

Vol 19 no 1 Enero/Marzo 2008

# *T*rauma

ISSN: 1888-6116

**FUNDACIÓN MAPFRE**

## ORIGINAL

### La acromioplastia con reparación del manguito rotador y sus efectos en el test de Constant tras la aplicación de plasma rico en factores de crecimiento (PRGF)

Acromioplasty with rotator cuff repair and its effects in Constant test after application of plasma rich in growth factors (PRGF)

Jiménez-Martín A, Angulo-Gutiérrez J, González-Herranz J, Rodríguez de la Cueva J M, Díaz del Río J, Lara-Bullón J

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario Nuestra Señora de Valme. Sevilla.

#### Resumen

**Introducción y objetivos:** Nuestro objetivo fue valorar la recuperación clínica en pacientes diagnosticados de síndrome subacromial tras administrarles plasma rico en factores de crecimiento (PRGF).

**Pacientes y métodos:** se efectuó un estudio comparativo de cohortes, en dos grupos de pacientes diagnosticados e intervenidos de síndrome subacromial, grupo A, prospectivo y tratado con PRGF (47 pacientes) y grupo B, histórico, sin PRGF (71 pacientes). El 74,6% eran hombres y el 25,4% de mujeres; con una edad media de 51 años. Se realizó la valoración clínica con el test de Constant en el preoperatorio, al mes y después de terminar la rehabilitación; también se valoraron la RNM pre y postoperatoria.

**Resultados:** En la cirugía se siguió el abordaje tradicional (69,5%), miniopen (24,6%) y artroscópico (5,9%). La mejoría en el al mes de la cirugía fue de 60,47 puntos (grupo A) y 13,75 puntos (grupo B) ( $p<0,05$ ). Después de la rehabilitación los resultados fueron 77,28 puntos (grupo A) y 63,68 puntos (grupo B) ( $p<0,05$ ).

**Conclusión:** el PRGF debería indicarse en síndromes subacromiales y afectación del manguito, pues mejora el test de Constant.

**Palabras clave:**

PRGF, acromioplastia, síndrome subacromial.

#### Abstract

**Introduction and objectives:** Our objective was to evaluate the clinical recovery of patients with subacromial syndrome after surgical plasma rich in growth factors (PRGF) administration.

**Patients and methods:** Comparative cohort study involving two groups; prospective cohort, group A, treated with PRGF (47 patients) and historical cohort, group B without PRGF treatment (71 patients). The gender distribution was 74.6% of men and 25.4% of women; with an average age of 51 years. Preoperative analysis, one month after surgery and after rehabilitation with the Constant test was made. Also pre- and postoperative MRI was taken.

**Resultus:** the surgical approach was traditional incision (69.5%), mini-open (24.6%) and arthroscopic (5.9%). We observed improvement in the Constant test one month after surgery, 60.47 points (group A) and 13.75 points (group B) ( $p<0.05$ ); iafter rehabilitation results was 77.28 points in group A and 63.68 points in group B ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** PRGF should be indicated in subacromial syndromes and cuff surgery due to the improvement in the Constant test.

**Key words:**

PRGF, acromioplasty, cuff, subacromial syndrome, Constant.

**Correspondencia**

A. Jiménez Martín  
Urb. Al-Alba, c/ Brisa, nº 10, D. C.P. 41020, Sevilla.  
antonio\_jimenez10@hotmail.com

## Introducción

El síndrome subacromial es una patología prevalente con una frecuencia que oscila entre el 5% y el 47% de la población. En el tratamiento de esta patología se han descrito diferentes procedimientos quirúrgicos desde que Neer [1] preconizara la acromioplastia como tratamiento del síndrome subacromial, surgiendo otras técnicas como la miniopen [2,3] o el abordaje artroscópico [4]. La aplicación de la artroscopia ha mejorado la visualización de la cavidad glenohumeral, con un menor daño sobre la musculatura deltoidea y un postoperatorio más corto, con procedimientos como la convergencia de márgenes de Burkhart [5] o la técnica en doble fila de Meier [6].

Por otro lado, a pesar del interés por la fisiopatología del proceso inflamatorio en el síndrome subacromial [7,8] no hay estudios que analicen la reparación biológica de estas lesiones con la aplicación directa de plasma rico en factores de crecimiento (PRGF). La hipótesis principal de este trabajo fue que la adición de PRGF mejoraría la recuperación clínica de los pacientes intervenidos de síndrome subacromial con afectación del manguito rotador. Para ello, nos planteamos como objetivo la evaluación de la eficacia clínica del PRGF en el síndrome subacromial, estudiando su evolución clínica con el test de Constant [9].

## Material y métodos

**Diseño del estudio:** Efectuamos un estudio comparativo de cohortes, entre una cohorte prospectiva (tratada con PRGF) y otra histórica, aunque reciente, en la que no se aplicó PRGF. A excepción del PRGF, las técnicas quirúrgicas no difirieron entre ambos grupos, ya que se efectuaron según los mismos protocolos quirúrgicos del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario de Valme: (a) cirugía tradicional abierta mediante abordaje de Neer; (b) técnica de miniabordaje (miniopen), con o sin apoyo artroscópico y (c) abordaje exclusivamente artroscópico. Los grupos de estudio fueron dos: Grupo A: cohorte prospectivamente recogida de 47 pacientes consecutivos, entre enero de 2006 y abril de 2007, a los que se aplicó PRGF y un grupo B: cohorte histórica de 71 pacientes, operados entre julio de 2004 y diciembre de 2005 en nuestro centro, con las mismas técnicas quirúrgicas sin recibir PRGF.

Consideramos criterios de inclusión en el estudio aquellos pacientes que cumplieron los siguientes criterios: 1. Pacientes adultos (entre 18 y 75 años) de ambos sexos. 2. Historia de hombro doloroso, diagnosticado con la historia clínica y exploración física (signos de Neer, Yochum o Jobe positivos). 3. Confirmación diagnóstica mediante resonancia

magnética. 4. Aceptación y firma del documento de consentimiento informado. Por el contrario, excluimos a los pacientes con patologías infecciosas, inmunodepresión o tumorales concomitantes. Otras contraindicaciones fueron las ya conocidas [10] alteraciones de la función plaquetaria, hemoglobina inferior a 11 g/dl, un hematocrito inferior al 34% o la toma de anticoagulantes orales.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética y Ensayos Clínicos de nuestro centro hospitalario.

Las variables clínico-epidemiológicas de los pacientes de edad, sexo, lateralidad, concomitancia con patologías como la diabetes o artrosis, así como la distribución de las técnicas quirúrgicas empleadas en ambos grupos fueron similares, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre ellos. La distribución por sexos fue 74.6% hombres y 25,4% mujeres. La edad media fue de 51 años, con una edad mínima de 28 años y máxima de 75 años (Tabla 1).

**Técnica de preparación.** Efectuamos acromioplastia con reparación del manguito rotador, con las técnicas indicadas. Una vez finalizado inyectamos el PRGF dentro de la sutura (Figura 1) y luego, colocábamos una membrana de fibrina sobre la misma para crear una película protectora que facilitara la reparación tisular del manguito dañado. Obtuvimos el PRGF por centrifugación, a 1800 rpm durante 8 minutos, de la propia sangre del paciente (45 ml de sangre venosa) extraída 20-30 minutos antes de la cirugía (sistema PRGF II, BTI, Vitoria, España). Posteriormente se realizó la transferencia de sobrenadantes a tubos estériles, obteniendo 3 frascos diferentes, cuya activación se consiguió mediante la administración de 50 ml de cloruro cálcico, 10%, añadidos por cada ml de fracción de plasma rico en plaquetas. Una vez activado el PRGF se formó un coágulo y se separó la serie blanca.

El estudio se valoró mediante el test de Constant y Murley [9] en el preoperatorio (tiempo 1), al mes de la intervención (tiempo 2) y al finalizar la rehabilitación (tiempo 3). Así mismo, se realizó una resonancia magnética nuclear

**Tabla 1.** Tabla demográfica comparativa entre ambos grupos, tratado con PRGF (A) y no tratado (B)

	A	B
Número pacientes	47	71
Hombres (%)	72,3	76,1
Mujeres (%)	27,7	23,9
Edad media (años)	52	51
Rotura del manguito rotador (%)	100	60,60

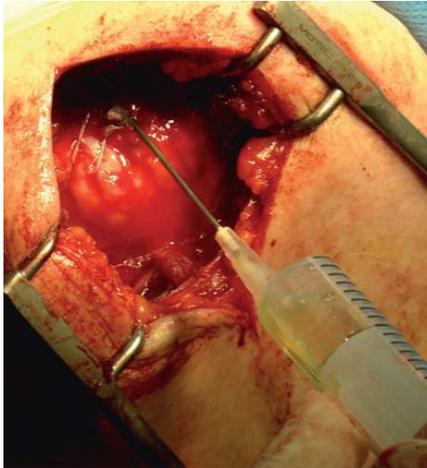


Fig. 1. Inyección de PRGF en el interior de la sutura del manguito rotador.

(RNM) pre- y postoperatoria siguiendo los criterios Seeger [11]. También se analizaron el tipo de procedimiento quirúrgico, complicaciones y secuelas, entre otras variables.

**Metodología estadística.** Se procedió al análisis descriptivo mediante medias y desviaciones típicas o medianas y percentiles. Por otro lado, el análisis inferencial fue desarrollado a partir de la prueba t de Student en comparación de medias para muestras independientes o, en caso de distribuciones no normales, la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Las relaciones entre las variables cualitativas y los dos grupos fueron estimadas mediante la prueba Chi-Cuadrado o el test exacto de Fisher. Los cambios en las respuestas antes-después se analizaron mediante el test no paramétrico de homogeneidad marginal. El análisis de los datos se realizó con el programa SPSS 14.0 para Windows.

## Resultados

La clasificación de las lesiones del manguito rotador observadas en la resonancia magnética mostraron un predominio del 44,10% de los casos en el estadio 3, lo que indicaba el alto porcentaje de roturas completas (Tabla 2).

Se apreció rotura del manguito rotador en el 76,3% de los casos, considerando el 100% de los pacientes del grupo A y un 60,60% de los pacientes del grupo B ( $p=0,0001$ ). El procedimiento más empleado fue la cirugía «abierta» de acromioplastia y reparación del manguito rotador en el 69,50% de los pacientes. Además, se utilizaron el minia-

Tabla 2. RNM. Estadios de Seeger

Clasificación de Seeger	%
Estadio 1	2,5
Estadio 2 A	33,9
Estadio 2 B	17,8
Estadio 3	44,1
Perdidos	1,7

bordaje en el 24,60% y la artroscopia en el 5,90% de los casos, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Se seccionó parcialmente el ligamento coracoacromial en el 72% de los pacientes de nuestra serie, la exéresis de los osteofitos en el 48,3% de toda la serie, perforando el área de Codman en el 47,5%, utilizando arpones para la reinserción del manguito en la mayoría de los casos (Figura 2).

En los pacientes a los que se le aplicó el PRGF había mejoría en el tiempo 2 respecto del tiempo 1 y del en el tiempo 3 respecto del 2, en cuanto al dolor, sueño, máxima ampli-



Fig. 2. Colocación de 2 arpones en la zona de inserción del supraespinoso. Radiografía postquirúrgica.

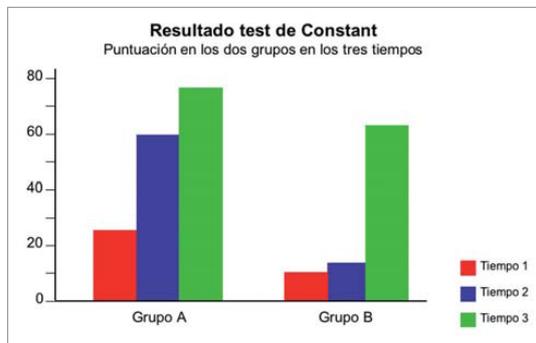


Fig. 3. Figura con los resultados del test de Constant.

tud de movimiento indoloro, abducción, flexión, rotación externa, interna ( $p < 0,05$ ).

En el tiempo 2 los resultados del test de Constant fueron de 60,47 puntos para el grupo A frente a una media de 13,75 puntos para el grupo B) mientras que en el tiempo 3 fue de 77,28 puntos frente a los 63,68 (Figura 3).

En la Tabla 3 se especifican los resultados obtenidos para cada una de las variables.

En cuanto a las complicaciones destacamos en el grupo A, dos casos de infección superficial que no precisaron ni antibioterapia, ni reintervenciones. No hubo casos de movilización de arpones. En el grupo B, encontramos un caso de capsulitis adhesiva, un caso de infección que requirió drenaje quirúrgico y dos casos de movilización de arpón.

Un 21 % de los pacientes del grupo B presentaban dolor persistente, frente al 6% del grupo A ( $p = 0,029$ ). También el 21% de los pacientes del grupo B presentaron limitación a la movilización frente a un 4% de los pacientes de A ( $p = 0,011$ ). El 8% de los pacientes del grupo B presentaban crepitación frente a ninguno del grupo A ( $p = 0,041$ ). Por otro lado, la hiperabducción resultaba dolorosa en un 22%, en el grupo B, frente a un 4% del grupo A ( $p = 0,007$ ), lo que implica claras diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. No encontramos diferencias en relación a las cicatrices queloideas.

## Discusión

Hemos optado por un estudio de cohortes considerando una cohorte histórica en vez de realizar una metodología menos expuesta a sesgos como sería un ensayo clínico aleatorizado. Para evitar los posibles sesgos de este diseño, se puso especial énfasis en realizar en la cohorte prospectiva los mismos procedimientos quirúrgicos que en el grupo his-

tórico y en la misma proporción, no fue difícil conseguir este objetivo, ya que la cohorte histórica era reciente. Por otro lado, la recogida inicial de los datos clínicos de los pacientes a los que se les aplicó el PRGF se realizó sin conocimiento de los resultados de la cohorte histórica, lo cual determina una mayor objetividad a la hora de comparar los resultados de ambos grupos.

En la cirugía del síndrome subacromial se han ido sucediendo diferentes procedimientos quirúrgicos. Así, Levy et al [12] describen la descompresión artroscópica y sutura del desgarrado del manguito por medio de una vía de abordaje pequeña o «miniopen», obteniendo una mejoría en cuanto al dolor, funcionalidad, movimiento y fuerza, con una satisfacción del 96%. Paulos y Kody [13] también proponen el miniabordaje lateral transdeltoideo con descompresión artroscópica. En un estudio de 18 pacientes obtuvieron un 88% de resultados favorables con el test UCLA. Finalmente, Shiners et al [14] desarrollaron la reparación artroscópica asistida con un miniabordaje, sin encontrar diferencias en los valores obtenidos con el test UCLA en función del tamaño del desgarrado o la edad del paciente. Por su parte, Fearly et al. [15] aplicaron la visualización previa con artroscopia y efectuaron, posteriormente, un miniabordaje. El 83 % de los pacientes volvieron a sus actividades previas a la intervención.

La cirugía artroscópica del manguito rotador implica una serie de ventajas [16-18] sobre el abordaje tradicional, especialmente sus pequeñas incisiones, la preservación de la musculatura deltoidea, el menor dolor postoperatorio y tiempo de estancia hospitalaria, además de una rehabilitación más sencilla, mejor visualización y acceso de la articulación glenohumeral, permitiendo el tratamiento de los desgarrados del manguito rotador sin importar el tamaño o el número de tendones implicados.

En nuestra serie se emplearon la técnica «miniopen» en un 29,6% de los casos y la artroscopia exclusivamente en el 5,9% de los pacientes, debido a la incipiente curva de aprendizaje sobre las técnicas artroscópicas de hombro en nuestro centro.

Los estudios que conciernen a la biología del manguito rotador se centran especialmente en los distintos mediadores inmunológicos que participan en el síndrome subacromial, así como los factores implicados en la reparación tendinosa del manguito implicado. Takahashi et al [19] identificaron que el factor de crecimiento fibroblástico b posee un efecto estimulador de la proliferación celular en el manguito de los rotadores, a dosis dependiente de 1 ng/ml. Kobayashi et al [20] demostraron que en el manguito rotador la expresión de FGF-b se produce entre el primer día

**Tabla 3.** Resultados principales obtenidos en el test de Constant

	A (%) Tiempo 1	B (%) Tiempo 1	A (%) Tiempo 2	B (%) Tiempo 2	A (%) Tiempo 3	B (%) Tiempo 3
<b>Dolor</b>						
Intenso	95,7	95,8	-	47,9	-	8,5
Medio	4,3	4,2	-	46,5	-	16,9
Ligero	-	-	36,2	5,6	4,3	45,1
Ninguno	-	-	63,8	-	95,7	29,6
<b>Movimiento indoloro</b>						
debajo del talle	-	31	-	23,9	-	-
Talle	14,9	45,1	-	47,9	-	2,8
Xifoides	53,2	18,3	4,3	22,5	-	7,0
Cuello	19,1	5,6	29,8	5,6	8,5	11,3
cabeza encima cabeza	12,8	-	19,1	-	4,3	18,3
	-	-	46,8	-	87,2	60,6
<b>Abducción</b>						
<30°	-	25,4	-	15,5	-	-
30-60°	27,7	31	-	35,2	-	2,8
60-90°	55,3	28,2	12,8	40,8	4,3	9,9
90-120°	12,8	9,9	19,1	7	-	11,3
120-150°	4,2	4,2	29,8	1,5	8,5	23,9
150-180°	-	1,3	38,3	-	87,2	52,1
<b>Flexión</b>						
<30°	-	28,2	-	21,1	-	1,4
30-60°	19,1	47,9	4,3	49,3	-	5,6
60-90°	80,9	18,3	8,5	28,2	8,5	14,1
90-120°	-	1,4	14,9	-	-	-
120-150°	-	2,8	34	1,4	4,3	33,8
150-180°	-	1	38,3	-	87,2	45,1
<b>Rotación externa</b>						
Incapaz	-	12,7	-	9,9	-	-
Mano detrás cabeza codo adelantado	34	78,9	4	78,9	-	4,2
Mano detrás cabeza codo retrasado	42,6	5,6	17	11,2	8,5	7
Mano sobre cabeza codo adelantado	23,4	1,4	27,8	-	4,3	21,1
Mano sobre cabeza codo retrasado	-	1,4	27,8	-	23,4	33,8
Por encima de la cabeza	-	-	23,4	-	63,8	33,8
<b>Rotación interna</b>						
Muslo	-	57,7	-	49,3	-	1,4
Glúteo	48,9	22,5	-	35,2	4,2	7
Lumbosacra	31,9	15,5	8,5	14,1	-	36,7
Talle	19,1	4,2	36,2	1,4	4,3	7
T-12	-	-	31,9	-	44,7	31
T-7	-	-	23,4	-	46,8	16,9

postoperatorio y el día 56, con un pico en torno al séptimo día, por lo que puede ser usado como promotor del proceso de curación en los desgarros del manguito rotador para inducir la aparición de colágeno tipo III.

El tratamiento del manguito rotador con el factor de crecimiento transformante beta1, (TGF- $\beta$ 1), provoca un aumento

en los niveles de actina del músculo liso o SMA, formando una matriz de colágeno análoga a la matriz extracelular in vitro [21]. En esta línea, con el afán de mejorar la reparación del manguito dañado, han surgido publicaciones que describen posibles sustitutos de manguito rotador, como son los injertos de submucosa intestinal (SMI) [22].



El PRGF [23] puede contribuir a mejorar la curación del manguito rotador o incluso a acelerarla. El origen de los concentrados plaquetarios podríamos establecerlo en el llamado «pegamento de fibrina» [24,25]. La aplicación del concentrado plaquetario con cloruro cálcico como activador, determina la liberación de factores de crecimiento, útiles para la curación tisular sin reacciones inmunológicas, así como la transmisión de enfermedades contagiosas, propias de la trombina de origen bovino [26]. Tampoco el PRGF contiene leucocitos, ni MMP-8 o MMP-9, lo que determina a diferencia de otros preparados de concentrados de plaquetas, una respuesta inflamatoria mucho menor [27-29]. No se han descrito casos de desarrollo tumoral en su aplicación.

Se han estudiado los efectos sobre la posible reparación de tendones de Aquiles en corderos, a los que se les seccionó previamente dicho tendón y posteriormente se los reparó con y sin PRGF [28]. Los resultados demostraron que la presencia de plaquetas en las matrices de fibrina incrementaba la proliferación de células tendinosas. Adicionalmente, las células de tendones cultivadas sintetizaban colágeno I y factores angiogénicos tales como VEGF y HGF; la cantidad de VEGF dependía del número de plaquetas que se hallaran en el concentrado plaquetario. La aplicación del PRGF determinó un aumento en la densidad celular, de aspecto ovoide, en los tendones de Aquiles de corderos y un aumento en la vascularización, sin proliferación inflamatoria.

El mismo grupo de trabajo [10] aplicó PRGF sobre los tendones de Aquiles en atletas. Los que recibieron PRGF recuperaron antes el rango de movilidad y el tiempo hasta volver al entrenamiento fue menor, sin encontrar ninguna complicación de la herida. También se ha utilizado en las avulsiones del cartilago articular de rodilla en futbolistas [23].

En nuestra experiencia consideramos que la aplicación de PRGF intraoperatoriamente, junto con la acromioplastia y reparación del manguito rotador, está indicada en la patología del síndrome subacromial, por cuanto mejora los resultados clínicos del test de Constant de un modo precoz que las técnicas sin factores de crecimiento.

### Agradecimientos

Quisiéramos agradecer la colaboración del personal de la Unidad de Investigación del Hospital Universitario de Nuestra Señora de Valme, por la colaboración en el análisis estadístico realizado. Del mismo modo, agradecemos la participación del Servicio de Enfermería de nuestro centro.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg (Am)* 1972; 54-A:41-50.
2. Cabot A, Cabot JC. Minimal incision acromioplasty. *Orthopedics* 2002; 2:1347-50.
3. Hata Y, Saitoh S, Murakami N, Seki H, Nakatsuchi Y, Takao K. A less invasive surgery for rotator cuff tear: mini-open repair. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; 10:11-6.
4. Ellman H, Hanker G, Bayer M. Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg (Am)* 1986; 68-A:1136-44.
5. Burkhart SS, Danaceau SM, Pearce CE. Arthroscopic rotator cuff repair: Analysis of results by tear size and by repair technique-margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. *Arthroscopy* 2001; 17:905-12.
6. Meier SW, Meier JD. Rotator cuff repair: the effect of double-row fixation on three-dimensional repair site. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15:691-6.
7. Kasperk CH, Wergedal JE, Mohan S, Long DL, Lau KH, Baylink DJ. Interactions of growth factors present in bone matrix with bone cells: effects on DNA synthesis and alkaline phosphatase. *Growth Factors* 1990; 3:147-58.
8. Sakai H, Fujita K, Sakai Y, Mizuno K, Kobe. Immunolocalization of cytokines and growth factors in subacromial bursa of rotator cuff tear patients. *J Med Sci* 2001; 47:25-34.
9. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987; 214:160-4.
10. Sánchez M, Anitua E, Azofra J, Andía I, Padilla S, Mujika I. Comparison of surgically repaired achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. *Am J Sports Med* 2007;35:245-51.
11. Seeger LL, Gold RH, Bassett LW, Ellman H. Shoulder impingement syndrome: MR findings in 53 shoulders. *AJR Am J Roentgenol* 1988; 150:343-7.
12. Levy HJ, Uribe JW, Delaney LG. Arthroscopic assisted rotator cuff repair: preliminary results. *Arthroscopy* 1990; 6:55-60.
13. Paulos LE, Kody MH. Arthroscopically enhanced «miniapproach» to rotator cuff repair. *Am J Sports Med* 1994; 22:19-25.
14. Shinnors TJ, Noordsij PG, Orwin JF. Arthroscopically assisted mini-open rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2002; 18:21-6.
15. Fealy S, Kingham TP, Altchek DW. Mini-open rotator cuff repair using a two-row fixation technique: outcomes analysis in patients with small, moderate, and large rotator cuff tears. *Arthroscopy* 2002; 18:665-70.



16. Yamaguchi K, Ball CM, Galatz LM. Arthroscopic rotator cuff repair: transition from mini-open to all-arthroscopic. *Clin Orthop* 2001; 390:83-94.
17. Warner JJ, Tetreault P, Lehtinen J, Zurakowski D. Arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: a cohort comparison study. *Arthroscopy* 2005; 21:328-32.
18. Gartsman GM, Khan M, Hammerman SM. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg (Am)* 1998; 80-A:832-40.
19. Takahashi S, Nakajima M, Kobayashi M, Wakabayashi I, Miyakoshi N, Minagawa H, et al. Effect of recombinant basic fibroblast growth factor (bFGF) on fibroblast-like cells from human rotator cuff tendon. *Tohoku J Exp Med* 2002; 198:207-14.
20. Kobayashi M, Itoi E, Minagawa H, Miyakoshi N, Takahashi S, Tuoheti Y, et al. Expression of growth factors in the early phase of supraspinatus tendon healing in rabbits. *J Shoulder Elbow Surg* 2006; 15:371-7.
21. Premdas J, Tang JB, Warner JP, Murray MM, Spector M. The presence of smooth muscle actin in fibroblasts in the torn human rotator cuff. *J Orthop Res* 2001; 19:221-8.
22. DeJardin LM, Arnoczky SP, Ewers BJ, Haut RC, Clarke RB. Tissue-engineered rotator cuff tendon using porcine small intestine submucosa. Histologic and mechanical evaluation in dogs. *Am J Sports Med* 2001; 29:175-84.
23. Sanchez M, Azofra J, Anitua E, Andia I, Padilla S, Santesteban J, Mujika I. Plasma rich in growth factors to treat an articular cartilage avulsion: a case report. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35:1648-52.
24. Gibble JW, Ness PM. Fibrin glue: the perfect operative sealant? *Transfusion* 1990; 30:741-7.
25. Landesberg R, Moses M, Karpatkin M. Risks of using platelet rich plasma gel. *J Oral Maxillofac Surg* 1998; 56:1116-7.
26. Anitua E, Andia I, Sanchez M, Azofra J, del Mar Zaldueño M, de la Fuente M, et al. Autologous preparations rich in growth factors promote proliferation and induce VEGF and HGF production by human tendon cells in culture. *J Orthop Res.* 2005; 23:281-6.
27. Sánchez M, Anitua E. Use of autologous plasma rich in growth factors in arthroscopic surgery. *Cuadernos de artroscopia* 2003; 10,12-9.
28. Anitua E, Sanchez M, Nurden AT, Nurden P, Orive G, Andia I. New insights into and novel applications for platelet-rich fibrin therapies. *Trends Biotechnol* 2006; 24:227-34.
29. Sánchez Álvarez M. Factores de crecimiento en la reparación del manguito rotador. Guía del tratamiento artroscópico de la patología del manguito rotador. Eduardo Sánchez Alepuz (editor). Unión de Mutuas. Páginas 71-4.

#### 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.

ORIGINAL

## Evolución prospectiva de un programa de intervención geriátrica interdisciplinaria y secuencial en la recuperación funcional del anciano con fractura de cadera

A multidisciplinary and sequential program in elderly patient with hip fracture: a prospective evolution

Ortiz Alonso FJ, Vidán Astíz M, Marañón Fernández E, Álvarez Nebreda L, García Alambra MA, Alonso Armesto M, Toledano Iglesias M, Serra Rexach JA

Servicio de Geriátria. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid

Esta investigación ha sido financiada por FUNDACIÓN MAPFRE

### Resumen

**Objetivos:** el tratamiento del anciano con fractura de cadera es muy variable, así como los resultados funcionales y la mortalidad. Hemos diseñado un programa de intervención para aumentar la proporción de pacientes que recuperan el estado funcional, disminuir la mortalidad y la utilización de recursos sanitarios a medio y largo plazo.

**Material y métodos:** Estudio «quasi-experimental» con grupo control histórico (GC) sobre los beneficios de un modelo de tratamiento combinado (GI) (ortopédico y geriátrico) y secuencial (fases aguda, rehabilitadora y de mantenimiento), del anciano con fractura de cadera.

**Resultados:** En relación con el GC, el GI aumenta la proporción de pacientes que recuperan la capacidad de caminar a los 3 (47% - 30%) y 6 (62% - 44%) meses de la fractura. Mayor mortalidad hospitalaria en el GI que en el GC (5,1% - 0,6%), sin diferencias a 3, 6 ni 12 meses. Menor estancia hospitalaria en GI (10,1 - 17,6 días,  $p < 0,001$ ) y con un mayor porcentaje de pacientes derivados a centro de rehabilitación (67% - 21%,  $p < 0,001$ ).

**Conclusión:** El tratamiento combinado y secuencial del anciano con fractura de cadera, aumenta la proporción de pacientes que recuperan el estado funcional previo a la fractura a medio plazo.

**Palabras clave:**

Anciano, fractura de cadera, mortalidad.

### Abstract

**Aim:** Treatment, functional recovery and mortality of elderly patients with hip fracture are very variable. We have designed an intervention program to improve the number of patients who recover their previous functional status and to reduce mortality and resources use in medium and long term follow up.

**Patients and Methodology:** a «quasi-experimental» study with historical control group and intervention group to demonstrate benefits of a combined (orthopedics and geriatrics) and consecutive (acute, rehabilitation and supportive periods), in elderly patients with hip fracture.

**Results:** Being treated in the IG increases likelihood of recovering walking ability at 3 months (47 vs 30%) and at 6 months (62 vs 44%), according to that treated in the CG. There is a higher in hospital mortality rate in the IG (5,1 vs 0,6%) compared with the patients in the CG; without differences at 3, 6 and 12 months follow up. Patients in the IG stay less at hospital (10,1 vs 17,6 days,  $p < 0,001$ ) and are more likely to be transferred to a rehabilitation facility (67 vs 21%,  $p < 0,001$ ).

**Conclusions:** Combined and consecutive treatment in elderly patients with hip fracture increase the percentage of patients who recover functional status in a medium follow up.

**Key words:**

Elderly, hip fracture, mortality.

### Correspondencia

J. A. Serra Rexach  
Servicio de Geriátria. Hospital GU Gregorio Marañón  
Dr. Esquerdo 46. 28007 Madrid



## Introducción

La fractura de cadera es una patología prevalente en la población anciana ocurriendo más del 85% de las veces en mayores de 65 años [1]. En España se producen unas 33.000 fracturas de cadera en ancianos al año [2]. La incidencia va en aumento y se estima que se duplicará para el año 2050 [3]. Esta patología genera una elevada mortalidad pues al año de la fractura fallecen el 30% de los pacientes [4-7], morbilidad [8-12], ya que sólo alrededor del 50% recuperan la situación funcional que tenían antes de la fractura y unos elevados costes sanitarios, tanto directos como indirectos. Existen toda una serie de factores relacionados con la mortalidad y la recuperación funcional como la edad, sexo, tipo de fractura, tiempo transcurrido desde el ingreso hasta la cirugía, enfermedades concomitantes, situación física y mental antes de la fractura, tipo de intervención, complicaciones médicas y quirúrgicas, apoyo precoz, seguimiento por un equipo multidisciplinar, continuidad de los cuidados al alta hospitalaria, etc. [13,14].

Siendo una patología uniforme con un enfoque terapéutico protocolizado [15-17] sorprende la gran variación en los resultados obtenidos. Así, en España se ha descrito que la estancia media hospitalaria varía entre los 12 y 24 días, y la mortalidad hospitalaria entre el 2,5 y el 8% [2]. Igualmente varía la proporción de pacientes que recuperan la situación funcional que tenían antes de la fractura. Esta diferencia puede deberse a la gran heterogeneidad de la población anciana, en la que coexisten ancianos en buena situación funcional con otros con patología múltiple que toman varios fármacos a la vez, con distintos grados de discapacidad física y mental [18] y a la variabilidad del enfoque terapéutico del anciano con fractura de cadera [19].

Para el correcto tratamiento es necesario un plan de cuidados individualizado, conociendo bien la situación previa a la fractura (física, mental y social), realizado por un equipo multidisciplinar que incluya traumatólogos, geriatras, rehabilitadores, fisioterapeutas, enfermeras y trabajadores sociales y que además se encargue de mantener la continuidad de los cuidados establecidos al alta hospitalaria.

En un ensayo clínico controlado con grupo control, sobre la eficacia de la intervención geriátrica intensiva durante la fase aguda de la hospitalización en ancianos ingresados por fractura de cadera [20], demostramos que la intervención geriátrica temprana e intensiva en ancianos con fractura de cadera durante la fase aguda de hospitalización, es eficaz para reducir las complicaciones médicas y la mortalidad hospitalaria, pero sólo ha demostrado un pequeño beneficio en cuanto a la recuperación funcional.

Por estas razones nos propusimos analizar prospectivamente los beneficios del tratamiento combinado (ortopédico y geriátrico) y secuencial (fases aguda, rehabilitadora y de mantenimiento) en el anciano con fractura de cadera. El objetivo principal de nuestro trabajo es valorar si este programa aumenta la proporción de pacientes que recuperan en 6-12 meses el estado funcional previo a la fractura y los objetivos secundarios son valorar si este tratamiento disminuye la mortalidad y la utilización de recursos sanitarios (estancia hospitalaria e institucionalización) a los 6-12 meses de la fractura.

## Material y métodos

Realizamos un estudio «quasi-experimental» con grupo control histórico sobre los beneficios de un modelo de tratamiento combinado (ortopédico y geriátrico) y secuencial (fases aguda, rehabilitadora y de mantenimiento), del anciano con fractura de cadera. Para ello seguimos la evolución de todos los pacientes consecutivos, mayores de 65 años, que ingresaron para cirugía reparadora de fractura de cadera en la Unidad Funcional del Anciano con Fractura de Cadera (UFACA).

Se excluyeron aquellos pacientes con fracturas patológicas, o con demencia severa que imposibilitaba la participación en un programa de rehabilitación, o con dependencia total previa para todas las actividades de la vida diaria, o marcha nula previa o con enfermedad en fase terminal con esperanza de vida menor de 6 meses.

El tratamiento combinado y secuencial se desarrolló en tres fases:

**a. Fase aguda de hospitalización:** Desde el ingreso en la UFACA, se realizó una intervención geriátrica intensiva para disminuir la mortalidad, las complicaciones postoperatorias y la estancia hospitalaria y, al mismo tiempo, acelerar la recuperación funcional [20]. Se efectuó una valoración geriátrica exhaustiva para identificar y cuantificar los problemas médicos y psicosociales y la capacidad funcional para elaborar un plan de tratamiento. El cirujano ortopeda decidió el tipo y el momento de la cirugía. El médico geriatra fue responsable del cuidado médico diario; el médico rehabilitador planificó el tipo e intensidad de la rehabilitación tan pronto como el traumatólogo autorizó la carga y el trabajador social valoró el soporte social y las necesidades de ayuda cuando fueron necesarias.

Después de la valoración inicial y generalmente en las primeras 72 horas del ingreso, se realizó una reunión interdisciplinar para discutir los problemas y elaborar un plan de tratamiento y seguimiento. Aquellos pacientes con un alto



nivel de independencia funcional previa, estado cognitivo normal y buen soporte familiar fueron dados de alta a su domicilio para continuar con la recuperación funcional. Los pacientes que vivían en residencias con un servicio de rehabilitación fueron dados de alta a los pocos días para realizar allí la recuperación. Los pacientes susceptibles de rehabilitación hospitalaria, una vez estables quirúrgica y clínicamente, se trasladaron a la Unidad de Ortopediatria y tan sólo algunos pacientes permanecieron ingresados en la UFACA por su inestabilidad clínica.

**b. Fase de rehabilitación:** Comenzó con el ingreso en la Unidad de Ortopediatria (UOG). Los objetivos de esta fase fueron disminuir la estancia en la hospitalización de agudos y alcanzar el mejor estado funcional con la menor estancia posible. Al ingreso en la UOG, el paciente fue valorado por geriatría y rehabilitación, estableciéndose un plan de cuidados general y un programa de ejercicios.

Las actuaciones se dirigieron hacia una rehabilitación progresiva de la marcha, educación sobre higiene postural, movilización progresiva y potenciación del balance articular y muscular, en sesiones de información y educación al paciente y a sus familiares sobre la prevención de complicaciones y pautas de movilización. Se indicó una sesión diaria de 30 a 45 minutos de cinesiterapia de movilización articular y potenciación muscular, reeducación progresiva de las actividades de la vida diaria, pautas sobre adecuación del entorno y recomendaciones al paciente y familia sobre ejercicios de mantenimiento a realizar tras el alta y posibles modificaciones en el domicilio para evitar barreras arquitectónicas.

**c. Fase de mantenimiento:** después del alta hospitalaria se ofreció un seguimiento al paciente con el fin de seguir mejorando la capacidad funcional o mantener la recuperada y prevenir el deterioro. Las actuaciones durante esta fase incluyeron: Información escrita al alta sobre estilo de vida, medicaciones, movilidad, grado y velocidad de recuperación esperada, analgesia, fuentes de ayuda y consejo para el paciente y el cuidador principal; Informe de alta al médico de atención primaria con información completa sobre la hospitalización, objetivos de rehabilitación y revisiones posteriores, prevención secundaria de nuevas caídas con especial atención a las barreras arquitectónicas, transferencia y sistemas de alarma para el paciente aislado.

Los datos fueron obtenidos a través de entrevista directa con el paciente y de su cuidador y de la historia clínica. Se contactó telefónicamente con el paciente o cuidador a los 3, 6 y 12 meses después de la fractura.

La principal variable del estudio fue la recuperación del estado funcional, calculada como la proporción de pacientes que realizan la marcha y las actividades de la vida diaria (AVD) básicas igual o mejor al tiempo de seguimiento después de la fractura que antes de la misma. La recuperación funcional se midió sólo en los pacientes vivos al tiempo de seguimiento. Las variables estudiadas fueron la capacidad de marcha y las actividades de la vida diaria (AVD). La capacidad de marcha se valoró por el «Functional Ambulation Classification» (FAC) (21). Esta escala tiene seis niveles de 0 a 5 (0 = deambulación no funcional o nula; 1 = marcha con gran ayuda física de otra persona; 2 = marcha con ligero contacto manual de otra persona; 3 = marcha con necesidad de supervisión sin contacto físico; 4 = marcha independiente en superficie llana y, por último, 5 = marcha independiente en llano y escaleras).

También se analizó la capacidad de completar 5 AVD básicas (baño, vestido, uso del WC, transferencia de la cama a silla y continencia). Para cada AVD se asigna 0 para la dependencia completa y 1 para la independencia, según el Índice de Katz [22].

La valoración del estado basal se obtuvo la capacidad para realizar las AVD dos semanas antes de la fractura. La valoración al alta, 3, 6 y 12 meses postfractura se refiere al momento de la entrevista. La puntuación de cada AVD se suma para crear una puntuación global de AVD que varía de 0 (totalmente dependiente en todas las AVD) a 5 (totalmente independiente en todas las AVD).

Para estas dos variables calculamos la proporción de pacientes con la escala igual o mejor al seguimiento que antes de la fractura (recuperación). Para la recuperación de la marcha se excluyeron pacientes con puntuación de FAC 0 (marcha nula) y para la recuperación de las AVD se excluyeron pacientes con puntuación de AVD basal 0 (totalmente dependientes). La «no-recuperación» se asignó a pacientes con puntuación en el FAC y las AVD peor al seguimiento que antes de la fractura.

Otras variables dependientes fueron las complicaciones médicas durante la hospitalización que se estudiaron individualmente o dicotomizadas, cuadro confusional agudo, insuficiencia cardiaca, neumonía, trombosis venosa profunda, tromboembolismo pulmonar, úlceras por presión, infección del tracto urinario o infarto de miocardio. El cuadro confusional agudo se midió mediante la escala *Confusion Assessment Method* [23] que se aplicó a todos los pacientes.

La mortalidad hospitalaria se recogió de la historia clínica y fue confirmada por el servicio de admisión. La mortalidad a los 3, 6 y 12 meses se obtuvo mediante entrevista telefónica.



Para la utilización de los recursos sanitarios se midió la estancia hospitalaria y la ubicación al alta agrupada como domicilio, residencia de ancianos o centro de rehabilitación.

Los factores predictores y otras variables de confusión fueron divididos en tres categorías: estado basal, hospitalización y ubicación al alta. En la valoración del estado basal se incluyeron datos sociodemográficos (edad, sexo, estado civil y vivienda), estado funcional basal (AVD y marcha) y enfermedades crónicas (cardiopatía, enfermedad vascular periférica, diabetes mellitus, cáncer, accidente cerebrovascular, demencia y enfermedad pulmonar obstructiva crónica). En relación con la hospitalización se analizó el tipo de fractura, tipo de cirugía y las horas desde el ingreso hasta la cirugía. Por último sobre la ubicación al alta se distinguió entre domicilio o residencia.

Las escalas de valoración del estado funcional se realizaron por un profesional entrenado. La valoración prefractura y la valoración al alta se realizó a través de entrevista directa con el paciente y su cuidador. El estado funcional a los 3, 6 y 12 meses se recogió mediante entrevista telefónica. El resto de los datos se extrajeron de la historia clínica por la misma persona. Los datos fueron almacenados en una base de datos informática y codificados por una sola persona.

El tamaño de la muestra se calculó para detectar una diferencia significativa entre el grupo de intervención y el control histórico en cuanto a la proporción de pacientes que recuperaron su estado funcional antes de la fractura. En el control histórico, a los 12 meses, la proporción de pacientes que recuperaban su estado funcional previo a la fractura (AVD y marcha) era de un 50% aproximadamente. Estimamos que aumentar esta proporción en un 15% (hasta el 65%) era importante desde el punto de vista clínico. Por tanto, para poder detectar esta mejoría con un error  $\alpha$  de 0,05 y un poder (1- $\beta$ ) del 80%, el número total de pacientes sería de unos 340 entre el grupo histórico y el grupo de estudio, correspondiendo 170 pacientes al grupo de estudio. Estimando la mortalidad acumulada al año de un 20% y una pérdida de un 10% (según estudio previo), el número total de pacientes a estudiar en el modelo secuencial fue de 243.

Utilizamos como grupo control el grupo histórico de pacientes con intervención geriátrica intensiva [20]. Las variables continuas se compararon con tests paramétricos o no paramétricos según corresponda y las variables categóricas con la Chi Cuadrado. Los factores pronósticos asociados con buena o mala evolución se estudiaron mediante regresión logística múltiple. La supervivencia se midió mediante la tasa bruta de mortalidad al año y las comparaciones entre grupos se hicieron mediante la Chi Cuadrado.

## Resultados

Se incluyeron en el grupo de intervención (GI) 355 pacientes que se compararon con los 155 pacientes del grupo control histórico (GC). En la Tabla 1 se describen las características basales de los dos grupos. Los pacientes del GI eran significativamente de mayor edad con un mayor número institucionalizados, tomaban más fármacos y un mayor porcentaje eran independientes para la deambulación antes de la fractura (Figura 1). No encontramos diferencias entre los dos grupos por el tipo de fractura ni por el tratamiento seguido (Figura 2).

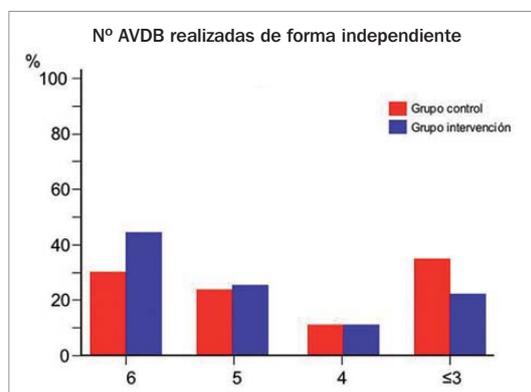


Fig. 1. Número de AVDB realizadas independientemente por el paciente antes de la fractura. Las seis AVDB incluyen baño, vestido, transferencia, uso del WC, continencia y comida. Los números indican cuántas actividades el paciente puede realizar de manera independiente.

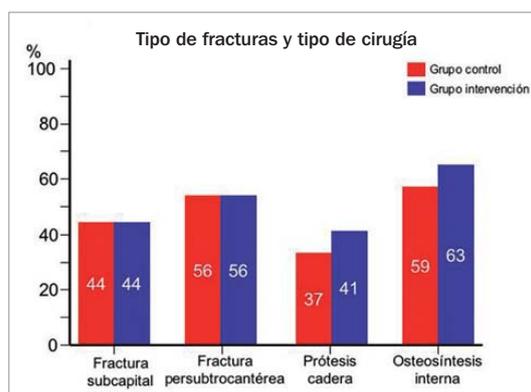


Fig. 2. Tipo de fractura diagnosticada y cirugía seguida para su reparación.

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

	Grupo Intervención (N = 335)		Grupo control (N = 155)		P
	N	%	N	%	
Edad (años) X (DS)	84 (7)		81 (8)		***
Mujeres	277	83	131	85	NS
Viudos	201	63	93	60	NS
Viven en su domicilio	263	79	135	87	***
Número enfermedades crónicas X (DS)	3,0 (1,6)		2,8 (1,8)		NS
Demencia	90	27	39	25	NS
Diabetes	79	24	27	17	NS
Enfermedades cardio-vasculares	99	30	33	21	NS
EPOC	25	8	22	14	**
Accidentes cerebro-vasculares	42	13	16	11	NS
Número de medicamentos x (DS)	4,7 (7,1)		2,6 (1,8)		***
Deambulación independiente antes de la fractura	280	84	116	75	

(X = media; DS = desviación estandar) (NS = no significativo; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; \*\*  $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 2.** Datos de Hospitalización Aguda

	Grupo Intervención (N = 335)		Grupo control (N = 155)		P
	N	%	N	%	
Estancia media agudos (días) x (DS)	10 (7)		18 (11)		***
Total complicaciones hospital	244	73	105	68	NS
Cuadro confusión agudo	118	35	53	34	NS
Insuficiencia cardíaca	17	5	12	8	NS
Neumonía	12	4	7	5	NS
Úlceras por presión	26	8	8	5	NS
Complicación quirúrgica	52	16	23	15	NS
Mortalidad hospitalaria	17	5,1	1	0,6	**
Retraso cirugía (días) X (DS)	3 (2)		3 (2)		NS
Traslado a centro rehabilitación	214	67	33	21	***

(X = media; DS = desviación estandar) (NS = no significativo; \*\*\*  $p \leq 0,001$ ; \*\*  $p \leq 0,05$ )

La mortalidad hospitalaria fue significativamente menor en el GC. Un porcentaje mayor de los pacientes de GI eran trasladados a un Centro de Rehabilitación, con una estancia hospitalaria menor. La estancia media en el Hospital de Agudos fue significativamente menor en el GI. No existieron diferencias al respecto de las complicaciones médicas, ni a la demora quirúrgica (Tabla 2).

La evolución funcional a los 3, 6 y 12 meses después de la fractura presentó un mayor porcentaje de pacientes en el GI que recuperaron la capacidad de marcha previa (medido con la escala FAC), a los 3 y 6 meses, en comparación con el GC. Sin embargo, no existieron diferencias en cuan-

to a la recuperación del nivel de independencia para la realización de las actividades de la vida diaria entre los grupos (Figura 3) (Figura 4).

Para analizar los factores predictores de recuperación funcional de la marcha se realizó una regresión logística multivariante. Los pacientes tratados en el grupo de intervención y aquellos con mayor grado de independencia para las AVD, tienen más posibilidades de recuperar la marcha a los 6 meses. Por el contrario, la mayor edad, la presencia de demencia y las complicaciones médicas durante el ingreso son predictores negativos de recuperación funcional.

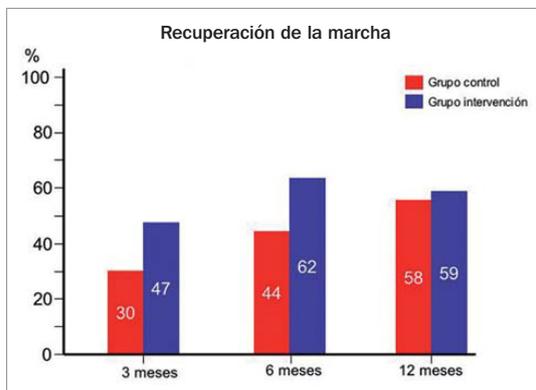


Fig. 3. Evolución de la recuperación de la marcha en el tiempo.

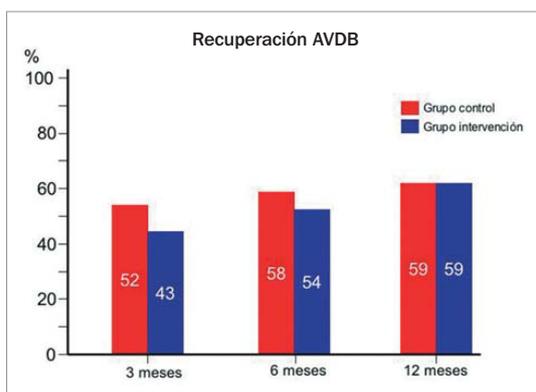


Fig. 4. Evolución de la recuperación del AVDB en el tiempo.

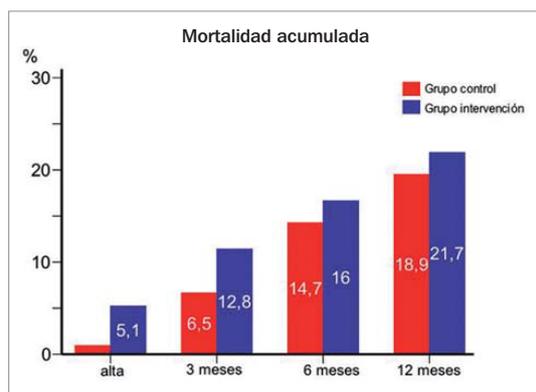


Fig. 5. Mortalidad acumulada en el momento del alta hospitalaria, a los 3, 6 y 12 meses.

En cuanto a la mortalidad (Figura 5) encontramos diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad hospitalaria a favor del grupo de control histórico. Cuando se analizó la mortalidad acumulada a los 3, 6 y 12 meses no existieron diferencias entre ambos grupos.

Hubo pacientes que antes de la fractura vivían en domicilio y que tras la fractura han precisado ingreso en una residencia. Como se puede observar un número significativamente mayor de pacientes en el GI ingresaron en residencia al alta hospitalaria o a los 3 meses de la fractura, sin existir diferencias ni a los 6 ni a los doce meses.

## Discusión

El objetivo principal de nuestro trabajo era demostrar si una aproximación terapéutica combinada (ortopédico y geriátrico) y secuencial (fases aguda, rehabilitadora y de mantenimiento) del anciano con fractura de cadera aumentaba la proporción de pacientes que recuperaban el estado funcional previo a los 6-12 meses de la fractura, en comparación con la intervención geriátrica intensiva limitada a la fase aguda.

El diseño para estudiar los beneficios de una nueva modalidad de tratamiento debería ser un estudio aleatorizado con grupo control de tratamiento usual. Sin embargo, vistos los resultados previos de la eficacia de la intervención geriátrica intensiva comparado con el tratamiento tradicional consideramos un problema ético realizar ese tipo de tratamiento.

Nuestros resultados demuestran como este tratamiento combinado y secuencial aumenta significativamente la proporción de pacientes que recuperan la capacidad de caminar a los 3 y 6 meses de la fractura. Este hecho es especialmente importante ya que el factor que más influye en la independencia funcional es la capacidad de caminar. El aumentar en un 17-18% el porcentaje de pacientes que retornan a su situación funcional basal es por lo tanto relevante.

Sin embargo, a los 12 meses no existieron diferencias significativas entre ambos grupos. Esto puede deberse a que la recuperación funcional máxima ocurre a los 6 meses [10,14,24,25]. También es posible que al ser programas diferentes la recuperación lleve un curso distinto, ya que en el grupo control el porcentaje de pacientes que recuperaban la marcha iba aumentando hasta el año de seguimiento, mientras que en el grupo de estudio al haber hecho una rehabilitación más intensiva, la recuperación de la marcha se habría logrado antes.

Mediante análisis multivariante encontramos como aquellos pacientes tratados en el grupo de intervención y los que tenían mayor grado de independencia para las actividades de la vida diaria tenían más posibilidades de recuperar la capacidad de marcha a los 6 meses.



No es fácil establecer cuál es el porcentaje «óptimo» de pacientes que deben recuperar el nivel de caminar que tenían antes de la fractura, debido a que los estudios publicados pueden incluir grupos diferentes de población y a la metodología para medir la capacidad de caminar. Sin embargo, a pesar de estas dificultades creemos que es especialmente relevante el haber conseguido aumentar significativamente el porcentaje de pacientes que recuperan la marcha para caminar en relación con el grupo de intervención limitado a la fase aguda.

Respecto a la recuperación de las actividades de la vida diaria no encontramos diferencias entre los grupos, en ninguno de los periodos de seguimiento. Esto puede deberse a que en nuestro centro la rehabilitación tras la fractura de cadera se centra exclusivamente en la marcha y no en la recuperación de las actividades de la vida diaria.

En nuestro estudio la mortalidad hospitalaria fue mayor en el grupo de intervención que en el grupo control histórico, no encontrándose diferencias significativas a los 3, 6 ni 12 meses. La baja mortalidad observada en el grupo control, efectuado en el año 1997, no se ha vuelto a conseguir manteniéndose siempre alrededor del 5%. Además la intervención realizada es básicamente la misma en los dos grupos.

La mortalidad entre ancianos con fractura de cadera es alta, tanto durante el ingreso (entre un 4-7%), como al mes (13-17%) o a los 12 meses (25-30%) [4-7][26]. Aunque el mayor incremento de la mortalidad se produce en los primeros 6 meses [27], se mantiene hasta varios años después de la fractura [4][6][28-30], comparando la evolución de los ancianos con fractura de cadera y un grupo control. Se han postulado varias explicaciones para este aumento de la mortalidad como el deterioro funcional, la aparición de nuevas fracturas osteoporóticas, etc.

Los varones tienen una mortalidad mayor que las mujeres en todos los tramos de seguimiento [29]. Son marcadores de mayor riesgo de mortalidad la edad [31-33], la comorbilidad [6][34][35], el tipo de fractura [36], las complicaciones médicas y quirúrgicas [10] y la institucionalización previa a la fractura [37]. También las complicaciones en el postoperatorio, especialmente la infección respiratoria y la insuficiencia cardíaca, tienen una gran influencia en la mortalidad en los primeros 30 días [5][38].

Es importante destacar que la muerte en pacientes no seleccionados por fractura de cadera es potencialmente evitable en aproximadamente la mitad de los pacientes en los primeros 30 días tras la fractura [39].

El aumento del porcentaje de pacientes que recuperan la capacidad de caminar a los 3 y 6 meses, se ha logrado con una menor estancia en el hospital de agudos y con un ma-

yor porcentaje de pacientes derivados a centro de rehabilitación. Estos dos datos conjuntamente demuestran que este programa optimiza la utilización de recursos sanitarios, dando tratamiento agudo en hospitales de agudos, y tratamiento rehabilitador en centros de rehabilitación. Esto ha permitido liberar camas de agudos, y tratar más adecuadamente a los pacientes.

En nuestro estudio se ha producido un porcentaje mayor de pacientes que ingresan en una residencia al alta hospitalaria y también a los 3 meses en el grupo de intervención en relación con el grupo control, sin existir diferencias a los 6 ni a los 12 meses. Aunque la posibilidad de ingresar en residencia es mayor actualmente no es un índice de peor recuperación funcional el que haya más pacientes que vivan en una residencia al alta o a los 3 meses, sino que hay un mayor número de plazas residenciales disponibles.

No existen muchos estudios que valoren la eficacia de una intervención multidisciplinar en el tratamiento del anciano con fractura de cadera, y menos todavía que sean metodológicamente consistentes. Además, es difícil la comparación de los resultados de los distintos estudios ya que están realizados en diferentes países, con distintas organizaciones sanitarias y distintos sistemas de medición de los resultados.

En dos estudios aleatorizados sobre la eficacia de la intervención geriátrica y rehabilitadora en ancianos con fractura de cadera, Reid y Kennie [40] demostraron como el manejo geriátrico y rehabilitador aumentó hasta el 50% el porcentaje de pacientes que recuperaron el nivel de independencia para las actividades de la vida diaria a los 12 meses de la fractura, en comparación con el 20% atendidos en el grupo control.

En el otro ensayo [41], los ancianos con fractura de cadera fueron aleatorizados a un grupo de tratamiento con orientación geriátrica y rehabilitadora o a un grupo control de tratamiento convencional. Más pacientes en el grupo de intervención recuperaron la independencia para realizar las actividades de la vida diaria que tenían antes de la fractura en comparación con el grupo control tanto a los 4 como a los 12 meses. También un número mayor de pacientes del grupo de intervención podían caminar por su casa sin ayuda a los 12 meses de la fractura. No hallamos diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de pacientes que precisaron ingreso en una residencia.

Otros estudios demostraron beneficios en un tiempo corto (3 meses) pero no a los 12 meses [20][42] y otros programas de intervención no han conseguido aumentar el porcentaje de pacientes que recuperan su estado funcional a medio y largo plazo [25] [43-45].



Es de destacar que el programa de intervención se compara con un grupo control que ya había demostrado efectos beneficiosos en cuanto a recuperación funcional y menor mortalidad, en comparación con el tratamiento habitual en nuestro centro. Es decir, si hubiéramos comparado nuestro programa con el tratamiento que se hacía antes de la colaboración con geriatría los resultados hubieran sido todavía más favorables. En conclusión, el tratamiento combinado y secuencial del anciano con fractura de cadera, aumenta la proporción de pacientes que recuperan el estado funcional previo a la fractura a medio plazo.

### Agradecimientos

A todos los miembros del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, en especial a las enfermeras y auxiliares, sin cuya participación no se hubieran conseguido estos resultados. A los miembros del Servicio de Rehabilitación (rehabilitadores, fisioterapeutas y auxiliares) especialmente a los que trabajan el Instituto Provincial de Rehabilitación. **I**

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Parker M, Johansen A. Hip fracture. *BMJ* 2006; 333:27-30.
- Serra JA, Garrido G, Vidán M, Marañón E, Brañas F, Ortiz J. Epidemiología de la fractura de cadera en ancianos en España. *An Med Interna (Madrid)* 2002; 19:389-95.
- Gullberg B, Johnell O, Kanis JA. World-wide projections for hip fracture. *Osteoporosis Int* 1997; 7:407-13.
- Giversen IM. Time trends of mortality after first hip fractures. *Osteoporosis Int* 2007; 18:721-32.
- Roche JJW, Wenn RT, Sahota O, Moran CG. Effect of comorbidities and postoperative complications on mortality after hip fracture in elderly people: a prospective observational cohort study. *BMJ* 2005; 331:1374-9.
- Farahmand BY, Michaëlsson K, Ahlborn A, Ljunghall S, Baron JA. Survival after hip fracture. *Osteoporosis Int* 2005; 16:1583-90.
- Jensen JS, Tondevold E. Mortality after hip fracture. *Acta Orthop Scand* 1979; 50:161-7.
- Marottoli RA, Berkman LF, Cooney LM. Decline in physical function following hip fracture. *JAGS* 1992; 40:861-6.
- Koval KJ, Skovron ML, Aharonoff GB, Meadows SE, Zuckerman JD. Ambulatory ability after hip fracture. A prospective study in geriatric patients. *Clin Orthop* 1995; 310:150-9.
- Koot VCM, Peeters PHM, De Jong JR, Clevers GJ, Van Der Werken C. Functional results after treatment of hip fracture: a multicentre, prospective study in 215 patients. *Eur J Surg* 2000; 166:480-5.
- Rosell PAE, Parker MJ. Functional outcome after hip fracture. A 1-year prospective outcome study of 275 patients. *Injury* 2003; 34:539-42.
- Shyu YIL, Chen MC, Liang J, Wu CC, Su JY. Predictors of functional recovery for hip fractured elders during 12 months following hospital discharge: a prospective study on a Taiwanese sample. *Osteoporosis Int* 2004; 15:475-82.
- Alarcón T, González-Montalvo JI. Fractura osteoporótica de cadera. Factores predictivos de recuperación funcional a corto y largo plazo. *An Med Interna (Madrid)* 2004; 21:87-96.
- Magaziner J, Simonsick EM, Kashner TM, Hebel JR, Kenzora JE. Predictors of functional recovery one year following hospital discharge for hip fracture: A prospective study. *J Gerontol* 1990; 45:101-7.
- Beaupre LA, Jones CA, Saunders LD, Johnston WC, Buckingham J, Majumdar SR. Best practices for elderly hip fracture patients. A systematic overview of the evidence. *J Gen Intern Med* 2005; 20:1019-25.
- Best practice evidence-based guideline. Acute management and immediate rehabilitation after hip fracture amongst people aged 65 years and over. June 2003. New Zealand Guidelines Group. [www.nzgg.org.nz](http://www.nzgg.org.nz)
- Prevention and management of hip fracture in older people. A national clinical guideline. January 2002. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. [www.sign.ac.uk](http://www.sign.ac.uk)
- Penrod JD, Litke AL, Hawkes WG, Magaziner J, Koval KJ, Doucette JT et al. Heterogeneity in hip fracture patients: age, functional status, and comorbidity. *JAGS* 2007; 55:407-13.
- Peiró S, Librero J, Marín Gómez M. Artroplastia de cadera: variabilidad, adecuación y resultados. *Mapfre Medicina* 1999; 10:281-92.
- Vidán M, Serra JA, Moreno C, Riquelme G, Ortiz J. Efficacy of a comprehensive geriatric intervention in older patients hospitalized for hip fracture: a randomised, controlled trial. *JAGS* 2005; 53: 1476-82.
- Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. *Phys Ther* 1984; 64:35-40.
- Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged. The index of ADL: A standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA* 1963;185:914-9.
- InouyeSK, van Dyck CH, Alessi CA, Balkin S, Siegal AP, Horwitz RI. Clarifying confusion: The confusion assessment method. A new method for detection of delirium. *Ann Intern Med* 1990;113:941-8.



24. Ceder L, Thorngren K, Wallden B. Prognostic indicators and early home rehabilitation in elderly patients with hip fractures. *Clin Orthop* 1980; 152:173-84.
25. Jette AM, Harris BA, Cleary PD, Campion EW. Functional recovery after hip fracture. *Arch Phys Med Rehabil* 1987; 68:735-40.
26. Stavrou ZP, Erginoulakis DA, Loizides AA, Tzevelekos SA, Papagiannakos KJ. Mortality and rehabilitation following hip fracture. A study of 202 elderly patients. *Acta Orthop Scand (suppl)* 1997; 275:89-91.
27. Kanis JA, Oden A, Johnell O, De Laet C, Jonsson B, Oglesby AK. The components of excess mortality after hip fracture *Bone* 2003; 32:468-73.
28. Schoroder HM, Erlandsen M. Age and sex as determinants of mortality after hip fracture: 3895 patients followed for 2.5-18.5 years. *J Orthop Trauma* 1993; 7:525-31.
29. Forsen L, Sogaard AJ, Meyer HE, Edna T, Kopjar B. Survival after hip fracture: short and long term excess mortality according to age and gender. *Osteoporos Int* 1999; 10:73-8.
30. Tsuboi M, Hasegawa Y, Suzuki S, Wingstrand H, Thorngren KG. Mortality and mobility after hip fracture in Japan. *J Bone Joint Surg (Br)* 2007; 89-B: 461-6.
31. Wolinsky FD, Fitzgerald JF, Stump TE. The effect of hip fracture on mortality, hospitalisation and functional status: a prospective study. *Am J Public Health* 1997; 87:398-403.
32. Elliot J, Beringer T, Kee F, Marsh D, Willis C, Stevenson M. Predicting survival after treatment for fracture of the proximal femur and the effect of delays to surgery. *J Clin Epidemiol* 2003; 56:788-95.
33. Richmond J, Aharonoff GB, Zuckerman JD, Koval KJ. Mortality risk after hip fracture. *J Orthop Trauma* 2003; 17:53-6.
34. Meyer HE, Tverdal A, Falch JA, Pedersen JI. Factors associated with mortality after hip fracture. *Osteoporos Int* 2000; 11:228-32.
35. Magazinger J, Lydick E, Hawkes W, Fox KM, Zimmerman SI, Epstein RS et al. Excess mortality attributable to hip fracture in white women aged 70 years and older. *Am J Public Health* 1997; 87:1630-6.
36. Cornwall R, Gilbert MS, Koval KJ, Strauss E, Siu AL. Functional outcomes and mortality vary among different types of hip fractures. *Clin Orthop* 2004; 425:64-71.
37. Beaupre LA, Cinats JG, Jones CA, Scharfenberger AV, Johnston DWC, Senthilselvan A, et al. Does functional recovery in elderly hip fracture patients differ between patients admitted from long-term care and the community?. *J Gerontol Med Sci* 2007; 62A:1127-33.
38. Myers AH, Robinson EG, Van Natta ML, Michelson JD, Collins K, Baker SP. Hip fractures among the elderly: factors associated with in-hospital mortality. *Am J Epidemiol* 1991; 134:1128-37.
39. Foss NB, Kehlet H. Mortality analysis in hip fracture patients: implications for design of future outcome trials. *Br J Anaesth* 2005; 94:24-9.
40. Reid J, Kennie DC. Geriatric rehabilitative care after fractures of the proximal femur: one year follow up of a randomized clinical trial. *BMJ* 1989; 299:25-6.
41. Stenvall M, Olofsson B, Nyberg L, Lundström M, Gustafson Y. Improved performance in activities of daily living and mobility after a multidisciplinary postoperative rehabilitation in older people with femoral neck fracture: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *J Rehabil Med* 2007; 39:232-8.
42. Huusko TM, Karppi P, Avikainen V, Kautiainen H, Sulkava R. Intensive geriatric rehabilitation of hip fracture patients: a randomized controlled trial. *Acta Orthop Scand* 2002; 73:425-31.
43. Cameron ID, Lyle DM, Quine S. Accelerated rehabilitation after proximal femoral fracture: a randomized controlled trial. *Disabil Rehabil* 1993; 15:29-34.
44. Galvard H, Samuelsson SM. Orthopedic or geriatric rehabilitation of hip fracture patients: a prospective, randomized, clinically controlled study in Malmö, Sweden. *Aging (Milano)* 1995; 7:11-6.
45. Naglie G, Tansey C, Kirkland JL, Ogilvie-Harris DJ, Detsky AS, Etchells E, et al. Interdisciplinary inpatient care for elderly people with hip fracture: a randomized controlled trial. *CMAJ* 2002; 167:25-32.

#### 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.

ORIGINAL

## Resultados preliminares de las placas que actúan como fijadores internos en el tratamiento de las fracturas supracondíleas de la extremidad distal del fémur (sistema LISS®)

Internal fixators plates preliminary results in distal femoral fractures treatment (LISS® system)

Sáez Martínez D, Vaquero Martín J, Esparragoza Cabrera L, García Rodríguez D

Centro de Trabajo: Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología HGU Gregorio Marañón. Madrid. España.

### Resumen

**Objetivo:** Las fracturas del fémur distal son lesiones potencialmente serias que representan el 7% de todas las fracturas de este hueso. Analizamos el comportamiento de los fijadores internos LISS®, que han acreditado tanto ventajas mecánicas como biológicas.

**Material y método:** Revisamos retrospectivamente las placas LISS® en el tratamiento de las primeras 13 fracturas del fémur distal durante año y medio.

**Resultados:** Obtuvimos altas tasas de consolidación (91%) y bajos porcentajes de desmontaje (9%). No hemos tenido ningún caso de infección ni necesidad de aplicar injerto.

**Conclusión:** El sistema LISS se confirma como una alternativa de primera elección en el tratamiento de las fracturas de la extremidad distal del fémur, disminuyendo las complicaciones derivadas de los sistemas que requieren reducción abierta.

**Palabras clave:**

Fracturas del fémur distal; Osteosíntesis, placa LISS.

### Abstract

**Objective:** distal femoral fractures are potentially serious injuries, we analyze the internal fixators like LISS; which has proved biological and mechanical advantages

**Material and method:** we have reviewed our results with the first 13 distal femoral fractures treated by LISS® plate in one and half year.

**Results:** we obtained high union rates (91%) and low dismantles rates (9%), without cases of infection or grafts.

**Conclusion:** LISS has proved to be a first choice in distal femoral femur fractures decreasing open reduction systems complications.

**Key words:**

LISS; Distal femoral fractures; Internal fixators. Osteosynthesis

### Introducción

Históricamente el tratamiento de las fracturas supracondíleas del fémur distal no ha conseguido resultados clínicos comparables a los del resto de las fracturas de fémur. La presencia de corticales finas, osteoporosis, canales medula-

res anchos y la conminución de las fracturas, han dificultado el obtener y mantener una fijación estable.

El objetivo en el tratamiento de estas fracturas es la reducción anatómica de la superficie articular, restaurar la longitud, alineamiento y rotación del miembro, así como permitir una movilización precoz del mismo, para evitar la rigidez articular y la pérdida de masa muscular.

Las fracturas del fémur distal son lesiones serias que con frecuencia suponen grados variables de discapacidad signi-

Correspondencia  
D. Sáez Martínez  
saezmart@yahoo.es

ficativa a largo plazo. Representan el 7% de todas las fracturas de fémur. El grado de pérdida funcional está influenciado por el grado de afectación de la articulación, el daño a los tejidos blandos o su combinación. Existen dos patrones de fractura de la extremidad distal del fémur: un primer grupo es el formado por pacientes jóvenes tras sufrir un accidente de alta energía (fracturas conminutas y mecánicamente inestables); en segundo lugar se agrupan aquellas fracturas osteoporóticas, en el contexto de un traumatismo de baja energía del anciano.

En los años 80 se desarrollaron sistemas que se centran en la biología de la fractura, tratando de establecer un equilibrio entre la estabilidad mecánica y la viabilidad biológica de los fragmentos. Así se desarrollaron los conceptos de reducción indirecta [1-4], fijación flexible y fijación interna, apareciendo los enclavados intramedulares encerrojados retrógrados y el sistema LISS®, para el tratamiento de las fracturas de la extremidad distal del fémur.

El sistema LISS (Less Invasive Stabilization System, Synthes, Paoli, PA) es una placa premodelada a la que quedan bloqueados diversos tornillos, actuando como un fijador interno; que no ayuda a reducir el componente metafisario-diafisario de la fractura, únicamente lo estabiliza por lo que la reducción ha de obtenerse antes de aplicar el implante. Esto hace que se le entienda como una nueva técnica quirúrgica, y no sólo como un nuevo implante.

## Material y métodos

Desde Abril de 2003 hasta Diciembre de 2005, en el Servicio C.O.T. del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, se intervinieron 13 fracturas supracondíleas de la extremidad distal del fémur mediante el sistema LISS. 12 como primera opción de tratamiento y la otra como rescate de un desmontaje de un enclavado retrógrado tipo SCN. La población estaba formada por 9 mujeres y 4 varones con una edad media de 67 años (rango entre 33 y 91 años).

El agente etiológico más frecuente fue la caída casual (10 casos) (Figura 1), seguida de 2 accidentes de motocicleta y un atropello. Se realizó seguimiento en 11 casos (por un éxito inmediato y otro paciente se perdió). En cuanto a la Clasificación AO, disponemos de 11 Fracturas tipo A (7 tipo A1, 3 tipo A3 y 1 tipo A2), una fractura B2 y una fractura C3, sufrida por una paciente de 91 años tras sufrir una caída casual.

El seguimiento medio fue de 5 meses (rango entre 1 y 11 meses); uno de los pacientes falleció en el postoperatorio inmediato debido a un shock hemorrágico y de otro no se dispone de seguimiento tras el alta.

Una de las pacientes que sufrió caída casual asoció una fractura de la extremidad proximal de húmero, tratada ini-

cialmente mediante síntesis con agujas de Kirschner; tras desmontarse éstas se optó por la reducción abierta y síntesis con placa. Otro de los pacientes asoció una fractura de la apófisis de la estiloides radial. La paciente que sufrió un atropello asoció una avulsión de espinas tibiales y una fractura compleja de anillo pélvico. Una de las fracturas era abierta grado I de Gustilo y cuatro fracturas se presentaron en pacientes portadores de una prótesis total de rodilla.

El tiempo medio hasta la intervención quirúrgica fue de 8 días (2-24 días), siendo intervenidos la mayoría en los primeros 5 días; ninguno de los pacientes fue intervenido en las primeras 24 horas. El mayor retraso se produjo en los dos pacientes que sufrieron sendos accidentes de motocicleta (11 días en un caso y 24 días en otro). En otro caso se demoró la cirugía en 4 días, tiempo que tardó en ser trasladada la paciente desde la localidad de la caída hasta nuestro centro.

Se realizó un estudio retrospectivo, recogiendo datos acerca de tiempo preoperatorio y postoperatorio, duración de la intervención, tamaño de la placa, rango de movilidad permitido en el postoperatorio y en la última visita, carga, porcentaje y tiempo hasta la consolidación de la fractura, definida como la aparición de callo en los controles radiográficos en ausencia de sintomatología adversa, complicaciones asociadas (tasa de Infección, desmontaje del material, consolidación en varo, así como otras recogidas en la Historia Clínica) y necesidad de injerto.



Fig. 1. Fractura supracondílea distal del fémur.

## Resultados

El tiempo medio de ingreso postoperatorio fue de 33 días, con un rango entre 15 y 93 días. Los ingresos más prolongados correspondieron a los politraumatizados (accidentes de moto), al caso intervenido previamente y a la paciente que sufrió el desmontaje del sistema LISS en el postoperatorio requiriendo una reintervención para EMO y síntesis con placa de sostén condíleo y cerclajes.

En 8 ocasiones se empleó una placa de 13 orificios, en 4 ocasiones una de 9 orificios y en una ocasión una de 5 orificios.

Se permitió el comienzo de movilidad activa y pasiva en el postoperatorio en 3 pacientes; en dos casos se inició el Kinetec al 6º día postoperatorio y en un tercer caso al 7º. Los restantes casos quedaron inmovilizados con diferentes sistema.

Nueve de los pacientes iniciaron la carga parcial protegida a los 3 meses y medio, con un rango de 2 a 5 meses. En dos de estos nueve casos se permitió la carga parcial protegida sin signos radiográficos de consolidación. En la actualidad dos de los pacientes está en descarga absoluta al no haber consolidado la fractura (tiempo de seguimiento de 1 y 1.5 meses respectivamente).

Se aceptó la consolidación de una fractura cuando había evidencia de callo en la radiografía, quedando así recogido en la Historia Clínica. De los 11 pacientes consolidaron 7 en un plazo medio de 9 semanas y las 3 restantes no consolidaron con seguimientos de 4 meses y medio, realizando carga parcial protegida con muletas en una paciente de 65 años con fractura peri-protésica proximal a PTR derecha;



Fig. 2. Fractura peri-protésica de fémur distal (a, b).



Fig. 3. Desmontaje sistema LISS.

otra con un mes de seguimiento en un paciente de 65 años con fractura periprotésica fémur izquierdo y fractura de la extremidad proximal del húmero) (Figura 2) y, la última, después mes y medio en un paciente de 66 años que fue reintervenido al no considerarse satisfactoria la reducción obtenida con un enclavado retrógrado. La fractura que sufrió el desmontaje, consolidó con la placa de sostén condíleo en 15 semanas.

No se necesitó injerto de forma primaria en ningún caso.

La flexión media de los pacientes en su última revisión en consulta fue de 80.6° (75°-87.5°), siendo la flexión máxima la obtenida en el paciente de seguimiento más prolongado (11 meses) y la menor en un paciente seguido 6 meses.

El ángulo Femoral Distal Anatómico medio fue de 83.7° con un rango entre 74° y 90°.

Una paciente de 91 años de edad con antecedentes de HTA y DM, que tras caída casual presentaba una fractura intraarticular C3 de fémur distal, falleció en el mismo día de la cirugía por un shock hemorrágico.

Además entre las complicaciones quirúrgicas padecidas tuvimos una paresia del nervio ciático poplíteo externo que debió en el postoperatorio inmediato y evolucionó hacia la remisión espontánea, no impidiendo la rehabilitación de la fractura. También encontramos un desmontaje 14 días después de la intervención en una paciente en descarga sin realizar ejercicios de movilidad (Figura 3). Se realizó la extracción de la placa LISS que fue reemplazada por una pla-



ca de sostén condíleo y cerclaje. Por último, una paciente 11 meses después de la cirugía requirió retirada del material por dolor local.

No se presentaron infecciones ni superficiales de la herida ni profundas. En todos los casos se realizó profilaxis con 2 g de Cefazolina en dosis única durante la inducción anestésica. La fractura abierta recibió la pauta de tratamiento antibiótico al ingreso propio de su condición.

## I Discusión

Las fracturas de la extremidad distal del fémur son lesiones serias que conducen, con frecuencia, a la incapacidad permanente. El grado de pérdida funcional es el resultado de la combinación de lesiones del fémur distal y de los tejidos blandos que le rodean [5].

El tratamiento de estas fracturas ha evolucionado hacia un equilibrio entre la estabilidad mecánica entre los fragmentos y la viabilidad biológica de los mismos, respetando los principios de reducción anatómica de las superficies articulares y restauración de la longitud del fémur, así como del alineamiento y rotación de la articulación [6,7].

Los métodos alternativos de tratamiento que requieren la reducción abierta y fijación interna de la fractura conllevan altas tasas de complicaciones derivadas del amplio abordaje quirúrgico que se requiere: infección, alteraciones de la consolidación, rigidez, colapso en varo y necesidad de injerto.

El número de fracturas recogida en nuestra serie se acerca al de las series publicadas; aunque otros trabajos presentan series tratadas con placa LISS® superiores a 100 casos [7].

La caída casual fue la etiología más frecuente de los pacientes tratados en nuestro servicio, al igual que en la mayoría de los trabajos revisados. Son, por tanto, fracturas fundamentalmente asociadas a traumatismos de baja energía, extraarticulares (tipo A), en pacientes con osteoporosis (10 sobre 13 casos). Dos casos pertenecen al otro grupo de la distribución bimodal de este tipo de fracturas, pacientes jóvenes (33 y 34 años) que sufren accidentes de alta energía (motocicleta).

Nuestra experiencia a medio y largo plazo es limitada pues nuestro caso más antiguo es de 11 meses de evolución, estando la mayoría de los pacientes en sus primeros 6 meses de seguimiento. Las series publicadas presentan seguimientos que van de los 14 a los 18 meses.

Los diversos autores permiten en sus estudios prospectivos, el inicio de movilizaciones pasivas de la rodilla de forma inmediata, en casi todos los casos con ayuda de los servicios de rehabilitación. En nuestra serie sólo en 3 casos se permite el inicio de tratamiento rehabilitador tras la retirada de los drenajes, a los 6 y 7 días de la cirugía [8-12].

El grado de flexión en la última revisión es sensiblemente menor a la media del resto de los trabajos publicados (80.6° en nuestro caso, frente a medias por encima de los 100° en las diversas series), si bien el tiempo de seguimiento en la mayoría de nuestros pacientes es proporcionalmente menor, siendo de esperar grados variables de mejoría en algunos casos.

El diseño del sistema LISS permite, en teoría, la carga parcial (15/20 Kg.) en el postoperatorio inmediato, progresando hacia la carga total en 6/8 semanas. De esta forma se realiza en las grandes series publicadas, permitiéndose al inicio la carga parcial y progresando la misma cuando se identifica callo de fractura en las radiografías de control y en ausencia de sintomatología adversa.

En nuestra serie, todos los pacientes permanecen inicialmente en descarga absoluta, reservándose el apoyo parcial al momento en que se identifica callo en los controles radiográficos.

El tiempo medio de consolidación de las fracturas en nuestra serie es de 9 semanas. De todos los casos en los que se debe esperar la misma, ésta no se ha producido únicamente en un paciente a los 4.5 meses de seguimiento. La ausencia de consolidación con el Enclavado Retrogrado como opción terapéutica en nuestro servicio es similar (9%), siendo mayor cuando hemos utilizado la Placa A.O. (16%).

En ningún caso se empleó injerto de forma primaria. Son éstos, resultados comparables a los del resto de las series publicadas (tasas de consolidación que varían del 91 al 100% de los casos). La experiencia de las grandes series reserva el uso de injerto en el sistema LISS, para aquellas situaciones en las que se ha producido una importante pérdida de masa ósea del macizo condíleo, fundamentalmente tras fracturas abiertas y en politraumatizados; son pocos los casos de retardo o ausencia de consolidación que requieren del empleo de injerto.

Nuestra tasa de infecciones es nula, al igual que en el resto de series publicadas, a pesar del porcentaje de fracturas abiertas (tasas de infección del 0% al 12.5% en la bibliografía). Los datos de las revisiones de los sistemas alternativos de tratamiento en nuestro servicio reflejan la ausencia de infecciones con el Enclavado retrógrado y un porcentaje de infección del 4.75% con la Placa A.O.

En nuestra casuística sólo se recoge un caso de desmontaje del implante; éste se produce 14 días después de la cirugía; la paciente estaba en descarga e inmovilizada con una ortesis rígida. En las grandes series son pocos los casos de fracaso del sistema LISS, siendo el porcentaje más amplio encontrado del 5%.



**Tabla 1.** Comparación distintos tratamientos en fracturas supracondíleas de fémur

	Placa A.O. (Quemada et al.) (1998) n= 42	Clavo Supracondíleo Sánchez Inchausti et al. n=12	Sistema LISS
Desmontaje	14,2%	9%	9%
Pseudoartrosis	16%	9%	9%
Infección	4,75%	-	-
Necrosis cóndilo	2,5%	-	-

Servicio COT HGU Gregorio Marañón.

El colapso en varo del fragmento distal de la fractura es otra de las complicaciones asociadas al tratamiento de esta lesión. Para evaluar dicha situación hemos medido el ángulo femoral distal anatómico (ángulo lateral entre el eje anatómico del fémur y la línea intercondílea). En condiciones normales el extremo distal del fémur presenta un valgo fisiológico de unos 7°, siendo por tanto el límite superior de la normalidad de dicho ángulo de unos 83°. Se produjeron 6 posibles consolidaciones en varo: un caso 84°, otro de 86°; 2 casos 88° y dos casos de 90°. De ello se deduce que sólo se distorsionó de forma exagerada la anatomía distal del fémur en 4 casos. En las grandes series se recogen escasas consolidaciones viciosas en varo, considerándose como tal a partir de 8° de varo en una serie [8], y a partir de 10/20° en el resto.

Son pocos los trabajos publicados en los que se comparen diversas opciones de tratamiento para las fracturas del fémur distal. Markmiller et al [12] realizaron un estudio prospectivo en el que se comparan los resultados funcionales y radiológicos de dos sistemas mínimamente invasivos, como son el sistema LISS y el enclavado retrógrado. Concluyen que no existen diferencias estadísticamente significativas en lo que se refiere a trastornos en la consolidación, infección o beneficio funcional entre ambos sistemas. Althausen et al [13], compararon los resultados del sistema LISS en el tratamiento de las fracturas peri protésicas supracondíleas del fémur distal con los de otros sistemas convencionales (tanto placas como enclavado retrógrado). Obtienen una menor tasa de infección, desmontaje, consolidación en varo con el sistema LISS, abogando por la superioridad del mismo en este contexto.

Nuestra experiencia en el tratamiento de las fracturas de la extremidad distal del fémur ha evolucionado en el tiempo, habiendo utilizado diversos sistemas, tanto que requirieron reducción abierta y síntesis, como enclavados retrógrados y, más recientemente, los nuevos sistemas de fijación interna. Se han realizado diversas revisiones históricas de

los resultados de los mismos, lo que nos permite comparar los aspectos más importantes.

Por lo tanto nuestros resultados concuerdan con los datos existentes en la bibliografía [9-12]; así el sistema LISS nos ofrece tanto ventajas mecánicas (menor porcentaje de desmontajes) [14-16], como biológicas (menor tasa de infecciones y trastornos de la consolidación), en el tratamiento de las fracturas de la extremidad distal del fémur, frente a sistemas que requieren un abordaje amplio del foco de fractura, siendo las tasas de complicaciones similares a las sufridas con otros sistemas mínimamente invasivos (Enclavado Retrógrado).

Los fijadores internos constituyen una alternativa completamente nueva pero prometedora a la placa convencional, preservando la vascularización de una forma óptima; LISS además ha sido diseñada para insertarse con una técnica mínimamente invasiva, siendo, a causa de sus tornillos autorroscantes unicorticales, fáciles y rápidas de aplicar en una fractura ya reducida. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Perren SM. Evolution of the Internal Fixation of Long Bones Fractures. The scientific basis of Biological Internal Fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg (Br)* 2002; 84-B:1093-110.
2. Zlowodzki M, Williamson S, Cole PA, Zardiackas LD, Kregor PJ Biomechanical evaluation of the LISS, Angled Blade Plate, and retrograde Intramedullary Nail for the Internal Fixation of Distal Femur Fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:494-502.
3. Marti A, Fankhauser C, Frenk A, Cordey J, Passer B. Biomechanical evaluation of the LISS for the Internal Fixation of Distal Fémur Fractures. *J Orthop Trauma* 2001; 15:482-7.
4. Bong MR, Egol KA, Koval KJ, Kummer FJ, Su ET, Iesaka, K. Comparison of the LISS and a Retrograde Inserted Supracondilar Intramedullary Nail for fixation of a periprosthetic Distal Femur Fracture Proximal to a Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2002; 7:876-81.
5. Farouk O, Krettek C, Theodore M, Schandelmaier P, Guy P, Harald T. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis: Does Percutaneous Plating Disrupt Femoral Blood Supply Less Than Traditional Technique?. *J Orthop Trauma* 1999; 13:401-6.
6. Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M, Cole PA. Treatment of Distal Fémur Fractures Using the Less Invasive Stabilization System. Surgical experience and early clinical results in 103 fractures *J Orthop Trauma* 2004; 18:509-20.
7. Kregor, PJ, Standard, J, Zlowodzki M, Cole, PA, Alonso, J Distal femoral fracture fixation utilizing LISS: The technique and early results. *Injury* 2001; 32: 32-47.



8. Weight M, Collinge C. Early results of the LISS for mechanically Unstable fractures of the distal femur. *J Orthop Trauma* 2004; 18:503-8.
9. Schütz M, Müller M, Krettek C, Höntzsch D, Regazzoni P, Ganz R, et al.. Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS:Results of a clinical prospective multicenter study with special emphasis on difficult cases. *Injury* 2001; 32(Suppl 3).
10. Syed A.A, Agarwal, M, Giannoudis, PV, Matthews SJE, Smith, RM. Distal femoral fractures: long term outcome following stabilization with the LISS. *Injury* 2004; 35:599-607.
11. Apostolou CD, Papavasiliou AV, Islam N, Handley RC, Willet KM. Preliminary results and technical aspects following stabilisation of fractures around the knee with LISS. *Injury* 2005; 36:529-36.
12. Markmiller M, Honrad G, Südkamp N. LISS and Distal Femoral Nail for fixation of distal femoral fractures. *Clin Orthop* 2004; 426:252-7.
13. Althausen PL, Lee MA, Finkemeier CG, Meehan JP, Rodrigo J. Operative stabilization of supracondylar femur fractures above total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2003; 18:834-9.
14. Button G, Wolinsky P, Hak D. Failure of LISS Plates in the Distal Femur. A report of four cases. *J Orthop Trauma* 2004; 18:565-70.
15. Hak DJ, Stewart RL, Lee M. Preliminary Stabilization of the LISS. *J Orthop Trauma* 2004; 18:559-61.
16. Gerogiadis GM, Gove NK, Smith AD, Rodway IP. Removal of the LISS. *J Orthop Trauma* 2004; 18:562-4.

#### 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.



ORIGINAL

## Tratamiento de las fracturas conminutas del calcáneo mediante reconstrucción artrodesis con el Sistema Vira®. Estudio prospectivo de los primeros 50 casos con más de un año de seguimiento

Management of comminuted calcaneal fractures by reconstruction-arthrodesis with the Vira® system A prospective study of the first 50 cases with over one-year follow-up

López-Oliva Muñoz F, Sánchez Lorente T, López Hernandez G, Rodríguez Macías M<sup>a</sup> J, Forriol Campos F

Centro de Prevención y Rehabilitación FREMAP Majadahonda. Madrid.

### Resumen

**Objetivo:** estudiar la aplicabilidad quirúrgica y los resultados clínicos del Sistema Vira® en el tratamiento de las fracturas graves del calcáneo.

**Material y método:** Se analizaron 50 fracturas agudas de calcáneo, correspondientes a 42 pacientes, tratados con el sistema Vira® en un espacio de tiempo de dos años (edad media: 41 años). Nueve fueron bilaterales y 47 fracturas cerradas. En la clasificación de Sanders, las fracturas fueron de tipo IV y tipo III AB. Efectuamos un estudio radiográfico, clínico y la escala AOFAS, a los 12 meses de la intervención.

**Resultados:** la escala AOFAS a los 12 meses de la intervención obtuvo una puntuación promedio de 76,6 puntos (DS:13,9). El 26% fueron resultados muy buenos, el 62% buenos y el 12% regular-malos. El ángulo de Böhler previo a la intervención era deficiente con mejoría, después de la intervención, significativa ( $p=0,05$ ) aunque clínicamente poco relevante.

**Conclusiones:** El Sistema Vira representa una opción validada en el tratamiento quirúrgico de las fracturas del calcáneo con buenos resultados clínicos y radiológicos a costa de una mínima agresividad quirúrgica y baja tasa de complicaciones.

**Palabras clave:**

Fractura de calcáneo, osteosíntesis, artrodesis subastragalina.

### Abstract

**Objective:** To establish the surgical applicability and clinical results of the Vira® System in the management of severe calcaneal fractures.

**Material and method:** Fifty-three acute calcaneal fractures, corresponding to 44 patients treated with the Vira® System in a time period of two years, were analysed (mean age: 41 years). Nine were bilateral and 50 closed fractures. After Sanders classification most fractures were of type IV and III AB. We performed a radiographic, clinical study, and AOFAS scale, at 12 months of the procedure.

**Results:** the AOFAS scale at 12 months of the procedure obtained a mean score of 76.6 points (SD: 13.9). 26% were very good results, 62% good and 12% fair-poor. The Böhler angle prior to the procedure was defective with significant ( $p=0.05$ ) improvement, after the procedure, though not clinically relevant.

**Conclusions:** The Vira system is a validated option for the surgical management of calcaneal fractures, with good clinical and radiological results at the expense of a very low surgical aggressiveness and low complication rate.

**Keywords:**

Calcaneus fracture - surgical treatment - subtalar fusion.

**Correspondencia**

F. López-Oliva Muñoz  
Centro de Prevención y Rehabilitación FREMAP Majadahonda.  
Ctra Pozuelo nº 61 28220. Majadahonda, Madrid.  
felipe\_lopez@fremap.es



## Introducción

El tratamiento quirúrgico moderno de las fracturas persigue como objetivos, la reducción de los fragmentos óseos, la congruencia articular y una fijación estable que permita la movilización precoz. En las fracturas de calcáneo los principios de la osteosíntesis son perfectamente aplicables pero, históricamente, los resultados han sido controvertidos [1]. La causa de estos malos resultados es debida a la dificultad técnica, la morbilidad postquirúrgica y los resultados a largo plazo, no muy diferentes a los del tratamiento funcional. Se ha demostrado que una osteosíntesis imperfecta es bastante peor que el tratamiento funcional [2] pues a la baja eficacia añade mayor tasa de complicaciones.

En muchas ocasiones la fractura de calcáneo es tan cominuta que la reconstrucción quirúrgica es imposible o inútil. En estos casos podemos adoptar una actitud conservadora y posteriormente tratar las secuelas o anticiparnos y realizar una reconstrucción de la forma del calcáneo y una artrodesis de la articulación subastragalina de forma primaria. Este procedimiento se ha mostrado efectivo para minimizar las complicaciones a largo plazo y limitar la convalecencia y, si bien, ha sido defendido por numerosos autores desde Stulz et al. [3], no se ha llegado a protocolizar en los protocolos de tratamiento habituales [4].

Recientemente la artrodesis primaria como opción para el tratamiento quirúrgico de las fracturas del calcáneo ha recibido un importante impulso con el desarrollo del Sistema Vira® [5]. Este sistema permite la reconstrucción de la forma del hueso fracturado devolviendo la funcionalidad al sistema calcáneo-aquíleo-plantar, al mismo tiempo que lo fija al cuerpo del astrágalo para conseguir la artrodesis de la articulación subastragalina. El concepto quirúrgico es mínimamente invasivo y no precisa la obtención de injerto en la mayoría de los casos ya que se emplea para la artrodesis el hueso producto del fresado para la colocación del implante.

Este sistema, diseñado por los autores del presente estudio, ha sido aplicado consecutivamente a pacientes diagnosticados de fracturas intraarticulares graves del calcáneo. El objetivo de nuestro trabajo es revisar los resultados obtenidos en el tratamiento de las fracturas de calcáneo graves, con evolución superior a un año, tratados con el sistema Vira®, en una serie prospectiva de los primeros pacientes sometidos a esta técnica para evaluar su aplicabilidad quirúrgica y sus resultados clínicos.

## Población y metodología

Se analizaron 50 fracturas agudas de calcáneo, correspondientes a 42 pacientes, todos ellos varones excepto una mujer, tratados con el sistema Vira® en un espacio de tiem-

po de dos años. La edad media de la muestra fue de 41 años (IC 95%: 37 - 43), con un mínimo de 16 y un máximo de 60 años (Figura 1). Un total de 9 fueron bilaterales y la gran mayoría fueron fracturas cerradas (50 casos). Las tres fracturas abiertas fueron dos de grado II y una de grado III.

El mecanismo se debió, en 35 casos, a traumatismos de alta energía, 7 a caídas de baja energía y uno por traumatismo directo sobre el pie (Figura 2). Siguiendo la clasificación de Essex-Lopresti, 47 fracturas presentaban una depresión de la superficie articular astrágalo calcáneo y 6 una fractura en lengua.

Según la clasificación de Sanders, la gran mayoría de las fracturas fueron de tipo IV seguidas por las fracturas tipo III AB (Figura 3). Encontramos la cortical inferior rota en 22 casos. El fragmento subtalar en lengua se redujo en los seis casos en los que se presentó este patrón fracturario.

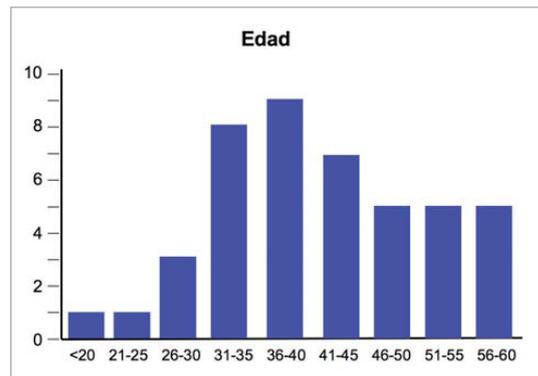


Fig. 1. Distribución de la edad de los pacientes intervenidos.

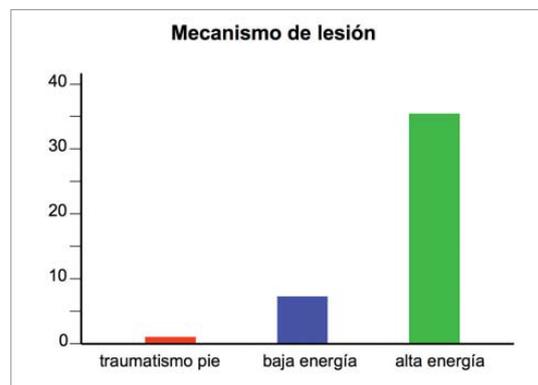


Fig. 2. Distribución del mecanismo de lesión.

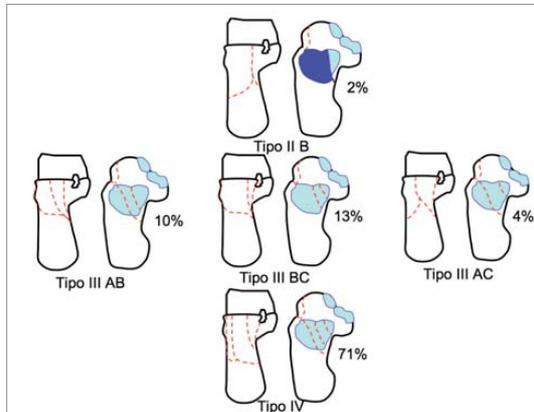


Fig. 3. Porcentaje del tipo de fracturas (clasificación de Sanders) intervenidas.

La aplicación del sistema Vira® se indicó en las fracturas de calcáneo grados III y IV de Sanders y en aquellas grado II con importante desplazamiento y afectación de partes blandas. No encontramos diferencias en el lado de las fracturas, 28 fueron del calcáneo derecho y 25 del izquierdo.

La intervención de las 50 fracturas de calcáneo se realizó en promedio a los 26 días de accidente.

La mayoría de los accidentados (42 de los 44) correspondían a diferentes trabajos manuales, si bien quince de ellos trabajaban directamente en el sector de la construcción (Figura 4). Al ingreso 25 pacientes presentaron lesiones asociadas (Tabla 1), la mayoría de ellas fracturas del raquis y del miembro inferior y 12 pacientes manifestaron

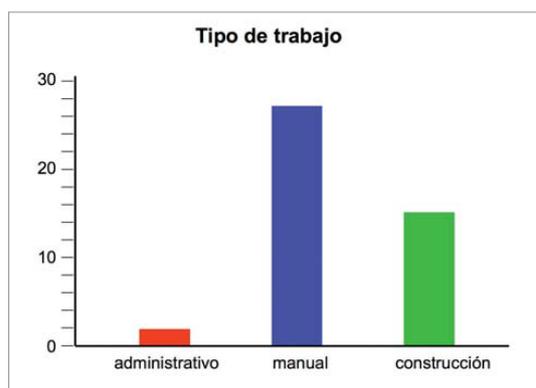


Fig. 4. Distribución de la actividad laboral.

enfermedades interrecurrentes, especialmente enfermedades respiratorias (asma y EPOC) e hipertensión arterial (Tabla 2). Veinticinco pacientes eran fumadores habituales.

### Técnica quirúrgica

El posicionamiento del paciente fue en decúbito prono con isquemia preventiva, elevando la extremidad lesionada con respecto a la sana para tener una mejor visión radioscópica.

Antes de efectuar la cirugía se realizaron maniobras de reducción cerrada de la fractura, según la técnica de Omoto et al [6], especialmente en los casos con mayor desplazamiento.

En los casos en los que la cortical inferior del calcáneo estaba rota y había acortamiento del cuerpo del mismo se utilizó la aguja guía en el astrágalo, referencia espacial de la instrumentación del clavo Vira®, se colocó desde la cara interna del pie, localizando mediante radioscopia el centro de la cabeza del astrágalo. La aguja siguió, en el plano frontal, paralela a la interlinea articular del tobillo y en el plano axial, perpendicular al eje del pie. No se avanzó en la cirugía hasta comprobar la correcta colocación de la aguja guía que se utilizó en 22 de los casos.

Se efectuó una incisión paraaquélea externa de unos 3 cm, cuidando de no dañar el nervio sural, que discurre por la

Tabla 1. Lesiones asociadas

	Lesiones asociadas
Pacientes sin lesión asociada	19
Fractura extremidad proximal fémur	1
Fractura calcáneo bilateral	9
Fracturas vertebrales	6
Fractura tibia y tobillo	4
Fracturas mano, muñeca y codo	7
TCE	1

Tabla 2. Enfermedades interrecurrentes

	Enfermedades interrecurrentes
Asma	4
HTA	3
Depresión	1
IAM	1
Colitis ulcerosa	1
EPOC	1
UHC	1



porción preaquílea del calcáneo. Este abordaje expone la cara superior del calcáneo y la porción posterior de la articulación subastragalina. Con una legra se eliminó el cartilago de la faceta subastragalina del astrágalo y los restos condrales de la faceta fracturada del calcáneo.

La guía se apoyó inicialmente en la aguja guía situada en la cabeza del astrágalo en los casos en los que se utilizó ésta. Se ajustó la guía a la tuberosidad mayor mediante el tornillo manual situado en el extremo del mango.

Se efectuó un control radiográfico de la posición, ayudados por las agujas guías que simulan la orientación de los tornillos, introducidas externamente por los orificios de los brazos de la guía. Estas agujas definen el paso de los tornillos definitivos. Si no se ajustan adecuadamente en el cuerpo del astrágalo será preciso recolocar la guía.

La guía permite modificar el eje del calcáneo, mediante el tornillo del mango, y también aplicar movimientos de flexo-extensión del mismo.

Se fresó el alojamiento del clavo en la tuberosidad mayor con una broca de 10 mm, hasta su tope protegiendo el tendón de Aquiles.

En algunos casos, la grave conminución de la fractura obligó a fresar sobre el hueso fracturado que no representa ningún inconveniente pues el implante no precisa hueso intacto para su fijación. Al retirar la broca debemos mantener su giro para extraer el hueso procedente de la perforación con el fin de utilizarlo posteriormente como injerto para la artrodesis subastragalina. No se debe invertir el giro del motor. Una vez fresado el alojamiento del clavo, y antes de colocar el implante, se colocó el hueso extraído durante la perforación en la articulación subastragalina. Si hay un hundimiento grave del tálamo se debe rellenar con autoinjerto, aloinjerto o sustituto óseo a elección del cirujano. En esta serie, solo 3 casos precisaron hueso autólogo.

Con el clavo sujeto a la guía se martilleó para introducirlo por el canal previamente marcado. La guía lo dirige a la zona inferior de la tuberosidad, mayor donde se inserta la fascia plantar. El clavo se debe introducir totalmente, hasta el tope marcado por el aplicador. Así se obtiene una alineación correcta de los orificios de los tornillos y de la guía.

Con las cánulas en posición sobre la guía practicamos una pequeña incisión de un cm con el bisturí llegando hasta el hueso. Se pasó la aguja guía y se midieron la longitud de los tornillos con el medidor de profundidad. Tras la aguja se pasó la broca canulada de 4,5 mm, para colocar los tornillos.

Tras la colocación del implante se suturaron las heridas y se aplicó un vendaje compresivo. No fue necesaria la inmovilización del tobillo y pie y el sistema permitió un apoyo

parcial inmediato, según criterio del cirujano y tolerancia del paciente.

En todos los pacientes intervenidos efectuamos un estudio radiográfico y clínico, siguiendo la escala AOFAS, a los 12 meses de la intervención.

### Estudios radiográficos pre y postquirúrgicos

La proyección lateral permitió medir el ángulo túbero-articular de Böhler, que determina el grado de ascenso de la tuberosidad posterior del calcáneo y mide el compromiso de la articulación subastragalina en aquellas fracturas que comprometen el tálamo calcáneo. En el calcáneo normal, el ángulo posterior dibujado por ambas líneas, mide entre 25 y 40°. En la medida que el valor del ángulo sea menor, indica la magnitud del hundimiento del tálamo y ascenso de la tuberosidad. Ambos factores deben ser considerados como trascendentes en la determinación pronóstica y terapéutica de la fractura. Si el ángulo en referencia llega a medir 0° o se hace negativo, significa que el daño de la articulación subastragalina y el ascenso de la tuberosidad mayor son importantes.

### Valoración funcional post-quirúrgica

A los 12 meses tras la intervención, los 42 sujetos fueron entrevistados por teléfono empleando un cuestionario estructurado que reproducía la escala AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society). Las entrevistas fueron realizadas por un único entrevistador (TSL).

### Análisis estadístico

Se considero como criterio de valoración o variables dependientes el ángulo de Böhler post-quirúrgico y el resultado de la escala AOFAS. Se realizó un test t de Student de datos apareados para corroborar el incremento del ángulo de Böhler tras la cirugía. Así mismo, se comparó la puntuación en escala del AOFAS según otras variables de interés y posibles variables dependientes asociadas. Este análisis se realizó mediante técnicas de análisis de varianza y t de student de datos independientes. Por último, se efectuó el mismo análisis, considerando como variable dependiente el resultado AOFAS en rangos (muy bueno, bueno, regular-malo). Para ello se realizó comparación de proporciones, utilizando test de chi-cuadrado.

## I Resultados

### Resultados clínicos

En relación a la escala AOFAS, evaluada a los 12 meses de la intervención, se obtuvo una puntuación promedio de 76,6 puntos (DS: 13, 97). La escala cuantitativa de AOFAS

se correspondió el 26% como muy bueno, el 62% como bueno y el 12% como regular-malo (Figura 5). La escala cuantitativa de AOFAS, en media, no sufrió variaciones estadísticas según el tipo de fractura de Sanders; según fuera o no bilateral y según existiera o no lesión asociada. Es decir, el baremo cuantitativo AOFAS fue independiente de todas estas variables. Solo se corroboró cierta asociación ( $p=0,06$ ) entre la puntuación promedio del AOFAS y el estado previo de salud del paciente, siendo la puntuación ocho puntos menor en el caso de existir enfermedad intercurrente.

Se observó una correspondencia entre la puntuación media en el ángulo de Böhler y las diferentes categorías en la escala AOFAS, de forma que las calificaciones peores del AOFAS, se correspondieron a priori con ángulos peores. Sin embargo, esta asociación no fue estadísticamente significativa ( $p=0,39$ ). Lo observado para el Böhler prequirúrgico se reprodujo al evaluar las variaciones del Böhler postquirúrgico en cada grupo cualitativo del AOFAS.

#### Resultados radiográficos

El ángulo de Böhler previo a la intervención era muy deficiente. La comparación de medias mostró una tendencia a la mejora estadísticamente significativa ( $p=0,05$ ), aunque clínicamente poco relevante (incremento promedio de 2,26 grados) (Tabla 3).

La artrodesis subastragalina se consiguió en todos los casos (Figura 6) excepto en dos, en los que la ausencia de puentes óseos y la osteolisis alrededor de los tornillos en el astrágalo fueron los indicadores de falta de unión. Ambos casos precisaron reintervención consistente en la retirada del implante, cruentación y aporte de injerto. Se estabilizaron

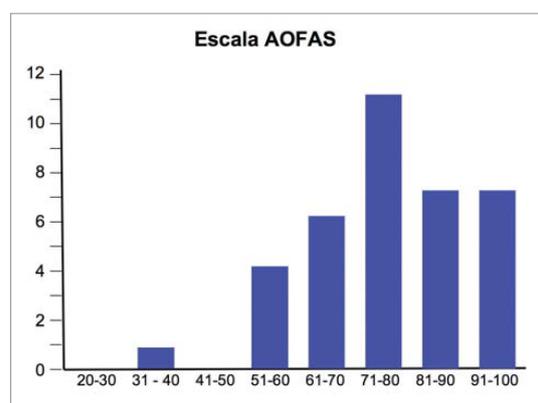


Fig. 5. Distribución de los resultados siguiendo la escala AOFAS.

Tabla 3. Modificación del ángulo de Böhler

	Preoperatorio (casos)	Postoperatorio (casos)
> -15°	5	5
-14° - 0°	26	21
0° - 10°	7	10
11° - 20°	12	10
>21°	3	6

Tabla 4. Longitud tornillos

Longitud tornillo (mm)	Nº tornillos superiores	Nº tornillos inferiores
55	2	
60	23	6
65	15	15
70	11	20
75		11
80	1	

con dos tornillos canulados de 6.5 mm desde el calcáneo al astrágalo. El puente óseo obtenido al final del seguimiento fue mayor de 2 tercios de la subastragalina posterior en 44 casos, entre 1 tercio y dos tercios en 6 casos y menor de un tercio en 3 casos. En un caso se produjo una osificación preaquilea que limitó levemente la movilidad del tobillo sin otros síntomas que obligaran a su extirpación.

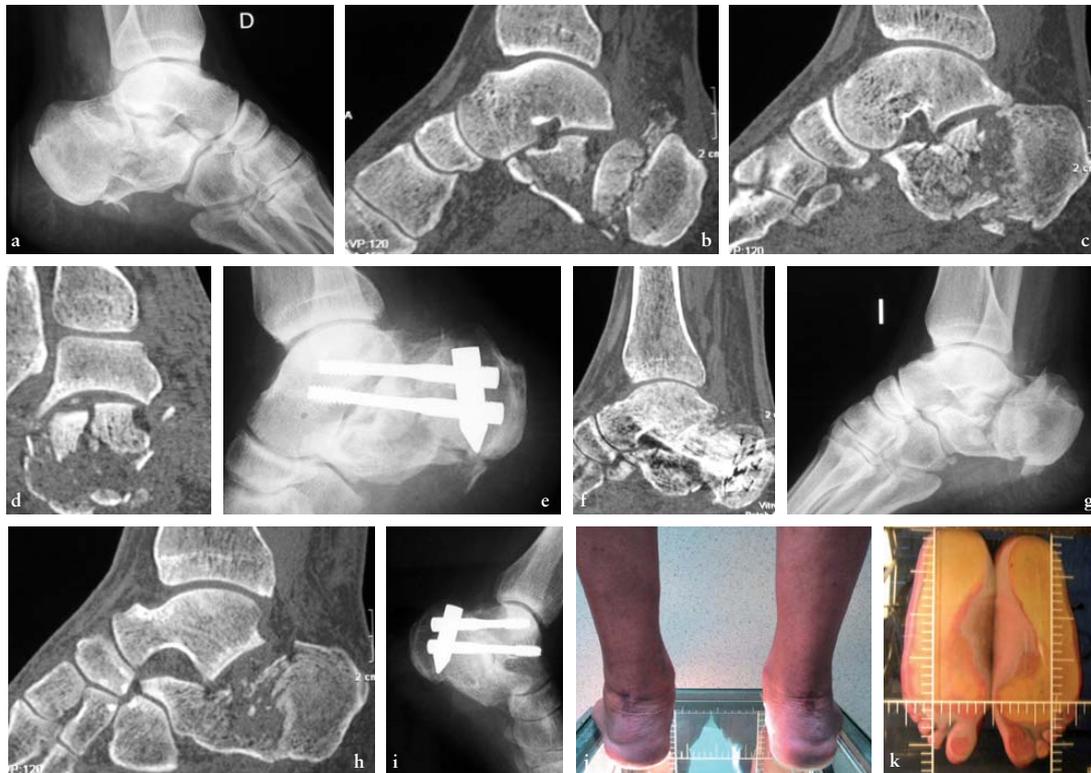
#### Complicaciones clínicas

Las complicaciones postquirúrgicas se manifestaron en 9 casos (18%) siendo las más frecuentes: las alteraciones en el apoyo plantar (4 casos), la osteolisis en la punta de los tornillos (4 casos) y problemas en partes blandas (3 casos).

La escala AOFAS fue independiente de la ocurrencia o no de complicaciones. Sin embargo, desde el punto de vista descriptivo la puntuación en el AOFAS fue en promedio ocho puntos más alta en ausencia de complicaciones.

#### Complicaciones instrumentales

En la tabla 4 se presenta la longitud de los tornillos utilizados. En dos ocasiones la cirugía se dificultó por problemas con el instrumental y, en cuanto a su colocación, vimos que la disposición de los tornillos fue normal en 31 ocasiones, en el resto de las fracturas mostraron ángulos de convergencia (4 casos) o divergencia (17 casos); el bloqueo de los tornillos con el clavo fue completo en 45 ocasiones, incompleto en un



**Fig. 6.** Fractura bilateral de calcáneo, a) fractura calcáneo derecho, b, c, d) TAC, e) colocación del sistema Vira®, post operatorio, f) TAC a los 12 m, g) fractura calcáneo izquierdo, h, TAC, i) radiografía a los 12 m, j) ángulos tibio-calcáneos normales, k) podograma normal.

tornillo en cinco ocasiones y de ambos en tres. Por su parte, la posición del clavo en la tuberosidad mayor del calcáneo fue correcta en 31 casos y presentaba una protusión superior en 13 ocasiones o inferior en 7 fracturas.

## Discusión

El tratamiento quirúrgico de las fracturas graves del calcáneo, cuando está correctamente indicado y ejecutado, ofrece ventajas importantes frente al tratamiento funcional [1,2,4,7-11]. Sin embargo, hasta la mitad de los traumatólogos en España optan por no intervenir y aceptan las secuelas en las fracturas grado IV de Sanders. Sanders et al. [12] demuestran que casi un 60% de estos pacientes precisará a medio o largo plazo una intervención para el tratamiento de estas secuelas que, en general, consistirá en una artrodesis subastragalina secundaria con o sin corrección de las deformidades. Las razones de esta tendencia no están descritas pe-

ro el análisis de la situación asistencial cotidiana nos puede revelar, por una parte, que la fractura grave de calcáneo pasa, muchas veces, a un segundo plano en el paciente politraumatizado en el que otras lesiones sistémicas y musculoesqueléticas tienen prioridad [13]. En otros casos con una lesión aislada la falta de entrenamiento del equipo en la difícil reconstrucción quirúrgica del calcáneo inclinan la balanza hacia una actitud conservadora amparada por la carga de morbilidad inherente y la inconstancia de los resultados clínicos de estos procedimientos sobre todo las osteosíntesis abiertas.

En la literatura hay consenso en las indicaciones del tratamiento quirúrgico. Como cualquier otra fractura intraarticular desplazada la reconstrucción y osteosíntesis estable es la más deseable de las soluciones quirúrgicas. Una mayoría de autores la indican en las fracturas grado II y III de Sanders, reservando la reconstrucción y artrodesis primaria para los grados IV.



Hasta el momento, no se ha desarrollado una clasificación que considere todos los aspectos que concurren en las fracturas del calcáneo por lo que para este estudio hemos aplicado la clasificación más empleada en la literatura. La clasificación de Sanders [2] está basada en la imagen de TAC en el plano frontal buscando la de mayor desplazamiento articular. Presenta una fiabilidad interobservador moderada [14-17]. Divide el cuerpo del calcáneo en 4 columnas con líneas que se correlacionan con los trazos más frecuentes de fractura. Esta clasificación no considera los otros cortes de TAC por lo que puede pasar por alto otros trazos de fractura. Tampoco considera el grado de desplazamiento de la fractura, complejidad del trazo, hundimientos osteocondrales, atrapamientos canaliculares ni el estado de las partes blandas afectas por la energía traumática. Por ello, podemos encontrar fracturas clasificables como grado II que, sin embargo, son lesiones de alta energía con importante desplazamiento y afectación del cartílago y partes blandas.

Ball et al. [18] han demostrado recientemente un descenso en la viabilidad del cartílago articular tras fracturas de calcáneo que puede ser la causa de la degeneración postraumática del mismo a medio y largo plazo. Según Allmacher et al. [19], el resultado a largo plazo del tratamiento de las fracturas de calcáneo está condicionado fundamentalmente por el grado de artrosis de la articulación subastragalina pues la anulación precoz de dicha articulación condicionaría alteraciones importantes en la marcha y en las articulaciones vecinas. Sin embargo, en la revisión de pacientes con más de 15 años tras artrodesis subastragalina, en la mayoría de ellos, no encontramos alteraciones significativas ni sintomáticas. Por lo cual el sacrificio de la articulación subastragalina es un precio rentable a largo plazo para evitar problemas en dicha articulación que aunque pueda reconstruirse satisfactoriamente, a través de un abordaje agresivo, degenera en muchas ocasiones por condrolisis postraumática o se anquilosa espontáneamente [20].

Para Csizy et al [21] los factores pronósticos que favorecen la artrodesis subastragalina tardía en las fracturas desplazadas del calcáneo son, según su importancia, un ángulo de Böhler negativo, un paciente laboral, fractura grado IV y seguir un tratamiento conservador.

No son muchos los estudios publicados sobre artrodesis primaria en las fracturas de calcáneo [3, 22-26] pero son unánimes en cuanto a la eficacia de esta técnica y sus buenos resultados.

Hufner et al [26] evaluaron 17 pacientes con artrodesis secundarias obteniendo una media de 69 puntos de la AO-FAS, mientras que con la artrodesis primaria consiguieron

un promedio de 88. Estos extraordinarios resultados no se han encontrado en otros estudios [27,28].

La cirugía actual evoluciona claramente bajo los principios de la mínima agresividad que obliga al cirujano a conseguir una perfecta técnica dejando el recuerdo de una mínima cicatriz para disminuir el dolor postoperatorio, evitar complicaciones, acortar la convalecencia, facilitar la rehabilitación y mejorar los resultados estéticos y, sobre todo, funcionales. En las fracturas del calcáneo se han realizado históricamente muchos intentos de cirugía de mínima agresión [29-31] pero los resultados, hasta el momento, no han sido plenamente satisfactorios, exceptuando las fracturas en lengua.

Nuestro estudio está realizado en el medio laboral donde las fracturas de calcáneo son más frecuentes y la artrodesis primaria está más indicada. Sin embargo, la influencia de la existencia de una compensación económica condiciona los resultados en la mayoría de las patologías y la fractura de calcáneo sufre también esta influencia. Thornes et al. [32] demostraron que, en pacientes laborales, los resultados del tratamiento funcional o quirúrgico no eran diferentes por este condicionamiento. A pesar de esta circunstancia los resultados del presente estudio son muy alentadores.

Aktuglu y Aydogan [13] ya destacaron la peor evolución de las fracturas de calcáneo en politraumatizados frente a los casos aislados. En nuestro estudio llama la atención la gran eficacia del sistema Vira® para conseguir la artrodesis subastragalina pues ha fallado sólo en dos casos. Esta cifra supera ampliamente los resultados reflejados en la literatura y nuestra propia experiencia en artrodesis subastragalina secundaria [27]. El ambiente biológico osteogénico que favorece la existencia de una fractura reciente, junto con la eficacia estabilizadora del implante, pueden ser las causas que tan buenos resultados ya registrados por otros autores [24].

La incidencia de complicaciones es baja sobre todo si tenemos en cuenta de que hablamos de tratamiento quirúrgico en fracturas graves, la mayoría de alta energía, del calcáneo con un alto porcentaje de pacientes fumadores [56%]. Comparándolo con las publicadas para el tratamiento mediante abordaje extendido y osteosíntesis [4, 33-35] el sistema Vira® cumple con los objetivos de cualquier cirugía mínimamente invasiva, eficacia y baja tasa de complicaciones a través de una menor agresión quirúrgica.

Un apartado muy importante cuando se trata de un implante en desarrollo es la tasa de complicaciones instrumentales. Hay que tener en cuenta que este estudio incluye los primeros pacientes intervenidos con esta técnica y, por ello, han surgido algunas dificultades en las cirugías que han precisado modificaciones en la técnica o incluso en el ins-



trumental. A pesar de esta circunstancia, la cirugía fue posible en todos los casos aunque en las iniciales resultaron difíciles por la falta de experiencia del equipo y de puesta a punto de la instrumentación. El desarrollo de la técnica quirúrgica discurre paralelo a la curva de aprendizaje y los últimos casos de esta serie presentan, claramente, mejores resultados radiológicos.

La recuperación del ángulo de Böhler, como signo radiográfico, de la restitución de la forma del calcáneo ha seguido la misma tendencia siendo los pacientes más tardíos de la serie los que mejores reconstrucciones tienen. La media conseguida mejora los valores previos a la cirugía aunque menos de lo esperado y se mantiene en el tiempo invariada lo que demuestra la buena estabilidad del sistema.

La incidencia de implantes con posición de tornillos o clavo por debajo de lo óptimo es alta aunque no han tenido influencia en los resultados clínicos y la mejora del instrumental ha limitado drásticamente su aparición en casos posteriores. El sistema Vira® constituye un nuevo concepto en la cirugía del calcáneo, basado en los principios de la reconstrucción-artrodesis, que aporta a los pacientes una solución definitiva, de baja agresividad y alta eficacia, acortando los periodos habituales de recuperación de una forma destacable. **I**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Böhler L. Diagnosis, pathology and treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg (Br)* 1931; 13-B :75-89.
2. Sanders R. Intraarticular fractures of the calcaneus: present state of the art. *J Orthop Trauma* 1992; 6:252-65.
3. Stulz E, Folscheveiller J, Naett R, Kempf I. Traitement des fractures thalamiques du calcaneum para la reconstruction arthrodesis. *Lyon Chir* 1962; 58:635-40.
4. Lim EV, Leung JP. Complications of intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop* 2001; 391:7-16.
5. López-Oliva Muñoz F, Sánchez Lorente T, López Hernández G, Rodríguez Macías M<sup>a</sup>J, Forriol F. Diseño y desarrollo de un sistema de osteosíntesis para la reconstrucción-artrodesis mínimamente invasiva de fracturas intraarticulares de calcáneo. *Rev Ortop Traumatol (Madr)* 2007; 51:94-101.
6. Omoto H, Nakamura K. Method for manual reduction of displaced intra-articular fracture of the calcaneus: technique, indications and limitations. *Foot Ankle Int* 2001; 22:874-9.
7. Lowery RBW, Calhoun JH. Fractures of the calcaneus. Part I: Anatomy Injury mechanism and classification. *Foot and Ankle* 1996; 17:230-5.
8. Burdeaux BD Jr. Historical and current treatment of calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg (Am)* 2001; 83-A:1438-40.
9. Fitzgibbons TC, Mc Mullen ST, Mormino MA. Fractures and dislocations of the calcaneus. *Fractures in adults. Rockwood and Green*, 5<sup>a</sup> ed, 1991; pp:2133-79.
10. Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intra-articular fractures of the foot. *Clin Orthop* 1993; 292:85-91.
11. Richards PJ, Bridgman S. Review of the radiology in randomised controlled trials in open reduction and internal fixation (ORIF) of displaced intraarticular calcaneal fractures. *Injury* 2001; 32:633-6.
12. Noriega F, Cáceres JM, Vilá J, Iglesias E. Secuelas de las fracturas de calcáneo y encuesta nacional. *Rev Ortop Traumatol (Madr)* 2005; 49(S1):78-89.
13. Aktuglu K, Aydogan U. The functional outcome of displaced intra-articular calcaneal fractures: a comparison between isolated cases and polytrauma patients. *Foot Ankle Int* 2002; 23:314-8.
14. Silhanek AD, Ramdass R, Lombardi CM. The effect of primary fracture line location on the pattern and severity of intraarticular calcaneal fractures: a retrospective radiographic study. *J Foot Ankle Surg* 2006; 45:211-9.
15. Lauder AJ, Inda DJ, Bott AM, Clare MP, Fitzgibbons TC, Mormino MA. Interobserver and intraobserver reliability of two classification systems for intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 2006; 27:251-5.
16. Bhattacharya R, Vassan UT, Finn P, Port A. Sanders classification of fractures of the os calcis. An analysis of inter- and intraobserver variability. *J Bone Joint Surg (Br)* 2005; 87-B:205-8.
17. Furey A, Stone C, Squire D, Harnett J. Os calcis fractures: analysis of interobserver variability in using Sanders classification. *J Foot Ankle Surg* 2003; 42:21-3.
18. Ball ST, Jardin K, Allen RT, Schwartz AK, Sah RL, Brage ME. Chondrocyte viability after intra-articular calcaneal fractures in humans. *Foot Ankle Int* 2007; 28:665-8.
19. Allmacher DH, Galles KS, Marsh JL. Intra-articular calcaneal fractures treated nonoperatively and followed sequentially for 2 decades. *J Orthop Trauma* 2006; 20:464-9.
20. Huang PJ, Huang HT, Chen TB, Chen JC, Lin YK, Cheng YM, et al. Open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Trauma* 2002; 52:946-50.
21. Csizy M, Buckley R, Tough S, Leighton R, Smith J, McCormack R, et al. Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion. *J Orthop Trauma* 2003; 17:106-12.
22. Dick IL. Primary fusion of the posterior subtalar joint in the treatment of fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg (Br)* 1953; 35-B:375-80.



23. Hall MC, Pennal GF. Primary subtalar arthrodesis in the treatment of severe fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg (Br)* 1960; 42-B:336-43.
24. Myerson MS. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am* 1995; 26:215-27.
25. Davies MB, Rosenfeld PF, Stavrou P, Saxby TS. A comprehensive review of subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2007; 28:295-7.
26. Thermann H, Hufner T, Schrott E, Held C, von Glinski C, Tscherne H. Long-term results of subtalar fusions after operative versus nonoperative treatment of os calcis fractures. *Foot Ankle Int* 2001; 22:9-14.
27. Flemister AS, Infante AF, Sanders RW, Walling AK. Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 1999; 20:408-16.
28. Buch BD, Myerson MS, Miller SD. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 1996; 17:61-70.
29. Gavlik JM, Rammelt S, Zwipp H. The use of subtalar arthroscopy in open reduction and internal fixation of intra-articular calcaneal fractures. *Injury* 2002; 33:63-71.
30. Tornetta P. The Essex-Lopresti reduction for calcaneal fractures revisited. *J Orthop Trauma* 1998; 12:469-73.
31. Stulik J, Stehlik J, Rysavy M, Wozniak A. Minimally-invasive treatment of intra-articular fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg (Br)* 2006; 88-B:1634-41.
32. Thornes BS, Collins AL, Timlin M, Corrigan J. Outcome of calcaneal fractures treated operatively and non-operatively. The effect of litigation on outcomes. *Ir J Med Sci* 2002; 171:155-7.
33. Howard JL, Buckley R, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al. Complications following management of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective randomized trial comparing open reduction internal fixation with nonoperative management. *J Orthop Trauma* 2003; 17:241-9.
34. Folk JW, Starr AJ, Early JS. Early wound complications of operative treatment of calcaneus fractures: analysis of 190 fractures. *J Orthop Trauma* 1999; 13:369-72.
35. Koski A, Kuokkanen H, Tukiainen E. Postoperative wound complications after internal fixation of closed calcaneal fractures: a retrospective analysis of 126 consecutive patients with 148 fractures. *Scand J Surg* 2005; 94:243-5.

**Conflicto de intereses**

Conflicto de intereses: uno de los autores (F L-O M) es diseñador del sistema Vira® y autor de la patente correspondiente. El resto de los autores no tienen conflicto de intereses.

ORIGINAL

## Fracturas de metatarsianos tratadas sin inmovilización y con carga inmediata

### Metatarsal fractures treated with no immobilization and immediate weight bearing

Úbeda Pérez de Heredia I<sup>1</sup>, García Díaz J<sup>2</sup>, Huesa Jiménez F<sup>2</sup>, Vargas Montes J<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Traumatología y Ortopedia. <sup>2</sup> Servicio de Rehabilitación. Hospital FREMAP de Sevilla.

#### Resumen

**Objetivo:** Evaluar el resultado del tratamiento de las fracturas de metatarsianos con carga inmediata y completa.

**Población y metodología:** Se estudiaron 101 pacientes con fractura de uno o varios metatarsianos, con o sin desplazamiento, en un rango de edad entre 15 y 61 años, y un predominio de los varones (87 casos).

Las fracturas fueron tratadas con carga completa y precoz, según la tolerancia del paciente. La carga inmediata, 2 o menos días después del accidente, se empleó en 65 pacientes (64,35%); la carga diferida, entre 2 días y 3 semanas, en 36 casos (35,64%). En 66 casos se infiltró el foco de fractura con 2 cc de corticoide (infiltración en foco: 66 pacientes (65,34%). En las restantes 35 fracturas (34,65%) se comenzó la carga sin infiltración.

Para la evaluación utilizamos la escala de valoración del metatarso de Kitaoka al mes del alta considerando también la duración de la incapacidad temporal y las complicaciones.

**Resultados:** Se reincorporaron a su trabajo habitual 95 pacientes; 5 continuaron realizando su actividad laboral desde el inicio (sin baja). Un caso con fractura en la base del 5º MTT con diástasis que requirió posterior tratamiento quirúrgico, no se ha detectado ninguna complicación.

**Conclusiones:** el tratamiento propuesto constituye una alternativa al tratamiento ortopédico, con inmovilización enyesada y descarga, e incluso al tratamiento quirúrgico.

**Palabras clave:**

Metatarsiano, carga inmediata, inmovilización, infiltración.

#### Abstract

**Objective:** to evaluate the outcome of the metatarsal fractures treatment with immediate weight-bearing with neither cast nor surgery.

**Material and Methods:** We prospectively studied 101 patients, 87 male and 14 female ranged between 15-61 years, affected on displaced/non displaced metatarsal fractures. Sixty-five patients were treated with early (less than 2 days) and complete weight bearing after injury and 36 patients with later weight-bearing, (between 2 days and 3 weeks). Sixty-six patients received a steroid injection in the fracture focus preceding to weight bearing as well. For the evaluation of the results we used the Kitaoka score one month after the reinsertion to their labour activities.

**Results:** Ninety-five patients returned to the same work, 5 did not give up working and one patient with a severe displaced fracture on the base of the 5th metatarsal surgery was necessary.

**Conclusions:** the early and complete weight-bearing treatment is an alternative for the conservative and surgical treatment of the metatarsal fractures.

**Key words:**

Metatarsal, immediate weight bearing, immobilization, infiltration.

**Correspondencia**

I. Úbeda Pérez de Heredia  
Hospital FREMAP-Sevilla.  
Av. De Jerez s/n. 41012-Sevilla  
inigo\_ubeda@fremap.es

## Introducción

Las fracturas de los metatarsianos se han tratado ortopédicamente mediante inmovilización con yeso durante 4 a 6 semanas, con descarga inicial o mantenida en función de las lesiones. Cuando el desplazamiento interfragmentario es grande está indicada la osteosíntesis, reducción con agujas, tornillos canulados o placa atornillada, siendo necesario seguir después el tratamiento rehabilitador [1]. La cirugía de la fracturas del antepié no está exenta de riesgos y complicaciones y la inmovilización prolongada puede causar lesiones secundarias como son la rigidez articular, la atrofia muscular, la osteoporosis, las lesiones tromboembólicas o síndrome de dolor regional complejo [2].

Con la introducción de las técnicas quirúrgicas percutáneas del antepié [2] se han replanteado los conceptos sobre tiempo de inmovilización y descarga tras la cirugía. La ausencia de inmovilización y el inicio precoz del apoyo parcial tras la cirugía se basa en la idea de que el aparato músculo-ligamentario que compete al medio tarso (músculos interóseos plantares y dorsales, lumbricales, ligamento transverso superficial y ligamentos metatarsianos dorsales) actúa como un sistema de contención que evita el desplazamiento de los fragmentos [3].

Nuestra hipótesis es adaptar los principios del tratamiento postquirúrgico de la cirugía percutánea del pie al tratamiento conservador de la fracturas del metatarso puesto que los protocolos de tratamiento conservador protegen en exceso los callos de fractura sin aportar beneficios [5]. El objetivo de nuestro trabajo es describir los resultados obtenidos en el tratamiento de las fracturas de los metatarsianos siguiendo las pautas aplicadas tras las osteotomías metatarsianas percutáneas, es decir, procediendo a la carga inmediata del pie afectado con un zapato con suela rígida, previa infiltración de corticoide cuando proceda, entendiendo que su acción antiinflamatoria permite una carga precoz y por tanto una estimulación del callo que contrarresta el efecto inhibitor de la formación del callo óseo descrita para los corticoides.

## Material y método

Se efectuó un estudio prospectivo de 101 pacientes, atendidos en el hospital FREMAP de Sevilla (España), con fractura de uno o más metatarsianos, con o sin desplazamiento, en el periodo comprendido entre Julio de 2004 y Marzo de 2007. Predominaron los pacientes del sexo masculino: 87 casos (86,13%) con respecto a los del sexo femenino: 14 casos (13,86%), de raza caucásica, con un rango de edad entre los 15 y 61 años, en situación laboral activa en el momento de la fractura.

Se incluyeron en el estudio a los pacientes en edad laboral con fracturas de los metatarsianos. Los criterios de exclusión fueron aquellos pacientes que no hubiesen realizado un apoyo efectivo antes de las tres semanas así como quienes presentaron fracturas asociadas en el tarso, lesiones de partes blandas que precisaron tratamientos concomitantes (injerto libre de piel) y refracturas.

A los pacientes se les ofreció información protocolizada acerca de los tratamientos alternativos y las posibles complicaciones, solicitando el consentimiento informado. Un único médico (IUP) ha llevado a cabo el seguimiento clínico y radiográfico, efectuando una visita semanal durante las dos primeras semanas, bisemanal hasta el alta y una última evaluación transcurrido un mes del alta laboral, aplicándose en ese momento la escala de Kitaoka et al. [6] para el tarso anterior consiste en un cuestionario donde cada aspecto valorado está puntuado según su importancia relativa, siendo la suma total de 100 puntos. Los aspectos evaluados son el dolor (40 puntos), la función (45 puntos) y la alineación del pie (15 puntos) siendo el resultado: excelente (90-100 puntos), bueno (80-89 puntos), medio (70-79 puntos) y pobre: menos de 70 puntos.

Todas las fracturas fueron tratadas con carga completa, según la tolerancia del paciente, antes de las tres semanas, a fin de actuar dentro del periodo de formación de callo fibroso. Se consideró una carga inmediata si se realizaba en los 2 primeros días después del accidente (65 casos, 64,35%) y diferida cuando era en el periodo comprendido entre el segundo y el día 21 desde el accidente (35 casos, 35,64%).



Fig. 1. Zapato de marcha.

**Tabla 1.** Escala de valoración del tarso anterior (Kitaoka et al [6])

Valoración	Puntuación
<b>A) DOLOR</b>	<b>40 puntos</b>
Ninguno	40
Ocasional	30
Moderado, diario	20
Severo, casi siempre presente	0
<b>B) FUNCIÓN</b>	<b>45 puntos</b>
<b>1. Actividades</b>	
Sin limitación y sin soportes externos	10
Sin limitación en la vida diaria pero sí en el deporte y sin soportes externos	7
Limitación en la vida diaria recreativa (precisa muleta)	4
Limitación severa aún con muleta	0
<b>2. Requerimientos del calzado</b>	
Cualquier calzado	5
Solo calzado confortable o uso de plantilla	3
Calzado especial u ortesis	0
<b>3. Caminar (distancia máxima)</b>	
Más de 2 km	10
Entre 1,5 y 2 km	7
Entre 0,5 y 1 km	4
Menos de 350 m	0
<b>4. Tipo de terreno para caminar</b>	
Sin dificultad en cualquier terreno	10
Alguna dificultad en terreno desigual y escaleras	5
Dificultad en terreno desigual y escaleras	0
<b>5. Cojera</b>	
Ninguna	10
Evidente	5
Marcada	0
<b>C) ALINEACIÓN DE PIE</b>	<b>15 puntos</b>
Buena: pie plantígrado bien alineado	15
Regular: pie plantígrado con algún grado de desalineación pero asintomático	8
Mala: Pie no plantígrado y sintomático	0
<b>TOTAL</b>	<b>Máximo 100</b>

La infiltración con corticoides se dejó a criterio del médico de urgencias, según se encontrasen patologías que contraindicaran dicha infiltración, inexistencia de signos inflamatorios u oposición del paciente. En 66 pacientes (65,34%) se procedió a la infiltración de 2 cc de corticoide en el foco de fractura siguiendo el principio de la cirugía percutánea. Treinta y cinco pacientes (34,65%) fueron tratados con carga sin infiltración.

Se clasificaron las fracturas según criterio de la AO. Las fracturas de metatarso aisladas o combinadas de varios metatarsianos, desplazadas o no, fueron tratadas siguiendo el siguiente protocolo:

- Infiltración de 2 cc de betametasona retard asociado o no a 1 cc de mepivacaína al 2% en cada foco de fractura.
- Colocación de zapato de marcha tipo botín, con suela rígida (Figura 1).
- Carga inmediata según la tolerancia del paciente al dolor. Se permitió la carga parcial con ayuda de muletas durante los primeros días.

Analizamos el «tipo de fractura» como variable para clasificar y agrupar a los pacientes con un patrón similar al que se utiliza para el análisis de las zonas de presión en el antepié.



**Tabla 2.** Localización de las fracturas de los metatarsianos

Metatarsiano afecto	Nº de pacientes	%
I metatarsiano	5	4,95
V metatarsiano	38	37,62
Metatarsiano central (II, III o IV)	29	28,71
2 o más metatarsianos incluyendo el I	3	2,97
2 o más metatarsianos incluyendo el V	9	8,91
2 o más metatarsianos centrales*	22	21,78

Las fracturas se agruparon en cuatro categorías, fracturas del 1er metatarsiano, fracturas del 5º metatarsiano, fracturas de los metatarsianos centrales y fracturas complejas (Tabla 2). Para cada uno de estos grupos se consideraron el resultado de la escala de Kitaoka, los días de baja laboral hasta su reincorporación laboral y la descripción de las posibles complicaciones (consolidación viciosa o pseudoartrosis que condicionase un posterior tratamiento quirúrgico, dolor regional complejo, lesiones tromboembólicas o rigidez articular) (Tabla 3).

También analizamos el efecto de la infiltración con corticoides, la existencia de trazo articular de la fractura, el sexo, la edad o el tipo de trabajo sobre la duración de la incapacidad y el resultado funcional. En los grupos de edad se establecieron dos grupos, superior e inferior a los 45 años y para el tipo de trabajo se dividieron en trabajo sedentario, trabajo con bipedestación prolongada y desplazamiento en terreno liso y trabajos que requerían marcha prolongada o desplazamiento sobre terreno irregular.

## Resultados

A la finalización del estudio, 95 pacientes se reincorporaron a sus trabajos habituales, 5 fueron tratados sin precisar baja laboral y 1 continuaba en tratamiento por haber requerido cirugía como causa del retardo de consolidación por fractura muy desplazada de la base del 5º metatarsiano. Ninguno otro de los individuos incluidos en el estudio pre-

sentaron complicaciones ni secuelas de incapacidad en ninguno de sus grados (invalidante o no invalidante) (Figura 2).

El tiempo de incapacidad laboral (Figura 3) indicó que al menos una de las medianas era diferente al resto en los cuatro grupos expuestos ( $p < 0,0375$ ) señalando una significación estadística entre el grupo de fracturas del 5º metatarsiano ( $x = 38$  días) y el grupo de las fracturas complejas ( $x = 63$  días), y que no existían diferencias entre el grupo de fracturas del 5º metatarsiano y las fracturas de metatarsianos centrales (Figura 2 y 3).

La escala de Kitaoka (Figura 4) no mostró diferencias significativas entre los distintos grupos de fracturas considerados.

## Discusión

El tratamiento de las fracturas del metatarso con carga precoz y sin inmovilización está basada en los principios de la cirugía percutánea del pie (osteotomías metatarsiales y carga inmediata con utilización de zapato con suela rígida) [2,3].

Nuestro estudio no ha comparado con un grupo control pues pretende conocer las indicaciones del tratamiento con carga inmediata y precoz y cualquier grupo control exige la descarga durante un periodo de tiempo largo.

El sistema de contención (músculos interóseos plantares y dorsales, lumbricales, ligamento transversal superficial, ligamentos metatarsianos dorsales y fascia plantar) actúan como elemento de sostén [5] que evitan el desplazamiento excesivo de los metatarsianos fracturados. Los ligamentos del pie y el simple tono muscular son suficientes para mantener al sujeto en posición bipodal [6].

La utilización del zapato con suela plana y rígida consiguen la distribución equitativa de presiones entre el calcáneo y las cabezas de los metatarsianos y la carga inmediata permite pequeños movimientos del foco de fractura que estimulan la formación del callo óseo [7,8].

El análisis de los resultados en relación a la puntuación obtenida en la escala de Kitaoka no muestra diferencias significativas entre los diferentes grupos si bien cabe destacar

**Tabla 3.** Escala funcional de Kitaoka y días de incapacidad laboral según los diferentes tipos de fracturas metatarsianas

Tipo de fractura	Días de incapacidad laboral (baja)			Escala de Kitaoka			Complicaciones
	X	DS	rango	X	DS	rango	
I MTT (n = 5)	44	22	5 - 61	96	8,27	90 - 100	
MTT centrales (n = 46)	45	23	7 - 112	94,76	6,5	76 - 100	
V MTT (n = 37)	38	24	3 - 110	95,08	6,55	70 - 100	1 caso: retardo de consolidación
Complejas (n = 10)	63	23	5 - 61	89,1	8,27	74 - 100	

(n= número de casos, X = media; DS= desviación estándar)



Fig. 2. Fractura de los cuatro primeros metatarsianos (a, b) y resultado final (c).

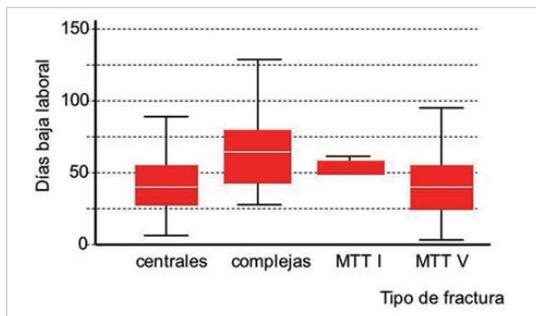


Fig. 3. Duración de los días de baja laboral en función del tipo de fractura metatarsal.

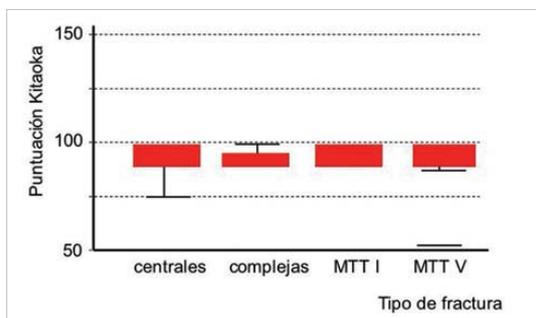


Fig. 4. Distribución de las puntuaciones según el tipo de fractura.

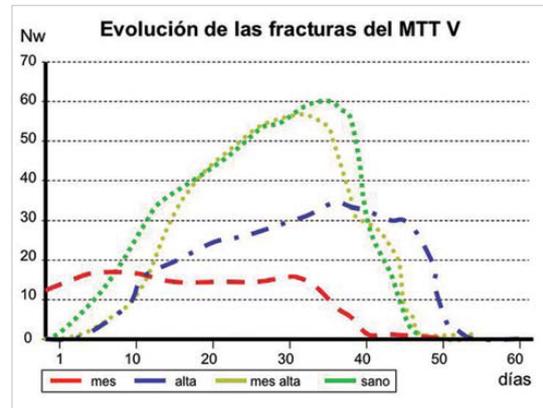


Fig. 5. Fuerza registrada bajo el V metatarsiano del pie izquierdo en tres momentos diferentes. El metatarsiano sano es el del pie contralateral.

que dicha evaluación se realizó 30 días después del alta laboral. En cuanto a los días de baja laboral no encontramos diferencias entre los grupos de fracturas del quinto metatarsiano, primer metatarsiano y metatarsianos centrales. Aunque observamos una tendencia con menor duración media de la baja laboral en aquellos pacientes con fracturas del 5º metatarsiano, seguidos por las fracturas del primer meta-



tarsiano y por las fracturas de metatarsianos centrales. Encontramos una diferencia estadística entre el grupo de pacientes con fracturas del 5º metatarsiano y el de las de fracturas complejas.

La infiltración con corticoide en el foco de fractura es un método utilizado en la cirugía percutánea del pie que no hemos encontrado tenga ninguna repercusión en la evolución de la fractura sea del quinto metatarsiano o de los metatarsianos centrales [9].

Los resultados obtenidos señalan que el tratamiento funcional de las fracturas de metatarsianos con carga inmediata es un método válido para cualquier tipo de fractura del metatarso (aislada o combinada, desplazada o no) incluyendo las fracturas del primero y del quinto, a excepción de las fracturas de la base del V metatarsiano con un desplazamiento grande donde aconsejamos el tratamiento quirúrgico. La escala de validación de Kitaoka muestra una alta satisfacción funcional con una corta duración del tiempo de baja [10].

Ninguno de los pacientes sometidos a estudio han requerido tratamiento fisioterapéutico asistido y no hemos hallado ninguna complicación exceptuando un paciente que requirió osteosíntesis por una fractura de la base del 5º metatarsiano con importante desplazamiento. También hemos descrito algún caso de metatarsalgia residual que se ha corregido con el uso de plantillas de descarga. ■

7. Blakslee TJ. Traumatic injuries of the first ray. Clin podiatr med surg 1996; 13: 549-73.
8. Perron AD, Brady WJ, Keats TA. Management of common stress fractures. When to apply conservative therapy, when to take an aggressive approach. Postgrad Med 2002; 111:95-6.
9. O'Malley MJ, Hamilton WG, Munyak J, De Franco MJ. Stress fractures at the base of the second metatarsal in ballet dancers. Foot Ankle Int 1996; 17:89-94.
10. Schneider W, Knahr K. Scoring in forefoot surgery. A statistical evaluation of single variables and rating systems. Acta Orthop Scand 1998; 69: 498-504.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rockwood and Green's. (C.A.Rockwood, Robert W., Md. Bucholz, James D., Md. Heckman, D.P.Green) Fractures in adults. 5th edition (September 2001). Lippincott Williams & Wilkins Publishers.
2. Martínez de Renobales JJ, Otaño FJ. Cirugía percutánea del antepié. Técnica e indicaciones. Tratamiento de las fracturas del antepié con carga completa e inmediata. p.157-65.
3. De Prado M, Ripoll PL, Golanó P. Principios de la cirugía percutánea del pie. Ed. Masson. 2005.
4. Sánchez-Lacuesta J, Prat J, Hoyos J.V, et al. Biomecánica de la marcha humana tras reparación. En: Prat J (ed). Biomecánica de la marcha Humana normal y patológica. Valencia: IBV; 1993. p:193-300.
5. Johnson VS. Treatment of forefoot in industry. En: JE Batman (editor). Footscience. Philadelphia, WB Saunders, 1976; pp:257-65.
6. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-foot, midfoot, hallux, and lesser toes. Foot Ankle Int 1994; 15:349-52.

### 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.

## ACTUALIZACIÓN

### Lesiones meniscales durante el crecimiento

#### Meniscal disorders in the immature knee

Vaquero J, Vidal C, Cubillo A

Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España.

#### Resumen

Las lesiones postraumáticas de la rodilla en los niños, aunque raras, han aumentado su frecuencia en los últimos tiempos, debido a la mayor participación deportiva de la población juvenil. Los autores analizan el diagnóstico y tratamiento de las lesiones meniscales durante el crecimiento y su diagnóstico diferencial con patología meniscales, menisco discoideo, quiste meniscal y menisco hiper móvil, características de la juventud.

#### Palabras clave:

Menisco, crecimiento, menisco discoideo.

#### Abstract

Intra articular knee injuries in the pediatric age, classically considered as rarer than those occurring in adulthood, has seen a rise in consultations due especially to an increased participation of children in «extreme sports» and an improved diagnosis of these injuries. There are few studies that establish the prevalence of knee injuries prior to maturity; however, arthroscopic studies have found a heightened frequency of anterior cruciate ligament (ACL) ruptures, meniscal tears and osteochondral fractures secondary to patellofemoral instability.

The authors in this study update these pathologies and provide their experience in diagnostic and treatment of meniscal lesions in pediatric age. The most frequent meniscal injuries are the traumatic tears, but discoid meniscus, cysts and hypermobility are also discussed.

#### Key words:

Meniscus tear, discoid meniscus, pediatric knee.

### Introducción

Las lesiones postraumáticas de la rodilla en los niños, más raras que las del adulto, han experimentado un aumento importante debido a la mayor participación en deportes de riesgo. Las actividades recreativas (monopatines, columpios, bicicletas, etc) y los deportes son las de mayor riesgo. Se estima que en Estados Unidos 30 millones de niños participan en programas deportivos organizados [1] y la rodilla, junto con el tobillo, son las articulaciones más vulnerables.

Los deportes de contacto y de balón (fútbol, baloncesto y voleybol) presentan un mayor riesgo.

Los niños no son adultos pequeños sino que presentan factores físicos y fisiológicos que les hacen más vulnerables al presentar un mayor volumen proporcional de la cabeza, menor coordinación motora, alta proporción de atropellos, intensa actividad física durante los juegos y un equipo protector inadecuado para su talla en la práctica deportiva.

Existen pocas publicaciones que traten de la incidencia de las lesiones agudas de la rodilla, y entre ellas los datos son variables. Las causas además del deporte, pueden ser accidentes de tráfico, atropellos, juegos (actividades recreativas) y de forma más rara las actividades de la vida diaria. Son más frecuentes por las tardes, cuando los niños disponen de tiempo libre y más del 83% de todas las lesiones de los niños ocurren en su casa o cerca de ella. Es difícil establecer una prevalencia de las lesiones pediátricas ya que cambian a medida que el niño crece, aunque el traumatismo sea el mismo.

La inmadurez esquelética, la complejidad de la articulación de la rodilla, la dificultad para relatar las condiciones

#### Correspondencia

J. Vaquero  
Servicio COT. Hospital Gregorio Marañón  
Dr Esquerdo, 46. 28007 Madrid  
vaqueroj@aeartroscopia.com

del accidente y sus síntomas así como la falta de colaboración de los niños, sobre todo los preadolescentes, hace difícil el diagnóstico y el tratamiento de las lesiones intrarticulares de la rodilla (Figura 1). Los aciertos diagnósticos preoperatorios en los preadolescentes suelen ser inferiores al 50%. Además, los niños no son capaces de valorar la gravedad de sus lesiones por lo que las estimaciones subjetivas son inseguras. Muchas veces esto obliga a recurrir a la artroscopia que en la mayoría de los casos revela lesiones más graves que las que sospechábamos inicialmente por la clínica, siendo mal diagnosticadas las lesiones meniscales [2]. El hemartros es una indicación clara para la artroscopia y ha ayudado a conocer la frecuencia de las distintas lesiones [3]. Para muchos sería un herramienta diagnóstica en todos los hemartros que hacen sospechar una lesión intrarticular y en los casos de exploración clínica difícil [4]. Pero también puede llevar a abusos, si bien actualmente se puede llegar al diagnóstico con el desarrollo de las técnicas de imagen

RMN aunque esta es más inexacta en niños y adolescentes, unida a la exploración clínica que es insustituible.

Aunque el hemartros de la rodilla en los niños se ha considerado menos frecuente que en los adultos, los estudios artroscópicos vienen demostrando desde hace dos décadas [3] que los niños pueden presentar básicamente los mismos cuadros patológicos que los adultos. Luhmann et al. [5] en un estudio prospectivo, durante 6 meses, analizó las causas de los derrames que presentaron los pacientes menores de 18 años, encontrando una frecuencia similar entre roturas de LCA y lesiones meniscales (29%); las luxaciones rotulianas seguirían de cerca (25%) y las lesiones del ligamento lateral interno así como las fracturas osteocondrales no llegarían al 5%. La mayoría de las lesiones en las chicas (58%) fueron de la patelofemoral mientras que casi todas las lesiones de meniscos y LCA se dieron en varones. Durante el esquí es más frecuente la lesión del LCA mientras que las de la patelofemoral fueron más frecuentes en el fútbol [2]. En todas las series hay tres diagnósticos que representan más de las tres cuartas partes de las patologías: lesiones LCA, meniscales y patología fémoro-patelar.

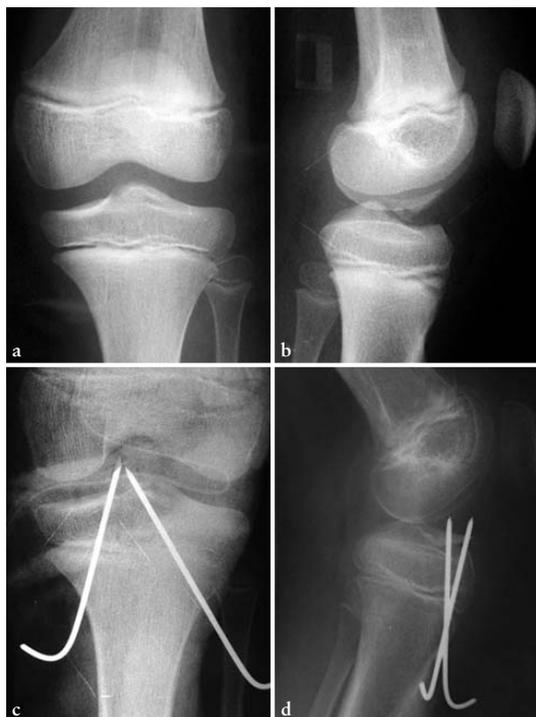
Estos datos de frecuencia son importantes para no infravalorar los traumatismos de rodilla en los niños y al tiempo poder tener una idea de cuales son las lesiones más frecuentes que nos podemos encontrar.

### Lesiones meniscales

Las lesiones meniscales son raras en los niños pequeños, pero han aumentando en los últimos con la práctica deportiva más generalizada. Existen dos contextos en las que son más frecuentes, por un lado, las roturas sobre meniscos discoideos y por otro los desgarros periféricos. Aunque pueden existir casos aislados de roturas a edades más tempranas, la mayoría de las lesiones meniscales se producen por encima de los 12 años (Figura 2). Nielsen e Yde [6] establecen que la tasa de lesión meniscal es de 0,7 lesiones por 1000 habitantes y año en adultos, siendo mucho menos frecuentes en los niños.

En las lesiones traumáticas, el mecanismo de producción más frecuente hace intervenir varios movimientos de forma sucesiva. En primer lugar un mecanismo de varo o valgo permitiría que el menisco se desplace hacia el centro de la rodilla, quedando atrapado entre las superficies articulares, como entre los extremos de una tenaza. A continuación, la acción conjunta de una rotación y extensión de la rodilla provocarían el desgarramiento meniscal al superar las tensiones circunferenciales la resistencia del propio menisco.

Cuando el menisco está lesionado o estructuralmente alterado, existe una disminución de la resistencia del tejido



**Fig. 1.** Fractura de la espina tibial. a) Radiografía antero-posterior. b) Radiografía lateral. Reparación con agujas. c) Radiografía antero-posterior. d) Radiografía lateral.



Fig. 2. Rotura radial del menisco externo en un paciente de 12 años.

meniscal que sería vulnerable a fuerzas de intensidad normal. Esto ocurre en los niños en presencia de quistes meniscales o en los meniscos discoideos que suelen presentar zonas degenerativas centrales.

La práctica deportiva condiciona una predominancia de las lesiones del menisco interno sobre el externo. Pueden darse cualquier tipo de roturas, pero en los niños más jóvenes son más frecuentes las desinserciones meniscales mientras que en los adolescentes son más frecuentes las lesiones en la sustancia del menisco, produciendo una rotura en asa de cubo.

Los meniscos hiperlaxos son una patología meniscal exclusiva de la infancia y merecen una consideración especial.

En los niños, cuanto más jóvenes es más difícil construir una historia clínica que oriente al diagnóstico. Por otro lado, la exploración en las lesiones agudas no suele ser posible por el dolor. Debemos basar nuestra sospecha en síntomas inespecíficos como el dolor a la palpación de la interlínea articular o los pseudobloqueos que son los síntomas más frecuentes. Aunque como hemos visto previamente casi uno de cada tres hemartros post-traumáticos en los niños se relaciona con una lesión meniscal posiblemente por la frecuencia de las desinserciones periféricas, es más común encontrar un discreto derrame articular que se instaura lentamente a las pocas horas del accidente. Para Juhl y Boer [7] es difícil llegar a un diagnóstico certero a través de la clínica en más de un 20% de los pre-adolescentes.

Las radiografías son normales pero deben realizarse de forma sistemática para descartar fracturas osteocondrales, lesiones de las espinas u otras causas de hemartros. El diag-

nóstico de certeza se hará por medio de la RMN que es el método de elección para el diagnóstico de las lesiones meniscales en niños. Su fiabilidad en estas lesiones alcanza en la mayoría de las series el 90% cuando se trata de adultos, pero en los niños la precisión en el diagnóstico es menor [8]. Las nuevas técnicas de RMN tridimensional permiten realizar unos 20 cortes por menisco, reconstruir el tipo de rotura y variar el ángulo de visión del menisco, con lo que es de esperar una mayor exactitud en el diagnóstico.

Una lesión meniscal típica da unos síntomas claros que rara vez se confunden con otras entidades clínicas. Sin embargo, hay un gran número de afecciones de rodilla con sintomatología más oscura que pueden llevar a la confusión con una lesión meniscal. Entre las más frecuentes se encuentran:

- Lesiones ligamentosas. Es frecuente la asociación de lesiones de menisco interno con otras en el ligamento colateral medial, del ligamento cruzado anterior o en ambos («triada desgraciada»), presentando dolor en interlínea interna y episodios de «fallo» articular. La exploración ligamentosa será fundamental.
- Lesiones osteocondrales: osteocondritis disecante y fracturas osteocondrales. En ambos casos se pueden formar cuerpos libres intrarticulares que dan lugar a bloqueos articulares. El estudio radiográfico puede ser aquí de gran ayuda (Figura 3).
- Patología rotuliana. La subluxación aparece tras un mecanismo de rotación externa con ligera flexión y suele seguirse de derrame articular y dolor sobre el alerón interno, pudiendo remedar una lesión meniscal. La condromalacia se acompaña en las fases avanzadas de cuadros de pseudobloqueo. La exploración de la rodilla contralateral, la ausencia de signos meniscales mecánicos y el estudio radiográfico de las rótulas debe de confirmar la patología rotuliana.

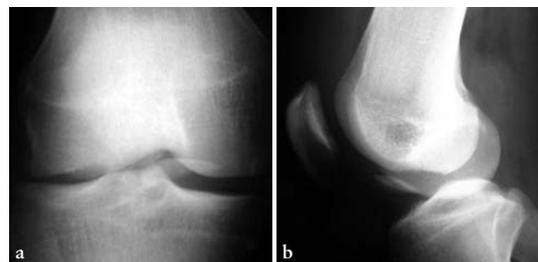


Fig. 3. Fractura osteocondral en un paciente de 14 años. a) Radiografía antero-posterior. b) Radiografía lateral.

d. Patología sinovial. Los procesos inflamatorios crónicos de la rodilla suelen producir derrames de repetición que se confunden, en ocasiones, con las lesiones meniscales. La duda mantenida nos puede llevar a realizar una artroscopia de rodilla que confirme el diagnóstico y permita la toma de una muestra sinovial para estudio anatómo-patológico.

### Tratamiento

El tratamiento de las lesiones meniscales en los niños ha de ir guiado por un principio fundamental que es la conservación de la mayor cantidad posible de tejido meniscal. Aunque hay pocos estudios publicados a largo plazo, en ellos se reconocen los malos resultados de la meniscectomía en los niños [9]. En diferentes trabajos se ha podido cuantificar el efecto amortiguador del menisco, determinando que la meniscectomía parcial provoca un aumento de las presiones del 65%, mientras que tras la meniscectomía total se alcanza 235% [10]. La meniscectomía total debe de estar contraindicada en los niños salvo en los raros casos de quistes intrameniscales con gran destrucción meniscal o en algunos meniscos discoideos.

Para conservar la mayor cantidad de tejido meniscal, recomendamos que la exploración y valoración artroscópica de la lesión sea sistemática y permita recoger la mayor información para optar por uno de los siguientes tratamientos:

- a. Abstención quirúrgica y tratamiento ortopédico que será la opción más prudente en todos aquellos niños pre-adolescentes con una lesión menor de 5 mm en la zona avascular del menisco. Estas lesiones no suelen ser inestables, y aunque habrá que vigilar periódicamente al paciente, en muchos casos no dan sintomatología durante periodos largos de tiempo en los que se puede mantener el menisco. En aquellos otros casos frecuentes en este grupo de edad de roturas longitudinales en la zona vascularizada menores de 10 mm, el tratamiento recomendado será la inmovilización de la rodilla con un yeso u ortesis durante 6 semanas para permitir la cicatrización de la lesión de la misma forma que lo hacen otros tejidos conectivos [11].
- b. Sutura y reparación meniscal La reparación meniscal sigue la línea de «economizar» menisco y se basa en la posibilidad que tienen ciertas roturas meniscales para cicatrizar cuando se encuentran en la zona vascularizada que comprende el tercio más periférico de la anchura meniscal, es decir a no más de 3mm de la unión con la cápsula articular. La cicatrización meniscal parece completarse en un plazo de unas 10 semanas [11]. Las lesiones longi-

tudinales son frecuentes en los niños y cuando son inestables o mayores de 10 mm, la sutura puede garantizar un porcentaje de éxitos cercano al 90% [12].

Se realiza en estos casos una sutura del menisco con puntos verticales no reabsorbibles cada 4-5 mm por vía artroscópica, aunque algunos autores prefieren añadir una contra incisión para proteger las estructuras vasculo-nerviosas en la zona posterior cuando la aguja debe ser recuperada en el exterior de la articulación. El perfeccionamiento de los dispositivos de sutura favorece actualmente aquellas técnicas en las que la misma se realiza en el interior de la articulación ya que disminuyen los riesgos de lesión de estructuras vasculo-nerviosas. Arknoczky y Warren [11] propusieron perforar el menisco con una trefina mientras que Henning et al [13] señalaron que la abrasión sinovial favorece la reparación incluso en roturas que se extienden a la zona avascular. Las indicaciones de la sutura deben ser ampliadas en estos pacientes jóvenes.

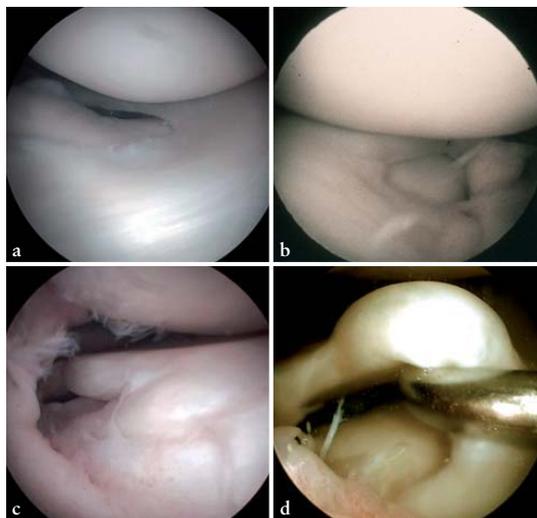
Aunque hay una gran variabilidad en la pauta postoperatoria, se aconseja la descarga durante 3-6 semanas, limitando la flexión a 90° durante los tres primeros meses y no volver a la práctica deportiva hasta después del cuarto mes.

- c. La meniscectomía parcial, preconizada por O'Connor et al [14], tras comprobar sus beneficios, es practicada en la actualidad por la gran mayoría de los cirujanos que se enfrentan a una rotura meniscal no reparable. Tras la identificación de la lesión y bajo visión directa se extirpa el fragmento móvil, dejando un muro estable, en buenas condiciones y bien contorneado, que sea capaz de asumir al menos parcialmente las funciones mecánicas. La mayoría de los autores aportan buenos resultados iniciales en más de un 90% de los pacientes pero los cambios artrósicos radiográficos aparecen en mayor proporción que tras la sutura, a partir de los 5 años [15]. La morbilidad es baja con una rápida reincorporación a la vida activa, sus complicaciones son raras y son numerosos los trabajos que demuestran la superioridad de los resultados en comparación con la meniscectomía total [16].

### Menisco discoideo

Es una anomalía de la forma meniscal frecuente en el lado externo y excepcional en el interno. Suele afectar al 5% de todos los meniscos. Se distinguen tres tipos de meniscos discoideos [17] (Figura 4):

- Completos: cuando el disco cubre todo el platillo. Es el más frecuente.



**Fig. 4.** Diferentes tipos de meniscos externos discoideos. a y b) Meniscos anchos o discoideos incompletos. c y d) Meniscos discoideos completos que cubren todo el plato tibial.

- Incompletos: de borde cóncavo o convexo.
- Tipo Wrisberg: cuando no existe el anclaje posterior del menisco a la tibia, permaneciendo los anclajes menisco-femorales.

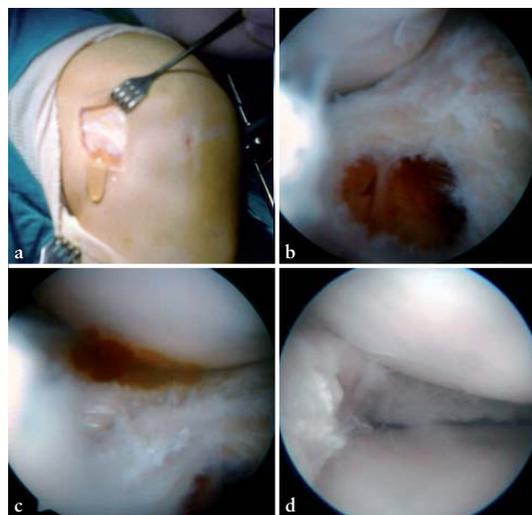
En estos casos, el menisco adopta una forma de disco y cubre todo el platillo tibial. En ocasiones la malformación es menos importante y se considera un menisco ancho. En cualquier caso por su morfología está más expuesto a los traumatismos y en caso de rotura habría que proceder a la meniscectomía parcial siempre que sea posible. La zona de rotura más frecuente es la posterior o la central. Se ha descrito recientemente la aparición en algunos casos, asociado al menisco discoideo, de una estructura cordonal insertada en el anclaje posterior del menisco y que se extiende a la cara lateral de la escotadura intercondílea, que provocaría en estos pacientes un déficit de extensión. En el momento de la meniscectomía debe asociarse la sección de este cordón, lo que permitirá ganar el déficit de extensión [18].

Aunque al principio se pensó que era una alteración en el desarrollo del menisco, se ha visto [19] que este no pasa nunca por una fase discoidea. El menisco se desarrolla desde la capa mesodérmica intermedia a partir de la octava semana y nunca pasa por un estadio de disco, pudiendo venir el error de la denominación de disco blastemático de Henke [20]. Su morfología será definitiva desde la 10ª semana [21].

Se ha achacado esta morfología a una anómala distribución de las fibras de colágeno, lo cual podría explicar la facilidad con la que se presentan roturas y degeneraciones centrales. Aún estando íntegros pueden producir síntomas mecánicos, como el dolor con las actividades ordinarias, fallos articulares y bloqueos o resaltes. Ocasionalmente pueden presentar derrames.

Las radiografías son generalmente normales pero se describen el ensanchamiento de la interlínea articular así como tendencia a la cuadratura del cóndilo externo, hipoplasia de la espina tibial. La RMN es más precisa en el diagnóstico de las lesiones ya que puede detectar una degeneración intrameniscal siendo el aspecto artroscópico normal.

El tratamiento en los dos primeros grupos es la meniscectomía parcial dejando un resto meniscal remodelado que se asemeje al menisco normal. En los meniscos discoideos tipo Wrisberg, clásicamente la mayoría de los autores aconsejan la meniscectomía total [22,23]. Actualmente, la mayoría de autores recomiendan sólo la resección de la zona central degenerativa del menisco con una sutura de los anclajes periféricos desinsertados o inestables a la cápsula articular [24-26]. Para ello es fundamental determinar donde se localiza la zona inestable del menisco, siendo la más frecuente el defecto en el anclaje del cuerno anterior [53%] [24].



**Fig. 5.** Quiste meniscal. a) Evacuación del quiste meniscal conservando el menisco íntegro. b y c) Aspecto artroscópico de un quiste meniscal drenado al interior de la articulación en un menisco con rotura horizontal. d) Aspecto artroscópico del mismo menisco tras la meniscectomía parcial.



Los resultados a largo plazo de la meniscectomía son satisfactorios [27] sobre todo en pacientes menores de 25 años en el momento de la cirugía [28].

### Quiste meniscal

Esta patología es también más frecuente en el lado externo. Su etiología está relacionada con los microtraumatismos, y la clínica aparece cuando tienen tamaño suficiente para determinar la aparición de una tumoración en la interlínea articular que es su síntoma característico. Esta tumoración aparece en extensión y flexión máximas, desapareciendo en los grados intermedios (Figura 5).

En muchas ocasiones acompañan a una rotura degenerativa horizontal del menisco. Si es pequeño y el menisco está íntegro, se podrá proceder a su extirpación, comprobando que están llenos de material viscoso amarillento. Generalmente suele ser necesaria la meniscectomía subtotal del menisco si está degenerado y roto.

### Menisco hiper móvil

La subluxación del menisco es un diagnóstico controvertido a pesar de que varios autores han puesto en evidencia la existencia de cuadros de pseudobloqueo articular debido a una hiper movilidad del cuerno anterior [29] o más raramente posterior [30].

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. *Sports Med* 2003; 33:75-81.
- Haus J, Refior HJ. The importance of arthroscopy in sports injuries in children and adolescents. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993; 1:34-8.
- Stanitski CL, Harvell JC, Fu F. Observations on acute knee hemarthrosis in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1993; 13:506-10.
- Angel KR, Hall DJ. The role of arthroscopy in children and adolescents. *Arthroscopy* 1989; 5:192-6.
- Luhmann SJ. Acute traumatic knee effusions in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 2003; 23:199-202.
- Nielsen AB, Yde J. Epidemiology of acute knee injuries: a prospective hospital investigation. *J Trauma* 1991; 31:1644-8.
- Juhl M, Boe S. Arthroscopy in Children, With Special Emphasis on Meniscal Lesions. *Injury* 1986; 17:171-3.
- McDermott MJ, Bathgate B, Gillingham BL, Hennrikus WL. Correlation of MRI and arthroscopic diagnosis of the knee pathology in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 1998; 18:675-8.
- Manziona M, Pizzutillo PD, Peoples AB, Schweizer PA. Meniscectomy in Children: A Long-Term Follow-Up Study. *Am J Sports Med* 1983; 11:111-5.
- Baratz ME, Fu F, Mengato R. Meniscal tears: the effect of meniscectomy and of repair on intra-articular contact areas and stresses in the human knee. *Am J Sports Med* 1986; 14:270-5.
- Arnoczky SP, Waren RF. The microvasculature of the meniscus and its response to injury. An experimental study in the dog. *Am J Sports Med* 1983; 11:131-41.
- Boyd KT, Myers PT. Meniscus preservation; rationale, repair techniques and results. *The Knee* 2003; 10:1-11.
- Henning CE, Lynch MA, Clark JR. Vascularity for healing of meniscus repairs. *Arthroscopy* 1987; 3:13-8.
- O'Connor DP, Brinker MR, Woods GW. Preoperative health status of patients with four knee conditions treated with arthroscopy. *Clin Orthop* 2002; 395:164-73.
- Lynch MA, Henning CE, Glick KR. Knee joint surface changes. Long-term follow-up meniscus tear treatment in stable anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop* 1983; 172:148-53.
- Hede A, Larsen E, Sandberg H. Partial versus total meniscectomy: a prospective, randomised study with long term follow-up. *J Bone Joint Surg (Br)* 1992; 74-B:118-21.
- Kocher MS, Klingele K, Rassman SO. Meniscal disorders: normal, discoid, and cysts. *Orthop Clin North Am* 2003; 34:329-40.
- Laprell H, Wischatta R, Hezel J, Fay J. A new symptomatic intra-articular cord-like structure associated with discoid meniscus. *Arthroscopy* 2007; 23:228-34.
- Kaplan MJ, Clancy WG. Alabama sports medicine experience with isolated and combined posterior cruciate ligament injuries. *Clin Sports Med* 1994; 13:545-52.
- Tena J, Barrio C, Viejo F, Puerta J, Murillo J. Arthroscopic study of the knee joint in fetuses. *Arthroscopy* 2003; 19:862-8.
- Clark CR, Odgen JA. Development of the menisci of the human knee joint. *J Bone Joint Surg (Am)* 1983; 65-A:538-47.
- Aichroth PM, Patel DV, Marx CL. Congenital Discoid Lateral Meniscus in Children. A Follow-Up study and evolution of management. *J Bone Joint Surg (Br)* 1991; 73-B:932-6.
- Atay OA, Doral MN, Leblebicioglu G, Tetik O, Aydingoz U. Management of discoid lateral meniscus tears: observations in 34 knees. *Arthroscopy* 2003; 19:346-52.
- Good CR, Green DW, Griffith MH, Valen AW, Widmann RF, Rodeo SA. Arthroscopic treatment of symptomatic discoid meniscus in children: Classification, technique, and results. *Arthroscopy* 2007; 23:157-63.
- Fleissner K, Eilert RF. Discoid lateral meniscus. *Am J Knee Surg* 1999; 12:125-31.



26. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Kuriwaka M, Shinomiya R. Torn discoid lateral meniscus treated using partial central meniscectomy and suture of the peripheral tear. *Arthroscopy* 2004; 20:536-42.
27. Washington ER III, Root L, Liener UC. Discoid lateral meniscus in children: Long-term follow-up after excision. *J Bone Joint Surg (Am)* 1995; 77-A:1357-61.
28. Okazaki K, Miura H, Matsuda S, Hashizume M, Iwamoto Y. Arthroscopic resection of the discoid lateral meniscus: Long-term follow-up for 16 years. *Arthroscopy* 2006; 22: 967-71.
29. Clancy WG, Keene JS, Goletz TH. Symptomatic dislocation of the anterior horn of the medial meniscus. *Am J Sports Med* 1984; 12:57-64.
30. George J, Saw KY, Ramlan AA, Packya N, Tan AH, Paul G. Radiological classification of meniscocapsular tears of the anterolateral portion of the lateral meniscus of the knee. *Austral Radiol* 2000; 44:19-22.

#### 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.

## ACTUALIZACIÓN

### Entrenador-Simulador Avanzado para el aprendizaje y entrenamiento de la Cirugía Artroscópica insightArthroVR®

InsightArthroVR®, Advanced Arthroscopic Training Simulator

Fernández Fernández-Arroyo JM<sup>1</sup>, Potti Cuervo J<sup>2</sup>, Illana Alejandro C<sup>2</sup>, Pastor Pérez L<sup>3</sup>, Rodríguez Martínez de Bartolomé A<sup>4</sup>, Bayona Beriso S<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Hospital Severo Ochoa. Madrid. Director Médico del proyecto. <sup>2</sup> GMV, . <sup>3</sup> Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid). <sup>4</sup> Universidad Politécnica de Madrid.

#### Resumen

Las técnicas de cirugía mínimamente invasiva son cada vez más frecuentes. Sin embargo, estas técnicas son procedimientos costosos, complejos y difíciles de dominar. Los actuales métodos de aprendizaje presentan limitaciones y son susceptibles de ser complementados por soluciones de alta tecnología como el presente simulador de realidad virtual.

El entrenamiento mediante simuladores mejora la destreza de los cirujanos en el uso del instrumental artroscópico, reduciendo el tiempo de la intervención, aumentando la seguridad y confianza del cirujano, disminuyendo el posible daño al paciente y permitiendo obtener experiencia en una gran variedad de patologías.

#### Palabras clave:

Artroscopia, realidad virtual, simulador quirúrgico virtual.

#### Abstract

Minimal Invasive Surgery (MIS) techniques are becoming more and more frequent. However these techniques are complex and expensive procedures difficult to master. Current learning methods have a number of limitations that can be compensated for and complemented by our virtual reality simulator.

Training with simulators considerably improves surgeons' dexterities with the arthroscopic instruments, reduces surgery times, increases surgery confidence and procedures safety, reducing the morbidity of real interventions and allowing obtaining experience in a large variety of pathologies.

#### Key words:

Arthroscopy, minimally invasive surgery, virtual reality, virtual surgical simulator.

## Introducción

La cirugía artroscópica es una técnica quirúrgica que ha experimentado un extraordinario auge. Beneficiados por el perfeccionamiento y la sofisticación de los medios diagnósticos no invasivos y a la mejora constante del instrumental artroscópico, hemos podido asistir a una rápida evolución de este tipo de cirugía, desde la realización de las primeras artroscopias meramente diagnósticas a complejos procedi-

mientos quirúrgicos. Sus ventajas obligan, sin embargo, a una formación adecuada y para llevar a cabo estas técnicas se requiere un aparataje complejo, costoso y preciso, implicando el desarrollo de habilidades nada intuitivas, de difícil enseñanza y laboriosa adquisición, tales como la orientación espacial tridimensional partiendo de imágenes bidimensionales, el problema de la triangulación, el uso de una óptica biselada con la posibilidad de rotar tanto el artroscopio como la fuente de luz, obligándonos a abstraernos de la posición anatómica real para orientarnos en la pantalla del monitor, proporcionándonos imagen articular «plana» y también la necesidad de desarrollar la ambidiestabilidad para la correcta realización de algunos gestos quirúrgicos.

#### Correspondencia

J. Potti Cuervo  
C/ Isaac Newton, 11 (PTM). Tres Cantos. 28760 Madrid.  
jpotti@gmv.es

Las principales vías para el aprendizaje práctico de este tipo de técnicas quirúrgicas son: el empleo de modelos anatómicos de plástico o fantomas, el estudio mediante videos y sistemas interactivos (multimedia), los cursos sobre cadáveres y la supervisión junto a cirujanos expertos, que nos enseñen y corrijan en nuestras intervenciones.

El objetivo de nuestra revisión propone el empleo de simuladores basados en técnicas de Realidad Virtual, una opción como herramienta formativa que se han extendido en numerosos sectores, como la aviación, transportes o entornos industriales, como los simuladores de vuelo, coches de carreras o de trenes. La medicina es otra de las áreas donde el potencial de utilización es muy grande al permitir mejorar, acelerar y sistematizar el complejo proceso de aprendizaje y contribuir por tanto a la mejora global y eficiencia del sistema sanitario [1-9].

En la cirugía convencional, el cirujano ve con sus ojos lo que está haciendo y toca con sus manos las estructuras sobre las que tiene que actuar. Por el contrario en la cirugía artroscópica no vemos directamente, sino a través de una cámara conectada a un monitor (lo que nosotros denominamos control visual indirecto), y tampoco tocamos directamente, sino a través de un instrumental específico, pasando de la sensación táctil clásica, el tener «buenas manos o dedos» a lo que denominamos como «sensación táctil instrumentada». Cualquier cirugía que cumpla estos dos requisitos puede ser candidata a su simulación para el aprendizaje.

El aspecto físico del simulador insightArthroVR® (Figura 1) es semejante a una situación artroscópica real y muy atractivo. Consta de una carcasa en plástico de la articulación en cuestión y dos elementos de realimentación de fuerzas situados a ambos lados. Los modelos de hombro y rodilla incluyen una amplia variedad de portales de entrada y sirven para que el usuario disponga de una referencia física con un ajuste perfecto con el modelo virtual. De este modo se obtiene un realismo excepcional en el manejo virtual del mismo con respecto a los movimientos físicos realizados.

Como otras características del simulador conviene destacar que emplea técnicas de realidad virtual que permiten interactuar con una anatomía virtual en tiempo real con gran precisión en la correlación entre nuestros movimientos en el mundo real y su reflejo en el mundo virtual. La interacción no es sólo visual por medio de la imagen virtual artroscópica o panorámica, seleccionable en todo momento, sino también táctil o háptica, de modo que el simulador transmite sensación de fuerzas al interactuar el instrumental con la anatomía.

El simulador insightArthroVR® es una herramienta multi-propósito adaptable a distintas articulaciones. En la ac-

tualidad, el sistema permite realizar ejercicios de formación en hombro y rodilla. En un futuro se irán añadiendo otras articulaciones.

Incluye instrumental simulado que se asemeja al instrumental utilizado en la práctica quirúrgica real en forma y textura, e incorpora todas las funcionalidades y grados de libertad reales. El instrumental es intercambiable de modo que puede practicarse el ambidestramiento, tan importante en la práctica artroscópica. Además, dispone de una secuencia didáctica completamente configurable sobre la que el cirujano en formación va desarrollando habilidades de forma progresiva y permite registrar los resultados de una sesión de simulación y compararlos con un patrón de referencia a modo de ejercicio magistral y obtener indicadores de destreza.

Por último, incluye modelos anatómicos de gran calidad validados por expertos anatomistas y artroscopistas. El sistema permite observar dichos modelos en visión 3D y ar-

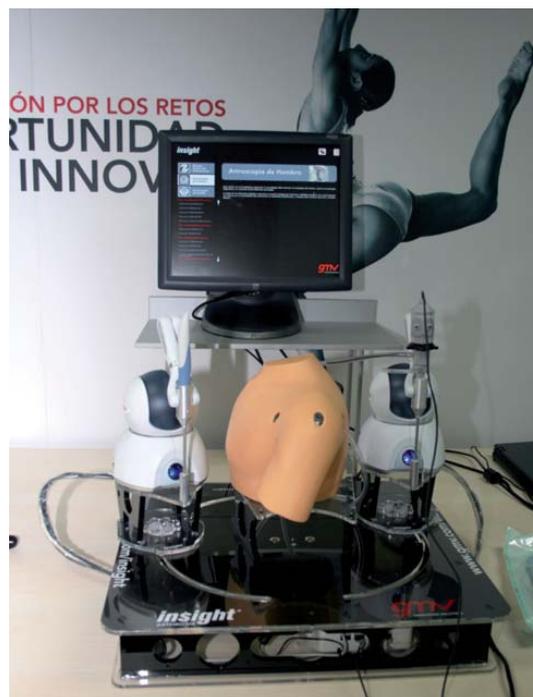


Fig. 1. Plataforma de trabajo, con la carcasa del hombro izquierdo en posición de semisentado, cámara artroscópica en la mano derecha del usuario y mango del palpador en la mano izquierda. En el monitor puede apreciarse la vista panorámica que guía al usuario en la comprensión del problema.

trascópica, eliminar capas de tejido con objeto de observar estructuras óseas y articulares, cambiar el punto de vista, rotar la anatomía y nivel de zoom, etc. El sistema dispone de anatomías sanas y con diversas patologías.

## Material y método

La realización de un simulador para la enseñanza y perfeccionamiento de la Cirugía Artroscópica es un reto muy complejo, pero factible. El simulador de realidad virtual insightArthroVR® es el resultado de un proyecto de investigación multidisciplinar e interinstitucional.

Este proyecto se ha estructurado de acuerdo a un ciclo de desarrollo incremental en varias fases evolutivas, de menor a mayor complejidad. La primera fase consistió en la realización de un simulador básico que nos permitiera:

- Familiarizarnos con el instrumental artroscópico.
- manipular correctamente dicho instrumental.
- Potenciar y facilitar el desarrollo de la ambidiestabilidad.
- Aprender a «navegar» visualizando las estructuras óseas, manejo de cámara artroscópica, giros de fuente de luz y de artroscopio y a triangular, empleando un palpador virtual, en la otra mano.

Para esta primera fase empleamos un «VLI» (Virtual laparoscopic Interface, Inmersión®) estando muy limitadas sus posibilidades por la rigidez del sistema y por no tratarse de un dispositivo háptico.

La segunda fase consistió en adecuar el realismo, los dispositivos de control y el entorno de programación que abren nuevas posibilidades para elegir portales artroscópicos, patologías, técnicas, secuencias didácticas e itinerarios formativos personalizados e intuitivos. Permitió alcanzar sistemas de evaluación adecuados y homogéneos que cumplan con la Declaración de Bolonia para el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y está dotado de interactividad al proporcionar la sensación de «tacto» real al interactuar el extremo virtual del instrumental artroscópico simulado con las estructuras anatómicas virtuales. Para ello se han desarrollado complejos algoritmos matemáticos, denominados como «detección de colisiones» y «cálculo de deformaciones en tiempo real» dentro de la geometría computacional, representando las estructuras blandas mediante imágenes deformables e incorporando tecnología GPU y métodos de integración numérica que permiten realizar una simulación realista en tiempo real.

A continuación se describen las características más destacables de nuestro simulador de realidad virtual insightArthroVR®, sus principales elementos, la secuencia didáctica que propone.

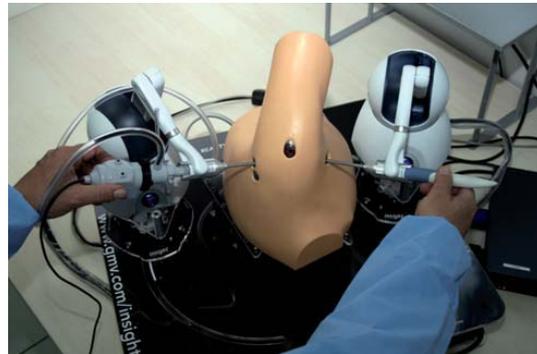


Fig. 2. Plataforma de trabajo, con la carcasa del hombro izquierdo en posición de decúbito lateral.

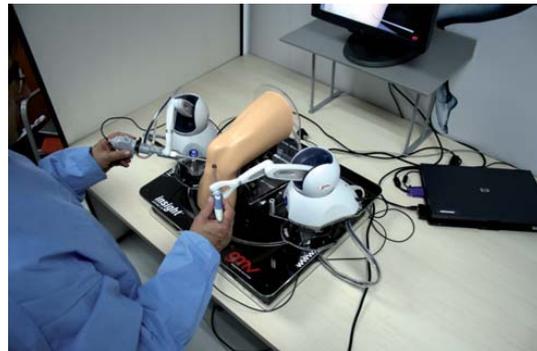


Fig. 3. Plataforma de trabajo, con la carcasa de la pierna, para la artroscopia de rodilla.

La plataforma de trabajo consta de una estructura base de metacrilato que se puede colocar sobre cualquier mesa de trabajo. En el centro está fijada una carcasa de plástico o fantoma, que representa la anatomía de superficie de la articulación sobre la que trabajar (Figuras 1, 2 y 3). La plataforma de trabajo permite intercambiar los fantomas con gran facilidad.

El modelo anatómico se ha realizado partiendo de la anatomía humana, imágenes de RNM y vídeos de cirugía artroscópica, reconstruida sobre modelos físicos con una técnica llamada esterolitografía, que obtiene reproducciones de modelos virtuales con un margen de error menor de un milímetro. Se han dispuesto una serie de orificios que corresponderían a los portales artroscópicos más frecuentes.

El entrenamiento artroscópico de la cirugía del hombro, se puede colocar tanto en decúbito lateral como en sedentación. La plataforma de trabajo acoge igualmente a los bra-

zos robóticos o dispositivos hápticos sobre plataformas que se pueden deslizar a través de guías según el ejercicio a realizar. El sistema dispone de sensores que detectan la posición de trabajo y recalibran el sistema apropiadamente.

## Material Artroscópico

A ambos lados de la carcasa de plástico o fantoma, van colocados unos brazos robóticos (Omni –SensAble®-) (Figuras 1 y 2).

El artroscopio (virtual): cámara y fuente de luz, de material plástico, simula una cámara artroscópica, dotada de dos cables de distinto color: uno, el blanco, simula el cable de la fuente de luz y el negro, el cable de la cámara que proporcionaría la imagen al monitor en el modelo real. Se ha provisto de un codificador de giro (encoder) suplementario pues no hay que olvidar que la óptica del artroscopio esta biselada normalmente a 30°. Presenta dos posibilidades de giro: el giro de la fuente de luz y el giro de la cámara del artroscopio, como en la situación real. Esta complejidad de giro y su representación mental hace que la enseñanza de la artroscopia no sea fácil. En el simulador insightArthroVR® la angulación de la óptica está parametrizada, pudiendo elegir la angulación que queramos emplear [10]. Se han canalizado todas las señales por los puertos de comunicación adecuados, proporcionando más de 1,000 medidas por segundo, con una resolución angular de 0,35 grados. Las medidas obtenidas son inmunes al ruido, a la temperatura y a las fuentes electromagnéticas.

El instrumental artroscópico, palpador e instrumental (vaporizador, sinoviotomo, fresa o pinza artroscópica). Consta de un mango unido a una varilla metálica que introducimos por los portales adecuados para la instrumentación artroscópica. El ordenador genera una imagen virtual, apareciendo en nuestra pantalla un terminal de palpador, en forma de gancho, con las marcas «láser» de su longitud, un vaporizador, un terminal motorizado o una pinza, en función del instrumental que seleccionemos. Tanto el terminal del instrumental como el de la cámara se acoplan a los brazos robóticos mediante una pieza de anclaje, de fácil ajuste, permitiendo que su intercambio sea sencillo y rápido (Figura 2).

Trabajamos sobre modelos anatómicos tridimensionales propios, elaborados con programas específicos para la generación de imágenes tridimensionales basados en la información obtenida de literatura anatómica relevante, estudios de RMN e imágenes artroscópicas reales.

La imagen virtual se representa en una pantalla de un ordenador convencional. Nuestra «articulación» estaría situada en la posición correspondiente a la visión artroscópi-

ca, y la imagen representada varía al mover la cámara, tanto al hacer avanzar o retroceder como al girar la misma. Al emplear el palpador, este aparece en la pantalla, siempre que esté en la zona visualizada, y disponemos de un pulsador de ayuda, situado de forma ergonómica en la cámara artroscópica, que cambia de la imagen artroscópica a una visión externa o panorámica, muy útil en el caso de estar desorientados (Figura 4a,b,c,d,e,f).

El monitor es táctil con un interfaz de usuario intuitivo y de muy fácil manejo donde se visualizan las imágenes panorámicas y artroscópicas (Figura 4a,b,c).

El entorno de programación ha sido desarrollado bajo el sistema operativo Windows utilizando C++ como lenguaje de programación para la simulación del mundo virtual y Visual Basic.net para la interfaz gráfica. El motor gráfico y motor de física han sido desarrollados específicamente. El motor gráfico está basado en el estándar Open GL mientras que el motor de física implementa algoritmos de alto nivel para la simulación de la colisión, generación simulada de respuesta háptica, deformación y demás efectos necesarios durante la simulación [11].

## Protocolos de aprendizaje. Secuencia didáctica

En la secuencia didáctica del simulador insightArthroVR® lo primero es la ergonomía del instrumental. El ordenador nos pide que cojamos la cámara y el palpador y mediante fotografías reales que aparecen en la pantalla, comprobaremos si lo hacemos de forma correcta o incorrecta.

Un segundo bloque de ejercicios consiste en efectuar giros del artroscopio y de la fuente de luz, no sobre una articulación simulada, sino entrando en un quirófano virtual que aparece en la pantalla. Utilizamos para ello el artroscopio fijo en un portal, y realizamos los giros mencionados. Podemos ver como enfocamos la lámpara del quirófano simplemente girando 180° nuestro artroscopio, mirando hacia el techo de dicho quirófano, o como aumentamos el campo visual al retroceder el mismo o disminuimos nuestra área de visión al acercarnos a un objeto.

Para la fase de ejercicios artroscópicos, hemos diseñado unos ejercicios básicos progresivos en dificultad tanto para la navegación como para la triangulación. Los primeros consisten en visualizar centrando la imagen y manteniéndola estable un cierto tiempo sobre un conjunto de esferas de distintos colores que aparecen en ciertas zonas anatómicas de interés, basados en los protocolos habituales de exploración artroscópica de dicha articulación.

Se han diseñado otros ejercicios para ejercitar la triangulación. En estos se requiere que el alumno centre la esfera requerida en la cámara y sitúe el extremo del palpador den-

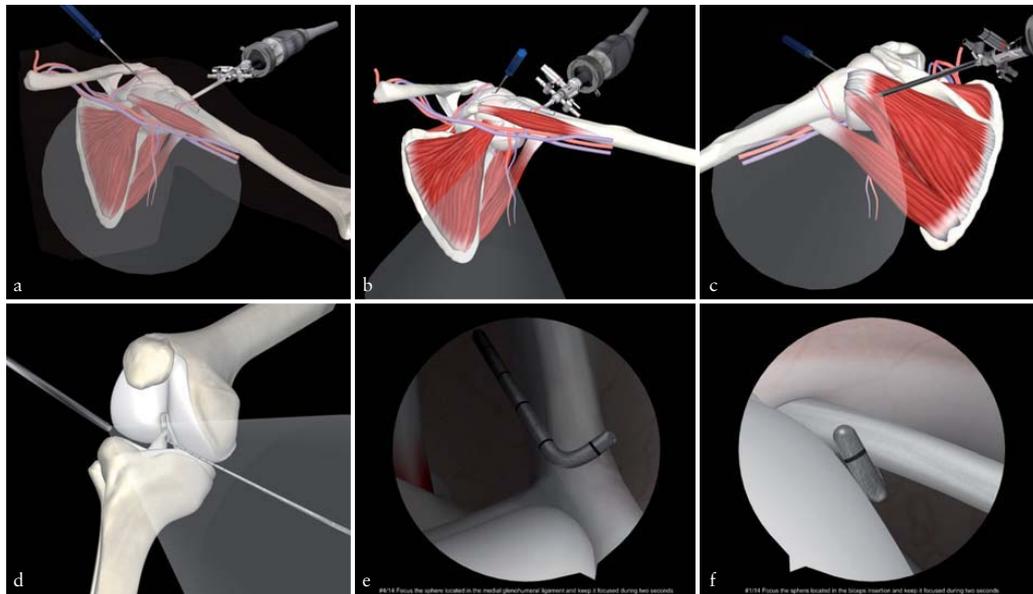


Fig. 4. Imágenes panorámicas (visión tridimensional) y artroscópicas generadas por el ordenador en tiempo real.

tro de la misma. Al introducir el extremo del palpador en dicha esfera, ésta cambia de color como elemento realimentación visual. Tras mantener el extremo del palpador de manera estable dentro de la esfera durante tres segundos, ésta desaparece, apareciendo otra nueva sobre otro elemento anatómico de interés para la exploración artroscópica y así sucesivamente hasta completar el recorrido que propone cada ejercicio. Tras realizar el ejercicio completo obtenemos un conjunto de métricas a partir de las que podemos derivar medidas objetivas de destreza y progreso realizado y una representación gráfica del mismo, tiempos y medidas de dispersión. El sistema permite distintos grados de dificultad con tamaños de esfera variables y ejercitarse en articulaciones normales y patológicas. Los ejercicios pueden repetirse tantas veces como se desee con distintas configuraciones y el sistema informático proporciona elementos de autoevaluación y autoaprendizaje.

Existen un amplio conjunto de módulos de formación extra en desarrollo incluyendo identificación de patologías, detección de inestabilidades, eliminación de cuerpos libres, fijación de anclajes, microfracturas, acromioplastia, meniscotomía y otros procedimientos quirúrgicos. La herramienta ofrece grandes posibilidades de formación mediante la adición de módulos extra.

## Enseñanza de la artroscopia

El ciclo de aprendizaje habitual de un cirujano contiene una fase de estudio seguido de un período de prácticas que consisten en la observación en quirófano de varias operaciones reales y su gradual incorporación en tareas auxiliares, ejecutadas bajo estricta supervisión del experto [12].

Las lecciones prácticas representan una dificultad en el proceso de aprendizaje, dadas las restricciones del número de intervenciones realizadas y el número de cirujanos que pueden admitirse en cada cirugía artroscópica que resulta más difícil y compleja, pues hay que supervisar una intervención a través de un monitor.

El empleo de modelos de plástico («fantomas») requiere disponer de un instrumental completo de artroscopia (torre, motores etc.), instrumental caro y con posibilidad de estropearse por un mal uso o descuido. Por otro lado los modelos plásticos se estropean con su uso en cada sesión de entrenamiento y puede convertirse en un proceso destructivo y su mayor realismo implica mayor precio, pudiendo proporcionar una formación insuficiente [6, 8, 13].

La realización de cursos en Hospitales monográficos es una de las opciones más recomendables, pero puede ser difícil por los problemas laborales, económicos, idiomáticos y familiares [13].



Los cursos de cadáver han de realizarse en la sala de disección limitadas por su capacidad y tiempo. Supeditados a una normativa legal cada vez más compleja, requieren el uso de un instrumental artroscópico completo. Su utilización está limitada en cuanto a su uso y patologías por variaciones anatómicas, cambios degenerativos, etc. Por otra parte, la utilización de animales con fines educativos cuenta con crecientes restricciones legales y su eficacia es relativa dadas las diferencias anatómicas con el hombre [13].

La cirugía endoscópica en general y artroscópica en nuestro caso, dadas sus características de visión y manipulación indirecta, abre una interesantísima área de investigación y desarrollo en el campo de la simulación, para apoyar las técnicas tradicionales de aprendizaje y ayudar a los cirujanos en formación en el aprendizaje básico de la artroscopia.

Las nuevas tecnologías de realidad virtual conjugan el realismo con la interacción [1,3]. Su utilización en medicina no es nuevo. En 1996 la AAOS comenzó a plantearse un ambicioso proyecto de simulación en artroscopia de rodilla [8] para la formación de residentes. Hay abundantes referencias bibliográficas y trabajos publicados sobre distintas herramientas tanto para la enseñanza de la anatomía [5, 6, 14], como para el adiestramiento quirúrgico, tanto en cirugía artroscópica [4, 7, 15-21] como en otras especialidades médicas [22-25].

Sherman et al. [18] desarrollaron un simulador para la artroscopia de rodilla (Virtual Environment Knee Arthroscopy Training System VE-KATS). Heng et al. [17] fabricaron un sistema para artroscopia de rodilla sobre un modelo de caja en vez de una estructura de pierna, partiendo de una imagen del proyecto humano visible. McCarthy [7] y Moody [20] publicaron sus trabajos sobre el Sheffield Haptic Knee Arthroscopy Training System (WISHKATS), para el entrenamiento de triangulación y diagnóstico artroscópico. Bliss et al. [21], por su parte, mostraron la experiencia obtenida en la formación artroscópica manipulando el artroscopio y el palpador, identificando estructuras anatómicas y localizando cuerpos libres en artroscopia de rodilla con el «*Procedicus Virtual Arthoscopy Knee trainer*» (Mentice Corp).

El material artroscópico simulado es una réplica del empleado habitualmente, logrando que el artroscopista en formación se familiarice con el empleo del instrumental real. La imagen se presenta en una pantalla táctil de alta definición, variando instantáneamente al girar el artroscopio. Pulsando un botón de ayuda, situado en la carcasa del artroscopio, aparece una visión panorámica, muy útil y didáctica para orientarse. Esta posibilidad no es factible en el caso de usar cadáveres o fantasmas de plástico, pues el orde-

nador conoce las coordenadas de los instrumentos y genera instantáneamente la visión tridimensional anatómica disponible en la memoria del sistema [26].

La posibilidad de ir eliminando o añadiendo capas anatómicas es una novedad que no ofrece ningún otro sistema de enseñanza, didáctico para la comprensión tridimensional de la anatomía de las articulaciones [26].

La imagen en pantalla se refresca 60 veces por segundo (la velocidad mínima para visualización realista de imágenes se encuentra entorno a 14 ó 15 imágenes por segundo, pues por debajo el movimiento es muy brusco, recomendando una velocidad de 30 imágenes por segundo [1, 8]. En el cine esta cifra es de 20 a 25 fotogramas o imágenes por segundo, proporcionando una imagen continua, sin parpadeo, que es percibida como totalmente real. La latencia es de unos 10 msec [10].

La imagen generada debe ser lo más parecida a la anatomía real, para proporcionar el realismo requerido [8]. Inicialmente partimos de los datos del Proyecto Humano Visible al igual que otros grupos de trabajo [8,14] para el estudio anatómico virtual y su empleo en simuladores artroscópicos de rodilla. Actualmente disponemos de modelos anatómicos propios.

El monitor es un equipo de altas prestaciones y de fácil manejo. El objeto de ser táctil es que podemos variar con un simple «toque» y «arrastre» sobre la pantalla modificando el punto de vista tanto de la anatomía como de la visión artroscópica [26]. Cabe destacar que la anatomía es susceptible de poder ser visualizada a voluntad en distintos niveles de capas anatómicas hasta dejar sólo la estructura ósea (Figuras 4a,c,f).

## Entorno de programación

La programación se ha llevado a cabo utilizando los programas mas avanzados para la representación virtual tanto anatómica como artroscópica [10,11,13,26]. Hay que destacar que una de las claves del simulador insightArthroVR® supone la integración de dos dispositivos hápticos con el *software* de simulación que puede ejecutarse en ordenadores «normales», fácilmente portables, sin requerir de super-computadores, habiéndose logrado actualmente una de las aplicaciones hápticas más realista y lograda.

El sistema incluye sofisticados algoritmos de síntesis de imágenes e interacción con la anatomía que suponen complejos cálculos de detección de colisiones y de fuerzas así como de las deformaciones en tiempo real, que suponen un reto para la potencia de los ordenadores actuales y se sitúan en los problemas más complejos para la tecnología informática. De esta forma se pretende que la experiencia senso-



rial (visual y háptica) sea lo más parecida a la realidad, lo que aumenta el grado de inmersión en la realidad virtual y, por tanto, la experiencia formativa sea lo más enriquecedora posible [12, 26].

## I Protocolos de aprendizaje. Secuencia didáctica

En cuanto a la ergonomía del instrumental hay que destacar la escasa importancia que se da a este aspecto en los manuales de artroscopia. Algunos de ellos nos muestran fotografías con motores artroscópicos asidos de forma poco correcta, con lo que es muy difícil manejar los botones del mismo.

Referente a los ejercicios de giros del artroscopio y fuente de luz, «navegando» sobre un quirófano virtual, es una idea original, muy bien valorada por ser didáctica, útil y novedosa. Es frecuente ver el poco uso de las posibilidades de giro, supliéndose por los desplazamientos del artroscopio, a veces muy forzados o complicados, y la poca mención que se hace de esta posibilidad para visualizar toda la articulación sin desplazar el artroscopio de la posición de partida, requiriendo más de un año de experiencia su adquisición en quirófano.

Los ejercicios artroscópicos se han diseñado según los protocolos habituales de exploración artroscópica. El simulador insightArthroVR® permite registrar los resultados de la práctica y obtener indicadores fiables del grado de destreza adquirido por el cirujano [10].

La simulación, como nueva tecnología para la docencia genera entornos reales que no se deteriora con el uso. Permite realizar una formación «personalizada», adaptada a las características del individuo diseñando su propio itinerario formativo. Posibilita la repetición de los ejercicios hasta su ejecución correcta, tanto en su forma como en el tiempo requerido. Tiene la capacidad de almacenar y recuperar fácilmente el historial de aprendizaje, incorporar el conocimiento del experto en la propia aplicación a través de la creación de un conjunto completo de casos de entrenamiento y a una evaluación formal del ejercicio.

La sistemática seguida logra alcanzar criterios y metodologías comparables que permitan la creación de sistemas de evaluación adecuados y homogéneos adaptados a la Declaración de Bolonia. La secuencia didáctica de insightArthroVR® está orientada a cumplir los protocolos de enseñanza elaborados por el Consejo Europeo [27] considerando que la enseñanza debe ser interdisciplinaria para contribuir a una mayor capacidad de innovación y creatividad.

Estudios realizados con varios simuladores de endoscopia [22-25] demuestran que los cirujanos que han recibido formación complementaria con un simulador laparoscópico

mejoran su rendimiento. Similares resultados se obtienen con los simuladores de artroscopia de rodilla [18-21, 28] publicando que la artroscopia virtual es más difícil que la real, anotando esta observación como una ventaja de la enseñanza mediante simuladores [7]. Que un cirujano realice un cierto número de procedimientos artroscópicos no necesariamente significa que los ejecute de forma eficaz, sin embargo se acepta que el aumento de la experiencia se correlaciona con un mejor resultado quirúrgico y quizá, en el futuro podamos evaluar mediante simuladores la eficacia de los procedimientos quirúrgicos [7, 24].

McCarthy et al. [7] valoraron, sobre el simulador de rodilla SKATS, los resultados de cirujanos expertos con inexpertos observando que los resultados de estos últimos se aproximan a los primeros tras 10 sesiones de entrenamiento. Pedowitz et al. [16] compararon las habilidades quirúrgicas demostradas en el simulador de cirugía artroscópica de hombro (Mentice Corp. Gothenberg, Suecia).

La enseñanza mediante simulación quirúrgica aporta la realización de intervenciones quirúrgicas en un menor tiempo, con mayor seguridad, logrando una mejor economía de movimientos y produciendo un menor daño al paciente [25].

Probablemente, en versiones futuras con un muy alto grado de realismo, la realidad virtual pueda llegar a constituir una verdadera herramienta de planificación y prueba de nuevas técnicas o instrumental y practicar cirugías infrecuentes o muy complejas. Valoramos una fase futura y más ambiciosa del proyecto consistente en la creación de bibliotecas o bancos de casos, tanto normales como patológicos y la posibilidad de «importar» los datos de la RNM de un paciente generan la imagen del simulador para que podamos planificar y entrenar una cirugía concreta en el simulador, previa a la cirugía real.

El objetivo de la inversión en la formación médica es mejorar la calidad asistencial con una adecuada inversión y seguimiento de su efectividad y la realidad virtual tiene un potencial importante para la formación del especialista en Traumatología y Cirugía Ortopédica en la adquisición, perfeccionamiento y evaluación de técnicas de cirugía artroscópica.

El simulador de artroscopia insightArthroVR® ofrece la posibilidad a los cirujanos en formación de adquirir habilidades en el manejo de instrumental artroscópico y habituarse a la visión indirecta de la artroscopia, resultando de este modo una herramienta de formación complementaria a las existentes en la actualidad. Es un desarrollo de alta tecnología, una herramienta multipropósito que se adapta a diferentes técnicas artroscópicas e incluye diversos modelos



anatómicos e instrumental artroscópico de alta fidelidad que permite percibir sensaciones muy realistas. Se puede utilizar en diferentes articulaciones, con el fin de aplicarlo a la planificación de un acto quirúrgico real. El potencial formativo y evaluador del simulador es capaz de homogeneizar la metodología formativa, y siendo muy bien acogido por parte de los artroscopistas.

### Agradecimientos

Queremos mostrar nuestro especial agradecimiento al Dr Golanó Álvarez, por su inestimable colaboración en las labores de validación y ajuste de los modelos anatómicos del simulador. Al Ministerio de Ciencia y Tecnología, Comunidad de Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, y Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) por su apoyo financiero a lo largo de las diversas fases de desarrollo de este proyecto. A la Asociación Española de Artroscopia por su decidido apoyo institucional. ■

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Satava RM. Virtual reality surgical simulator: the first steps. *Clin Orthop*. 2006; 442:2-4.
- Hunter IW, Jones L, Sagar M, Lafontaine S, Hunter P. Ophthalmic microsurgical robot and associated virtual environment. *Computers in Medicine and Biology* 1995; 25:173-82.
- Blackwell M, Morgan F, DiGioia AM. Augmented reality and its future in orthopaedics. *Clin Orthop* 1998; 354:111-22.
- Müller W, Bockholt U, Lahmer A, Voss G, Börner M. VRATS Virtual Reality Arthroscopy Training Simulator. *Radiologe* 2000; 40: 290-4.
- Hariri S, Rawn C, Srivastava S, Youngblood P, Ladd A. Evaluation of a surgical simulator for learning clinical anatomy. *Med Educ* 2004; 38:896-902.
- Heng PA, Cheng CY, Wong TT, Wu W, Xu Y, Xie Y, et al. Virtual reality techniques. Application to anatomic visualization and orthopaedics training. *Clin Orthop*. 2006; 442:5-12.
- McCarthy AD, Moody L, Waterworth AR, Bickerstaff DR. Passive haptics in a Knee arthroscopy simulator: is it valid for core skills training? *Clin Orthop*. 2006; 442:13-20.
- Cannon WD, Eckhoff DG, Carrett WE Jr, Hunter RE, Sweeney HJ. Report of a group developing a virtual reality simulator for arthroscopic surgery of the knee joint. *Clin Orthop* 2006; 442:21-9.
- Cameron BM, Robb RA. Virtual-reality-assisted interventional procedures. *Clin Orthop*. 2006; 442:63-73.
- Bayona Beriso, S. Metodologías de aprendizaje y evaluación para simuladores quirúrgicos de realidad virtual. Aplicación en simuladores artroscópicos. Tesis Doctoral. Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores, Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial. Julio 2007.
- Bayona S, García M, Mendoza C, Fernández Fernández-Arroyo JM. Shoulder Arthroscopy Training System with force Feedback. *Proceeding of Medical Information Visualisation-BioMedical Visualisation*. Ed. Gordon Clapworthy, Crish Moore. IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA. 2006: 71-76.
- Moody L, Arthur J, Zivanovic A, Waterworth A. A part-task approach to haptic knee arthroscopy training. *Stud Health Technol Inform*. 2003; 94: 216-8.
- Fernández Fernández-Arroyo JM, Espadero Guillermo JM, Bayona Berilo S, Garcia Lorenzo M, Toharia Tabasco P. Proyecto SARA (Simulador Artroscópico Avanzado). Simuladores en la formación y docencia de la cirugía artroscópica de hombro mediante técnicas de realidad virtual. *Span J Res* 2005; 8:13-9.
- Zhang SX, Heng PA, Lui ZJ, Tan LW, Qiu MG, Li QY, et al. The Chinese Visible Human (CVH) datasets incorporate technical and imaging advances on earlier digital humans. *J. Anat* 2004; 204:165-73.
- Poss R, Mabrey JD, Gillogly SD, Kasser JR, Sweeney HJ, Zarins B, et al. Development of a virtual reality arthroscopic knee simulator. *J Bone Joint Surg (Am)* 2000; 82-A:1495-9.
- Pedowitz RA, Esch J, Snyder S. Evaluation of a virtual reality simulator for arthroscopy skills development. *Arthroscopy* 2002; 18: E29.
- Heng PA, Cheng CY, Wong TT, Yangsheng X, Chui YP, Chan KM, et al. Virtual reality based system for training on knee arthroscopic surgery. *Stud Health Technol Inform* 2004; 98:130-6.
- Sherman KP, Ward JW, Wils DP, Mohsen AM. A portable virtual environment knee arthroscopy training system with objective scoring. *Stud Health Technol Inform*. 1999; 62: 335-6.
- Mabrey JD, Gillogly SD, Kasser JR, Sweeney HJ, Zarins B, Mevis H, Garrett WE Jr, Poss R, Cannon WD. Virtual reality simulation of arthroscopy of the knee. *Arthroscopy* 2002; 18:E28.
- Moody L, Waterworth A. A flexible virtual tutorial for the training and assessment of arthroscopic skills. *Stud Health Technol Inform*. 2004; 98:244-6.
- Bliss JB, Hanner-Bailey HS, Scerbo MW. Determining the efficacy of an immersive trainer for arthroscopy skills. *Stud Health Technol Inform* 2005; 111:54-6.



22. Hamilton EC, Scott DJ, Fleming JB, Rege RV, Laycock R, Bergen PC, Tesfay ST, Jones DB. Comparison of video trainer and virtual reality training systems on acquisition of laparoscopic skills. *Surg Endosc* 2002; 16:406-11.
23. Ferlitsch A, Glauning P, Gupper A, Schillinger M, Haefner M, Gangl A, Schoefl R. Evaluation of a virtual endoscopy simulator for training in gastrointestinal endoscopy. *Endoscopy* 2002; 34:698-702.
24. Ahlberg G, Heikkinen T, Iselius L, Leijonmarck CE, Rutqvist J, Arvidsson D. Does training in a virtual reality simulator improve surgical performance? *Surg Endosc* 2002; 16:126-9.
25. Shijven M, Jakimowicz J. Construct validity: experts and novices performing on the Xitact LS500 laparoscopy simulator. *Surgery Endoscopy* 2003; 17:803-10.
26. Illana Alejandro C, Potti Cuervo J, Fernández Fernández-Arroyo JM, Pastor Pérez L, Espadero Guillermo JM, Bayona Beriso S, et al. Entrenador-simulador avanzado para el entrenamiento de la artroscopia Insight-Mist. *Span J Res* 2004; 7:217.
27. Recomendaciones del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (Bruselas. 2005: 10-11) [http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/keyrec\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/keyrec_es.pdf).
28. O'Neill PJ, Cosgarea AJ, Fredman JA, Queale WS, McFarland EG. Arthroscopic proficiency: a survey of orthopaedic sports medicine fellowship directors and orthopaedic surgery department chairs. *Arthroscopy* 2002; 18:795-800.

#### Conflicto de intereses

La tecnología y desarrollos presentados en este trabajo han sido financiados parcialmente por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (proyecto TIC2003-08933-C02-0), por la Comunidad de Madrid (S-0505/DPI/0235 y GR/SAL/0940/2004), por el Ministerio de Educación y Ciencia (FIT-300100-2004-21), por el CDTI (04-0698) y por el Ministerio de Industria (convocatoria PROFIT 2006).

Los autores de esta publicación no hemos recibido ayuda económica alguna para la redacción del mismo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial como resultado del mismo.

## I CASO CLÍNICO

### Fractura bilateral simultánea de cadera en el anciano

#### Simultaneous bilateral fracture of the hip in the elderly

Bori G, Font L, Cuñé J, Peidro L

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Instituto Clínico de Especialidades Médico-Quirúrgicas. Universidad de Barcelona.

#### Resumen

La producción simultánea de una fractura bilateral de cadera en el anciano es excepcional. Presentamos dos casos de fractura simultánea pertrocanterea y subtrocanterea de fémur secundarias a traumatismos de baja energía. Esta asociación comporta actuaciones distintas respecto de la fractura unilateral. De un adecuado manejo del estado general del paciente y de sus fracturas dependerá su pronóstico vital.

#### Palabras clave:

Bilateral, simultánea, fractura pertrocanterea, fractura subtrocanterea.

#### Abstract

Simultaneous bilateral hip fractures in elderly people are an exceptional occurrence. Two clinical cases of simultaneous pertrochanteric and subtrochanteric fractures of the femur due to low energy traumas are presented here. This association requires a different course of action to cases of unilateral fractures. The patients' life prognosis will depend on appropriate handling of their general condition and of their fractures.

#### Key words:

Bilateral, simultaneous, pertrochanteric fracture, subtrochanteric fracture, elderly.

## I Introducción

Las fracturas bilaterales simultáneas del extremo proximal del fémur son muy raras. Se han descrito como resultado de convulsiones violentas (epilepsia, electroshock) [1], enfermedades que cursan con destrucción ósea (mieloma, metástasis) [2,3] y en traumatismos de alta energía (accidentes de tráfico, etc) [4]. Presentamos dos casos de fractura bilateral simultánea de cadera (pertrocanterea y subtrocanterea) tras traumatismos de baja energía, mecanismo poco descrito hasta la fecha como etiología de estas fracturas.

## I Casos clínicos

### Caso 1

Mujer de 78 años de edad, con antecedentes patológicos de hipertensión, cardiopatía isquémica, hernia de hiato y vasculopatía periférica, trasladada a nuestro hospital tras sufrir caída casual en su domicilio.

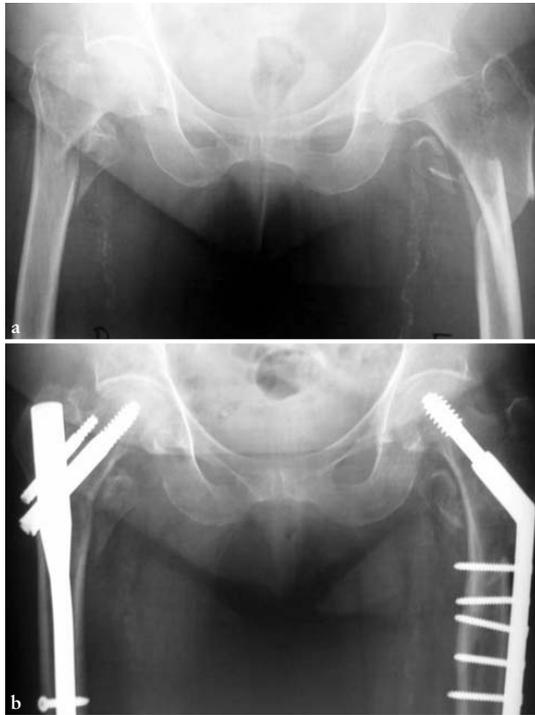
#### Correspondencia

G. Bori - L. Peidro  
ICAL, Hospital Clínic  
Villarroel, 170 Escalera 12 Sotano. 08036 Barcelona  
gbori@clinic.ub.es

No estaba diagnosticada de osteoporosis y no refirió fracturas previas. Por su patología de base estaba en tratamiento médico con: AAS (1-0-0), Mononitrato de Isosorbida (1-1-1), Atenolol (1-0-0), Hidrosamina (1-1-1).

La paciente refirió haber caído de frente, directamente sobre ambas rodillas. El estudio radiológico mostró la existencia de una fractura pertrocanterea del fémur derecho (AO: 31-A2.3) y una fractura subtrocanterea del fémur izquierdo (AO: 32-A1.1) (Figura 1). A su ingreso precisó de estabilización hemodinámica y transfusión de 2 bolsas de concentrados de hematíes.

Fue intervenida quirúrgicamente a las 36 horas, bajo anestesia general, mediante un enclavado endomedular tipo PFN corto (proximal femoral nail, Synthes®) en la cadera derecha y mediante un clavo-placa deslizante tipo DHS con placa de 6 orificios (Synthes®) en la cadera izquierda (Figura 1). Tras la cirugía permaneció 48 horas en la Unidad de Cuidados Intensivos, recibiendo transfusión de 4 bolsas de concentrados de hematíes. Posteriormente, estuvo ingresada en la sala de traumatología durante 10 días más. Inició sedestación a las 96 horas del postoperatorio. Se permitió la bipedestación con carga sobre la extremidad derecha a las 3 semanas y so-



**Fig. 1.** Caso 1. a) Fractura pertrocanterea derecha (AO: 31-A2.3) y la subtrocanterea izquierda (AO: 32-A1.1). b) tratamiento de fractura pertrocanterea con un PFN® y la subtrocanterea con un DHS®.

bre la izquierda a las 6 semanas. La deambulaci3n aut3noma asistida con balconera se inici3 a los 4 meses. La consolidaci3n de ambas fracturas se evidenci3 a los 5 meses. En el control realizado un a1o despu3s, la paciente deambulaba de forma aut3noma con la ayuda de un bast3n. Actualmente diagnosticada de osteoporosis idiop3tica y en tratamiento.

#### Caso 2

Mujer de 82 a1os de edad, fumadora hasta los 70 a1os y con antecedentes de insuficiencia card3aca, esquizofrenia, artropat3a degenerativa en rodillas y manos, demencia senil y accidentes vasculares de repetici3n. A raz3 de su patolog3a de base estaba en tratamiento con: Ascorbato pot3sico (1-0-0), Triflusal (1-0-0), Enalapril (1-1-0), Furosemida (1-0-1) y Lorazepam (0-0-0-1).

Su cuidadora refiri3 que se hab3a ca3do de la silla de ruedas directamente sobre ambas rodillas durante un intercambio silla-cama. La radiograf3a mostr3 la existencia de

una fractura pertrocanterea del f3mur derecho (AO: 31-A1.2) y de una fractura subtrocanterea del f3mur izquierdo (AO: 32- A1.1) (Figura 2).

A su ingreso precis3 de estabilizaci3n hemodin3mica y transfusi3n de 5 bolsas de concentrados de hemat3es. Su estado general no permiti3 el tratamiento quir3rgico de sus fracturas, deterior3ndose progresivamente hasta su fallecimiento, 7 d3as despu3s.

#### Discusi3n

Anualmente se producen en Espa1a alrededor de 130-200 casos de fracturas de cadera por cada 100.000 habitantes [5]. A pesar de ello, no hemos encontrado referencia alguna sobre fracturas bilaterales simult3neas en este grupo de pacientes, por lo que podemos calificarlas de excepcionales. Tan s3lo se encuentran referencias en la literatura en el transcurso de electroshocks, convulsiones violentas, enfermedades 3seas neopl3sicas y traumatismos de alta energ3a, pero no se citan casos cuyo mecanismo de producci3n sea un traumatismo de baja energ3a en un hueso osteopor3tico sin otra patolog3a.

Los pacientes ancianos son pacientes polimedicados. En los dos casos no hemos encontrado en la bibliograf3a que se haya descrito ninguna relaci3n entre su medicaci3n habitual y la aparici3n de la osteoporosis.

Se considera que las fracturas de cadera del anciano se producen por contusi3n directa sobre la regi3n trocanterea en el transcurso de traumatismos de baja energ3a, considerando que la osteopenia generalizada que presentan estos pacientes es la causa principal. En nuestros dos casos el me-



**Fig. 2.** Caso 2. Fractura pertrocanterea derecha (AO: 31-A1.2) y subtrocanterea izquierda (AO: 32-A1.1).



canismo de producción fue distinto, ya que la caída se produjo directamente sobre ambas rodillas. En cambio, Dendrinos et al. [4] describen el mecanismo de producción de las fracturas bilaterales simultáneas de cadera como resultado de un traumatismo violento en el que se combinan fuerzas de rotación sobre ambas extremidades de forma simultánea o consecutiva.

La mortalidad al año en las fracturas de cadera del anciano se estima en un 10-30% [5], siendo la mortalidad perioperatoria de un 4-10% [6,7]. En las mujeres mayores de 70 años con osteoporosis la mortalidad se incrementa en un 22% respecto a un grupo control [8]. De aquí se deduce que la producción simultánea de una fractura bilateral de cadera constituye una situación de grave riesgo vital, no sólo de forma inmediata sino también en los siguientes meses. Así pues, el anciano afecto de una fractura bilateral debe ser tratado como un politraumático y la fijación de sus fracturas realizada lo antes posible, pero siempre una vez haya sido estabilizado hemodinámicamente. El control de la hemorragia y la adecuada reposición de fluidos y la transfusión sanguínea determinará en un primer momento la supervivencia del paciente. Se aconseja la cirugía en un solo tiempo y bajo anestesia general [4] como clave para reducir el riesgo de complicaciones postoperatorias. En un segundo plano, pero igualmente importante, hay que pensar en que la osteosíntesis de las fracturas permita estabilizar hemodinámicamente al paciente y movilizarlo de forma precoz. En el momento actual, los sistemas de enclavado endomedular encerrojado son los más aconsejables ya que nos van a permitir una deambulación con carga precoz [6,7,9-11]. En nuestro caso 1, la elección de un clavo-placa como medio de osteosíntesis para la fractura subtrocantérea supuso un evidente retraso en el inicio de la deambulación. Una osteosíntesis con un clavo endomedular encerrojado largo hubiese aumentado la estabilidad de la fractura y permitido una deambulación mas precoz [10,11].

El progresivo envejecimiento de la población y el aumento de su supervivencia hace pensar que la producción de fracturas bilaterales simultáneas de cadera será en los próximos años más frecuente. Debemos cambiar nuestra actitud habitual frente a las fracturas de cadera y considerar que el elevado riesgo vital que suponen obliga a contemplar el tratamiento de estos pacientes como politraumáticos graves.

La urgente estabilización hemodinámica y el posterior tratamiento quirúrgico simultáneo de ambas fracturas bajo anestesia general y mediante métodos de osteosíntesis que permitan la rápida movilización del paciente, constituirán los principios básicos para obtener unos buenos resultados. **I**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Powell HDW. Simultaneous bilateral fractures of the neck of the femur. *J Bone Joint Surg (Br)* 1960; 42-B:236-52.
2. Percin S, Candan F, Yilmaz A, Elden H, Aker A. Simultaneous bilateral trochanteric fractures during squatting in a patient with multiple myeloma. *Eur J Cancer Care (Engl)* 2005;14:185-7.
3. Schuh A, Hausel M. [Bilateral pertrochanteric spontaneous fracture in chronic alcoholism and liver cirrhosis. A case report] *Unfallchirurgie* 1998; 24:81-3.
4. Dendrinos G, Kousoulas D, Papagiannopoulos G. Simultaneous bilateral trochanteric and subtrocantérea fractures: case reports. *J Trauma* 1993; 34:157-60.
5. Herrera A, Canales V, Peguero A. Fracturas trocantéreas en el anciano. Ferrández Portal L. Fracturas en el Anciano. Madrid. EGRAF SA 2001; 167-86.
6. Herrera A, Domingo LJ, Calvo A, Martínez A, Cuenca J. A comparative study of trochanteric fractures treated with the Gamma nail or the proximal femoral nail. *Int Orthop* 2002; 26:365-9.
7. Schipper I B, Steyerberg R M, Castelein F H, van der Heijden W M, den Hoed P T, Kerver P T, Kerver A J H, van Vugt A.B. Treatment of unstable trochanteric fractures: randomised comparison of the gamma nail and the proximal femoral nail. *J Bone Joint Surg (Br)* 2004; 86-B:86-94.
8. Scheerlink T, Haentjens P. Fractures de l'extrémité supérieure du fémur chez l'adulte. *Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Appareil locomoteur*, 2003 ; 14-075-A-10.
9. Docquier PL, Manche E, Autrique JC, Geulette B. Complications associated with gamma nail. A review of 439 cases. *Acta Orthop Belg* 2002; 68:251-7.
10. Ming-Te C, Fang-Yao C, Tien-Yow C, Chuan-Mu C, Tain-Hsiung C, Pui-Ching L. Treatment of complex subtrocantérea fracture with the Long Gamma AP Locking nail: a prospective evaluation of 64 cases. *J Trauma* 2005; 58:304-6.
11. Pervez H, Parker MJ. Results of the Long Gamma nail for the complex proximal femoral fractures. *Injury* 2001; 32:704-7.

### 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.

## INVESTIGACIÓN

### Técnica de cultivo de mioblastos autólogos humanos para trasplante clínico

#### Technique of culture of human autologous myoblasts for clinic transplant

Rendal E <sup>1</sup>, Rodríguez M <sup>1</sup>, Díaz T <sup>2</sup>, Juffé A <sup>3</sup>, Domenech N <sup>2</sup>, Adrio B <sup>3</sup>, Sánchez MJ <sup>2</sup>, Andión C <sup>1</sup>, Blanco FJ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Criobiología. <sup>2</sup> Unidad de Investigación. <sup>3</sup> Departamento de Cirugía Cardíaca. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. La Coruña. España.

#### Resumen

**Introducción:** El trasplante celular para reparar o regenerar el miocardio dañado es un nuevo objetivo en la enfermedad cardiovascular. Los mioblastos esqueléticos autólogos son las células más estudiadas y constituyen la primera elección para la reparación cardíaca.

**Objetivos:** Puesta a punto de la técnica de cardiomioplastia celular en muestras obtenidas de donantes multiorgánicos y llevar a cabo esta técnica junto con la revascularización en dos pacientes.

**Material y métodos:** Se han obtenido 15 biopsias de músculo vasto lateral de donantes multiorgánicos y de dos pacientes con infarto de miocardio no reciente. Después de tres semanas de cultivo, se evaluó en todas las muestras el porcentaje de mioblastos con los anticuerpos CD56, desmin y miogenin. Los dos pacientes fueron sometidos a cirugía de revascularización e inyección intramiocárdica de mioblastos esqueléticos autólogos obtenidos tras cultivo con suero autólogo.

**Resultados:** Se demostró la presencia de un gran número de células positivas con los marcadores desmina y miogenin. El implante de mioblastos esqueléticos autólogos no se asoció con el desarrollo de efectos adversos.

**Conclusiones:** En pacientes con un infarto de miocardio no reciente, el tratamiento con mioblastos en conjunción con bypass arteria coronaria es seguro y fácil y es relativamente fácil obtener mioblastos de tejido muscular para trasplantar.

#### Palabras clave:

Mioblasto, fallo cardíaco, trasplante, cardiomioplastia celular.

#### Abstract

**Introduction:** Cellular transplant to repair or regenerate damaged myocardium is a new objective in cardiovascular disease. The autologous skeletal myoblasts are the most studied cells and constitute the first election for cardiac repair.

**Objectives:** fine adjustment of the cellular cardiomyoplasty technique with revascularization in two patients.

**Material and methods:** 15 biopsies were obtained from multiorganic donors and from two patients with no recent infarct. After three weeks of culture, the percentage of myoblasts were evaluated using monoclonal antibodies CD56, desmin and myogenin. The two patients were subjected to revascularization surgery and intramyocardic injection of autologous skeletal myoblasts obtained after culture with autologous serum.

**Results:** The presence of a great number of positive cells with desmin and myogenin markers was shown. The implantation of autologous skeletal myoblasts was not associated with the development of adverse effects.

**Conclusions:** In patients without a recent myocardium infarct, the treatment with myoblasts together with coronary artery bypass is sure and easy and it is straightforward to obtain myoblasts from muscle tissue for transplant.

#### Key words:

Myoblast, cardiac failure, transplant, cellular cardiomyoplasty.

#### Correspondencia

M<sup>o</sup> E. Rendal Vázquez. Unidad de Criobiología.  
Carretera del Pasaje s/n. Hospital Teresa Herrera. 15006 La Coruña  
Esther\_Rendal@canalejo.org



## Introducción

El infarto de miocardio está asociado con la pérdida y no funcionalidad de los cardiomiocitos y lleva al fallo cardíaco y muerte como consecuencia de la pérdida celular irreversible [1]. La pérdida de cardiomiocitos después de un infarto de miocardio normalmente resulta en un adelgazamiento y dilatación de la cicatriz resultante lo que puede contribuir a la disfunción ventricular asociada. Los avances en biología celular y molecular han hecho posible el desarrollo de nuevas terapias para tratar el fallo cardíaco. Una de las más innovadoras consiste en el trasplante de células autólogas expandidas para la regeneración del músculo cardíaco [2-4]. La introducción de cardiomiocitos viables en la región de la cicatriz puede modificar el proceso de remodelado y prevenir el fallo cardíaco.

Las primeras células contráctiles usadas fueron cardiomiocitos fetales. Pero, a causa de los problemas derivados de su utilización, tales como problemas éticos, cuestiones inmunológicas o por ejemplo dificultades para su obtención, se ha hecho de los mioblastos esqueléticos autólogos el objetivo de varias líneas de investigación [5]. Otros tipos celulares que están siendo investigados incluyen células de médula ósea, células CD34+ de sangre periférica y células progenitoras endoteliales. Estudios animales preclínicos y resultados alentadores a partir de ensayos clínicos sugieren que la terapia con *stem-cell* podría también ser una herramienta importante en el tratamiento del fallo cardíaco [6].

La inyección de mioblastos esqueléticos en modelos animales de infarto de miocardio y más recientemente en humanos se ha asociado con el injerto con éxito de fibras musculares esqueléticas, supervivencia del injerto y beneficio funcional [7-10]. Aunque controvertido, alguna evidencia sugiere que los progenitores de músculo esquelético pueden adquirir ciertas características de músculo cardíaco tanto *in vitro* como *in vivo*. La cardiomioplastia celular usando mioblastos obtenidos de músculo pretende reparar el tejido miocárdico no contráctil siendo un complemento a la cirugía de revascularización permitiendo una mayor recuperación de la función cardíaca [11-15]. La realización de cardiomioplastia celular en el mismo acto quirúrgico que la revascularización no aumenta la morbilidad del procedimiento quirúrgico [1].

El trasplante de mioblastos autólogos, unido a cirugía de revascularización, parece mejorar la contractibilidad del corazón que sufre un infarto no reciente.

Los objetivos principales de nuestro estudio se resumen de la siguiente forma: puesta a punto de la técnica para el cultivo de mioblastos esqueléticos autólogos en muestras de donantes multiorgánicos y ensayo clínico de dos pacientes con trasplante de mioblastos esqueléticos autólogos en el miocardio.

## Material y métodos

La puesta a punto del procedimiento de cultivo celular se realizó utilizando muestras de tejido muscular obtenido del músculo vasto externo, procedentes de donaciones multiorgánicas (n=15) obtenidas tras un consentimiento informado. Se obtuvo un fragmento de músculo esquelético de 2-3 cm<sup>2</sup> (10-15 g) en condiciones estériles, mantenidas durante todo el proceso de manipulación y transporte.

Para realizar el ensayo clínico, tres semanas antes de realizar el procedimiento de cardiomioplastia celular se obtienen muestras del músculo vasto externo en dos pacientes tras anestesia local (2% hidrocloruro de lidocaína), para cultivo autólogo tras consentimiento informado: un hombre de 53 años, hipertenso, con hipercolesterolemia y exfumador. Tuvo una cardiomiopatía isquémica en 1998 con un infarto anterior amplio y con un resultado severo de disfunción ventricular izquierda y en consecuencia la fracción de eyección (EF) era del 20%. El otro paciente era un hombre de 66 años con una historia de fumador como único factor de riesgo cardiovascular. Su cardiomioplastia isquémica fue primero diagnosticada en 1982 cuando tuvo un infarto posterior.

Desde el momento de la disección hasta el momento de la recepción en el laboratorio, es decir el período de isquemia fría, el tejido fue conservado a 4°C en PBS. El tejido fue conservado de esta forma hasta su transporte al laboratorio de cultivo (3-6 horas).

Brevemente, se retiró el tejido adiposo y fibroso de la biopsia muscular, se troceó y se lavó con PBS (100g, 5 min). A continuación se realizó digestión mecánica y enzimática. Incubación con colagenasa tipo I liofilizada (GIBCO, España, Barcelona) (1.5mgr/ml/gr de tejido) a 37°C durante 1 hora y a continuación incubación con tripsina-EDTA (1x) a 37°C durante 1 hora. Después del filtrado, se incubaron las células en 79% de medio Ham-F12 media suplementado con 20% de suero bovino fetal (suero autólogo en el caso de los dos pacientes) y 1% de penicilina-streptomina.

El cultivo celular se realizó a 37°C y 5% CO<sub>2</sub> y el subcultivo fue realizado cuando este era casi confluyente para prevenir la formación de miotubos. Durante el primer subcultivo, se realizó *pre-plating* para eliminar la contaminación de mioblastos con fibroblastos. La pureza de los mioblastos se midió mediante citometría de flujo utilizando N-CAM (CD56) (DAKO, España, Barcelona), y tinción inmunohistoquímica con anticuerpos monoclonales frente a la desmina humana (BioGenex, España, Barcelona) y mio-genin (Becton Dickinson, España, Madrid). Mioblastos y células progenitoras de músculo son CD56, desmin y mio-genin positivas.

Los mioblastos necesarios para implantar se obtuvieron después de 3-4 pases. Se realizaron controles de esterilidad durante todo el cultivo (bacterias, virus, hongos y micoplasmas).

En el caso de los dos pacientes, cuando se obtuvieron el número de células necesarias (200-400 millones) la suspensión celular se diluyó en PBS, 1% penicilina/estreptomina y 1% albúmina humana (GRIFOLS, España, Barcelona), 48 horas antes del trasplante y se guardó a 4°C y se llevó a cabo la valoración del porcentaje de viabilidad con azul tripán y del porcentaje de mioblastos con CD56 y anticuerpos desmin y miogenin así como controles microbiológicos (aerobios, anaerobios, hongos y micoplasmas).

Previo al implante de células, los pacientes fueron sometidos a cirugía convencional de *bypass* aorto coronario. Durante la cirugía de *bypass*, antes de retirar la circulación extracorpórea y mientras el corazón estaba realizando el latido espontáneo, las células musculares progenitoras (mioblastos) fueron inyectadas subepicárdicamente por medio de múltiples inyecciones con una aguja que permitía la inyección tangencial de las células bajo el epicardio. Los mioblastos fueron inyectados en aquellos segmentos previamente identificados mediante ecocardiografía como acinético o discinético en y alrededor del infarto. Las áreas que recibieron células fueron identificadas antes de la cirugía por ecocardiograma y estas mismas áreas fueron analizadas durante el seguimiento para determinar cambios en la contractibilidad regional.

Para estudiar la función cardíaca se realizaron distintas técnicas: 1. Resonancia magnética: además de definir el mapa vascular coronario, también era capaz de evaluar la función del miocardio y de medir el grado de perfusión del mismo.

Se obtuvo una imagen que pudo detectar cualquier tipo de lesión con excelente definición. 2. Tomografía de emisión de positrones (PET): Es un examen diagnóstico que comprendía la adquisición de imágenes fisiológicas basadas en la detección de la radiación a partir de la emisión de positrones. Los positrones eran partículas diminutas emitidas a partir de una sustancia radioactiva administrada al paciente. El PET del corazón pudo ser utilizado para determinar el flujo sanguíneo al músculo del corazón y ayuda a evaluar signos de enfermedad arteria coronaria. El PET del corazón también pudo ser útil para determinar si áreas del corazón que mostraban función disminuida estaban vivas como resultado de un infarto previo. Combinado con un estudio de perfusión miocárdica, las imágenes del PET permitieron la diferenciación de músculo del corazón no funcionando de músculo del corazón que se beneficiaría de un procedimiento tal como angioplastia o cirugía de *bypass* arteria coronaria, la

cual restablecería el flujo sanguíneo adecuado y mejoraría la función del corazón. 3. Ecocardiograma basal: Es un procedimiento no invasivo que se utilizó para evaluar la función y las estructuras de corazón. Un transductor enviaba ondas sonoras ultrasónicas de una frecuencia demasiado alta para ser oídas. Cuando el transductor se colocaba en el pecho del paciente en ciertos lugares y con determinados ángulos, las ondas sonoras ultrasónicas atravesaban la piel y otros tejidos del cuerpo hasta llegar a los tejidos del corazón, donde las ondas rebotaban en las estructuras cardíacas. El transductor recogía las ondas rebotadas y las enviaba a una computadora. El ordenador interpretaba los ecos y creaba una imagen de las paredes y las válvulas del corazón.

## Resultados

Muestras para puesta a punto de la técnica de cardiomioplastia celular.

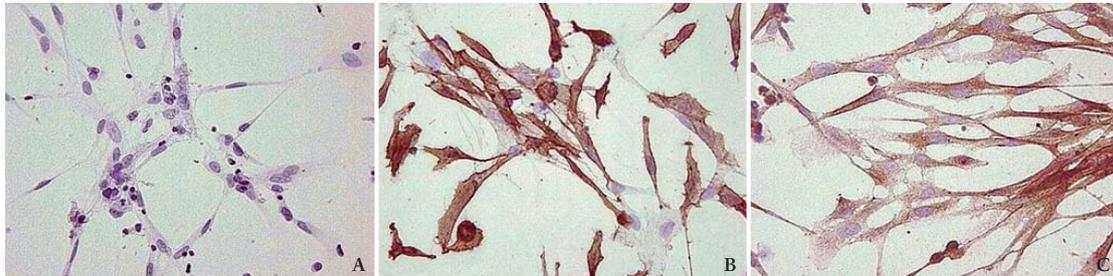
En las muestras de tejido muscular procedentes de donantes multiorgánicos (n=15), el tamaño medio de la biopsia muscular fue de 10gr y el volumen medio de suero humano utilizado fue de 1800ml. Después de una media de 30 días en cultivo, se obtuvo una media de 300x106 (Desviación estándar SD=17.8x106) mioblastos. Todos los cultivos mostraron una viabilidad de un 99% (SD=1%) por medio de tinción con azul tripán.

Además el cultivo de células de músculo esquelético contenía sobre un 85% (SD=1,2%) de mioblastos identificados con los marcadores desmina, miogenin ó CD56 (Figura 1).

## Muestras para el ensayo clínico

Dos pacientes fueron sometidos a cirugía de *bypass* y recibieron al mismo tiempo trasplante de mioblastos esqueléticos.

El primer paciente, un hombre de 53 años, diagnosticado con hipertensión, hipercolesterolemia y ex fumador (factores de riesgo cardiovasculares). Había tenido una cardiopatía isquémica en 1998 con un infarto anterior amplio y como resultado una disfunción ventricular izquierda severa (función contráctil disminuida) y como consecuencia la fracción de eyección era del (EF) 20% (la función normal era del 50% o más). Después del infarto, las zonas de la cicatriz no contraían, comprometiendo la parte anterior del ventrículo izquierdo. Los tests previos llevados a cabo fueron: ecocardiograma, PET y cateterismo. Anterior a la cirugía de implante celular, (cateterismo) mostró: 70% estenosis en Dam (anterior descendente), 75% en OMI (primera marginal), y 100% en CDp (proximal coronaria derecha). Ecocardiografía mostró una EF de 20%, akinesia septoapical e inferior (el *apex* del corazón y cara inferior no se movían) y



**Fig. 1.** Inmunohistoquímica de mioblastos en una muestra representativa de donante: Control sin anticuerpo primario (A); anticuerpo primario desmina (B) anticuerpo primario miosina (C) (Tinción con Peroxidasa 20x).

global hipokinesia (el resto del corazón se movía poco). El PET mostró hipometabolismo extendido a la región septoapical (el *apex* del corazón y el *septum* no consumían estos metabolitos y no se movían). El peso de la biopsia fue de 10.5 gr. Y el volumen medio de suero humano utilizado fue de 1800ml. La duración del cultivo de 3 semanas. El número de células obtenidas de 250 millones. Los niveles de CD56 fueron de 63% y el de desmina era de 41% (Figura 2). La técnica quirúrgica fue revascularización e implante celular. La revascularización fue llevada a cabo con la arteria mamaria doble esquelética, utilizando la derecha como un injerto libre anastomosado a la izquierda en Y ó T (técnica Tector), sin circulación extracorpórea. Los *bypass* llevados a cabo fueron: LIMA (arteria mamaria interna izquierda) a DA (descendente anterior) y RIMA (arteria mamaria interna derecha) a RM (territorio de la rama media) y DM2 (segunda marginal). NOTA : La rama de la coronaria derecha estaba sin revascularización pero no obstante se realizó implante de células en esta zona. Para el implante de estas células, fueron implantadas en la cara inferior (territorio de la coronaria derecha sin revascularización).

Después de tres meses, los test postimplante llevados a cabo fueron un ecocardiograma donde la EF fue de 45% y se pudo observar akinesia septoapical e inferior y hipokinesia postinferior. Un PET postimplante mostró un pequeño aumento en la captación de 18F-FDG en el área infartada, sugiriendo viabilidad miocárdica aumentada en esta área.

El segundo paciente, era un hombre de 66 años con una historia de fumador como único factor de riesgo cardiovascular. Su cardiomiopatía isquémica fue primero diagnosticada en 1982 cuando tuvo otro infarto. Más tarde, en 1985, sufrió otro infarto, esta vez un infarto inferior y en 1989 fue admitido en el hospital debido a una angina inestable. En 1990 fue llevado a cabo una angiografía coronaria y mostró enfermedad multivazo con enfermedad significativa en arte-

ria coronaria circunfleja y arteria coronaria derecha, sus médicos en este momento decidieron continuar con tratamiento médico. En julio del 2003 fue admitido nuevamente con un nuevo infarto de miocardio sin onda Q; un ecocardiograma mostró severa disfunción del ventrículo izquierdo, con una fracción de eyección de 28% y presencia de pequeño aneurisma de la pared ventricular inferior. Es en este momento cuando se consideró que tendría más beneficios con un tratamiento quirúrgico: CABG + cardioplastia celular.

Cateterismo mostró : 90% estenosis en la porción proximal y 100% estenosis en la porción media de la arteria anterior descendente; oclusión total de la circunfleja en su origen y un 93% de estenosis en la arteria coronaria derecha. El ecocardiograma mostró una fracción de eyección disminuida del 23% con acinesia en las paredes septoapical y posterior del ventrículo izquierdo. El PET mostró hipometabolismo extendido en la región septoapical (el *apex* del corazón y el *septum* no consumen estos metabolitos y no se mueven). La CRM mostró una fracción de eyección del 16% con acinesia difusa y discinesia septoapical.

El peso de la biopsia era de 10gr. El volumen medio de suero humano utilizado 2000ml. La duración del cultivo 3 semanas. El número de células obtenidas 300 millones. El nivel de CD656 fue 86% (Figura 2). La cardiomioplastia celular fue llevada a cabo en las paredes anterior e inferior del ventrículo izquierdo con varias inyecciones epicárdicas ambas en las áreas infarto y preinfarto.

La cirugía CABG consistió de tres *bypass* usando las dos arterias torácicas internas, la derecha utilizada como conducto libre anastomosada a la izquierda (técnica Tector), sin circulación extracorpórea. Los *bypass* fueron: LIMA (arteria mamaria interna izquierda) a LAD (arteria anterior descendente izquierda); RIMA (arteria mamaria interna derecha) a la primera diagonal y a la primera rama marginal de la arteria circunfleja.

Después de un mes, los tests postimplante llevados a cabo fueron únicamente un ecocardiograma donde la EF era de 39% y con las mismas áreas acinéticas.

## Discusión

El trasplante de mioblastos demostró una posible mejoría de la función cardíaca y de la viabilidad del tejido necrótico. El uso de *stem cells* y en particular de mioblastos esqueléticos para reparación cardíaca en pacientes con infarto de miocardio constituyó un campo de investigación muy activo durante los últimos años. Se demostró en modelos animales que estas células injertadas, se diferenciaban en fibras esqueléticas, adquiriendo ciertas características de músculo cardíaco y contribuyendo a mejorar la función cardíaca y la supervivencia del animal. Trabajos muy recientes en pacientes con infarto de miocardio mostraron que los mioblastos autólogos esqueléticos podían sobrevivir después del trasplante y formaban injertos viables en tejido miocárdico humano cicatrizado duramente [9,10,14,16,17]. La combinación de *bypass* aorto coronario e inyección de mioblastos era una técnica factible y segura para el tratamiento de pacientes con infarto de miocardio.

Aunque los mioblastos esqueléticos podían ser trasplantados con éxito, el porcentaje de células que sobrevivían y se diferenciaban en tejido funcional era normalmente desconocido y algunos trabajos sugerían que podía ser incluso menor al 1%.

Uno de los primeros problemas que debía ser solventado era el diseño de protocolos de cultivo disponibles para el crecimiento selectivo de mioblastos.

Los principales objetivos de este estudio se podían resumir en: la puesta a punto de la técnica de cultivo de mioblastos esqueléticos autólogos en muestras de donantes multiorgánicos y trasplante de mioblastos esqueléticos autólogos directamente en el miocardio en dos pacientes.

La pureza de nuestros cultivos de mioblastos de donantes multiorgánicos fue determinada usando diferentes marcadores tales como N-CAM (CD-56), desmina y miogenin. Los mioblastos y células progenitoras de músculo eran CD56 positivas, desmin y miogenin positivas y esto pudo ser observado en nuestros cultivos.

Debido a que la disfunción miocárdica después del infarto era a menudo debida a la pérdida de cardiomiocitos y a la distensión gradual del tejido cicatrizado, el implante en este tejido de células musculares demostró experimentalmente mejorar la función del corazón.

Varios estudios clínicos piloto demostraron el efecto beneficioso de la inyección transepicárdica de mioblastos sobre la función ventricular izquierda en la insuficiencia cardíaca crónica tras un infarto de miocardio. La interpretación de los resultados de este estudio se veía comprometida por ciertos factores de confusión como la revascularización concomitante. El número de células inyectadas en nuestros pacientes (250 millones de células fueron inyectadas subepicárdicamente) fue significativamente más baja que el número de células inyectadas en el estudio de Menasche et al [14] y similar al número de células inyectadas en otros estudios [1,17]. El pequeño aumento en la absorción de F18-FDG en el área donde las células fueron implantadas sugería que algún tejido viable estaba presente en el área del infarto donde previamente no se pudo observar ningún tejido viable. Sin embargo, nosotros no pudimos demostrar directamente la contribución a la contractilidad de las células implantadas, también debido a que el período de seguimiento post implante era muy corto.

Nuestros pacientes recibieron tanto células como revascularización en la misma área, así la mejora observada pudo ser atribuida al menos en parte a la revascularización. El hecho de que aquellos segmentos del corazón tratados con células y revascularización experimentaran una mejoría mayor, indicaba, que se desconocía si la única razón para la mejoría cardíaca era la cirugía (mayor que aquellos segmentos cardíacos revascularizados pero donde ningún trasplante de células fue hecho). Además, fue bien demostrado que la reperfusión de tejido no-viable y fibrótico no mejoraba la función cardíaca o la viabilidad [18].

Un interesante descubrimiento en nuestros pacientes fue la ausencia de arritmias cardíacas como había sido observado en el estudio de Herreros et al [1], lo que estaba en oposi-

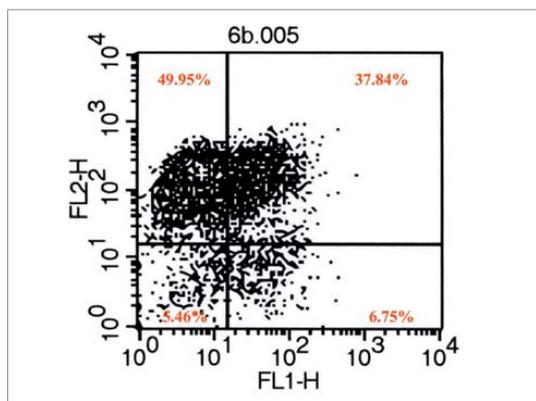


Fig. 2. Cuantificación fenotípica por citometría de flujo de los mioblastos antes del implante al segundo paciente. La figura representa un doble marcaje con CD56 (mioblastos) y CD106 (fibroblastos).



ción con otros estudios recientes [17,19]. Nuestros pacientes recibieron mioblastos cultivados sin suero bovino fetal.

En conclusión, nuestra técnica permitía la obtención de mioblastos de tejido muscular de un alto nivel de pureza para su posterior implante en pacientes.

### Agradecimientos

Al personal del Servicio de Radiología de nuestro hospital y del Sanatorio Modelo así como al Banco de Sangre del Hospital Juan Canalejo. Asimismo también querríamos dar las gracias a la Fundación MAPFRE por su financiación. ■

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Herreros J, Prosper F, Perez A, Gavira JJ, García-veloso MJ, Barba J, et al. Autologous intramyocardial injection of cultured skeletal muscle-derived stem cells in patients with non-acute myocardial infarction. *European Heart Journal* 2003; 24: 2012-20.
- Kedes L, Kloner RA and Starnes VA. Can a few cells now mend a broken heart? *J Clin Invest* 1993; 92: 1115-6.
- Li RK, Yau TM, Sakai T, Mickle DAG and Weisel RD. Cell therapy to repair broken hearts. *Can J Cardiol* 1998; 14: 735-44.
- Chacques JC, Salanson-Lajos C, Lajos P, Shafy A, Alshamry A, Carpentier A. Cellular cardiomyoplasty for myocardial regeneration. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2005; 13: 287-96.
- Hutcheson KA, Atkins BZ, Hueman MT, Hopkins MB, Glover DD and Taylor DA. Comparison of benefits on myocardial performance of cellular cardiomyoplasty with skeletal myoblasts and fibroblasts. *Cell Transplant* 2000; 9: 359-68.
- Rosentrauch D, Poglajen G, Zidar N, Gregoric ID. Stem cell therapy for ischemic heart failure. *Tex Heart Inst J* 2005; 32:339-47.
- Koh GY, Soonpaa MH, Klug MG, Field LJ. Long-term survival of AT-1 cardiomyocyte grafts in syngeneic myocardium. *Am J Physiol* 1993; 264 (5Pt2): H1727-33.
- Soonpaa MH, Koh GY, Klug MG and Field LJ. Formation of nascent intercalated disks between grafted fetal cardiomyocytes and host myocardium. *Science* 1994; 264: 98-101.
- Steendijk P, Smits PC, Valgimigli M, Van der Giessen WJ, Onderwater EE, Serruys PW. Intramyocardial injection of skeletal myoblasts: long-term follow-up with pressure-volume loops. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2006; 3: S94-S100.
- Siminiak T, Burchardt P, Kurpisz M. Postinfarction heart failure: surgical and trans-coronary-venous transplantation of autologous myoblasts. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2006; 3: S46-51.
- Atkins BZ, Hueman MT, Meuchel JM, Cottman MJ, Hutcheson KA and Taylor DA. Myogenic cell transplantation improves in vivo regional performance in infarcted rabbit myocardium. *J Heart Lung Transplant* 1999; 18: 1173-80.
- Chiu RC, Zibaitis A and Kao RL. Cellular cardiomyoplasty: myocardial regeneration with satellite cell implantation. *Ann Thorac Surg* 1996; 61(2): 772-3.
- Sakai T, Li RK, Weisel RD, Mickle DAG, Kim EJ, Tomita S, et al. Autologous heart cell transplantation improves cardiac function after myocardial injury. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 2074-81.
- Menasche P, Hagege AA, Scorsin M, Pouzet B, Desnos M, Duboc D, et al. Myoblast transplantation for heart failure. *Lancet* 2001; 357: 279-80.
- Rajnoch C, Chacques JC, Berrebi A, Bruneval P, Benoit MO and Carpentier A. Cellular therapy reverses myocardial dysfunction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 121: 871-8.
- Hagege AA, Carrion C and Menasche P. Viability and differentiation of autologous skeletal myoblast grafts in ischemic cardiomyopathy. *Lancet* 2003; 361: 491-2.
- Pagani FD, DerSimonian H and Zawadzka A. Autologous skeletal myoblasts transplanted to ischemia-damaged myocardium in humans. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 879-88.
- Allman KC, Shaw LJ and Hachamovitch R. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 1151-8.
- Menasche P, Hagege AA and Vilquin JT. Autologous skeletal myoblast transplantation for severe postinfarction left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 2003; 41: 1078-83.

#### 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.