardiopulmonar fueron aleatoriamente incluidos en uno de los dos grupos de estudio [10]. Al igual que en los experimentos in vivo, las muestras obtenidas y analizadas en este estudio están divididas en dos grupos. Por un lado, el grupo de muestras SF instilado (SF instil) ($n=7$), compuesto por muestras de cerebro de corderos prematuros congeladas y fijadas que recibieron como tratamiento surfactante de forma clásica, es decir, instilación endotraqueal. Y por otro, el grupo compuesto por muestras SF nebulizadas (SF neb) ($n=7$) con muestras de cerebro de corderos prematuros congeladas y fijadas que recibieron como tratamiento SF intratraqueal nebulizado [11].

Utilizamos muestras congeladas a $-80^{\circ}C$ para la determinación de estrés oxidativo e inflamación, muestras fijadas en formol para la determinación del FSC regional (FSCr) y muestras fijadas en bloques de parafina para la valoración anatómico-patológica y la determinación de la muerte celular (TUNEL). Se analizaron diferentes zonas corticales (corteza frontal y occipital), zonas internas (tálamo, estriado e hipocampo), cerebelo y bulbo céfalo-raquídeo.

Determinación del FSCr mediante la técnica de las microesferas coloreadas

Para la determinación del FSCr se emplearon microesferas de $15\ \mu m$ de diámetro de poliestireno coloreadas (Dye Track®, Triton Tech. Inc, San Diego, EEUU) [12][13], que fueron inyectadas en cuatro tiempos diferentes a través de

la arteria subclavia, cinco minutos después del inicio de la terapia, instilación o nebulización, y tras una hora, tres horas y seis horas después del inicio de la terapia. La infusión de 1 mL de microesferas (3×10^6 microesferas inyectadas) se realizó durante aproximadamente 60 segundos. De forma simultánea se realizó la medición del flujo de la arteria carótida (flujo de referencia). Debido a su tamaño ($15 \mu\text{m}$), las microesferas quedaron atrapadas en la microvasculatura cerebral. Este hecho permite recuperarlas *post mortem*, pudiendo así determinar el FSCr en los diferentes tiempos de inyección. Para ello, cada pieza fue pesada y disgregada con KOH 4M. Las microesferas presentes en la muestra disgregada fueron recuperadas usando filtros de $10 \mu\text{m}$ de poro mediante filtración por vacío. La determinación de la concentración de cada uno de los cuatro tipos de microesferas coloreadas introducidos en los diferentes intervalos se realizó mediante espectrofotometría (Hewlett-Packard, CA, EEUU) a cuatro longitudes de onda ($\lambda_{\text{blanco}} = 370 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{amarillo}} = 448 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{rojo}} = 530 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{azul}} = 672 \text{ nm}$). Según la ley de Lambert-Beer, el valor de la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de microesferas presentes en cada muestra. Conociendo el número de microesferas recibidas por todo el cerebro (suma de las microesferas en todas las regiones), se calculó el porcentaje recibido por cada una de las regiones:

$\% \text{ recibido} = \text{número microesferas región} \times 100 / \text{número microesferas totales en cerebro}$

Finalmente, para la determinación del flujo recibido en cada una de las regiones, se tiene en consideración el flujo de referencia, que fue tomado en el momento exacto de la inyección de las microesferas y el peso de cada región a estudiar:

$\text{FSCr (mL} \cdot 100\text{g}^{-1} \cdot \text{min)} = \% \text{ recibido} \times \text{Q}_{\text{car}} \text{ (mL} \cdot \text{min}^{-1}) / \text{peso (g)}$

Determinación de TNF- α mediante citometría de flujo

Partiendo de tejido cerebral congelado, las muestras fueron sometidas a una descongelación gradual con el fin de preservar la integridad celular. Los tejidos fueron sometidos a dos ciclos de incubación con tripsina, seguidos por una disgregación mecánica suave con pipetas Pasteur preparadas para ello. Posteriormente, se efectuó la centrifugación a 1.500 g durante 10 minutos, a 4°C , de la que se descartó el sobrenadante. Los *pellets* celulares fueron re-suspendidos en alcohol frío al 60% para su posterior análisis.

Para el inmunoensayo se tomaron $300 \mu\text{l}$ del disgregado celular de cada región. Tras lavarlo con PBS y permeabilizarlo con PBS-tritón, la suspensión celular se incubó durante la noche con anti-TNF α específico ovino a una dilución

1/20 (AbD serotec, MorphoSys, EEUU). El revelado se llevó a cabo incubando la suspensión celular durante una hora con un anticuerpo secundario fluorescente recomendado por el fabricante del anticuerpo primario en una dilución de 1/200 (Alexa Fluor, AbD serotec MorphoSys, EEUU). En total fueron analizadas 10.000 células de cada región cerebral con el citómetro de flujo (Cytomics FC 5000 MCL, Beckman Coulter, EEUU).

Valoración del estrés oxidativo cerebral a través de la actividad de las enzimas antioxidantes

Para determinar la actividad de las enzimas antioxidantes se realizó una homogenización agresiva (ruptura celular completa) del tejido cerebral en solución de *buffer* fosfato. Tras la homogenización, se centrifugaron las muestras a 15.000 g , durante 10 min en frío, y se recogieron los sobrenadantes para su análisis. La actividad de la catalasa se midió determinando la descomposición de H_2O_2 con el espectrofotómetro a 240 nm , teniendo en cuenta que se define como unidad de enzima (U) de catalasa a la cantidad de enzima que reacciona con $1 \mu\text{mol}$ de $\text{H}_2\text{O}_2/\text{min}$. Para ello, se realizó un ensayo en el que a 3 ml de tampón fosfato (con H_2O_2 al 30% v/w) se le añadieron $50 \mu\text{L}$ de la muestra problema (sobrenadante). Posteriormente, se midió durante dos minutos el incremento de la densidad óptica a 240 nm . De la misma forma, se llevaron a cabo ensayos de la actividad de la glutathion peroxidasa (GPx) midiendo la reducción de H_2O_2 a H_2O por la GPx. Una unidad (U) de GPx se define como la cantidad de NADPH oxidado/min. Además, también se midió la actividad de la superóxido dismutasa (SOD) mediante un *kit* comercial (Cayman Chemical Company, Ann Arbor, EEUU). Una unidad (U) de SOD se define como la cantidad de enzima necesaria para conseguir la dismutación del 50% del radical superóxido.

Por último, se determinó el DNA en los sobrenadantes mediante una técnica fluorimétrica basada en la intercalación de un fluoróforo (Hoechst 33342) en la doble hebra del DNA. Los resultados de las enzimas antioxidantes se presentan como U/ μg de DNA.

Estudio histológico

Las muestras, divididas en las siete regiones previamente mencionadas, fueron deshidratadas, aclaradas e incluidas en parafina de forma automatizada (Citadel, Thermo scientific, MA, EEUU), y posteriormente se llevaron a cabo cortes de $5 \mu\text{m}$ de grosor en el micrótom (Thermo Fisher Scientific, Walldorf, Alemania) sobre portaobjetos previamente tratados con polilisina.

Marcado de células apoptóticas (TUNEL)

La valoración de la apoptosis se llevó a cabo mediante un *kit* comercial ApopTag (Intergene, NY, USA) por el método de marcaje in situ del DNA fragmentado o técnica de TUNEL (*TdT-mediated dUTP nick end labelling*), que tiene su fundamento en la detección de la rotura del DNA internucleosomal, típica de la apoptosis. Las secciones de 5 µm de parafina fueron desparafinadas en xilol, hidratadas mediante concentraciones decrecientes de alcohol etílico (100%, 96%, 70%) y posteriormente pretratadas con 20 µg/mL de proteinasa K durante 30 minutos, a 37°C. La actividad de la peroxidasa endógena fue bloqueada incubando los bloques en H₂O₂ al 3% durante 15 minutos. Después de lavar con PBS y *buffer* de equilibrio, las secciones fueron incubadas con desoxi-transferasa terminal (TdT) a 37°C en cámara húmeda durante una hora. La reacción fue detenida mediante *stop buffer* durante 10 minutos. Después de varios lavados con PBS, la reacción fue revelada con diaminobenzidina (DAB, 10 mg/mL). Finalmente, las secciones fueron contrateñidas con verde de metilo y deshidratadas en etanol a concentraciones crecientes y citrosol, antes de ser montadas con medio de montaje.

La presencia de células apoptóticas se determinó teniendo en cuenta, además de la positividad, las características morfológicas típicas de la apoptosis. Se contaron todos los campos consecutivos en el microscopio (Olympus BX50) y el número total de células TUNEL positivas de cada espécimen. La cantidad de apoptosis se expresa como el número de células TUNEL+/mm².

Valoración histológica del daño cerebral

Secciones cerebrales de 5 µm de grosor montadas sobre portaobjetos fueron sometidas a una tinción de rutina con hematoxilina-eosina. Posteriormente, un patólogo experto no familiarizado con el diseño experimental valoró el daño cerebral observado en 20 campos a 20x utilizando los siguientes parámetros: necrosis neuronal (presencia de más de cinco células necróticas por campo) 0-20, edema (vacuolización del neuropilo) 0-3, inflamación (manguitos perivasculares inflamatorios) 0-3, hemorragia (microfocos hemorrágicos) 0-3 e infarto (presencia-ausencia) 0 o 1.

Análisis estadístico

En todas y cada una de las técnicas llevadas a cabo en el presente estudio, los resultados obtenidos se han analizado en primera instancia con las diferentes regiones cerebrales agrupadas en zonas corticales (corteza frontal y occipital), zonas internas (tálamo, estriado e hipocampo) y cerebelo y bulbo. Además, todas estas regiones se han analizado tam-

bién estadísticamente de forma individual. Todas las variables están representadas como la media ± desviación estándar. La comparación entre los grupos se realizó por medio de un análisis unifactorial de la varianza (ANOVA) con la corrección de Bonferroni-Dunn.

Resultados

Determinación del FSCr

La administración de surfactante en forma de aerosol produjo una respuesta hemodinámica cerebral diferente a la instilación intratraqueal. Cinco minutos después de iniciar la terapia con surfactante, e independientemente de la región analizada, los animales tratados con surfactante instilado mostraban un mayor FSC que los tratados con SF nebulizado (Figura 1). Aunque no se registraron diferencias significativas en términos de FSC en las zonas corticales, si se observaron diferencias significativas en el cerebelo y bulbo cefalorraquídeo a los 180 y 360 minutos, y en las zonas internas a los cinco minutos y a los 180 minutos. En todos estos casos, el FSC registrado fue significativamente mayor en el grupo de surfactante instilado.

En lo que a las zonas internas se refiere, la instilación de surfactante produjo un aumento significativo del FSC en el tálamo y en el hipocampo en comparación con el grupo tratado con surfactante nebulizado, incluso tan pronto como cinco minutos después de haber iniciado ambas terapias. Además, también se hallaron diferencias significativas en el tálamo a los 180 minutos y en el hipocampo a los 360 minutos.

Determinación de TNF-α mediante citometría de flujo

En relación a los datos de TNFα, éstos se presentan, por un lado, como el porcentaje de células que han demostrado positividad para el anticuerpo en el inmunoensayo, y por otro, como la mediana de intensidad de fluorescencia. Para valorar la intensidad de fluorescencia se ha optado por la mediana de intensidad ya que presenta la ventaja de no estar afectada por los valores de intensidad extremos, que son frecuentes en citometría de flujo.

En lo que al número de células positivas para TNFα se refiere, no se registraron diferencias significativas ni en las zonas corticales, ni en el cerebelo-bulbo (Figura 2) entre los grupos estudiados. Por el contrario, el número de células positivas para TNFα registradas en el grupo tratado con surfactante instilado resultó ser significativamente superior a las observadas en los animales tratados con surfactante nebulizado. En conjunto, no se observaron diferencias significativas en las zonas corticales, ni en las

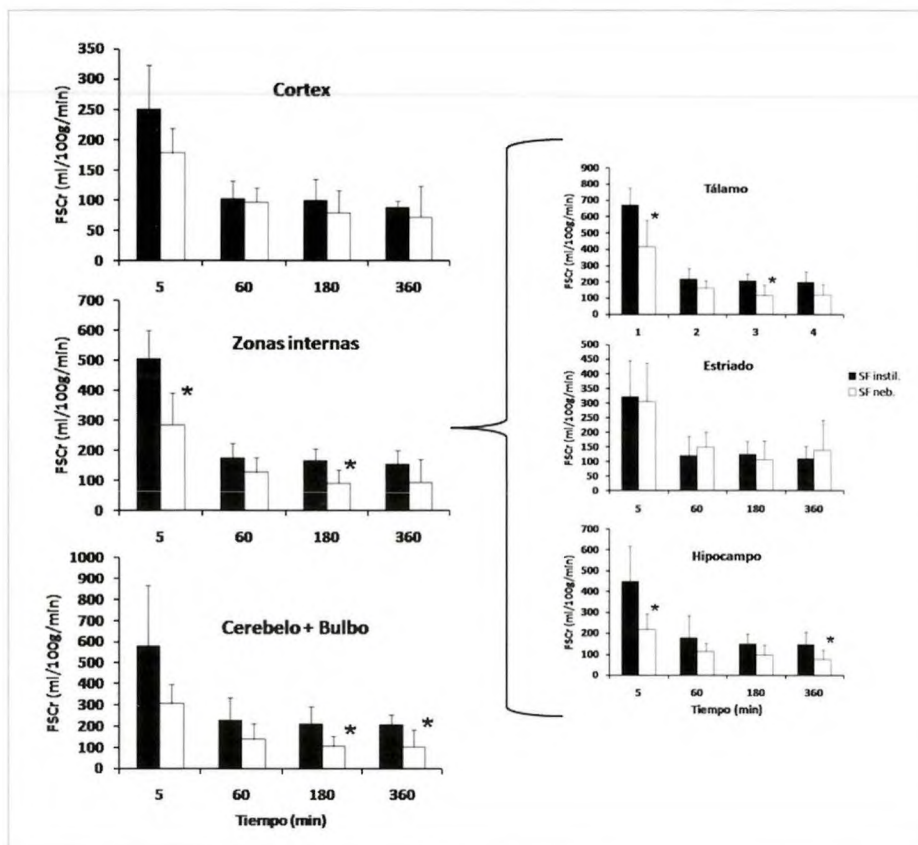


Fig. 1. Evolución del flujo sanguíneo cerebral (FSC) tras la administración de surfactante de forma instilada (SF instil, barras negras) o nebulizada (SF neb, barras blancas) a los 5, 60, 180 y 360 min después de haber iniciado la terapia con surfactante. A la izquierda, la distribución del FSC en las zonas corticales (córtex), zonas internas y cerebelo-bulbo cefalorraquídeo. En el panel de la derecha se muestra desglosada la distribución del FSC en las zonas internas. Se muestran la media \pm desviación estándar. * Vs. SF instil, $p < 0.05$, ANOVA.

Fig. 2. A la izquierda, representación del porcentaje de células positivas para TNF α , y a la derecha, representación de la mediana de la intensidad de fluorescencia (unidades arbitrarias, u.a.) en los grupos de surfactante instilado (SF instil, barras negras) y nebulizado (SF neb, barras blancas). En las representaciones gráficas de la parte superior están representadas las zonas corticales (CX), las zonas internas (INTERN) y el cerebelo-bulbo cefalorraquídeo (CB+B). En las representaciones gráficas de la parte inferior están representadas las zonas internas: tálamo (T), estriado (E) e hipocampo (HC). Se muestran la media \pm desviación estándar. * Vs. SF instil, $p < 0.05$, ANOVA.

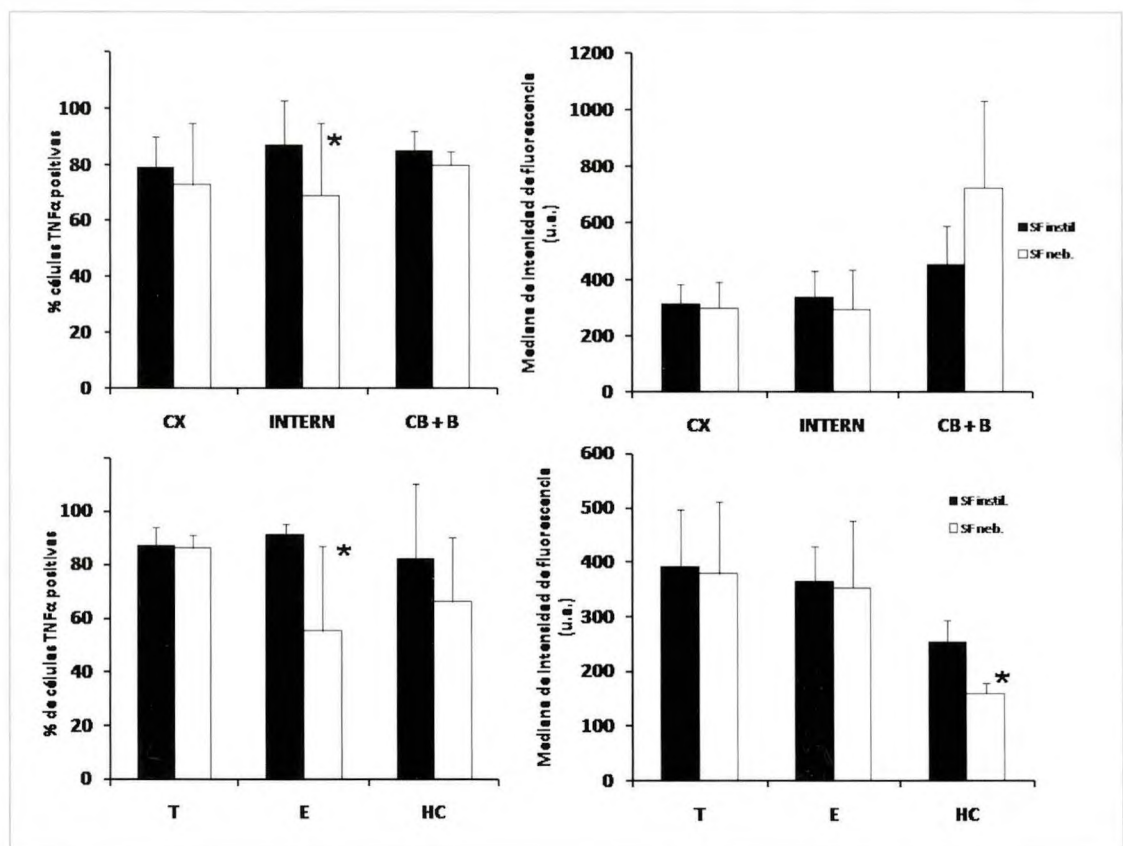


Tabla 1. Actividad, en unidades por microgramo de DNA, de las enzimas antioxidantes

Región cerebral	Grupo tratamiento	Catalasa (U / μ g DNA)	GPx (U / μ g DNA)	SOD (U / μ g DNA)
CX.	SF instil.	0,5 (0,24)	0,012 (0,0009)	5,87 (2,58)
	SF neb.	0,46 (0,21)	0,010 (0,0008)	6,4 (1,9)
INTERN.	SF instil.	0,72 (0,19)	0,012 (0,0070)	9,18 (3,29)
	SF neb.	0,77 (0,28)	0,015 (0,0058)	7,61 (2,39)
CB + B.	SF instil.	0,75 (0,46)	0,017 (0,004)	6,23 (1,82)
	SF neb.	0,78 (0,60)	0,022 (0,008)	8,56 (3,04)

(Glutation Peroxidasa (GPx) y Superóxido Dismutasa (SOD); surfactante instilado (SF instil), surfactante nebulizado (SF neb) en las zonas corticales (CX), en las zonas internas (INTERN) y en el cerebelo-bulbo cefalorraquídeo (CB+B). Se muestran la media \pm desviación estándar).

zonas internas, ni en el cerebelo-bulbo en términos de intensidad de fluorescencia.

Analizando en detalle las zonas internas se registró un porcentaje significativamente mayor de células positivas para TNF α en el estriado de los animales que recibieron surfactante instilado en comparación con aquellos que recibieron surfactante nebulizado. Asimismo, la mediana de intensidad de fluorescencia también fue significativamente superior en el hipocampo, en el grupo de animales tratados con surfactante instilado.

Valoración del estrés oxidativo cerebral a través de la actividad de las enzimas antioxidantes

Los resultados obtenidos tras la determinación de la actividad de las enzimas antioxidantes se recogen en la tabla 1. No se registraron diferencias significativas en la actividad de ninguna de las tres enzimas analizadas (catalasa, glutatión peroxidasa y superóxido dismutasa) en ninguna de las regiones analizadas (ni de forma individual, ni colectiva).

Marcado de células apoptóticas (TUNEL)

No se registraron diferencias significativas en el conteo de células TUNEL positivas (Figura 3) entre los grupos en las zonas corticales, ni en el cerebelo-bulbo. No obstante, en las zonas internas, el número de células TUNEL positivas registradas por milímetro cuadrado fue significativamente mayor en los animales tratados con surfactante instilado en comparación con aquellos que recibieron surfactante nebulizado. En las zonas internas la mayor diferencia, y la única significativa entre los grupos, se registró en el estriado, aunque en el tálamo también se observó una importante tendencia hacia un menor número de células TUNEL positivas en el grupo de surfactante nebulizado.

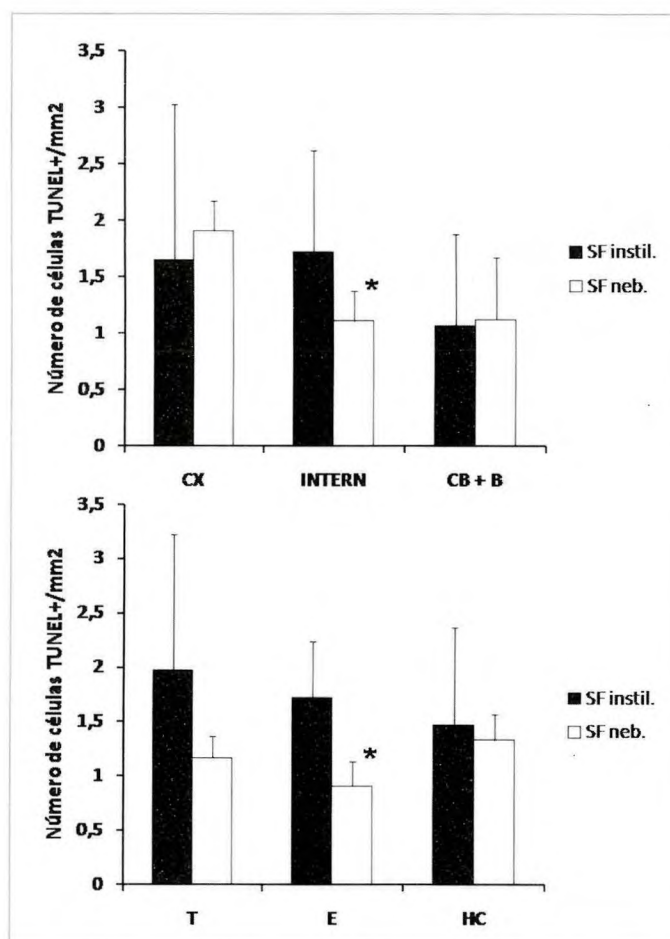


Fig. 3. Número de células TUNEL positivas por milímetro cuadrado en los animales tratados con surfactante instilado (SF instil, barras negras) y en los animales tratados con surfactante nebulizado (SF neb, barras blancas). En la representación de la parte superior están representadas las zonas corticales (CX), las zonas internas (INTERN) y el cerebelo-bulbo cefalorraquídeo (CB+B). En la representación gráfica de la parte inferior están representadas las zonas internas: tálamo (T), estriado (E) e hipocampo (HC). Se muestran la media \pm desviación estándar. * Vs. SF instil, $p < 0.05$, ANOVA.

Valoración histológica del daño cerebral

La valoración histológica por parte de un patólogo experto no encontró diferencias significativas para los ítems edema, inflamación e infarto en ninguna de las regiones analizadas en este estudio (Tabla 2). No obstante, se observaron diferencias entre los grupos de tratamiento en el tálamo, en términos de necrosis neuronal, donde, nuevamente, el daño fue significativamente mayor en los animales que recibieron surfactante instilado. Por el contrario, en las preparaciones de hipocampo de tres animales tratados con surfactante nebulizado se detectó la presencia de hemorragias, lo que contribuyó a que para este ítem el valor obtenido sea significativamente superior en los animales tratados con surfactante nebulizado.

Discusión

Mediante el presente estudio hemos podido demostrar que el tratamiento con surfactante de forma nebulizada en corderos prematuros con SDR severo produce una respuesta hemodinámica cerebral significativamente diferente a la instilación intratraqueal de éste. Además, más allá de las determinaciones hemodinámicas, los indicadores de daño cerebral utilizados en el presente estudio muestran una tendencia hacia un mayor daño en las zonas internas del cerebro en los animales tratados con surfactante instilado en

comparación con los animales que recibieron surfactante nebulizado.

La introducción del surfactante en la práctica clínica revolucionó el manejo clínico del SDR, tras su aprobación a principios de los años 90. No obstante, a pesar de su aprobación oficial, esta terapia se ha mantenido como objeto de una intensa investigación, tanto básica como clínica, en un intento por mejorar su administración y reducir los efectos adversos que se han descrito asociados a esta terapia. Actualmente, para la aplicación de surfactante en neonatos, éstos deben ser primero entubados, hecho que no goza de una gran popularidad entre la comunidad clínica [9]. En la bibliografía son numerosos los casos en los que después de la instilación intratraqueal de esta compleja sustancia se han descrito episodios de desaturación, hipoxia transitoria, hipercarbia, hipotensión y fluctuaciones en el FSC [4]. Precisamente, las fluctuaciones en el FSC son muy preocupantes en la población neonatal debido a que la fragilidad de la microvasculatura cerebral de esta población los predispone al daño cerebral [6].

Los resultados en torno a la hemodinámica cerebral tras la administración de surfactante intratraqueal son heterogéneos. Algunos investigadores han descrito un descenso del FSC tras la administración de surfactante [14], otros un aumento [4][5], y otros estudios informan sobre la estabili-

Tabla 2. Valoración anatomopatológica del daño cerebral mediante necrosis neuronal, edema, inflamación, hemorragia e infarto

Región cerebral	Grupo de tratamiento	Necrosis neuronal (0-20)	Edema (0-3)	Inflamación (0-3)	Hemorragia (0-3)	Infarto (0 o 1)
CO	SF INSTIL.	5,6 (3,4)	1 (0,89)	1 (0,89)	0,33 (0,51)	0,16 (0,40)
	SF NEB.	7,83 (5,19)	1 (0,89)	1,16 (0,40)	0,16 (0,40)	0
CF	SF INSTIL.	5,0 (2,89)	0,66 (0,51)	0,83 (0,75)	0	0
	SF NEB.	3,83 (1,72)	1 (0,63)	0,83 (0,75)	0,33 (0,51)	0,16 (0,40)
T	SF INSTIL.	7,85 (2,19)	0,42 (0,53)	0,42 (0,53)	0	0
	SF NEB.	4,5 (2,07)*	0,66 (0,81)	0,16 (0,40)	0	0
E	SF INSTIL.	3,5 (1,87)	0,50 (0,54)	0,33 (0,51)	0	0
	SF NEB.	2,16 (1,16)	0,33 (0,51)	0,50 (0,54)	0	0
HC	SF INSTIL.	3,83 (0,60)	0,66 (0,81)	0,16 (0,40)	0	0
	SF NEB.	4,83 (0,60)	0,66 (0,81)	0,33 (0,51)	0,5 (0,54)*	0
CB	SF INSTIL.	0,83 (0,75)	0,66 (0,51)	0	0	0
	SF NEB.	0,5 (0,54)	0,33 (0,51)	0,16 (0,40)	0	0
B	SF INSTIL.	2,0 (1,2)	0,33 (0,51)	0	0	0
	SF NEB.	1,2 (0,44)	0,54 (0,24)	0	0	0

(corteza occipital (CO), corteza frontal (CF), tálamo (T), estriado (E), hipocampo (HC), cerebelo (CB) y bulbo cefalorraquídeo (B); surfactante instilado (SF instil), surfactante nebulizado (SF neb). Se muestran la media y la desviación estándar. Los números entre paréntesis de la fila superior (en negrita) delimitan la magnitud de la puntuación para cada ítem. * Vs. SF instil, $p < 0,05$, ANOVA).

dad, sin ningún cambio aparente, del FSC tras la administración de surfactante [15]. No obstante, debe tenerse en cuenta que el tamaño de la muestra de estos estudios era pequeño, que las poblaciones de los diferentes estudios son heterogéneas entre sí, que se utilizaron diferentes preparaciones de surfactante (diferente volumen de carga) y diferentes protocolos de administración, y que los métodos utilizados para la medición del FSC (Doppler, NIRS, sonda ultrasónica de flujo...), así como las zonas de medición (arteria cerebral anterior, arteria cerebral lateral, flujo sanguíneo carotídeo), varían entre los diferentes estudios.

En el terreno experimental se han llevado a cabo varios intentos con el fin de mantener la eficacia pulmonar de la terapia, pero reduciendo los efectos adversos asociados a ella. En este sentido, se han intentado técnicas como la infusión intratraqueal lenta de surfactante [7][16] o la instilación de pequeñas y múltiples dosis [8]. Mediante estas técnicas, se pretendía reducir la carga aguda de líquido en la tráquea, persiguiendo así evitar las obstrucciones de las vías aéreas superiores pero obteniendo una mejoría progresiva de la función pulmonar. A pesar de las buenas intenciones, estas dos aproximaciones dejaron claro que la instilación intratraqueal de surfactante debe incluir la dosis completa de una sola vez y llevarse a cabo relativamente rápido (menos de un minuto), con el fin de obtener una buena distribución pulmonar y, por consiguiente, una mejora patente del intercambio gaseoso y la mecánica pulmonar.

La nebulización de surfactante es una forma de administración que ha suscitado un gran interés debido a que, por un lado, podría evitar la entubación de los bebés a medio plazo, y porque, por otro lado, permitiría una mejora gradual de la función pulmonar que se reflejaría en la hemodinámica sistémica y cerebral de los pacientes [9]. Podría, por lo tanto, reducir e incluso eliminar las fluctuaciones extremas de FSC observadas durante la instilación. En este sentido, en un estudio previo llevado a cabo en corderos prematuros, nuestro grupo de investigación ha podido demostrar que una dosis estándar de surfactante (200 mg/kg) nebulizado durante 20 minutos produce, a nivel pulmonar, un efecto terapéutico equivalente a la instilación rápida de surfactante, como señalamos en trabajos previos. Además, la terapia con surfactante nebulizado evitó la hipercarbia observada tras la instilación rápida y produjo cambios más graduales en el flujo sanguíneo carotídeo, en contraposición con el aumento significativo observado en los animales tratados mediante instilación. En el presente estudio pretendíamos dar respuesta a la pregunta de si estas diferencias en el patrón hemodinámico carotídeo se verían reflejadas en diferentes patrones de daño en un análisis cerebral más profundo.

Este es el primer estudio que aborda en detalle, y a diferentes niveles, los efectos cerebrales de la administración de surfactante. El aumento significativo del flujo carotídeo observado en nuestro estudio previo en los animales tratados con surfactante instilado, tan pronto como a los cinco minutos tras el comienzo de la terapia, se ha visto reflejado en este estudio en un aumento significativo del FSC hacia las zonas internas del cerebro, en comparación con el grupo de surfactante nebulizado. Nuestra hipótesis se basa en que la hipercarbia observada tras la administración de surfactante mediante instilación intratraqueal se debe a la obstrucción transitoria de las vías aéreas superiores en el proceso de distribución «río abajo» del surfactante. Teniendo en cuenta que el dióxido de carbono arterial es un potente regulador del FSC en neonatos [17], la hipercarbia podría perfectamente explicar el aumento del flujo carotídeo y el FSC hacia las zonas internas del cerebro. Un efecto similar de derivación del FSC hacia las zonas internas del cerebro ha sido recientemente descrito en corderos prematuros sometidos a una hipoxia-isquemia fetal prolongada [18]. Teniendo en cuenta que una de las características de la hipoxia-isquemia prolongada es la hipercarbia, este fenómeno podría ser la explicación del aumento del FSC hacia las zonas internas en ambos casos, en un intento de dotar a estas zonas de oxígeno y energía suficientes durante un proceso de «hipoxia» [17]. Desgraciadamente, durante la administración de surfactante mediante instilación, existe un lapso de tiempo que engloba, más o menos, la primera media hora consecutiva a la administración de surfactante, donde debido a la alta eficacia del surfactante pulmonar exógeno y a su alta viscosidad, algunas áreas del pulmón son reclutadas rápidamente, mientras que otras permanecen colapsadas, dando lugar a periodos de alta oxigenación (incluso valores arteriales de oxígeno supra-fisiológicos) y alto contenido arterial de dióxido de carbono, lo cual puede ocasionar un aporte excesivo de oxígeno al cerebro debido al efecto vasodilatador que el dióxido de carbono arterial ejerce sobre la vasculatura cerebral. Debe tenerse en cuenta, además, que el exceso de oxígeno en el cerebro está directamente ligado al daño cerebral en bebés prematuros.

Con el fin de observar si los diferentes tratamientos de surfactante (instilado o nebulizado) producían algún cambio en la actividad antioxidante del cerebro, llevamos a cabo la determinación de la actividad de tres enzimas antioxidantes. Los resultados en ambos grupos de tratamiento fueron similares en todas las regiones cerebrales estudiadas. Si bien la actividad de las enzimas antioxidantes puede utilizarse para valorar el estado oxidativo de los tejidos, la falta de diferencias estadísticas entre los grupos de tratamien-

to no excluye la posibilidad de que existan patrones diferentes de estrés o daño oxidativo, y más bien nos da una idea de que los cerebros de ambos grupos trabajan, en términos antioxidantes, al mismo «ritmo».

Los otros métodos utilizados en el presente estudio para la valoración del daño cerebral sí muestran, en cambio, diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en las zonas internas del cerebro, especialmente en el tálamo y en el estriado. En el caso del TNF α , se observó una mayor inflamación en las zonas internas del cerebro de los animales tratados mediante instilación intratraqueal de surfactante, en comparación con los animales tratados con surfactante nebulizado. Además, el conteo de células TUNEL positivas, utilizado para la determinación de la apoptosis en estudios previos [18], también demostró mayores valores de daño en las zonas internas del cerebro en el grupo de surfactante instilado, nuevamente con una clara tendencia hacia un mayor daño cerebral en el tálamo, y una diferencia significativa en el estriado en comparación con el grupo de surfactante nebulizado. Por último, el *score* histológico de daño cerebral confirmó, de nuevo, un significativamente mayor número de necrosis neuronal en el tálamo de los animales tratados con surfactante instilado, aunque debe hacerse constar que la detección de hemorragia en tres cerebros de los animales tratados con surfactante nebulizado hace que para el ítem hemorragia el resultado sea significativamente mayor en este grupo de tratamiento.

En resumen, el presente estudio llevado a cabo en corderos prematuros demuestra que la instilación intratraqueal de surfactante (método clásico de administración) produce un aumento del FSC inmediatamente tras su aplicación, sobre todo hacia las zonas internas del cerebro, y que este aumento se correlaciona con un mayor daño cerebral en términos de necrosis neuronal, inflamación y células TUNEL positivas, si lo comparamos con la nebulización de surfactante durante 20 minutos. Por lo tanto, la administración de surfactante en forma de aerosol debería tenerse en cuenta como alternativa a la instilación en la práctica clínica actual, ya que se muestra igual de eficaz a nivel pulmonar y reduce algunos de los efectos adversos ligados a la instilación. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fujiwara T, Maeta H, Chida S, Morita T, Watabe Y, Abe T. Artificial surfactant therapy in hyaline-membrane disease. *Lancet* 1980; 1:55-9.
2. Speer CP, Robertson B, Curstedt T, Halliday HL, Compagnone D, Gefeller O, *et al.* Randomized European multicenter trial of surfactant replacement therapy for severe neonatal respiratory distress syndrome: single versus multiple doses of Curosurf. *Pediatrics* 1992; 89:13-20.
3. Sweet D, Bevilacqua G, Carnielli VP, Greisen G, Plavka R, Didrik SO, *et al.* European consensus guidelines on the management of neonatal respiratory distress syndrome. *J Perinat Med* 2007; 35:175-86.
4. Kaiser JR, Gauss CH, Williams DK. Surfactant administration acutely affects cerebral and systemic hemodynamics and gas exchange in very low birth weight infants. *J Pediatr* 2004; 144:809-14.
5. Fujii AM, Bailey J, Doros G, Sampat K, Sikes C, Mason MJ, *et al.* Effects of beractant and poractant administration on cerebral hemodynamics. *J Neonatal Perinatal Med* 2009; 2:27-34.
6. Davies MW, Dunster KR, Wilson K, Colditz PB. Perfluorocarbon dosing when starting partial liquid ventilation: haemodynamics and cerebral blood flow in preterm lambs. *Neonatology* 2010; 97:144-53.
7. Segerer H, Van Gelder W, Angenent FWM, Van Woerkens LJ, Curstedt T, Obladen M, *et al.* Pulmonary distribution and efficacy of exogenous surfactant in lung-lavaged rabbits are influenced by the instillation technique. *Pediatr Res* 1993; 34:490-4.
8. Álvarez FJ, Alfonso LF, Gastiasoro E, López Heredia J, Arnáiz A, Valls Soler A. The effects of multiple small doses of exogenous surfactant on experimental respiratory failure induced by lung lavage in rats. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995; 39:970-4.
9. Mazela J, Merritt TA, Finer NN. Aerosolized surfactants. *Curr Opin Pediatr* 2007; 19:155-62.
10. Gastiasoro Cuesta E, Álvarez Díaz FJ, Rey Santano C, Arnáiz Renedo A, Loureiro González B, Valls Soler A. Acute and sustained effects of Lucinactant versus Poractant-alfa on pulmonary gas exchange and mechanics in premature lambs with respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 2006; 117:295-303.
11. Murgia X, Gastiasoro E, Mielgo V, Ruiz del Yerro E, Álvarez Díaz FJ, Lafuente H, *et al.* Surfactant and perfluorocarbon aerosolization by means of inhalation catheters for the treatment of respiratory distress syndrome: an in vitro study. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv* 2011; 24:81-7.
12. Van Bel F, Roman C, Klautz RJM, Teitel DF, Rudolph AM. Relationship between brain flow and carotid arterial flow in the sheep fetus. *Pediatr Res* 1994; 35:329-333.
13. Van Bel F, Van de Bor M, Baan J, Ruys JH, Stijnen T. The influence of abnormal blood gases on cerebral blood flow velocity in the preterm newborn. *Neuropediatrics* 1988; 19:27-32.

14. Cowan F, Whitelaw A, Wertheim D, Silverman M. Cerebral blood flow velocity changes after rapid administration of surfactant. *Arch Dis Child* 1991; 66:1105-9.
15. Terry MH, Merritt TA, Harding B, Schroeder H, Merrill-Henry J, Mazella J, *et al.* Pulmonary distribution of lucinactant and poractant alpha and their peridosing hemodynamic effects in a preterm lamb model of respiratory distress syndrome. *Pediatr Res* 2010; 68:193-8.
16. Krause M, Olsson T, Law AB, Parker RA, Lindstrom DP, Sundell HW, *et al.* Effect of volumen recruitment on response to surfactant treatment in rabbits with lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156:862-6.
17. Ashwal S, Dale PS, Longo LD. Patterns of fetal lamb regional cerebral blood flow during and after prolonged hypoxia: studies during the posthypoxic recovery period. *Am J Obstet Gynecol* 1984; 139:365-72.
18. Rey Santano C, Mielgo V, Gastiasoro E, Murgia X, Lafuente H, Ruiz del Yerro E, *et al.* Early cerebral hemodynamic, metabolic, and histological changes in hypoxic-ischemic fetal lambs during postnatal life. *Front Neurosci* 2011; 5:1-12.

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.

Cultura de seguridad clínica en cirugía ortopédica y traumatología. Influencia de una intervención formativa

Patient safety culture in orthopaedics surgery. Influence of a training activities plan

Prat Marín A ¹, Grau Cano J ¹, Combalia Aleu A ², Santià Vila M ¹, Suso Vergara S ², Trilla García A ¹

¹ Servicio de Medicina Preventiva y Epidemiología, Dirección de Calidad y Seguridad Clínica. ² Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Instituto Clínico de Especialidades Médicas y Quirúrgicas. Hospital Clínic de Barcelona. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

Resumen

Objetivo: Conocer las características de la cultura de seguridad clínica en cirugía ortopédica y traumatología, valorando la influencia de una intervención formativa en su tendencia evolutiva.

Población y metodología: Estudio observacional ecológico con intervención formativa. La población objeto de estudio fueron los profesionales del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Clínic Universitario de Barcelona. Se utilizó la versión española del cuestionario HSOPS para valorar la cultura de seguridad clínica.

Resultados: El porcentaje de respuestas válidas obtenidas fue superior al 60% en las dos mediciones de la cultura realizadas. Las 12 dimensiones consideradas mejoraron su tendencia. El trabajo en equipo dentro del servicio se identificó como una dimensión de fortaleza del modelo.

Conclusiones: La intervención formativa ha consolidado una tendencia favorable. La mejora de la cultura de seguridad clínica requiere tiempo y actuaciones periódicas.

Palabras clave:

Seguridad clínica, cirugía ortopédica y traumatología, intervención formativa.

Abstract

Objective: The purpose of this paper is to measure patient safety culture in orthopaedics surgery and to assess the influence of a training activities plan.

Methodology: We performed an ecological observational study with a training intervention. Study population included all professionals of Orthopaedics and Traumatology Service of the Clinic Hospital of Barcelona. We used the Spanish version questionnaire HSOPS in order to evaluate safety culture among staff.

Results: The percentage of valid questionnaires obtained was above 60% in the two surveys of patient safety culture. The twelve dimensions considered have improved trend. Teamwork climate inside the unit has been identified as a stronghold dimension.

Conclusions: The training intervention developed has consolidate a positive trend. The improvement of the patient safety culture needs time and continual actions.

Key words:

Patient safety, orthopedic surgery, training intervention.

Correspondencia

A Prat Marín

Servicio de Medicina Preventiva y Epidemiología

Dirección de Calidad y Seguridad Clínica. Hospital Clínic de Barcelona.

Rosselló 138. 08036 Barcelona, España.

e-mail: aprat@clinic.ub.es

Introducción

La seguridad clínica o del paciente es el componente de la calidad asistencial que tiene como finalidad proporcionar una atención sanitaria carente de accidentes, lesiones, complicaciones o efectos adversos evitables. La combinación de tecnologías, procesos, especialización e interacciones humanas que singularizan la atención hospitalaria actual ha proporcionado relevancia y sensibilización hacia esta temática [1]. Los servicios de Cirugía Ortopédica y Traumatología (COT) han aumentado progresivamente su actividad con pacientes de mayor complejidad clínica, incrementándose el riesgo de aparición y gravedad de efectos adversos en este campo asistencial y quirúrgico [2][3].

En los fundamentos de la prevención de los efectos adversos se encuentra una adecuada cultura de seguridad clínica, entendida como el conjunto de valores, actitudes y comportamientos predominantes que caracterizan el funcionamiento de un grupo de trabajo o una organización [4]. En general, la cultura de seguridad predominante en nuestras organizaciones tiene un perfil caracterizado por la tendencia a ocultar los errores, las conductas reactivas ante los problemas, el individualismo y la identificación final de un culpable como solución final [5]. Un primer paso para modificar este modelo es desarrollar una nueva cultura en la que el profesional asistencial se sienta cómodo trabajando en equipo, sin condicionantes jerárquicos negativos, y con una comunicación activa y fluida entre sus integrantes. Este clima alternativo de trabajo ha de facilitar la implantación de comportamientos y capacidades para reconocer, comunicar y aprender de los errores, y la suficiente madurez para solicitar ayuda al resto del grupo cuando las condiciones individuales o presiones del entorno lo aconsejen [6].

La cultura de seguridad clínica de una organización se puede valorar mediante la aplicación entre los profesionales de cuestionarios que miden sus actitudes y percepciones del tema. Una revisión sistemática de la literatura realizada por Colla *et al.* [7] identificó nueve modelos de encuestas para establecer el clima de seguridad clínica de una organización asistencial, variando con respecto a sus características generales, dimensiones contempladas, resultados de validación y ámbitos de aplicación. Aunque su común denominador es la utilización de escalas tipo Likert de valoración, el criterio para su elección debe considerar su adecuación a los objetivos y ámbito asistencial de su aplicación [7]. El Ministerio de Sanidad ha elaborado la versión española del cuestionario *Hospital Survey on Patient Safety* (HSOPS), diseñado originalmente por la Agency Healthcare Research Quality (AHRQ). Consta de 50 preguntas que,

agrupadas en apartados o dimensiones, han mostrado unas propiedades métricas de fiabilidad y validez consistentes y aceptables [8-10]. Con la finalidad de contribuir al conocimiento de la cultura de seguridad clínica en el contexto de un hospital universitario, el objetivo de este estudio ha sido establecer sus características en el campo de la cirugía ortopédica y traumatología, valorando la influencia de una intervención formativa en su tendencia evolutiva.

Población y metodología

El diseño del trabajo se corresponde con un estudio observacional ecológico con intervención formativa [11]. La población objeto del estudio estuvo constituida por los 103 profesionales asistenciales censados en el Servicio de COT del Hospital Clínico Universitario de Barcelona, en abril de 2009 y mayo de 2010. La distribución por estamentos de esta plantilla constante y estable para los dos periodos ha sido de 30 profesionales del cuerpo facultativo, 41 profesionales de enfermería, 23 profesionales auxiliares de clínica y nueve especialistas en formación.

El desarrollo del proyecto se configuró en tres fases. La primera (abril 2009), de monitorización de la cultura de seguridad clínica inicial existente en el colectivo seleccionado; la segunda, caracterizada por intervenciones de formación y sensibilización en relación al tema de la seguridad clínica (junio 2009-marzo 2010). Finalmente, la tercera (mayo 2010), de nueva monitorización de la cultura de seguridad clínica predominante en la misma población.

Monitorización de la cultura de seguridad clínica

Para establecer la cultura de seguridad clínica tanto en la fase 1 como en la fase 3 se utilizó la versión española del cuestionario *Hospital Survey on Patient Safety Culture* (HSOPS) de la AHRQ norteamericana [10]. El HSOPS es un cuestionario de aplicación general para medir el clima de seguridad clínica existente en grupos asistenciales de una institución hospitalaria. La versión española consta de 50 preguntas. En su mayoría (42) corresponden a diferentes ítems o cuestiones de seguridad clínica que posteriormente se agrupan en las 12 dimensiones de referencia que permiten evaluar el perfil de la cultura de seguridad predominante. Estas dimensiones son: 1. Frecuencia de eventos notificados (3 ítems); 2. Percepción de seguridad (4 ítems); 3. Expectativas y acciones de la dirección/ supervisión de la unidad/servicio que favorecen la seguridad (4 ítems); 4. Aprendizaje organizativo/mejora continua (3 ítems); 5. Trabajo en equipo en la unidad/servicio (4 ítems); 6. Franqueza en la comunicación (3 ítems); 7. *Feedback* y comunicación sobre errores (3 ítems); 8. Res-

puesta no punitiva a los errores (3 ítems); 9. Dotación de personal (4 ítems); 10. Apoyo de la gerencia del hospital en la seguridad del paciente (3 ítems); 11. Trabajo en equipo/coordinación entre unidades (4 ítems); 12. Problemas en cambios de turno y transiciones entre servicios/unidades (4 ítems).

Las respuestas a estas preguntas están diseñadas en una escala de Likert de cinco categorías con una percepción gradual de consideración negativa a positiva respecto al sentido de su enunciado (2 de valoración negativa, 1 de valoración neutra y 2 de valoración positiva). El resto de las preguntas se agrupan en variables de tipo sociodemográfico y profesional, el número de eventos adversos notificados durante el último año y una puntuación cuantitativa (1 a 10) del nivel de seguridad clínica global valorado para la organización.

La evaluación de la cultura de seguridad clínica se establece según la identificación de fortalezas y/o debilidades entre las 12 dimensiones de referencia. Para considerar una dimensión como fortaleza debe alcanzarse un mínimo del 75% de respuestas positivas a las preguntas formuladas en positivo, o un mínimo del 75% de respuestas negativas a las preguntas formuladas con una connotación negativa. Para clasificar una dimensión como debilidad u oportunidad de mejora, debe lograrse un mínimo del 50% de respuestas negativas a preguntas formuladas en positivo o un mínimo del 50% de respuestas positivas a preguntas formuladas en negativo.

La obtención de la información fue anónima y voluntaria mediante la recepción individual del cuestionario con un sobre franqueado de reenvío a la Dirección de Calidad y Seguridad Clínica. A las dos semanas se efectuó un recordatorio informático destacando el interés institucional de su cumplimentación. Esta sistemática fue común a las dos monitorizaciones de la cultura realizadas.

Para asegurar la validez de la información proporcionada se excluyeron de la valoración aquellos cuestionarios que presentaban una cumplimentación parcial del número de preguntas (50%) o una eventual respuesta invariable a las cuestiones para evitar el sesgo de información por falta de atención al proporcionar la respuesta. El procesamiento de la información se ha realizado con el programa informático SPSS versión 15.0 para Windows.

■ Intervención formativa

El conjunto de actividades que perfilaron la intervención formativa de la fase 2 fueron documentales, un taller específico para profesionales con responsabilidades de supervisión y sesiones monográficas integradas en el marco de las activi-

dades científico-profesionales de la unidad. Se difundió, entre todos los profesionales, una Guía de Seguridad Clínica elaborada colegiadamente entre representantes, tanto del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología como de la Dirección de Calidad y Seguridad Clínica. El recurso documental está destinado a facilitar la adquisición de las bases científicas y operativas para la prevención de los efectos adversos hospitalarios, y a fomentar los valores de la seguridad clínica entre los profesionales. En una primera parte se abordaron los fundamentos teóricos de la seguridad clínica (conceptos clave, epidemiología e impacto sanitario). En la segunda, con una orientación específica al campo de la cirugía ortopédica y traumatología, se describieron los principales instrumentos para su gestión práctica: sistemas de detección y notificación, alertas, prácticas asistenciales seguras basadas en la evidencia e implicación de los pacientes.

El taller específico para profesionales con potencial de liderazgo en el tema se dedicó a los sistemas de detección y notificación de los efectos adversos. Conjuntamente a sus características de voluntariedad, confidencialidad, orientación sistémica y no punibilidad, se enfatizaba su utilidad como instrumento para el aprendizaje organizativo en relación al tema. Finalmente, se realizó el análisis y la valoración de un caso detectado a partir de una reclamación asistencial vinculada a un efecto adverso presentado en la unidad.

Las sesiones monográficas representaron el instrumento formativo y sensibilizador utilizado para introducir periódicamente contenidos puntuales de seguridad clínica. El planteamiento de los indicadores hospitalarios de seguridad clínica, los sistemas de detección y notificación de efectos adversos con ejemplos paradigmáticos propios, los instrumentos de percepción de la seguridad clínica por parte de los enfermos y un fórum de debate a partir de la proyección de un vídeo que escenificaba varios casos de efectos adversos hospitalarios, han constituido los ejes principales de esta actividad.

■ Resultados

De los 103 profesionales de la población estudiada, 66 (64%) respondieron adecuadamente el cuestionario de la primera fase y 74 (72%) lo hicieron en la tercera fase, no existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p=0,2322$) entre los porcentajes de respuesta para ambas monitorizaciones. En la Tabla 1 se presentan los resultados comparativos globales correspondientes a las dos fases.

En la fase 1 ninguna dimensión se identificó como fortaleza del modelo de cultura de seguridad clínica, detectándose la dimensión vinculada a la dotación de personal como

Tabla 1. Monitorización de la cultura de seguridad clínica (fase 1 y fase 3)

	FASE 1 (Abril 2009)		FASE 3 (Mayo 2010)	
Profesionales	103		103	
Cuestionarios válidos	66	64%	74	72%
Edad*	37	(11)	40	(11)
Sexo				
Masculino	23	34,8%	28	37,8%
Femenino	43	65,1%	46	62,1%
Categoría profesional				
Facultativo	18	27%	21	28,3%
Enfermería/ Auxiliares	41	62%	44	59,4%
Otros	7	11%	9	12,1%
Años en profesión*	14	(10)	16	(12)
Clima de seguridad*	6,98	(1,29)	7,28	(1,44)
Incidentes notificados				
ninguno	59	89,3%	60	81%
1-2 incidentes	4	6,1%	12	16,2%
3 o más	3	4,5%	2	2,7%

* Media (Desviación estándar)

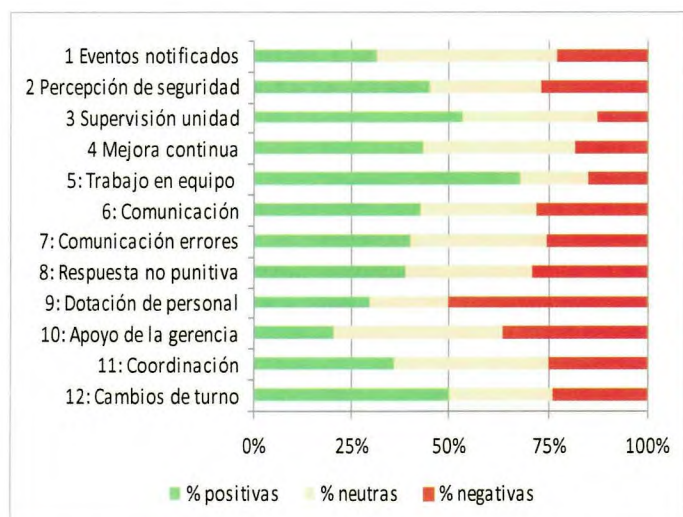


Fig. 1. Distribución de los tipos de respuesta para cada dimensión (fase 1).

una debilidad u oportunidad de mejora (50% de respuestas negativas) (Figura 1).

En relación a la fase 3, la dimensión del trabajo en equipo dentro del servicio ha mostrado un resultado de respuestas positivas compatible con la consideración de una fortaleza del grupo (75% de respuestas positivas), no habiendo identificado ninguna dimensión como debilidad de acuerdo a las respuestas obtenidas (Figura 2). Las 12 dimensiones que valoraron la cultura de seguridad clínica

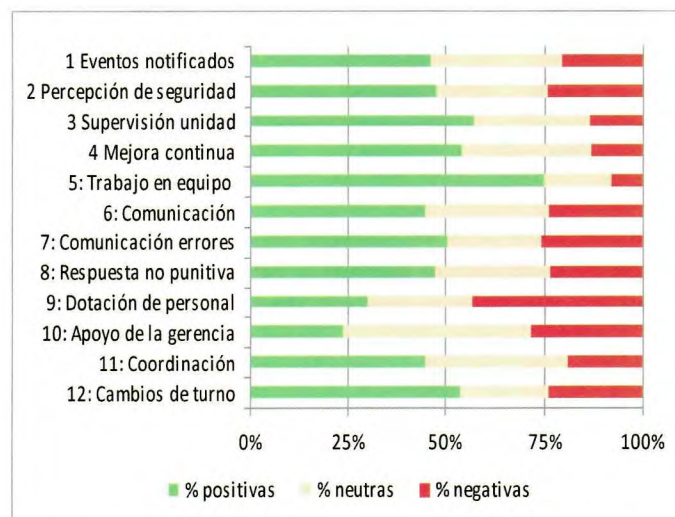


Fig. 2. Distribución de los tipos de respuesta para cada dimensión (fase 3).

mejoraron la valoración positiva en la naturaleza de su respuesta entre la fase 1 y la fase 3, situándose en seis casos por encima de un 5% de diferencia entre ambas monitorizaciones (Tabla 2).

Discusión

El porcentaje de cuestionarios obtenido ha sido superior al 60% para las dos monitorizaciones de la cultura de seguridad clínica realizadas. Este resultado ha de considerarse

Tabla 2. Comparación de resultados positivos (%) para cada dimensión (fase 1 y fase 3)

	FASE 1	FASE 3	Diferencia
Dimensión 1: Frecuencia de eventos notificados	31,4	46,6	+ 15,2
Dimensión 2: Percepción de seguridad	45,1	47,8	+ 2,6
Dimensión 3: Expectativas y acciones de la dirección/supervisión del servicio que favorecen la seguridad	53,6	57,4	+ 3,8
Dimensión 4: Aprendizaje organización/mejora continua	43,4	54,3	+ 10,9
Dimensión 5: Trabajo en equipo en la unidad/servicio	68,2	75	+ 6,8
Dimensión 6: Franqueza en la comunicación	42,8	45	+ 2,2
Dimensión 7: <i>Feedback</i> y comunicación sobre errores	40,0	50,6	+ 10,6
Dimensión 8: Respuesta no punitiva a los errores	39,1	47,6	+ 8,5
Dimensión 9: Dotación de personal	29,9	30,2	+ 0,3
Dimensión 10: Apoyo de la gerencia del hospital en la seguridad del paciente	20,3	23,7	+ 3,4
Dimensión 11: Trabajo en equipo entre unidades/servicios	36,0	45,1	+ 9,10
Dimensión 12: Problemas de cambios de turno y transiciones entre servicios/unidades	50,0	53,8	+ 3,8

satisfactorio al ser una baja participación la principal limitación descrita para este tipo de iniciativas [4]. Respuestas inferiores a este valor se han de considerar opiniones y no auténticas evaluaciones de la cultura existente en un colectivo. Garantizar el anonimato de las respuestas es un elemento clave en esta temática [12], tanto para el control de potenciales sesgos de selección (no respuestas) como de información (sinceridad en las respuestas).

Las dimensiones identificadas en alguna de las fases como fortaleza (trabajo en equipo) o debilidad (dotación de personal) son consistentes parcialmente con los resultados descritos en otros estudios realizados en distintos entornos sanitarios [13-16], mostrando una destacada sensibilidad para establecer una aproximación inicial del patrón cultural existente. Las diferencias en relación a otras dimensiones que en nuestro trabajo no han mostrado un perfil positivo ni negativo (eventos notificados, comunicación, comunicación de errores) podrían explicarse por las diferentes idiosincrasias habituales entre países y por la existencia de diversos estilos de liderazgo en la gestión de los hospitales y unidades asistenciales.

Aunque la evaluación de la cultura de seguridad clínica suele realizarse en el contexto institucional hospitalario, también puede centrarse a nivel de áreas específicas como Cuidados Intensivos [17] o Urgencias [18]. En estas iniciativas se han empleado adaptaciones de otros cuestionarios diferentes al HSOPS, por lo que, además del ámbito de hospitalización, sus resultados no son comparables con los nuestros.

Existe un amplio consenso en señalar la influencia que en la configuración y mejora de esta cultura tienen las actividades formativas y de sensibilización [19-22]. El impacto de estas intervenciones puede medirse de diferentes formas. De una parte, objetivando una mejora en la dinámica de equilibrios entre los valores que presentan las distintas dimensiones, es decir, señalando o consolidando potenciales fortalezas y rebajando o eliminando debilidades detectadas [19, 20].

En nuestro trabajo todas las dimensiones del cuestionario han mejorado su valoración positiva entre la fase 1 y la fase 3. Particularmente en la mitad de las mismas este incremento favorable ha sido superior al 5%: frecuencia de eventos notificados (15,2%), aprendizaje y organización (10,9%), trabajo en equipo en el servicio (6,8%), *feedback* y comunicación sobre errores (10,6%), respuesta no punitiva a los errores (8,5%) y trabajo en equipo entre servicios (9,1%). Hay que destacar también la evolución de la dimensión relativa a la dotación de personal, que, detectada inicialmente como debilidad u oportunidad de mejora (50% de respuestas negativas), experimentó una reducción del 7%.

La influencia de la formación también puede valorarse a través de la mejora de los resultados clínicos vinculados a la disminución de los efectos adversos (infecciones, errores de medicación, caídas) consecuencia de una cultura de seguridad clínica consistente [23][24].

La mayor parte de actividades de la intervención desarrollada han priorizado su componente sensibilizador por la

seguridad clínica mediante una integración colegiada, la voluntariedad en la participación y la periodicidad en el tiempo como elementos diferenciadores de otras alternativas de formación más propiamente estructuradas [19-20]. La existencia de una cultura previa de calidad asistencial en el colectivo estudiado [25-27] ha facilitado este plan de actuación y, también probablemente, ha situado los niveles iniciales de origen en unos valores muy aceptables y con una mayor dificultad para conseguir mejoras más destacadas que las obtenidas entre los dos periodos monitorizados.

Las principales limitaciones de nuestros resultados derivan del propio diseño del estudio. La valoración de las modificaciones en la cultura de seguridad clínica no tiene la misma consistencia que se hubiera derivado de un diseño experimental del tipo antes-después, que hubiese permitido una evaluación de base individualizada en la influencia de la intervención, si bien comprometiendo el anonimato. Además, no se han podido controlar las posibles influencias que hayan podido tener otras variables o contingencias ajenas al estudio (noticias en los medios de comunicación, por ejemplo) [28], y que han podido modular también la percepción y sensibilidad de los profesionales en relación al tema.

La modificación y mejora de una cultura de seguridad clínica requiere tiempo y actuaciones sostenidas en el mismo. Aunque el periodo de un año es insuficiente para objetivar cambios sustanciales en la configuración del modelo (identificación de varias dimensiones fortaleza), los resultados obtenidos en nuestro trabajo con las iniciativas desarrolladas apuntan en la buena dirección: sensibilización sobre la importancia de la seguridad clínica en la labor asistencial y mejora razonable de las actitudes, valores y comportamientos que perfilan esa cultura en el colectivo estudiado. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prat A. La gestión de la seguridad de los pacientes. En: Rodés J, Trilla A. (eds.) *El futuro de la gestión clínica*. Barcelona: Editorial Ars Médica. 2009; pp: 453-61.
2. Wong DA, Herndon JH, Canale ST, Brooks RL, Hunt TR, Epps HR, *et al.* Medical errors in orthopaedics. Results of an AAOOS member survey. *J Bone Joint Surg (Am)* 2009; 91-A:547-57.
3. Aranaz JM, Aibar C, Vitaller J, Ruiz P. Estudio nacional sobre los efectos adversos ligados a la hospitalización. ENEAS 2005. Dirección General de la Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Secretaría General de Sanidad. Ministerio de Sanidad y Consumo. Disponible en: http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/excelencia/opsc_sp2.pdf
4. Pronovost P, Sexton B. Assessing safety culture: guidelines and recommendations. *Qual Saf Health Care* 2005; 14: 231-3.
5. Westrum R. A typology of organisational cultures. *Qual Saf Health Care* 2004; 13 (Suppl II):22-7.
6. Building a culture of patient safety. Report of the Commission on Patient Safety and Quality Assurance. July 2008. Government of Ireland, 2008. Disponible en: <http://www.dohc.ie>
7. Colla JB, Bracken AC, Kinney LM, Weeks WB. Measuring patient safety climate: a review of surveys. *Qual Saf Health Care* 2005; 14: 364-6.
8. Sorra J, Nieva V. Psychometric analysis of the Hospital Survey on Patient Safety. Rockville, MD: Westat, under contract to BearingPoint, 2003. Contract N° 290-96-0004. Sponsored by the Agency for Healthcare Research and Quality.
9. Sorra JS, Dyer N. Multilevel psychometric properties of the AHRQ hospital survey on patient safety culture. *BMC Health Services Research* 2010; 10:199.
10. Análisis de la cultura sobre seguridad del paciente en el ámbito hospitalario del Sistema Nacional de Salud español. Madrid. Ministerio de Sanidad y Consumo; 2008.
11. Moliner J. El uso del método epidemiológico para la evaluación de la calidad de la asistencia (II). *Rev Calidad Asistencial* 2002; 17:368-75.
12. Sexton JB, Helmreich RL, Neilands TB, Rowan K, Vella K, Boyden J, *et al.* The Safety Attitudes Questionnaire: psychometric properties, benchmarking data, and emerging research. *BMC Health Serv Res* 2006; 6:44.
13. Hellings J, Schrooten W, Klazinga N, Vleugels A. Challenging patient safety culture: surveys results. *Int J Health Care Qual Ass* 2007; 20:620-32.
14. Sorra J, Famolaro T, Dyer N. Hospital Survey on Patient Safety Culture 2009 comparative database report (Prepared by Westat, Rockville, MD, under contract Nr HHSA 290200710024C). Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; March 2009. AHRQ Publication No. 09-0030.
15. I-Chi Chen, Hun-Hui Li. Measuring patient safety culture in Taiwan using the Hospital Survey on Patient Safety Culture (HSOPSC). *Health Serv Res* 2010; 10:152.
16. El-Jardali F, Jaafar M, Dimassi H, Jamal D, Hamdan R. The current state of patient safety culture in Lebanese hospitals: a study at baseline. *Int J Qual Health Care* 2010; 22:386-95.
17. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Goeschel C, Thom I, Watson SR, Holzmueller CG, *et al.* Improving patient safety in intensive care units in Michigan. *J Crit Care* 2008; 23:207-21.

18. Patterson PD, Huang DT, Fairbanks RJ, Simeone S, Weaver M, Wang HE. Variation in emergency medical services workplace safety culture. *Prehosp Emerg Care* 2010; 14:448-60.
19. Blegen MA, Sehgal NL, Alldredge BK, Gearhart S, Auerbach AA, Wachter RM. Improving safety culture on adult medical units through multidisciplinary teamwork and communication interventions: the TOPS Project. *Qual Saf Health Care* 2010; 19:346-50.
20. Pronovost P, Weast B, Holzmueller CG, Rosenstein BJ, Kidwell RP, Haller KB, *et al.* Evaluation of the culture of safety: survey of clinicians and managers in an academic medical center. *Qual Saf Health Care* 2003; 12: 405-10.
21. Grogan EL, Stiles RA, France DJ, Speroff T, Morris JA, Nixon B, *et al.* The impact of aviation-based teamwork training on the attitudes of healthcare professionals. *J Am Coll Surg* 2004; 199:843-8.
22. Morey JC, Simon R, Jay GD, Wears RL, Salisbury M, Duker KA, *et al.* Error reduction and performance improvement in the emergency department through formal teamwork training: evaluation results of the MedTeams project. *Health Serv Res* 2002;37:1553-87.
23. Nieva VF, Sorra J. Safety culture assessment: a tool for improving patient safety in healthcare organizations. *Qual Saf Health Care* 2003; 12(Suppl II):17-23.
24. Colla JB, Bracken AC, Kinney LM, Weeks WB. Measuring patient safety climate: a review of surveys. *Qual Saf Health Care* 2005; 14:364-6.
25. Santiñá M, Combalia A, Prat A, Suso S, Baños M, Trilla A. Contribución de un programa de calidad asistencial al desarrollo de un instituto de gestión clínica del aparato locomotor. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2008; 52:233-7.
26. Santiñá M, Combalia A, Prat A. Modelo de programa de calidad asistencial en Cirugía Ortopédica y Traumatología. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2009; 53:48-53.
27. Grau J, Santiñá M, Combalia A, Prat A, Suso S, Trilla A. Fundamentos de seguridad clínica en cirugía ortopédica y traumatología. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2010; 54:251-8.
28. Mira JJ, Guilabert M, Ortiz L, Navarro MI, Pérez-Jover MV, Aranaz JM. Noticias de prensa sobre errores clínicos y sensación de seguridad al acudir al hospital. *Gac Sanit* 2010; 24:33-9.

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.

F Forriol

Lorenz Böhler. 1885-1973

Epónimos asociados

Signo meniscal de Böhler: también conocido como Böhler-Krömer, buscar el pinzamiento articular y un dolor por compresión meniscal con el paciente en decúbito supino, forzando el varo y el valgo de la rodilla (Figura 1).

Ángulo de Böhler: para valorar las fracturas de calcáneo.

Férula de Böhler-Braun: férula de Braun modificada por Böhler, añadiendo poleas.

Biografía

Nacido en 1885 en Wolfurt (Austria) y fallecido en 1973 en Viena. Estudió la carrera de medicina en Viena, intercambiando el servicio en 1909 en el 4º regimiento de cazadores tirolese en Bregenz (Figura 2), y se licenció en 1911. Ese mismo año embarcó en un mercante que hizo la ruta por América del Sur. A su regreso trabajó en la segunda clínica quirúrgica de Viena, con Julius Hochenegg, asistiendo asimismo en Bolzano, entonces del Imperio austro-húngaro, hoy Tirol del Sur (Italia), y también en Tetschen, junto al Elba. En 1914 asistió al Congreso Internacional de Cirugía, en Nueva York, donde conoció a Lambotte y todo su trabajo en la reparación de las fracturas, efectuando una corta estancia en la Clínica Mayo, en Rochester. Fue Charles Horace Mayo quien le envió a conocer los centros de fracturas en Londres y Liverpool. Durante la Primera Guerra Mundial sirvió como cirujano militar en Innsbruck. Al terminar la



Fig. 2. Böhler con uniforme de cazador tirolés.

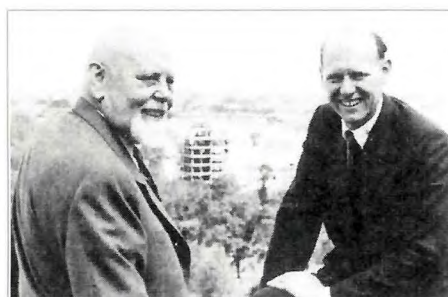


Fig. 3. Lorenz Böhler con su hijo Georg.

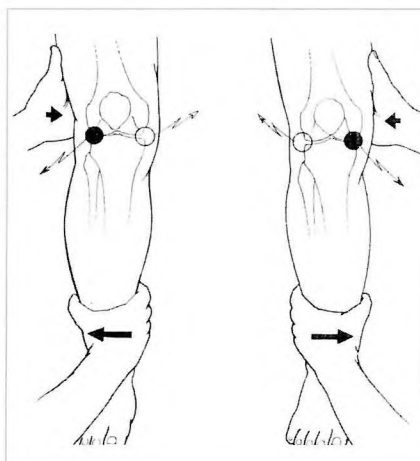


Fig. 1. Signo meniscal de Böhler.

contienda entró en contacto con la Mutua General Laboral (*Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt*, AUVA) con objeto de desarrollar un hospital específico para el tratamiento de los accidentes de trabajo en Viena, para lo cual presentó un trabajo estadístico sobre las ventajas económicas de un centro dedicado a resolver los traumatismos. Mientras trabajaba en Brixen fue desarrollando esta idea hasta que, finalmente, en 1925, se inauguró el famoso Unfallkrankenhaus de la Webergasse. Como sucede habitualmente, la medicina vienesa no recibió con agrado un centro reconocido para el tratamiento de las fracturas y se hablaba irónicamente de los *Böhlerboys* (Figura 3).

En la etapa nacional-socialista fue miembro del partido y uno de los firmantes del manifiesto de Viena, donde se declaraba que ningún profesor era perseguido por su raza o religión. Durante la Segunda Guerra Mundial, tras la anexión de Austria a la Alemania nazi, sirvió para la Wehrmacht en el Wiener Rudolfspital. Al terminar la contienda, en una Viena ocupada por las potencias aliadas, perdió su cargo académico en la universidad, que recuperaría poco después, en 1947.

Böhler publicó en 1929 la primera edición de su famoso tratado sobre el tratamiento de las fracturas, que fue traducido a ocho idiomas, con numerosas ediciones, donde anunciaba sus conceptos de la carga parcial temprana y la aplicación de la terapia física en los traumatismos, así como una correcta y precisa técnica de enyesado. Para conseguir y mantener la tracción en una extremidad fracturada, Böhler añadió poleas y pesos a la férula de Braun, por lo que esta técnica pasó a ser conocida como tracción de Böhler-Braun. Además, desarrolló numerosos instrumentos para tratar las fracturas que hoy han caído en desuso.

Heinrich Friedrich Wilhelm Braun. 1862-1934

I Epónimo asociado

Férula de Braun: férula –conocida posteriormente como férula de Braun-Böhler– metálica e inicialmente con una única polea para mantener las fracturas de la extremidad inferior en reposo bajo tracción.

I Biografía

Braun nació en la Silesia alemana, hoy Polonia, y estudió en las universidades de Estrasburgo, Leipzig y Greifswald, obteniendo su doctorado en 1897. Completó su especialidad en cirugía asistiendo a Thiersch y a Volkmann en Halle. Trabajó en Leipzig e inmediatamente obtuvo su plaza



Fig. 1. Heinrich Braun.



Fig. 2. Inhalador de anestesia de Braun.

en Zwickau, hasta 1926. Allí desarrolló un concepto nuevo de arquitectura hospitalaria que hoy todavía es reconocida como un sistema de pabellones y lo que se dio a conocer como «un hospital en el verde». En 1914 desarrolló su férula para mantener a los pacientes encamados más cómodos mientras se trata la fractura.

Sin embargo, su mayor reconocimiento se debe a las aportaciones al campo de la anestesia. Las experiencias anestésicas las efectuaba consigo mismo, combinando éter y cloroformo, desarrollando la anestesia local, lo cual le permitió efectuar numerosas intervenciones faciales. Fue el primero en utilizar procaina como anestésico en la consulta. Además, cuando los laboratorios Park Davis, de Londres, desarrollaron la suprarenina (después conocida como adrenalina), Braun, conociendo sus efectos vasoconstrictores, la comenzó a utilizar combinada con novocaína para evitar el sangrado y la rápida absorción del anestésico. No es de extrañar que al inventor de la férula que lleva su nombre también se le reconozca como padre de la anestesia local.

Hiram Winnett Orr. 1877-1956

I Epónimo asociado

Método de Orr: tratamiento cerrado para las fracturas abiertas.

I Biografía

Cirujano ortopédico nacido en West Newton, Pennsylvania (EE UU), que pasó toda su vida en Lincoln, Nebraska.

Terminó sus estudios en la Universidad de Michigan y comenzó a trabajar en el Nebraska Orthopaedic Hospital. Durante la Primera Guerra Mundial, Orr trabajó con Alexis Carrel (1873-1944), científico y cirujano francés, en el Welsh Metropolitan War Hospital de Cardiff (Gales, Reino Unido). Carrel defendía que la infección de las heridas era inevitable sin un cuidado y desarrolló un antiséptico conocido como solución de Carrel-Dakin, en honor a su propio nombre y al del químico inglés Henry D. Dakin (1880-1952). De nuevo en Nebraska, fue nombrado jefe de servicio del Hospital de Ortopedia, así como del Bryan Memorial Hospital y del Lincoln General.

Fue conocido por su descripción del método que lleva su nombre para el tratamiento de las infecciones óseas. En Francia, Orr siguió el tratamiento de Carrel para limpiar las heridas, cubriéndolas con una gasa bañada en petróleo y colocando un yeso para inmovilizar la fractura. Este método permitió el transporte de numerosos soldados desde el frente y su llegada en buenas condiciones a casa.

La heridas y las fracturas abiertas eran siempre un grave problema, pero muy especialmente en tiempo de guerra. Orr propuso un método de tratamiento barato a base de vendas, yeso y agua, con pocos requisitos técnicos, con el que se conseguía una curación más rápida y efectiva. Su técnica consistía en la reducción de la fractura sobre mesa de tracción; el desbridamiento y lavado de la herida con iodo diluido en alcohol; tapar la herida con una gasa vaselinada, colocando gasas secas por encima y enyesando el miembro, incorporando un clavo de tracción. No recomendaba curar la herida en un periodo de cuatro a ocho semanas y aconsejaba cambiar de yeso cuando el olor era insostenible, siempre en condiciones de mayor asepsia. Presentó una casuística de 288 fracturas conminutas abiertas, con 259 curaciones y solo tres casos de fallecimiento.

Como señala Ponseti [4], quien trabajó con Orr unos meses, «Orr tenía ideas muy claras sobre el tratamiento de la osteomielitis. Su profundo conocimiento de la biología de la inflamación le llevó a desechar el uso de desinfectantes, así como de frecuentes curas, haciendo hincapié sobre el drenaje y el reposo de la extremidad lesionada como el mejor medio de favorecer las defensas naturales del cuerpo (...). Orr fue quien escribió el prefacio del libro *Treatment of war wounds and fractures*, de Trueta, publicado en Gran Bretaña en 1940. Estaba muy interesado en conocer los detalles de nuestra experiencia en España con su método. Se los di. El desbridamiento y los drenajes que hacíamos eran más completos que los suyos, mientras que nuestra técnica de



Fig. 1. Hiram Winnett Orr.

vendajes de yeso sin almohadillar hacía posible poner yesos menos extensos que permitían cierta movilidad de las extremidades así que las heridas comenzaban a cicatrizar».

Fue editor del *Journal of Orthopaedic Surgery*. Murió en Rochester, Minnesota, en 1956.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernández Sabaté A. Barcelona y la SECOT. Diálogos entre 1936 y 2002. SECOT. Madrid: MMC 2003.
2. Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of war wounds. A historical review. Clin Orthop Rel Res 2009; 467:2168-219.
3. Mercer W. A catalogue of the H. Winnett Orr historical collection. J Bone Joint Surg (Br) 1961; 43-B:621.
4. Orr HW. Development of fracture surgery during the past 100 years. Clin Orthop 1953; 2:5-11.
5. Ponseti I. Autobiografía. En: Fernández Sabaté A. Barcelona y la SECOT. Diálogos entre 1936 y 2002. MMC 2003; 343-70.

Nicolay Ivanovich Pirogoff. 1810-1881

Epónimos asociados

Ángulo de Pirogoff: al arco formado por las venas subclavia y yugular internas.

Amputación de Pirogoff: amputación, basada en la técnica de Syme, conservando una porción del calcáneo.

Biografía

Nacido en Moscú en 1810, fue un cirujano reconocido que aportó nuevos conocimientos en la anatomía quirúrgica, la ortopedia y la anestesia. Quedó huérfano a corta edad y en condiciones precarias. Sin embargo, un tío suyo le ayudó a ingresar en la Facultad de Medicina a los 14 años. En cuatro años se licenció y comenzó su especialización en cirugía. Pirogov formó parte de un grupo selecto de licenciados a los que se les preparaba para ser profesores y mejorar el nivel científico de Rusia. Lo enviaron a la universidad báltica de Dorpat, hoy Universidad de Tartu (Estonia), en aquel momento una de las universidades bajo influencia alemana de mayor prestigio, donde trabajó en anatomía y cirugía. Se doctoró en 1832 con un trabajo sobre la ligadura de la aorta abdominal (*Num vinctura aortae abdominalis in aneurysmate inguinali adhibita facile ac tutum sit remedium*). Posteriormente visitó las universidades de Berlín y Gotinga, donde observó que para hacer una cirugía científica, no solo artística, necesitaba apoyarse en la anatomía y en la fisiología.

Consiguió la cátedra de Dorpat a los 26 años de edad, adquiriendo renombre en la anatomía quirúrgica. Entre 1852 y 1859 apareció su conocido atlas *Anatome topographica sectionibus per corpus humanum congelatum triplici directione ductis illustrate*, con 200 imágenes que muestran a gran escala secciones congeladas de partes del cuerpo. En 1940 fue invitado a ocupar la cátedra de cirugía del Hospital y la Academia de Medicina Militar de San Petersburgo, donde además creó el Instituto de Anatomía, llevando a cabo más de 12.000 disecciones.

En 1847 desarrolló una teoría sobre la acción y los usos de la anestesia que se aplicó a sí mismo antes de utilizarla en los pacientes. Inicialmente realizó numerosas intervenciones usando el anestésico por vía rectal, que tuvo que abandonar por las irritaciones producidas. También estudió las consecuencias de la infección postoperatoria, en paralelo a Malgaigne en París. Pirogoff anotó 159 fallecimientos entre 400 cirugías recogidas entre 1852-53, que consideró debidas en gran parte a las infecciones.

Mientras servía en el ejército zarista introdujo enfermeras entrenadas en los hospitales militares y trabajó para modernizar los equipos de campaña. En 1854, con el estallido de la Guerra de Crimea entre el Imperio ruso y la alianza formada por Reino Unido, Francia, el Imperio otomano, y el Reino de Piemonte y Cerdeña, el número de soldados heridos fue muy elevado. Pirogoff solicitó ser trasladado al campo de batalla, donde ideó los moldes de yeso –idea to-

mada de los escultores– y la técnica de amputación que lleva su nombre, e introdujo el uso de anestésicos. En 1864 publicó sus experiencias en Alemania en lo que sería la obra de referencia de sanidad militar.

En 1856, cansado de la actitud militar, se retiró de la enseñanza y del hospital. Publicó un trabajo sobre los problemas de la educación que produjo un fuerte impacto, ya que condenaba la restricción de acceso a la enseñanza a las clases desfavorecidas y a los que no eran de origen ruso y reclamaba la educación para las mujeres. Se opuso a una especialización temprana y abogó por el establecimiento de escuelas secundarias. Fue nombrado inspector de escuelas en el sur de Rusia pero, tras tener problemas con el gobernador de Odessa, fue transferido a un puesto similar en Kiev. Tres años después fue obligado a jubilarse y trabajó como juez de paz en Ucrania.

En 1862 fue consultado sobre una herida que sufrió Garibaldi en una pierna durante la batalla de Aspromonte, recomendando una cura que tuvo éxito. De vuelta en Rusia, en 1866, viajó como representante de la Cruz Roja para supervisar los servicios sanitarios de los contendientes en la Guerra Franco-Prusiana, en 1870. Siete años después, en 1877, actuó como cirujano en la guerra entre Rusia y Turquía por la independencia de Bulgaria.

Murió el 5 de diciembre de 1881 en Vishnya (Ucrania) y su cadáver fue embalsamado por su hijo. En 1978, especialistas rusos viajaron a este lugar para comprobar el estado del cadáver, constatando que había comenzado a descomponerse. Lo recompusieron y cada año Rusia entregó una aportación económica para su mantenimiento. Rusia ha re-



Fig. 1. Nicolay Ivanovich Pirogoff.

clamado en repetidas ocasiones el cadáver de Pirogoff, pero Ucrania se niega a entregar el cuerpo de quien considera el más grande entre sus científicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of war wounds. A historical review. Clin Orthop Rel Res 2009; 467:2168-219.
2. Fresquet JL. Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación (Universidad de Valencia-CSIC). Julio de 2007.

Ignacio Ponseti. 1914 - 2009

Epónimo asociado

Método de Ponseti: para el tratamiento del pie zambo.

Biografía

Nacido el 3 de junio de 1914 en Ciudadela (Menorca), hijo de un relojero, se trasladó a los ocho años a Palma de Mallorca y, finalmente, a Barcelona, donde realizó sus estudios, licenciándose en Medicina y Cirugía el 17 de julio de 1936. Trabajó con Jimeno Vidal en Reus en lo que pronto se convirtió en un hospital de guerra de referencia. A punto de finalizar la contienda salió, por Francia, hacia México. Allí trabajó en Juchitepec, un pequeño pueblo al sur de la capital. En 1941, con el dinero ahorrado, pasó, por Laredo, a Estados Unidos, donde había recibido una beca de estudios con Steindler en la Universidad de Iowa. Al entrar Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, tras el ataque japonés a Pearl Harbour, muchos facultativos estadounidenses fueron movilizados y los que quedaron tuvieron que hacerse cargo de todo el trabajo. En aquellos momentos, en la ortopedia infantil las enfermedades más frecuentes eran la poliomielitis, la tuberculosis osteo-articular y la osteomielitis. Las dos últimas desaparecieron pronto con la llegada de la penicilina y la estreptomycin; la polio, algo más tarde con la vacuna de Salk y de Sabin, El raquitismo ya no se veía desde que se añadió la vitamina D a la leche. El trabajo del ortopeda pediátrico se centró, en su mayor parte, en las deformidades congénitas, la escoliosis idiopática, la artritis y, sobre todo, los accidentes de tráfico y deportivos.

Winnett Orr, jefe del hospital infantil de Lincoln, Nebras-



Fig. 1. Ignacio Ponseti.

ka, amigo íntimo de Steindler, invitó a Ponseti para conocer su centro. Allí tuvo la oportunidad de comparar los métodos del tratamiento de heridas y fracturas abiertas publicados por el propio Orr y por Trueta en dos revistas norteamericanas. De vuelta en Iowa, comenzó a trabajar en el laboratorio de patología ósea; después obtuvo una beca de investigación en Chicago, bajo la dirección de Phemister y Hutcher, por lo cual a su regreso a Iowa se hizo cargo del laboratorio y de la docencia de patología ósea, tanto a los residentes como a los estudiantes.

Su primer proyecto fue estudiar la incidencia de la hernia discal en cadáveres; el segundo, analizar los casos de pie zambo congénito tratados en Iowa durante más de veinte años, observando que, pasado el tiempo, presentaban una rigidez invalidante. Intentó publicarlo pero Steindler no lo permitió, sugiriendo que la cirugía había mejorado y que los resultados posteriores iban a ser mucho mejores [1].

En 1947 obtuvo la ciudadanía norteamericana y trabajó en la prevención de la luxación congénita de cadera, aplicando la maniobra de Ortolani. Publicó sobre el fracaso del tratamiento de la cadera tras la cirugía del techo acetabular. Además, analizó cortes histológicos de la embriología de la cadera normal y luxada, y estudió la escoliosis experimental en ratas y conejos jóvenes alimentadas con guisantes, demostrando cambios bioquímicos en los enlaces de las fibras de colágeno.

En 1954 fue uno de los fundadores de la Orthopedic Research Society y el encargado de efectuar el congreso de la misma, en colaboración con la AAOS, durante los primeros años hasta que en 1960 alcanzó la presidencia.

Publicó la técnica para corregir el pie zambo, basada en la anatomía de la deformidad y funcional del pie, y los resultados obtenidos con su método después de diez años de

experiencia [2][3]. El trabajo, según Ponseti, «no se leyó cuidadosamente y, por lo tanto, la compleja deformidad en tres planos del pie zambo no se entendió y el trabajo fue ignorado durante 30 años» [1]. Por el contrario, el trabajo sobre la corrección del metatarso aducto, publicado más tarde, fue muy comentado, ya que la deformidad ocurre en un solo plano [4]. Por eso, «solo tras la publicación, en 1995, del seguimiento de mis pacientes tratados 30 años antes, así como de la publicación de mi libro *Congenital clubfoot: fundamentals of treatment*, un año más tarde, algunos cirujanos ortopedistas comenzaron a utilizar mi técnica» [1]. Efectivamente, en 1970, revisó con Sterling Laaveg los casos de pie zambo tratados 20 años antes, constatando que una gran mayoría eran pies funcionalmente normales [5]. En 1996, tras muchos avatares, y preocupado por el alto número de cirugías practicadas en el mundo con los pies zambos, publicó su reconocido libro. Falleció en Iowa en octubre de 2009.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ponseti I. Autobiografía. En: Fernández Sabaté A. Barcelona y la SECOT. Diálogos entre 1936 y 2002. MMC 2003; 343-70.
2. Ponseti IV, Campos J. Pathogenesis and treatment of congenital clubfoot. Clin Orthop Rel Res 1972; 84:50-60.
3. Ponseti IV. Treatment of congenital clubfoot. J Bone Joint Surg (Am) 1992; 74:448-54.
4. Ponseti IV, Becker JR. Congenital metatarsus adductus: the results of treatment. J Bone Joint Surg (Am) 1966; 48:702-11.
5. Laaveg SJ, Ponseti IV. Long-term results of treatment of congenital clubfoot. J Bone Joint Surg (Am) 1980; 62:23-31.

Josep Trueta Raspall. 1897-1977

I Epónimo asociado

Técnica de Trueta o «método español»: para el tratamiento de las heridas y fracturas abiertas.

I Biografía

Nació y murió en Barcelona, después de un largo recorrido vital. Estudió en la Universidad de Barcelona y trabajó, como cirujano, en el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, en el servicio de Manuel Corachán. Viajó por Europa, co-

nociendo en 1932 a Lorenz Böhler y a su ayudante Jimeno Vidal. En 1933 fue jefe de servicio y en 1935 participó en la fundación de la SECOT. Durante la Guerra Civil trabajó con heridos de guerra, recogiendo sus experiencias en el tratamiento de las heridas. En 1938 envió a su familia a Francia y, poco después, salía él mismo hacia el exilio. Estando en Francia fue invitado por el Gobierno británico como asesor de la defensa civil. Entre 1939 y 1944 dictó 83 conferencias en el Reino Unido sobre la cirugía de la guerra [1]. Girdlestone le ofreció trabajar en Oxford, donde muy pronto, en 1943, fue nombrado doctor *honoris causa*. Mientras Trueta dirigía el Servicio de Accidentes, en el Wingfield Morris Orthopaedic Hospital, patrocinado por sir Morris, el fabricante de automóviles, se creó el departamento de cirugía experimental, donde compaginaba su trabajo experimental con sir Ernst Chain, químico judío alemán huido del nazismo, y Gardner, bacteriólogo, con quienes trabajó en la aplicación de la penicilina en las heridas abiertas [2]. A consecuencia de los bombardeos sobre Londres observaron que los ciudadanos que quedaban sepultados bajo las ruinas y eran rescatados entraban en un estado de *shock*. Trueta y Barnes buscaron la causa del llamado «síndrome de aplastamiento» y, trabajando con conejos, descubrieron que se debía a un espasmo arteriolar del riñón, describiendo las dos circulaciones renales [3][4].

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, con la reorganización del servicio, Trueta se ocupó de la sección de poliomielitis y, una vez conseguida la nacionalidad inglesa, obtuvo una de las cinco cátedras de cirugía ortopédica en la universidad oxoniana. Debido a la precariedad económica y a las necesidades de ampliación del hospital, se volvió a



Fig. 1. Josep Trueta Raspall.

contar con la ayuda de *lord* Nuffield, título aristocrático de *sir* Morris, por lo que el viejo hospital pasó a denominarse Nuffield Orthopaedic Center [5]. Trueta siguió publicando sobre el cartílago de crecimiento, el osteoblasto, la formación ósea, la vascularización de la cabeza femoral y otros huesos, como la rótula y el astrágalo, y también sobre la artrosis, para lo cual contó con la ayuda de Fritz Schajowicz, otro austriaco judío huido de su patria y que terminaría en Buenos Aires, trabajando con Ottolenghi y para la OMS en la clasificación de los tumores óseos [6-8].

Volvió a Barcelona en 1967, a punto de cumplir los 70 años, y falleció el 19 de enero de 1977, habiendo recobrado la nacionalidad española.

Sobre el «método español»

El propio Trueta habla en su libro de la aportación de otros cirujanos al conocido como método español. Por eso, la traducción de su obra al ruso habla de la «técnica de los yesos iniciada en el lado republicano de la guerra española» o «método de Pirogoff»; en Francia lo llamaron método de Ollier; en Italia, de Magatti, y los norteamericanos, método de Orr [1][9-12]. Sin embargo, el «método español» para el tratamiento de las heridas y fracturas abiertas no tuvo un creador único, sino que fue un proceso que nació en la Guerra del Rif, en Marruecos, donde participaron Trías Pujol y Manuel Bastos, y se perfeccionó en la Guerra Civil con Trueta y Jimeno Vidal. En la Segunda Guerra Mundial, Trueta, desde Oxford, lo puso en práctica con los heridos que le llegaban desde el frente y, sobre todo, fue el mejor posicionado para difundirlo. Trueta lo publicó y sistematizó el método en cinco puntos: tratamiento inmediato, limpieza de la herida, excisión de los tejidos necrosados, drenaje e inmovilización y reposo. A pesar de esto, en la literatura se insiste en que [13][14], en 1918, Winnett Orr se dio cuenta de que las fracturas abiertas que eran enyesadas y enviadas para su tratamiento a Estados Unidos tenían mejor aspecto que aquellas que venían tratadas o abiertas. De aquí sacó su método para tratar la osteomielitis crónica en la práctica civil, pero sería Trueta quien modificó el método y lo aplicó a las fracturas abiertas frescas.

Trueta nunca se apropió del método y reconoció la aportación al mismo de muchos antecesores. De hecho, en la edición mexicana de su obra reconoce la importancia de Larrey, Pirogoff y Nightingale en el tratamiento inmediato de la herida; de Theodore de Longobourg, Henri de Mondeville, Ambrosio Paré, Lister, Von Bergman, Carrel, Domack y Trefouel reconoce sus aportaciones a la limpieza de

la herida; en la excisión de tejidos necróticos y lacerados reconoce a Botallo, Desault, Larrey, Friederich, Milligan, Grey, Ranzi y Lemaire; en el drenaje, a D'Argelata, Chassaignac, Lister y Orr, y, por último, en el reposo inmovilizado, a Magati, Ollier, Billroth, Thomas, Jones y Orr.

Como señala Ponseti [15], quien trabajó con Orr unos meses, «Orr tenía ideas muy claras sobre el tratamiento de la osteomielitis. Su profundo conocimiento de la biología de la inflamación le llevó a desechar el uso de desinfectantes así como de frecuentes curas, haciendo hincapié sobre el drenaje y el reposo de la extremidad lesionada como el mejor medio de favorecer las defensas naturales del cuerpo (...). Orr fue quien escribió el prefacio del libro de Trueta, *Treatment of war wounds and fractures*, publicado en Gran Bretaña en 1940. Estaba muy interesado en conocer los detalles de nuestra experiencia en España con su método. Se los di. El desbridamiento y los drenajes que hacíamos eran más completos que los suyos, mientras que nuestra técnica de vendajes de yeso sin almohadillar hacía posible poner yesos menos extensos que permitían cierta movilidad de las extremidades así que las heridas comenzaban a cicatrizarse».

Sin embargo, la polémica más interesante fue la mantenida con Watson-Jones, quién definió a Trueta, en el *British Medical Journal*, como «el que había desarrollado el método de Orr durante la Guerra Civil Española (...)». Trueta no desarrolló la técnica. Böhler la rechaza. Es la técnica de Winnet Orr. Fue desarrollada durante la última guerra hace un cuarto de siglo (1914-1918). Los casos fueron debidamente documentados en 1929». Watson-Jones, por su parte, aconsejaba en estos casos la sutura primitiva de las heridas frescas.

Trueta quiso contestar, pero fueron Girdlestone y Seddon quienes lo hicieron, señalando que del método de Orr lo único que utilizó Trueta fue la envoltura con yeso, ya que Orr rechazaba la excisión de los tejidos muertos. En 1928 y 1929 Trueta trató muchas infecciones óseas y osteomielitis crónicas. Para ello aplicaba el método de Orr, publicado en 1924, que consistía en abrir la piel, resecar los tejidos necrosados, aplicar gasa con vaselina e inmovilizar la extremidad con un yeso, inmovilizando las articulaciones proximal y distal. El pus drenaba manchando el yeso progresivamente y desprendiendo un olor fétido. La quietud del foco permitía el crecimiento del tejido de granulación y los resultados fueron más favorables que con el método de Dakin y de Carrel, mediante el goteo de un antiséptico.

Trueta pensó que se podía hacer lo mismo con las fracturas abiertas recientes, efectuando una excisión temprana y

generosa, según lo descrito por Friederich en 1897. Incluso recomendaba la sutura de las heridas cuando el herido era controlado por un cirujano, la sutura se hacía sin tensión y se podía examinar repetidamente la herida, pero estas no son las condiciones habituales del campo de batalla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernández Sabaté A. Barcelona y la SECOT. Diálogos entre 1936 y 2002. SECOT. Madrid: MMC 2003.
2. Trueta J, Barclay AE, *et al.* Studies of the renal circulation. Bristol Med Chir J (1883) 1948; 65:16-8.
3. Trueta J, Barclay AE, *et al.* Discussion on renal circulation. Proc R Soc Med 1948; 41:339-42.
4. Trueta J. The organization of hospital services for casualties due to the bombing of cities, based on experience gained in Barcelona-with special reference to the classification of casualties: (Section of Orthopædics). Proc R Soc Med 1939; 33:13-23.
5. Trueta J. The Nuffield Orthopedic Centre, Oxford. Br Med J 1951; 1:940-1.
6. Trueta J. A theory of bone formation. Acta Orthop Scand 1962; 32:190-8.
7. Trueta J, Trias A. The vascular contribution to osteogenesis. IV. The effect of pressure upon the epiphysial cartilage of the rabbit. J Bone Joint Surg (Br) 1961; 43-B:800-13.
8. Trueta J. Kidney. Annu Rev Physiol 1950; 12:369-98.
9. Trueta J. Treatment of war wounds and fractures. Br Med J 1942; 1:616-7.
10. Trueta J, Barnes JM. The rationale of complete immobilization in treatment of infected wounds. Br Med J 1940; 2:46-8.
11. Trueta J. The treatment of war fractures by the closed method: (Section of Surgery). Proc R Soc Med 1939; 33:65-74.
12. Trueta J. Ten years of war surgery. St Bartholomews Hosp J 1948; 51:181.
13. King KE. Orthopaedic aspects of war wounds in south Vietnam. J Bone Joint Surg (Am) 1969; 51-A:112-7.
14. Manring MM, Hawk A, Calhoun JH, Andersen RC. Treatment of war wounds. A historical review. Clin Orthop Rel Res 2009; 467:2168-219.
15. Ponseti I. Autobiografía. En: Fernández Sabaté A. Barcelona y la SECOT. Diálogos entre 1936 y 2002. MMC 2003; 343-70.

FUNDACIÓN MAPFRE dedica más de un millón de euros a promover la investigación y la formación

Gran éxito de esta edición, que ha recibido más de 1.800 solicitudes en el conjunto de las convocatorias



FUNDACIÓN MAPFRE ha fallado las Ayudas a la Investigación, las Becas Ignacio Hernando de Larramendi y Primitivo de Vega y las Becas de Formación en el extranjero para profesionales españoles, con un importe global que supera los 1,2 millones de euros. Se han concedido un total de 89 becas y ayudas que tienen como objetivo fomentar la formación y la investigación en las áreas de Salud, Seguros, Gestión de Riesgos, Prevención y Medio Ambiente.

En concreto, se han destinado 54 becas y ayudas al área de salud, 24 a prevención y medio ambiente, 10 a seguros y una a la atención a las personas mayores.

A las mencionadas convocatorias se han presentado 1.875 proyectos (1.182 en 2011), según el siguiente detalle:

- 1.671 a las Ayudas a la Investigación (1.061 en 2011), de los cuales 252 corresponden a Prevención, 683 a Medio Ambiente, 684 a Salud y 52 a Seguros.
- 87 a las Becas Ignacio Hernando de Larramendi (43 en 2011), de los cuales 12 corresponden a Prevención, 31 a Salud y 44 a Medio Ambiente.

- 75 a la Beca Primitivo de Vega (50 en 2011).
- 42 a Becas de Formación en el extranjero para profesionales españoles (28 en 2011).

Con estas ayudas, FUNDACIÓN MAPFRE contribuye a la consecución de sus principales objetivos: promover la calidad de vida de las personas, perfeccionar la formación y la investigación científica en todo lo relacionado con el riesgo y el seguro y la salud, así como fomentar la prevención de los accidentes humanos y materiales y la conservación del medio ambiente.

AYUDAS A LA INVESTIGACIÓN EN SALUD: 45 AYUDAS

Se acuerda la concesión de 45 Ayudas a las siguientes personas y proyectos:

Promoción de la Salud: Alimentación y Ejercicio Físico: 12 ayudas

■ Arranz Martínez, Sara

Efectos del consumo de tomate en la hipertensión y la función endotelial.

Fundació Privada Clinic per a la Recerca Biomèdica. Hospital Clinic de Barcelona. España.

■ Blanco Rivero, Javier

Efectos de la práctica del ejercicio físico regular en el sistema vascular en la obesidad inducida por una dieta rica en lípidos. Mecanismos de acción.

Universidad Autónoma de Madrid. España.

■ Casanueva Freijó, Felipe

Estudio de la expresión diferencial de genes supresores de tumores y oncogenes en leucocitos circulantes en función de los hábitos dietéticos, ejercicio físico y adiposidad en pacientes con cáncer de mama antes del tratamiento.

Instituto de Investigación Sanitaria. Fundación IDICHUS. Santiago de Compostela (A Coruña). España.

I Cachofeiro Ramos, Victoria

Comparación entre el efecto del ejercicio físico moderado y la inhibición farmacológica de la galectina 3 mediante la administración de un suplemento nutricional sobre el daño cardiaco asociado a la hipertensión.

Universidad Complutense de Madrid. España.

I Contreras Jordan, Onofre Ricardo

Intervención escolar para corregir el sobrepeso y la obesidad. Diseño, implementación y evaluación de un programa de educación física para primer ciclo de la E.S.O.

Universidad de Castilla-La Mancha. Albacete. España.

I García Vázquez, Eva

Trazas de especies alergénicas en golosinas industriales.

Facultad de Medicina. Universidad de Oviedo. España.

I Gómez Santos, Santiago Felipe

Calidad de dieta, sedentarismo y políticas públicas: Relación con el estado ponderal de la población infantil española.

Fundación THAO. Barcelona. España.

I Ordoñana Martín, Juan Ramón

Obesidad, ejercicio físico y dolor de espalda. Un análisis genéticamente informativo.

Universidad de Murcia. España.

I Rami González, Lorena

Estudio, promoción y difusión del impacto de factores relacionados con el envejecimiento saludable en la cognición de sujetos sanos con biomarcadores positivo para enfermedad de Alzheimer y promoción de un envejecimiento saludable.

Fundación Privada Clinic para la Investigación Biomédica. Barcelona. España.

I Soto Montenegro, M^a Luisa

Obesidad: Tratamiento mediante estimulación cerebral profunda en un modelo experimental.

Fundación para la Investigación Biomédica. Hospital Gregorio Marañón. Madrid. España.

I Vidal Carou, M^a Carmen

Estudio de la relación entre migraña e intolerancia a la his-

tamina de la dieta. Potencial de algunos probióticos en su prevención y tratamiento.

Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona. España.

I Villanueva Borbolla, M^a Ángeles

Diseño y evaluación de un modelo de atención en salud sustentable y participativo dirigido a la prevención y adherencia al tratamiento de obesidad, diabetes e hipertensión en la localidad de Xoxocotla.

Instituto Nacional de Salud Pública. Morelos. México.

Valoración del Daño Corporal: 6 ayudas

I Alías Martín, Pilar

Objetivación del daño en el esguince cervical derivado de un traumatismo.

Escuela de Medicina Legal. Universidad Complutense de Madrid. España.

I Borromeo López, Susana

Desarrollo tecnológico de la olfatometría y potenciales evocados olfatorios para el estudio de objetivo de las anosmias postraumáticas.

Universidad Rey Juan Carlos. Madrid. España.

I Corcoy Bidasolo, Mirentxu

Bases de la responsabilidad civil: análisis interdisciplinar de la valoración del daño corporal.

Universidad de Barcelona. España.

I Lloréns Rodríguez, Roberto

Desarrollo y validación de un sistema de valoración de un sistema de posturografía gratuito mediante plataformas de presión de bajo coste.

Hospital NISA Valencia al Mar. Valencia. España.

I Toledo Ponce, Eduardo

Evaluación de la marcha humana a través del uso de sensores de aceleración y giro.

Laboratorio de Bioingeniería. Pontificia Universidad Católica. Lima. Perú.

I Ramos Medina, Valentín / Martín Cazorla, Fernando

Estudio de las lesiones y su mecanismo de producción en fallecidos por accidente de tráfico.

Instituto de Medicina Legal. Málaga. España.

Gestión Sanitaria: Calidad y Seguridad Clínica: 6 ayudas

I Alexandre Benavent, Rafael

Estrategias para la gestión y la promoción del uso compartido de datos científicos sobre la salud.

Universidad de Valencia. España.

I Bernal Delgado, Enrique

Análisis de exceso de consumo de recursos en pacientes con enfermedad tromboembólica tras cirugía, infección por uso de dispositivo vascular post-operatorio o sepsis post-quirúrgica en el Sistema Nacional de Salud.

Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud. Zaragoza España.

I Claro Casado, Sonia Alexandra

Projeto DPOC: Respire qualidade de vida implementação de um programa de enfermagem de realibitação no domicílio em utentes com doença pulmonar obstrutiva crónica.

Unidade Local de Saúde de Nordeste. Bragança. Portugal.

I García Díaz, Benito

Mejora de la seguridad del paciente a través de la conciliación de la medicación en el Servicio de Urgencias.

Hospital Universitario Severo Ochoa. Madrid.

I Martín Delgado, M^a Cruz

Experiencias clínicas simuladas en seguridad del paciente. Elaboración y validación de escenarios clínicos simulados.

Instituto Superior de Derecho y Economía. Madrid.

I Tomás Vecina, Santiago

Estrategia para fomentar la comunicación de incidentes de seguridad del paciente en los servicios de urgencias mediante la aplicación de sistemas de briefing.

Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias. Barcelona.

Cirugía Ortopédica y Traumatología: 11 ayudas

I Alfranca González, Arántzazu

Generación de células mesenquimales humanas con potencial osteogénico mejorado genéticamente para su uso en implantes destinados a regeneración ósea.

Centro Nacional de Microbiología. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

I Galcerán Montaña, Isabel

Diseño y aplicación de actividades para un mayor rendimiento en la utilización de las prótesis mioeléctricas: herramientas de valoración en niños y adolescentes. Diseño y aplicación de actividades para un mayor rendimiento en la utilización de prótesis mioeléctricas: herramientas de valoración en niños y adolescentes.

Universidad Rey Juan Carlos. Madrid. España.

I González Bernal, Jerónimo Javier

Mejora funcional y de la calidad de vida en personas con discapacidad mediante el uso de ortesis.

Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de Burgos. España.

I González Díaz, Rafael

Hallazgo y caracterización de células madre en núcleo pulposo de disco intervertebral cervical y comparación con las células de médula ósea de la cresta de los mismos pacientes.

Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid. España.

I Izquierdo Redín, Mikel

Descripción comparativa del patrón de movimiento en deportistas de élite con y sin antecedente previo de lesión de ligamento cruzado anterior. Un estudio de acelerometría.

Centro de Estudio e Investigación de Medicina del Deporte. Pamplona. España.

I Lagares Gómez-Abascal, Alfonso

Activación inflamatoria en los síndromes de compresión radicular: Papel de los Toli like receptos (TLR-4 y TLR-2) en la activación de colagenasas y su implicación en la degeneración discal.

Fundación para la Investigación 12 de Octubre. Madrid. España.

I López Escámez, José Antonio

Caracterización de las alteraciones vestibulares en pacientes víctimas de accidente de tráfico con síndrome de latigazo vertical.

Hospital Universitario San Agustín. Linares. Jaén. España.

I Martínez Zapata, M^a José

Evaluación de calidad de vida en paciente con fracturas subcapitales de fémur.

Fundació Institut de Recerca del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona España.

I Montañez Heredia, Elvira

Infiltración intrarticular de plasma rico en plaquetas en el tratamiento del dolor de rodilla con artrosis.

Hospital Universitario Virgen de la Victoria. Málaga. España.

I Serrano Reche, M^a Amparo

Validación clínica de pruebas biomecánicas para la valoración funcional del miembro superior con afectación neurológica.

Hospital La Ribera. Valencia. España.

I Serrano Simonneau, David

Cuantificación de las células madre mesenquimales autólogas infundidas e el tratamiento de pacientes diagnosticados de necrosis avascular de la cabeza del fémur.

Instituto de Investigación Sanitaria. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid España.

Daño Cerebral y Medular: 10 ayudas

I Azorín Poveda, José M^a

Sistema de comunicación de necesidades básicas basado en señales EEG para personas con daño cerebral y/o medular severo.

Universidad Miguel Hernández de Elche. Alicante. España.

I De Miguel Pedrero, Fernando

Terapia celular por administración intrauterina de células madre mesenquimales en un modelo experimental de daño medular fetal (mielomeningocele).

Instituto de Investigación. Hospital La Paz. Madrid. España.

I Gómez Aguilera, Enrique José

Estudio de la eficacia de entornos virtuales basados en actividades de la vida diaria en la neurorrehabilitación funcional de extremidad superior de pacientes con TCE.

E.T.S. Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid. España.

I Mañanas Villanueva, Miguel Ángel

Nuevos indicadores de respuesta clínica basados en electromiografía de alta resolución para la rehabilitación de pacientes con LMI.

Centro de Investigación en Ingeniería Biomédica. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España.

I Martín Jiménez, Miguel

Evaluación daño cerebral asociado a diferentes tratamientos

Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

I Martínez Pérez, Salvador

Efecto neurotrófico del trasplante intramuscular de células madre en traumatismos medulares.

Instituto de Neurociencias. Alicante. España.

I Moreno Flores, M^a Teresa

Regeneración en lesiones del sistema nervioso central adulto: identificación de nuevas dianas terapéuticas mediante el uso de glía y células troncales humanas.

Universidad Francisco de Vitoria. Madrid. España.

I Nieto Sampedro, Manuel

Modulación farmacológica de la cicatriz glial para la reparación de lesiones del SNC.

Hospital Nacional de Paraplégicos. Toledo. España.

I Poca Pastor, M^a Antonia

Alteraciones neuropsicológicas y lesiones encefálicas en el traumatismo craneoencefálico leve.

Institut de Recerca Vall d'Hebron. Barcelona España.

I Sánchez Ramos, Antonio

Evaluación de la calidad de vida sexual de los varones con lesión medular y sus parejas: efectos de los tratamientos farmacológicos de la disfunción eréctil.

Hospital Nacional de Paraplégicos. Toledo. España.



BECAS IGNACIO HERNANDO DE LARRAMENDI

Las becas se convocan en homenaje y reconocimiento a Don Ignacio Hernando de Larramendi, primer Presidente de FUNDACIÓN MAPFRE y principal impulsor del Sistema MAPFRE, y van dirigidas a la formación o investigación de profesionales iberoamericanos y portugueses, dentro de las áreas de Prevención, Salud y Medio Ambiente. En la convocatoria 2012 se han recibido 31 solicitudes y se han otorgado cuatro ayudas en el área de Salud:

I Chuquimia Choque, M^a Esther

Búsqueda de marcadores diagnósticos de la neurocisticercosis mediante proteómica.

Instituto Nacional de Laboratorio de Salud. Ministerio de Salud y Deportes. La Paz. Bolivia.

I Díaz Quijano, Fredi Alexander

Predictores de infección de Sitio Operatorio en una institución de Tercer Nivel de Colombia.

Centro Médico Daniel Peralta. Clínica Bucaramanga. Santander. Colombia.

I Suárez Caicedo, Olga Cecilia

Efectos de la artroplastia total de rodilla sobre el sistema propioceptivo.

Institución Prestadora de Servicios de Salud. Escuela Nacional del Deporte. Cali. Colombia.

I Trostchansky Vasconcellos, Andrés

El aceite de oliva como fuente de ácidos grasos nitrados: efectos benéficos y mecanismos de acción en un modelo de inflamación.

Departamento de Bioquímica y Centro de Investigaciones Biomédicas. Montevideo. Uruguay.



BECA PRIMITIVO DE VEGA

Se convoca con carácter anual, desde 2007, en homenaje y reconocimiento a Don Primitivo de Vega, que fue Presidente de MAPFRE ASISTENCIA y de MAPFRE QUAVITAE hasta su fallecimiento en 2006, y que dedicó una parte importante de su actividad profesional, en los últimos años, al área de atención de las personas mayores. El proyecto profesional que sobre un total de 75 solicitudes que este año se ha considerado finalista es el siguiente:

I Valverde García, José Antonio

Mejora de la gestión y calidad en la asistencia de ancianos que ingresan con fracturas de cadera.

Hospital Nuestra Señora de Sonsoles. Ávila. España.



BECAS DE FORMACIÓN EN EL EXTRANJERO PARA PROFESIONALES ESPAÑOLES EN SALUD

Se han otorgado cinco ayudas en el área de Salud con un monto total de 20.000 euros. El fin de las mismas es fomentar y apoyar la educación sanitaria y la investigación científica, promoviendo con ello una mejor calidad de vida de las personas. En este marco se apoyará la formación en el extranjero de profesionales españoles en temas relacionados con Traumatología y Cirugía Ortopédica, Rehabilitación, Valoración del daño corporal, Daño cerebral y medular y Gestión sanitaria.

Tras el estudio de las 48 solicitudes presentadas, se ha acordado la concesión a las siguientes personas:

Cirugía Ortopédica y Traumatología

I Arenas Prat, Merixell

Mejora de la calidad asistencial y de la seguridad clínica de los tratamientos radioterapéuticos de la provincia de Tarragona.

Prof. John Yarnold .Royal Madersden Hospital. Gran Bretaña.

I De la Rosa Jiménez, Pedro

Formación especializada en Neurocirugía Funcional y Esterreotáctica.

UCL Institute of Neurology and Neurosurgery. Gran Bretaña.

I Hernández González, Aurora

Immunomodulatory effects of exopolysaccharides produced by bifidobacteria.

University of Reading. Gran Bretaña.

I Rabassa Bonet, Montserrat

Consumo de patrones alimentarios ricos en compuestos fenólicos y estudio de mortalidad global a 12 años en personas de la tercera edad.

Geriatric Hospital, IRCCS. Italian National Research Centres on Aging (INRCA). Italia.

I Utrillas Compaired, Alfonso

Estancia en Research Fellowship in Shoulder & Elbow Surgery.

The James Cook University Hospital. Gran Bretaña.

Para mayor información puede consultar la página web www.fundacionmapfre.com/salud

Los mayores en España sufren 300.000 accidentes anuales que precisan asistencia sanitaria, lo que genera un gasto de más de 420 millones de euros, según un informe de FUNDACIÓN MAPFRE

El estudio revela que la mayor parte de costes, directos e indirectos, de los accidentes que requieren asistencia sanitaria se debe a caídas, especialmente en las mujeres y entre los 81 y 85 años. Reducir esta cifra es posible con programas de prevención que ayuden a disminuir las consecuencias físicas y psíquicas que producen los accidentes en este colectivo, pero también los costes económicos que generan al sistema sanitario y a las familias.

La población de más de 65 años supera en España los 8 millones de personas. En este colectivo se producen más de 820 accidentes diarios que requieren asistencia sanitaria, cifra en aumento por el envejecimiento de la población. En concreto, se estima que el gasto directo (asistencia médica, quirúrgica, rehabilitación...) de estos accidentes se eleva a más de 380 millones de euros para la sanidad, a lo que hay que sumar cerca de 43 millones derivados de costes indirectos que asumen los familiares: ausencias laborales, contratación de cuidadores, ayudas ortopédicas...

Estas son algunas de las conclusiones del *Estudio de evaluación económica de la accidentabilidad de las personas mayores en España*, presentado recientemente por FUNDACIÓN MAPFRE en Madrid. El estudio se ha elaborado con la colaboración del IMSERSO, la Dirección General del Mayor de la Comunidad de Madrid y la Sociedad Española de Geriatría y Gerontología, entre otras instituciones.



De izda. a dcha., César Antón, Director General del IMSERSO; José Ramón Menéndez, Director General del Mayor de la Comunidad de Madrid; José Manuel Ribera, Catedrático-emérito de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid; Alberto del Campo, autor del informe; Filomeno Mira, Presidente del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, y Antonio Guzmán, Director General del citado instituto.

Los accidentes de las personas mayores suponen el 0,5% del gasto sanitario español. La necesidad de reducir la cifra de accidentes viene motivada no tanto por la disminución del coste, sino sobre todo por la reducción del sufrimiento humano, ya que se genera un importante deterioro de la calidad de vida de estas personas y de sus familiares.

De los 300.000 accidentes sufridos por las personas mayores que tuvieron asistencia sanitaria, el 83,4% son caídas que tienen en gran parte importantes consecuencias. Según las estadísticas, se accidentan más las mujeres (61%) que los hombres (39%). Las tasas de accidentabilidad se incrementan progresivamente con la edad, siendo el grupo de mayor riesgo el de 81 a 85 años. A partir de esta franja se reduce levemente la tasa debido a la menor movilidad y la menor exposición al riesgo.

El informe también destaca que el 78% de los accidentados requirió pruebas diagnósticas como rayos X, resonancias y analíticas, entre otras, y el 63%, tratamiento farmacológico. De cada 10 personas, siete acudieron a urgencias de un hospital. Uno de cada cuatro mayores quedó hospitalizado y dos de cada 10 precisaron intervención quirúrgica.

Además, el 71% de los accidentes tuvo consecuencias clínicas y más de la mitad secuelas posteriores. Las fracturas, sobre todo las de cadera, junto con las heridas y los esguinces, son las consecuencias más habituales.

La elaboración de este informe ha permitido que se conozca el volumen y la magnitud de los accidentes, con asistencia sanitaria, sufridos por las personas mayores, así como el coste directo e indirecto de la misma y el tipo de lesiones que conllevan. La información toma como base económica las tarifas de los GRD's (grupos relacionados por diagnóstico) del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

Prevenir este tipo de accidentes, mediante la sensibilización de mayores y familiares, ayudará a reducir el sufrimiento de este colectivo y a la vez implicará una reducción del gasto económico. El informe pone de manifiesto que si se previene el 10% de los accidentes se ahorrarían 42 millones de euros anuales.

El acto de presentación del informe contó con la participación de Filomeno Mira, Presidente del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE; César Antón, Director General del IMSERSO; José Ramón Menéndez, Director General del Mayor de la Comunidad de Madrid; José Manuel Ribera Casado, Catedrático-emérito de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, y Alberto del Campo, autor del informe.

Puede consultar el estudio completo y las recomendaciones sobre la prevención de accidentes fuera y dentro del hogar en: www.conmayorcuidado.com y en www.fundacionmapfre.org ■

Participación en el 49º Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT), celebrado en Málaga

Más de 2.000 profesionales médicos asistieron a la reunión, que tuvo un *stand* de FUNDACIÓN MAPFRE

FUNDACIÓN MAPFRE participó, del 3 al 5 de octubre pasados en Málaga, en el 49º Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT), con un espacio propio en el que se presentó el monográfico *Lesiones del hombro* de la revista *TRAUMA*, que edita FUNDACIÓN MAPFRE. Este *stand* fue visitado por numerosos asistentes, que recibieron explicaciones sobre las actividades que lleva a cabo esta institución en el área de salud, así como diversa documentación.

El 49º Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, al que asistieron alrededor de 2.000 profesionales médicos, contó con la participación de destacados traumatólogos de todo el mundo, que presentaron en el mismo las principales novedades y avances que se están produciendo.

Durante el congreso se nombró al Doctor Francisco Forriol, director de la revista *TRAUMA*, nuevo Presidente de SECOT. ■



De izquierda a derecha, Dr. Francisco Forriol, Presidente de SECOT; Dr. Julio César Palacio, Presidente de la Sociedad Colombiana de COT; Adrián Hernández, Gerente de la misma sociedad, y Yolanda Minguez, de FUNDACIÓN MAPFRE.

Presentación del libro *La obesidad como pandemia del siglo XXI. Una perspectiva epidemiológica desde Iberoamérica*, realizado con la Real Academia Nacional de Medicina

En la publicación ha participado la Asociación Latinoamericana de Academias Nacionales de Medicina (ALANAM)

FUNDACIÓN MAPFRE ha colaborado en la edición del libro *La obesidad como pandemia del siglo XXI. Una perspectiva epidemiológica desde Iberoamérica*, que se presentó públicamente el pasado 27 de septiembre en la sede de la Real Academia Nacional de Medicina (RANM), en Madrid.

La publicación fue presentada en el marco de la XX reunión del Consejo de la Asociación Latinoamericana de Academias Nacionales de Medicina (ALANAM), un encuentro en el que numerosos expertos analizaron la situación de la obesidad en catorce países del área latinoamericana.

La información del libro ha sido coordinada por Manuel Serrano Ríos, Catedrático de Medicina Interna de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), y ofrece una muy interesante visión del problema de la obesidad en España, Portugal y Latinoamérica.

Según Manuel Serrano, la obesidad representa actualmente una verdadera amenaza para la salud, especialmente

en España, uno de los países que registra mayores índices de obesidad entre la población, en comparación con algunos países latinoamericanos. Concretamente, los españoles con sobrepeso representan el 39,4% de la sociedad, los obesos son el 22,9% y las personas con obesidad abdominal, «la más peligrosa», suponen el 35,5%, de acuerdo a los datos contenidos en el libro.

Los especialistas en obesidad que participaron en este encuentro resaltaron la importancia de la prevención para afrontar esta «pandemia» y destacaron que «prevenir es mejor que curar» y que «la lucha debe ser contra la obesidad, no contra el obeso».

Al acto de presentación de la obra acudieron Filomeno Mira, Presidente del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, Antonio Guzmán, Director General del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, y Yolanda Minguez, Subdirectora del Instituto. |



Participantes de la XX reunión del Consejo de la Asociación Latinoamericana de Academias Nacionales de Medicina.

Más de 1.700 niños se divierten y aprenden hábitos de vida saludables en Oviedo

FUNDACIÓN MAPFRE organiza las «Superolimpiadas» en el marco de la campaña «Vivir en Salud»

FUNDACIÓN MAPFRE y el Ayuntamiento de Oviedo organizaron el pasado 6 de noviembre en el Palacio de Deportes local las «Superolimpiadas», una fiesta de la alimentación y el deporte con el objetivo de promover hábitos saludables entre los escolares de 6 a 8 años de la capital asturiana. La iniciativa se enmarca dentro de la campaña «Vivir en Salud» de FUNDACIÓN MAPFRE, destinada a promover una alimentación adecuada y a difundir la realización de actividades físicas entre los menores.

Más de 1.700 niños asturianos pudieron disfrutar en las «Superolimpiadas» de numerosos juegos, talleres y actividades infantiles, con las que conocieron las ventajas que tiene realizar ejercicio, pero también actividades físicas diarias de manera constante (subir y bajar escaleras, jugar, montar en bici,...) durante la etapa de crecimiento, así como llevar una dieta sana y equilibrada.

En el acto de presentación participaron Yolanda Minguez, Subdirectora del Instituto de Prevención, Salud y Medio



Trinidad Ordiz, Inmaculada González y Yolanda Minguez, durante la celebración de las «Superolimpiadas».

Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, Inmaculada González, Segundo Teniente de Alcalde y Concejala de Educación, Bibliotecas, Centros de Estudio y Juventud, y Trinidad Ordiz, Concejala de Comercio, Mercados, Consumo, Sanidad y Atención al Ciudadano, ambas del Ayuntamiento de Oviedo. En la presentación, Yolanda Minguez destacó que «esta iniciativa refleja la importancia de acciones novedosas que informen y sensibilicen a toda la sociedad, pero especialmente a los niños, sobre estilos de vida sanos que mejoren la salud».

Según FUNDACIÓN MAPFRE, la falta de actividad física y los malos hábitos de nutrición son las principales causas de enfermedad y muerte en el mundo desarrollado. Solo en España, el 16% de la población es obesa, el 48% padece sobrepeso y el 20%, hipertensión, problemas que requieren de información y educación para fomentar los buenos hábitos desde la infancia. ■



Niños gorditos, adultos enfermos

Celebración del encuentro «Niños Sanos», destinado a prevenir la obesidad infantil

FUNDACIÓN MAPFRE participó en noviembre en el encuentro «Niños Sanos», organizado por el Grupo Unidad Editorial, cuyo objetivo es fomentar hábitos de vida saludables para prevenir y combatir la obesidad infantil.

En el encuentro, en el que también colaboraron el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad y el Instituto de Obesidad, junto con importantes entidades del sector de la alimentación, se expusieron las claves educativas, alimentarias y deportivas para prevenir y combatir la obesidad infantil.

La apertura del encuentro corrió a cargo de Agustín Rivero, Director General de Servicios del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, que recordó que el sobrepeso y la obesidad son las amenazas más graves para la salud infantil en España, país con uno de los índices más elevados de Europa. Posteriormente, representantes de diferentes comunidades autónomas explicaron las iniciativas que se están desarrollando para luchar contra la obesidad infantil.

El exceso de peso en los niños no es solo un tema estético, ni una preocupación menor, sino que se ha convertido en un problema de salud pública alarmante, y es considerada la epidemia del siglo XXI. Los niños que hoy tengan un exceso de grasa en su cuerpo arrastrarán este problema hasta la edad adulta y todo lo que ello conlleva: trastornos, cardiovasculares, articulares, endocrinos, etc.

La razón de la alarma se sustenta en los datos que se desprenden del estudio *Aladino*, realizado por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), que concluyen que el 46% de los niños españoles de entre 6 y 9 años tienen sobrepeso y que el 19% de ellos son obesos. Este hecho viene motivado porque los pequeños consumen más calorías de las que precisan por la actividad que realizan. La solución al problema pasa por aplicar la lógica, alimentarles con una dieta saludable, rica en verduras, frutas, legumbres, cereales y pescado, y alejar a los pequeños de alimentos con exceso de calorías como bollería y *chuches*.

Los expertos en nutrición presentes en el encuentro subrayaron, además, la importancia de que los niños desayunen bien, lo que no ocurre en gran número de hogares españoles. Pero solo con la alimentación no se obtienen



Yolanda Mingueza, de FUNDACIÓN MAPFRE, e Isabel García Tejerina, Secretaria General de Agricultura y Alimentación del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

resultados. Por tanto, es necesario promover la actividad física, no solo un deporte, sino también actividades como jugar, subir escaleras, andar....

El encuentro se desarrolló en distintas mesas, en las que se trataron aspectos como el tratamiento de la obesidad infantil, el compromiso de la industria alimentaria para elaborar alimentos más saludables y la actividad física como un hábito imprescindible durante la infancia.

Yolanda Mingueza, Subdirectora del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE y responsable de la campaña «Vivir en Salud» (www.vivirensalud.com), participó en la mesa «El papel de los padres y educadores en la prevención de la obesidad», que debatió sobre la educación en la familia y el colegio como punto de partida para controlar el sobrepeso y fomentar hábitos adecuados de alimentación. En su intervención, destacó las acciones desarrolladas desde hace años en centros escolares de España, Brasil, El Salvador y Puerto Rico. También resaltó la importancia de promover hábitos saludables, ya que los modelos –buenos y malos– de alimentación familiar son un ejemplo a imitar por los más pequeños de la casa, evitando que los adolescentes, una población muy vulnerable, adopten hábitos alimenticios erróneos. ■

La campaña «Con Mayor Cuidado», de prevención de accidentes en las personas mayores, premiada por Cruz Roja

Reconocimiento a las buenas prácticas en 2012 del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente

FUNDACIÓN MAPFRE recibió el pasado 25 de noviembre en Madrid el Premio Buenas Prácticas 2012, de Cruz Roja, por la campaña «Con Mayor Cuidado», cuyo objetivo es asesorar a las personas mayores sobre los principales riesgos que pueden encontrar en su día a día para tratar de prevenirlos y dar unas pautas de actuación por si ocurren.

Con este galardón, Cruz Roja ha reconocido la importante labor llevada a cabo por el Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE desde 2008 para «fomentar la inclusión social de las personas mayores y el envejecimiento saludable, así como promover en las personas mayores una actitud proactiva hacia su propia salud y bienestar».

La campaña «Con Mayor Cuidado» (www.conmayorcuidado.com) promueve hábitos preventivos que ayudan a las personas mayores a evitar accidentes dentro y fuera del hogar, y les ayuda a actuar ante determinadas situaciones de emergencia. Desde su puesta en marcha, hace cuatro años, han participado en esta iniciativa más de 300.000 personas mayores y se han distribuido más de medio millón de guías divulgativas en español, inglés y alemán para prevenir accidentes. En la actualidad, «Con Mayor Cuidado» se está desarrollando en Argentina, Brasil, México, Portugal, Puerto Rico y Uruguay.

Filomeno Mira, Presidente del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, recogió el premio en un acto presidido por Jesús Mora, Presidente de Cruz Roja Española en la Comunidad de Madrid, y Estrella Rodríguez, Directora de Estudios e Innovación Social de Cruz Roja.

La entrega de los premios se realizó en el marco del X Seminario de Buenas Prácticas en Inclusión Social, que organiza Cruz Roja con el objetivo de difundir buenas prácticas que favorecen la integración social llevadas a cabo en el año 2012.

La campaña «Con Mayor Cuidado» ha obtenido con anterioridad otros galardones, como el Premio SENDA a la mejor campaña de responsabilidad social en 2012 y los premios Diario Médico y Júbilo a la mejor web en el año 2010. ■



Filomeno Mira recibe el galardón de manos de Jesús Mora.

II Jornada Iberoamericana de Valoración del Daño Corporal

Más de 200 profesionales participaron en este encuentro celebrado en Buenos Aires

El Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE realizó la II Jornada Iberoamericana de Valoración del Daño Corporal el pasado 23 de octubre en el hotel Panamericano de la ciudad de Buenos Aires (Argentina). Los encargados de inaugurar el evento y dar la bienvenida a los asistentes fueron Julio Bresso, Director de RRHH y Relaciones Institucionales de MAPFRE ARGENTINA, y Yolanda Mínguez, Subdirectora del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE.

En la jornada participaron destacados profesionales nacionales e internacionales de las áreas de Seguros, Medicina y Legal, se debatió sobre los aspectos jurídicos de la causalidad en el ámbito civil y penal y sobre la problemática creciente del impacto del daño en el ámbito del trabajo, y se detallaron las próximas reformas propuestas al sistema de valoración de daños corporales en España. También se debatió sobre los aspectos médicos de la simulación, las áreas de conflicto en la valoración del daño corporal y se pronunció una conferencia sobre la estimación de criterios etiológicos y cuantitativos para los tipos de accidentes de circulación y lesiones.



Ponentes en las segundas jornadas de valoración del daño corporal.

El evento contó con la presencia de 200 asistentes, entre ellos médicos forenses, jueces, abogados, especialistas en medicina legal, médicos especialistas en valoración del daño corporal y médicos en general, así como profesionales relacionados con la medicina legal y el ámbito del seguro. ■

Argentina desarrolla el programa «Con Mayor Cuidado» de prevención de accidentes domésticos para las personas mayores

Más de 700 personas asisten al ciclo de charlas

En el marco del programa «Con Mayor Cuidado», FUNDACIÓN MAPFRE, con el auspicio del municipio de Tigre (Buenos Aires), celebró un ciclo de charlas sobre concienciación y prevención de riesgos en el hogar, dirigidas a personas mayores de 65 años. Los encuentros se llevaron a cabo entre los meses de septiembre y octubre en distintos polideportivos de dicho municipio bonaerense.

La primera charla contó con la presencia de Daniel Gambino –Secretario de Promoción Comunitaria, Cultura, Deporte y Empleo del Municipio de Tigre–, quien se encargó de la apertura y agradeció la presencia de los invitados presentes en el acto. Posteriormente, el 15 de octubre se presentó la segunda charla en la Universidad Maimónides, en Buenos Aires, y el 27 de octubre se desarrolló otra durante las IV

Jornadas de Gerontogeriatría «Intergeneracionalidad y Promoción de la Salud», organizadas por la Asociación Gerontogeriatrica del Centro «Prof. Dr. Mario Alberto Crosetto», en la ciudad de Córdoba.

En todos los encuentros, los asistentes disfrutaron de la actuación especial del reconocido actor argentino de cine y televisión Ricardo Bauleo.

El objetivo de estas charlas es aportar las claves necesarias para que las personas mayores de 65 años, y la población en general, tomen conciencia de la importancia de este problema y conozcan cómo reaccionar con eficacia y rapidez frente a los accidentes producidos en el hogar. A las charlas asistieron más de 700 personas entre adultos mayores de 65 años y profesionales de distintas áreas vinculados a la tercera edad. ■

FUNDACIÓN MAPFRE recibe el Premio «Las Mejores Ideas de 2012»

El galardón reconoce la aportación a la sociedad española de la campaña «Vivir en Salud»



Antonio Guzmán, segundo por la derecha, posa con el premio junto a los otros ganadores.

El pasado 19 de noviembre tuvo lugar la entrega de los premios «Las Mejores Ideas de 2012» de *Diario Médico*, en un acto celebrado en el Teatro Nacional de Catalunya (Barcelona). Con esta iniciativa, este periódico líder en el sector sanitario reconoce la labor diaria de aquellas personas, instituciones o empresas que con su aportación han ayudado a mejorar la medicina, la asistencia sanitaria y la salud a lo largo de 2012. El acto contó con la participación del director de la publicación, así como de numerosos cargos de la Administración autonómica.

La campaña de FUNDACIÓN MAPFRE «Vivir en Salud», de promoción de hábitos de vida saludable, centrada en el fomento de la alimentación adecuada y la promoción de la actividad física, fue elegida como mejor iniciativa en la categoría de «Mecenazgo y Solidaridad». Recogió el galardón Antonio Guzmán Córdoba, Director General del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente.

En el acto fueron premiadas también entidades de la Administración nacional y autonómica, así como los principales laboratorios, sociedades científicas y universidades. ■

Para mayor información puede consultar la página web www.vivirensalud.com

Palma de Mallorca acoge la III Jornada sobre aspectos médico-prácticos en la Valoración del Daño Corporal

El encuentro permitió el debate entre médicos, jueces, fiscales y abogados sobre asuntos de su trabajo diario

FUNDACIÓN MAPFRE celebra en España desde hace más de 20 años jornadas de valoración del daño corporal, inicialmente con carácter bianual en Madrid, pero posteriormente se han visto ampliadas a nivel regional a diferentes ciudades. Almería fue hace tres años la primera muy positiva experiencia regional, a la que en el año 2012 se unieron Palma de Mallorca y Córdoba.

El 18 de octubre tuvo lugar el acto de inauguración de la jornada en Palma, con presencia del Presidente de la Audiencia Provincial de las Illes Balears, Carlos Gómez Martínez, el Presidente del Colegio de Médicos, Antonio Bennasar Arbós, y el Director del Instituto de Medicina Legal de las Illes Balears, Vidal Alonso Santos. En representación de FUNDACIÓN MAPFRE asistieron José Antonio Continente, Director Territorial de Baleares de MAPFRE Familiar, y Yolanda Mingueza, Subdirectora del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE.

Este encuentro, coordinado con gran profesionalidad por la Doctora Rosario Marco Esteve, Médico de MAPFRE Familiar en Palma de Mallorca, dio la oportunidad de hablar, debatir y, en definitiva, de trabajar juntos a médicos, jueces, fiscales y abogados sobre varios aspectos de gran importancia para su trabajo diario. Entre ellos figuraron el traumatismo cervical leve –incluyendo el latigazo cervical–, el traumatismo craneoencefálico –desde su tratamiento quirúrgico hasta la evolución y la evaluación del TCE– y el estado anterior en la patología discal vertebral. La jornada concluyó con una interesante conferencia sobre la reforma de la tabla VI del sistema de valoración en los accidentes de circulación, presentada por Javier Alonso Santos, Director de área



De izquierda a derecha: Yolanda Mingueza, Julio Rubio, Javier Alonso, Rosario Marco, Carlos Gómez, Antonio Bermúdez y José A. Continente.

de centros médicos propios de MAPFRE FAMILIAR y gran colaborador de FUNDACIÓN MAPFRE. Los temas abordados se enriquecieron con los debates que acompañaron a las interesantísimas ponencias recogidas en el programa.

La jornada permitió avanzar en el diseño de un marco de actuación que ayude a salvar las dificultades inherentes a esta materia en el trabajo diario de estos profesionales.

El encuentro, que contó con la asistencia de 150 profesionales, se celebró con el apoyo de diversas instituciones que han favorecido la participación de sus ponentes, entre ellas FREMAP Mutua de Accidentes de Trabajo, Hospital Son Espases, San Juan de Dios, la Clínica Juaneda y Rotget. ■

Fundamentos de biomecánica en las lesiones por accidente de tráfico



C Arregui, J Luzón,
FJ López Valdés,
E del Pozo y M Seguí.
Etrasa, Madrid 2011.

Los accidentes de tráfico son una preocupación en la mayoría de las sociedades y culturas. La OMS calcula en más de 1,2 millones los muertos anuales por siniestros de tráfico y, lo que puede ser todavía más impactante, entre 20 y 50 millones de lesionados graves. Las cifras son tan poderosas que las Naciones Unidas ha querido dedicar la década en la que vivimos como el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020.

Una de las primeras acciones, para los profesionales envueltos en la prevención y tratamiento de los accidentes de circulación, debe ser comprender los mecanismos por los que se producen las lesiones. Con esta idea, los autores han reeditado una publicación anterior, de 2007, y presentan de una manera coherente y completa un aspecto de la biomecánica muy poco desarrollado y analizado únicamente en centros especializados. La biomecánica se ha utilizado en el análisis del movimiento, en la práctica deportiva y también en la aplicación de los implantes ortopédicos. Sin embargo, el estudio en el impacto está menos desarrollado. Por lo tanto, este manual se plantea una doble tarea: por un lado, formar a los especialistas relacionados con el tratamiento de los accidentados y, por otro, conjuntar la visión multidisciplinar de esta disciplina.

El libro está dividido en secciones que tienen un carácter aglutinador, pero cada una de ellas tiene la suficiente entidad como para ofrecer su lectura aislada. Inicialmente son capítulos generales que mantienen el interés para todos aquellos que desconocen la investigación en la prevención de los accidentes de tráfico. En la cuarta sección se analizan las medidas de protección empleadas en los medios de transporte. El siguiente capítulo estudia las lesiones más frecuentes en relación con las diferentes regiones anatómicas del adulto y, lo que resulta más interesante, también de los niños. El sexto capítulo ofrece la visión de los profesionales que participan en la atención de los accidentados a diferentes niveles en la asistencia pre-hospitalaria. Termina el libro con una reflexión personal de los autores centrando la investigación del accidente de tráfico con visión de futuro.

El tratado es un manual de inicio en la temática para los profesionales de la salud realizado desde la visión de la ingeniería y la epidemiología, puntos de vista imprescindibles, para unirlos a la experiencia clínica y la gestión de los tráfico. De hecho, la biomecánica del impacto corporal trata regiones y aspectos que no son habituales en traumatología y valoración del daño corporal, como es el cráneo, la fractura de la columna vertebral, la caja torácica, la pelvis e incluso las regiones del esqueleto en desarrollo. Los estudios experimentales también abren un campo de iniciativas y proyectos poco habituales, como es el trabajo con cadáveres o muñecos instrumentados (*dummies*). Es un área de la biomecánica que no solo se centra en el golpe, sino que también analiza los sistemas de protección. Sin olvidar otros aspectos como son las medidas de frecuencia y de gravedad de las lesiones y un análisis del sistema actual de rescate pre-hospitalario. Es una publicación muy recomendable, pues ofrece una visión básica de aspectos poco conocidos por el personal sanitario y por los especialistas en los traumatismos y en la recuperación funcional de los pacientes que, sin lugar a dudas, abrirá una puerta a un buen número de trabajos y proyectos. ■

Normas para la publicación de artículos

Información general

La revista *TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE* se edita a través del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la persona que ha sufrido un traumatismo de cualquier índole.

Se publican artículos originales, trabajos de investigación, trabajos de revisión, casos clínicos, cartas al director, así como noticias, relacionados con el aparato locomotor, daño cerebral y medular, valoración del daño corporal. Los temas de actualización serán solicitados directamente por el Comité de redacción de la revista.

La periodicidad de la publicación será trimestral, se editarán uno o más suplementos especiales anualmente.

Los artículos de la revista *TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE* se publicarán en versión digital en la web de FUNDACIÓN MAPFRE (www.fundacionmapfre.com/salud). Los autores de los artículos aceptarán éstas y otras formas de publicación.

Los profesionales que deseen colaborar en algunas de las secciones de la revista pueden enviar sus manuscritos a la redacción de *TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE*, lo que no implica la aceptación del trabajo. No se admitirán trabajos que hayan sido publicados previamente ni remitidos a otras publicaciones. El Comité de Redacción podrá rechazar, sugerir cambios o llegado el caso, se reservará el derecho de realizar modificaciones, en aras de una mejor comprensión, en los textos recibidos siempre que no se altere el contenido científico.

■ Los trabajos deben remitirse a:

FUNDACIÓN MAPFRE

A/A. TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE

Paseo de Recoletos 23

28004 Madrid

Tel: 91 581 64 19 / 91 581 63 16

Fax: 91 581 85 35

<http://www.fundacionmapfre.com/salud>

También pueden remitirse por e-mail a:

fundacion.salud@mapfre.com

La revista asume el «Estilo Vancouver» preconizado por el Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas, para más información: <http://www.icmje.org/>

■ **Derechos de autor:** Todo manuscrito irá acompañado de una carta firmada por todos los autores señalando: «Los abajo firmantes transfieren, en el caso de que el trabajo titu-

lado: ... sea publicado, todos los derechos de autor a TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE que será propietaria de todo el material remitido, en caso de su publicación».

Los autores enviarán un escrito señalando el conflicto de intereses.

En la lista de autores deben figurar únicamente aquellas personas que han contribuido intelectualmente al desarrollo del trabajo.

En la revista no se podrá reproducir ningún material publicado previamente sin autorización y sin señalar la fuente.

Los autores son responsables de obtener los permisos oportunos y de citar su procedencia.

■ **Proceso editorial:** Los manuscritos serán valorados por el Comité de Redacción y por los revisores de la revista *TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE*.

Cuando el trabajo precise correcciones, será remitido de nuevo a los autores quienes lo enviarán a la revista en un plazo inferior a los tres meses; transcurrido este tiempo, se desestimará su publicación.

No se aceptará de forma definitiva ningún trabajo hasta que se hayan modificado todas las correcciones propuestas. Antes de la publicación de un artículo, se enviará una prueba de imprenta al autor responsable quien la revisará cuidadosamente, marcando los posibles errores, devolviéndola a la redacción de la revista en un plazo inferior a 48 horas.

■ **Política editorial:** Los juicios y opiniones expresados en los artículos y comunicaciones publicadas en *TRAUMA FUNDACIÓN MAPFRE* son del autor o autores y no del Comité de Redacción. Tanto el Comité de Redacción como FUNDACIÓN MAPFRE y la empresa editora declinan cualquier responsabilidad sobre dicho material.

■ **Normas éticas:** En el caso de que se presenten experimentos con seres humanos se especificará si los procedimientos seguidos en el estudio están de acuerdo con las normas éticas del comité responsable de investigación clínica, de acuerdo con la declaración de Helsinki: www.wma.net/s/ethicsunit/helsinki.htm

Todos los manuscritos de investigación clínica y de experimentación animal irán acompañados por un certificado de la Comisión Ética o de la Comisión de Experimentación Animal del centro donde se haya efectuado el estudio. Los autores deben mencionar en la sección de métodos que los procedimientos utilizados en los pacientes y controles han sido realizados tras obtener el consentimiento informado.

I Secciones de la publicación

1. **Editorial.** Estará redactada por el Comité de Redacción o por encargo del mismo. La extensión no debe ser superior a 5 folios mecanografiados a doble espacio y la bibliografía no debe contener más de 10 citas.
2. **Originales.** Sean trabajos, clínicos o experimentales, no habrán sido publicados anteriormente, ni remitidos simultáneamente a otra publicación. No deben sobrepasar los 25 folios de extensión, incluyendo un máximo de 8 fotografías, 4 tablas y 30 citas bibliográficas.
3. **Revisión.** Trabajos encargados por el Comité de Redacción, que cumplan los objetivos de la revista. No debe sobrepasar las 50 citas bibliográficas ni 25 folios, incluyendo tablas y figuras.
4. **Casos clínicos.** Únicamente se publicarán aquellos clínicos aislados o aspectos técnicos prácticos que sean de especial interés. El número de autores no superará el número de cuatro. Una nota clínica no sobrepasará cinco folios a doble espacio, cuatro fotografías y dos tablas.
5. **Cartas al director.** Esta sección publicará la correspondencia recibida que guarde relación con las áreas definidas en la línea editorial. En caso de que se realicen comentarios a artículos publicados anteriormente, se remitirá, para su conocimiento, al autor responsable del artículo. El Comité de Redacción de la revista podrá incluir sus propios comentarios. Las opiniones que puedan manifestar los autores, en ningún caso serán atribuibles a la línea editorial de la revista.
6. **Noticias.** En esta sección se informa sobre actividades y convocatorias de premios, ayudas y becas fundamentalmente de FUNDACIÓN MAPFRE. De la misma manera se presentarán las novedades editoriales relacionadas con las áreas de actuación de la Fundación.

I Normas generales de envío del manuscrito

1. **Texto.** Se remitirán dos copias completas del texto y de las ilustraciones. El texto se mecanografiará con letra Arial 12 en castellano, a doble espacio, en hojas DIN A4 (máximo 30 líneas por hoja) blancas numeradas y con márgenes laterales amplios. Se acompañará de una versión en soporte informático en CD ROM. El manuscrito debe seguir el estilo internacionalmente aceptado, para lo que se recomienda seguir los consejos que a continuación se detallan:
2. **Página de presentación o del título:** en la primera página del artículo figurará:
 - Título en castellano y en inglés.
 - Apellido/s e inicial del nombre de los autores.
 - Centro de trabajo de los autores y departamento/s a los que se atribuye/n el trabajo.
 - Apellido/s e inicial del nombre del autor que se responsa-

biliza del trabajo, con la dirección, teléfono, fax y *e-mail* donde quiera recibir la correspondencia.

- La/s fuente/s de financiación del trabajo.
- Conflicto de intereses.

3. **Resumen (Abstract):** En la segunda página figurará un resumen estructurado, en español y en inglés (de no más de 250 palabras). Se presentará de la siguiente forma:

- **Objetivo del trabajo.**
- **Material (Pacientes) y Método:** Detallando el diseño del estudio, las pruebas diagnósticas y la dirección temporal (retrospectivo o prospectivo). Se mencionará el procedimiento de selección de los pacientes, los criterios de entrada, el número de los pacientes que comienzan y terminan el estudio. Si es un estudio experimental se indicará el número y tipo de animales utilizados.
- **Resultados:** Se mostrarán los resultados más relevantes del estudio y su valoración estadística.
- **Conclusiones:** Se mencionarán las que se sustentan directamente en los datos obtenidos.
- **Palabras clave (Key-words):** Debajo del resumen se incluirán de tres a seis palabras clave para la identificación del trabajo según la lista de encabezamientos de temas médicos (MeSH) del Index Medicus/Medline. Se puede disponer de más información en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez/meshbrowser.cgi>

4. **Partes del texto:**

- **Introducción.** Será concisa evitando los recuerdos históricos, indicando la hipótesis y los objetivos del trabajo.
- **Material y métodos.** Se mostrará la serie de pacientes y los criterios de selección, detallando el experimento realizado, las técnicas empleadas, los métodos de valoración, etc. Debe hacerse especial mención al seguimiento clínico de los pacientes o animales de investigación. Las técnicas específicas se explicarán brevemente citando referencias bibliográficas si fuese necesario. Nunca deben presentarse los nombres ni las iniciales de los pacientes. Se comunicará el nombre genérico de los fármacos utilizados, así como la dosis administrada y la vía utilizada, evitando nombres comerciales. Los modelos experimentales se pormenorizarán para permitir a otros investigadores reproducir los resultados. Debe indicarse igualmente el tipo de análisis estadístico utilizado precisando el intervalo de confianza.
- **Resultados..** Serán descriptivos y se expondrán de manera concisa, sucesiva y lógica en el texto, apoyados en tablas y figuras. El número de tablas y figuras está limitado. El texto, las figuras y las tablas forman un conjunto de forma que los resultados sean fáciles de comprender, evitando repeticiones.
- **Discusión.** Deben explicarse, no repetirse, los resultados obtenidos y su fiabilidad y correlacionarse con los de

otros autores. Se contrastarán con técnicas diferentes utilizadas por otros autores para lo que se recomienda una revisión bibliográfica adecuada. Debe resaltarse la trascendencia clínica del estudio y su proyección futura.

Las conclusiones serán claras y concisas, evitando presentar conclusiones que no se desprendan directamente de los resultados del trabajo.

- **Agradecimientos.** Sólo se expresará a aquellas personas o entidades que hayan contribuido claramente a hacer posible el trabajo. Se agradecerán las contribuciones que no justifican la inclusión como autor; la ayuda técnica; la ayuda económica y material, especificando la naturaleza de este apoyo y las relaciones que pueden plantear un conflicto de intereses.

- **Bibliografía.** Aparecerá al final del manuscrito, antes de las tablas y figuras. Se incluirán únicamente aquellas citas que se consideren importantes y hayan sido leídas por los autores. Todas las referencias deben estar citadas en el texto. Las referencias se numerarán de forma consecutiva al orden de aparición en el texto. Las referencias se identificarán en el texto, tablas y leyendas mediante números arábigos entre corchetes. Las referencias que se citan solamente en las tablas o leyendas deben ser numeradas de acuerdo a la secuencia establecida por la primera identificación en el texto de dicha tabla o ilustración. Las abreviaturas de las revistas serán las del List of Journals Indexed, del Index Medicus. Disponibles en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez/meshbrowser.cgi>

Cuando se citen en el texto se hará con el número correspondiente o citando a los autores. Si el artículo de referencia es de un único autor se citará el autor y el número de referencia, si son dos autores se citarán los dos autores y el número de referencia del artículo y cuando sean más de tres autores se citará al primer autor seguido de «*et al*» y el número de referencia.

No se deben citar ni utilizar como referencia los resúmenes de congresos «observaciones no publicadas» o «comunicaciones personales». Los trabajos aceptados para publicación se podrán incluir en la bibliografía, haciendo constar la revista o libro y «(en prensa)». Se evitarán citas clásicas, históricas o marginales al tema.

La bibliografía se reflejará de la siguiente forma:

Artículo de revista. Delgado PJ, Abad JM, Dudley AF, García A. Síndrome del túnel carpiano asociado a variaciones anatómicas de músculos del antebrazo y mano. *Patología del Aparato Locomotor* 2005; 3:81-6.

Artículo con más de seis autores. Bernabéu E, Sánchez-Brea LM, Larena A, Cáceres DA, de la Piedra C, Montero M *et al*. Análisis por micrometría óptica directa y confocal de quitosano en medio de cultivo de osteo-

blastos. *Patología del Aparato Locomotor* 2005; 3:144-51.

Suplemento de revista. Forriol F. Modelos experimentales en investigación médica. *MAPFRE Medicina*. 1996; 7(supl IV):S47-S52.

Libro completo. Ruano A. Invalidez, desamparo e indefensión en seres humanos. Madrid: FUNDACIÓN MAPFRE Medicina; 1993.

Capítulo de libro. Cepero S, Ullot R, Huguet R. Fracturas en la infancia y adolescencia. En: Fernández Sabaté A, Portabella Blavia F (eds). *Fracturas de la extremidad proximal del fémur*. Madrid: Editorial MAPFRE SA; 2003. p.515-30.

Tesis doctoral. Fernández Angulo JM. Cáncer de mama familiar en España: estudios genéticos y estimación de riesgo [tesis doctoral], Madrid, Universidad Complutense; 2006.

Comunicación a congreso. López-Oliva F. Cementos y bioimplantes en la infección ósea. *Actas XXX Simposium Internacional de Traumatología y Ortopedia FREMAP: Infecciones osteoarticulares*. Majadahonda, Madrid, España, Junio 2004. p. 202.

- **Tablas.** Las tablas se ordenarán en guarismos arábigos, con numeración independiente entre sí, consecutivamente según el orden de aparición en el texto y parecerán en el lugar adecuado del texto como (tabla). Las tablas irán incluidas en el manuscrito, en páginas independientes, después de la bibliografía. Cada tabla estará encabezada por su número y título correspondiente. En caso de colocar abreviaturas se explicarán al pie de la tabla. Se evitarán diseños con bordes, sombreados y rellenos.

- **Figuras y fotografías.** Las figuras (gráficos, dibujos y fotografías) se ordenarán en guarismos arábigos con numeración independiente entre sí, consecutivamente según el orden de aparición en el texto y abreviadas en el texto con la palabra (fig.). El texto de las figuras irá en hoja aparte, después de la bibliografía.

La calidad de la iconografía será profesional, no se aceptan fotocopias.

Las fotografías en papel no irán montadas y tendrán un tamaño de 13 x 18 cm. La resolución mínima será de 300 puntos por pulgada y en un ancho mínimo de 10 cm. En su reverso, escrito a lápiz, figurará el número correspondiente, el título del trabajo, las iniciales de los autores y una flecha que indique el sentido de su colocación. También se podrán enviar figuras en formato digital en un CD con ficheros en formatos legibles (TIFF, JPEG,...). Si se envían figuras de otra publicación deberán acompañarse del permiso correspondiente para su reproducción, señalando la procedencia. ■