

# Trauma

ISSN: 1888-6116

Vol 22 nº 2 Abril/Junio 2011

FUNDACIÓN MAPFRE

## ÍNDICE | CONTENTS

- 74**  
Lesión del nervio axilar en las fracturas proximales de húmero:  
Estudio clínico y electromiográfico  
Axillary nerve damage in proximal humeral fractures: Clinical and  
electromyographic study  
BLAS DOBÓN JA, RODRIGO PÉREZ JL, MONTANER ALONSO D, ET AL
- 79**  
Tratamiento quirúrgico de las fracturas de tercio distal del húmero a  
propósito de 36 casos  
Surgical treatment of fractures of the distal third of the humerus: A  
series of 36 cases  
JIMÉNEZ-MARTÍN A, SANTOS-YUBERO FJ, CONTRERAS-JOYA M, ET AL
- 86**  
Resultados funcionales en fracturas de extremidad distal del radio.  
Tratamiento quirúrgico con placa DVR o tratamiento ortopédico  
Functional results in fractures of distal radius. Surgical treatment Vs  
DVR plate orthopedic treatment  
FERNÁNDEZ LEÓN RA, MORENO PALACIOS JA, RODRÍGUEZ OYAGA A, ET AL
- 91**  
Implantes biodegradables en el tratamiento de pseudoartrosis de  
escafoides  
Biodegradable implants in the management of scaphoid  
pseudoarthrosis  
DELGADO PJ, ABAD JM, FUENTES A, ET AL
- 98**  
Lesiones osteocondrales tratadas con cilindros bifásicos sintéticos  
(Truffit®)  
Osteochondral lesions treated with synthetic biphasic cylinders  
(Truffit®)  
RIPOLL PL, DE PRADO M, YELO J
- 108**  
Conmoción cerebral en el deporte  
Concussion in Sports an up to date  
CARLOS A. LIOTTA
- 113**  
Alteración de la conectividad cerebral en pacientes con traumatismo  
cráneo-encefálico grave crónico. Un estudio mediante imágenes de  
tensor de difusión  
Impairment of cerebral connectivity in patients with chronic and  
severe brain injury. A diffusion tensor imaging study  
JUNQUÉ C, PALACIOS EM, FERNÁNDEZ-ESPEJO D, ET AL
- 122**  
Caracterización molecular de células progenitoras del parénquima  
subcortical cerebral humano adulto  
Molecular characterization of progenitor cells from subcortical  
parenchyma of adult human brain  
OLIVER-DE LA CRUZ J, CARRIÓN-NAVARRO J, ROMAGUERA-ROS M, ET AL
- 130**  
Importancia de los conocimientos en nutrición sobre las actitudes  
alimentarias, dieta e IMC en adolescentes escolarizados: un  
seguimiento a 30 meses  
Importance of nutrition knowledge on eating disorders, dieting, and  
BMI in schooled adolescents: A 30-month follow-up  
GONZÁLEZ M, PENELO E, GUTIÉRREZ T, ET AL
- 137**  
Desarrollo, implantación y evaluación de un programa de prescripción  
electrónica asistida de medicamentos en un hospital  
Development, implementation and evaluation of an electronic drug  
prescribing program in a hospital  
ESTEVA JIMÉNEZ L, BARRUECO FERNÁNDEZ N, SUCH DÍAZ A, ET AL
- 143**  
Epónimos (2)  
FORRIOL F

## Los premios: ¿son reconocimiento suficiente a la profesionalidad y al sacrificio personal de los científicos?

Los premios son un reconocimiento que la sociedad y las instituciones que la forman conceden a aquellas personas que por sus aportaciones profesionales y valores personales así lo merecen. Tan importantes son los premiados como la entidad que los distingue, ya que la continuidad y el mantenimiento del prestigio de unos y otros hace que el premio se revalorice.

FUNDACIÓN MAPFRE en el momento actual concede los premios: «A toda una vida profesional», convocado desde hace casi veinte años; al «Desarrollo de la Traumatología Aplicada», a la «Mejor actuación medioambiental» y «Superando barreras», todos ellos convocados en los últimos diez años. Los cuatro premios FUNDACIÓN MAPFRE han adquirido gran reconocimiento en sus áreas respectivas y han sido entregados por Su Majestad la Reina en varias ocasiones, contribuyendo con ello a impulsar a la comunidad científica.

En la convocatoria de 2010 han recaído en las siguientes personas y entidades: el reconocimiento «A toda una vida profesional» en el Doctor Domingo Liotta, por los trabajos realizados durante gran parte de su trayectoria que contribuyeron notablemente al desarrollo del corazón artificial; el de innovación en Cirugía Ortopédica y Traumatología al Doctor Mikel Sánchez, de Vitoria, por la aplicación de los factores de crecimiento, procedentes de sangre periférica, al tratamiento de tejidos; el premio a la acción medioambiental correspondió a la Fundación Global Nature, y «Superando barreras» a la labor desarrollada por la Asociación de Padres de Personas con Discapacidad (APADIS) de San Sebastián de los Reyes, en Madrid (España).

Por el ámbito de interés de nuestra revista vamos a centrarnos en los dos primeros. Uno dedicado a trayectoria personal y profesional y el otro a una idea o trabajo.

Domingo Liotta nació en Argentina en 1924, estudió Medicina en su país y completó su formación en Francia. Constituye un ejemplo de dedicación a su trabajo y de movilidad internacional en función del desarrollo de sus actividades; es, además, un científico clínico, lo que hoy se llamaría traslacional, pues todos sus trabajos han estado enfocados a mejorar las condiciones clínicas de sus pacientes. Recibió en 1962 el premio de la Academia de Cardiología Estadounidense para jóvenes investigadores, y un año más tarde implantó, con el Doctor Crawford, el primer sis-

tema de asistencia cardiocirculatoria. Pero su esfuerzo culminó cuando, con el Doctor Cooley, implantó el primer corazón artificial en el Texas Heart Institute (Houston), a un paciente que se mantuvo tres días con vida. Desde entonces el Dr Liotta ha mantenido una presencia permanente tanto en la vida pública como académica. A su regreso a Argentina en los años 70 desempeñó diversos cargos: Ministro de Salud, Secretario de Estado de Ciencia y Tecnología, e impulsor de la formación de los médicos chinos durante 23 años, entre otros.

Por su parte, el doctor Mikel Sánchez ha obtenido el premio «Desarrollo de Traumatología Aplicada» que reconoce el esfuerzo de todo un equipo en el desarrollo de una técnica que, si bien nació en una centrifugadora de laboratorio, han sabido llevar a la práctica clínica. El doctor Sánchez lleva más de diez años analizando los resultados de la aplicación de los factores de crecimiento, obtenidos de la sangre periférica, en la reparación de diferentes tejidos conectivos, especialmente en piel, ligamentos, músculos y tendones. El trabajo ha sido premiado por los importantes estudios básicos efectuados, así como por haber sabido trasladarlos a la clínica analizando los resultados.

Además de felicitarles debemos resaltar el modelo de las dos personas premiadas, ambas tienen equipos a los que han sabido transmitir sus ideas e ilusiones, han perseguido una idea, e incluso han vivido acompañados por ese objetivo durante mucho tiempo sin cansarse, convirtiendo ese empeño en motivo de su trabajo.

El científico clínico prueba una y otra vez –ya que así lo exige el método experimental–, hasta obtener resultados y es al alcanzarlos cuando se pregunta por qué funciona o por qué fracasa. Saber encontrar la verdad en los éxitos y en los fallos y plantear nuevas hipótesis a partir de resultados honestos, es lo que finalmente mantiene viva la llama de la investigación y lo que diferencia a los científicos profesionales de los aficionados. ■



## Lesión del nervio axilar en las fracturas proximales de húmero: Estudio clínico y electromiográfico

### Axillary nerve damage in proximal humeral fractures: Clinical and electromyographic study

Blas Dobón JA <sup>1</sup>, Rodrigo Pérez JL <sup>1</sup>, Montaner Alonso D <sup>1</sup>, Escudero Torrella M <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. <sup>2</sup> Servicio de Neurofisiología Clínica, Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia.

#### Resumen

**Objetivo:** Determinar la presencia y el tipo de lesiones neurológicas del nervio axilar en las fracturas proximales de húmero no intervenidas.

**Material y método:** Estudio prospectivo en 12 pacientes, atendidos en urgencias, diagnosticados de fractura de extremidad proximal del húmero. Se realizó exploración física, sensibilidad y fuerza muscular (0-5, escala MRC de fuerza motora) y electromiografía.

**Resultados:** La exploración clínica de la sensibilidad no fue demostrativa y no hallamos trastornos en ninguno de los casos. Todos los pacientes ofrecieron disminución de la fuerza muscular en grados variables. Los datos electromiográficos mostraron lesión neurológica en el 75% de los pacientes, siendo el tipo de lesión más frecuente una axonotmesis parcial del nervio axilar. Las lesiones se recuperaron en todos los casos satisfactoriamente.

**Conclusiones:** La presencia de axonotmesis parciales es más frecuente de lo que muestra la clínica, el mayor porcentaje de lesiones hallado en nuestro estudio posiblemente se deba al hecho de realizar electromiografías a todos los casos independientemente de la clínica neurológica, poniéndose de manifiesto formas lesionales que pasarían desapercibidas.

**Palabras clave:**

Nervio axilar, fractura húmero proximal, electromiografía.

#### Abstract

**Objetivo:** To determine the presence and type of neurological lesions of the axillary nerve in proximal humeral fractures not subjected to surgery.

**Material and method:** A retrospective study was made of 12 patients seen in the emergency room with proximal humeral fractures. A physical examination was carried out with the evaluation of sensitivity and muscle strength (0-5, MRC motor strength scale), and electromyography.

**Results:** The clinical evaluation of sensitivity revealed no alterations in any case. All patients showed diminished muscle strength to one degree or other. The electromyographic data revealed neurological damage in 75% of the subjects - the most common lesion being partial axonotmesis of the axillary nerve. The lesions recovered satisfactorily in all cases.

**Conclusions:** The presence of partial axonotmesis is more common than reflected by the clinical findings. The greater percentage of lesions recorded in our study is possibly related to the fact that electromyography was performed in all cases regardless of the neurological clinical manifestations, revealing lesions that otherwise would not have been detected.

**Key words:**

Axillary nerve, proximal humeral fracture, electromyography.

#### Correspondencia

J.A. Blas Dobón  
Hospital Universitario Dr. Peset (Servicio de Traumatología, Sala 6ª-1ª)  
Avenida Gaspar Aguilar 90. 46017 Valencia  
blas\_jos@gva.es



## Introducción

Las fracturas de la extremidad proximal del húmero se asocian, en ocasiones, con una lesión del nervio axilar, por la proximidad del trayecto anatómico de éste. Dicha lesión puede ir desde una neuroapraxia transitoria hasta una neuretmesis completa [1], pasando frecuentemente desapercibida. También se han atribuido a otras causas como son la inmovilización, las adherencias y las retracciones de partes blandas, secuelas funcionales del hombro tras finalizar el plan terapéutico. Descubrir estas lesiones lo antes posible es importante para realizar un tratamiento adecuado y precoz, ya que en muchos casos las consecuencias de estos déficit neurológicos se convierten en una de las mayores dificultades para la rehabilitación del paciente. Por todo ello, las alteraciones del sistema nervioso periférico deben ser tenidas en cuenta ante cualquier tipo de traumatismo en el húmero proximal.

Con este estudio pretendemos objetivar, utilizando la exploración clínica y la electromiografía, la presencia y el tipo de lesiones neurológicas en las fracturas proximales de húmero que no precisan de intervención quirúrgica para determinar la evolución y la influencia de dichas lesiones en el resultado final del tratamiento.

## Material y método

Realizamos un estudio prospectivo, incluyendo doce pacientes con fractura de la extremidad proximal del húmero, dos varones y diez mujeres, con una media de 72 (59-87) años, estando afectado el lado izquierdo en tres casos y el derecho en los otros nueve. Se excluyeron pacientes con demencia o alteración psiquiátrica, afectación neurológica o vascular en los miembros superiores, fractura previa de miembros superiores o antecedente de cirugía de hombro. También se descartaron aquellos casos que hubieron de ser intervenidos quirúrgicamente, para excluir lesiones iatrogénicas neurológicas, y los casos de fracturas patológicas.

Al ingreso de los pacientes en urgencias se determinó el mecanismo de fractura, siendo en todos los casos por caída casual y se exploraron la sensibilidad del nervio circunflejo así como la fuerza muscular del deltoides (escala MRC de fuerza motora). Hay que tener en cuenta para la valoración de la fuerza muscular que a las dificultades habituales como son la variabilidad interobservador y la necesidad de buena colaboración por parte del enfermo se añaden las producidas por el dolor del foco de fractura.

El estudio en urgencias se completó con una radiografía simple antero-posterior de hombro. En ella se midió el espacio subacromial considerando la existencia de descenso de la cabeza humeral con mediciones del espacio mayores de 1 cm. En estudios previos publicados estiman que en la

radiografía simple antero-posterior de hombro existe ascenso de la cabeza humeral si la distancia acromio-humeral es menor de 0.7 cm, [2][3], siendo el promedio de los pacientes estudiados de 0.87 cm.

Agrupamos las fracturas incluidas en el estudio según las clasificaciones de Neer y AO/ASIF [4][5].

En todos los casos fue pautado tratamiento conservador, que consistió en un vendaje en cabestrillo durante tres semanas en diez casos, vendaje de Velpeau en un caso, y yeso colgante de Caldwell en otro caso. Dos casos precisaron reducción cerrada de la fractura.

Tras la inmovilización todos los pacientes iniciaron un programa de rehabilitación activa precoz en cuatro fases. Fase 1 (0-3 semanas): ejercicios pendulares, ejercicios de movilización de la articulación escapulotorácica y ejercicios de movilización activa de dedos, mano, codo. Fase 2 (3-6 semanas): movilizaciones pasivas, ejercicios activos asistidos y ejercicios isométricos. Fase 3 (6-9 semanas): ejercicios activos, ejercicios de propiocepción y de potenciación progresiva. Fase 4 (a partir de las 12 semanas): ejercicios de adaptación progresiva a la actividad del paciente.

La evaluación al final del programa de tratamiento, a través de las pruebas de medición de resultados y de la exploración clínica fue llevado a cabo por un único observador. Para la evaluación de los resultados utilizamos el test de Constant [6], analizando aspectos subjetivos como el dolor y las actividades de la vida diaria (35% del total de la puntuación) y aspectos objetivos como la fuerza y la movilidad activa (65% del total).

Las pruebas electrofisiológicas consistieron en electro-neurografía (ENG) del nervio circunflejo y electromiografía (EMG) del músculo deltoides. Se realizaron a todos los enfermos, independientemente de su clínica neurológica tras una media de 20 días de la producción de la fractura. Utilizamos un equipo de 5 canales MYSTRO EMG. Con él estudiamos la actividad a nivel de músculo deltoides mediante un electrodo de aguja coaxial obteniendo los siguientes parámetros, actividad de reposo para ver posible actividad de denervación, potenciales de unidad motora y trazado voluntario. Estudiamos así mismo la conducción nerviosa periférica del nervio axilar con estímulo percutáneo en punto de Erb, siendo recogida con electrodo aguja coaxial en músculo deltoides (fascículo medio).

## Resultados

No encontramos en la exploración física de ninguno de los casos, afectación de la sensibilidad en el territorio del nervio circunflejo. No obstante, encontramos alteraciones de la fuerza muscular del deltoides, estando disminuida en todos



**Tabla 1. Resultados**

Caso	Lado/ Edad/Sexo	Clasificación Fracturas		Fuerza MRC	Espacio Subacromial (cm)	Tratamiento	Test Constant
		Neer	AO				
1	D/73/M	IV-V	C2	3	1,3	Velpau	26
2	D/70/M	IV-V	C2	2	1,6	Cabestrillo	40
3	D/68/V	IV	B1	3	0,9	Cabestrillo	42
4	D/87/M	II	A2	1	0,8	Cabestrillo	20
5	D/74/M	II	A3	1	0,9	Yeso colgante	24
6	D/81/M	IV	B2	3	1,1	Cabestrillo	61
7	D/61/M	IV-V	C2	3	1,5	Cabestrillo	24
8	I/76/M	IV	B1	3	1,2	Cabestrillo	73
9	D/59/V	I	A2	3	1,2	Cabestrillo	83
10	I/78/M	IV-V	C2	2	1,6	Cabestrillo	26
11	I/64/M	IV	B2	2	1,3	Cabestrillo	50
12	D/77/M	I	B1	3	0,8	Cabestrillo	52

los pacientes. El MRC fue de grado 1, en 2 casos (17%), de grado 2, en 3 casos (25%) y de grado 3, en 7 casos (58%). Ningún paciente presentó lesiones de grado 0,4 y 5.

La medición radiográfica del espacio subacromial aportó valores por encima de 1 cm en el 67% de los pacientes, siendo la media de estos casos de 1,35 cm (1,1-1,7) [Tabla 1].

Solo en 3 casos (25%) las pruebas neurofisiológicas realizadas estuvieron dentro de los valores de normalidad. De ellos un caso (8%) se realizó pasados 4 meses de la lesión hecho por el que, al tratarse de un nervio de corto trayecto, podría haberse recuperado la conducción nerviosa y la respuesta normal del músculo dando como resultado una EMG sin hallazgos patológicos. En los otros 9 casos (75%) hallamos hallazgos patológicos en las pruebas electrofisiológicas, la mayor parte (6 pacientes) con axonotmesis parcial, signos neurógenos agudos (potenciales de denervación, disminución de la amplitud y aumento de la latencia de la conducción), y signos de reinervación activa (polifasias) [Tabla 2].

La movilidad de los pacientes al final del programa de rehabilitación, en valores promedio fue abducción (108°), flexión (112°), extensión (33°), rotación externa (18°) y rotación interna hasta L1. Todos los pacientes recuperaron la fuerza muscular (MRC=5) siendo el Constant medio de 61 (satisfactorio).

## Discusión

El nervio axilar o circunflejo deriva de la raíces C5 y C6, se independiza de la rama posterior del plexo braquial en la región axilar. Bordeando el cuello quirúrgico del húmero atraviesa, junto con la arteria circunfleja, el cuadrilátero húmero-

tricipital para inervar el músculo deltoides desde su cara inferior, dando finalmente ramas cutáneas para la zona lateral del hombro. Es decir, el nervio circunflejo tiene en su corto recorrido anatómico una estrecha relación con la articulación glenohumeral, factor que lo hace especialmente susceptible de lesiones en caso de fracturas o fracturas-luxación proximales del húmero. No obstante, no es bien conocida y son pocos los estudios prospectivos dedicados a demostrar la presencia de lesiones nerviosas asociadas a fracturas de la cabeza y cuello humerales. Watson Jones [7] describió 15 casos de luxación gleno-humeral con parálisis del nervio axilar; diez tuvieron una recuperación espontánea a los 6 meses, tres se recuperaron entre los 6 y los 12 meses y los dos restantes quedaron con lesiones permanentes. Leffert y Seddon [8] estudiaron retrospectivamente las lesiones del plexo braquial infraclavicular. Encontraron 6 casos de lesión del N. Axilar aislada tras luxaciones glenohumerales o fracturas extremidad proximal humeral, sin ver una recuperación de las mismas. Mumenthaler y Schliack [9] demostraron lesiones nerviosas en el 15% de los pacientes que presentaban una luxación glenohumeral. Por su parte, Blom y Dahlbäck [10] estudiaron las lesiones del N. Axilar en 73 pacientes con luxaciones glenohumerales o fracturas del cuello de húmero; encontraron un 36% de lesiones, comprobadas con EMG. Ebel et al [11], en un estudio similar al anterior, sobre 197 pacientes obtuvieron un 30% de lesiones demostradas con EMG. De Laat et al. [12] extendieron el estudio al resto del plexo braquial en 101 pacientes, 44 luxaciones glenohumerales primarias y 57 fracturas de cuello humeral, objetivaron lesión nerviosa en 45% de los casos, siendo la más frecuente la del N. Axilar aunque solo realiza-

**Tabla 2. Resultados estudio electromiográfico**

Caso	Músculo Deltoides		PU Motora	Trazado voluntario	Conducción		INFORME
	Fibrilaciones	Positivas			Amplitud	Latencia	
1	++	++	Polif +++	S. 0,5-1	1,48	4,65 Disgregado	Signos Neurógenos agudos Axonotmesis parcial Reinervación activa
2	--	--	Homog	IM, 2-4	1,5	3,5	Normalidad
3	++	++	Polif +++	IM,1,5-2	1,4	3,8	Afectación Neurógena aguda Axonotmesis parcial Inicio de reinervación
4	++	+	Polif ++	No valorable	3	3,6	Afectación neurógena en vía de reinervación Axonotmesis parcial
5	+	++	Polif ++	IMP, 1-2	1	4,25	Signos neurógenos Axonotmesis parcial Reinervación activa
6	---	---	Homog	IM, 2-3,5	4,4	3,5	Normalidad
7	--	+	Polif ++	SA 0,6	1,24	3,55	Signos neurógenos moderados Reinervación activa Axonotmesis parcial
8	++	+	Polif ++	SA. 1-4	1,8	4,8 Disgregado	Signos Neurógenos agudos Axonotmesis parcial Reinervación activa
9	++	++	Polif +++	S. 0,5	Nulo	Nulo	Axonotmesis parcial Signos neurógenos agudos Axonotmesis + Neuroapraxia
10	+++	+++	Polif ++	S. 0,5	2,7	4,08 Disgregado	Signos Neurógenos agudos Axonotmesis parcial Reinervación activa
11	--	---	Polif +++	SA 1-2	1,1	3,4	Escasa amplitud conducción. Reinervación activa
12	--	--	Homog	IM, 2,5	7,4	3,5	Normalidad

*Polif.- Polifasia; Homog.-Homogéneo; S.- Trazado Simple; SA.- Simple acelerado; IM.- Trazado intermedio; IMP.- Intermedio pobre; Fibrilaciones y Ondas positivas - Potenciales de denervación.*



ron EMG a los pacientes con clínica sugestiva de lesión nerviosa o exploración física difícil por dolor grave.

En nuestro estudio evidenciamos una incidencia de 75% de lesiones del nervio axilar, superior al resto de las series pero siendo la gravedad de las mismas similar a las descritas en otros trabajos, con un predominio de axonotmesis parciales espontáneamente recuperables en un plazo inferior a 4 meses.

Se han planteado, como posibles causas del descenso radiográfico del húmero, el acortamiento del húmero fracturado, la desaparición de la presión intraarticular negativa secundaria a una rotura cápsulo-ligamentosa en el traumatismo, rotura concomitante del manguito de los rotadores o paresia del deltoides secundaria a la lesión del nervio axilar. En nuestro trabajo no encontramos relación estadística entre la lesión neurológica y el descenso radiográfico del húmero.

En cuanto a la relación entre los hallazgos electrofisiológicos y el resultado clínico final del tratamiento encontramos, en la literatura, que la edad del paciente y la posición final de la fractura consolidada son los factores determinantes del resultado funcional final; si bien, es necesario un programa de rehabilitación orientado a prevenir la rigidez articular y estimular la movilidad hasta que la fuerza muscular se recupere totalmente en aquellos pacientes con lesión neurológica añadida. En nuestros pacientes relacionando el resultado funcional y los hallazgos electromiográficos, no pudimos concluir que resultados electrofisiológicos patológicos indiquen una mala función articular final. Sin embargo, una prueba electrofisiológica sin hallazgos patológicos es sugestiva de un buen resultado funcional tras el tratamiento rehabilitador.

La presencia de de axonotmesis parciales es más frecuente de lo que la clínica da a entender. El mayor porcentaje de lesiones hallado en nuestro estudio posiblemente se deba al hecho de realizar electromiografías a todos los casos independientemente de la clínica neurológica, poniéndose de manifiesto de este modo formas lesionales que pasarían desapercibidas. Se trata de lesiones que por ser nervios de corto trayecto, se recuperan en gran número de casos bastante satisfactoriamente, lo que supone que si el estudio se realiza tarde, puedan haberse recuperado sin hallazgos. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain* 1943; 66:237.
2. Rockwood CA Jr, Williams GR Jr, Burkhead WZ Jr. Debridement of degenerative, irreparable lesions of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg (Am)* 1995; 77-A:857-66.

3. Hardy DC, Vogler JB, White RH. The shoulder impingement syndrome: prevalence of radiographic findings and correlation with response to therapy. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 147:557-61.
4. Neer CS II. Displaced proximal humerus fractures. Part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg (Am)* 1970; 52-A:1077-89.
5. McKoy B, Bensen C, Hartsock L. Fractures about the shoulder. Conservative management. *Orthop Clin North Am* 2000; 31:205.
6. Constant CR, Murley AHG. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Rel Res* 1987; 214:160-4.
7. Watson-Jones R. Fractures and joint injuries. Edinburgh, Livingstone Ltd, Vol. 2, 4ª ed. 1960; pp: 821-3.
8. Leffert RD, Seddon H. Infraclavicular brachial plexus injuries. *J Bone Joint Surg (Br)* 1965; 47-B:9-22.
9. Mumenthaler M, Schliack H. Peripheral nerve injury, Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1965.
10. Blom S, Dahlbäck LO. Nerve injuries in dislocations of the shoulder joint and fractures of the neck of the humerus. *Acta Chir Scand* 1970; 136:461-6.
11. Ebel R. Über die Ursachen der axillaris Paresen bei Schulter luxationen. *Monatsschr Unfallheilk* 1973; 76:445-9.
12. De Laat EA, Visser CP, Coene LN, Pahlplatz PV, Tavy DL. Nerve lesions in primary shoulder dislocations and humeral neck fractures. A prospective clinical and EMG study. *J Bone Joint Surg (Br)* 1994; 76-B:381-3.
13. Pritchett JW. Inferior subluxation of the humeral head after trauma or surgery. *J Shoulder Elbow Surg* 1997; 6:356-9.
14. Thompson FR, Winant EM. Comminuted fracture of the humeral head with subluxation. *Clin Orthop Rel Res* 1961; 20:94-7.
15. Visser CP, Coene LN, Brand R, Tavy DL. Nerve lesions in proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10:421-7.

### Conflicto de intereses

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



# Tratamiento quirúrgico de las fracturas de tercio distal del húmero a propósito de 36 casos

## Surgical treatment of fractures of the distal third of the humerus: A series of 36 cases

Jiménez-Martín A, Santos-Yubero FJ, Contreras-Joya M, Najarro-Cid FJ, Sánchez-Sotelo J<sup>1</sup>, Zurera-Carmona M, Pérez-Hidalgo S

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Fremap Sevilla. España. <sup>1</sup> Orthopedic Surgery, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota. USA.

### Resumen

**Objetivo:** Revisar el tratamiento de las fracturas de paleta humeral comparando resultados clínicos y laborales entre un grupo tratado con doble placa y otro sin ella y analizar los resultados clínicos obtenidos tras osteosíntesis en paralelo o de modo perpendicular en el grupo tratado con doble placa.

**Material y métodos:** Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, nivel de evidencia IIIa, donde se analizaron 36 pacientes con una edad media de 43 (DE: 10) años. El 30,6% fueron fracturas abiertas. El tiempo de seguimiento fue de 16 (DE: 5) meses. Se obtuvo la escala MEPS (Mayo Elbow Performance Score) entre un grupo tratado con doble placa y otro sin ella y los resultados entre los casos con doble placa en paralelo, frente a aquellos en perpendicular.

**Resultados:** La escala MEPS no presentó diferencias estadísticamente significativas entre las fracturas tratadas con doble placa y aquellas sin ella ( $p=0,5$ ) pero la osteosíntesis sin dos placas supone tasas de pseudoartrosis de hasta el 12,5% con una mayor tasa de complicaciones (81,3% / 73,3%) que la osteosíntesis con doble placa.

**Conclusiones:** No hallamos diferencias clínicas entre ambos grupos aunque las fracturas tratadas con doble placa presentan una menor tasa de pseudoartrosis.

**Palabras clave:** Fractura supracondílea, húmero, doble placa.

### Abstract

**Objective:** To review the management of fractures of the distal third of the humerus, comparing the clinical and occupational results between a group treated with double plates and a group without plates, and analyzing the clinical results after osteosynthesis in parallel or perpendicular in the group subjected to double plate treatment.

**Material and methods:** A descriptive, observational retrospective study with evidence level IIIa was carried out, analyzing 36 patients with a mean age of 43 years (SD: 10). A total of 30.6% corresponded to open fractures. The mean duration of follow-up was 16 months (SD: 5). The MEPS (Mayo Elbow Performance Score) was compared between the group treated with double plates and the group without plates, and between osteosynthesis in parallel or perpendicular in the group subjected to double plate treatment.

**Results:** The MEPS showed no statistically significant differences between the group treated with double plates and the group without plates ( $p=0.5$ ), though osteosynthesis without double plating was associated with a pseudoarthrosis rate of up to 12.5%, and involved a higher complications rate (81.3% versus 73.3%) than osteosynthesis with double plating.

**Conclusions:** No clinical differences were found between the two groups, though the fractures treated with double plates showed a lower pseudoarthrosis rate.

**Key words:**

Supracondylar fracture, humerus, double plate.

### Correspondencia

A. Jiménez Martín  
Urb. Al-Alba. Brisa 10, D. Sevilla  
antonio\_jimenez10@hotmail.com



## Introducción

Las fracturas supracondíleas del húmero representan entre el 2 y el 6% de todas las fracturas, siendo más frecuentes en huesos osteoporóticos con mecanismo de baja energía o en traumatismos directos en pacientes jóvenes [1]. La clasificación más utilizada es la de la AO [2], donde el tipo C conllevaría hasta un 48% de complicaciones, siendo el 77% causadas por una incorrecta fijación primaria [3]. Todo ello justifica la necesidad de una osteosíntesis lo más estable posible. Existen dos alternativas de estabilidad, la osteosíntesis con doble placa, en paralelo o en perpendicular. La utilización de otros métodos de osteosíntesis, como las agujas de Kirschner o los tornillos, exclusivamente induce a una mayor tasa de complicaciones y pseudoartrosis. El objetivo de este trabajo es estudiar las diferencias clínicas obtenidas tras la osteosíntesis con doble placa, frente a la osteosíntesis sin ella, y, al mismo tiempo, dilucidar las diferencias clínicas que pueden darse cuando la osteosíntesis con doble placa es en paralelo, frente a cuando se realiza de modo perpendicular. La hipótesis que planteamos es que la osteosíntesis con doble placa mejoraría los resultados en la escala MEPS [4] y en la clasificación pronóstica según el movimiento final de Cassebaum [5], con respecto a los métodos sin doble placa. A su vez, la colocación en paralelo debe mejorar también los resultados clínicos, con respecto a la posición en perpendicular.

## Material y métodos

Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, donde se analizaron en los pacientes que habían sufrido una fractura supracondílea del húmero, con un tiempo de seguimiento medio de 16 (DE: 5) meses, los datos demográficos, la clasificación de las fracturas AO, en abierta o cerrada y tipo según Gustilo-Anderson. También anotamos el tiempo de intervención, necesidad de osteotomía, cerclaje, u otros procedimientos. Las placas se colocaron según el método de Mayo (Acumed®) en paralelo o el sistema AO (Synthes®), en perpendicular. Consideramos el alta hospitalaria y de rehabilitación, la necesidad de reintervención, los procedimientos y las complicaciones. La movilidad en flexión, extensión, pronación y supinación que se valoraron según las escalas de valoración MEPS y Cassebaum. Por último consideramos el tipo de alta laboral, la mejoría o por informe propuesta.

Realizamos datos sobre 54 pacientes, de los que seleccionamos sólo 36 pacientes, ya que los 18 restantes presentaban otras fracturas asociadas. Se analizaron únicamente fracturas supracondíleas o supraintercondíleas con más de un año de seguimiento. La edad media de los 36 pacientes

fue 43 años (DE: 10) años, un 83,3% fueron varones y un 52,8% de las fracturas fueron en brazos izquierdos.

El mecanismo lesional más frecuente entre nuestra serie fueron las precipitaciones (72,2%), un 25% sufrieron un accidente de tráfico y el resto fue por atrapamiento. Una tercera parte de los fracturados eran peones de la construcción.

El 30,6% de las fracturas fueron abiertas, siendo en este sentido, un 72,7% de grado I, un 18,2 % de grado II y un 9,1% de grado IIIA. En cuanto a la clasificación AO, la distribución fue las tipo A2 en el 2,8%, las tipo A3 en el 8,3%, las tipo B2 en el 16,7%, las tipo C1 en el 16,7%, C2 en el 22,2% y, finalmente, las tipo C3 en el 33,3%.

Según la clasificación de Jupiter y Mehne, encontramos fracturas de tipo intraarticular con afectación de una columna en el 25%, tipo intraarticular con afectación de dos columnas en el 66,7%, tipo extraarticular con afectación intracapsular transcolumar alta en el 5,6% y, por último, con afectación intracapsular transcolumar baja en el 2,7%.

Se establecieron dos grupos, el primero de 20 pacientes tratados con doble placa, bien perpendicular o en paralelo. El segundo grupo estuvo constituido por 16 pacientes tratados sin doble placa.

El grupo con doble placa presentó una edad media de 40 (DE: 9) años. El 86,4% eran varones y el 45,5% del lado derecho. Un 45,5% de las fracturas fueron abiertas de las cuales el 36,4% fueron del tipo I y un 9,1% del tipo II de Anderson Gustilo. En cuanto a la distribución según la clasificación AO, el 9,1% fueron tipo A1, el 13,6% C1, el 27,3% C2 y el 50% C3. En cuanto a la clasificación de Jupiter y Mehne el 86,4% fueron intraarticulares con afectación de dos columnas y el 13,6% fueron extraarticulares intracapsulares transcolumares bajas. Un 90,9% de los pacientes fueron operados y se realizó una osteotomía de olécranon en el 54,5% con cerclaje en la mayoría de los casos. Las placas fueron las de la Clínica Mayo® en el 70%, las del sistema AO en el 25%, y Perilok® en el 5%. La disposición fue en paralelo en el 75% o en perpendicular en el 25% (Figura 1) (Figura 2), para lo cual se empleó el abordaje transolecraniano (Figura 3).

En el grupo con una sola placa, Integrado por 16 casos, la edad media fue de 46 (DE: 11) años. Un 81,3% pacientes eran varones y el 56,3% de las fracturas correspondieron al lado derecho. El 6,3% de las fracturas fueron abiertas, en concreto del tipo Gustilo IIIA. En cuanto a la clasificación AO, el 47,5% fueron tipo B2, el 23,8 % fueron tipo C1, el 17,5% C2 y el 11,2 % C3. En cuanto a la distribución, según Jupiter y Mehne, el 56,3% fueron intraarticulares con





**Fig. 1.** Fractura supracondílea tipo C2, tratada quirúrgicamente mediante osteosíntesis con doble placa, perpendicular, según técnica AO.



**Fig. 2.** Fractura supracondílea tipo C3, tratada quirúrgicamente mediante osteosíntesis con doble placa en paralelo, según principios de la Clínica Mayo.

afectación de una columna, el 31,3% fueron intraarticulares con afectación de dos columnas y el 12,4% extraarticulares intracapsulares transcolumnares altas. Se requirió os-



**Fig. 3.** Abordaje de la fractura tras osteotomía de olécranon. Disección y aislamiento del nervio cubital. Reducción y osteosíntesis con placas Acumed® (Clínica Mayo).

teotomía de olécranon con cerclaje en el 12,5%, tornillos de compresión sin alojarse en la placa en el 62,5% de los casos, agujas de Kirschner en el 18,8% o combinadas con tornillos en el 12,5%. También se usaron placas de cotilo, tercio de caña, LCP o tipo Clínica Mayo pero con una única placa.

El 27,3% de los pacientes del grupo con dos placas y el 37,5% de los pacientes tratados con una sola placa fueron polifracturados.

Realizamos el análisis estadístico mediante el programa SPSS 15.0. Para comparar los valores medios de variables cuantitativas se aplicó la Prueba t-Student para muestras independientes o la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Cuando se detectaron diferencias significativas, se determinaron intervalos de confianza para diferencias de medias al 95% que cuantificaron dichas diferencias.

## Resultados

En el grupo con doble placa el tiempo de intervención fue de 156 (DE: 43) minutos, con una estancia media de 4 (DE: 2) días y con un tiempo de rehabilitación de 6 (DE: 2) meses. Hubo reintervención en el 54,5%, retirando el cerclaje en el 66,7%.

Las tasas de movilidad final en este grupo fueron, flexión 121,1° (DE: 17,5); extensión 28,1° (DE: 21,5); pronación 84,5 (DE: 13,6)° y supinación de 81,1 (DE: 18,3)°. En cuanto a los resultados clínicos destacamos el MEPS de 76,9 (DE: 17,1) puntos (MEPS: Excelente en 18,2%, bueno en el 50 %, regular en el 4,5% y pobre en el 27,3%). La escala de Cassebaum arrojó resultados muy bueno en el 31,8%, bueno en el 36,4%, moderado en el 4,5% y pobre en el 27,3%. En cuanto a los resultados laborales destacaron un 50 % altas por mejoría y un 50% de informes propuesta.



La disposición en paralelo determinó en la escala MEPS 77,3 (DE: 18,9) puntos, con 6 (DE: 1) meses de rehabilitación, frente a la disposición perpendicular con 69,8 (DE: 12,9) puntos y con 8 (DE: 3) meses de rehabilitación. No encontramos diferencias significativas entre ambas técnicas.

En el grupo con una placa única el tiempo de intervención fue de 129 (DE: 31) minutos, con una estancia media de 4 (DE: 3) días y con un tiempo de rehabilitación de 9 (DE: 3) meses. Hubo necesidad de reintervenir en el 68,8% de los casos, con retirada del material en el 83,3%, liberación del codo en el 16,7% y retirada con revisión del nervio cubital en el 16,7% de los casos.

La movilidad final de este grupo fue flexión de 115,6 (DE: 20,3) °; extensión de 17,1 (DE: 9,3) °; pronación de 75,9 (DE: 21,5) ° y supinación de 75,9 (DE: 21,5) °.

El resultado final en el grupo con una sola placa la escala MEPS fue de 73,3 (DE: 23,7) puntos con un MEPS excelente en el 43,8%, bueno en el 18,8%, regular en el 6,2% y pobre en el 31,2% y la distribución según Cassebaum fue muy bueno en el 31,3%, bueno en el 18,8 %, moderado en el 12,5% y pobre en el 37,4%. Hubo 50% de altas por mejoría y un 50% de informes propuesta.

No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos con la escala MEPS, a pesar de que los resultados fueron buenos en el 50% de los pacientes con doble placa y en el 18,8% de los pacientes sin doble placa. En concreto, la escala MEPS del grupo con doble placa fue de 76,9 (DE: 17,1) puntos; en cambio, el resultado de la escala MEPS en los pacientes sin doble placa fue de 73,3 (DE: 23,7) puntos, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

En cuanto a las complicaciones registradas, con doble placa tuvimos un 77,3% de complicaciones, siete síndromes capsulares de hombro, dos fracturas de cúbito, cinco síndromes febriles postintervención, 63,6% de rigideces, 4,5% de pseudoartrosis de olécranon, una refractura de la osteotomía (Figura 4), 3 casos de lesión cubital. 5 casos (71,4%), requirieron artrolysis artroscópica posterior. No tuvimos ninguna pseudoartrosis y aparecieron dos casos de infección. En el grupo con una sola placa una fractura seccionó el cubital y observamos hasta un 81,3% de complicaciones, 22,2% síndrome capsular del hombro, 66,7% protusión de material, epidermolisis en la zona de la herida en el 11,1%, 87,5% de rigideces, 5 casos de lesión cubital. Se requirió la liberación del codo en el 16,7%, especialmente si existía el antecedente de fractura abierta. Tuvimos dos infecciones. (S.Coagulasa negativo, S. Epidermidis), un caso de rotura de la placa, 3 casos de parestias radiales, un 12,5% de calcificaciones heterotópicas



**Fig. 4.** Fractura de cúbito proximal sobre placa de olécranon, que requirió una reosteosíntesis con una placa más larga.

documentadas y un 12,5% de casos de pseudoartrosis de la paleta humeral.

Las fracturas tratadas con una única placa presentaron mayor índice de complicaciones (81,3% / 77,3%) y rigidez (87,5% / 63,6%) que las tratadas con doble placa, al igual que la tasa de reintervenciones (68,8% / 54,5%), con la presencia de calcificaciones heterotópicas y pseudoartrosis de paleta humeral cosa que no sucedió, en nuestra casuística, cuando la osteosíntesis se realizó con dos placas.

## Discusión

Los objetivos de la osteosíntesis de las fracturas supracondíleas del húmero son buscar la fijación del fragmento distal, y conseguir la estabilidad metafiso-diafisaria [4] para permitir el movimiento precoz del codo sin protecciones externas. Para ello cada tornillo en los fragmentos distales debe pasar una placa, cada tornillo debe afianzar un fragmento del pilar opuesto. Este fragmento ha de estar también estabilizado con la otra placa. Se debe ubicar el máximo número de tornillos como sea posible a nivel de los fragmentos distales y cada tornillo debería ser tan largo como sea posible y asegurar cuantos más fragmentos articulares fueran posibles [3]. Los tornillos de los fragmentos distales deberían de bloquearse entre sí por medio de interdigitación, creando una estructura estable, en ángulo fijo.



En nuestra serie, la mayoría de los pacientes han sido intervenidos siguiendo gran parte de estos principios. La osteosíntesis se ha realizado con dos placas tratando de estabilizar ambos pilares al mismo tiempo, considerando que hay diferencias en cuanto a su densidad ósea, ya que la columna medial es hasta un 22% más densa a nivel supracondilar y hasta un 38% más densa en la metáfisis que la región lateral [6]. El abordaje más utilizado ha sido el posterior con osteotomía olecraniana aunque hay otros abordajes como el trans-tricipital [7].

Algunos autores han defendido la disposición perpendicular de las dos placas. Para Helfet y Hotchkiss [8], la mejor fijación es la que proporciona ángulos rectos, perpendiculares. También Doornberg et al [9], tras un estudio de 30 pacientes, sostienen que la osteosíntesis perpendicular es la más estable.

Sin embargo, la disposición en paralelo es la más aceptada hoy día. Así, otros autores [3][10-15] mantienen que la osteosíntesis con doble placa en paralelo proporciona mayor rigidez frente a la torsión y flexión que el sistema de placas perpendiculares pues originan un «arco», que es la disposición más estable. Para Liu et al [5] la disposición en paralelo supone hasta un 78% de resultados excelentes en la escala MEPS. El rango de flexión-extensión oscila entre los 125° y 22°, con un tiempo de consolidación en 3 meses y medio y obtuvieron 16 casos excelentes en la escala de Cassebaum.

Jacobson et al [16] no encontraron diferencias significativas entre las dos disposiciones y recomiendan placas de reconstrucción, frente a las de tercio de caña. Tampoco Shin et al [17] tampoco encontraron diferencias clínicas ni de la movilidad entre ambos grupos.

En nuestra experiencia la disposición en paralelo determinó en la escala MEPS mejor puntuación que la disposición perpendicular pero sin encontrar diferencias significativas entre ambas técnicas.

En estudios biomecánicos sí que se han encontrado diferencias biomecánicas entre ambas construcciones, [18] y la estabilidad del sistema en paralelo es mayor frente a fuerzas de compresión, rotación externa y deformación plástica con respecto a la disposición de las placas de modo perpendicular [1].

En las fracturas extraarticulares, la osteosíntesis con dos placas proporciona mayor rigidez frente a la tensión en flexión anterior, posterior y lateral con respecto a una placa única [19]. Por otro lado, en estas fracturas se han descrito complicaciones como la ausencia de consolidación, especialmente en las C2 y C3, entre el 0 y el 33% [4][20] y hasta un 20% de roturas de la placa [21]. Las roturas de la placa, son más frecuentes, cuando son de tercio de caña [22].

En nuestra serie hubo retraso de consolidación o pseudoartrosis del olécranon en el 4,5% de los casos del grupo tratado con doble placa, sin casos de retardo de consolidación en la fractura supracondílea, lo que indica que la osteosíntesis inicial fue estable. Sin embargo, encontramos pseudoartrosis de la paleta humeral en el 12,5% de los casos tratados con placa única. Hallamos rigidez en el 63,6% de los pacientes tratados con doble placa frente al 87,5% de los casos tratados con una placa única. Esta rigidez para algunos autores [22] ha requerido capsulectomía mejorando el rango de flexión extensión. Las lesiones del nervio cubital, 3 casos cuando hubo osteosíntesis con doble placa y 5 casos cuando fue una placa única requiriendo la liberación del nervio cubital [23].

También se ha descrito la protusión de tornillos, especialmente en fracturas conminutas y con múltiples fragmentos, así como la inestabilidad de la fractura si el capitellum se desplaza respecto de la placa [4][13]. Así mismo, las osificaciones heterotópicas son frecuentes alcanzando el 38 % en algunas estadísticas [3] siendo más frecuentes en fracturas abiertas. En nuestra serie las calcificaciones heterotópicas se presentaron especialmente en el grupo tratado con una sola placa en fracturas abiertas. En nuestra experiencia el tratamiento de las osificaciones y de la rigidez ha sido tratado ocasionalmente mediante liberación artroscópica (Figura 5) (Figura 6) aunque en los casos tratados con una sola placa precisaron la liberación abierta, especialmente si en el tratamiento se realizaba un emparrillado con agujas de Kirschner no percutáneo.

Finalmente, hay autores que preconizan la artroplastia total de codo en pacientes con fracturas de perfil osteoporótico, dado el alto nivel de conminución que pueden llegar



**Fig. 5.** Cirugía artroscópica del codo. Eliminación de cuerpo libre articular post fractura de húmero distal.





**Fig. 6.** Tratamiento de la rigidez del codo, tras una fractura supracondílea, mediante sinovectomía artroscópica. Obsérvese la superficie lisa de la cúpula radial en el margen inferior de la imagen que se diferencia del tejido inflamatorio circundante, propio de la sinovitis.

a presentar. McKee et al [24] reconocen que los resultados de la escala MEPS fueron mejores para los pacientes con artroplastia total de codo comparativamente con la osteosíntesis. Chalidis et al [25] recomiendan la artroplastia en pacientes mayores de 75 años.

Una adecuada planificación preoperatoria y la osteosíntesis en paralelo consideramos que son las claves del éxito, con resultados en nuestra serie en la escala MEPS mejores y menor tiempo de rehabilitación que la disposición perpendicular, aunque sin diferencias estadísticamente significativas. En nuestra experiencia la osteosíntesis con una sola placa supone tasas de pseudoartrosis y complicaciones mayores que la osteosíntesis con doble placa. ■

### Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a los Sres. Villanueva, González, Lora, Hermosín y Gómez, la colaboración técnica prestada en la toma de imágenes para la elaboración de este artículo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stoffel K, Cunneen S, Morgan R, Nicholls R, Stachowiak G. Comparative stability of perpendicular versus parallel double-locking plating systems in osteoporotic comminuted distal humerus fractures. *J Orthop Res* 2008; 26:778-84.
2. Charissoux JL, Mabit C, Fourastier J, Beccari R, Emily S, Cappelli M, et al. Comminuted intra-articular fractures of the distal humerus in elderly patients. *Rev Chir Orthop* 2008; 94(supl IV): 36-62 .

3. Sanchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW. Complex distal humeral fractures: internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. *J Bone Joint Surg (Am)* 2008; 90-A(suppl II):31-46.
4. O'Driscoll SW. Optimizing stability in distal humeral fracture fixation. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14(suppl I):186-94.
5. Liu JJ, Ruan HJ, Wang JG, Fan CY, Zeng BF. Double-column fixation for type C fractures of the distal humerus in the elderly. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18:646-51.
6. Diederichs G, Issever AS, Greiner S, Linke B, Korner J. Three-dimensional distribution of trabecular bone density and cortical thickness in the distal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18:399-407.
7. Wong AS, Baratz ME. Elbow fractures: distal humerus. *J Hand Surg [Am]* 2009; 34:176-90.
8. Helfet DL, Hotchkiss RN. Internal fixation of the distal humerus: a biomechanical comparison of methods. *J Orthop Trauma* 1990; 4:260-4.
9. Doornberg JN, van Duijn PJ, Linzel D, Ring DC, Zurauskowski D, Marti RK , et al. Surgical treatment of intra-articular fractures of the distal part of the humerus. Functional outcome after twelve to thirty years. *J Bone Joint Surg (Am)* 2007; 89-A:1524-32.
10. Schemitsch EH, Tencer AF, Henley MB. Biomechanical evaluation of methods of internal fixation of the distal humerus. *J Orthop Trauma* 1994; 8:468-75.
11. Self J, Viegas SF, Buford WL Jr, Patterson RM. A comparison of double-plate fixation methods for complex distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; 4:10-6.
12. O'Driscoll SW. Parallel plate fixation of bicolumn distal humeral fractures. *Instr Course Lect* 2009; 58:521-8 .
13. O'Driscoll SW. Supracondylar fractures of the elbow: open reduction, internal fixation. *Hand Clin* 2004; 20:465-74.
14. Sanders RA, Raney EM, Pipkin S. Operative treatment of bicondylar intraarticular fractures of the distal humerus. *Orthopedics* 1992; 15:159-63.
15. Sanchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW. Complex distal humeral fractures: internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. *J Bone Joint Surg (Am)* 2007; 89-A:961-9.
16. Jacobson SR, Glisson RR, Urbaniak JR. Comparison of distal humerus fracture fixation: a biomechanical study. *J South Orthop Assoc* 1997; 6:241-9.
17. Shin SJ, Sohn HS, Do NH. A clinical comparison of two different double plating methods for intraarticular distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2010; 19: 2-9.
18. Arnander MW, Reeves A, MacLeod IA, Pinto TM, Khaleel A. A biomechanical comparison of plate configuration in distal humerus fractures. *J Orthop Trauma* 2008; 22:332-6.

19. Teiwani NC, Murthy A, Park J, McLaurin TM, Egol KA, Kummer FJ. Fixation of extra-articular distal humerus fractures using one locking plate versus two reconstruction plates: a laboratory study. *J Trauma* 2009; 66:795-9.
20. Pajarinen J, Björkenheim JM. Operative treatment of type C intercondylar fractures of the distal humerus: results after a mean follow-up of 2 years in a series of 18 patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2002; 11:48-52.
21. Henley MB, Bone LB, Parker B. Operative management of intra-articular fractures of the distal humerus. *J Orthop Trauma* 1987; 1:24-35.
22. Jupiter JB. The management of nonunion and malunion of the distal humerus--a 30-year experience. *J Orthop Trauma* 2008; 22:742-50.
23. Ring D, Jupiter JB. Complex fractures of the distal humerus and their complications. *J Shoulder Elbow Surg* 1999; 8:85-97.
24. McKee MD, Veillette CJ, Hall JA, Schemitsch EH, Wild LM, McCormack , et al. A multicenter, prospective, randomized, controlled trial of open reduction--internal fixation versus total elbow arthroplasty for displaced intra-articular distal humeral fractures in elderly patients. *J Shoulder Elbow Surg* 2009; 18:3-12.
25. Chalidis B, Dimitriou C, Papadopoulos P, Petsatodis G, Giannoudis PV. Total elbow arthroplasty for the treatment of insufficient distal humeral fractures. A retrospective clinical study and review of the literature. *Injury* 2009; 40:582-90.

---

#### 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.



## Resultados funcionales en fracturas de extremidad distal del radio. Tratamiento quirúrgico con placa DVR o tratamiento ortopédico

### Functional results in fractures of distal radius. Surgical treatment Vs DVR plate orthopedic treatment

Fernández León RA, Moreno Palacios JA, Rodríguez Oyaga A, Peces González N, Ruiz Molina D, García Delgado I

Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Servicio de Rehabilitación y Medicina física. Madrid.

#### Resumen

**Objetivo:** Comparar el resultado funcional del tratamiento conservador mediante reducción cerrada y yeso con la reducción abierta y colocación del sistema placa volar anatómica DVR, en fracturas de EDR después de rehabilitación.

**Material y método:** Estudio retrospectivo de 70 pacientes con 54 años de edad media que sufrieron fractura de EDR. Treinta y cinco fueron tratados conservadoramente y otros 35 con placa DVR. Todos realizaron tratamiento rehabilitador y se valoraron los resultados funcionales a partir del año de la intervención, utilizando la escala de Mayo Wrist Score (MWS). El recorrido articular se midió mediante goniómetro manual y la fuerza con la Escala Cifrada Internacional

**Resultados:** El tiempo desde la intervención hasta que se inició la rehabilitación fue de 57 días de media, con un promedio de 29 sesiones. El resultado funcional mostró un valor medio con la MWS de 88,43/100, al año de la fractura, considerado bueno, sin demostrar diferencias estadísticamente significativas entre los 2 grupos. La reinserción laboral de los sujetos que trabajaban en su antiguo trabajo fue de 88,9%.

**Conclusiones:** El tratamiento de las fracturas de EDR seguido de tratamiento rehabilitador permite una buena recuperación funcional con independencia del tratamiento.

**Palabras clave:**

Rehabilitación de fracturas de radio, fractura extremidad distal del radio.

#### Abstract

**Objective:** Compare the functional outcome of conservative management by closed reduction and cast with open reduction and placement of anatomical volar plate system DVR, in EDR fractures after rehabilitation.

**Material and Methods:** We plan a retrospective study of 70 patients with a mean age of 54 years who suffered a EDR fracture, 35 patient treated conservatively and 35 treated by plate DVR. All carried out rehabilitation treatment and functional outcomes were assessed from the year of the intervention, using the scale de Mayo Wrist Score (MWS). The range of movement was measured by manual goniometer and strength with the scale by international standards.

**Results:** The time from intervention until the beginning of the rehabilitation was 57 days on average, by an average of 28.97 sessions. The functional outcome showed a mean of 88.43/100 with MWS, a year after the fracture, considered good, without showing statistically significant differences between the two groups. The reemployment of individuals who worked in his old job was 88.9%.

**Conclusions:** The treatment of fractures of EDR followed by rehabilitation treatment allows a good functional recovery independent of the treatment.

**Keywords:**

Rehabilitation radius fracture, distal radius fracture.

---

#### Correspondencia

R.A. Fernández León  
Servicio de rehabilitación  
Doctor Esquerdo 46 planta baja, 28007 – Madrid  
dr.fernandez.leon@gmail.com



## I Introducción

Las fracturas de la extremidad distal del radio (EDR) es una de las lesiones más frecuentes del miembro superior tras traumatismos, tanto de baja energía como de alta energía. Además, son el 14% de las fracturas en pacientes osteoporóticos con una media de edad de 65 años.

El tratamiento de este tipo de fracturas depende de diversos factores como son la edad del paciente, el tipo de fractura, y la actividad del paciente y su tratamiento ha variado y se ha modificado en función del tipo de fractura y de las características del paciente [1][2]. Para la Cochrane no existen evidencias sobre el tratamiento más efectivo, ni siquiera de la forma más eficaz de reducción pues el tratamiento de este tipo de fractura se ha realizado en función de los criterios del médico y de las características del paciente [3].

La rehabilitación en las fracturas de la extremidad distal del radio es fundamental ya que la movilización precoz es uno de los principios fundamentales de su recuperación para el fortalecimiento muscular, la recuperación de la movilidad y evitar la adhesión de la cicatriz.

El objetivo de nuestro estudio es comparar el resultado funcional del tratamiento conservador con reducción cerrada y yeso, con la reducción abierta y colocación del sistema de placa volar anatómica (DVR) en fracturas de la extremidad distal del radio después de rehabilitación.

## I Material y método:

Se realizó un estudio retrospectivo descriptivo de 70 pacientes con fractura de la extremidad distal del radio, 35 pacientes tratados de forma conservadora, mediante reducción cerrada bajo anestesia local y posterior estabilización mediante yeso cerrado y 35 mediante cirugía con reducción abierta y fijación interna mediante placa dorsal de ángulo fijo tipo DVR, tratados por el Servicio de Rehabilitación del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, en el periodo comprendido entre enero del 2007 y enero del 2009 (Figura 1).

De las 70 historias revisadas, 49 eran mujeres (70%) y 21 varones (30%). La edad media fue de 54 años, con un rango entre 17 y 88 años y un 62,85% eran trabajadores activos en el momento de la fractura.

La búsqueda se basó en la revisión de las historias clínicas para la recolección de datos demográficos, tipo de fractura y tratamiento realizado y se utilizaron como criterios de inclusión fracturas unilaterales, pacientes tratados únicamente de manera conservadora o con placada dorsal de ángulo fijo tipo DVR, tratamiento y seguimiento en nuestro centro. Como criterio de exclusión se consideraron los pa-

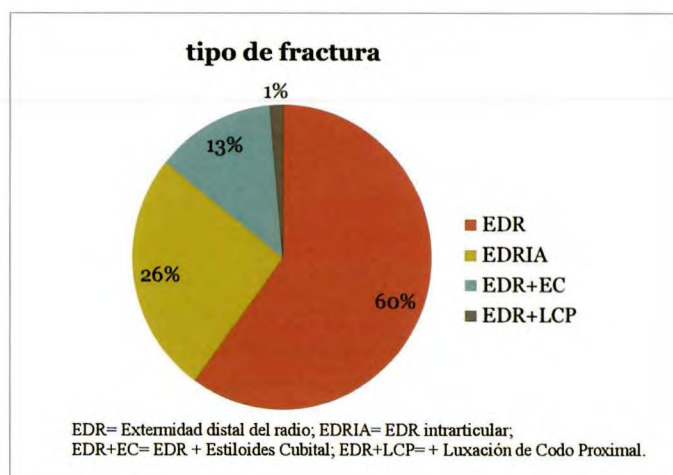


Fig. 1. Distribución del tipo de fractura.

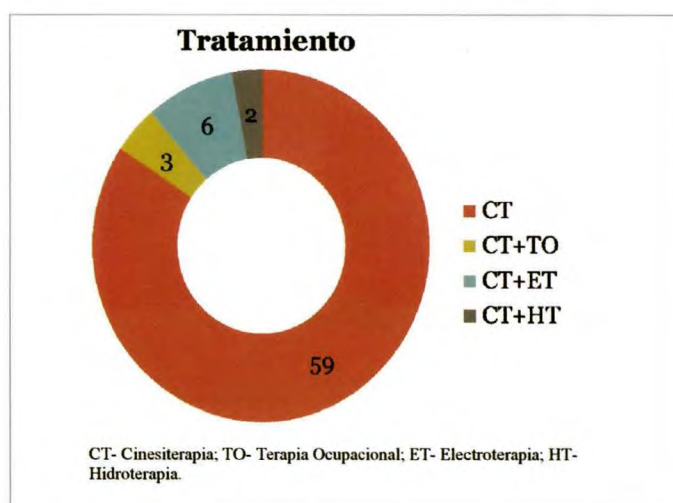


Fig. 2. Distribución del tipo de tratamiento rehabilitador.

cientes con fracturas bilaterales, con fracturas de carpo asociadas o con patología previa en miembros superiores.

Todos realizaron tratamiento rehabilitador en el hospital con cinesiterapia activa asistida, potenciación de la musculatura extrínseca e intrínseca, tratamiento de la cicatriz y técnicas de electroterapia e hidroterapia en algunos de los casos (Figura 2). Se valoraron los resultados funcionales a partir del año de la intervención comparándolos con los resultados encontrados en la primera consulta de rehabilitación.

El recorrido articular fue medido en grados mediante goniómetro manual, y la fuerza con la Escala Cifrada Internacional. Se analizó el grado de reincorporación laboral a la actividad laboral previa a la fractura. Realizamos la evaluación del dolor, estado funcional, rango de movilidad y fuerza de agarre, mediante la escala de Mayo Wrist Score (MWS) [4].



El análisis estadístico se realizó mediante los análisis Chi-cuadrado para los datos no paramétricos y la T-student para los datos paramétricos, con un nivel de significación estadística de 0,05 con el paquete estadístico SPSS® versión 15.0 para Windows®

## Resultados

Se apreció una mayor elección de tratamiento quirúrgico en las fracturas intrarticulares de la extremidad distal del radio, y una elección de tratamiento conservador en fracturas extra articulares, sin ser estadísticamente significativos (Figura 3).

El tiempo medio de inmovilización fue de 40 días con tratamiento conservador (C) y 14 días mediante cirugía (Q), con un tiempo de espera hasta la primera consulta de reha-

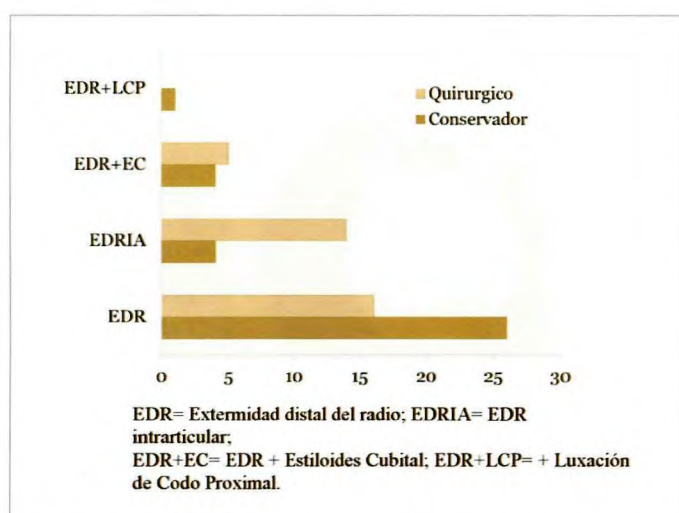


Fig. 3. Distribución del tratamiento ortopédico según el tipo de fractura.

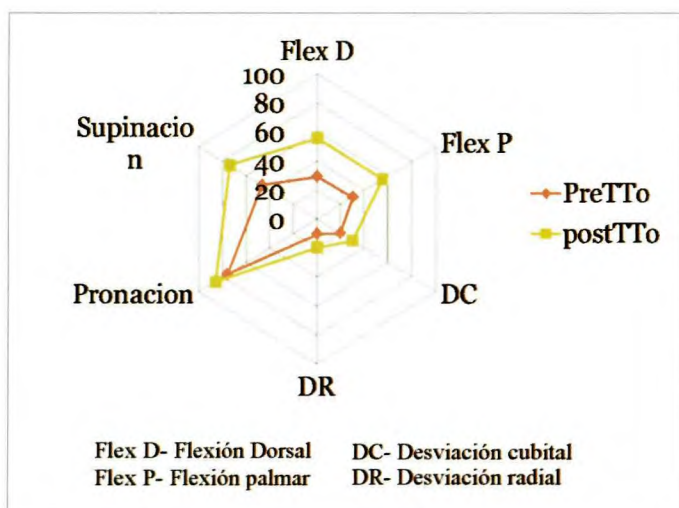


Fig. 4. Valoración del rango articular pre tratamiento y al año de la intervención.

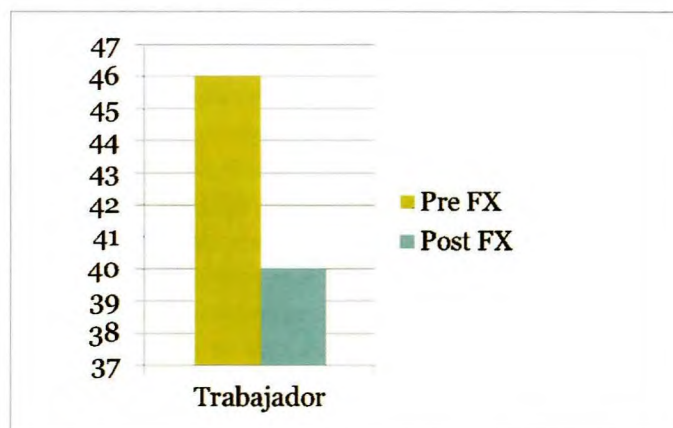


Fig. 5. Reinserción laboral al año de la intervención.

bilitación de 69 y de 42 días respectivamente, incluyendo los días de inmovilización. Los pacientes realizaron una media de 30 sesiones de tratamiento de cinesiterapia.

En cuanto al recorrido articular medio en la primera consulta se apreció una flexión dorsal (FD) de 29,31°, flexión palmar (FP) de 30,29°, desviación cubital (DC) de 19,74°, desviación radial (DR) de 10,43°, pronación y supinación de 76,40° y 46,87° respectivamente (Figura 4).

El resultado de balance articular evaluado al año pos rehabilitación fue de una FD de 55,86°, FP 54,99°, DC 30°, DR 19,43°, pronación 86,21° y supinación 74,43°, siendo los resultados significativos ( $p < 0,05$ ).

El resultado funcional medido mediante la escala MWS, antes del tratamiento rehabilitador fue de 58,57 en el tratamiento conservador y de 59,43 en el quirúrgico con un resultado global pretratamiento de 59. El resultado al año de finalizado el tratamiento rehabilitador, fue de 89,57 en el conservador y de 87,29 en el quirúrgico, con un resultado global de 88,43 considerado como bueno.

La reinserción laboral en los pacientes trabajadores fue del 89,9% a su antiguo trabajo (Figura 5).

## Discusión

Las fracturas de extremidad distal de radio suponen el 15-20% de todas las fracturas, siendo su incidencia de 36,8/10.000 personas por año, en las mujeres, y de 9,0/10.000 personas por año, en los hombres mayores de treinta y cinco años y la causa de fractura más frecuente de los miembros superiores [5][6]. En nuestra muestra no se observó una diferencia de género tan marcada con un 70% de mujeres y 30% de hombres.

En las fracturas de extremidad distal de radio la opción de tratamiento sigue siendo variable y objeto de debate.



Factores como el patrón de la fractura, lesiones asociadas, estado general del paciente, calidad del hueso, y la demanda física del paciente deben ser considerados a la hora de elegir el tratamiento definitivo [7][8].

Algunos estudios muestran que fracturas de extremidad distal de radio tratadas de forma conservadora mediante reducción cerrada y escayola y posterior tratamiento de rehabilitación presentan de buenos a muy buenos resultados funcionales [8-14] aunque otros estudios sugieren que la reducción abierta con fijación interna de la fractura, mediante placa dorsal de ángulo fijo, presentan excelentes resultados con disminución del dolor [15][16], sin poder demostrar una mejoría en el rango de movimiento, ni en las actividades de la vida diaria [17]. En nuestro caso no encontramos diferencias significativas ni funcionales, ni en el rango de movilidad al igual que la literatura encontrada [7][15][16][18][19].

En cuanto al rango articular medio al año del tratamiento rehabilitador nuestros pacientes presentaron una flexión dorsal de 55,86°, una flexión palmar de 54,99°, una desviación cubital y radial de 30° y 19,43° respectivamente, con una pronación de 86,21° y supinación de 74,43°, resultados similares a los de otras series [15][16].

Los resultados funcionales medidos por la escala de MWS de nuestra muestra, al año de la fractura, fue de 88,43 considerado como bueno. Resultados similares han presentado otros dos estudios [15][16] con una casuística menor.

La escala de la clínica Mayo para la muñeca es sencilla, útil y de fácil aplicación, coincidiendo con varios autores que apoyan su uso por la fácil aplicación y reproducibilidad en la consulta [15][16][18], aunque en otros estudios la valoración se efectúa con el DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) o con la escala de Fernández [7][18].

Al igual que en la literatura revisada, en nuestro estudio no hemos podido demostrar diferencias significativas en los resultados funcionales al año de la fractura de extremidad distal de radio, independientemente del tratamiento elegido [7][19], aunque hemos observado una tendencia a optar por tratamiento quirúrgico en pacientes con fracturas intra-articulares y de menor edad.

La rehabilitación permite la recuperación del rango articular y de la función de la mano en pacientes con fracturas de EDR, sin poder demostrar que tipo de técnica o sumatoria de ellas es más beneficiosa [20].

El presente estudio presenta como limitación una falta de aleatorización de los pacientes, ya que la decisión sobre que tipo de tratamiento se sigue, viene dada por el equipo de traumatólogos de guardia. Una vez decidida la necesidad de

reducción quirúrgica está se llevo a cabo por la sección de cirugía de la mano, perteneciente al servicio de traumatología del hospital, mediante el protocolo de reducción anatómica abierta y fijación con placa volar tipo DVR con posterior cierre quirúrgico e inmovilización con escayola en posición anatómica por 15 días.

Como conclusión podemos decir que el resultado funcional y el recorrido articular de los pacientes con fractura de la extremidad distal del radio es bueno, tanto en los tratados conservadoramente como en los quirúrgicos al año de la intervención. ■

### Agradecimientos

Agradecemos el apoyo y los medios brindados a lo largo del estudio por el personal de los servicios de Medicina Física y Rehabilitación, Traumatología y Ortopedia, del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de la Comunidad de Madrid.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Colles A. On the fracture of the carpal extremity of the radius. *Edinb Med Surg J* 1814; 10:181
2. Böhler L. Técnicas de tratamiento de fracturas. 4ª edición. Barcelona. Editorial Labor, 1960.
3. Handoll HHG, Madhok R. Intervenciones conservadoras para el tratamiento de la fractura de radio distal en adultos. *Biblioteca Cochrane Plus*, 2005 n°3.
4. [http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo\\_wrist\\_score.html](http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/mayo_wrist_score.html) (consultada con fecha 7-7-2010).
5. Chen N, Jupiter J. Management of distal radial fractures. *J Bone Joint Surg (Am)* 2007; 89-A:2051-62.
6. O'Neill TW, Cooper C, Finn JD, Lunt M, Purdie D, Reid DM, et al. UK Colles' fracture study group. Incidence of distal forearm fracture in British men and women. *Osteoporos Int* 2001; 12:555-8.
7. Arora R, Galb M, Gswentner M, Deml C, Krappinger D, Lutz M. A comparative study of clinical and radiologic outcomes of instable type distal radius fractures in patients older than 70 years: non-operative versus volar locking plating. *J Ortop Trauma* 2009; 23:237-42.
8. Trumble TE, Schmitt SR, Vedder NB. Factors Affecting functional outcomes of displaced intra-articular distal radius fracture. *J. Hand Surg [Am]* 1994; 19A:325-40.
9. Fujii K, Henmi T, Kanematsu Y, Mishihiro T, Sakai T, Terai T. Fractures of the distal end of radius in elderly patients: A comparative study of anatomical and functional result. *J Ortop Surg* 2002; 10:9-15.



10. Aro TH, Koivunen T. Minor axial shortening of the radius affects outcome of Colles' fracture treatment. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16A:392-8.
11. Fernández LD, Geissler BW. Treatment of displaced articular fractures of the radius. *J Hand Surg* 1991; 16A: 375-84.
12. McQueen M, Caspers J. Colles fractures: Does the anatomical result affect the final function?. *J Bone Joint Surg* 1988; 70-B: 649-52.
13. Missakian LM, Cooney PW, Amadio CP, Gidewell LH. Open reduction and internal fixation for distal radius fractures. *J Hand Surg* 1992; 17A: 745-55.
14. Stewart DH, Innes RA, Burke DF. Factors affecting the outcome of Colles' fracture: an anatomical and functional study. *Injury* 1985; 16:289-95.
15. Vicent-Vera J, Lax-Pérez R, Sánchez MC, Diaz-Almodovar JL. Resultados del tratamiento de las fracturas de radio distal con placa volar. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2009; 53:8-12.
16. Sánchez Márquez JM, Cruz Pardos A, Ibarzabal Gil A. Resultados funcionales de las fracturas de radio distal con placa volar de ángulo fijo. *Trauma Fund MAPFRE* 2009; 20:156-60.
17. Villar R.N, Marsh D, Rushton N, Greated R.A. Three years after Colles' fracture. *J Bone Joint Surg (Br)* 1987; 69-B:635-8.
18. Miranda M. Reche S. Fracturas de la extremidad distal del radio: resultado funcional y evaluación isocinética. Estudio preliminar. *Rev Aparato Locomotor* 2007; 5(supl 2): 26-33.
19. Young CF, Nanu AM, Cheek RG. Seven years outcome following Colles' type distal fracture. A comparison of two treatments methods. *J Hand Surg* 2003, 5:422-6.
20. Handoll HHG, Madhok R, Howe TE. Rehabilitación de la fractura distal del radio en adultos. Revisión cochrane traducida. Biblioteca cochrane plus, numero 3, 2008.

#### 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.



# Implantes biodegradables en el tratamiento de pseudoartrosis de escafoides

## Biodegradable implants in the management of scaphoid pseudoarthrosis

Delgado PJ, Abad JM, Fuentes A, García López JJ

Unidad de Miembro Superior. Hospital Fremap. Centro de Prevención y Rehabilitación. Majadahonda (Madrid).

### Resumen

**Objetivo:** Presentamos los resultados del tratamiento quirúrgico de la ausencia de consolidación del escafoide mediante reducción abierta, injerto óseo y fijación interna biodegradable.

**Material y métodos:** Estudio prospectivo de 16 pacientes con pseudoartrosis de escafoide tratados quirúrgicamente mediante reducción abierta, injerto óseo y fijación interna con tornillos biodegradables de ácido poli-L-láctico reforzado entre los años 2002 a 2006. Se valoran la movilidad, escala visual analógica (EVA) del dolor, cuestionario DASH, complicaciones, resultado radiológico y laboral a los 37 meses de seguimiento prospectivo medio (rango, 12-104 meses).

**Resultados:** El 90% de los pacientes volvió a su mismo puesto de trabajo y nivel de actividad a las 16 semanas (rango, 9-24 semanas). Al final del seguimiento, el arco de movilidad medio fue 103,3° de flexoextensión y 47° de desviación lateral, EVA 1.6 y DASH 4.6, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

**Conclusión:** El curetaje con aporte de injerto procedente de la cresta iliaca es una buena alternativa para el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoide. Los implantes biodegradables hacen innecesario retirar el material, facilitan la cirugía de revisión y permiten realizar estudios con resonancia magnética para evaluar la viabilidad ósea. Los resultados del presente estudio ofrecen una alternativa válida de fijación en la pseudoartrosis de escafoide.

**Palabras clave:**

Escafoide, pseudoartrosis, implantes biodegradables.

### Abstract

**Objective:** Results of the surgical management of the lack of scaphoid consolidation via open reduction, bone grafting and biodegradable internal fixation.

**Material and methods:** 16 patients with scaphoid pseudoarthrosis subjected to surgery with open reduction, bone grafting and internal fixation using biodegradable reinforced polylactic acid screws between the years 2002-2006. Antebrachial plaster immobilization was carried out for 8 weeks after surgery. Evaluations were made of mobility and pain (visual analog scale, VAS), DASH questionnaire, complications, and radiological and occupational results after an average of 37 months of prospective follow-up (range 12-104 months).

**Results:** Most patients (90%) were able to return to the same work and level of activity, after an average of 16 weeks (range 9-24). At the end of follow-up, the mean mobility range was 103.3 degrees in flexion-extension and 47 degrees in lateral deviation, with a VAS score of 1.6 and a DASH score of 4.6. There were no statistically significant differences between the two treatment groups.

**Conclusion:** Curettage with bone grafting from the iliac crest is a good alternative for the management of scaphoid pseudoarthrosis. Biodegradable implants eliminate the need to remove the material, facilitate revision surgery, and allow magnetic resonance imaging studies to assess bone viability. The results of the present study offer a valid fixation alternative in patients with scaphoid pseudoarthrosis.

**Key words:**

Scaphoid, pseudoarthrosis, biodegradable implants.

### Correspondencia

P. J. Delgado Serrano  
Hospital Fremap. Centro de Prevención y Rehabilitación  
Carretera de Pozuelo, 61. 28220 Majadahonda (Madrid)  
pedrojdelgado@me.com



## Introducción

La pseudoartrosis o retardo de consolidación de las fracturas del escafoides carpiano es una complicación que se produce en el 10% de los casos. A largo plazo ocasiona cambios degenerativos en las articulaciones vecinas, especialmente en la radiocarpiana, originando un colapso avanzado del carpo o muñeca SNAC (Scaphoid Non-union Advanced Collapse) que cursa con dolor, disminución del arco de movilidad y pérdida de fuerza de la muñeca. El objetivo del tratamiento es la consolidación completa y la restauración anatómica del escafoides, para detener la progresión del colapso carpiano y los cambios degenerativos secundarios de la articulación de la muñeca [1]. El tratamiento habitual no difiere del convencional para otro tipo de pseudoartrosis efectuando curetaje, aporte de injerto óseo procedente del radio distal o la cresta iliaca y fijación interna que puede realizarse con agujas de Kirschner o tornillos metálicos.

Los implantes biodegradables son una alternativa de fijación. Son más elásticos y maleables que los sistemas metálicos y disminuyen el efecto puente. Además, no son permanentes, permiten una cirugía de revisión más sencilla en caso de que esta fuera necesaria y pueden ser utilizados en niños sin dañar el cartílago de crecimiento [2][3]. Por otra parte, este tipo de implantes, han demostrado una especial utilidad en el tratamiento de fracturas de pequeños fragmentos o de huesos cortos sin carga, como sucede en las lesiones de la mano.

El objetivo del presente trabajo es analizar los resultados obtenidos en el tratamiento de las pseudoartrosis de esca-

foides carpiano mediante injerto autólogo más fijación biodegradable, evaluando el resultado clínico y radiológico de las fijaciones a medio plazo.

## Material y métodos

Revisamos nuestra experiencia en el tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis de escafoides con implantes biodegradables en 16 pacientes tratados durante los años 2002 a 2006, con un seguimiento prospectivo medio de 37 meses (rango: 12-104 meses) (Tabla 1). Todos los pacientes eran hombres con una edad media de 28 años (rango, 18-45 meses) y actividades laborales de media y alta demanda funcional en el momento de la intervención. La mano izquierda fue intervenida en 8 casos (50%) y en el 56% se trataba de la mano dominante.

Todos los pacientes del estudio fueron valorados como accidente de trabajo, según la definición de la Ley de Seguridad Social de 21 de abril de 1966 y Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social de 30 de mayo de 1974, artículo 84 [4].

Las indicaciones para la cirugía fueron dolor, pérdida de movilidad y diagnóstico de ausencia de consolidación de escafoides carpiano confirmado con la radiografía convencional y estudio TAC. Se consideraron criterios de exclusión aquellos pacientes con diagnóstico de retardo de consolidación, cambios degenerativos en la articulación radiocarpiana y mediocarpiana, necrosis del polo proximal del escafoides y signos clínicos de distrofia simpático refleja. Para la elaboración del presente estudio, fueron excluidos los pa-

Tabla 1. Demografía de la población estudiada

Nº	Edad	Sexo	Lado	Trabajo	Localización	Tipo	Técnica	Injerto	Nº tornillos	Inmovilización
1	32	Varón	Izdo	Camionero	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	6 semanas
2	42	Varón	Izdo	Mantenimiento	Polo distal	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	1	10 semanas
3	30	Varón	Dcho	Matarife	Polo proximal	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	8 semanas
4	18	Varón	Dcho	Repartidor	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	8 semanas
5	28	Varón	Dcho	Repartidor	Polo proximal	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	1	10 semanas
6	45	Varón	Dcho	Montador alumn.	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	10 semanas
7	23	Varón	Izdo	Hojalatero	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	8 semanas
8	24	Varón	Izdo	Mozo almc.	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	6 semanas
9	19	Varón	Izdo	Mozo almc.	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
10	22	Varón	Izdo	Construcción	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
11	26	Varón	Dcho	Construcción	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
12	19	Varón	Izdo	Ayudante maquina	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	2	10 semanas
13	22	Varón	Dcho	Conductor	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Cresta	2	6 semanas
14	32	Varón	Izdo	Mantenimiento	Polo proximal	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
15	21	Varón	Dcho	Repartidor	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
16	31	Varón	Dcho	Construcción	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	2	6 semanas



cientes con cirugías previas, seguimiento inferior a 12 meses, sin resultado laboral definitivo y estudio radiográfico y evolutivo completos.

Consideramos criterios de inestabilidad los desplazamientos interfragmentarios menores de 1 mm, acortamiento del escafoides, deformidad en joroba, disminución de la altura del carpo, movilidad en la zona de pseudoartrosis y un patrón anómalo de DISI (extensión del semilunar y flexión del escafoides, disminución del ángulo radiosemilunar, aumento del ángulo semilunar-hueso grande y aumento del ángulo escafosemilunar).

El 50% de los casos presentaban una ausencia de consolidación inestable. Con respecto a la localización, en 3 casos (18,65%) afectaba al polo proximal, 12 casos (75%) al tercio medio y 1 caso (6,25%) al polo distal.

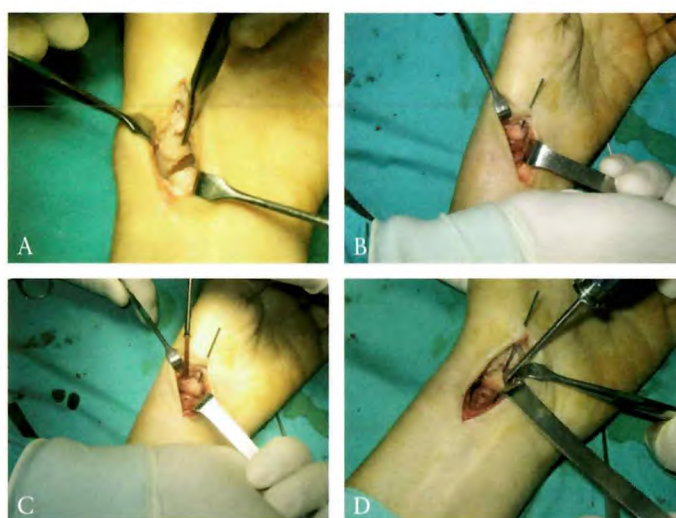
Todos los pacientes presentaban dolor que limitaba su función, de 6,8 puntos de media (rango, 4-9 puntos) en la escala analógico visual de 0-10. En todos los casos se objetivó una pérdida del rango de movilidad activa, con una movilidad media de 43,5° de flexión, 50° de extensión, 15° de flexión radial y 35° de flexión cubital, con un arco de rotación del antebrazo normal.

### Técnica quirúrgica

Todos los pacientes fueron intervenidos por el mismo cirujano (JMA) mediante un abordaje volar del escafoides, con manguito de isquemia, entre el borde radial del músculo *flexor carpi radialis brevis* y la arteria radial (vía de Russe) más capsulotomía longitudinal sobre el eje del escafoides y sección parcial del ligamento radio-escafo-hueso grande. Localizado el foco de pseudoartrosis, se curetearon los extremos y se colocó el injerto óseo procedente de la cresta iliaca contralateral. La elección del tipo de injerto varía en función del tipo de ausencia de consolidación, localización y deformidad del escafoides [1]. Las pseudoartrosis inestables anguladas y desplazadas, localizadas en el cuello o tercio distal con un segmento proximal viable se trataron mediante injerto trapecoidal o triangular tricortical, siguiendo la técnica de Fisk-Fernández [5], utilizada en 8 pacientes (Figura 1).

Cuando la ausencia de consolidación era estable y no se objetivaba pérdida de la forma anatómica del escafoides, observado en 8 casos, se trató mediante aporte de injerto en forma de *chips* de esponjosa impactada porcedente del radio distal en 7 casos y de cresta iliaca contralateral en un caso, colocada entre los dos fragmentos óseos según técnica de Matti-Russe [6] (Figura 2).

La fijación de los fragmentos y el injerto óseo se realizó mediante tornillos bioabsorbibles de ácido poli-L-láctico reforzado (Bionx Implants Ltd, Tampere, Finlandia), colo-



**Fig. 1.** Técnica de Fisk-Fernandez y fijación biodegradable. Preparación de los extremos óseos del escafoides mediante abordaje volar de Russe (A) y aporte de injerto tricortical de cresta iliaca intercalado más fijación temporal con aguja de Kirschner (B). Fijación definitiva con tornillo biodegradable introducido de forma retrógrada por el tubérculo del escafoides (C). El pequeño tamaño del implante, permite colocar 2 tornillos de forma paralela, obteniendo así una mayor resistencia del injerto a la torsión (D).



**Fig. 2.** Aporte de injerto en forma de *chips* en una ausencia de consolidación estable, según técnica de Matti-Russe, y fijación retrógrada con tornillo biodegradable.

cados de forma retrógrada en el escafoides. En 7 casos se utilizó un tornillo y en 9 pacientes fueron utilizados 2 tornillos.

Tras la cirugía se inmovilizó la muñeca con una férula antebraquial volar en posición neutra dejando libre las articulaciones metacarpofalángicas (incluido el pulgar) para su movilización inmediata una vez pasados los efectos de la anestesia.



Todos los procedimientos utilizados en el tratamiento fueron realizados tras la obtención de un consentimiento informado por parte del paciente. En el postoperatorio recibieron profilaxis antibiótica mediante cefazolina 2 g cada 8 horas IV por 24 horas o clindamicina 600 mg cada 12 horas IV por 24 horas en caso de alergia a penicilina o derivados, según protocolo de la comisión de infecciones del centro.

No se utilizaron sustitutivos óseos ni se realizaron gestos adicionales a nivel de las articulaciones radiocarpiana o mediocarpiana. En el postoperatorio inmediato se administraron 250 mg de metilprednisolona (Urbason®) diluidos en 100 cc I. V. en dosis única y se mantuvo el miembro en elevación por 24-48 horas, tras el cual se dió alta hospitalaria, para seguimiento por consultas externas.

### Manejo postoperatorio

A las 2 semanas se retiró la férula, se realiza cura local de las heridas y tras un control radiológico, se vuelve a inmovilizar por un mínimo de 4 semanas y máximo de 8 semanas, en función de su aspecto radiográfico.

Una vez retirada la inmovilización, se inició tratamiento rehabilitador mediante movilización activa y pasiva de la muñeca de forma suave. A las 6 semanas se intensificaron las medidas antiedema y antiinflamatorias y se inició la cinestoterapia activa y pasiva de forma gradual y progresiva, según protocolo de rehabilitación del centro, hasta el alta laboral por un mínimo de 6 semanas.

No se permitieron actividades que precisaran coger peso o realizar fuerza con el puño cerrado antes de las 12 semanas o hasta observar callo óseo radiológico.

### Evaluación de resultados

El análisis de los resultados se realiza desde el punto de vista funcional, radiológico y laboral al final del seguimiento por un observador independiente. Los resultados funcionales valoran el rango de movilidad activa, escala visual analógica del dolor (EVA) y puntuación de la versión estándar validada en español del cuestionario DASH [7].

Se utilizaron como criterios de consolidación la ausencia de dolor, evidencia radiológica de puentes óseos, la desaparición de las líneas de osteotomía en las proyecciones radiográficas convencionales y la ausencia de signos de osteolisis o intolerancia al material de osteosíntesis al final del seguimiento [8]. Se definió consolidación completa cuando se apreciaba callo óseo en más del 75% del injerto, parcial hasta el 50% y por debajo del 50% se definió como consolidación incompleta. Igualmente se valoran la existencia de signos degenerativos y/o necrosis.

El resultado laboral se analizó valorando los días de baja totales desde la cirugía y la medición de las secuelas e incorporación a su trabajo, siguiendo la escala de valoración del Instituto Nacional de la Salud (INS) que determina las categorías de curado, secuelas baremables, incapacidad permanente parcial (IPP), incapacidad permanente total (IPT), incapacidad absoluta (IA) y gran invalidez (GI) [4].

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo con medidas de centralización y descentralización y el análisis de la varianza de una vía con el paquete estadístico SPSS. Se consideró que existían diferencias estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ .

## Resultados

En todos los pacientes mejoró el dolor en 5,2 puntos en la EVA, pasando de 6,8 antes de la cirugía a 1,6 puntos al final del seguimiento (Tabla 2). No se encontraron diferencias de mejoría del dolor respecto a la técnica de tratamiento de la ausencia de consolidación (Fisk-Fernández o Matti-Russe).

Con respecto al rango de movilidad activo, la flexión media pasó de 43,5° a 54° y la extensión media de 50° a 48°. La desviación cubital se disminuyó de 35° a 32° y la radial de 15° a 12°. No hubo diferencias con respecto al arco de rotación del antebrazo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto al tipo de cirugía e injerto realizada al final del seguimiento.

Se obtuvo la consolidación completa en 10 casos (62,5%) (Figura 3) (Figura 4) (Figura 5). En 5 casos se comprobó una consolidación parcial o incompleta y en un caso el injerto no consolidó, por lo que fue necesario una segunda cirugía a los 2 años, manteniéndose la imagen de consolidación incompleta (Figura 6). Un paciente, del grupo de Matti-Russe, precisó una nueva intervención a las 24 semanas, mediante perforaciones y aporte de plasma rico en plaquetas, que consolidó completamente tras el tratamiento.

Ningún paciente presentó desplazamiento de los fragmentos, signos de reacción adversa o aflojamiento del implante durante el seguimiento.

Los pacientes restantes con consolidación parcial, no fue necesario procedimiento alguno y presentaban buena función de la muñeca, observándose movilidad en bloque de ambos fragmentos en las radiografías dinámicas de muñeca.

No se encontraron diferencias respecto al tipo de injerto realizado respecto a los parámetros radiológicos, ni aparición de signos degenerativos al final del seguimiento.

La puntuación media en el cuestionario DASH al final del seguimiento fueron 4,6 puntos (rango: 0-37,8 puntos). Se



**Tabla 2.** Evolución de los pacientes intervenidos

Nº	Complicaciones	Re-intervenciones	Alta laboral	Retorno al mismo (sem.)	Seguimiento trabajo	EVA (m)	DASH	Consolidación
1	No	No	10	Si	52	2	1.7	Completa
2	No	No	14	Si	12	1	8	Completa
3	No	No	13	Si	92	0	0	Parcial
4	No	No	9	Si	13	1	2	Completa
5	No	No	24	Si	12	2	12.5	Parcial
6	No	No	24	No	31	6	37.8	Incompleta
7	No	No	24	Si	14	0	0	Completa
8	No	No	18	Si	72	7	7.5	Parcial
9	No	No	10	Si	104	1	0	Parcial
10	No	Nuevo injerto a los 2 años	35	No	36	3	29	Incompleta
11	No	No	13	Si	101	0	0	Completa
12	Retardo de consolidación	Perforaciones + PRP a las 24 semanas	20	Si	14	2	7	Completa
13	No	No	12	Si	15	0	0	Completa
14	No	No	10	Si	12	0	1.7	Completa
15	No	No	12	Si	13	0	2.4	Completa
16	No	No	12	Si	14	0	0	Completa



**Fig. 3.** Estudio radiológico evolutivo de una ausencia de consolidación inestable de escafoides carpiano derecho: situación preoperatoria (A), a los 3 meses del aporte de injerto tricortical más fijación biodegradable con un tornillo (B) y aspecto final al año de la intervención (C). Nótese el aspecto de reabsorción del tornillo de la imagen B a la C.



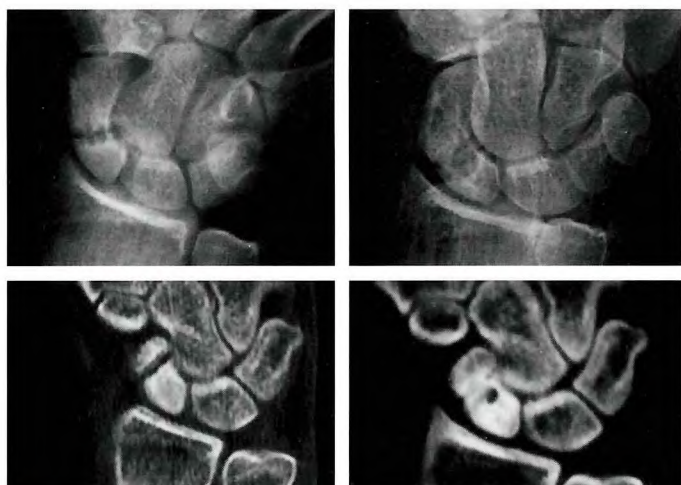
**Fig. 4.** Imágenes de TAC de una ausencia de consolidación inestable, con la imagen característica de «deformidad en joroba» (izquierda) y aspecto radiológico a los 6 (derecha, abajo) y 12 meses (derecha, arriba) del tratamiento quirúrgico con injerto trapecoidal más fijación biodegradable.

encontró un discreto mejor resultado en los casos tratados con técnica de injerto trapecoidal respecto al injerto simple impactado.

Los pacientes volvieron a trabajar a las 16 semanas de media (rango: 9-24 semanas) de la intervención. Todos los pacientes retornaron a su mismo puesto de trabajo previo, sin

diferencias respecto a la demanda funcional y el tipo de deformidad previa a la intervención. Cinco pacientes (20%) presentaron limitaciones que justificaron una incapacidad permanente parcial tras su paso por el tribunal de valoración de incapacidades, que permite realizar su trabajo habitual, con restricciones hasta un 33% como máximo (IPP).





**Fig. 5.** Imágenes radiológicas y de TAC de una ausencia de consolidación estable antes de la intervención (izquierda) y a los 6 meses de la cirugía (derecha). Se aprecia una consolidación completa e incorporación total del injerto óseo, objetivándose el orificio originado por el paso de rosca del tornillo.



**Fig. 6.** Consolidación incompleta (derecha) en un paciente tratado con aporte de injerto tricortical y fijación biodegradable a los 12 meses de la intervención, en un caso de ausencia de consolidación inestable (izquierda).

## I Discusión

Los implantes metálicos de acero o titanio canulados son comunmente utilizados para la fijación en este tipo de cirugías, si bien han sido descritos signos radiológicos de osteolisis, fatiga del implante, reacciones alérgicas o tóxicas relacionadas con su uso [2].

Ritter et al [9] valoraron retrospectivamente los resultados del injerto de interposición trapezoidal con varios sistemas de fijación (agujas de Kirschner, tornillo canulado AO y de Herbert), a los 20 meses, sin encontrar correlación en-

tre el tipo de fijación utilizada y el resultado clínico o radiográfico al final del seguimiento.

Entre los estudios publicados sobre sistemas de fijación biodegradables en el tratamiento de las pseudoartrosis de escafoides, Peltó-Vasenius et al [10] obtuvieron el mismo porcentaje de consolidación utilizando clavos de poliglicólico bioabsorbible que con los tornillos de Herbert. Otros trabajos similares, presentan una consolidación del injerto que oscila entre el 80-100% [11][12].

En nuestra serie obtuvimos una consolidación primaria en 14 de los 16 pacientes tratados. Si bien no parece que exista una diferencia clínica entre los sistemas de fijación, la principal ventaja de los implantes biodegradables es que no precisan retirarse una vez conseguida la consolidación, como ocurre con las fijaciones temporales con agujas de Kirschner. Cuando se utilizan tornillos metálicos con cabezas muy grandes, pueden protuir y originar molestias que obliguen a su retirada [13]. Los diseños recientes evitan esta circunstancia, pero cuando falla el injerto y precisa una cirugía de revisión con nuevo aporte óseo, la extracción del implante es dificultosa y empeora el resultado final, siendo más sencillos los implantes biodegradables. Además, estos dispositivos ofrecen una fijación inicial estable con una transferencia gradual de fuerzas al hueso hasta su absorción, evitando el fenómeno de osteolisis por la rigidez de los implantes metálicos [14].

Las complicaciones asociadas a los primeros implantes biodegradables, como reabsorción ósea, acumulación de fluidos y sinovitis aséptica [15] han disminuido con el desarrollo de los nuevos materiales a partir del ácido poli-L-láctico reforzado, que presentan un menor riesgo de reacciones adversas que sus predecesores [16].

La capacidad de fijación, degradación y bioabsorción sigue siendo una cuestión de debate y controversia. En condiciones hidrolíticas la fuerza de retención de los implantes bioabsorbibles varía de un mes a dos años, dependiendo del tamaño, microestructura y geometría del mismo [17].

Manninen et al [18], en un estudio realizado en conejos con fijación biodegradable demostraron que los implantes biodegradables fueron capaces de mantener las condiciones mecánicas óptimas durante 12 semanas. Sin embargo, factores como la mala vascularización del polo proximal del escafoide pueden enlentecer el proceso de degradación de los tornillos y prolongar la fuerza de retención de los implantes. A pesar de estos prometedores resultados en animales de experimentación, aún no existe certeza respecto a cuánto tiempo es necesario para la reabsorción total del material y si se forma hueso nuevo que rellene la cavidad.

Una de las dificultades técnicas encontradas en nuestra serie es que los tornillos utilizados no son canulados, por lo



que es necesario estar familiarizado con las técnicas de fijación interna así como la especial anatomía del escafoide carpiano. En la actualidad existen en el mercado nuevos implantes biodegradables canulados que facilitan la técnica quirúrgica y simplifican el proceso de fijación.

Los resultados de nuestro estudio presentan una alternativa válida de fijación en el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoide con la ventaja de que los implantes biodegradables eliminan la necesidad de retirar el material, facilitan la cirugía de revisión y permiten realizar estudios con resonancia magnética para comprobar la viabilidad del polo proximal o del injerto.

No hemos encontrado complicaciones ni tampoco alteraciones de las partes blandas producidas por el material aunque se necesitan series mayores con seguimientos más largos para confirmar estos resultados. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernandez DL, Eggli S. Scaphoid nonunion and malunion. How to correct deformity. *Hand Clin* 2001; 17:631-46.
2. Patka P, Otto TE, Van der Elst M, Arman HJThM, Baker FC. Bioresorbable polymers as materials in osteosynthesis. En: Walenkamp GHIM (ed). *Biomaterials in surgery*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1998; pp:102-5.
3. Blasier RD, Bucholz R, Cole W, Johnson LL, Makela EA. Bioreabsorbable implants: applications in orthopaedic surgery. *Instr Course Lect* 1997; 46:531-46.
4. Hevia-Campomanes E, Miranda F, Vivanco MC, Gomez F. Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales. Gestión, prestaciones, procedimiento y jurisprudencia. Madrid: Colex, 1990.
5. Fernandez DL. A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability. *J Hand Surg Am* 1984; 9:733-7.
6. Russe O. Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment and operative treatment. *J Bone Joint Surg (Am)* 1960; 42-A:759-68.
7. Amadio PC. Outcomes assessment in hand surgery. What's new? *Clin Plast Surg* 1997; 24:191-4.
8. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. Triangular fibrocartilage tears. *J Hand Surg* 1994; 19-A:143-54.
9. Ritter K, Giachino AA. The treatment of pseudoarthrosis of the scaphoid by bone grafting and three methods of internal fixation. *Can J Surg* 2000; 43:118-24.
10. Peltö-Vasenius K, Hirvensalo E, Böstman O, Rokkanen P. Fixation of scaphoid delayed union and non-union with absorbable polyglycolide pin or Herbert screw. Consolidation and functional results. *Arch Orthop Trauma Surg* 1995; 114:347-51.
11. Kujala S, Raatikainen T, Kaarela O, Ashammakhi N, Ryhänen J. Successful treatment of scaphoid fractures and nonunions using bioabsorbable screws: report of six cases. *J Hand Surg* 2004; 29-A:68-73.
12. Akmaz I, Kiral A, Pehlivan O, Mahirogullari M, Solakoglu C, Rodop O. Biodegradable implants in the treatment of scaphoid nonunions. *Int Orthop* 2004; 28:261-6.
13. Amadio PC, Taleisnik J. Fractures of the carpal bones. En: Green DP, ed. *Operative hand surgery*, 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 1999:809-64.
14. Simon JA, Ricci JL, Di Cesare PE. Bioreabsorbable fracture fixation in orthopaedics: a comprehensive review. Part I. Basic science and preclinical studies. *Am J Orthop* 1997; 26:665-71.
15. Böstman OM, Pihlajamäki HK. Adverse tissue reactions to bioabsorbable fixation devices. *Clin Orthop* 2000; 371:216-27.
16. Bozic KJ, Perez LE, Wilson DR, Fitzgibbons PG, Jupiter JB. Mechanical testing of bioresorbable implants for use in metacarpal fracture fixation. *J Hand Surg* 2001; 26-A:755-61.
17. Törmälä P, Pohjonen T, Rokkanen P. Bioabsorbable polymers: materials, technology and surgical applications. *Proc Inst Mech Eng* 1998; 212:101-11.
18. Manninen MJ, Pohjonen T. Intramedullary nailing of the cortical bone osteotomies in rabbits with self-reinforced poly-L-lactide rods manufactured by fibrillation method. *Biomaterials* 1993; 14:305-12.

### 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.



## Lesiones osteocondrales tratadas con cilindros bifásicos sintéticos (Truffit®)

### Osteochondral lesions treated with synthetic biphasic cylinders (Truffit®)

Ripoll PL, de Prado M, Yelo J

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Policlínico San Carlos, Murcia

#### Resumen

**Objetivo:** Evaluar pacientes con lesiones osteocondrales intervenidos con cilindros bifásicos sintéticos.

**Pacientes y metodología:** Se intervinieron, en el espacio de tres años, 60 pacientes, 42 hombres y 18 mujeres de entre 41 y 60 años en el 76,65% de los casos, con osteonecrosis de rodilla tratados con el cilindro bifásico Truffit BSG®. La rodilla derecha se vio afectada en el 58,20% y el cóndilo femoral interno en el 75%. A todos los pacientes se les realizó una RNM antes de la cirugía y se les evaluó con el cuestionario KOOS a los 6 meses, a los 18 meses, y en algunos casos a los 36 meses, en un tiempo medio de evolución de dos años. Hicimos un estudio de los porcentajes antes y después de la cirugía sin analizar la evolución personal de los pacientes.

**Resultados:** un 30% de los pacientes presentaron a los 18 meses resultados regulares o malos. La sintomatología mejoró en todos los pacientes, si bien, la inflamación de la rodilla, los bloqueos o la inestabilidad persistían, después de la intervención, en un 25% de los pacientes. Un 25% señalaron dolor grave o muy grave. Las actividades cotidianas las realizaban con normalidad el 60% de los pacientes y casi la mitad señalaron haber modificado sus actividades o sentirse inseguros.

**Conclusión:** los cilindros bifásicos en la osteonecrosis de rodilla mejoran la sintomatología y la función si bien, a corto plazo, persisten molestias en menor grado en un elevado porcentaje de los pacientes intervenidos.

**Palabras clave:**

Osteonecrosis, rodilla, cartílago, sustitutivo óseo.

#### Abstract

**Objective:** To evaluate patients with osteochondral lesions operated upon with synthetic biphasic cylinders.

**Patients and methods:** Sixty patients were operated upon over a three-year period: 42 males and 18 females, aged 41-60 years in 76.65% of the cases, with knee osteonecrosis treated with Truffit BSG® biphasic cylinders. The right knee was affected in 58.20% of the cases, and the internal femoral condyle in 75%. A magnetic resonance imaging study was carried out in all cases before surgery, and the KOOS questionnaire was administered after 6 and 18 months, and in some cases after 36 months, over a mean follow-up of two years. A percentage study was made before and after surgery, without analyzing the personal course of the patients.

**Results:** Thirty percent of the patients presented regular or poor results after 18 months. The symptoms improved in all subjects, though inflammation of the knee, blocking or instability persisted after the operation in 25% of the cases. Intense or very intense pain was reported by 25% of the patients. Daily activities proved normal in 60% of the subjects, while almost one-half claimed to have changed their activities or feel insecure.

**Conclusion:** Biphasic cylinders in knee osteonecrosis improve the symptoms and function, though modest discomfort persists over the short term in a high percentage of operated patients.

**Key words:**

Osteonecrosis, knee, cartilage, bone replacement.

---

#### Correspondencia

P. Ripoll  
Policlínico San Carlos. Miguel Hernández 12. 30011 Murcia  
ripoll@hospitalsancarlos.net



## Introducción

El cartílago articular es vulnerable a las lesiones con una limitada capacidad de reparación haciéndolo con un tejido fibroso distinto al original, menos resistente y que lleva, en muchos casos, a la degeneración precoz de la articulación [1]. Los pacientes con lesión condral tienen periodos asintomáticos seguidos de otros con molestias o dolor soportable. Además, resulta desconocida la duración del tejido. Muchas de las cirugías actuales, basadas en la biotecnología, se asocian a elevado coste y alta morbilidad sin haber demostrado su superioridad a largo plazo [2].

Se han hecho diferentes algoritmos de tratamiento [3] basados en el tamaño de la lesión y la actividad del paciente. Sin embargo, no se ha establecido relación entre el tamaño del defecto y su evolución clínica [4-6], aunque parece mejor la evolución en pacientes activos que en los sedentarios [7]. También deben considerarse la edad, el tiempo de evolución, y especialmente la localización y profundidad de la lesión. La edad puede estar relacionada con el proceso degenerativo en torno al defecto o como factor perturbador de la articulación [8]. Los resultados son mejores en pacientes menores de 30 años [2][9-16] y, en cuanto a la localización de la lesión, no es lo mismo una lesión rotuliana que de la meseta tibial o de los cóndilos femorales [4][11]. Se ha demostrado una relación inversa con el tiempo que cada paciente tuvo que esperar desde la aparición de los síntomas hasta la cirugía [4][12]. Para Cole et al [3], los dos condicionantes en el resultado del ACI son la edad y los accidentes laborales pero hay otros aspectos secundarios a considerar en los resultados obtenidos, como son la integridad articular, es decir, el estado de los meniscos o de los ligamentos, el sobrepeso y la alineación de la extremidad inferior que obligan a cirugías complementarias pero ninguna de ellas es decisiva para seguir un tratamiento. Sin olvidar una mala alineación de la extremidad inferior junto con el estado de los meniscos, el grado de estabilidad articular y el índice de masa corporal. Un índice de masa corporal <30 ofrece mejores resultados.

Se han descrito múltiples técnicas para reparar el cartílago lesionado que se pueden englobar en métodos reparativos, reconstructivos o regenerativos. Los métodos reparadores (perforaciones y microfracturas) ayudan a la formación de un nuevo tejido fibrocartilaginoso, facilitando el acceso tanto de los vasos y de las células osteoprogenitoras, capaces de conseguir una condrogénesis. Para la reparación de una lesión osteocondral se proponen diferentes alternativas, desde el relleno con autoinjerto de hueso esponjoso, recubierto o no de cultivo de condrocitos autólogos (ACI o MACI) o una mosaicoplastia pasando por los

aloinjertos osteocondrales de cadáver o recurriendo a los sustitutivos óseos. Los sustitutivos osteocondrales bifásicos disponibles en el mercado permiten una buena disponibilidad pues tienen diferentes grosores y son lo suficientemente largos como para adaptarlos a la profundidad de la lesión. Están constituidos por dos partes, una profunda de mayor longitud y otra superficial formada por (PLGA). El objetivo de nuestro estudio es analizar la evolución de pacientes a los que se les realizó esta técnica con una evolución larga para determinar sus ventajas y establecer las indicaciones.

## Pacientes y metodología

Se intervinieron en el espacio de tres años 60 pacientes con osteonecrosis de rodilla, que fueron tratados con el cilindro bifásico Trufit BSG (Bone Graft Substitute), Smith & Nephew Endoscopy, San Antonio, TX, EEUU) constituido por un poliláctido-co-glicólido (PLG). Los pacientes evaluados fueron 42 hombres y 18 mujeres, con predominio del sexo masculino (70%). La mayoría de los pacientes estaban englobados en el grupo de edad entre 41 y 60 años (76,65% de los casos) (Figura 1). Por su parte, el cóndilo femoral interno estaba alterado en 45 pacientes (75%) y el externo en 15 (25%).

A todos los pacientes se les realizó una RNM antes de la cirugía y se les evaluó con el cuestionario KOOS. La evolución se estudió a los 6 meses y, posteriormente, se les volvió a revisar transcurrido un mínimo de 18 meses y un máximo de 36, con un tiempo medio de evolución de dos años. Para realizar este trabajo efectuamos una encuesta telefónica de valoración con el KOOS para analizar su evolución y tam-

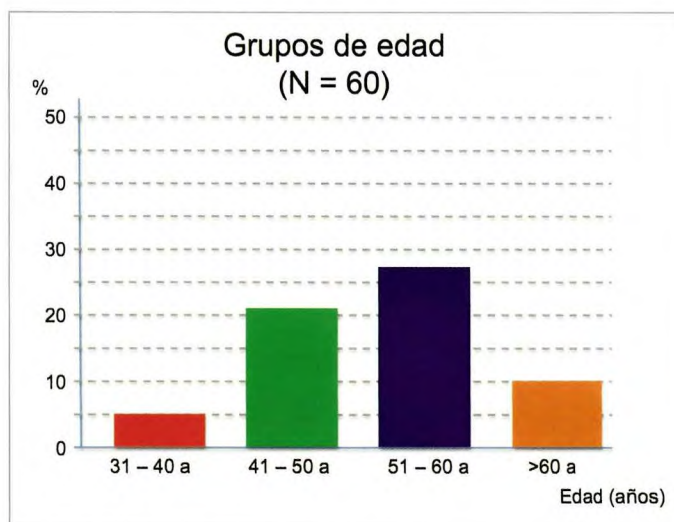


Fig. 1. Distribución de los pacientes intervenidos por grupos de edad.



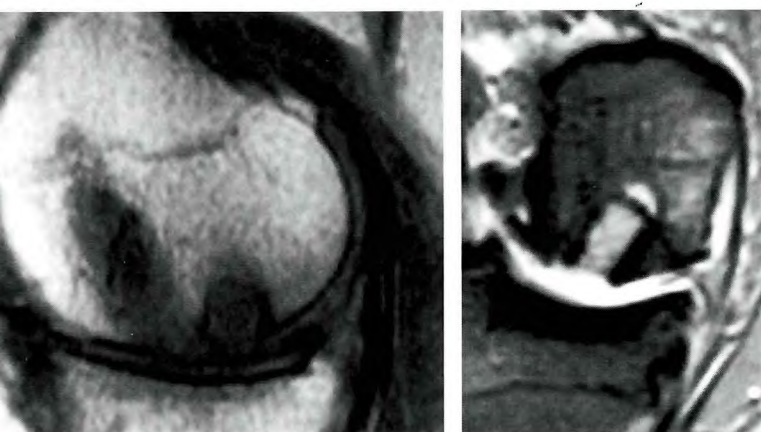


Fig. 2. Imágenes de RM de los cilindros implantados con 4 meses de evolución.



Fig. 3. RM de los implantes sintéticos a los dos años de su colocación.

bién efectuamos una encuesta de actividad basada en el test de Tegner modificado. En la encuesta de actividad se les preguntó a cada paciente como se encontraba en función de su actividad. Las preguntas realizadas se clasificaron como «muy bien», cuando realizaban actividades deportivas sin ninguna limitación y respondían que «perfectamente, estu-

pendamente, juego al fútbol, hice el camino de Santiago, corro diariamente, nado, etc»; «bien»: cuando afirmaban desarrollar normalmente su vida cotidiana y una actividad deportiva limitada (contestaban que se encontraban mucho mejor que antes de operarse o que podían desarrollar casi cualquier actividad); «regular»: cuando manifestaban tener limitaciones en su vida cotidiana (aunque afirmaban estar mejor que antes de la intervención sentían ciertas molestias) y –por último–; «mal»: aquellos casos con una mala evolución que terminaron en prótesis total de rodilla. Hicimos un estudio de los porcentajes antes y después de la cirugía sin analizar la evolución personal de los pacientes.

## Resultados

En la última llamada telefónica, efectuada entre los 18 y 36 meses después de la cirugía, un 70% mostraban en el test de actividad resultados excelentes o buenos y un 30% regulares o malos (Tabla 1).

Analizando el KOOS (Tabla 2) observamos que la sintomatología mejoró en todos los pacientes, si bien, la inflamación de la rodilla, así como los bloqueos o la inestabilidad, se producían después de la intervención en un 25% de los casos (Figura 4). Por su parte, la rigidez articular mejoró después de la cirugía aunque un porcentaje de pacientes permanecía con un grado mayor o menor de rigidez. También el dolor había mejorado pero un 25% de pacientes quedó con dolor grave o muy grave y un 35% con dolor moderado. El dolor fue más acusado en acciones de demanda para la articulación, como impulsos o flexionarla completamente al bajar o subir escaleras. Sin embargo, una tercera parte de los pacientes reflejaron sufrir dolor por la noche, al estar sentado y al estar de pie.

En cuanto a las actividades cotidianas las realizaban con normalidad el 60% de los pacientes. En las actividades hubo un porcentaje elevado de pacientes que quedaron con cierta incapacidad, independientemente del tipo de actividad. Las actividades deportivas fueron menos valorables dada las diferencias de edad y condiciones físicas. Sin embargo, en el apartado de calidad de vida casi la mitad de los pacientes señalaron ser conscientes del problema de su ro-

Tabla 1. Clasificación del tipo de actividad y evolución de los pacientes

		Xxxxxx	Xxxxxxx
Muy bien	Realiza activ deportiva sin limitación	27	45%
Bien	Vida cotidiana normal y activ deportiva limitada	15	25%
Regular	Limitación vida cotidiana	12	20%
Mal	Mala evolución, prótesis	6	10%



**Tabla 2.** KOOS. Pacientes con osteonecrosis de rodilla tratados con cilindro sintético (TrufitBSG®). Antes de la cirugía y con una evolución media de 2 años

	Nunca	rara vez	a veces	frecuente	siempre
<b>SÍNTOMAS</b>					
<i>S1. ¿Se le hincha la rodilla?</i>					
Pre:	5	20	50	20	5
Post:	35	40	15	5	5
<i>S2. ¿Siente crujidos, chasquidos u otro tipo de ruidos cuando mueve la rodilla?</i>					
Pre:	0	15	50	25	10
Post:	40	25	20	5	10
<i>S3. ¿Puede estirar completamente la rodilla?</i>					
Pre:	10	20	60	10	0
Post:	5	5	15	25	50
<i>S4. ¿Puede doblar completamente la rodilla?</i>					
Pre:	35	25	20	15	5
Post:	25	10	25	20	30
	No tengo	leve	moderado	grave	muy grave
<b>RIGIDEZ ARTICULAR (falta de movilidad o lentitud en el movimiento)</b>					
<i>S6: ¿presenta rigidez al levantarse por la mañana?</i>					
Pre:	0	20	55	20	5
Post:	20	45	25	5	5
<i>S7: ¿tiene rigidez tras sedestacion, recostado o descansando durante el día?</i>					
Pre:	0	25	40	30	10
Post:	20	45	20	10	5
<b>DOLOR</b>					
<i>P1: ¿Cómo ha sido de seguido el dolor en su rodilla?</i>					
Pre:	0	0	5	70	25
Post:	5	35	35	20	5
<b>¿COMO HA SIDO EL DOLOR DE RODILLA, EN LOS ULTIMOS 7 DIAS, AL REALIZAR LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES?</b>					
<i>P2: girar/impulsarse sobre su rodilla</i>					
Pre:	0	15	55	25	5
Post:	20	40	25	10	5
<i>P3: estirar completamente la rodilla</i>					
Pre:	0	25	45	20	10
Post:	35	30	20	10	5
<i>P4: doblar completamente la rodilla</i>					
Pre:	0	30	30	30	10
Post:	25	25	30	10	10
<i>P5: al caminar, en una superficie plana</i>					
Pre:	0	35	35	20	10
Post:	40	30	15	10	5
<i>P6: al subir o bajar escaleras,</i>					
Pre:	0	25	45	20	10
Post:	30	30	25	10	5
<i>P7: por la noche, mientras duerme</i>					
Pre:	20	25	35	20	0
Post:	40	30	20	10	0
<i>P8: al estar sentado o recostado</i>					
Pre:	30	50	15	5	0
Post:	50	30	15	5	0
<i>P9: al estar de pie</i>					
Pre:	5	35	45	10	5
Post:	45	30	15	5	5



Tabla 2. Continuación

	No tengo	leve	moderado	grave	muy grave
<b>ACTIVIDADES COTIDIANAS (Actividades físicas diarias o capacidad para moverse o valerse por si mismo)</b>					
<i>A1: bajar escaleras</i>					
Pre:	0	15	45	30	10
Post:	30	30	20	15	5
<i>A2: subir escaleras</i>					
Pre:	0	15	45	25	15
Post:	20	35	25	15	5
<i>A3: levantarse después de estar sentado</i>					
Pre:	0	20	55	15	10
Post:	30	35	20	10	5
<i>A4: estar de pie</i>					
Pre:	0	35	40	15	10
Post:	35	40	10	10	5
<i>A5: agacharse o recoger algo del suelo</i>					
Pre:	0	25	40	30	5
Post:	30	35	20	10	5
<i>A6: caminar en una superficie plana</i>					
Pre:	5	35	40	10	10
Post:	35	35	15	10	5
<i>A7: subir o bajar de un coche</i>					
Pre:	0	25	45	25	5
Post:	30	40	15	10	5
<i>A8: ir de compras</i>					
Pre:	0	15	50	20	15
Post:	30	35	20	10	5
<i>A9: ponerse los calcetines o las medias</i>					
Pre:	10	35	35	15	5
Post:	40	35	10	10	5
<i>A10: levantarse de la cama</i>					
Pre:	5	20	35	25	10
Post:	20	40	25	10	5
<i>A11: quitarse los calcetines o las medias</i>					
Pre:	25	40	25	10	0
Post:	50	25	15	10	0
<i>A12: estando acostado, al dar la vuelta en la cama, manteniendo la rodilla en una posición fija</i>					
Pre:	0	20	50	20	10
Post:	20	45	20	10	5
<i>A13: entrar o salir de la bañera o ducha</i>					
Pre:	10	40	25	15	10
Post:	40	35	15	5	5
<i>A14: estar sentado</i>					
Pre:	20	50	25	5	0
Post:	55	30	10	5	0
<i>A15: sentarse o levantarse del inodoro</i>					
Pre:	0	30	40	20	10
Post:	25	40	20	10	5
<i>A16: trabajos pesados de la casa (mover objetos pesados, lavar el suelo, etc )</i>					
Pre:	0	15	40	30	15
Post:	20	35	30	10	5
<i>A17: trabajos ligeros de la casa (cocinar, barrer, etc )</i>					
Pre:	5	25	50	10	10
Post:	35	35	20	5	5



Tabla 2. Continuación

	No tengo	leve	moderado	grave	muy grave
<b>ACTIVIDADES DEPORTIVAS Y RECREACIONALES</b> (actividades que requieren mayor nivel de esfuerzo, y deben contestarse pensando en el grado de dificultad experimentado, en su rodilla en los últimos 7 días previos a la cirugía)					
<i>SP1: ponerse en cuclillas</i>					
Pre:	0	10	30	35	25
Post:	15	30	35	10	10
<i>SP2: correr</i>					
Pre:	0	0	20	50	30
Post:	15	25	35	15	10
<i>SP3: saltar</i>					
Pre:	0	0	20	50	30
Post:	15	25	35	15	10
<i>SP4: girar/impulsarse sobre la rodilla afectada</i>					
Pre:	0	10	25	35	30
Post:	15	20	40	15	10
<i>SP5: arrodillarse</i>					
Pre:	0	15	25	35	25
Post:	20	25	35	15	5
<b>CALIDAD DE VIDA</b>					
<i>Q1: ¿cómo es de consciente del problema de su rodilla?</i>					
Pre:	0	0	25	60	15
Post:	20	35	25	15	5
	No	leve	moderado	grave	muy grave
<i>Q2: ¿ha modificado su estilo de vida para evitar actividades que podrían dañar su rodilla?</i>					
Pre:	0	15	25	40	20
Post:	20	25	35	15	5
<i>Q3: ¿está preocupado por la falta de seguridad en su rodilla?</i>					
Pre:	0	15	50	20	20
Post:	25	25	35	10	5
<i>Q4: en general, ¿cuántas dificultades le crea su rodilla?</i>					
	Ninguna	algunas	pocas	muchas	todas
Pre:	0	5	5	70	20
Post:	20	25	35	15	5

dilla, haber modificado sus actividades, o sentirse inseguro y encontrar dificultades a causa de su articulación.

## Discusión

Los métodos reconstructivos buscan rellenar el defecto con tejido autólogo o aloinjertos (OATS, Osteochondral Autograft Transfer, mosaicoplastia o aloinjertos). Por su parte, los métodos regenerativos aprovechan la bioingeniería para regenerar cartílago hialino con condrocitos autólogos, MSC, o matrices celulares (MACI). La microfractura es la técnica de referencia para el tratamiento de las lesiones condrales y con ellas se comparan todas las técnicas. El sangrado consigue una mayor superficie y calidad de tejido de reparación, provoca a las células hemáticas y troncales para

que formen tejido nuevo aunque la sangre coagula parcialmente y la mayor parte desaparece con el lavado artroscópico y el líquido sinovial pero no es de utilidad en las grandes lesiones osteocondrales o en las osteonecrosis. Ninguna otra técnica tiene hoy la difusión de las microfracturas siendo efectivas en las lesiones pequeñas, menores de 2 cm<sup>2</sup>, y con el hueso subcondral intacto [12][14].

En el caso de lesiones necróticas u osteocondrales se propone una técnica de sustitución para proporcionar un cartílago hialino duradero. El autoinjerto osteocondral aporta una estructura que se integra aunque las células del borde del cilindro mueren, lo que compromete su integración [15]. Por ello, se recomienda colocar cilindros a presión para que haya buen contacto con el tejido sano. Para



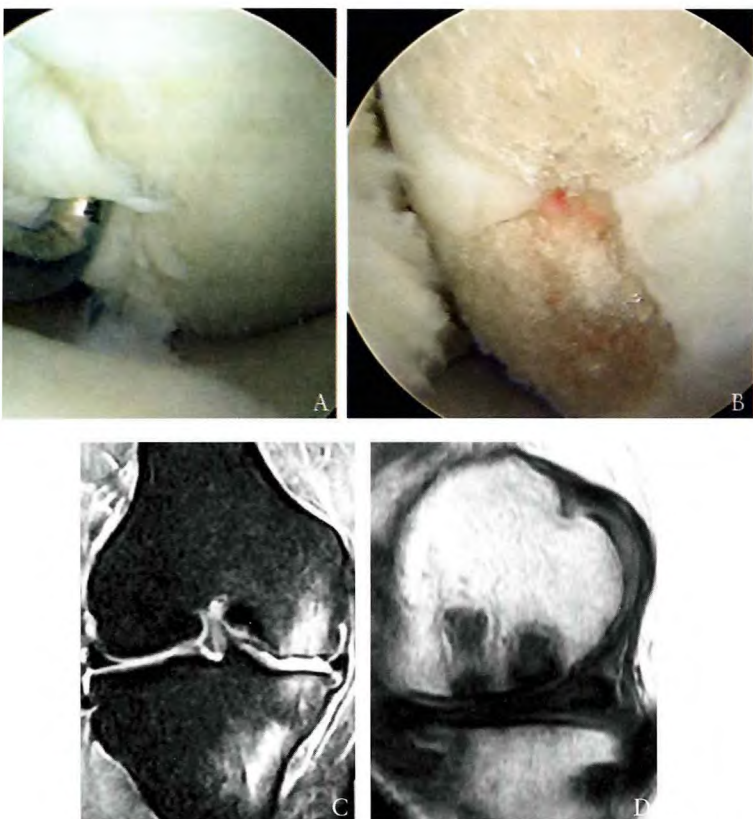


Fig. 4. a. lesión inicial, b. colocación de los implantes, c. RM inicial, d. evolución de 36 meses.

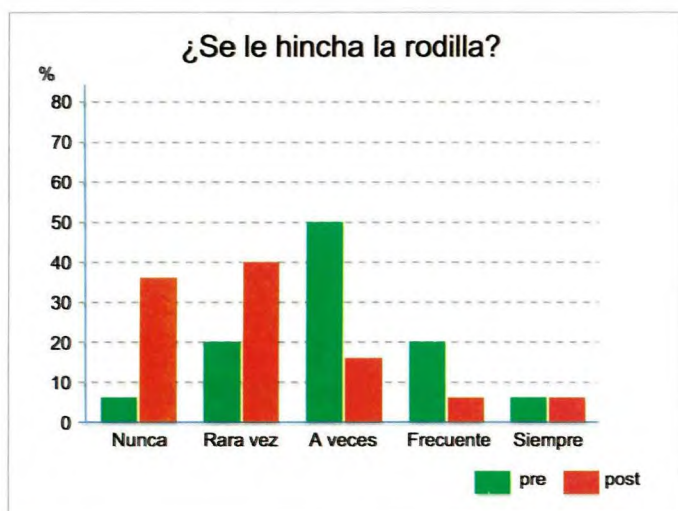


Fig. 5. Porcentaje de pacientes con diferente grado de inflamación, antes y después de la cirugía.

garantizar mejores resultados se debe colocar un solo cilindro, con un diámetro máximo de 12 mm aunque generalmente se usan varios cilindros dejando un contacto incompleto con espacios desprovistos de cartílago entre ellos [16], sin olvidar que los impactos dañan el cartílago articular y disminuyen la viabilidad celular [17]. El porcentaje

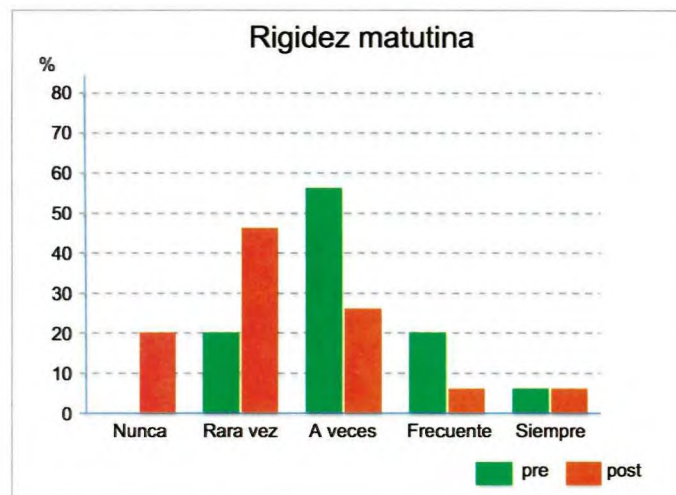


Fig. 6. Porcentaje de pacientes con diferente grado de rigidez matutina, antes y después de la cirugía.

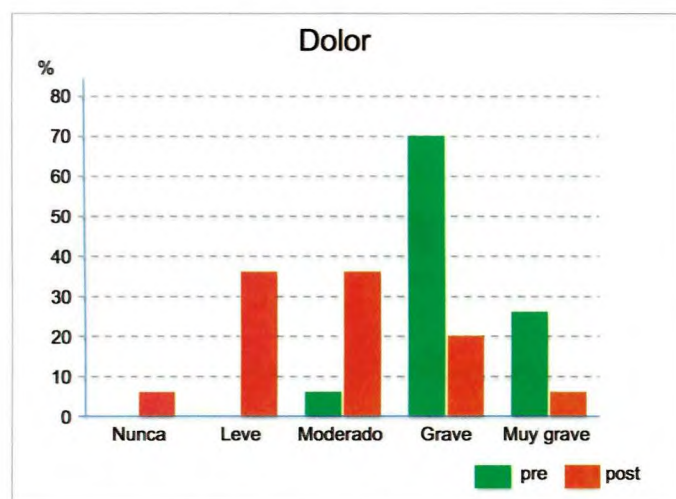


Fig. 7. Porcentaje de pacientes con diferente grado de dolor, antes y después de la cirugía.

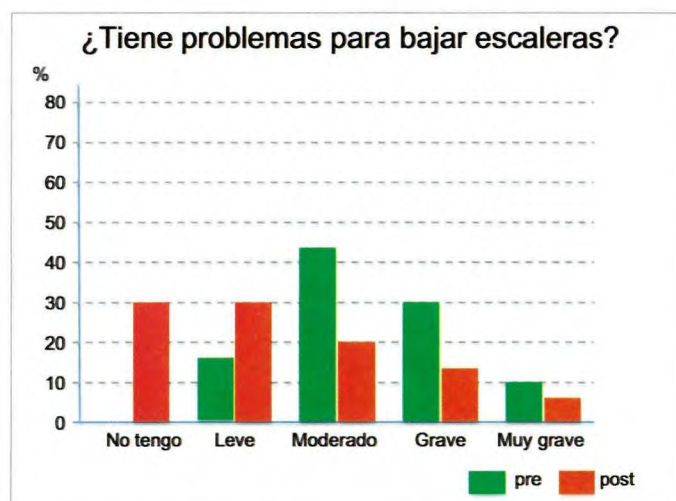


Fig. 8. Porcentaje de pacientes con diferente grado de dificultad para bajar escaleras, antes y después de la cirugía.



de resultados excelentes y buenos es mayor cuando se indica en los cóndilos femorales en comparación con los platillos tibiales o la rótula [13]. La mosaicoplastia no es una técnica sencilla, requiere la toma de cartílago sano de una zona de descarga para implantarlo en otra zona de carga, lo que explica que sea menos utilizada a pesar de los buenos resultados clínicos descritos; si bien varían mucho entre unos autores y otros [18-23]. Sus creadores, Hangody et al [24], obtuvieron en 831 pacientes buenos y excelentes resultados en más del 90% de los casos efectuados en el astrágalo y en el cóndilo femoral, y algo menores en la tibia y la rótula. Las complicaciones reseñadas fueron el 3% de las cirugías, con 4 infecciones profundas y 36 hemartros postoperatorios dolorosos. Jakob et al [25] en 52 pacientes, 23 con lesión tipo ICRS grado 3 y 20 con lesión tipo 4 y una evolución media de 37 meses, hallaron una función de la rodilla excelente en el 86% de los casos, estableciendo una relación entre las complicaciones y el tamaño de la lesión.

Por su parte, Horas et al [19], compararon prospectivamente el ACI y la mosaicoplastia en 40 pacientes; a los dos años el Lysholm fue favorable a la mosaicoplastia, encontrando fibrocartílago en la biopsia de los ACI efectuados. En un estudio multicéntrico [26], la recuperación completa de los pacientes tratados con mosaicoplastia fue del 88% y en el 68% de los pacientes tratados con ACI. Sin embargo, Bentley et al [18] vieron que los pacientes tratados con ACI tienen mejor evolución clínica e histológica que aquellos tratados con mosaicoplastia, un año después de la operación, siendo las diferencias significativas únicamente para lesiones del cóndilo femoral medial. Gudas et al [27] efectuaron un estudio clínico aleatorizado comparando la mosaicoplastia y la microfractura en 57 deportistas con una media de edad de 24 años, y una lesión sintomática en el cartílago articular de la rodilla. El 93% de los deportistas tratados con mosaicoplastia y el 52% de los tratados con microfracturas volvieron a sus actividades deportivas, al mismo nivel que tenían antes de la cirugía, a los 6 meses.

Los sustitutivos osteocondrales sintéticos tienen ventajas evidentes pues son biodegradables, no tóxicos, y de fácil almacenamiento y disposición. Además, se pueden combinar con células mesenquimales o factores de crecimiento. Sin embargo, simular las características mecánicas de la unidad del hueso con el cartílago no resulta fácil a pesar de su diseño bifásico. El Trufit BSG® es un implante que se reabsorbe, es semiporoso, está constituido por PLG y sulfato cálcico, que está aprobado para el relleno de lesiones pero se desconocen trabajos sobre su evolución clínica a medio y largo plazo, aunque los estudios experimentales [28-34]

con animales pequeños han demostrado una capacidad de relleno adecuada, incorporación y formación de cartílago hialino y, a pesar de acortar el tiempo quirúrgico, no parece que puedan sustituir en estos momentos a los auto o aloinjertos, pues se han descrito casos de dolor y derrame persistente sin incorporación del cilindro [35]. Experimentalmente estos implantes, con o sin células mesenquimales o factores plaquetarios, rellenan el defecto y permiten la sustitución del material por tejidos vivos aportando vasos y células que sintentizan una nueva matriz extracelular.

El periodo postoperatorio y el implante del sustitutivo se asocia con imágenes desfavorables de la RM con señal hiperintensa, hundimiento, reabsorción de la interfaz, relleno incompleto, pobre incorporación y una señal prolongada de T2 [36]. Entre 6 y 12 meses después de la implantación es frecuente encontrar imágenes de RM desfavorables, con señal hiperintensa, depresión superficial, reabsorción de la interfaz, relleno incompleto y pobre incorporación. Según Bedi et al [36] esto no significa un fracaso de la técnica, sino que es parte del proceso de integración; aunque en nuestra experiencia cuando hemos tenido la oportunidad de hacer una segunda visión artroscópica hemos percibido reblandecimiento del implante y en evoluciones de hasta tres años no hemos visto integración del cilindro. Desde nuestro punto de vista, consigue mejorar la clínica pero no se adecua a las condiciones biomecánicas ni del cartílago ni, tampoco, del hueso. Se reabsorbe con demasiada rapidez sin dejar un tejido de relleno que sea capaz de aportar un tejido con garantías suficientes como para dar un sustento articular. El hueso puede sustituir al sufalto cálcico pero no disponemos de modelo que nos hagan ver que el PLG pueda ser sustituido por tejido cartilaginoso. En nuestra experiencia, se produce una reabsorción del cilindro sintético cuyo espacio es ocupado por tejido fibroso.

El futuro de la reparación del cartílago debe basarse en un diagnóstico certero con técnicas de RNM para estimar el tamaño y profundidad de las lesiones y su evolución. El tiempo tendrá que diferenciar y clasificar las técnicas actualmente disponibles donde todas parecen buenas y todas sirven [37], aunque son muchos los que han demostrado su eficacia hay que determinar los que tengan mejores características mecánicas y relación coste beneficio. En nuestro primer análisis, los cilindros bifásicos son una solución prometedora que en la osteonecrosis de rodilla mejoran la sintomatología y la función, si bien, a corto y medio plazo, un elevado porcentaje de síntomas persisten en menor magnitud, sin olvidar que un diez por ciento de los pacientes requirieron tratamientos más resolutivos. ■



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buckwalter JA, Mankin HJ. Articular cartilage, part II: generation and osteoarthritis, repair, regeneration and transplantation. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79-A:612-32.
2. Bekkers JE, Inklaar M, Saris DBF. Treatment selection in articular cartilage lesions of the knee. A systematic review. *Am J Sports Med* 2009; 37:148-55.
3. Cole BJ, Pascual-Garrido C, Grumet RC. Surgical management of articular cartilage defects in the knee. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91-A:1778-90.
4. de Windt TS, Bekkers JE, Creemers LB, Dhert WJA, Saris DBF. Patient profiling in cartilage regeneration. Prognostic factors determining success of treatment for cartilage defects. *Am J Sports Med* 2009; 39(suppl 1):58-62.
5. Niemeyer P, Pestka JM, Kreuz PC, Erggelet C, Schmal H, Südkamp NP, et al. Characteristic complications after autologous chondrocyte implantation for cartilage defects of the knee joint. *Am J Sports Med* 2008; 36:2091-9.
6. Zaslav K, Cole B, Brewster, DeBerardino T, Farr J, Fowler P, et al. A prospective study of autologous chondrocyte implantation in patients with failed prior treatment for articular cartilage defect of the knee: results of the Study of the treatment of Articular Repair (STAR) clinical trial. *Am J Sports Med* 2009; 37:42-55.
7. Knutsen G, Engebretsen L, Ludvigsen TC, Drogset JO, Grontvedt T, Solheim E, et al. Autologous chondrocyte implantation compared with microfracture in the knee: A randomized trial. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004; 86-A:455-64.
8. Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Almqvist KF, Verdonk R, Bellemans J, et al. Characterized chondrocyte implantation results in better structural repair when treating symptomatic cartilage defects of the knee in a randomized trial versus microfracture. *Am J Sports Med* 2008; 36:235-46.
9. Gudas R, Kalesinskas RJ, Kimtys V, Stankevicius E, Toiluis V, Bernotavicius G, et al. A prospective randomized clinical study of mosaic osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of osteochondral defects in the knee joint in young athletes. *Arthroscopy* 2005; 21:1066-75.
10. Childers JC, Ellwood SC. Partial chondrectomy and subchondral bone drilling for chondromalacia. *Clin Orthop Relat Res* 1979; 144:114-20.
11. Steadman JR, Briggs KK, Rodrigo JJ. Outcomes of microfracture for traumatic chondral defects of the knee: average 11-year follow-up. *Arthroscopy* 2003; 19:477-84.
12. Saris DB, Vanlauwe J, Victor J, Almqvist KF, Verdonk R, Bellemans J, et al. Treatment of symptomatic cartilage defects of the knee. Characterized chondrocyte implantation results in better clinical outcome at 36 months in a randomized trial compared to microfracture. *Am J Sports Med* 2009; 37(suppl 1):11-9.
13. Kreuz PC, Müller S, Ossendorf C, Kaps C, Erggelet C. Treatment of focal degenerative cartilage defects with polymer-based autologous chondrocyte grafts: four-year clinical results. *Arthritis Res Ther* 2009; 11:33.
14. Steadman JR, Miller BS, Karas S, Schlegel T, Briggs K, Hawkins R. The microfracture technique in the treatment of chondral lesions of the knee in National Football League players. *J Knee Surg* 2003; 2:83-6.
15. Huntley JS, McBirnie JM, Simpson AH, Hall AC. Cutting-edge design to improve cell viability in osteochondral grafts. *Osteoarthritis Cartilage* 2005; 13:665-71.
16. Kordás G, Szabó JS, Hangody L. Primary stability of osteochondral grafts used in mosaicplasty. *Arthroscopy* 2006; 22:414-21.
17. Whiteside RA, Jakob RP, Wyss UP, Mainil-Varlet P. Impact loading of articular cartilage during transplantation of osteochondral autograft. *J Bone Joint Surg (Br)* 2005; 87-B:1285-91.
18. Bentley G, Biant L, Carrington R, Akmal M, Goldberg A, Williams A, et al. A prospective, randomised comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee. *J Bone Joint Surg (Br)* 2003; 85-B:223-30.
19. Horas U, Pelinkovic D, Herr G, Aigner T, Schnettler R. Autologous chondrocyte implantation and osteochondral cylinder transplantation in cartilage repair of the knee joint. A prospective, comparative trial. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003; 85-A:185-92.
20. Hangody L, Kish G, Kárpáti Z, Szerb I, Udvarhelyi I. Arthroscopic autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of femoral condylar articular defects. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 1997; 5:262-7.
21. Han EH, Bae WC, Hsich-Bonassera ND, Wong VW, Schumacher BL, Görtz S, et al. Shaped, stratified, scaffold-free grafts for articular cartilage defects. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466:1912-20.
22. Lane JG, Tontz WL, Ball ST, Massie JB, Chen AC, Bae WC, et al. A morphologic, biochemical and biomechanical assessment of short-term effects of osteochondral autograft plug transfer in a animal model. *Arthroscopy* 2001; 17:856-63.
23. Pearce SG, Hurtig MB, Clarnette R, Kalra M. An investigation of 2 techniques for optimizing joint surface congruency using multiple cylindrical osteochondral autografts. *Arthroscopy* 2001; 17:50-5.
24. Hangody L, Füles P. Autologous osteochondral mosaicplasty for the treatment of full thickness defects of weight-



- bearing joints: ten years of experimental and clinical experience. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003; 85-A(suppl 2):25-32.
25. Jakob RP, Franz T, Gautier E, Mainil-Varlet P. Autologous osteochondral grafting in the knee: indication, results and reflections. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 401:170-84.
  26. Dozin B, Malpeli M, Cancedda R, Bruzzi P, Calcagno S, Molfetta L, et al. Comparative evaluation of autologous chondrocyte implantation and mosaicoplasty: a multicentered randomized clinical trial. *Clin J Sport Med* 2005; 15:220-6.
  27. Gudas R, Stankevicius E, Monastyreckiene E, Pranys D, Kalesinskas RJ. Osteochondral autologous transplantation versus microfracture for the treatment of articular cartilage defects in the knee joint in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14:834-42.
  28. Almaraz AJ, Athanasiou KA. Design characteristics for the tissue engineering of cartilaginous tissues. *Ann Biomed Eng* 2004; 32:2-17.
  29. Breinan HA, Martin SD, Hsu HP, Spector M. Healing of canine articular cartilage defects treated with microfracture, a type-III collagen matrix, or cultured autologous chondrocytes. *J Orthop Res* 2000; 18:781-9.
  30. Klompmaker J, Jansen HW, Veth RP, Nielsen HK, de Groot JH, Pennings AJ. Porous polymer implants for repair of full-thickness defects of articular cartilage: an experimental study in Rabbit and dog. *Biomaterials* 1992; 13:625-34.
  31. Maier CF, Tan SG, Hariharan H, Potter HG. T2 quantitation of articular cartilage at 1.5 T. *J Magn Reson Imaging* 2003; 17:358-64.
  32. Mouw JK, Case ND, Guldberg RE, Plaas AH, Levenston ME. Variations in matrix composition and GAG fine structure among scaffolds for cartilage tissue engineering. *Osteoarthritis Cartil* 2005; 13:828-36.
  33. Slivka MA, Leatherbury NC, Kieswetter K, Niederauer GG. Porous, resorbable, fiber-reinforced scaffolds tailored for articular cartilage repair. *Tissue Eng* 2001; 7:767-80.
  34. Williams RJ, Gamradt SC. Articular cartilage repair using a reabsorbable matrix scaffold. *Instr Course Lect* 2008; 57:563-71.
  35. Carmont MR, Carey-Smith R, Saithna A, Dhillon M, Thompson P, Spalding T. Delayed incorporation of a TruFit plug: Perseverance is recommended. *Arthroscopy* 2009; 25:810-4.
  36. Bedi A, Foo LF, Williams RJ. The maturation of synthetic scaffolds for osteochondral donor sites of the knee: an MRI and T2 mapping analysis. *Cartilage* 2010; 1:20-8.
  37. Lee CR, Grodzinsky AJ, Hsu HP, Spector M. Effects of a cultured autologous chondrocyte-seeded type II collagen scaffold on the healing of a chondral defect in a canine model. *J Orthop Res* 2003; 21:272-81.

#### 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.



## Conmoción cerebral en el deporte

### Concussion in Sports an up to date

Carlos A. Liotta

Florida Health Care Plans, Halifax Health. Residencia de Medicina Familiar. Daytona Beach, Florida.

#### Resumen

Realizamos una revisión y puesta al día del manejo del atleta que ha sufrido una conmoción cerebral hasta su regreso a la práctica del deporte, además de evaluar las diferencias entre distintos grupos de atletas, para explicar los mecanismos neuronales que intervienen tras una conmoción cerebral, así como los factores genéticos que puedan predisponer a sufrir una conmoción cerebral.

#### Palabras clave:

Conmoción, deportistas, apolipoproteína, SCAT.

#### Abstract

This article is an up to date about concussions in athletes in the last 2 years. The revision includes the immediate response at the sideline and the return to play protocol with attention in the different population of athletes. There is a great interest in trying to understand the neurological mechanisms that intervene in the concussed athlete and the genetic factors that may predispose some athletes to suffer more concussions.

#### Key words:

Concussion, athletes, apolipoprotein, SCAT

## Introducción

La conmoción cerebral es la alteración de la función del cerebro secundaria a un traumatismo, con o sin pérdida del conocimiento. Una definición más amplia sería la alteración fisiológica de la función cerebral inducida por un traumatismo manifestado por pérdida de conciencia, amnesia, alteración del estado mental, la personalidad o déficits neurológicos focales.

Las conmociones, también llamadas traumatismo cerebral leve, son, normalmente, afectaciones temporales de la función neurológica, frecuentes en la mayoría de los deportes de contacto. En la conmoción coinciden solicitaciones de compresión en el punto de contacto (*coup*) y de tensión en el lado opuesto al traumatismo (*contre-coup*) y, también, solicitaciones de rotación.

La conmoción cerebral puede ser causada por un golpe directo en la cabeza, la cara, el cuello o bien en cualquier

otra parte del cuerpo con el impulso transmitido a la cabeza. Normalmente resulta ser una rápida alteración de la función neurológica que se resuelve espontáneamente aunque pueden producir cambios neuropatológicos, por más que los cambios clínicos reflejen una alteración de la función y no un daño estructural.

La conmoción se presenta como una batería de síntomas clínicos que pueden incluir o no la pérdida de conciencia y, generalmente, los síntomas se resuelven de una manera secuencial en un período de 2 semanas, aunque la inmensa mayoría de los casos se resuelven en las primeras 48 a 72 horas. Sin embargo, en un porcentaje bajo de casos, los síntomas se pueden prolongar en el tiempo. No se ha encontrado una anomalía o daño estructural en los estudios de neuro-imagen [1].

#### Frecuencia

La frecuencia varía de acuerdo al deporte y a la edad de los jugadores. Muchas conmociones no son señaladas por los propios deportistas por temor a ser descalificados o apartados del juego. Solo en los EEUU se calculan 300.000 conmociones cerebrales al año debidas a accidentes depor-

#### Correspondencia

C. A. Liotta, MD  
FHCP-Orthopedics. 330 N. Clyde Morris Blvd. Daytona Beach, FL 32114. USA  
Carlos.Liotta@halifax.org



tivos, principalmente en disciplinas como el boxeo, fútbol americano, lucha grecorromana, rugby o fútbol.

### Fisiopatología

Los mecanismos del traumatismo provocan cambios bioquímicos relacionados con la perfusión, la demanda o utilización de energía en la zona de la conmoción que no son bien entendidos. Se han determinado alteraciones intra y extracelulares del glutamato, potasio y calcio y, también, alteraciones del flujo cerebral que produce una alteración entre la oferta y la demanda metabólica.

La autorregulación cerebral, es decir, la capacidad de mantener una perfusión cerebral constante a pesar de los cambios de la presión arterial durante el ejercicio, y la perfusión cerebral están alterados después de una conmoción, lo que explica que los síntomas reaparezcan o empeoren durante el ejercicio físico o en situaciones que aumenten la presión arterial [2].

### Presentación clínica

Deportistas con traumatismo cerebral leve muestran confusión o una expresión vacía; sus respuestas suelen ser lentas, con cambios en su estado emocional que se hace mas evidente en el atleta confuso. También pueden presentar dolor de cabeza y mareos, así como visión doble o nublada.

Una historia de persistentes vómitos, aumento del dolor de cabeza y desorientación con cambios de conciencia alertan sobre otras patologías con aumento de la presión intracraneal, cuadros que se pueden asociar con hematomas epidurales, subdurales u otro tipo de sangrado intracraneal.

Las conmociones no solo afectan a las funciones cognitivas sino también al sistema nervioso autónomo. Los atletas que han sufrido una conmoción cerebral, muestran una actividad del sistema nervioso simpático exagerada con una frecuencia cardíaca mayor que el de los controles [2].

Para medir el grado de conmoción se disponen de diferentes sistemas de evaluación. El SCAT 2 es la última versión consensuada en la III Conferencia Internacional sobre conmoción cerebral deportiva, celebrada en Zürich, Suiza, en el año 2008. Son preguntas y evaluaciones clínicas inmediatas que se realizan en las horas siguientes al traumatismo deportivo con una conmoción cerebral o sospecha de haberla sufrido [1]. Además hay otros sistemas de evaluación como son la escala de coma de Glasgow (GCS), las preguntas de Maddock para hacer la evaluación en el propio campo, los baremos de Cantu, de Ommaya y Gennarelli, de Colorado o los de la Academia Americana de Neurología (AAN).

### Examen físico del atleta con conmoción cerebral:

El examen inicial debe focalizarse en la vía aérea, la respiración y circulación de cualquier atleta que se encuentre inconsciente. Ante cualquier deportista inconsciente o con alteración mental debe sospecharse una lesión de la columna cervical hasta demostrar lo contrario y debe ser trasladado, de inmediato, a urgencias hospitalarias. Aunque previamente se debe observar la impresión general del deportista, palpar la cabeza y el cuello en busca de lesiones ocultas; palpar los huesos de la cara, las áreas periorbitales, mandibulares y maxilares.

Pedirle que abra y cierre la boca para evaluar la articulación temporo-mandibular, mala-oclusión o fractura de la mandíbula.

La presencia de otorrea o rinorrea hace sospechar de una fractura de la base del cráneo; la evaluación neurológica detallada que incluya los campos visuales, los movimientos extraoculares y los reflejos pupilares. Se debe evaluar la fuerza y la sensación de los miembros superiores e inferiores, así como la coordinación y el equilibrio. Cuando se examina un deportista en el campo, es recomendable repetir los exámenes cada 15 minutos hasta que los síntomas hayan desaparecido, incluso cuando se le autoriza a regresar al juego. Nunca debe volver al juego si no han desaparecido los síntomas a los 15 minutos. Durante las primeras horas, se recomienda observar de cerca cambios del estado neurológico.

En la exploración de un deportista conmocionado se debe hacer el diagnóstico diferencial con un hematoma epidural o subdural, sangrado intracraneal, desórdenes convulsivos, hemorragia subaracnoidea o migraña inducida por trauma.

Una vez ingresado o remitido a un centro hospitalario de deben realizar estudios que descarten otro tipo lesiones con la neuroimagen incluyendo la TC, la RNM o el PET *scan* y también se efectuará una evaluación objetiva del balance con estudios neurofisiológicos y electrofisiológicos.

### Factores de riesgo

Quien haya tenido una conmoción cerebral previa tiene cuatro o cinco veces mayor riesgo de volver a tener otra [1-3]. En los últimos años se han desarrollado estudios de los factores genéticos que predisponen a la conmoción cerebral [4-6]. La apolipoproteína E (ApoE), una lipoproteína plasmática que participa en la reparación del tejido nervioso, está siendo estudiada pues participa en la protección y reparación neuronal a través del transporte de lípidos y aumenta tras una lesión o tensión neuronal. Existen variantes del gen ApoE o polimorfismo en las regiones del promotor (Ej. g-219t) y codificación (Ej. E4) del gen, en el cromosoma 19, que pueden afectar la cualidad y cantidad respecti-



vamente del ApoE. La variante E4 se ha considerado un factor de riesgo para la enfermedad de Alzheimer. Esta deficiencia creada por el polimorfismo, en particular con la presencia del alelo E4, influye en la capacidad de las neuronas a funcionar y recuperarse ante situaciones de tensión mecánica y es particularmente peligroso si está presente en atletas expuestos a gran número de golpes en la cabeza.

Ciertos estudios [7-9] demuestran que deportistas con alteración del ApoE son más propensos a sufrir conmociones cerebrales.

#### Manejo del deportista con conmoción cerebral

El primer concepto es el descanso hasta que desaparezcan los síntomas; hacer una pausa de la actividad, suspender entrenamientos, ejercicios o partidos. También es necesario el descanso cognitivo (TV, videojuegos, etc.). La mejoría completa se produce entre 7 y 10 días después del accidente y durante el periodo de la recuperación, se le solicita que

conteste un cuestionario diario que gradúe sus síntomas en una escala de 0 (nada) a 6 (grave) (Tabla 1). Una práctica frecuente es comenzar el retorno progresivo a la actividad a partir de las 48 horas de estar libre de síntomas (Tabla 2).

La pérdida de conocimiento parece ser significativa cuando dura más de un minuto. La amnesia sola, no parece indicar la gravedad ni estar relacionada con los síntomas y su duración que aparecen después de una conmoción. La presentación de un fenómeno motor, como es la postura tónica, o movimientos convulsivos junto a la conmoción cerebral son en general benignos y no requieren un manejo específico.

La mayoría de los casos de «síndrome del segundo impacto» se ve en los adolescentes, se trata de una patología de un impacto menor en un atleta, que probablemente se encuentra confundido o no totalmente recuperado del primer impacto, y causa un cuadro de edema cerebral agudo que la mayoría de las veces es mortal.

**Tabla 1.** Escala de síntomas post-conmoción

	Nada			Moderado			Grave		
	0	1		2	3	4		5	6
Dolor de cabeza									
«Presión en la cabeza»									
Dolor de cuello									
Mareos o problemas de balance									
Náusea o vómitos									
Problemas de visión									
Zumbidos o problemas del oído									
«No me siento bien»									
Debo repetir todo									
Confusión									
Me siento «lento»									
Me siento «en la niebla»									
Mareado									
Fatigado con poca energía									
Muy sensible									
Irritable									
Problemas para concentrarme									
Problemas para recordar									
<b>Síntomas durante el seguimiento</b>									
Tristeza	0	1		2	3	4		5	6
Ansiedad o nerviosismo									
Problemas para dormir									
Dormir mas de lo usual									
Sensibilidad a la luz									
Sensibilidad al ruido									
Otros									



**Tabla 2. Protocolo de ejercicio graduado**

Estadio de rehabilitación	Ejercicio funcional a cada etapa de la rehabilitación	Objetivo de cada etapa
1. No activo	Completar descanso físico y cognitivo	Recuperarse
2. Ejercicio aeróbico liviano	Caminar, nadar o bicicleta fija manteniendo intensidad menor al 70% de la frecuencia cardiaca máxima	Aumentar la frecuencia cardiaca
3. Ejercicio deporte específico	Pruebas de patinaje en hielo para hockey o prueba de carreras para fútbol. Sin actividades con impacto de cabeza	Sumar movimiento
4. Pruebas de entrenamiento sin contacto	Progresar a ejercicios más complejos. Comenzar con ejercicios de resistencia	Ejercicio, coordinación y carga cognitiva
5. Práctica completa con contacto	Luego del alta médica, participar en actividades de entrenamiento normal	Recobrar la confianza y chequear el estado funcional por los entrenadores
6. Regresar al juego	Juego normal	

*Dejar transcurrir 24 horas entre estadio y estadio.*

*Si hay una recurrencia de los síntomas en cualquier estadio, retornar al estadio anterior.*

La NCAA que rige la actividad atlética de la educación preuniversitaria (*College*), en los Estados Unidos, reglamentó un manejo similar al de los menores de 18 años [10]; es decir, el deportista que presente signos, síntomas o comportamientos compatibles con una conmoción cerebral, deberá ser apartado de la práctica o competición y evaluado por especialistas. El atleta con una conmoción cerebral no podrá volver a la actividad el mismo día y el alta médica será determinada por el médico competente. Al mismo tiempo, los atletas deberán firmar un documento haciéndose responsables de informar de signos o síntomas de conmoción cerebral al equipo médico. Además, obligan a informar y proveer de material educativo acerca de las conmociones cerebrales a todo deportista que haya sufrido una contusión craneal o tenga riesgo de padecerla.

En el caso de los atletas adultos, el manejo es personalizado de acuerdo con la experiencia del médico que puede autorizar el retorno a la actividad el mismo día.

### Consideraciones al regreso a la actividad

El atleta debe permanecer asintomático al completar el protocolo de ejercicios graduales. Así mismo, se debe evaluar si se siente confiado en volver a la actividad. En los deportes que utilizan casco o protección en la cabeza, se debe considerar si debe usar uno de características diferentes. A veces conviene bajar el riesgo modificando el estilo de juego si este fuera muy agresivo.

Una práctica frecuente es que el tercer episodio de conmoción en una temporada, significa finalizar la actividad ese año y en un atleta con repetidos episodios de conmoción cerebral se debe discutir sobre el cambio de la actividad a otra con menos riesgo de contacto.

La farmacología está indicada en casos de síntomas prolongados como insomnio o ansiedad. Sin embargo, al regresar a la actividad no se deben usar medicinas, como son los analgésicos, que puedan enmascarar los síntomas.

Hay un grupo minoritario, pero significativo, de pacientes que continúan con síntomas más allá de los 3 meses [2-11] incluidos en lo que se ha denominado síndrome post-contusión (PCS) y que se define como la persistencia de tres o más síntomas tras padecer una conmoción cerebral. Pueden ser dolor de cabeza, mareos, fatiga, irritabilidad, insomnio, dificultades en la concentración o alteraciones de la memoria.

En estos casos se recomienda un programa de ejercicios aeróbicos progresivos tolerando síntomas moderados con el propósito de restablecer el balance del sistema nervioso autónomo y mejorar la autorregulación cerebral con buenos resultados [2].

### Casos especiales

Los niños aparentan tener trastornos de la memoria más prolongados que los adultos [13] por lo que se recomiendan tests neuropsicológicos para planificar la actividad es-



colar [1-14]. La resolución definitiva de los síntomas suele precisar más tiempo que en los adultos y se recomienda extender el período sin síntomas previo para empezar el protocolo de regreso a la actividad. Los niños nunca deben volver a la actividad deportiva el mismo día del accidente.

Los atletas, sean de élite o no, deben ser manejados igual, sin importar su nivel. Sin embargo, en los atletas profesionales de alto nivel, que tienen un control médico continuo se les puede aplicar un protocolo de recuperación más agresivo y cuando realizan terapia de grupo parecen tener menos problemas de depresión comparados con los controles [15].

Siempre debemos aconsejar medidas preventivas. Los protectores bucales son útiles en los traumatismos orales pero no han mostrado su utilidad a la hora de prevenir conmociones cerebrales. Por su parte, los protectores o cascos demuestran una reducción de las fuerzas biomecánicas, pero tampoco han disminuido la incidencia de conmociones; los cascos reducen el traumatismo craneal y facial en el esquí u otros deportes de nieve y reducen la gravedad de los traumatismos craneales en otros como el ciclismo, la equitación o el motor.

## Conclusión

En los deportes de contacto es habitual que los atletas sufran golpes en la cabeza, de los cuales un número significativo producirán una conmoción cerebral. Es fundamental que el médico sospeche de esta posibilidad ya el atleta se puede encontrar confundido para reflejar sus síntomas. El síndrome del segundo impacto es una situación dramática, la mayoría de las veces, mortal, que requiere evaluación médica en el campo fuera del terreno de juego.

Los estudios genéticos pueden ayudar a entender los mecanismos de la conmoción cerebral pero aun están lejos de ser de utilidad clínica. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McCrory P, Meeuwisse W, Johnston K, Dvorak J, Aubry M, Molloy M, et al. Consensus statement on concussion in sport. The 3rd International Conference on Concussion in Sport, held in Zurich, November 2008. *Clin J Sport Med* 2009; 19:185-200.
2. Leddy JJ, Kozlowski K, Donnelly JP, Pendergast DR, Epstein LH, Willer B. A preliminary study of subsymptom threshold exercise training for refractory post-concussion syndrome. *Clin J Sport Med* 2010; 20:21-7.
3. McKeag D, Kutcher J. Concussion consensus: raising the bar and filling in the gaps. *Clin J Sport Med* 2009; 19:343-6.
4. Terrell TR, Bostick RM, Abramson R, Xie D, Barfield W, Cantu R, et al. APOE, APOE promoter, and Tau genotypes and risk for concussion in college athletes. *Clin J Sport Med* 2008; 18:10-7.
5. Tierney R, Mansell JL, Higgins M, McDevitt JK, Toone N, Gaughan JP, et al. Apolipoprotein E genotype and concussion in college athletes. *Clin J Sport Med* 2010; 20:464-8.
6. Gordon K. Apolipoprotein E genotyping and concussion: time to fish and cut bait. *Clin J Sport Med* 2010; 20:405-6.
7. Kristman VL, Tator CH, Kreiger N, Richards D, Mainwaring L, Jagial S, et al. Does the apolipoprotein (varepsilon) 4 allele predispose varsity athletes to concussion? A prospective cohort study. *Clin J Sports Med* 2008; 18:322-8.
8. Porter M. A 9 year controlled prospective neuropsychologic assessment of amateur boxing. *Clin J Sports Med* 2003; 13:339-52.
9. McCrory P. Sports concussion and the risk of chronic neurological impairment. *Clin J Sports Med* 2011; 21:6-12.
10. Concussion management plan. NCAA Memorandum, April 29, 2010
11. Leddy JJ, Baker JG, Kozlowski K, Bisson L, Willer B. Reliability of a graded exercise test for assessing recovery from concussion. *Clin J Sport Med* 2011; 21:89-94.
12. Hutchison M, Mainwaring LM, Comper P, Richards DW, Bisschop SM. Differential emotional responses of varsity athletes to concussion and musculoskeletal injuries. *Clin J Sport Med* 2009; 19:13-9.
13. Guskiewicz KM, Bruce SL, Cantu RC, Ferrara MS, Kelly JP, et al. National athletic trainers association position statement: management of sports related concussions. *J. Athl Train* 2004; 39:280-97.
14. Middleton K, Kraback BJ, Coppel DB. The influence of pediatric autonomic dysfunction on recovery after concussion. *Clin J Sport Med* 2010; 20:491-2.
15. Horton A. The impact of support groups on psychological state of athletes experiencing concussions. *Med Sci Sports Exerc*; 2002; 34:99.

### 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.



# Alteración de la conectividad cerebral en pacientes con traumatismo cráneo-encefálico grave crónico. Un estudio mediante imágenes de tensor de difusión

## Impairment of cerebral connectivity in patients with chronic and severe brain injury. A diffusion tensor imaging study

Junqué C <sup>1</sup>, Palacios EM <sup>1</sup>, Fernández-Espejo D <sup>1</sup>, Tormos JM <sup>2</sup>, Sánchez-Carrión R <sup>2</sup>, Roig T <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Psiquiatría y Psicobiología Clínica. Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona. <sup>2</sup> Instituto Universitario de Neurorrehabilitación Guttmann. Departamento de Neuropsicología. Badalona.

### Resumen

**Objetivo:** Investigar las alteraciones de la conectividad estructural y sus relación clínica en pacientes con traumatismo cráneo-encefálico (TCE) de larga evolución.

**Método:** Se estudiaron 30 pacientes con TCE grave y una evolución de entre 2 y 7 años desde el accidente, estratificados según edad, sexo y educación con una muestra de 20 sujetos control. Ambas muestras fueron sometidas a una exploración neuropsicológica y de imágenes de tensor de difusión (ITD).

**Resultados:** Los pacientes mostraron una afectación generalizada de ambas medidas de ITD que correlacionó de forma significativa con la amnesia postraumática ( $p \leq 0,001$ ) para la anisotropía fraccional (AF) y para la difusividad media (DM) ( $p \leq 0,001$ ). Además, los valores de AF global correlacionaron con la velocidad de procesamiento de la información y con la retención a largo plazo de la lista de palabras de Rey. Los mapas de AF mostraron correlaciones de la velocidad del procesamiento con los fascículos asociativos y de la memoria declarativa con el cuerpo calloso y los fascículos longitudinales superiores.

**Conclusión:** La ITD puede evidenciar alteraciones de la conectividad cerebral tras largos periodos de evolución en los TCE graves que explican parte de las secuelas neuropsicológicas persistentes en memoria y velocidad de procesamiento.

### Palabras clave:

Traumatismo cráneo encefálico, tensor de difusión, conectividad cerebral, secuelas cerebrales

### Abstract

**Objective:** To investigate the structural connectivity alterations and their clinical and neuropsychological correlates in patients with chronic traumatic brain injury (TBI).

**Method:** 30 patients with chronic and severe TBI and 20 healthy controls matched by age and years of education were scanned. Patients' time post-injury ranged from 2 to 7 years. Neuropsychological assessment and diffusion tensor imaging (DTI) were performed

**Results:** Whole brain DTI analysis showed a global decrease in fractional anisotropy (FA) and a global increase in mean diffusivity (MD) in the patient group that correlated with post-traumatic amnesia ( $r = 0,75$ ,  $P < 0.001$  for FA and  $r = 0.69$   $P < 0.001$  for MD). FA also correlated with information processing speed and long-term memory assessed by the Rey Auditory Verbal Learning Test. FA maps showed these correlations to be widespread in the case of information processing speed, and localized to the splenium of the corpus callosum and longitudinal fasciculi in the case of memory functions.

**Conclusion:** DTI is a technique that allows the detection of long-term white matter changes. These changes may explain the persistent memory and processing speed deficits.

### Key words:

Traumatic brain injury, diffusion tensor imaging, cerebral connectivity, neuropsychological sequelae

### Correspondencia

C. Junqué  
Departamento de Psiquiatría y Psicobiología Clínica. Facultad de Medicina  
Casanova 143. 08036 Barcelona  
cjunque@ub.edu



## Introducción

La resonancia magnética (RM) es la técnica de neuroimagen idónea para valorar la relación entre las secuelas neuropsicológicas del traumatismo cráneo-encefálico y las lesiones cerebrales subyacentes. Clínicamente, las secuencias potenciadas en T1 permiten detectar lesiones cerebrales focales y dar indicativos de daño cerebral difuso tales como el adelgazamiento del cuerpo calloso y el aumento del tamaño ventricular. Por su parte, las imágenes potenciadas en T2 y las FLAIR nos proporcionan información sobre las pequeñas lesiones vasculares y el daño difuso de sustancia blanca. La cuantificación de la RM ha supuesto un gran avance en la investigación de los sustratos anatómicos de las alteraciones cognitivas difusas tales como atención, memoria y velocidad de procesamiento [1][2]. No obstante, parte del daño microestructural producido por lesiones difusas no se ha podido evaluar hasta la llegada de las técnicas de imágenes de tensor de difusión (ITD) [3].

La ITD es una técnica de RM que informa sobre la integridad del tejido a través de la observación del movimiento de las moléculas de agua. En el sistema nervioso central (SNC) la difusión del agua tiende a ser anisotrópica debido a la alta organización lineal de las fibras que restringen el movimiento en otras direcciones. Las dos medidas más frecuentemente usadas en las técnicas de ITD son la anisotropía fraccional (AF) y la difusividad media (DM) [3] que permiten la cuantificación clínica de las alteraciones microestructurales de la sustancia blanca después de sufrir un TCE y ha demostrado ser muy superior a las técnicas anteriores para detectar el daño axonal difuso resultante de las lesiones primarias y secundarias presentes en los TCE.

En general, en los TCE se observa una disminución de los valores de la anisotropía fraccional y un incremento del coeficiente de difusividad media [4]. Los valores AF correlacionan con la gravedad del traumatismo valorada con la escala de coma de Glasgow (ECG) y con la amnesia post-traumática (APT) [5][6] mientras que las imágenes obtenidas por ITD se han relacionado con la histología de la lesión axonal difusa [7].

Estas reducciones de la AF se han observado no sólo en los TCE moderados y graves [5][8-11] sino también en los leves [12-15]. Además, la ITD ha demostrado ser una excelente herramienta para valorar los cambios estructurales que se observan durante la evolución [8][9][11].

Respecto a la relación con las alteraciones neuropsicológicas, tanto en niños como en adultos se han encontrado correlaciones entre funciones cognitivas y valores de AF o de DM, tales como inteligencia general, funciones ejecutivas, comprensión lectora y velocidad del procesamiento de

la información [6][16-18] que se han relacionado con alteraciones en estructuras concretas del SNC [14][19][20].

En el presente trabajo hemos seleccionado un método de adquisición y análisis que optimiza los estudios de ITD [21]. Dado que los estudios longitudinales han demostrado que los valores de AF y DM se modifican en los dos primeros años de evolución [8][9][11], hemos seleccionado una muestra de lesionados cerebrales crónicos en los que consideramos que el proceso de reorganización cerebral está ya finalizado y se pueden considerar como secuela definitiva. Los objetivos del presente estudio son identificar las alteraciones microestructurales detectables mediante ITD persistentes en el tiempo, relacionar las alteraciones estructurales detectadas mediante ITD con los parámetros de gravedad clínica del TCE y relacionar las alteraciones microestructurales con las secuelas neuropsicológicas a largo plazo.

## Pacientes y metodología

Reunimos 30 pacientes con antecedentes de TCE grave que habían sido evaluados y rehabilitados en el Instituto Guttmann de Barcelona, durante los años 2002-2006. Los criterios de inclusión fueron estar comprendidos entre 18 y 50 años de edad; con un TCE grave (escala de Glasgow, igual o inferior a 8), un tiempo de evolución desde el TCE mínimo de 2 años y un máximo de 7 años (media: 1.639 días; DE: 515 días). Los criterios de exclusión fueron: padecer afasia o disartria moderada o grave; historia de trastorno psiquiátrico, neurológico o enfermedades sistémicas que afectasen al SNC antes de sufrir el TCE, abuso de sustancias o ser portadores de prótesis o implantes metálicos que impidían el estudio de RM.

El grupo control estuvo formado por 20 sujetos emparejados estadísticamente con los controles de acuerdo con las variables de edad, sexo y escolarización. El grupo control recibió compensación económica por participar en el estudio. Las características demográficas y clínicas están descritas en la tabla 1. El protocolo de investigación fue aprobado por los comités éticos de la Universidad de Barcelona y del Instituto Guttmann. Todos los sujetos firmaron consentimiento informado.

## Exploración neuropsicológica

Seleccionamos una batería de pruebas según los siguientes criterios: a) alta sensibilidad para determinar secuelas a largo plazo en funciones cognitivas tras TCE graves. b) alto uso en neuropsicología clínica. c) alta sensibilidad a las funciones que pueden relacionarse con las alteraciones de la sustancia blanca.



**Tabla 1. Características demográficas y clínicas de la muestra**

	Grupo TCE (n=30)		Grupo control (n=20)	
	Media	DE	Media	DE (Rango)
Edad (años)	27,33	6,21	27,25	
Educación (nivel)	1,80	0,664	2,05	06,00
Vocabulario (WAIS-III)	37,78	11,236	44,44	8
ECG	5,28	1,25		
APT	82,76	41,43		

TCE= traumatismo craneo-encefálico; ECG= escala de coma de Glasgow; APT= amnesia post traumática; DE= Desviación estándar.

Para valorar la capacidad de memoria y aprendizaje se seleccionaron dos tests de amplio uso en TCE, el auditivo-verbal de Rey (TAVR) y el subtest de retención de historietas de la batería de Rivermead. Las variables analizadas para el TAVR fueron el sumatorio de palabras evocadas durante las cinco repeticiones y la evocación de la lista tras interferencia de 20 minutos. Para la prueba de retención de historietas del Rivermead se recogieron las variables la evocación a corto plazo y la retención después de 10 minutos.

La memoria de trabajo fue valorada mediante la prueba de dígitos inversos de la batería WAIS III. La velocidad de procesamiento junto con las funciones visuoespaciales, visoperceptivas y visoconstructivas fueron examinadas mediante el subtest claves de la batería WAIS III [22].

La adquisición de las imágenes de RM se efectuó mediante un escáner SIEMENS Magnetom Trio Tim (Erlangen, Alemania) de 3 Tesla. En todos los sujetos se adquirió una secuencia axial de ITD (Singleshott diffusion weighted EPI), b-value: 1000 mm<sup>2</sup>/s, 64 direcciones; TE : 94 ms, TR: 9300 ms, ángulo de inclinación 90, grosor del corte 2 mm, resolución 1,97 mm). Además, para ayudar a la localización de los datos de tensor de difusión se adquirió una secuencia 3D de alta resolución potenciada en T1 con la secuencia *magnetization-prepared rapid gradient-echo* (MPRAGE) adquirida en el plano sagital con los siguientes parámetros de adquisición: TR/TE: 2300/2.98 ms; TI: 900;FOV: 25 X 25; matriz: 256 X256.

#### Análisis de ITD

Para el análisis de las imágenes de ITD se utilizó el *software* FSL version 4.1.2, del Oxford Centre for Functional MRI of the Brain (FMRIB), Gran Bretaña (<http://www.fmrrib.ox.ac.uk/fsl/>). Específicamente, se emplearon las herramientas FMRIB Diffusion Toolbox (FDT) para la reconstrucción del tensor de difusión y generación de los mapas de AF y DM y el *Tract-based spatial statistics* (TBSS) para

el análisis estadístico. Las imágenes de difusión fueron coregistradas con la imagen b=0 para corregir los artefactos provocados por las corrientes de Eddy. A continuación, cráneo y tejido extracerebral fueron extraídos de la imagen b=0 mediante la herramienta *Brain extraction Tool* (BET). Después de calcular los mapas de AF y DM para cada sujeto, se utilizó el TBSS para preparar las imágenes para el análisis estadístico. Previamente, los mapas individuales de AF y MD fueron inspeccionados individualmente para identificar movimientos residuales significativos u otros artefactos. No se identificó ningún artefacto ni hubo que eliminar ningún volumen de las adquisiciones. Los mapas de AF y DM fueron alineados en un espacio común usando la herramienta de registro no lineal FNIRT. A continuación, la media de las imágenes de AF se usó para crear el esqueleto de AF representante de los tractos centrales que comunes al grupo. Se aplicó un umbral mínimo de AF=0,2 a dicho esqueleto para excluir aquellos tractos periféricos característicos de las diferencias interindividuales. Posteriormente, los datos de cada sujeto se proyectaron en el esqueleto común para finalmente realizar el análisis estadístico

#### Análisis estadístico

Se realizó un análisis TBSS de comparación entre los dos grupos a nivel de esqueleto de todo el cerebro usando pruebas t para medidas independientes. El nivel estadístico se ha establecido a  $p < 0,05$  aplicando la corrección FWE. Para definir los *clusters* se ha usado el método Threshold-Free Cluster Enhancement (TFCE). Después, se obtuvieron los valores globales medios de AF y MD para cada sujeto. Los test estadísticos para los datos cuantificados de AF y MD y de las variables demográficas se efectuó con el programa SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois). Se realizaron comparaciones de media con la t de student para datos independientes y correlaciones mediante r de Pearson.



**Tabla 2.** Comparación del rendimiento neuropsicológica y de resultados de ITD entre pacientes y controles

	TCE		Grupo control		t (valores P)
	Media	DE	Media	DE	
Dígitos directos	8,66	1,7	10,18	2,1	2,762 (0.008)
Dígitos inversos	5,86	1,4	7,41	1,6	3,517 (0.001)
Test de Claves	61,29	17,2	86,47	13,9	5,118 (0.001)
TAVR (aprendizaje)	42,07	10,8	58,41	5,9	5,748 (<0.001)
TAVR (recuerdo diferido)	6,93	3,6	13,24	1,7	6,820 (<0.001)
RBMT (recuerdo inmediato)	6,46	3,2	9,11	1,9	3,086 (0.004)
RBMT (recuerdo diferido)	5,44	3,3	8,94	2,4	3.831 (<0.001)
Anisotropía fraccional	0,43	0,1	0,48	0,1	6,410 (<0.001)
Difusividad media	0,82	0,1	0,73	0,1	5,406 (<0.001)

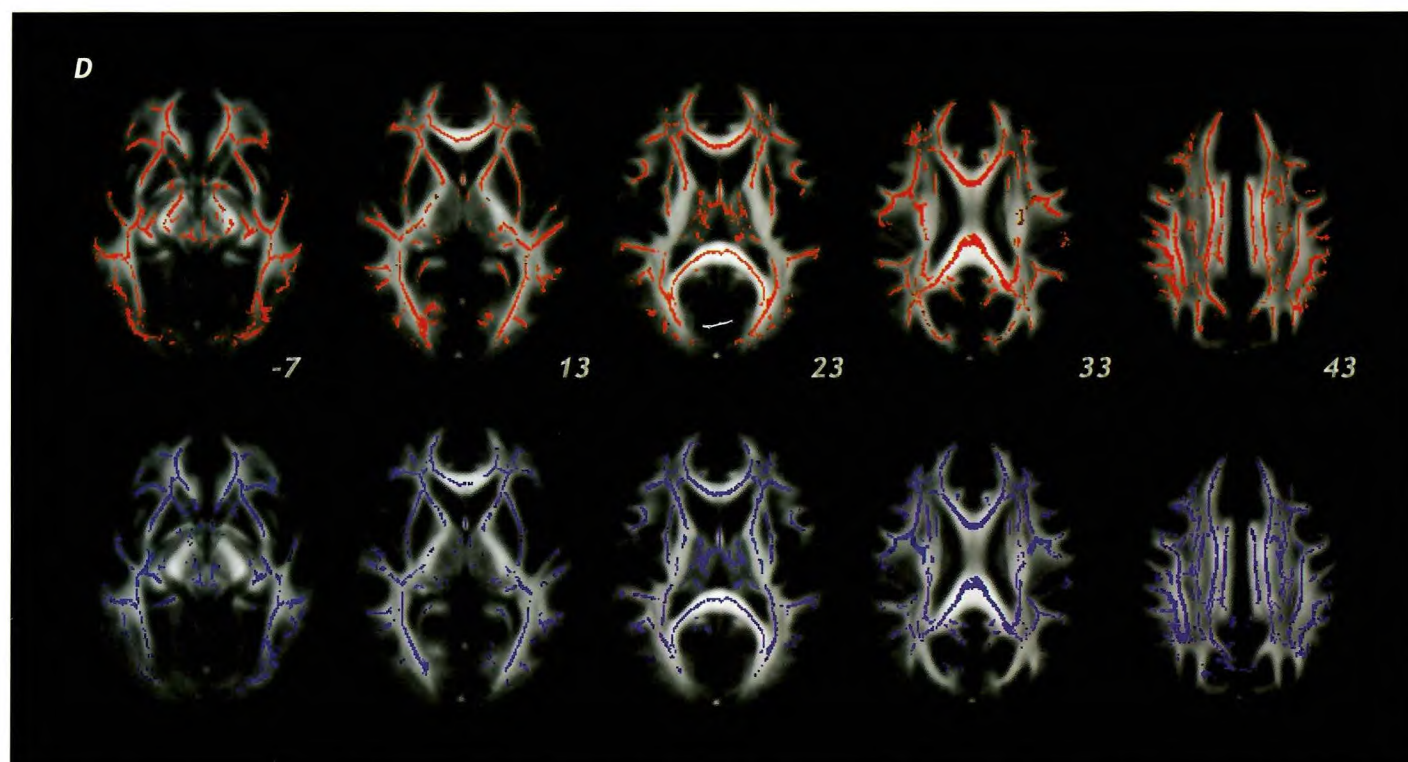
TCE= Traumatismo cráneo-encefálico; DE= Desviación estándar; TAVR: Test auditivo verbal de Rey; Difusividad media (x1000).

## I Resultados

### Exploración neuropsicológica

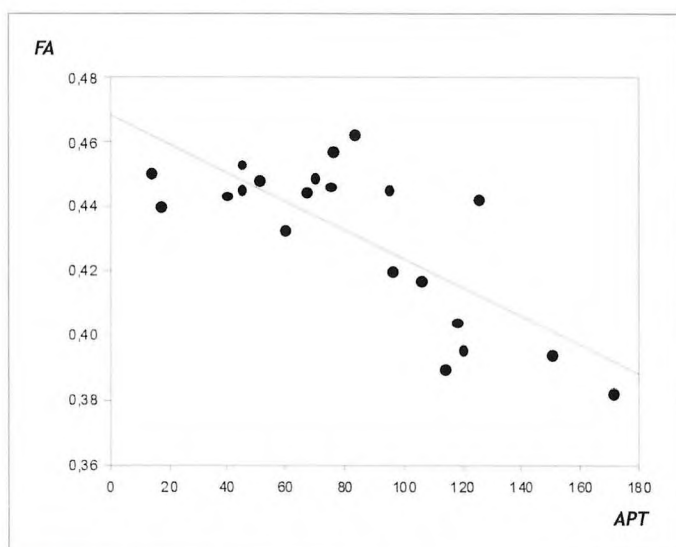
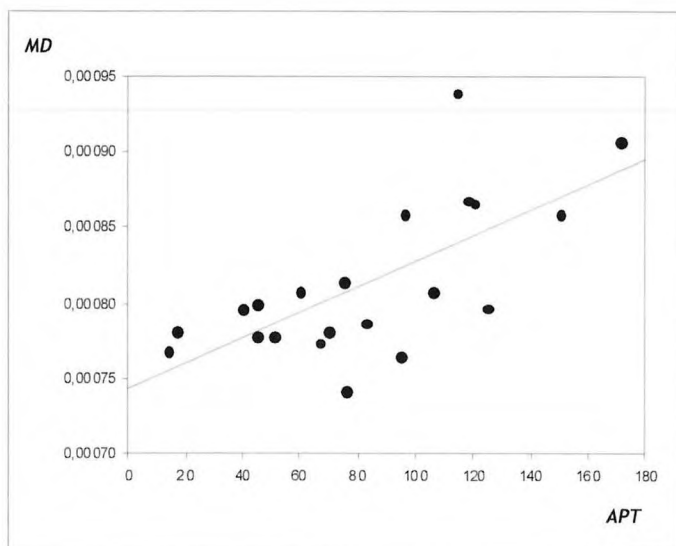
En la Tabla 2 están descritos los valores obtenidos pacientes y controles. Los pacientes rindieron significativamente peor que los controles en todas las variables analizadas. Destacó la grave alteración de la retención a largo plazo medida mediante el TAVR.

La comparación de grupos de los mapas de los esqueletos mostró que los pacientes tenían una reducción generalizada respecto al grupo control de los valores de AF que afectaba prácticamente todos los fascículos analizados. Así mismo, se observó un incremento de los valores de DM de forma generalizada. En ningún caso se hallaron diferencias significativas en sentido inverso, es decir mayores valores de AF o menores valores de DM en controles



**Fig. 1.** Mapas de comparación entre pacientes y controles. Los pacientes mostraron valores de anisotropía fraccional disminuidos de forma difusa en todo el cerebro (imágenes en rojo) y valores de difusividad media incrementados en las misma regiones (imágenes en azul).





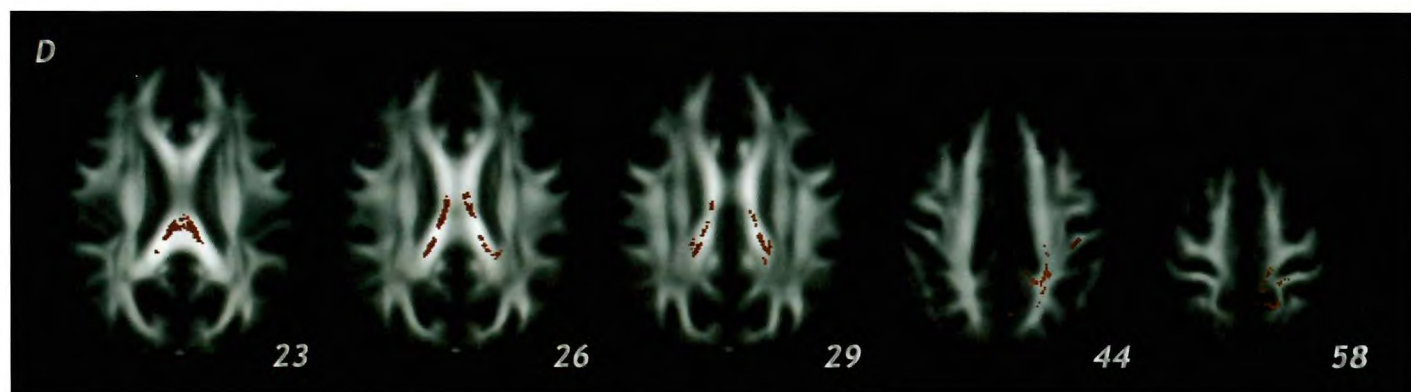
**Fig. 2.** Correlaciones entre la amnesia postraumática (APT) y los parámetros de difusividad media (MD) y anisotropía fraccional (FA).

(Figura 1). Los valores cuantificados de AF y DM también fueron significativamente distintos entre grupos; los pacientes tenían menores valores de AF y valores incrementados de DM (Tabla 2).

Los valores de AF y MD presentaron una correlación alta ( $p < 0,0001$ ). Ambos parámetros correlacionaron con la duración de la amnesia postraumática (APT) (Figura 2). Por el contrario, la puntuación en la escala de Glasgow no alcanzó la significación estadística para la variable AF ( $p = 0,156$ ) ni para la DM ( $p = 0,178$ ).

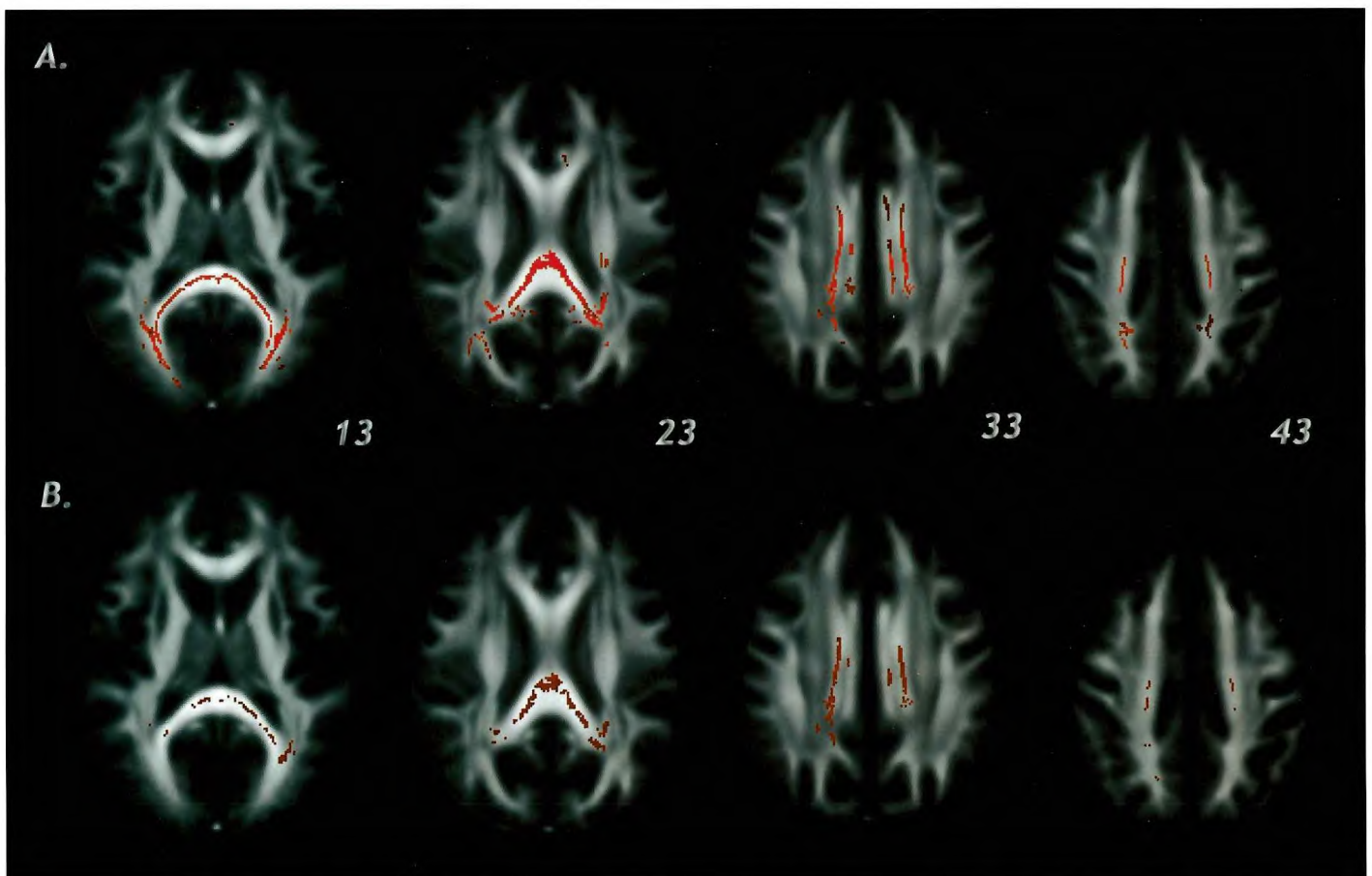
La correlación más alta entre la AF y los déficits neuropsicológicos se observó en el subtest de Claves de Números del WAIS III ( $p = 0,011$ ), seguida de la retención a largo plazo de la prueba de memoria TAVR ( $p = 0,034$ ). Al introducir todas las variables neuropsicológicas en un modelo de regresión múltiple hallamos que únicamente la retención a largo plazo del TAVR alcanzó significación estadística para el modelo ( $p = 0,0001$ ), explicando un 51 por ciento de la variancia. En el grupo control no se obtuvo ninguna correlación significativa.

Los mapas de correlaciones entre los esqueletos de AF y las variables neuropsicológicas mostraron un patrón de correlaciones de alta coherencia. Para todas las variables analizadas, encontramos correlaciones con el cuerpo calloso, en especial en sus regiones posteriores. Para la memoria de trabajo (dígitos inversos) observamos una clara asimetría en la implicación del fascículo longitudinal superior. La correlación para este fascículo se observó únicamente en el hemisferio izquierdo (Figura 3). En las cuatro medidas de memoria declarativa (Figura 4) hallamos, además de la mencionada correlación con el cuerpo calloso, una correlación significativa con ambos fascículos arqueados. Finalmente, para el subtest de Claves observamos un patrón de extensas correlaciones que implican todas las fi-

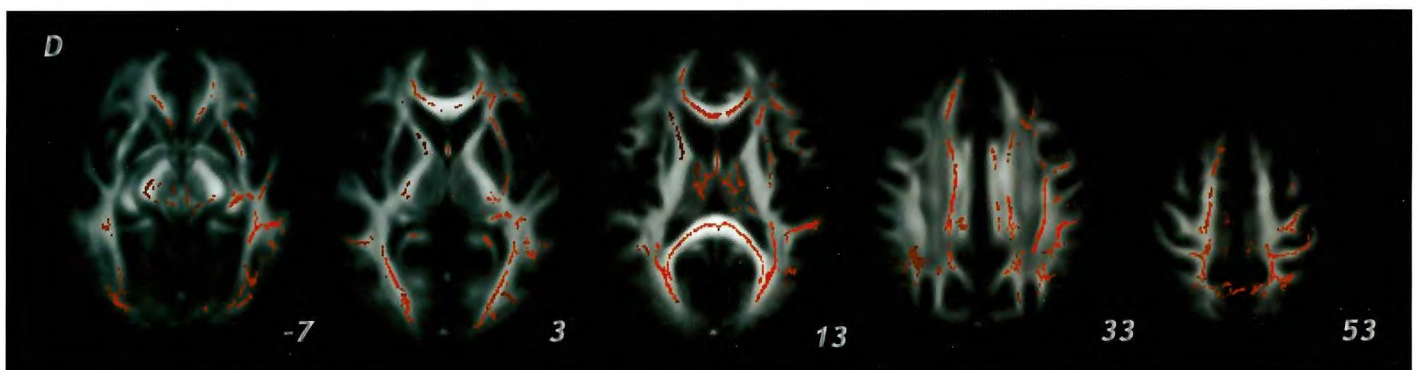


**Fig. 3.** Mapas de correlaciones entre los valores de AF y los dígitos inversos. Se pueden observar correlaciones bilaterales del esplenium y cuerpo del cuerpo calloso y correlaciones con el fascículo longitudinal superior del hemisferio izquierdo (parte derecha de la imagen).





**Fig. 4.** Correlaciones de los valores de AF con el aprendizaje auditivo verbal de Rey (A) y la retención a largo plazo del mismo test (B). Ambas medidas muestra un patrón similar de correlaciones implicando el cuerpo y el esplenio del cuerpo calloso, así como el fascículo longitudinal superior.



**Fig. 5.** Mapa de correlaciones del subtest de claves con los valores de AF. En rojo están representadas las fibras que alcanzaron significación estadística. Observamos correlaciones implicando prácticamente todas las fibras asociativas y en el lóbulo parietal observamos un predominio izquierdo (derecha de la imagen).

bras asociativas largas: cuerpo calloso, fascículos longitudinales superiores e inferiores y fascículos occipito-frontales. Así mismo observamos también correlaciones con diversas fibras tálamo-corticales (Figura 5).

## Discusión

La comparación grupal de los datos de imágenes de tensor de difusión (ITD) mostró una reducción de FA y un aumento de DM en prácticamente todo el cerebro. Este resultado es congruente con el hecho de que todos los pacientes



de la muestra tenían un grado grave de TCE, es decir una puntuación de la escala de Glasgow igual o inferior a 8. El daño traumático difuso primario y el secundario (metabólico, vascular y excitotóxico) asociado al TCE grave contribuyen a una afectación difusa de la sustancia blanca [23] que es detectada por la técnica de ITD que hemos usado. Nuestro estudio pone en evidencia que tras un largo periodo de evolución del TCE, las alteraciones en la microestructura de sustancia blanca persisten y que se objetivan mediante esta técnica.

En nuestro análisis del mapa de afectación de los TCE graves y crónicos hemos podido observar que todas las fibras de asociación largas están alteradas tal y como lo indicaban los estudios neuropatológicos clásicos [24]. La afectación de las fibras largas posiblemente esté reflejando el daño cerebral primario producido por fenómenos de aceleración, desaceleración y rotación demostrados en el modelo animal [25]. No obstante, hemos encontrado también una afectación de fibras más generalizada que implica las fibras cortas y que quizás esté reflejando el daño traumático secundario [23]. La gran sensibilidad que hemos hallado de la ITD para evidenciar afectación cerebral difusa, obedece a características de la muestra tales como gravedad y cronicidad, pero también a la alta calidad de la adquisición y sistemas de análisis. En nuestro estudio hemos adquirido los datos de ITD con una resonancia magnética de 3 tesla, el número de direcciones usadas en este estudio es de 64 y el *software* FSL. Todo ello contribuye a mejorar las limitaciones de los iniciales estudios de ITD en TCE.

Respecto a las variables clínicas, hemos obtenido correlaciones muy fuertes y altamente significativas entre la variable días de APT y los valores de integridad de la sustancia blanca. Los valores AF y de DM correlacionaron de forma similar con la APT y además mostraron estar muy altamente correlacionados entre ellos ( $r=0,95$ ), lo cual indica que, de hecho, están midiendo de forma similar y complementaria la afectación difusa de sustancia blanca. Estos resultados sugieren que la duración de la amnesia (APT) está clínicamente indicando la gravedad de alteración de la sustancia blanca, incluso en una muestra en la que todos los pacientes sufrieron un traumatismo craneoencefálico grave. No obstante, aunque ambas medidas de ITD correlacionaron con la APT, la correlación es más fuerte para la variable AF que para la variable DM. De aquí, y de acuerdo también con otros estudios previos de la literatura, que solamente analizáramos las correlaciones neuropsicológicas para AF.

Respecto a la variable clínica de gravedad más usada, la escala de coma de Glasgow, a diferencia de otros estudios

previos [4][6][8]. En nuestro trabajo las correlaciones no alcanzaron significación estadística. Esto puede ser debido al hecho de que todos los pacientes de la presente muestra eran graves, con lo cual compartían un alto grado de afectación difusa de la sustancia blanca. Neuropsicológicamente, nuestros pacientes crónicos mostraron alteraciones de la memoria de trabajo, de la memoria declarativa a corto y largo plazo y de la velocidad de procesamiento. Todos estos déficits eran esperados dada la gravedad de TCE y el carácter difuso de las lesiones en sustancia blanca [26]. Las diferencias más marcadas se observaron en la retención a largo plazo.

Nuestro resultado más interesante es el demostrar que a pesar de todos los mecanismos de reorganización cerebral espontánea y el tratamiento neuropsicológico recibido, continúa habiendo una relación entre el grado de afectación cerebral y el grado de alteración cognitiva. Y esta relación no es igual para todos los tests neuropsicológicos usados ni es tampoco un efecto indiferenciado ya que los patrones de correlaciones se comportan de forma distinta según la función analizada. Por un lado, hemos visto que los valores de AF globales que reflejan una media de todas las fibras analizadas, no correlacionan con todas las funciones cognitivas que hemos hallado alteradas. La AF global correlaciona de forma significativa con el subtest de claves del WAIS y la retención a largo plazo del TAVR. La correlación con el subtest de Claves es un resultado lógico ya que este subtest mide velocidad de procesamiento de la información compleja que supone el integrar funciones visu-espaciales y visoperceptivas que requieren los fascículos longitudinales superiores e inferiores. Este subtest supone además habilidades numéricas y visuo-espaciales que implican la integración interhemisférica proporcionada por el cuerpo calloso. Finalmente, a todo ello hay que unirle la integración de circuitos motores y oculomotores mediatizados por circuitaría fronto-estriatal. No es de extrañar en consecuencia, que se relacione con prácticamente todas las fibras en las que hemos encontrado un decremento de AF y un aumento de DM.

Por lo que respecta al test auditivo-verbal de Rey, se trata de un test conocido por su alta sensibilidad a lesiones cerebrales focales y difusas y sensible a las secuelas tras TCE [22]. Las correlaciones halladas son parecidas para el subtest que mide aprendizaje por repeticiones sucesivas y el subtest que mide retención a largo plazo. Es de remarcar el hecho de que en el análisis de regresión múltiple, en el que se ha contemplado simultáneamente la relación de todos los tests usados con la integridad de la sustancia blanca global, la retención a largo plazo es la única variable que al-



canza significación, explicando más de 50% de la varianza de la AF.

La parte posterior del cuerpo calloso es la región cerebral que correlaciona con las cuatro medidas de memoria declarativa usadas. Los estudios clásicos de medidas de superficie del cuerpo calloso demostraron que era la región cerebral más sensible a los TCE, y que el predominio de afectación es de la parte posterior [27]. Los estudios de ITD han corroborado abundantemente la alteración del cuerpo calloso. En algunos estudios se ha encontrado alterado de forma generalizada [19][28], y en otros se ha destacado el predominio de la parte posterior y del genu [5][18]. Recientemente en una amplia muestra pediátrica se encontró una reducción de AF en esplenium, istmo, cuerpo posterior y genu, pero no en la parte rostral y la anterior del cuerpo [17]. En nuestro caso, la comparación de medias nos indica que todo el CC tiene la AF reducida y dicha reducción correlaciona con la velocidad de procesamiento, pero solamente la parte posterior muestra correlaciones con la memoria. En los estudios previos de correlatos neuropsicológicos se ha descrito una correlación del esplenium del CC con el rendimiento en el mini-mental [19] y de las medidas globales del CC con medidas de atención, memoria y funciones perceptivas [11]. La correlación entre velocidad de procesamiento de la información y el CC ha sido descrita en TCE leves [12] y en muestras pediátricas [5][28].

Respecto a la memoria de trabajo, el mapa de correlaciones muestra que, además de la implicación de la parte posterior del CC vista para el resto de los tests, se observa una clara asimetría cerebral. En efecto, la correlación se obtiene para el fascículo longitudinal superior izquierdo pero no el derecho. Esta asimetría es acorde con la función verbal implicada en los dígitos inversos. En este test, la información codificada auditivamente se transforma en información visuo-espacial y finalmente se decodifica fonéticamente. La función de repetir dígitos inversos requiere pues de la unión de regiones temporales parietales y frontales del hemisferio izquierdo que están unidas por largos fascículos [29].

En conclusión, hemos demostrado la sensibilidad de la ITD para evidenciar alteraciones de la conectividad cerebral que persisten tras largos periodos de evolución en los TCE graves y que explican parte de las secuelas neuropsicológicas persistentes en memoria y velocidad de procesamiento. Así mismo, hemos podido constatar una vez más que el cuerpo calloso es la estructura que mejor refleja las alteraciones neuropsicológicas persistentes, pero que los fascículos longitudinales y el cíngulo también se relacionan con las alteraciones de memoria. Finalmente, desde el pun-

to de vista asistencial, cabe comentar que la retención a largo plazo del TAVR y el subtest de claves del WAIS III son instrumentos capaces de reflejar el daño cerebral difuso en los TCE graves. ■

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido subvencionado por las ayudas de investigación FUNDACIÓN MAPFRE convocatoria 2008. Eva María Palacios-Martínez goza de una beca del Instituto de Investigación Biomédica August Pi i Sunyer (IDIBAPS) (890003I3) y Davinia Fernández-Espejo del Ministerio de Educación (AP2006-00862).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Junqué, C. Aplicaciones de la Neuroradiología a la Neuropsicología. En: JM. Mercader (ed). Neuroradiología diagnóstica y terapéutica. Barcelona: Masson, 2004;522-33.
2. Levine B, Fujiwara E, O'Connor, Richard N, Kovacevic N, Mandic M, et al. In vivo characterization of traumatic brain injury. Neuropathology with structural and functional neuroimaging. J Neurotrauma 2006; 23:1396-411.
3. Le Bihan D. Looking into the functional architecture of the brain with diffusion MRI. Nat Rev Neurosci 2003; 4:469-80.
4. Huisman TA, Schwamm LH, Schaefer PW, Koroshetz WJ, Shetty-Alva N, Ozsunar Y, et al. Diffusion tensor imaging as potential biomarker of white matter injury in diffuse axonal injury. AJNR Am J Neuroradiol 2004; 25:370-6.
5. Wilde EA, Chu Z, Bigler ED, Hunter JV, Fearing MA, Hanten G, et al. Diffusion tensor imaging in the corpus callosum in children after moderate to severe traumatic brain injury. J Neurotrauma 2006;14;12-26.
6. Benson RR, Meda SA, Vasudevan S, Kou Z, Govindarajan KA, Hanks RA, et al. Global white matter analysis of diffusion tensor images is predictive of injury severity in traumatic brain injury. J Neurotrauma 2007; 24:446-59.
7. Mac Donald CL, Dikranian K, Song SK, Bayly PV, Holtzman DM, Brody DL. Detection of traumatic axonal injury with diffusion tensor imaging in a mouse model of traumatic brain injury. Exp Neurol 2007; 205:116-31.
8. Bendlin BB, Ries ML, Lazar M, Alexander AL, Dempsey RJ, Rowley HA, et al. Longitudinal changes in patients with traumatic brain injury assessed with diffusion-tensor and volumetric imaging. Neuroimage 2008; 42:503-14.
9. Sidaros A, Engberg AW, Sidaros K, Liptrot MG, Herning M, Petersen P, et al. Diffusion tensor imaging during recovery from severe traumatic brain injury and relation to clinical outcome: a longitudinal study. Brain 2008;131:559-72.



10. Rutgers DR, Fillard P, Paradot G, Tadié M, Lasjaunias P, Ducreux D. Diffusion Tensor Imaging characteristics of the corpus callosum in mild, moderate, and severe traumatic brain injury. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008; 29: 1730-5.
11. Kumar R, Husain M, Gupta RK, Hasan KM, Haris M, Agarwal AK, et al. Serial changes in the white matter diffusion tensor imaging metrics in moderate traumatic brain injury and correlation with neuro-cognitive function. *J Neurotrauma* 2009; 26:481-95.
12. Bazarian JJ, Zhong J, Blyth B, Zhu T, Kavcic V, Peterson D. Diffusion tensor imaging detects clinically important axonal damage after mild traumatic brain injury: a pilot study. *J Neurotrauma* 2007; 24:1447-59.
13. Rutgers DR, Toulgoat F, Cazejust J, Fillard P, Lasjaunias P, Ducreux D. White matter abnormalities in mild traumatic brain injury: a diffusion tensor imaging study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008 29:514-9.
14. Niogi SN, Mukherjee P, Ghajar J, Johnson CE, Kolster R, Lee H, et al. Structural dissociation of attentional control and memory in adults with and without mild traumatic brain injury. *Brain* 2008;131:3209-21.
15. Wilde EA, McCauley SR, Hunter SR, Bigler ED, Chu Z, Wang ZJ, et al. Diffusion tensor imaging of acute mild traumatic brain injury in adolescents. *Neurology* 2008; 70:948-55.
16. Wozniak JR, Krach L, Ward E, Mueller BA, Muetzel R, Schnoebelen S, et al. Neurocognitive and neuroimaging correlates of pediatric traumatic brain injury: a diffusion tensor imaging (DTI) study. *Arch Clin Neuropsychol* 2007; 22:555-68.
17. Ewing-Cobbs L, Prasad MR, Swank P, Kramer L, Cox CS Jr, Fletcher JM, et al. White matter integrity and cognition in chronic traumatic brain injury: a diffusion tensor imaging study. *Brain* 2007; 130:2508-19.
18. Levin HS, Wilde EA, Chu Z, Yallampalli R, Hanten GR, Li X, et al. Diffusion tensor imaging in relation to cognitive and functional outcome of traumatic brain injury in children. *J Head Trauma Rehabil*; 2008;23:197-208.
19. Nakayama N, Okumura A, Shinoda J, Yasokawa YT, Miwa K, Yoshimura SI, et al. Evidence for white matter disruption in traumatic brain injury without macroscopic lesions. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006; 77:850-5.
20. Salmond CH, Menon DK, Chatfield DA, Williams GB, Pena A, Sahakian BJ, et al. Diffusion tensor imaging in chronic head injury survivors: Correlations with learning and memory indices. *Neuroimage* 2006; 29:117-24.
21. Smith SM, Nichols TE. Threshold-free cluster enhancement: addressing problems of smoothing, threshold dependence and localization in cluster inference. *Neuroimage* 2009; 44: 83-98.
22. Lezak MD, Howieson DB, Loring DD, Hannay HJ, Fisher JS. *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press, 2004.
23. Buki A, Povlishock JT. All roads lead to disconnection?-traumatic axonal injury revisited. *Acta Neurochir* , 2006; 148:181-94.
24. Adams JH, Graham DI, Murray LS, Scott G. Diffuse axonal injury due to nonmissile head injury in humans: An analysis of 45 cases. *Ann Neurol* 1982; 12:557-63.
25. Gennarelli TA, Thibault LE, Adams JH, Graham DI, Thompson CJ, Marcincin RP. Diffuse axonal injury and traumatic coma in the primate. *Ann Neurol* 1982; 12:564-74.
26. Scheid R, Walther K, Guthke T, Preul C, Cramon Y. Cognitive sequelae of diffuse axonal injury. *Arch Neurol* 2006; 63:418-24.
27. Levin HS, Benavidez DA, Verger-Maestre K, Perachio N, Song J, Mendelsohn DB, et al. Reduction of corpus callosum growth after severe traumatic brain injury in children. *Neurology* 2000; 54:647- 53.
28. Kumar R, Gupta RK, Husain M, Chaudhry C, Srivastava A, Saksena S, et al. Comparative evaluation of corpus callosum DTI metrics in acute mild and moderate traumatic brain injury: its correlation with neuropsychometric tests. *Brain Inj* 2009; 23:675-85.
29. Gong G, He Y, Concha L, Lebel C, Gross DW, Evans AC, et al. Mapping anatomical connectivity patterns of human cerebral cortex using in vivo diffusion tensor imaging tractography. *Cerebral Cortex* 2009; 19:524-36.

#### 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.



## Caracterización molecular de células progenitoras del parénquima subcortical cerebral humano adulto

### Molecular characterization of progenitor cells from subcortical parenchyma of adult human brain

Oliver-De La Cruz J<sup>1</sup>, Carrión-Navarro J<sup>1</sup>, Romaguera-Ros M<sup>1</sup>, Gutiérrez-Martín A<sup>2</sup>, Escobedo-Lucea C<sup>1</sup>, Ayuso-Sacido A<sup>1</sup>, García-Verdugo JM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Morfología Celular, Unidad Mixta Centro de Investigación Príncipe Felipe y Universidad de Valencia, CIBERNED, Valencia. <sup>2</sup> Departamento de Neurocirugía, Hospital Universitario La Fe de Valencia. Valencia. España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

#### Resumen

**Objetivo:** Caracterizar los patrones de expresión de marcadores de indiferenciación y diferenciación y las alteraciones morfológicas de las células progenitoras procedentes de parénquima cerebral humano adulto a lo largo de los pases en cultivo, evaluando su potencial para ser empleadas como fuente de progenitores de oligodendrocitos.

**Materiales y Métodos:** Las células progenitoras se aislaron a partir de dos muestras obtenidas de pacientes sometidos a exéresis temporal por epilepsia. Para comprobar la evolución de los niveles de expresión de marcadores moleculares de diferenciación e indiferenciación en dichas células, se procedió a la extracción de ARNm en cada pase y a su estudio mediante RT-PCR. Se llevó a cabo un análisis de su capacidad proliferativa mediante inmunocitoquímica y un estudio de la evolución morfológica mediante microscopía.

**Resultados:** Las células mostraron capacidad proliferativa durante los primeros pases en cultivo. Además, detectamos la expresión de marcadores de indiferenciación y diferenciación temprana a oligodendrocitos.

**Conclusión:** Las células progenitoras aisladas de parénquima subcortical de cerebro humano pueden ser susceptibles de diferenciación a oligodendrocitos maduros, aunque en protocolos de diferenciación sólo deberían utilizarse pases tempranos.

#### Palabras clave:

Oligodendrocitos, regeneración, cerebro, epilepsia.

#### Abstract

**Objective:** characterize the behavior of progenitor cells isolated from subcortical parenchyma of human brain in culture. We have analyzed the changes in expression patterns of differentiation/undifferentiation markers as well as cell morphology along the passages and evaluated the potential to be further used as oligodendrocyte progenitors source.

**Material and Methods:** We isolated progenitor cells from two different samples of subcortical parenchyma human brain of patients suffering from epilepsy. Cells were kept in culture until they became quiescent/senescent. Every other passages RNAs were isolated and checked for the expression of differentiation and undifferentiation markers by using RT-PCR. Proliferation was also addressed by RT-PCR and immunocytochemistry. We carried out cell morphology studies on semithin and ultrathin sections of cells.

**Results:** We observed decreasing proliferative capacity of both two cell lines which became quiescent/senescent around passages 8-10. We detected the expression of either undifferentiation or early neural and oligodendrocytes differentiation markers.

**Conclusions:** As for the expression of molecular markers, progenitor cells isolated from subcortical parenchyma of human brain have the potential to differentiate into mature oligodendrocytes.

#### Key words:

Oligodendrocyte, Regeneration, brain, epilepsy.

#### Correspondencia

A. Ayuso-Sacido, PhD

Dpto. de Morfología Celular. Centro de Investigación Príncipe Felipe.

Avda. Autopista del Saler 16. 46012, Valencia (Spain)

aayuso@cipf.es



## Introducción

Un número importante de enfermedades neurodegenerativas que afectan al sistema nervioso central, cursan con pérdida de mielina. Dentro de este grupo de patologías, la esclerosis múltiple (EM) es, con excepción de los traumatismos, la causa más frecuente de discapacidad neurológica en adultos jóvenes [1][2]. La evolución normal de la enfermedad, junto con la observación de remielinización espontánea en lesiones inflamatorias agudas en animales de experimentación [3], hacen de la EM una de las enfermedades neurológicas candidatas para la utilización de tratamientos alternativos basados en terapia celular [4-6]. Varios tipos celulares podrían ser candidatos para implantarse en las placas escleróticas [6]. Pueden obtenerse oligodendrocitos mielinizantes por diferenciación de células madre embrionarias, progenitores de oligodendrocitos de origen fetal, células de Schwann aisladas a través de biopsias de nervios periféricos, glía olfatoria, células madre neurales (NSC) o progenitoras adultas procedentes de la zona subventricular de los ventrículos laterales y progenitores de oligodendrocitos (OPC) que aparecen dispersos en la sustancia blanca del cerebro adulto [7-11]. En este sentido, las NSC y progenitoras adultas de cerebro humano son la opción más prometedora. Idealmente, procederían del propio sujeto, con lo que se evitaría además el rechazo inmunológico. Sin embargo, el principal problema con estos tipos celulares es disponer de un número de células suficientes para llevar a cabo los protocolos de expansión y diferenciación *in vitro*, previos a la reimplantación en el paciente. Además, es crítico poder identificar por medio de marcadores moleculares, los distintos estadios en el proceso de diferenciación hacia oligodendrocitos maduros y el contexto en el que estos eventos tienen lugar.

Trabajos previos [3][12][13] han demostrado que las células progenitoras procedentes del parénquima subcortical del cerebro humano adulto son capaces, inmediatamente después de ser aisladas, de diferenciarse a oligodendrocitos maduros y pueden sobrevivir y cobrar funcionalidad cuando son trasplantados en el cerebro de pequeños mamíferos. Dichas células son también capaces de proliferar *in vitro* durante periodos de tiempo prolongados, incluso después de haber sido criopreservadas y descongeladas, conservando su potencial para generar células que expresan marcadores neuronales [9][10]. A pesar de ello, se desconoce cuanto tiempo pueden mantenerse estas células en cultivo, así como su potencial de diferenciación a oligodendrocitos maduros. En el presente trabajo, demostramos que la capacidad proliferativa de células progenitoras de parénquima cerebral humano adulto subcultivadas *in vitro* disminuye hasta su entrada en quiescencia/senescencia en torno a pa-

ses 8-10. Del mismo modo, detectamos una reducción paulatina en la expresión de marcadores de indiferenciación y diferenciación temprana de oligodendrocitos a lo largo de los pases en cultivo, lo que es indicativo de su pérdida de potencial para generar oligodendrocitos maduros.

## Materiales y métodos

### Recogida de las muestras y procesado.

Las muestras de sustancia blanca fueron obtenidas de la exéresis hipocampal de dos pacientes epilépticos, que no mostraban evidencia de tumoración cerebral ni extracerebral, procedentes del Hospital La Fe, de Valencia, previo consentimiento informado. El estudio fue aprobado por la Comisión de Ética del Hospital La Fe de Valencia.

Las muestras fueron procesadas antes de las 6 horas siguientes a la extracción, siguiendo el protocolo [10] resumido en la Figura 1.

### Cultivo celular

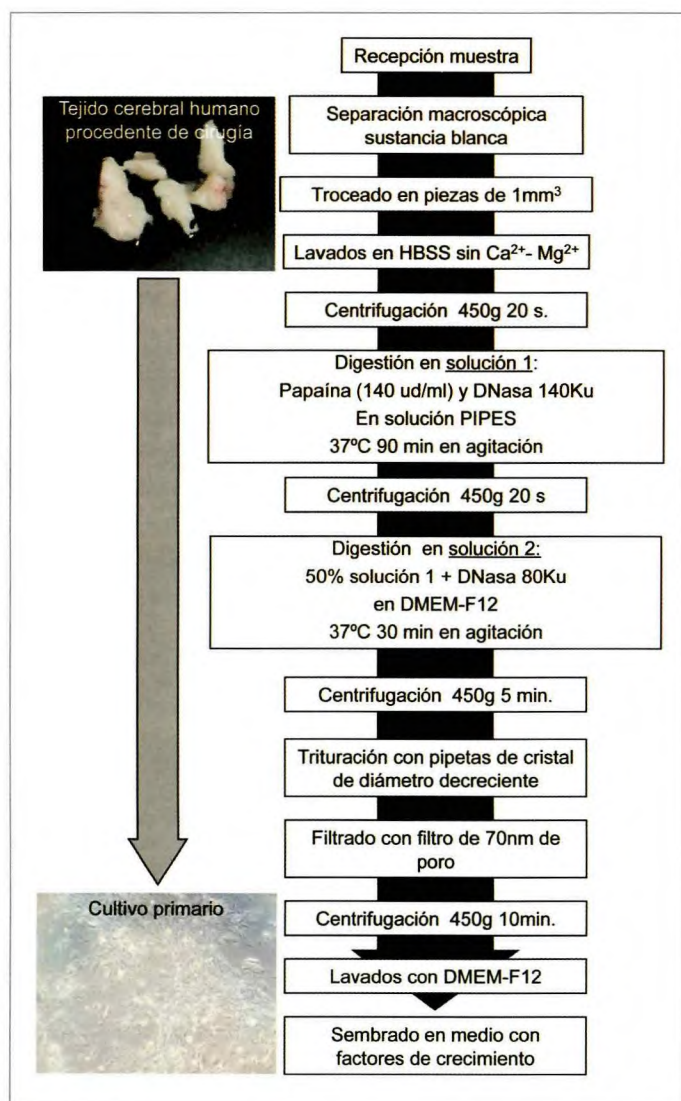
Las células obtenidas fueron resuspendidas en un medio definido compuesto por DMEM-F12, amino ácidos no esenciales (100  $\mu$ M), hepes (2 mM), D-Glucosa (30 mM) BSA (0,001%), sodio-piruvato (1mM) , L-glutamina (2 mM), N2 suplemento (1X), penicillina-estreptomicina-fungizona (1X) (Gibco-Invitrogen) e hidrocortisona (300 ng/ml) y tri-iodo-tironina (30 ng/ml) (Sigma). Los medios se suplementaron con bFGF (basic fibroblast growth factor) (10 ng/ml, Sigma) y EGF (epidermal growth factor) (10 ng/ml) (Sigma).

Cuando las células alcanzaban un crecimiento cercano a la confluencia, se procedía al subcultivo incubando con Triple Express (Invitrogen) durante 5 minutos a 37°C, se recogían y eran sembradas a una densidad de 2.000 células/cm<sup>2</sup> en frascos de 25 cm<sup>2</sup>. Las células fueron subcultivadas, mediante este procedimiento, hasta su entrada en quiescencia/senescencia, lo cual ocurría entre los pases 8 y 10. En este sentido, consideramos pases tempranos del 1 al 5 y pases tardíos a partir del pase 5. El tiempo estimado entre pases, específico de cada muestra y de la densidad celular, oscilaba entre 15 y 30 días.

### Extracción de ARN, síntesis de ADNc y ensayos de PCR.

Parte de las células obtenidas tras cada pase se destinó a la extracción de RNA con el RNeasy micro Kit® (QUIAGEN®), seguido de un tratamiento posterior con DNasa I (QUIAGEN®). A continuación, se realizó la síntesis de ADNc utilizando el High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit® (Applied Biosystems®). Utilizando el progra-





**Fig. 1.** Protocolo de aislamiento de células madre/precursoras neurales a partir de tejido cerebral humano.

ma Primer3 se diseñaron cebadores específicos para los distintos componentes de las rutas moleculares implicadas en diferenciación de oligodendrocitos, así como marcadores de indiferenciación y diferenciación hacia otras células de linaje neural. Tras comprobar la eficiencia y especificidad de los cebadores utilizando los controles adecuados en cada caso, se realizaron los ensayos de PCR (Paq5000 DNA Polymerase, Stratagene®) empleando ADNc procedentes de distintos pases. Los productos de amplificación fueron separados por electroforesis en gel de Agarosa al 1,8%.

#### Inmunocitoquímica

Para comprobar el porcentaje de células en proliferación y su evolución, se realizó una tinción inmunocitoquímica

contra el marcador Ki67. Las células de ambas muestras para pases altos y bajos, se sembraron en placas recubiertas con poli-D-lisina y fueron mantenidas hasta alcanzar el 80% de confluencia. Posteriormente se fijaron con paraformaldehído al 4%. Se lavaron con tampón fosfato salino (PBS) 0,1M y se procedió a la recuperación del antígeno mediante tampón citrato sódico 10 mM a pH 6. Después se incubaron 30 minutos en tampón de bloqueo (Triton 0,2%, suero de cabra al 5% en PBS 0,1M) y posteriormente se dejaron toda la noche con el anticuerpo primario (anti-Ki67 1:250, Dako). Al día siguiente, tras varios lavados en PBS 0,1M, se incubaron con anticuerpo secundario Alexa Fluor 488 (1:500, Molecular Probes, Invitrogen) durante hora y media. Los núcleos se tiñeron con DAPI y las placas se montaron con ProLong Gold antifade reagent (Molecular Probes, Invitrogen). Se tomaron 10 fotografías correspondientes a 10 campos elegidos al azar dentro de cada pocillo y se analizaron un mínimo de 3 pocillos. Posteriormente se realizó un recuento de células totales y células Ki67+ en los campos seleccionados. Los resultados se expresaron como el porcentaje de células positivas con respecto al total de células.

#### Microscopía electrónica de transmisión

Tras su siembra, las células fueron fijadas con 3% de glutaraldehído en tampón fosfato (PB) 0,1M durante 30 minutos a temperatura ambiente y postfijadas en 2% de tetraóxido de osmio durante 2 horas. Tras un proceso de deshidratación se incluyeron en Araldita (Durcupan, Fluka). Se realizaron cortes semifinos de 1 µm y se tiñeron con azul de toluidina (Panreac, España) al 1%. Las fotografías se tomaron en un microscopio Nikon Eclipse 800. Posteriormente, a partir de los cortes semifinos se realizaron cortes ultrafinos (70nm) con una cuchilla de diamante, se tiñeron con citrato de plomo, y fueron examinados usando un microscopio electrónico modelo FEI Tecnai Spirit, con el fin de establecer posibles semejanzas y diferencias entre los pases más tempranos y tardíos de ambas líneas de cultivos primarios.

## Resultados

#### Caracterización morfológica de las células progenitoras in vitro

Durante los primeros días de su siembra, los cultivos obtenidos presentaron un gran número de células diferenciadas sin capacidad proliferativa. Al cabo de una semana se observaron poblaciones clonales con capacidad proliferativa. Estas células presentan una morfología alargada con escaso citoplasma, núcleos grandes, cromatina laxa y nucleo-



los prominentes (Figura 2). Además, mostraron abundante citoesqueleto y ocasionales fibras de estrés y vesículas claras al microscopio electrónico (Figura 2). Durante los primeros pases no observamos diferencias significativas entre las dos muestras analizadas. A medida que aumentaron los pases en cultivo observamos un aumento paulatino de la relación citoplasma/núcleo (Figura 2). Además, aparecieron invaginaciones nucleares y un considerable aumento de fibras de estrés y vesículas claras. Estos cambios en la morfología fueron apreciables en pases más tempranos en la muestra 2.

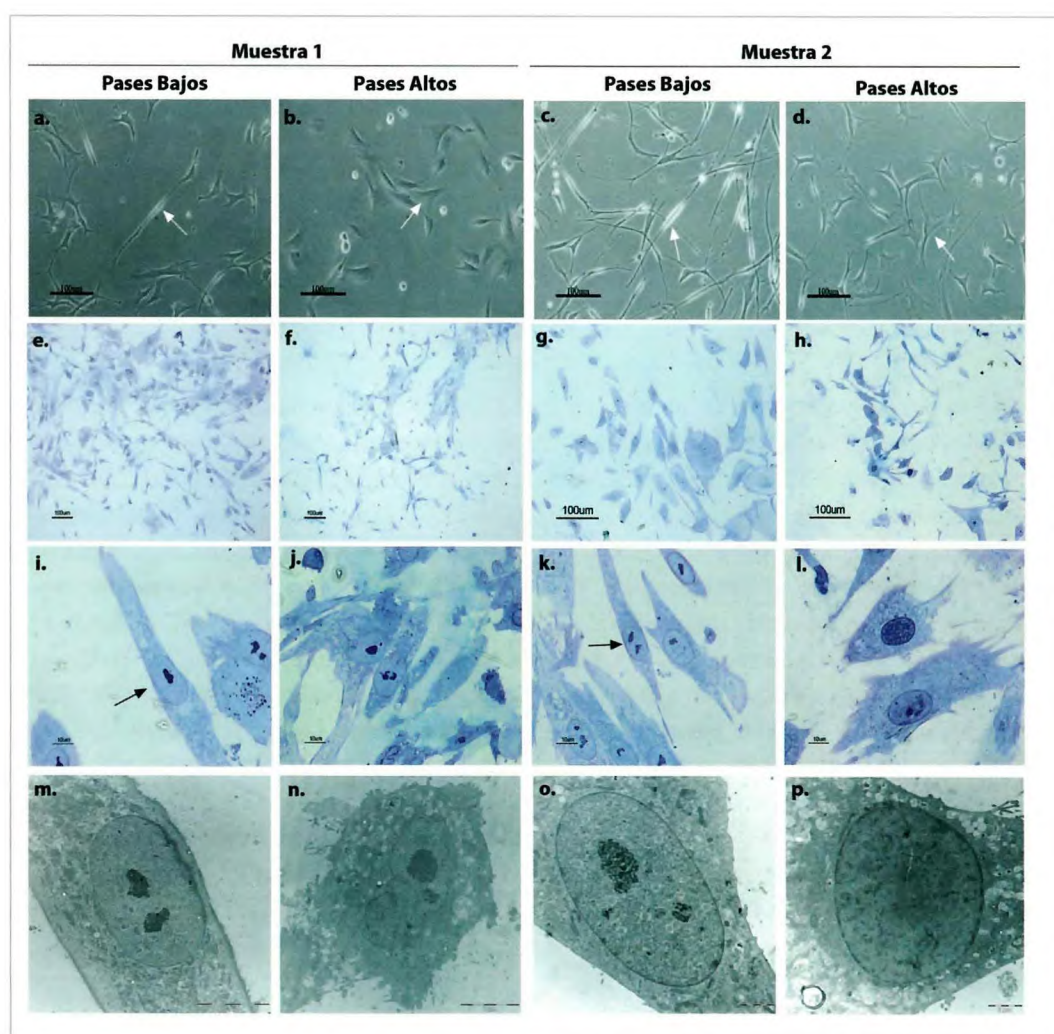
#### Descenso de la tasa proliferativa a lo largo de los pases

El procesamiento de las muestras de sustancia blanca subcortical de cerebro humano adulto permitieron la obtención de

dos líneas celulares que fueron mantenidas en cultivo durante más de un año, incluyendo periodos de criopreservación mediante congelación en medio con DMSO.

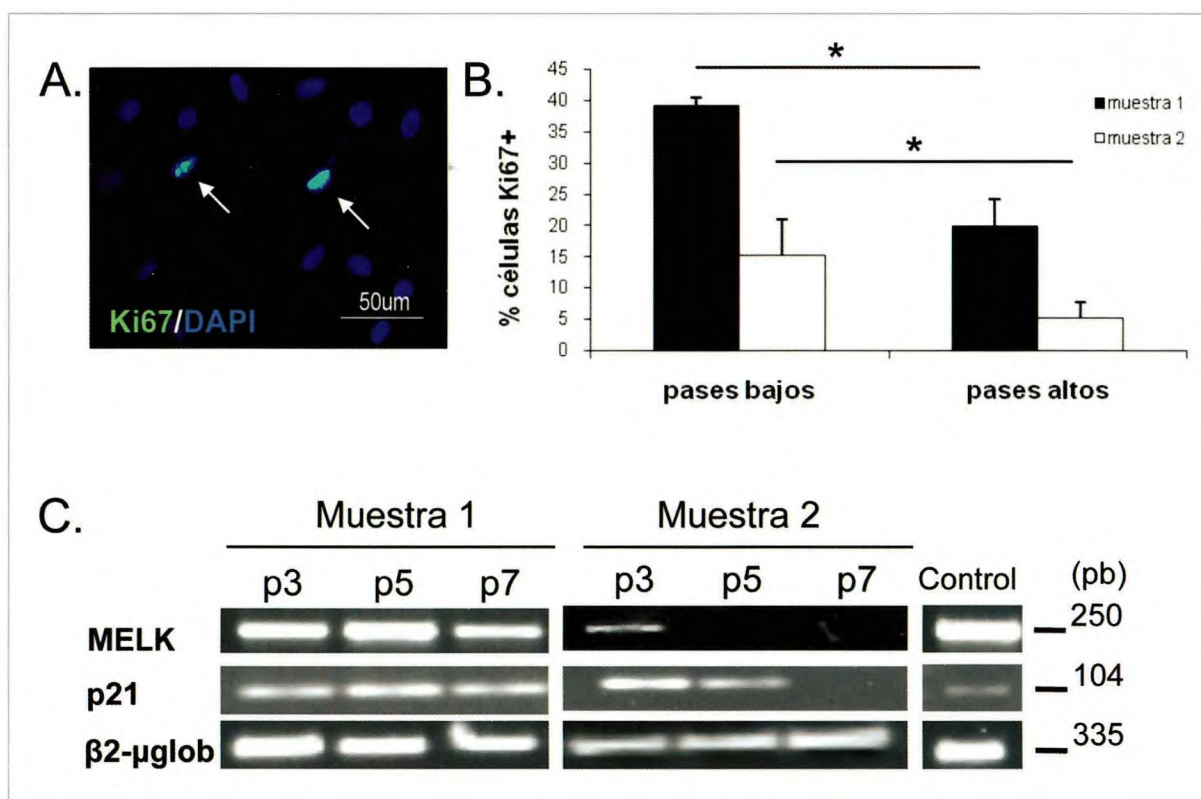
La observación apuntó un descenso de la tasa proliferativa in vitro, de forma que en los pases altos, partiendo del mismo número de células iniciales, era necesario más tiempo para alcanzar una confluencia total, llegando un pase en el cual el cultivo entraba en quiescencia/senescencia y no progresaba.

Con objeto de cuantificar la evolución de la capacidad proliferativa de dichas células a lo largo de los pases en cultivo, se efectuó un análisis de la presencia de Ki67 mediante inmunocitoquímica (Figura 3). El recuento de células positivas indicó un descenso estadísticamente significativo en el porcentaje de células que seguían en fases activas del ciclo



**Fig. 2.** Análisis morfológico de células progenitoras aisladas del parénquima subcortical durante los diferentes pases en cultivo hasta alcanzar la senescencia. Comparación entre pases bajos y pases altos de los dos cultivos. Microscopía óptica, durante su crecimiento in vitro (a-d, barra de escala = 100µm), en cortes semifinos (azul de toluidina) (e-h, barra de escala = 100µm) y (i-l, barra de escala = 10µm). Cortes ultrafinos en microscopio electrónico de transmisión (m-p) (m, barra de escala = 10µm; n, barra de escala = 6µm; n-p, barra de escala = 2µm).





**Fig. 3.** Cuantificación de la capacidad proliferativa de células progenitoras aisladas del parénquima subcortical. A. Inmunocitoquímica contra Ki67 (flechas blancas: células positivas para Ki67). B. Histograma de células positivas para Ki67 según pases en cultivo. C. Análisis de expresión de los marcadores de proliferación p21 y MELK a lo largo de los 7 primeros pases en cultivo.

celular a lo largo de los pases, tanto para la muestra 1 ( $39,3\% \pm 1,24$  para pases bajos frente a  $19,9\% \pm 4,34$  para pases altos) como para la muestra 2 ( $15,3\% \pm 5,67$  para pases bajos frente a  $5,2\% \pm 2,54$  para pases altos) (Figura 3).

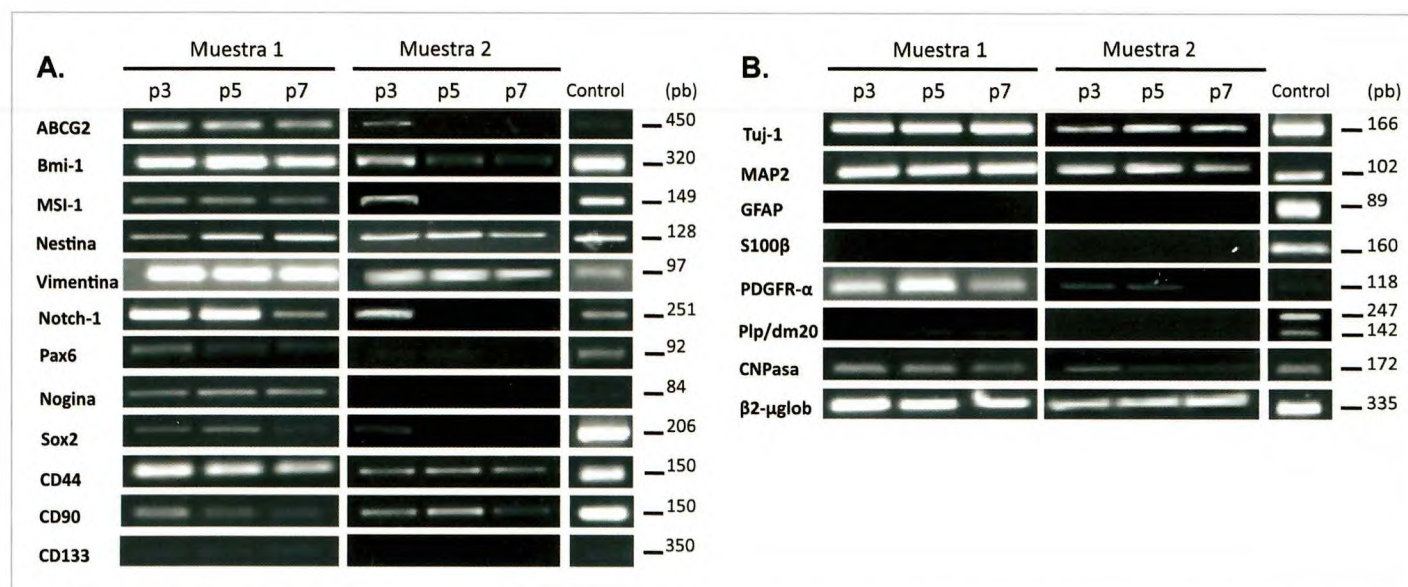
Con el mismo objetivo, se comprobó la presencia de marcadores de ciclo celular mediante RT-PCR. El empleo de esta técnica permitió detectar una pérdida de expresión del marcador Ki67 en ambas muestras, así como un descenso en la expresión de MELK. Además, en la muestra 2 se detectó una disminución de expresión de p21. Sin embargo, no se observaron cambios importantes en la expresión de otros marcadores como ciclina D1 (datos no mostrados) (Figura 3).

#### Pérdida de los marcadores de indiferenciación a lo largo de los pases

Con objeto de estudiar la identidad de las células proliferativas aisladas del parénquima subcortical de cerebro humano, diseñamos una colección de cebadores específicos para marcadores de indiferenciación de células madre neuronales y progenitores previamente descritos en la bibliografía tanto durante el desarrollo neural como en el cerebro

adulto. Aislamos ARNm procedente de las muestras cada dos pases en cultivo y estudiamos la expresión de dichos marcadores mediante RT-PCR. Observamos la presencia de ABCG2, Bmi-1, Nestina, Vimentina y Sox2 en ambas muestras, lo que confirmaba la existencia de una población de progenitores neurales en ellas. Así mismo, estudiamos la expresión de Musashi-1 (MSI1), Notch-1 y Nogina. Durante el desarrollo temprano del sistema nervioso MSI1 promueve la salida del ciclo celular y la diferenciación neuronal bloqueando la gliogénesis [14, 15], mientras que Notch está implicado en el mantenimiento de células madre neuronales y gliogénesis, [16, 17]. En este caso, observamos niveles altos de Notch y más reducidos de MSI1. Los niveles de expresión de Nogina fueron muy bajos en la muestra 1 y casi indetectables en la muestra 2. Finalmente, ampliamos el estudio de expresión a otros marcadores detectados previamente en progenitores neurales que podían aportarnos más información sobre la identidad de nuestras células. Así pues, encontramos altos niveles de expresión de CD44, niveles más bajos de CD90 y expresión muy débil en el caso de CD133, siendo casi indetectable en la muestra 2. En todos los casos los niveles de expresión de los marcadores





**Fig. 4.** Diferencias en los niveles de expresión de marcadores moleculares mediante RT-PCR durante el cultivo (A. Marcadores de indiferenciación. B. Marcadores de diferenciación a células neuronales, astrocitos y oligodendrocitos).

analizados se reducían en mayor o menor medida, con el aumento de los pases en cultivo. Este efecto era mucho más dramático en el caso de la muestra 2 (Figura 4).

Las células progenitoras obtenidas del parénquima subcortical expresan marcadores de linaje neuronal y oligodendroglial.

A continuación, nos preguntamos si la entrada en quiescencia/senescencia en pases altos podría ser consistente con una diferenciación de las células proliferativas. Para contestar a esta pregunta, realizamos un análisis de expresión de marcadores moleculares específicos de neurona, astrocitos y oligodendrocitos mediante RT-PCR a lo largo de todos los pases en cultivo hasta que se observaba el arresto de la proliferación en los cultivos.

En las dos muestras analizadas no se detectó la expresión de ninguno de los dos marcadores específicos de astrocitos utilizados en el estudio (GFAP y S100B). Sin embargo, ambas muestras presentaron niveles de expresión altos tanto de beta III tubulina como de MAP2, que no cambiaron significativamente a lo largo de los pases en cultivo (Figura 4).

Con respecto a la expresión de marcadores específicos del linaje oligodendroglial, ambas muestras presentaban el marcador de progenitores de oligodendrocitos PDGFR $\alpha$ , aunque sus niveles disminuían ligeramente a lo largo de los pases. Observamos además una tímida expresión de DM20 en la muestra 1, ausente en la muestra 2. Cuando estudiamos la expresión de marcadores tempranos en la diferenciación a oligodendrocitos, quedó evidenciada la presencia

de CNPase en las dos muestras, que disminuía conforme aumentaban los pases (Figura 4). Sin embargo, no se detectó la expresión de los factores de transcripción Olig1 y Olig2, necesarios para la diferenciación oligodendroglial, ni de marcadores correspondientes a estadios finales de la diferenciación a oligodendrocitos maduros como MAG, MOG o MBP (datos no mostrados).

## Discusión

Los resultados derivados del presente trabajo confirman la identidad de las células aisladas a partir de parénquima subcortical de cerebro humano como progenitores neurales [10]. Se ha postulado que dicha población de células progenitoras podría ser utilizada como fuente de oligodendrocitos en futuras terapias celulares de patologías desmielinizantes. Sin embargo, incrementar el número de células es fundamental para el éxito de cualquier terapia. En el presente estudio planteamos determinar el número máximo de pases que dichas células pueden permanecer en cultivo. Tal como se desprende de los resultados del presente trabajo, nuestra población celular no crece durante un número de pases elevados. Por el contrario, las células entran en quiescencia o senescencia entre los pases 8 y 10. El estudio morfológico indica que este proceso de arresto progresivo o de pérdida de la capacidad de división, vaya acompañado de una diferenciación estructural de la célula, con alteraciones nucleares, incremento de fibras de estrés y acúmulo de vesículas. En este sentido, las diferencias observadas entre las dos muestras pueden ser debidas tanto a



la localización específica dentro del cerebro del paciente como al manejo de las mismas.

Las células de ambas muestras presentaban expresión de marcadores descritos previamente en células madre neuronales, tanto de origen fetal como adultas, tales como Bmi, Sox-2, Nestin, Vimentina, ABCG2, CD90 y CD44 y niveles muy bajos de CD133, lo que confirmaba la presencia de poblaciones celulares progenitoras neurales.

Los niveles de expresión de todos estos marcadores descienden a medida que aumentan los pases en cultivo. Sin embargo, en las células procedentes de la muestra 2, la caída en la expresión de los mismos fue más acentuada y tuvo lugar en pases más bajos. El progresivo descenso de expresión de marcadores de indiferenciación, junto con la pérdida de la capacidad multipotente, a lo largo de los pases en cultivo, se ha descrito previamente en células procedentes de cerebro fetal [18] y postmortem [19, 20].

Posteriormente analizamos la expresión de Musashi-1, Notch y Nogina. Durante el desarrollo temprano del sistema nervioso Musashi 1 (MSI1), junto con Ngns, promueve la salida del ciclo celular y la diferenciación neuronal, activando entre otros NeuroD y Matc3, bloqueando la gliogénesis [14][15]. Por otro lado, Notch está implicado en el mantenimiento de células madre neuronales y gliogénesis, y durante el desarrollo de mamíferos, se encuentra expresado en las zonas ventricular y subventricular, así como en neuroesferas en cultivo [16][17]. En un modelo murino con médula espinal dañada, células madre procedente de tejido fetal que sobre expresaban Nogina, fueron capaces de aumentar ligeramente la diferenciación neuronal y oligodendroglial [21]. Así pues la expresión de dichos marcadores puede influir significativamente en la determinación preferencial de progenitores neurales hacia linajes específicos.

Nosotros observamos que MSI1 se expresa en todos los pases de la muestra 1 y en los primeros pases de la muestra 2, y lo mismo ocurre con la expresión de Notch-1, aunque con niveles de expresión significativamente más elevados. Además hay una expresión moderada de Nogina en la muestra 1, prácticamente ausente en la muestra 2.

Cuando estudiamos la expresión de marcadores de diferenciación vimos la presencia de células que expresaban marcadores tempranos neuronales y oligodendrogliales. Sin embargo no pudieron detectarse marcadores específicos de astrocitos.

Ambos resultados sugieren la presencia de subclones dentro de nuestra población con diferente potencial para generar precursores neuronales y oligodendrogliales. La existencia de heterogeneidad es frecuente en poblaciones aisladas de tejido nervioso fetal y adulto [20][22].

Así pues, el análisis molecular junto con los estudios morfológicos, nos han permitido determinar la presencia de progenitores neurales y comprobar la existencia de varias subpoblaciones celulares, dentro del cultivo primario obtenido de las diferentes muestras, con distinto potencial para dar lugar a progenitores neurales y oligodendrogliales. Además hemos demostrado que dichas células presentan una capacidad de proliferación limitada en cultivo, con presencia de marcadores de indiferenciación durante los primeros pases en cultivo. Todo ello indica que la utilización de células progenitoras, aisladas de parénquima subcortical de muestras frescas de cerebro humano, puede ser un modelo inigualable para el estudio de los mecanismos de diferenciación desde progenitores de oligodendrocitos presentes en el cerebro humano adulto hasta oligodendrocitos maduros. Estos estudios nos ayudaran en el futuro a entender mejor el comportamiento de progenitores adultos *in vivo* e intentar modularlo en situaciones patológicas. ■

### Agradecimientos

Al departamento de neurocirugía del Hospital la Fe de Valencia. Jorge Oliver de la Cruz es becario del programa FPU del Ministerio de Sanidad. Miriam Romaguera-Ros está contratada a cargo del programa de ayudas de FUNDACIÓN MAPFRE. El proyecto ha sido financiado en parte por FUNDACIÓN MAPFRE y por la Fundación Alicia Koplowitz.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pflieger CC, Flachs EM, Koch-Henriksen N. Social consequences of multiple sclerosis: clinical and demographic predictors - a historical prospective cohort study. *Eur J Neurol* 2010.
2. Koch-Henriksen N, Sorensen PS. The changing demographic pattern of multiple sclerosis epidemiology. *Lancet Neurol* 2010; 9:520-32.
3. Scolding NJ, Franklin RJ. Remyelination in demyelinating disease. *Baillieres Clin Neurol* 1997; 6:525-48.
4. Zhao C, Zawadzka M, Roulois AJ, Bruce CC, Franklin RJ. Promoting remyelination in multiple sclerosis by endogenous adult neural stem/precursor cells: Defining cellular targets. *J Neurol Sci* 2008; 265:12-6.
5. Goldman SA, Lang J, Roy N, Schanz SJ, Sim FS, Wang S, et al. Progenitor cell-based myelination as a model for cell-based therapy of the central nervous system. *Ernst Schering Res Found Workshop* 2006; 60:195-213.



6. Rice C, Halfpenny C, Scolding N. Cell therapy in demyelinating diseases. *NeuroRx* 2004; 1:415-23.
7. Radtke C, Spies M, Sasaki M, Vogt PM, Kocsis JD. Demyelinating diseases and potential repair strategies. *Int J Dev Neurosci* 2007; 25:149-53.
8. Windrem MS, Nunes MC, Rashbaum WK, Schwartz TH, Goodman RA, McKhann G et al. Fetal and adult human oligodendrocyte progenitor cell isolates myelinate the congenitally dysmyelinated brain. *Nat Med* 2004; 10: 93-7.
9. Greenfield JP, Ayuso-Sacido A, Schwartz TH, Pannullo H, Souweidane M, Stieg PE et al. Use of human neural tissue for the generation of progenitors. *Neurosurgery*. 2008; 62: 21-37.
10. Ayuso-Sacido A, Roy NS, Schwartz TH, Greenfield JP, Boockvar JA. Long-term expansion of adult human brain subventricular zone precursors. *Neurosurg*. 2008; 62: 223-9.
11. Rice CM, Scolding NJ. Adult stem cells for the treatment of neurological disease. *Methods Mol Biol*. 2009; 549: 17-32.
12. Roy NS, Wang S, Harrison-Restelli C, Benraiss A, Fraser RA, Gravel M et al. Identification, isolation, and promoter-defined separation of mitotic oligodendrocyte progenitor cells from the adult human subcortical white matter. *J Neurosci*. 1999; 19: 9986-95.
13. Scolding NJ, Rayner PJ, Sussman J, Shaw J, Compston DA. A proliferative adult human oligodendrocyte progenitor. *Neuroreport*. 1995; 6: 441-5.
14. Farah MH, Olson JM, Sucic HB, Hume RI, Tapscott SJ, Turner DL. Generation of neurons by transient expression of neural bHLH proteins in mammalian cells. *Development*. 2000; 127: 693-702.
15. Nieto M, Schuurmans C, Britz O, Guillemot F. Neural bHLH genes control the neuronal versus glial fate decision in cortical progenitors. *Neuron* 2001; 29: 401-13.
16. Corbin JG, Gaiano N, Juliano SL, Poluch S, Stancik E, Haydar TF. Regulation of neural progenitor cell development in the nervous system. *J Neurochem*. 2008; 106: 2272-87.
17. Irvin DK, Zurcher SD, Nguyen T, Weinmaster G, and Kornblum HI. Expression patterns of Notch1, Notch2, and Notch3 suggest multiple functional roles for the Notch-DSL signaling system during brain development. *J Comp Neurol* 2001; 436: 167-81.
18. Tamak S, Eckert K, He D, Sutton R, Doshe M, Jain G et al. Engraftment of sorted/expanded human central nervous system stem cells from fetal brain. *J Neurosci Res*. 2002; 69: 976-86.
19. Palme TD, Schwartz PH, Taupin P, Kaspar B, Stein SA, Gage FH. Cell culture. Progenitor cells from human brain after death. *Nature*. 2001; 411: 42-3.
20. Schwartz PH, Bryant PJ, Fuja TJ, Su H, O'Dowd DK, Klassen H. Isolation and characterization of neural progenitor cells from post-mortem human cortex. *J Neurosci Res*. 2003; 74: 838-51.
21. Setoguchi T, Nakashima K, Takizawa T, Yanagisawa M, Ochiai W, Okabe M et al. Treatment of spinal cord injury by transplantation of fetal neural precursor cells engineered to express BMP inhibitor. *Exp Neurol*. 2004; 189: 33-44.
22. Imura T, Kornblum HI, Sofroniew MV. The predominant neural stem cell isolated from postnatal and adult forebrain but not early embryonic forebrain expresses GFAP. *J Neurosci*. 2003; 23: 2824-32.

#### 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.



## Importancia de los conocimientos en nutrición sobre las actitudes alimentarias, dieta e IMC en adolescentes escolarizados: un seguimiento a 30 meses

Importance of nutrition knowledge on eating disorders, dieting, and BMI in schooled adolescents: A 30-month follow-up

González M<sup>1</sup>, Penelo E<sup>2</sup>, Gutiérrez T<sup>1</sup>, Raich RM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departament de Psicologia Clínica i de la Salut, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus d'Excel·lència Internacional, España. <sup>2</sup> Laboratori d'Estadística Aplicada, Departament de Psicobiologia i Metodologia de les Ciències de la Salut, Universitat Autònoma de Barcelona, España.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

### Resumen

**Objetivo:** Evaluar el efecto de los conocimientos en nutrición sobre las actitudes alimentarias, la dieta y el índice de masa corporal (IMC) en una muestra de adolescentes a los 30 meses de recibir un programa preventivo.

**Método:** Mediante un diseño cuasi-experimental longitudinal prospectivo, 317 adolescentes fueron asignados a tres condiciones experimentales: Alfabetización en Medios (AM, 117 casos), Alfabetización en Medios y Conocimientos en Nutrición (AM+NUT, 70 casos) y grupo control (130 casos). Se evaluaron los conocimientos en nutrición (NUT), el IMC, las actitudes alimentarias (EAT) y la realización de dieta.

**Resultados:** Las puntuaciones del NUT en el seguimiento influyen sobre las puntuaciones en el EAT en el seguimiento, mientras que sólo el grupo AM+NUT reduce la realización de dieta en el seguimiento.

**Conclusión:** El grado de conocimientos en nutrición disminuye las actitudes alimentarias de riesgo en el seguimiento a largo plazo, pero no se asocia a cambios en el IMC ni sobre la realización de dieta. Ambas versiones del programa reducen las actitudes alimentarias alteradas, siendo AM+NUT preventivamente más potente, dado que también logra reducir el riesgo de hacer dieta.

**Palabras Clave:** Nutrición, dieta, índice de masa corporal, obesidad

### Abstract

**Objective:** To evaluate the effect of nutrition knowledge on eating attitudes, dieting and body mass index (BMI) in an adolescent student sample at a 30-month follow-up after receiving a prevention program.

**Method:** Using a quasi-experimental prospective longitudinal design, 317 adolescents were assigned to three experimental conditions: Media Literacy (ML, 117 cases), Media Literacy plus Nutrition Knowledge (ML+NUT, 70 cases), and control group (130 cases). Nutritional knowledge (NUT), BMI, eating attitudes (EAT), and dieting were assessed.

**Results:** NUT scores at follow-up influence on EAT scores at follow-up, while only the ML+NUT group reduces dieting at follow-up.

**Conclusions:** The level of nutrition knowledge decreases risk eating attitudes in a long-term follow-up, not being associated with BMI changes neither dieting. Both versions of the program reduce disordered eating attitudes, although ML+NUT version shows a higher prevention power, reducing also dieting.

**Key words:** Nutrition, dieting, body mass index, obesity

### Correspondencia

R. M. Raich.

Departament de Psicologia Clínica i de la Salut,  
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), España.  
rosa.raich@uab.cat



## Introducción

Las actitudes y comportamientos alimentarios de riesgo son bastante comunes entre la población adolescente [1]. La obesidad, el sobrepeso y los trastornos alimentarios entre jóvenes representan un problema de salud pública, con altos niveles de prevalencia y graves consecuencias a nivel de salud biopsicosocial [2][3]. El incremento del sobrepeso y la obesidad en la población adolescente conlleva graves complicaciones de la salud física y psicológica general [1][2][4] y aumenta el riesgo de padecer trastornos de la conducta alimentaria (TCA) los cuales presentan una de las tasas de mortalidad más elevadas de los trastornos psicológicos [5]. Por ello, en la última década se han dirigido numerosos esfuerzos hacia la identificación de factores de riesgo compartidos y hacia la integración de programas de prevención del amplio espectro de los denominados problemas relacionados con el peso [3][8].

Diversos estudios [6][3] señalan que un alto porcentaje de adolescentes, especialmente chicas, está preocupado por la grasa corporal y hace dieta con la intención de adelgazar, a pesar de la ineffectividad y de los efectos iatrogénicos asociados a esta práctica. En un reciente estudio longitudinal [2], el hacer dieta aparece como uno de los precursores más potentes de los TCA tanto clínicos como subclínicos, del trastorno por atracón [7], del sobrepeso y de la obesidad [2][8][9]. Del mismo modo, los adolescentes con un IMC elevando parecen estar más preocupados por la imagen y la forma corporal, se muestran más insatisfechos con su cuerpo, presentan más sintomatología depresiva y conductas poco saludables e incluso extremas de control del peso [10-14].

Neumark-Sztainer [15] señala que los conocimientos vagos en nutrición no serían suficientes para el desarrollo de un TCA, pero sí están presentes en cuadros clínicos. Por ello, proporcionar información correcta sobre nutrición, la herencia del peso, la forma y la distribución de la grasa corporal, así como los efectos reales de las dietas, podrían prevenir problemas de alimentación durante la adolescencia. De hecho, algunos estudios en adolescentes sugieren cierta coherencia entre el tipo de dieta y el grado de conocimientos nutricionales, pero esta relación podría estar mediada por el sexo, la edad y el tipo de escuela [9]. Smolak y Levine [16] señalan, en un seguimiento a dos años de los efectos de un programa preventivo de actitudes y comportamientos alimentarios y hacia el cuerpo alterados, que los participantes que recibieron el programa preventivo tenían más conocimientos alimentarios, se mostraban más satisfechos y tenían menos conductas de control de peso de riesgo que el grupo control. Así mismo, Crawford et al. [17] sugieren

que la educación nutricional puede influir positivamente sobre los conocimientos en nutrición, las actitudes y los comportamientos alimentarios de los participantes. En este sentido, el principal objetivo de los programas preventivos que incluyen educación nutricional en lugar del aprendizaje memorístico de contenidos, apunta a la aplicación de los mismos en conductas y actitudes alimentarias más saludables. El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de los conocimientos en nutrición sobre las actitudes alimentarias, la realización de dieta y el índice de masa corporal (IMC) en un seguimiento a 30 meses de una muestra de adolescentes escolarizados, después de recibir dos versiones de un programa preventivo.

## Material y metodología

Se utilizó un diseño cuasi-experimental longitudinal prospectivo, basado en la información recogida a través de los cuestionarios auto-informados que fueron administrados en el momento de iniciar el estudio y a los 30 meses, por parte del equipo de investigación y estudiantes de psicología entrenados. El equipo de recogida de datos se subdividió en función del número de cursos de 4º año de ESO en cada escuela, cuidando siempre que en cada curso estuvieran presentes dos miembros del equipo, más el profesor encargado en la sala, mientras que los dos miembros restantes de equipo se encargaron de pesar y medir a los jóvenes en un espacio habilitado que garantizaba la privacidad de dicha medición. Cada *dossier* tenía el código de identificación del participante, con objeto de asegurar la confidencialidad y al mismo tiempo el seguimiento de cada joven.

El Comité de Ética de la Universidad Autónoma de Barcelona y el Instituto Municipal de Salud y Bienestar Social (IMSABS) de Terrassa aprobaron la realización del presente estudio. Se obtuvo el consentimiento informado de las participantes y de sus progenitores y se garantizó la confidencialidad de los datos recogidos.

La muestra inicial estaba formada por 464 adolescentes (264 chicas y 200 chicos), con una edad media de 13 años ( $DE=0,5$ ) procedentes de siete escuelas públicas o concertadas de la ciudad de Terrassa, Barcelona. La asignación de las participantes a las condiciones experimentales se realizó considerando el tipo de escuela, utilizando las escuelas como unidades completas, para controlar el efecto *spill over* detectado en un estudio previo [18]. De este modo, los participantes fueron asignados a una de las tres posibles condiciones experimentales: a) Alfabetización en Medios (AM), constituido por dos escuelas, b) Alfabetización en Medios y conocimientos de Nutrición (AM+NUT), constituido por otras dos escuelas y c) una condición de control (sin trata-



miento), formado por las tres escuelas restantes. El 44,8% de los participantes procedían de escuelas públicas y el 55,2% de escuelas concertadas.

El 66,7% de la muestra inicial realizó el seguimiento a los 30 meses (317 adolescentes, 124 chicas y 193 chicos), con una media de edad de 16 (DE = 05) años y con la siguiente distribución: 117 adolescentes conformaban el grupo AM, 70 el grupo AM+NUT, mientras que 130 formaron el grupo control. Las pérdidas se debieron a ausencia el día de la evaluación, cambio de escuela o la entrega de cuestionarios incompletos. La distribución según origen de los participantes fue: 93,1% de Europa, 3,5% de América Central y del Sur, 2,2% de Marruecos y del restante 1,2% no se dispuso de la información.

### Instrumentos y Materiales

Se entregó un cuestionario de datos socio-biográficos: a través del cual se recogió información personal y familiar, incluyendo una pregunta sobre si se realiza dieta.

Medidas antropométricas: Las medidas de la altura y el peso de cada adolescente fueron recogidas *in situ* antes de iniciar el estudio y en el seguimiento a los 30 meses, utilizando una báscula (Tefal Sensitive Computer de 100gr) y un tallímetro de 2 m (Kawe-Kw 444.44), para calcular el Índice de Masa Corporal (IMC;  $\text{kg/altura}^2$ ).

Cuestionario de actitudes alimentarias EAT-40 (Eating Attitudes Test) [20], en su adaptación española [21]. Este cuestionario constaba de 40 ítems para evaluar e identificar personas en riesgo de padecer un trastorno alimentario. Es idóneo en la identificación de problemas alimentarios en poblaciones no clínicas, por lo que se considera un buen instrumento de cribado.

Cuestionario de Nutrición (NUT-Q). Este instrumento fue diseñado especialmente para este estudio, mide conocimientos nutricionales en relación a determinados tipos de alimentos básicos. El cuestionario constaba de 10 preguntas de opción múltiple. La puntuación total se obtiene mediante la suma de las preguntas contestadas correctamente, pudiendo oscilar entre 0 y 10 puntos. La consistencia interna al inicio del estudio fue baja ( $\alpha = 0,53$ ), pero aceptable en el post-test ( $\alpha = 0,72$ ).

Programa de prevención: Alimentación, modelo estético femenino y medios de comunicación: Cómo formar alumnos críticos en educación [22], basado en el modelo cognitivo-social de Bandura [23] y en la perspectiva de alfabetización en los medios [24]. El programa preventivo fue diseñado para ser aplicado a adolescentes de 12-14 años en la escuela, incluyendo dos componentes básicos: Nutrición (NUT) y Alfabetización en Medios (AM). El componente

NUT apunta a la clarificación de las falsas creencias sobre la nutrición, favoreciendo conocimientos específicos sobre una alimentación equilibrada. El componente AM desarrollaba diversos aspectos relacionados con favorecer el pensamiento crítico en áreas como el modelo estético femenino imperante, el tratamiento de este modelo en los medios de comunicación, la ineffectividad de las dietas y sus efectos reales a largo plazo en el incremento de la eficiencia metabólica y el activismo (con actividades concretas que impliquen el análisis crítico en profundidad de anuncios publicitarios elegidos por los estudiantes, el aprendizaje de cómo escribir cartas de denuncia a los medios de comunicación y/o a representantes de la industria de la moda), intercalados con estrategias de cómo hacer frente a los mensajes de los medios de comunicación. El formato era interactivo y centrado en los participantes, con un soporte multimedia dinámico. Consta de tres sesiones y de dos actividades y ejercicios de activismo entre las sesiones. Debe ser aplicado por expertos, profesores o profesionales con entrenamiento en manejo de grupos.

### Análisis Estadístico

Los datos recogidos fueron informatizados con el programa MS-Access 2000, utilizando formas protegidas para minimizar los errores de codificación. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS 15. Para analizar el efecto de los dos componentes del programa (AM y AM+NUT, respecto al grupo control), los conocimientos en nutrición (NUT) y el sexo sobre las variables consideradas a los 30 meses se utilizó regresión lineal múltiple para las variables dependientes cuantitativas (EAT e IMC) y regresión logística binaria para la variable dependiente dicotómica (realización de dieta, sí vs. no). Para los tres modelos se ajustó por los valores basales del inicio. La bondad de ajuste se evaluó mediante la  $R^2$  corregida (regresión lineal múltiple) o la  $R^2$  de Nagelkerke y el índice de Hosmer-Lemeshow (regresión logística binaria).

### Resultados

El IMC promedio de las chicas antes de comenzar el estudio fue de 21,15 (DE = 3,81), mientras que el de los chicos fue de 20,80 (DE = 3,33). El 30,8% cumplió los criterios para un estado nutricional de sobrepeso u obesidad, mientras que el 69,2% restante presentaba un estado nutricional normal [19]. El IMC promedio de las chicas 30 meses después fue de 22,24 (DE = 3,74), mientras que el de los chicos fue de 22,16 (DE = 3,18). La puntuación media al inicio del estudio en el EAT fue de 15,55 (DE = 9,91). A los 30 meses, un 24% cumplió los criterios para un estado nutricional de



sobrepeso u obesidad. El 9,5% de la muestra informó que hacía dieta para bajar de peso al iniciar el estudio y un 12,9% a los 30 meses. La puntuación media al final del estudio en el EAT fue de 11,24 (DE = 9,23).

En la Tabla 1 se observa que las puntuaciones en el cuestionario NUT en el seguimiento se asocian de forma negativa con las puntuaciones del EAT en dicho seguimiento (B = -0,51; p = ,026).

Además, puntuaciones más elevadas en el EAT en el seguimiento a los 30 meses, se asociaron de forma directa con mayores puntuaciones en el EAT al inicio del estudio (B = 0,37; p < ,001), IMC (B = 0,38; p = ,003) y el sexo femenino (B = 4,17; p < ,001). Por otro lado, el haber recibido el componente AM (B = -2,20; p = ,029) o AM+NUT (B = -3,75; p = ,001) se asoció a menores puntuaciones del EAT a los 30 meses, respecto al grupo control.

En relación al IMC, el único factor pronóstico estadísticamente significativo fue el IMC inicial (B = 0,84; p < ,001) (Tabla 1).

Por último, la realización de dieta al inicio del estudio (OR = 11,71; p < ,001) y el sexo femenino (OR = 4,95; p = ,001) se asociaron positivamente con la realización de dieta en el seguimiento, mientras que la versión AM+NUT del programa constituyó un factor protector (OR = 0,20; p = ,041) (Tabla 2).

## I Discusión

Este estudio se planteó evaluar el efecto de los conocimientos en nutrición sobre las actitudes alimentarias, la realización de dieta para adelgazar y el índice de masa corporal (IMC) en un seguimiento a 30 meses realizado en una muestra de adolescentes escolarizados después de recibir dos versiones de un programa preventivo. Los conocimientos en nutrición al inicio del estudio (NUT-Q) influyen positivamente sobre las actitudes alimentarias 30 meses después. De este modo, el tener más conocimientos en nutrición parece contribuir a la disminución del riesgo de presentar actitudes alimentarias alteradas. Por otro lado, el aumento de las

**Tabla 1.** Resultados de los modelos de regresión lineal múltiple para las puntuaciones totales del EAT y los valores del IMC en el seguimiento a los 30 meses:

Criterio	Variables predictoras	B (IC 95%)	Beta	p	F (p) <sup>a</sup>	Rc <sup>2b</sup>
EAT (seg30)	EAT (inicio)	0,37 (0,28; 0,46)	,41	<,001	27,97 (<,001)	,35
	NUT (Seg30)	-0,51 (-0,96; -0,06)	-,11	,026		
	IMC (Seg30)	0,38 (0,13; 0,63)	,15	,003		
	Sexo (chica)	4,17 (2,47; 5,88)	,23	<,001		
	AM	-2,20 (-4,15; -0,24)	-,12	,028		
	AM+NUT	-3,75 (-5,96; -1,53)	-,17	,001		
IMC (Seg30)	IMC (inicio)	0,84 (0,78; 0,90)	,86	<,001	159,49 (<,001)	,76
	NUT (Seg30)	-0,06 (-,16; 0,05)	-,03	,276		
	EAT (Seg30)	0,01 (-,01; 0,04)	,03	,390		
	Sexo (chica)	-0,16 (-0,57; 0,26)	-,02	,452		
	AM	-0,13 (-0,59; 0,33)	-,02	,572		
	AM+NUT	-0,19 (-0,72; 0,33)	-,02	,467		

<sup>a</sup> Test F para regresiones múltiples. <sup>b</sup> R cuadrado corregida.

**Tabla 2.** Resultados del modelo de regresión logística binaria para la realización de dieta en el seguimiento a los 30 meses:

Criterio	Variables predictoras	OR (IC 95%)	p	H-L <sup>a</sup>	R <sup>2b</sup>
Dieta (Seg30)	Dieta (inicio)	11,71 (4,50; 30,46)	<,001	,303	,285
	NUT (Seg30)	0,84 (0,68; 1,04)	,107		
	Sexo (chica)	4,95 (1,87; 13,08)	,001		
	Grupo		,021		
	AM	1,78 (0,78; 4,07)	,172		
	AM+NUT	0,20 (0,04; 0,94)	,041		

<sup>a</sup> Prueba de Hosmer-Lemeshow. <sup>b</sup> R cuadrado de Nagelkerke.



puntuaciones de las actitudes alimentarias de riesgo (EAT) se asociaría a las actitudes alimentarias de riesgo previas, a un IMC elevado y al sexo femenino, resultados que coinciden con estudios previos [2,7,9].

La disminución de las puntuaciones de las actitudes alimentarias de riesgo aparecen asociadas a haber recibido cualquiera de las versiones del programa preventivo, siendo la versión completa AM+NUT, la que logra resultados preventivos más potentes.

Con respecto al IMC, los conocimientos en nutrición adquiridos no influyen significativamente sobre el IMC en el seguimiento. De hecho, el único factor pronóstico estadísticamente significativo del IMC a los 30 meses es el IMC del inicio, lo cual coincide con estudios previos que sugieren que un IMC elevado resulta precursor de actitudes alimentarias de riesgo [25-28]. Sin embargo, ninguna de las dos versiones del programa preventivo tuvo efectos sobre el IMC, aunque se observa una disminución de un 6,8% en el porcentaje de adolescentes que cumplió los criterios para un estado nutricional de sobrepeso u obesidad en el seguimiento. A pesar de ello, un 24% sigue siendo una cifra elevada y preocupante para la población juvenil, comparable a la de otros países desarrollados [2-6]. Aún así, cabe señalar que el aumento promedio del IMC en el seguimiento de 1,2 puntos se puede relacionar con el proceso madurativo normal asociado a esta etapa del desarrollo.

Con respecto a los comportamientos de riesgo de control del peso, nuestros hallazgos señalan que los conocimientos en nutrición de los participantes en el seguimiento a los 30 meses no influyen sobre el hecho de estar haciendo dieta. Por otro lado, vemos que el haber hecho dieta previamente multiplica casi por 12 el riesgo de hacer dieta en el seguimiento, facilitando la cronificación de este comportamiento restrictivo. Tales resultados corroboran las diferencias de género asociadas al hecho de hacer dieta, siendo las chicas claramente más vulnerables a este comportamiento restrictivo [2]. Aún así, resultó particularmente alentador ver que en promedio la mayoría de los estudiantes no hace dieta para perder peso; de hecho, el porcentaje de los adolescentes que hace dieta disminuye en un 3,4% respecto al inicio del estudio.

Por otro lado, el haber recibido la versión AM del programa preventivo respecto al grupo control no parece haber afectado a la realización de dieta en el seguimiento. Sin embargo, el haber recibido la versión AM+NUT aparece como un factor protector respecto al grupo control. Así, la versión AM+NUT logra producir efectos preventivos a nivel de los comportamientos de riesgo tanto de TCA como de los problemas relacionados con el peso a largo plazo. Tales hallazgos resultan particularmente alentadores en este

campo, considerando la dificultad de favorecer cambios conductuales duraderos a través de programas preventivos [9]. Como señalan Kersting et al. [9], tener conocimientos nutricionales más precisos no está necesariamente asociado a comportamientos alimentarios más sanos. Tal relación podría estar mediada por otros factores. En este sentido, los logros asociados al programa preventivo se pueden relacionar sobretudo con el abordaje metodológico de los contenidos, más que con los conocimientos nutricionales en sí mismos, ya que éstos, en promedio, resultan particularmente bajos en estos estudiantes.

De este modo, en el grupo que recibió ambas versiones del programa (AM+NUT), además de trabajar la crítica al modelo estético femenino de extrema delgadez, los efectos iatrogénicos de las dietas, los factores hereditarios relacionados con la estatura, el peso y la forma corporal, también trabajó la evaluación y selección de menús equilibrados, respecto a otros menos saludables. Se potenció la participación y la aplicación práctica de los contenidos, facilitando la operacionalización de los conocimientos en nutrición recibidos en su realidad cotidiana. Lo anterior sugiere la necesidad de revisar la manera de presentar la información nutricional, tanto a nivel de los programas preventivos intensivos, como a nivel de currículo en las escuelas. Éstas tienden a trabajar temáticas preventivas desde un enfoque pedagógico racional académico [29], utilizando metodologías preferentemente psicoeducativas, las cuales son menos efectivas en producir cambios duraderos en el ámbito de los trastornos alimentarios [30].

Dentro de las limitaciones del presente estudio, la pérdida muestral del 33,3% aparece como uno de los elementos a mejorar a nivel de diseño experimental, sin embargo tal cifra sigue siendo inferior a otros estudios longitudinales similares [31]. Otra limitación relacionada con el diseño del presente estudio es el hecho de haber utilizado un diseño cuasi-experimental, presentando de este modo menor validez interna respecto a un diseño experimental totalmente aleatorizado a nivel de cada participante. Sin embargo, tal diseño parece menos viable en este contexto, si se quiere controlar el efecto *spill-over*. Además, el alto porcentaje de adolescentes que cumple los criterios para un estado nutricional de sobrepeso u obesidad, subraya la necesidad de potenciar los esfuerzos preventivos no sólo dirigidos a la mejora de la calidad de la ingesta alimentaria, sino también de la actividad física moderada diaria [3], siendo unos de los aspectos a mejorar en nuestro programa, además de trabajar la exploración diferencial de los tópicos preventivos por género.

Aún considerando esto, el programa desarrolla diversos



componentes destacados en intervenciones preventivas con mejores resultados [32], tales como un formato interactivo, el trabajo desde la psicología positiva, la implementación dada por expertos y los contenidos y metodologías críticas y participativas. De este modo, nuestro programa, particularmente la versión AM+NUT, muestra ser una herramienta eficaz para la prevención de trastornos alimentarios y problemas relacionados con el peso a largo plazo. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Goldschmidt A, Passi V, Sinton M, Tanofsky-Kraff M, Wilfley D. Disordered Eating Attitudes and Behaviors in Overweight Youth. *Obesity* 2008; 16:257-64.
2. Neumark-Sztainer, Wall M, Guo J, Story M, Haines J, Eisenberg. Obesity, disordered eating and eating disorders in a longitudinal study of adolescents: How dieters fare 5 years later? *J Am Diet Ass* 2006; 106:559-68.
3. Haines J, Neumark-Sztainer D. Prevention of obesity and eating disorders: a consideration of shared risk factors. *Health Educ Res* 2007; 21:770-82.
4. Neumark-Sztainer N, Story M, Hannan J, Perry C, Irving L. Weight-related problems and behaviours among overweight and non-overweight adolescents: Implications for preventing weight-related disorders. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2002; 156:171-8.
5. Cororve F M, Warren CS, Cepeda-Benito A, Gleaves DH. Eating disorder prevention research: A meta-analysis. *Eat Disord* 2006; 14:191-213.
6. Sancho C, Arijia M, Asorey O, Canals J. Epidemiology of eating disorders: A two-year follow-up in an early adolescent school population. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2007; 16:495-504.
7. Jacobi C, Hayward C, de Zwaan M, Kraemer HC, Agras WS. Coming to terms with risk factors for eating disorders: application of risk terminology and suggestions for a general taxonomy. *Psychol Bull* 2004; 130:19-65.
8. Neumark-Sztainer D. Preventing obesity and eating disorders in adolescents: What can health care providers do? *J Adolesc Health* 2009; 44:206-13.
9. Kersting M, Sichert-Hellert W, Vereecken CA, Diehl J, Béghin L, De Henauw S, et al. HELENA Study Group. Food and nutrient intake, nutritional knowledge and diet-related attitudes in Europe adolescents. *Int J Obes* 2008; 32:35-41.
10. Neumark-Sztainer D, Wall M, Haines J, Story M, Sherwood N, Van den Berg P. Shared risk and protective factors for overweight and disordered eating in adolescents. *Am J Prev Med* 2007; 33:359-69.
11. Barker M, Robinson S, Wilman C, Barker D. Behaviour, body composition and diet in adolescent girls. *Appetite* 2000; 35:161-70.
12. Crow S, Eisenberg M, Story M, Neumark-Sztainer D. Psychosocial and behavioral correlates of dieting among overweight and non-overweight adolescents. *J Adolesc Health* 2006; 38:569-74.
13. McCabe M, Ricciardelli L. A prospective study of extreme weight change behaviors among adolescent boys and girls. *J Youth Adolesc* 2006; 35:425-34.
14. Wardle J, Cooke L. The impact of obesity on psychological well-being in children. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2005; 19:421-40.
15. Neumark-Sztainer D. School-based programs for preventing eating disturbances. *J Sch Health* 1996; 66:64-71.
16. Smolak L, Levine, M. A two-year follow-up of a primary prevention programme for negative body image and unhealthy weight regulation. *Eat Disord* 2001; 9:313-25.
17. Crawford L, Kwon J, Nichols D, Rew M. Evaluation of the nutrition knowledge, attitudes, and food consumption behaviors of high school students before and after completion of a nutrition course. *Fam Consum Sci Res J* 2009; 37:523-34.
18. Raich RM, Sanchez-Carracedo D, Lopez-Guimerà G, Portell M, Moncada A, Fauquet J. A controlled assessment of school-based preventive programmes for reducing eating disorder risk factors in adolescent Spanish girls. *Eat Disord* 2008; 16: 255-72.
19. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ* 2003; 20:1240-3.
20. Garner D, Garfinkel P. The eating attitudes test: Validation of the symptoms of anorexia nervosa. *Psychol Med* 1979; 9:273-9.
21. Castro J, Toro J, Salamero M. The eating attitudes test: Validation of the Spanish version. *Eval Psicol* 1991; 7:175-90.
22. Raich, RM, Sánchez-Carracedo D, López-Guimerà G. Alimentación, modelo estético femenino y medios de comunicación. Cómo formar alumnos críticos en educación secundaria (2ª ed.). Barcelona: Graó; 2008.
23. Bandura, A. Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1986.
24. Levine M, Piran N, Stoddard C. Mission more probable: Media literacy, activism, and advocacy in the prevention of eating disorders. En: Piran N, Levine, M, Steiner-Adair C (Eds.), *Preventing Eating Disorders: A Handbook of Interventions and Special Challenges*. Philadelphia, PA: Brunner/Mazel; 1999. p. 3-25.



25. Espinoza P, Penelo E, Raich RM. Disordered eating behaviors and body image in a longitudinal pilot study of adolescent girls: What happens 2 years later? *Body Image* 2010; 7:70-3.
26. González M, Penelo E, Gutiérrez T, Raich RM. Seguimiento a los 30 meses de un programa de prevención: el IMC como predictor de sintomatología alimentaria en chicas escolarizadas. *C Med Psicosom* 2010; 95:35-43.
27. Neumark-Sztainer D, Wall M, Haines J, Story M, Sherwood N, Van den Berg P. Shared risk and protective factors for overweight and disordered eating in adolescents. *Am J Prev Med* 2007; 33:359-69.
28. Raich RM, Portell M, Peláez-Fernández MA. Evaluation of a school-based programme of universal eating disorders prevention: Is it more effective in girls at risk? *Eur Eat Disord Rev* 2010; 18:49-57.
29. Gimeno J. *El Curriculum: Una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata; 2007.
30. Stice E, Shaw H. Eating disorder prevention programs: A meta-analytic review. *Psychol Bull* 2004; 130:206-27.
31. Wilksch SM, Wade TD. Reduction of shape and weight concern in young adolescents: A 30-month controlled evaluation of a media literacy programme. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2009; 48:652-61.
32. Stice E, Shaw H, Marti A. A meta-analytic review of eating disorder prevention programmes: Encouraging findings. *Annu Rev Clin Psychol* 2007; 3:207-31.

---

#### 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.



## Desarrollo, implantación y evaluación de un programa de prescripción electrónica asistida de medicamentos en un hospital

Development, implementation and evaluation of an electronic drug prescribing program in a hospital

Esteva Jiménez L, Barrueco Fernández N, Such Díaz A, Sáez de la Fuente J, Esteban Alba C, Escobar Rodríguez I

Hospital Infanta Leonor. Servicio de Farmacia.

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

### Resumen

**Objetivo:** Desarrollar e implantar herramientas seguras y eficaces para la prescripción electrónica de los tratamientos farmacológicos.

**Material y método:** Se realizó una revisión bibliográfica para cada medicamento o principio activo incluido en la Guía Farmacoterapéutica del Hospital para recoger información acerca de sus interacciones y ajustes posológicos en insuficiencia renal. Se elaboró una base de datos con 62 interacciones clínicamente relevantes y otra de 531 fármacos con recomendaciones posológicas o de monitorización en función del grado de insuficiencia renal (IR).

**Resultados:** La integración de la base de datos de IR permite que desde el Servicio de Farmacia se pueda seleccionar a los pacientes con alteración en la función renal que tienen prescritos medicamentos que requieren ajuste posológico y asesorar sobre las recomendaciones individualizadamente, incorporando esta información a la historia clínica electrónica.

**Conclusión:** esta herramienta, ha mejorado el programa de prescripción electrónica, convirtiéndolo en una prescripción electrónica asistida.

**Palabras clave:**

Farmacia hospitalaria, Interacción medicamento, Insuficiencia renal.

### Abstract

**Objective:** Develop and implement safe and effective tools for computer provider order entry to serve as clinical decision support.

**Material and methods:** A literature review was performed for each drug included in the Hospital's pharmaceutical guide for collecting information on clinically relevant drug interactions and dose adjustments in renal failure

**Results:** A database with 62 clinically relevant interactions was developed and integrated into the hospital information program. When an interaction is detected at the time of prescribing an alert is generated to report on its consequences and alternatives. Another database with 531 drugs with dosing or monitoring recommendations specific to the degree of renal failure in each patient was developed and integrated into the hospital information system, so that from the Pharmacy Department we can select patients with impaired renal function who have been prescribed drugs that require dose adjustment and advise on the dosage recommendations for each patient.

**Conclusion:** Due to the development and implementation of these tools, we have improved our computer provider order entry with a clinical decision support system.

**Key words:**

Pharmaceutical care, Drug interactions, Renal failure.

### Correspondencia

I. Escobar Rodríguez

Hospital Infanta Leonor. Servicio Madrileño de Salud.

Avda. Gran Vía del Este, 80, 28031 Madrid.

ismael.escobar@salud.madrid.org



## Introducción

Los acontecimientos adversos a medicamentos (AAM) tienen una considerable repercusión sobre la morbilidad y mortalidad de los pacientes ingresados [1], incrementando tanto el coste medio de la estancia hospitalaria [2] como los ingresos en servicios médicos asistenciales [3]. La complejidad del proceso de utilización de los medicamentos es tal que los errores asociados a su empleo pueden aparecer en uno, varios o incluso todos los pasos intermedios que abarcan desde la prescripción médica hasta la administración del fármaco al paciente. Sin embargo, la prescripción médica sigue siendo uno de los principales procesos donde se generan errores relacionados con los medicamentos [4]. El desarrollo de los sistemas de prescripción electrónica de medicamentos (PE) y su implantación ha sido valorado como uno de los puntos clave para aumentar la seguridad en la utilización de medicamentos. Esto es particularmente útil cuando la PE se integra con la historia clínica electrónica desde un punto de vista global (laboratorio, radiología...) y/o con sistemas de información de medicamentos o de ayudas a la decisión clínica, en lo que se denomina Prescripción Electrónica Asistida (PEA).

Se consideró iniciar un proyecto de mejora en el actual sistema de prescripción electrónica de medicamentos, en nuestro hospital, para mejorar la calidad de la prescripción y siguiendo las recomendaciones del Grupo de Trabajo TECNO (Grupo de Evaluación de Nuevas Tecnologías), perteneciente a la Sociedad Española de Farmacia Hospitalaria (SEFH) [5]. El proyecto se ha centrado en el desarrollo

e implantación de herramientas de ayuda a la decisión clínica en dos aspectos de la farmacoterapia, las interacciones farmacológicas clínicamente relevantes entre medicamentos y ajustes de dosis de medicamentos según el grado de insuficiencia renal (IR) del paciente.

## Material y métodos

Para cada uno de los medicamentos incluidos en la Guía Farmacoterapéutica (GFT) del hospital, se realizó una revisión bibliográfica de las interacciones con otros medicamentos y del ajuste posológico en caso de insuficiencia renal. Se revisaron las fichas técnicas de todos los medicamentos [6] y se consultaron bases de datos de información clínica de medicamentos (Drugdex-Micromedex® y Lexi-Comp®) [7][8] y en el caso de los antirretrovirales se siguieron las recomendaciones del Grupo de Estudio de SIDA (GESIDA) [9].

Para cada interacción se recogió la siguiente información, los dos medicamentos que interactúan y la vía de administración, el efecto que resulta de esta interacción, la relevancia clínica, clasificando las interacciones en cinco categorías según su importancia clínica (Tabla 1), la descripción detallada de la interacción, el comienzo de acción o tiempo que tarda la interacción en evidenciarse y las recomendaciones de prescripción y/o de administración que asesoren al médico prescriptor a la toma de decisión en relación a la interacción.

Para los ajustes en IR se recogió la siguiente información, rangos de ajuste definidos para cada medicamento y las re-

Tabla 1. Clasificación de las interacciones farmacológicas según el grado de relevancia clínica [8]

Categoría 1	Interacción no conocida. No hay datos que sugieran la existencia de interacciones entre ambos compuestos.
Categoría 2	Hay datos que sugieren una interacción entre ambos compuestos pero hay poca evidencia de las implicaciones clínicas derivadas de su uso concomitante.
Categoría 3	Monitorizar terapia: hay datos que sugieren una interacción clínicamente significativa entre ambos compuestos, pero los beneficios de su uso concomitante superan los riesgos. No obstante, debería ser llevada a cabo una monitorización adecuada del paciente para poder identificar efectos negativos potenciales. Puede ser necesario un ajuste de dosis de uno o ambos compuestos.
Categoría 4	Considerar modificación de la terapia. Hay datos que sugieren una interacción clínicamente significativa entre ambos compuestos, pero debe de ser determinado de forma individual para cada paciente la relación beneficio/riesgo. Se debe de actuar de manera específica con el fin de minimizar los riesgos asociados a su uso concomitante y de establecer el beneficio del uso. Puede ser necesario cambios en la dosis, monitorización intensiva o cambios a compuestos alternativos.
Categoría 5	Evitar combinación: Interacción clínicamente significativa, el riesgo asociado al uso concomitante de estos compuestos supera los beneficios. Generalmente se su considera uso concomitante contraindicado.



comendaciones posológicas o de monitorización concretas según la función renal del paciente y del rango de ajuste definido para cada medicamento.

Una vez elaboradas las bases de datos se procedió a su integración en el sistema de información del hospital, tanto en el módulo de prescripción electrónica como en el sistema informático del Servicio de Farmacia. También se requirió la integración de parámetros analíticos de los pacientes para la valoración de su función renal.

Para mantener estas bases de datos actualizadas, de forma puntual, cada vez que se incluía un medicamento en la Guía Farmacoterapéutica (GFH) del Hospital, el facultativo especialista responsable del Servicio de Farmacia revisaba sus interacciones y si requería un ajuste posológico en IR. Si es necesario, se incorpora la información obtenida a las bases de datos. También, si es necesario, se actualizan las bases de datos con las alertas generadas por las distintas agencias reguladoras de medicamentos. Además, cada año se revisan las bases de datos para su actualización.

## I Resultados

Se revisaron un total de 630 principios activos y 1.220 especialidades farmacéuticas, elaborando dos bases de datos. 1. Base de datos de Interacciones con 357 interacciones, eligiendo las de mayor riesgo, interacciones de categoría 5 (evitar combinación) y las de mayor relevancia clínica dentro de la categoría 4 (valorar beneficio/riesgo). La base de datos final incluyó 62 interacciones clínicamente relevantes en las que estaban implicados 59 principios activos incluidos en la GFT; 2. Base de datos de ajustes en IR que incluyó 531 fármacos. Se elaboraron las recomendaciones posológicas o de monitorización concretas para cada uno de ellos en función del grado de insuficiencia renal de cada paciente. Ante distintas recomendaciones para un mismo fármaco se adoptaron las más sencillas para el personal de enfermería y las que permitieran mejorar la eficiencia del proceso de administración de medicamentos, evitando el fraccionamiento de viales en los casos en los que se podía ajustar aumentando el intervalo posológico. En colaboración con los responsables del sistema de información del hospital, se integraron las bases de datos elaboradas con el sistema de prescripción médica electrónica.

La integración de la base de datos de interacciones generó un mensaje de alerta a tiempo real, en el mismo instante de la prescripción médica, cuando se prescriben dos o más medicamentos que interaccionan. Este aviso se remitió a un documento, situado en el propio entorno de la historia clínica electrónica, con toda la información registrada de la interacción correspondiente, permitiendo al médico su va-

loración y la toma de medidas oportunas en el contexto clínico individual del paciente. El documento también remitía a la consulta con el Servicio de Farmacia para ampliar la información o resolver cualquier duda sobre esta o cualquiera de las interacciones.

La integración de la base de datos de IR permitió la asociación de la recomendación específica de ajuste en cada medicamento. De esta forma, cuando se prescribía uno de estos medicamentos aparecía marcado con las siglas IR en el programa de validación del Servicio de Farmacia, siendo posible consultar la recomendación específica para ese medicamento. Para identificar y localizar a los pacientes susceptibles de requerir ajuste posológico, se procedió a la integración de las analíticas de los pacientes en el sistema informático de validación de tratamientos fármaco terapéuticos prescritos del Servicio de Farmacia. Diariamente se realizó una descarga de la valoración de la función renal (MDRD-4) de los pacientes y se introdujo en el apartado de datos clínicos de la orden médica de forma automática.

Estas dos integraciones permitían consultar los valores de MDRD-4 de todas las analíticas realizadas a los pacientes, los medicamentos con necesidad de ajuste posológico por IR y la recomendación de ajuste elaborada en la misma pantalla de la orden médica, lo cual además de aportar una ayuda a la decisión clínica, aumenta la eficiencia del proceso.

La información generada en este proceso de validación se trasladaba al apartado reservado para comentarios del Servicio de Farmacia de la historia clínica electrónica del hospital, de manera que quedaba disponible, como un elemento informativo y de asesoramiento, para su correspondiente valoración por parte del médico, constituyendo una herramienta de apoyo a la decisión clínica.

Posteriormente, se diseñó un listado, diario y automático, de los pacientes con un filtrado glomerular menor de 60 ml/min/ 1,73 m<sup>2</sup>, y los fármacos que tenían prescritos y que requerían ajuste y una recomendación posológica. Esta sistematización aumentó la eficiencia del proceso, localizando inmediatamente a todos los pacientes susceptibles de requerir ajuste por insuficiencia renal. Una vez integradas las bases de datos, se comprobó su correcto funcionamiento y se elaboró una guía de manejo, para el caso de las interacciones que se envió a todos los facultativos del hospital, con instrucciones claras relativas al funcionamiento y el significado de estas ayudas a la prescripción. Durante ese periodo se incluyó un nuevo medicamento en la GFT y, por tanto, se realizó una actualización de las bases de datos, introduciendo las interacciones clínicamente relevantes en las que estaban implicados otros 13 principios activos y las recomendaciones específicas de ajuste en IR.



## I Discusión

En todos los proyectos de mejora emprendidos por diferentes instituciones, incluyendo el Plan de Calidad del Sistema Nacional de Salud [10], la seguridad del sistema de utilización de los medicamentos se contempla como una de las áreas fundamentales, ya que los errores de medicación son los tipos más frecuentes de AAM y de los que se dispone de más información, fundamentalmente de aquellos que suceden en el ámbito hospitalario. Este hecho ha sido constatado en el estudio ENEAS [11], cuyos hallazgos indican que un 37,4% de los acontecimientos adversos detectados en pacientes ingresados estaban causados por medicamentos, de los que un 34,8% eran prevenibles. Se ha observado que los errores de medicación pueden causar acontecimientos adversos en el 1,4% de los pacientes hospitalizados [12] y que motivan entre un 4,7% y un 5 % de los ingresos hospitalarios [13]. Estos datos dan idea de la gran trascendencia sanitaria que representan los errores de medicación y de la necesidad de desarrollar programas de prevención.

Entre los motivos que originan los errores de medicación en la prescripción médica se encuentran la falta de información específica del paciente y del medicamento en el momento de la prescripción [14]. De esta forma, la Prescripción Electrónica Asistida constituye una de las estrategias de seguridad propuestas por múltiples organismos y sociedades de la salud como son, el Institute for Safe Medication Practices (ISMP), el National Quality Forum (NQF) [15], Joint Commission on Accreditation of Health - Care Organizations (JCAHO) y la American Society of Health-System Pharmacists, entre otros.

Con la introducción de ayudas sencillas, como el chequeo automático de alergias, la selección por defecto de la posología más habitual y la vía de administración, el cálculo de dosis por kilogramo de peso o superficie corporal, la información de interacciones entre los distintos medicamentos, y otras alertas interactivas se puede mejorar de forma importante la eficacia y seguridad global del proceso de prescripción-dispensación-administración [16-19]. Por tanto, PEA junto con los sistemas soporte para la toma de decisiones, se presenta como una herramienta con enorme potencial para aumentar la seguridad de los pacientes ingresados, así como la eficiencia del proceso fármaco terapéutico, ya que son un soporte para la aplicación de políticas y protocolos que optimicen la utilización de recursos.

A pesar de todo ello, el porcentaje de su implantación en los hospitales españoles es bajo, tal y como reflejan los resultados del estudio *Evaluación de la seguridad de los sistemas de utilización de medicamentos en los hospitales espa-*

*ñoles 2007* [20]. Según los resultados de este estudio, en los hospitales españoles se alcanza un porcentaje del 31,7% en el caso de incorporación de la prescripción electrónica y un porcentaje medio de disponibilidad de alertas y ayudas a esta prescripción de un 25,8%. Un porcentaje de 34,1% y 58,5% en cuanto al registro y alertas sobre alergias y un 12,5% en la exigencia de que el prescriptor justifique el motivo cuando ignore una alerta relevante en el sistemas informático. Estos puntos, por tanto, constituyen áreas de mejora en las que trabajar para aumentar la seguridad de los sistemas de utilización de medicamentos. Sin embargo, las áreas más innovadoras conllevan una gran inversión en tecnología, personal y formación, señalando que entre las barreras que obstaculizan su implantación se encuentra el elevado coste de las mismas y la complejidad que puede entrañar su ejecución.

Estos motivos nos han llevado a desarrollar e implantar un sistema que sea una herramienta segura y eficaz para la prescripción electrónica de los tratamientos farmacológicos, que sirva de soporte a la decisión clínica, aumentando la seguridad en el uso de los medicamentos, la eficiencia en el proceso fármaco terapéutico y, por tanto, la calidad en la asistencia sanitaria. Dada la amplitud del proyecto nos hemos centrado inicialmente en la detección de interacciones clínicamente relevantes y en los ajustes posológicos en insuficiencia renal, mejorando así la farmacoterapia de un amplio número de pacientes. La probabilidad de que un paciente sufra interacciones aumenta exponencialmente con el número de fármacos que toma, de tal forma que cuando un paciente recibe de 2 a 5 medicamentos tiene un 20% de posibilidades de presentar una interacción y si recibe 6, hasta un 80%. Es importante conocer las interacciones clínicamente relevantes ya que pueden ser la causa de una ineficacia del tratamiento o la aparición de toxicidad [21][22] y, de hecho, las interacciones presentan uno de cada 6 efectos adversos que generan ingresos hospitalarios [23]. Por otro lado, más de dos tercios de las interacciones se pueden resolver de forma adecuada cambiando uno de los fármacos implicados [24], lo que supone una gran reducción del riesgo si se aplican programas de detección y resolución que sean eficaces.

Se ha estado explorando con los responsables del sistema de información un cambio global del sistema de alerta, que estará disponible en breve, que no necesite la consulta del documento de información sobre interacciones, sino que se incluya la información correspondiente a esta interacción en la misma ventana de aviso inicial, para mejorar la rapidez de la disponibilidad de la información

La insuficiencia renal puede provocar una disminución de



**Tabla 2.** Categorías de funcionalidad renal en los pacientes con enfermedad renal crónica basadas en el filtrado glomerular (FG) [22].

Estadio	Descripción	FG (ml/min/1,73m <sup>2</sup> )
1	Daño renal con FG normal o aumentado	>90
2	Daño renal con FG moderadamente reducido	60-89
3	Descenso moderado del FG	30-59
4	Descenso severo del FG	15-29
5	Fallo renal	< 15 (ó diálisis)

la eliminación de los medicamentos, produciendo su acumulación y pudiendo causar efectos no deseados. Para asegurar la eficacia y seguridad de los fármacos y evitar su posible nefrotoxicidad en presencia de deterioro renal habrá que tener en cuenta este riesgo de acumulación, el índice terapéutico y el riesgo de toxicidad renal del fármaco. Por ello, se debe ajustar la dosis de los fármacos según la función renal del paciente (Tabla 2) [25][26]. En función de las características cinéticas de cada fármaco podrá ser necesario disminuir la dosis, aumentar el intervalo posológico o ambos.

Con la implantación de estas herramientas, hemos mejorado el programa de prescripción electrónica, convirtiéndolo en una prescripción electrónica asistida. Con esto ofrecemos a los clínicos herramientas de ayuda a la toma de decisiones en aspectos relacionados con el tratamiento farmacológico y prevenir problemas relacionados con los medicamentos en el paciente. ■

### Agradecimientos

Agradecemos a FUNDACIÓN MAPFRE la ayuda concedida para el desarrollo del presente proyecto.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bates DW, Cullen DJ, Laird N, Peterson LA, Small SD, Servi D, et al. Incidence of adverse drug events and potential adverse drug events: implications of prevention. ADE prevention study group. JAMA 1995; 274:29-34.
2. Bates DW, Spell N, Cullen DJ, Burdick E, Laird N, Petersen LA, et al. The costs of adverse drug events in hospitalized patients. ADE Prevention Study Group. JAMA 1997; 277:307-11.
3. Otero López MJ, Alonso Hernández P, Maderuelo Fernández JA, Ceruelo Bermejo J, Domínguez-Gil Hurlé A, Sán-

chez Rodríguez A. Prevalencia y factores asociados a los acontecimientos adversos prevenibles por medicamentos que causan el ingreso hospitalario. Farm Hosp. 2006; 30:161-71.

4. Leape LL, Bates DW, Cullen DJ, Cooper J, Demonaco HJ, Gallivan T, et al. System analysis of adverse drug events. ADE Prevention Study Group. JAMA 1995; 274:35-43.
5. Prescripción electrónica asistida (PEA). Grupo de evaluación de nuevas tecnologías TECNO. S.E.F.H. Disponible en: [www.sefh.es](http://www.sefh.es)
6. Fichas técnicas de medicamentos disponibles en: <https://si-naem4.agemed.es/consaem/fichasTecnicas.do?metodo=detailedForm&version=new>
7. DRUGDEX® Evaluations. Micromedex. Disponible en: <http://www.thomsonhc.com/hcs/librarian>
8. Lexicomp®. Disponible en: <http://online.lexi.com/crlsql/servlet/crlonline>
9. Recomendaciones de GESIDA/Plan Nacional sobre el Sida para la evaluación y el tratamiento de las alteraciones renales en la infección por el VIH. Abril 2009. Disponible en: <http://www.msps.es/ciudadanos/enfLesiones/enfTransmisibles/sida/publicaciones/recomendaciones.htm>
10. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud. Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; Abril 2007. Disponible en: <http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/planCalidad2007.pdf>
11. Estudio Nacional sobre los efectos adversos ligados a la hospitalización (ENEAS 2005). Agencia de Calidad del Sistema Nacional de Salud. Informe. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo; Febrero 2006.
12. Otero López MJ, Alonso Hernández P, Maderuelo Fernández JA, Garrido Corro B, Domínguez-Gil A, Sánchez Rodríguez A. Acontecimientos adversos prevenibles por medicamentos en pacientes hospitalizados. Med Clí (Barc) 2006; 126:81-7.
13. Martín MT, Codina C, Tuset M, Carné X, Nogué S, Ribas J. Problemas relacionados con la medicación como causa del ingreso hospitalario. Med Clin (Barc) 2002; 118:205-10.
14. Lesar TS, Briceland L, Stein DS. Factors related to errors in medication prescribing. JAMA 1997; 277:312-7.
15. The National Quality Forum. Safe practices for better healthcare-2009 update: a consensus report. Washington, DC: NQF; 2009. Disponible en: [http://www.qualityforum.org/Publications/2009/03/Safe\\_Practices\\_for\\_Better\\_Healthcare%e2%80%932009\\_Update.aspx](http://www.qualityforum.org/Publications/2009/03/Safe_Practices_for_Better_Healthcare%e2%80%932009_Update.aspx)
16. Kaushal R, Shojania KG, Bates DW. Effects of computerized physician order entry and clinical decision support sys-



- tems on medication safety: a systematic review. *Arch Intern Med* 2003; 163:1409-16.
17. Kuperman GJ, Gibson RF. Computer physician order entry: Benefits, costs and issues. *Ann Intern Med* 2003; 139:31-9.
18. Bates DW, Leape LL, Cullen DJ, Laird N, Petersen LA, Teich JM, et al. Effect of computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors. *JAMA* 1998; 280:1311-6.
19. Teich JM, Merchia PR, Schmitz JL, Kuperman, Spurr CD, Bates DW. Effects of computerized physician order entry on prescribing practices. *Arch Intern Med* 2000; 160: 2741-7.
20. Agencia de Calidad del SNS Ministerio de Sanidad y Consumo. Evaluación de la seguridad de los sistemas de utilización de medicamentos en los hospitales españoles (2007). Informe. Mayo 2008. Disponible en: <http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/evaluacionSeguridad-SistemasMedicamentos.pdf>
21. De Blas B, Laredo DM, Vargas E. Interacciones de los fármacos más consumidos. *Inf Ter Sist Nac Salud* 2004; 28:1-11.
22. Junlink DN, Mandani M, Kopp A, Lanpacis A, Reldemeier DA. Drug-Drug interactions among elderly patients hospitalized for drug toxicity. *JAMA* 2003; 289:1652-8.
23. Pirmohamed M, James S, Meaken S, Green C, Scott AK, Walley TJ et al. Adverse drug reactions as cause of admission to hospital: prospective analysis of 18820 patients. *BMJ* 2004; 1329:15-9.
24. Agencia de calidad sanitaria. Junta de Andalucía. Mejora de la calidad en farmacoterapia: detección y prevención de interacciones farmacológicas en pacientes ancianos polimedicados. Incidencia de las interacciones entre fármacos en pacientes polimedicados en un ámbito rural. Disponible en: [www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es)
25. Munar MY, Singh H. Drug dosing adjustments in patients with chronic kidney disease. *Am Fam Physician* 2007; 75:1487-96.
26. Flórez J, Armijo JA, Mediavilla A. Factores patológicos que condicionan la respuesta a los fármacos. En: *Farmacología humana*. 3ª ed. Barcelona: Masson SA; 2000. p.131.

#### 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

---

## Oscar Huntington Allis. 1826-1921

---

### Epónimos asociados

**Pinzas de Allis:** pinzas, desarrolladas durante una anastomosis intestinal, largas y serradas (Figura 1).

**Signo de Allis:** relajación de la fascia entre la cresta ilíaca y el trocánter mayor es un signo de fractura de cuello femoral.



Fig. 1.

### Biografía

Allis nació el 9 de septiembre de 1836 en Holley (New York). Graduado en el Jefferson Medical College en 1866, realizó su internado en el Philadelphia General Hospital; siendo posteriormente cirujano en el Presbyterian Hospital de Philadelphia. Se dedicó fundamentalmente a la Cirugía Ortopédica, llegando a ser considerado una autoridad en el tratamiento de las fracturas y luxaciones. De hecho, en 1895 recibió un premio de 1.000 \$ por su monografía sobre la reducción de las luxaciones de cadera.

Hoy, el fórceps de Allis sigue siendo un instrumento fundamental en todo tipo de cirugías. Murió el 16 de mayo de 1921 de una hemorragia cerebral, a la edad de 84 años.

---

## Jacques Calvé. 1875-1954

---

---

### Arthur Legg. 1874-1939

---

---

### Georg Perthes. 1869-1927

---

### Epónimos asociados

**Síndrome de Calvé:** necrosis epifisaria con aplanamiento de los cuerpos vertebrales en los niños.

**Enfermedad de Calvé-Kümmell Verneuil:** necrosis avascular del cuerpo vertebral.

**Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes:** alteración de la cadera en crecimiento en la que se produce una necrosis y un intento de reparación, acompañado de lesión variable del cartílago epifisario y fisario con cambios secundarios en el tamaño y forma del cartílago articular [1] (Figura 1).

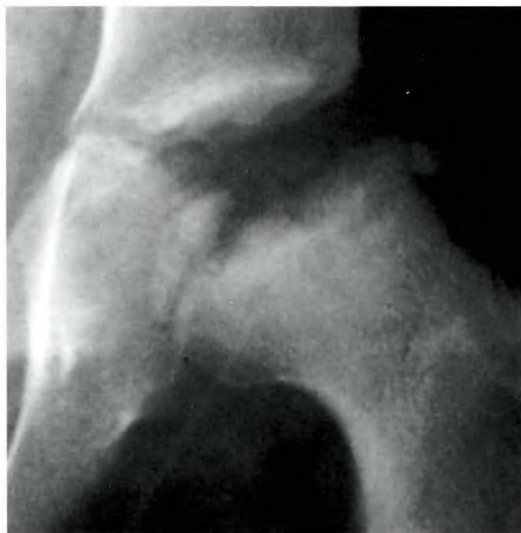


Fig. 1.

### Biografías

**Jacques Calvé,** cirujano ortopédico, nació el 18 de agosto de 1875 en París y murió en Berck-sur-Mer en 1954. Estudió en París y recibió su doctorado en 1906. Desde 1906 hasta 1920 trabajó en el hospital de Berck Plage, en la costa norte de Francia, un sanatorio *maritime* dedicado al tratamiento de la tuberculosis osteoarticular. Cuando fue nombrado director del hospital, recaudó fondos para hacer uno nuevo con una escuela de oficios para los niños reco-



giendo dinero, además de en Francia, entre los franceses residentes en los Estados Unidos por lo que fue denominado Fundación Franco-Americaine de Berck. Calvé se casó con la hija de un oficial del Ejército de los EE.UU lo que facilitó que, después de la liberación de Francia al finalizar la II guerra mundial, se fuera a vivir a los Estados Unidos. Volvió a Berck en 1953, donde murió en su antiguo hospital a los 79 años de edad. A Calvé también se le recuerda por haber realizado un método de drenaje del mal de Pott con paraplegia, drenando el absceso a través de una ventana efectuada en la vértebra.

**Arthur Thornton Legg** se graduó en la Harvard Medical School (Boston) en 1900. En 1910, cuando describió la enfermedad que lleva su nombre, era asistente en el Childrens Hospital de Boston.

**Georg Clemens Perthes** nació el 17 de enero de 1869 en Moers, Alemania. En 1891 recibió el doctorado en medicina por la Universidad de Bonn donde trabajó como cirujano hasta trasladarse a Leipzig como ayudante de Friederich Trendelenburg (1844-1924), hasta ser nombrado jefe de cirugía en Tübingen. Pasó un año como cirujano en la ciudad portuaria de Qingdao (China) y realizó un estudio radiográfico de los pies vendados de las mujeres de la región.

Probó desde su origen las posibilidades de los rayos X descubiertos por Roentgen pocos años antes. En 1898 efectuó la primera radiografía de cadera a un paciente con la alteración que lleva su nombre aunque los resultados se publicarían algunos años después. Como cirujano aportó diferentes técnicas como el drenaje de losempiemas y la utilización del manguito neumático para efectuar la hemostasia durante cirugía de las extremidades. También describió un test, conocido como test de Perthes o de Delbet-Mocquot, para estudiar el comportamiento de la vena femoral profunda, antes de efectuar una cirugía de varices. Perthes falleció en Arosa, Italia, de un infarto, en 1927.

La biografía de estos tres cirujanos nunca coincidió ni tampoco compitieron entre sí. Una serie de publicaciones realizadas simultáneamente llevó a unir estas tres personalidades tan diferentes. La enfermedad de Legg-Calvé-Perthes o «perthes», fue descrita con el nacimiento de la radiología, apareciendo la mayoría de los trabajos entre 1909 y 1910 publicados por Henning Waldestrom, de Estocolmo (Suecia), Jacques Calvé, de Berck (Francia), Georg Perthes, de Leipzig (Alemania) y Arthur Legg, en Boston (EEUU).

Paul Sourdat [2], colega de Calvé, describió e ilustró en su tesis doctoral los cambios radiográficos que tenían lugar en la cadera dolorosa de niños y adolescentes. Calvé describió «su»

enfermedad apoyado en radiografías efectuadas a 500 niños con tuberculosis de cadera. Diez de estos niños presentaban, además, aplanamiento y fragmentación de la epífisis, algo que Calvé supo diferenciar muy bien del proceso tuberculoso [3].

El orden de las publicaciones de los diferentes trabajos no ha quedado libre de controversia [4]. En marzo de 1909, Waldestrom presentó sus conclusiones en una conferencia celebrada en Estocolmo, donde describía sus hallazgos clínicos y radiográficos de la necrosis avascular de la cabeza femoral, que se vieron olvidados pues atribuyó su etiología a un modo diferente de tuberculosis [5]. En junio de ese mismo año, Legg [6] presentaba, en una reunión celebrada en Hartford, CT, EEUU, una descripción de los cambios en la cabeza femoral que serían luego publicados en su tesis doctoral, defendida en julio del mismo año.

Sourdat [2], por su parte, recogió ocho casos de alteración de la cadera en la infancia publicados, en 1910, como *La coxalgie en radiographie*. El 17 de febrero de 1910 veía la luz el trabajo de Legg [6], *An obscure affection of the hip joint*, en el Boston Medical and Surgical Journal, mientras Calvé publicaba algo más tarde, en julio de 1910, *Sur une forme particuliere pseudo-coxalgie. Greffee sur des deformations caracteristiques de l'extremite superieure du femur*, en la Revue Chirurgie, y Perthes [7], daba a conocer su *Über Arthritis Deformans Juvvenilis*, en el Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, en octubre de 1910.

La patología fue pronto conocida como enfermedad de Legg-Calvé-Perthes; aunque fue Waldestrom [8] quien propuso el nombre de coxa plana a lo que se apuntaría Calvé, en 1921 [9]. Por su parte Legg acuñaba el término de «osteochondral trophopathy» [10] que, por suerte, nadie tomó en cuenta, ni siquiera él mismo en una publicación posterior [11].

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shapiro F. Pediatric orthopedic deformities. basic science, diagnosis and treatment. Londres: Academic Press, 2001, pp:272-368.
2. Sourdat P. La coxalgie en radiographie. Arch Prov Chir 1910; 330-50.
3. Calvé J. Sur une forme particuliere de pseudo-coxalgie. Rev Chir 1910; 42:54-84
4. Sundt H. Malum coxae Calvé – Legg – Perthes. zentralblatt f Chir 1920; 22:537-8.
5. Waldenstrom H. Der obere tuberkulose collumherd. Zeitschr f Orthop Chir 1909; 24:487-512.



6. Legg AT. An obscure affection of the hip joint. Boston Med Surg J 1910; 162:202-4.
7. Perthes G. Über arthritis deformans juvenilis. Deut Zeit f Chir 1910; 107:111-59.
8. Waldenstrom H. Coxa plana, osteochondritis deformans coxae. calve – Perthes'sche Krankheit, Legg's disease. Zentralblaatt f Chir 1920; 47:539-42.
9. Calve J. Coxa plana. La Press Med 1921; 29:383-5.
10. Legg AT. Osteochondral trophopathy of the hip joint. Surg Gynec Obstet 1916; 22:307-23.
11. Legg AT. The end results of coxa plana. J Bone Joint Surg 1927; 9:26-34.

## Joseph C Risser. 1892-1982

### Epónimos asociados

**Signo de Risser:** grado de osificación de la cresta iliaca para predecir el tiempo resultante de crecimiento. Estableció una correlación entre el crecimiento vertebral y el de la cresta iliaca.

**Yeso de Risser:** yeso de corrección progresiva de curvas escolióticas (Figura 1).

### Biografía

**Joseph C. Risser** nació el 6 de agosto de 1892 en Des Moines, Iowa. Estudió en la Universidad de Iowa donde se graduó en 1923, realizando su formación en el New York

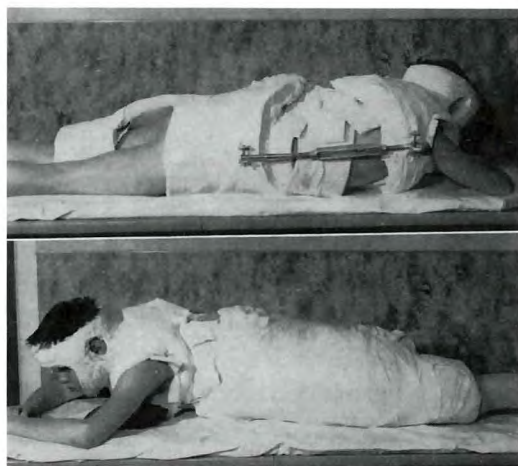


Fig. 1.

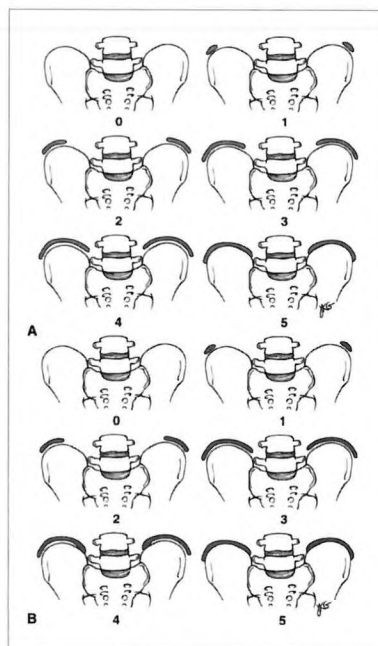


Fig. 2.

Orthopaedic Hospital. Como residente trabajó en el tratamiento de la escoliosis, en un estudio de larga evolución. La recogida de datos le sirvió como base a sus investigaciones para el tratamiento de las curvas vertebrales durante cincuenta años.

El signo de Risser no fue fruto de una inspiración, nació de muchos años de trabajo y de colaboración [1].

Antes de 1930 la relación entre crecimiento vertebral y deformidad no se entendía. Albert B Fergusson, ayudado por Risser, desarrolló métodos radiográficos de medición de las curvas escolióticas hasta que en 1936 describieron la progresión de la curva escoliótica en pacientes no tratados y percibieron un crecimiento lento de la columna vertebral 5 y 10 años después.

En 1947 Risser dio a conocer sus observaciones sobre el desarrollo vertebral y la cresta iliaca en el congreso de la AAOS que publicaría once años más tarde. En 1958, en el Clinical Orthopaedics Related Research, señaló que los cartílagos de crecimiento vertebrales no eran fáciles de ver mientras que la osificación de la cresta iliaca coincidía con el crecimiento de las vértebras [2-4].

Actualmente hay dos escalas de Risser, la americana que divide la cresta iliaca en cuartos mientras que la francesa lo hace en tercios pero las dos tienen 6 grados (Figura 2).

Risser escribió libros sobre nutrición y llegó a ser presidente de la Academy of Applied Nutrition.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manring MM, Calhoun J. Joseph C Risser Sr, 1892-1982. Clin Orthop Relat Res 2010; 468:643-5.
2. Risser JC. The iliac apophysis; an invaluable sign in the management of scoliosis. Clin Orthop Relat Res 1958; 11:111-9.
3. Risser JC. Treatment of scoliosis during the past 50 years. Clin Orthop Relat Res 1966; 44:109-13.
4. Risser JC, Ferguson AB. Scoliosis: its prognosis. J Bone Joint Surg (Am) 1936; 18-A:667-70.

## Homer Stryker. 1894-1980

### Epónimos asociados

Sierra de Stryker  
Mesa de Stryker

### Biografía

Merece la pena citar este epónimo, pues tal vez es el único que refleja una compañía industrial. **Homero Stryker** (Figura 1) al volver de la primera guerra mundial estudió medicina en Michigan. Su vocación era claramente ortopédica y desde el principio desarrolló sus habilidades técnicas. Produjo una suela de goma para proteger los yesos de la extremidad inferior, experimentó con una cama para manejar lesionados de columna vertebral (Figura 2), la «cama gira-



Fig. 2. La cama giratoria de Stryker en la famosa serie de TV, Dr Welby.

toria» (*turning bed*). Dado el éxito, fundó la Orthopaedic Frames Company en 1946, lo que le costó un año más de residencia pues había dedicado demasiado tiempo a sus inventos.

Posteriormente, en 1945 inventó la sierra para cortar yesos que lleva su nombre, una sierra oscilante que apenas dañaba la piel. En los primeros modelos utilizó el motor de una batidora, lo que dio origen a otras muchas sierras quirúrgicas –productos de utilidad para el cirujano– y a una de las empresas punteras en el sector ortopédico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Meals C, Wang J. Origins of eponymous orthopaedic equipment. Clin Orthop Relat Res 2010; 468:1682-92.



Fig. 1. Homero Stryker.



## Su Majestad la Reina preside la entrega de los premios FUNDACIÓN MAPFRE

Recibidas más de 200 candidaturas en esta convocatoria.



Su Majestad la Reina; Teresa Ribera, Secretaria de Estado de Cambio Climático; José Manuel Martínez, Presidente de MAPFRE, y S.A.R. la Infanta Elena, Directora de Proyectos Sociales y Culturales de FUNDACIÓN MAPFRE, en compañía de los premiados.

FUNDACIÓN MAPFRE entregó el pasado día 17 de mayo sus premios anuales 2010 que distinguen a personas e iniciativas en aquellas áreas de interés general para la sociedad en las que trabaja la institución. El acto, celebrado en la sede de FUNDACIÓN MAPFRE en Madrid (España), fue presidido por Su Majestad la Reina, contó con la participación de Teresa Ribera, Secretaria de Estado de Cambio Climático y José Manuel Martínez, Presidente de FUNDACIÓN MAPFRE, así como con la asistencia de numerosos invitados.

Los objetivos de estos premios, extendidos a España, Portugal y los países de Iberoamérica, que este año han recibido más de 200 candidaturas, son: distinguir la trayectoria social y profesional de una persona mayor de 65 años en el área de la salud; premiar la investigación en traumatología mediante el reconocimiento de un trabajo que suponga la aplicación de nuevas técnicas en traumatología y cirugía ortopédica; reconocer a una institución que contribuya al desarrollo sostenible de la sociedad, y promover la superación de barreras para la integración de las personas con discapacidad.

En materia de salud se concedieron a las siguientes personas:

- Premio «A Toda una Vida Profesional» en reconocimiento social a una persona mayor de 65 años por una fecunda vida profesional vinculada al mundo de la salud, se acuerda concederlo al Doctor Domingo Liotta, de nacionalidad argentina, por su trayectoria reconocida internacionalmente en el área de la medicina cardiovascular. Colaborador en el equipo que desarrolló la asistencia cardiocirculatoria (1962) y el primer corazón artificial total implantado en pacientes (1969), con el Dr. DeBakey, para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca avanzada irreversible. La investigación original sobre Asistencia Mecánica Cardiocirculatoria Prolongada de Domingo Liotta, junto con el equipo de la Baylor University College of Medicine de Houston, Texas (EEUU), del que formaban parte Michael E. DeBakey, Denton A. Cooley y E. Stanley Crawford, hace 48 años produjo una ininterrumpida serie de investigaciones clínicas que permitieron los primeros trasplantes cardíacos. El desarrollo de



estas investigaciones ha consolidado el trasplante cardíaco como una técnica habitual y con garantías que ha prolongado y salvado numerosas vidas.

Domingo Liotta fue Ministro de Salud Pública de Argentina y posee la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio, la más alta condecoración civil española.

- Premio «Desarrollo de la Traumatología Aplicada» destinado al mejor trabajo sobre aplicación de una nueva técnica quirúrgica o clínica en la especialidad de traumatología y cirugía ortopédica, se concede al proyecto: «Innovación en el tratamiento de las lesiones tendinosas» llevado a cabo por el Doctor Mikel Sánchez Álvarez, Jefe de la Unidad de Cirugía Ortopédica de la Clínica USP La Esperanza de Vitoria (Espa-

ña) por el trabajo que ofrece una alternativa al tratamiento con factores plaquetarios de las lesiones tendinosas.

Los factores plaquetarios se obtienen por centrifugación de la sangre periférica y se pueden inyectar en cualquier punto del esqueleto, siendo su utilización muy extendida en la actualidad. El Dr. Sánchez ha impulsado esta técnica y ha sido uno de los primeros en el mundo que la ha utilizado en diferentes patologías del aparato locomotor aplicándola en todo tipo de pacientes, entre los que se encuentran deportistas de alto rendimiento. El PRP o plasma rico en plaquetas lo ha desarrollado en colaboración con el BTI de Vitoria (Biotechnology Institute ImasD, SL). ■

## La Patología del Raquis fue abordada en el Symposium de Traumatología y Ortopedia de FUNDACIÓN MAPFRE

FUNDACIÓN MAPFRE, la Fundación SECOT (Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología) y el GEER (Grupo Español Estudio del Raquis) promueven la formación de los médicos especialistas en traumatología.

Un año más FUNDACIÓN MAPFRE junto con FUNDACIÓN SECOT han puesto en marcha un nuevo curso de formación, este año dedicado a la «Patología del raquis».

El curso, dividido en cinco bloques, incluyó los conocimientos esenciales basados en la evidencia científica, que debe conocer un cirujano ortopédico general sobre la patología de la columna vertebral, aportando de esta manera un temario que abordó las diferentes facetas que todo cirujano tanto en formación como ya especializado debe conocer. Como principal novedad se complementó la parte teórica con la discusión interactiva de casos clínicos al final de cada sesión.

El curso contó con una nutrida representación de cerca de 200 médicos residentes (traumatólogos, rehabilitadores, neurocirujanos), médicos especialistas, médicos generales y profesionales de fisioterapia.

La información del Symposium, así como todo el material de las jornadas está disponible en la página web [www.fundacionmapfre.com/salud](http://www.fundacionmapfre.com/salud)

Se contó en el acto de inauguración con la presencia de Carlos Álvarez Jiménez, Presidente del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE; Enric Cáceres Palou, Presidente saliente de SECOT, así co-



Ponentes del Symposium junto con el Presidente de SECOT, Dr. Enric Cáceres Palou.

mo Ildefonso González Barrios, Presidente del GEER. En el acto de clausura participó José Rodríguez Altonaga, actual Presidente de SECOT y Yolanda Minguez Sebastián, Subdirectora del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE. ■



## La Real Academia de Medicina de Andalucía Oriental y FUNDACIÓN MAPFRE organizan en Granada una jornada sobre actualización en lesiones de miembro inferior

Más de 300 profesionales abordaron el conocimiento de una de las patologías de mayor incidencia y que conllevan un gasto económico importante.

Del 31 de marzo al 2 de abril tuvieron lugar en la Universidad de Granada las jornadas sobre «Actualización en lesiones de miembro inferior». Las patologías prevalentes en miembro inferior ocupan un lugar importante en el momento actual dentro de la Sanidad Española y en general del mundo occidental.

La jornada trató el estudio diagnóstico y los elementos innovadores en la actividad terapéutica de patologías en cadera, rodilla, pie, etcétera, poniendo de manifiesto la necesidad de unir todos los conceptos diagnósticos y terapéuticos actuales que den soporte a estos procesos patológicos dadas las necesidades de la medicina del presente. Se abordaron aspectos anatómicos, los últimos diagnósticos y los nuevos medios terapéuticos relacionados con esta patología, así como los mecanismos de rehabilitación. Las jornadas despertaron el interés de más de 300 profesionales del ámbito sanitario, entre médicos, personal de enfermería, rehabilitación y fisioterapia.

Todos estos aspectos fueron estudiados en diferentes conferencias impartidas por prestigiosos especialistas procedentes de diferentes centros de prestigio de nuestro país.

FUNDACIÓN MAPFRE viene realizando desde hace cinco años actividades formativas con la Real Academia en los que se han compartido fines e ilusiones, dado el interés y la calidad de las actividades.

La Real Academia de Medicina y Cirugía de Andalucía Oriental, tiene entre sus objetivos el conocimiento de las patologías más prevalentes en nuestro país con la finalidad de realizar unos diagnósticos y tratamientos adecuados, además de profundizar en su prevención e investigación.



La jornada ha supuesto un aprendizaje y deseamos pueda favorecer la mejora en la calidad de vida de los pacientes.

El acto de inauguración contó con la presencia de la presidenta de la Real Academia de Medicina de Andalucía Oriental, Carmen Maroto; el decano de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada, Indalecio Sancho; el presidente de las Reales Academias de Andalucía, Gonzalo Piedra; el Presidente del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, Carlos Álvarez. ■



## Convocatoria 2011 de Ayudas a la Investigación, Becas de Formación de españoles en el extranjero y Premios de FUNDACIÓN MAPFRE

La inversión de toda la convocatoria supera los 1.200 millones de euros.

Con el objeto de promover la investigación y la formación en las áreas en las que trabaja FUNDACIÓN MAPFRE se convocan en el año 2011 los siguientes Premios, Becas y Ayudas:

- 75 Ayudas a la investigación en Salud, Medio Ambiente, Prevención y Seguros.
- 8 Becas Ignacio Hernando de Larramendi de formación e investigación en Salud, Prevención y Medio Ambiente.
- 4 Premios FUNDACIÓN MAPFRE en las áreas de Salud, Medio Ambiente y Acción Social.
- Beca Primitivo de Vega de investigación sobre atención a las personas mayores.
- 5 Becas de formación en el extranjero para profesionales españoles de la salud.

Para optar a todas las convocatorias los interesados pueden consultar las bases completas, la documentación requerida y los plazos en [www.fundacionmapfre.com](http://www.fundacionmapfre.com)

El ámbito de las convocatorias se extiende a España, Portugal e Iberoamérica, quedando fuera de este marco territorial las Becas de profesionales españoles en el extranjero.

Dirección de envío de la documentación:

FUNDACIÓN MAPFRE

SALUD: Indicar la referencia de la convocatoria

Pº Recoletos 23. 28004 Madrid. España

Para más información:

(+34) 91 5.81.64.19 / (+34) 91 5.81.23.36

### Ayudas a la Investigación

FUNDACIÓN MAPFRE al igual que en años anteriores convoca 75 Ayudas a la Investigación distribuidas en las siguientes áreas: Salud (45 ayudas), Prevención y Medio Ambiente (20 ayudas) y Seguros (10 ayudas).

Las Ayudas a la Investigación están dirigidas a investigadores individuales o a equipos del ámbito académico y del profesional, que deseen desarrollar programas de investigación de forma independiente o en el marco de universidades, empresas o centros de investigación a los que estén adscritos.



Las áreas temáticas en el área de salud, sobre las que deberán versar los proyectos, son las siguientes:

- Cirugía ortopédica y traumatología.
- Daño cerebral y medular (excluyendo neurodegenerativas).
- Valoración del daño corporal.
- Gestión sanitaria: calidad y seguridad clínica.
- Promoción de la Salud: alimentación y actividad física.

La dotación económica de cada ayuda será de un máximo de 15.000 euros. La duración de la ayuda será de un año natural desde la fecha de su aceptación y formalización.

Las solicitudes podrán ser enviadas hasta 11 de octubre de 2011.

Será necesario presentar Memoria explicativa del proyecto de formación o investigación. Se descartarán las solicitudes cuyo presupuesto de realización supere la cuantía máxima establecida para las becas y que no contemplen forma de financiación adicional.



## Becas Ignacio Hernando de Larramendi 2011

Las becas fueron creadas en homenaje y reconocimiento a Ignacio Hernando de Larramendi, primer presidente de FUNDACIÓN MAPFRE y principal impulsor del Sistema MAPFRE. Están dirigidas a la formación o investigación de profesionales iberoamericanos y portugueses, dentro de las áreas de Prevención, Salud y Medio Ambiente. Con ellas se desea contribuir a facilitar el acceso de estos profesionales a las instituciones de alto nivel o especialización en el propio país del becario, en España o en otros países del mundo. Desde su creación se han otorgado más de 100 becas Larramendi a profesionales iberoamericanos y portugueses.

FUNDACIÓN MAPFRE convoca este año ocho becas dirigidas a facilitar el apoyo económico para la formación o investigación de profesionales iberoamericanos o portugueses en las áreas de Salud (4 becas) y de Prevención y Medio Ambiente (4 becas). Las áreas sobre las que deberán versar la formación o investigación serán las siguientes:

### Salud

- Cirugía ortopédica, traumatología y rehabilitación
- Daño cerebral y medular (excluyendo neurodegenerativas)
- Valoración del daño corporal.
- Gestión sanitaria: calidad y seguridad clínica
- Promoción de la Salud: alimentación y actividad física

### Prevención

- Riesgos personales (domésticos, deportivos, laborales)
- Prevención contra incendios.
- Riesgos naturales

### Medio Ambiente

- Conservación de los recursos naturales
- Ahorro de energía
- Prevención de la contaminación ambiental
- Educación medioambiental



La dotación económica de cada una de las becas será de 15.000 euros y su duración es de un año natural desde la aceptación y formalización de las mismas. Los requisitos que deben reunir los participantes en esta convocatoria son los siguientes:

- Acreditar ser ciudadano de cualquier país iberoamericano o de Portugal con residencia fuera de España.
- Ser presentado por una universidad, institución educativa, de investigación o centro sanitario, que expresamente se comprometa a supervisar las actividades formativas y/o de investigación del candidato.
- Adjuntar carta de aceptación o admisión del responsable del centro donde se pretende adquirir la formación o desarrollar la investigación.





### Beca Primitivo de Vega

FUNDACIÓN MAPFRE convoca la «Beca Primitivo de Vega 2011», otorgando una ayuda, a una entidad jurídica o persona física, dedicada a la atención a las personas mayores cuya dotación es de 15.000 euros y el ámbito temporal un año.

La «Beca Primitivo de Vega» de Investigación se convoca con carácter anual, desde 2007, en homenaje y reconocimiento a D. 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 objetivo es fomentar la investigación entre las instituciones y profesionales que trabajan con los mayores. Solicitudes hasta 18 de octubre de 2011.



### Becas formación españoles en el extranjero

La Convocatoria de «Becas de formación 2011 en el extranjero de profesionales españoles en salud», otorga 5 ayudas con un monto individual de 4.000 euros.

El fin de las mismas es fomentar y apoyar la educación sanitaria y la investigación científica de profesionales españoles, para ello se promueven estancias de uno a dos meses en instituciones de prestigio fuera de España, fomentando una mayor Calidad de Vida de las personas que tratan a su regreso. Los campos en los que se conceden las becas en salud, son los mismos indicados en las ayudas a la investigación.

Solicitudes de los trabajos hasta el 30 de septiembre de 2011.

Para optar a todas las ayudas y becas indicadas en el área de salud, podrán consultar las bases en: [www.fundacionmapfre.com/salud](http://www.fundacionmapfre.com/salud)



## Premios anuales

La dotación económica de cada uno de los galardones es de 30.000 euros

Los cuatro premios anuales que FUNDACIÓN MAPFRE promueve distinguen a personas e iniciativas en aquellas áreas de interés general para la sociedad en las que trabaja la institución. Por ello se convoca anualmente, entre otros, los premios «A toda una Vida Profesional», «Desarrollo de la Traumatología», «Mejor Actuación Medioambiental» y «Superando Barreras». Los objetivos de estos premios, extendidos a España, Portugal y los países de Iberoamérica, son:

- «A Toda una Vida Profesional », en reconocimiento social a una persona mayor de 70 años, por una fecunda vida profesional vinculada al mundo de la salud.
- «Desarrollo de la Traumatología Aplicada», destinado al mejor trabajo sobre aplicación de una nueva técnica quirúrgica o clínica, en la especialidad de traumatología y cirugía ortopédica.
- «Mejor Actuación Medioambiental », con el objeto de reconocer a una institución que haya llevado a cabo un proyecto o acción que contribuya al desarrollo sostenible de la sociedad.
- «Superando Barreras», destinado a premiar a la persona o institución que más haya contribuido a la superación de barreras para la integración de las personas con discapacidad.

El ámbito de la convocatoria se extiende a personas de nacionalidad española, portuguesa e iberoamericana, y a entidades con sede social en España, Portugal e Iberoamérica.

Las candidaturas para optar a los premios de esta convocatoria, deben ser presentadas por los propios candidatos o por otras personas o instituciones, tanto públicas como privadas.

Para optar al premio debe presentarse un dossier o memoria, detallando la labor desarrollada por el candidato a través de la actividad profesional ejercida o en su caso los aspectos más relevantes del proyecto o acción desarrollada por la institución en especificando los beneficios alcanzados para la sociedad o colectivo al que se dirigen.

La dotación económica de cada uno de los premios es de 30.000 euros.

El plazo de recepción de las candidaturas finaliza el día 2 de noviembre de 2011.

El fallo de la convocatoria se hará público en diciembre de 2011. Las bases completas de la convocatoria se pueden encontrar en la página web de FUNDACIÓN MAPFRE [www.fundacionmapfre.com](http://www.fundacionmapfre.com)





## FUNDACIÓN MAPFRE promueve la actividad física entre los más jóvenes de Zaragoza

Cerca de 1.700 niños han aprendido hábitos saludables a través de juegos y talleres dentro de la campaña VIVIR EN SALUD

FUNDACIÓN MAPFRE, en colaboración con el Gobierno de Aragón, presentó el pasado sábado 2 de abril en Zaragoza las ‘Superolimpiadas’, iniciativa para promover un estilo de vida saludable en relación con la actividad física y la alimentación entre los niños de 6 a 9 años de esta ciudad.

Cerca de 1.700 niños tuvieron la ocasión de participar en numerosas pruebas deportivas y actividades divertidas como juegos y talleres, organizados por monitores especializados.

El objetivo de esta ‘Superolimpiada’ fue dar a conocer las ventajas que para la salud tiene realizar actividad física y alimentarse de manera equilibrada. FUNDACIÓN MAPFRE también facilitó a los padres material con recomendaciones y consejos.

Antonio Guzmán, Director General del Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente de FUNDACIÓN MAPFRE, destacó que «esta iniciativa refleja la importancia que tiene colaborar en, la mejora de la salud, a través de acciones novedosas y atractivas que informen y sensibilicen a toda la sociedad sobre estilos de vida saludables».

En la presentación de esta iniciativa, celebrada en el Centro Deportivo Siglo XXI, asistieron diversas personalidades: Luisa María Noeno, Consejera de Salud y Consumo del Gobierno de Aragón; Carmen Martínez Urtasun, Directora General de Administración Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte; Consuelo Peláez, Secretaria del Comité Provincial de Cruz Roja en Zaragoza; Antonio Guzmán; y Pedro Delgado, Responsable de Formación de MAPFRE en Aragón.

Para mayor información sobre la campaña: [www.vivirensalud.com](http://www.vivirensalud.com) ■



La ‘Superolimpiada’ celebrada en Zaragoza resaltó lúdicamente la relación entre el ejercicio físico y una correcta alimentación.





## 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](http://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](mailto: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 titulado: ... 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 desestimarán 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 la revista 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](http://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 casos 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 responsabiliza 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:** Bernabeu 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 osteoblastos. *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 correspon-

diente. 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. ■