

NÚMERO 2 • 2005

MONOGRAFÍAS

AAOS – SECOT

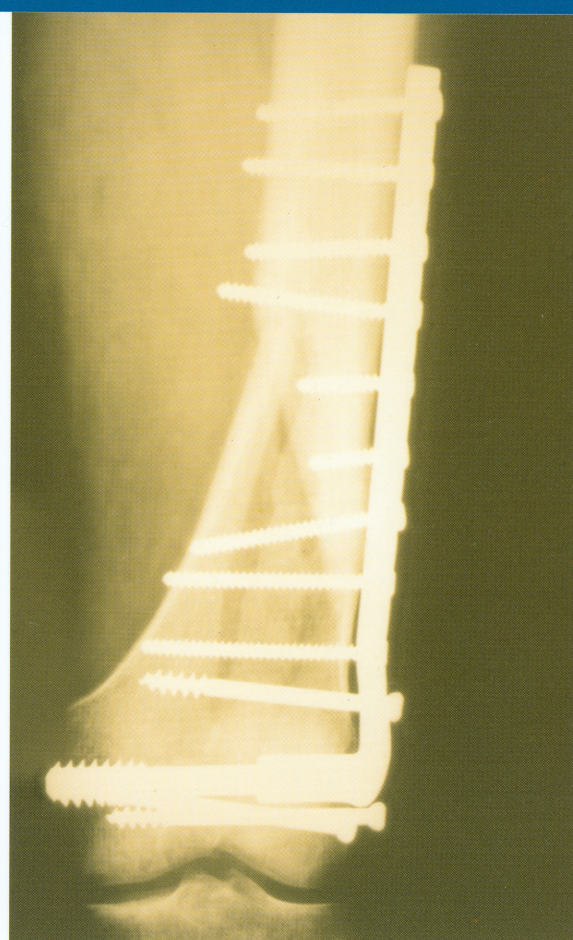
Fracturas complejas de los huesos largos

Coordinadores:

J. O. Anglen, F. Gómez-Castresana y A. Pérez-Caballer

American Academy of Orthopaedic Surgeons

Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología



EDITORIAL MEDICA
panamericana

Monografías AAOS – SECOT

Fracturas complejas de los huesos largos

Esta monografía se ha editado con la autorización de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

Traducción de los capítulos 1, 3 y 5 de Editorial Médica Panamericana, efectuada por el Doctor:

E. Carlos Rodríguez-Merchán
Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica, Hospital Universitario La Paz, Madrid.

La *American Academy of Orthopaedic Surgeons* no participó en la traducción, del inglés al español, de ninguno de los capítulos de esta monografía y no es responsable de cualquier error, omisión y/o posibles fallos en la traducción.

La medicina es una ciencia en permanente cambio. A medida que las nuevas investigaciones y la experiencia clínica amplían nuestro conocimiento, se requieren modificaciones en las modalidades terapéuticas y en los tratamientos farmacológicos. Los autores de esta obra han verificado toda la información con fuentes confiables para asegurarse que esta sea completa y acorde con los estándares aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, en vista de la posibilidad de un error humano o cambios en las ciencias médicas, ni los autores, ni la editorial, o cualquier otra persona implicada en la preparación o la publicación de este trabajo, garantizan que la totalidad de la información aquí contenida sea exacta o completa y no se responsabilizan de errores u omisiones o de los resultados obtenidos del uso de esta información. Se aconseja a los lectores confirmarla con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se recomienda a los lectores revisar el prospecto de cada fármaco que planean administrar para cerciorarse de que la información contenida en este libro sea correcta y que no se hayan producido cambios en las dosis sugeridas o en las contraindicaciones para su administración. Esta recomendación cobra especial importancia con respecto a fármacos nuevos o de uso infrecuente.

Los Editores han hecho todos los esfuerzos para localizar a los titulares del copyright del material fuente utilizado por el autor. Si por error u omisión no se ha citado algún titular, se subsanará en la próxima reimpresión.

Esta monografía es producto del esfuerzo de profesionales como usted, o de sus profesores, si usted es estudiante. Tenga en cuenta que fotocopiarlo es una falta de respeto hacia ellos y un robo de sus derechos intelectuales.



Visite nuestra página web:
<http://www.medicapanamericana.com>

ARGENTINA

Marcelo T. de Alvear 2.145 (C 1122 AAG) - Buenos Aires, Argentina
Tel.: (54-11) 4821-5520/2066 / Fax: (54-11) 4821-1214
e-mail: info@medicapanamericana.com

COLOMBIA

Carrera 7a A N° 69-19 - Santa Fe de Bogotá DC - Colombia.
Tel.: (57-1) 235-4068 / Fax: (57-1) 345-0019
e-mail: infomp@medicapanamericana.com.co

ESPAÑA

Alberto Alcocer, 24 - 28036 Madrid, España
Tel.: (34-91) 1317800 / Fax: (34-91) 1317805
e-mail: info@medicapanamericana.es

MÉXICO

Hegel 141, 2.º piso
Col. Chapultepec Morales - Deleg. Miguel Hidalgo - 11570 - México D.F. - México
Tel.: (52-55) 5262-9470 / Fax: (52-55) 2624-2827
e-mail: infomp@medicapanamericana.com.mx

VENEZUELA

Edificio Polar, Torre Oeste, Piso 6, Of. 6-C
Plaza Venezuela, Urbanización Los Caobos,
Parroquia El Recreo, Municipio Libertador - Caracas Depto. Capital - Venezuela
Tel.: (58-212) 793-2857/6906/5985/1666
Fax: (58-212) 793-5885
e-mail: info@medicapanamericana.com.ve

ISBN: 84-7903-478-5 (Número 2)
84-7903-479-3 (Obra completa)



Todos los derechos reservados. Este libro o cualquiera de sus partes no podrán ser reproducidos ni archivados en sistemas recuperables, ni transmitidos en ninguna forma o por ningún medio, ya sean mecánicos, electrónicos, fotocopiadoras, grabaciones o cualquier otro, sin el permiso previo de Editorial Médica Panamericana, S. A.

© 2006, EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S. A.
Alberto Alcocer, 24 - 28036 Madrid
Depósito Legal: M. 50490 - 2005
Impreso en España



Inspirados por el éxito de las Neurociencias durante la Década del Cerebro (1990-2000), un grupo de más de 50 Organizaciones clínicas y de pacientes se reunieron en Lund (Suecia) en abril de 1999 para proponer los próximos diez años como "La Década del Hueso y las Articulaciones".

El objetivo fue lanzar una campaña tendente a mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados por enfermedades del aparato locomotor, mediante la identificación de las categorías de afecciones más frecuentes y la promoción de la investigación básica para un mejor diagnóstico y tratamiento.

Esta edición de Monografías AAOS-SECOT número 2-2005 «Fracturas complejas de los huesos largos» ha sido producida con la autorización de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS). Los productos anunciados en esta edición no están necesariamente aprobados para su uso por la *United States Food and Drug Administration* (Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de América), ni han sido necesariamente reconocidos, conocidos, aprobados, utilizados o endosados por la AAOS.

Monografías AAOS – SECOT

Fracturas complejas de los huesos largos

número 2 • 2005

Coordinadores:
J. O. Anglen
F. Gómez-Castresana
A. Pérez-Caballer



American Academy of
Orthopaedic Surgeons



Sociedad Española de
Cirugía Ortopédica
y Traumatología



BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID -
MÉXICO - SÃO PAULO

www.medicapanamericana.com



American Academy of Orthopaedic Surgeons

COMITÉ EDITORIAL DE LA AAOS (2005-2006)

Jeffrey O. Anglen, MD, FACS

Michael J. Archibeck, MD

Miguel E. Cabanela, MD

David Dines, MD

Jeffrey S. Fischgrund, MD

Steven L. Friedman, MD

Letha Griffin, MD

Mary Lloyd Ireland, MD

Thomas R. Johnson, MD

L. Andrew Koman, MD

William A. Philips, MD

Matthew Shapiro, MD



Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

COMITÉ EDITORIAL DE LA SECOT (2004-2006)

Director

Luis Ferrández Portal

Vocales

Juan Manuel Curto Gamallo

Fernando Gómez-Castresana Bachiller

Daniel Hernández Vaquero

Fernando López Prats

Juan Carlos Monllau García

Antonio Murcia Mazón

Antonio J. Pérez-Caballer

E. Carlos Rodríguez Merchán

Coordinadores:

J. O. Anglen, MD, FACS

*Profesor y Director del Departamento de Cirugía Ortopédica.
Facultad de Medicina de la Universidad de Indiana. Indianápolis. Indiana. EE.UU.*

F. Gómez-Castresana, MD, PhD

Profesor Titular de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Universidad Complutense de Madrid. España.

A. Pérez-Caballer, MD, PhD

Profesor Asociado de la Universidad San Pablo CEU de Madrid. España.

Colaboradores:

Rafael Ballesteros Massó, MD

*Facultativo Especialista. Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica.
Hospital Fundación Fuenlabrada. Madrid. España.*

DuWayne A. Carlson, MD

*Cirujano Ortopédico y Traumatólogo. Departamento de Cirugía Ortopédica.
Hospital Metodista de Indianápolis. Indianápolis. Indiana. EE.UU.*

José A. De Pedro Moro, MD

Profesor Titular de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Universidad de Salamanca. España.

Kenneth A. Egol, MD

Instructor de Cirugía Ortopédica. Facultad de Medicina de Nueva York. Hospital Universitario para las Enfermedades Articulares de Nueva York. Departamento de Cirugía Ortopédica. Nueva York. EE.UU.

Fernando Gómez-Castresana, MD, PhD

Profesor Titular de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Universidad Complutense de Madrid. España.

Enrique Gómez Barrera, MD

*Profesor Titular. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Fundación Jiménez Díaz.
Universidad Autónoma de Madrid. España.*

Andrew Green, MD

*Profesor Asociado. Jefe de Cirugía de Hombro y Codo. Departamento de Cirugía Ortopédica.
Facultad de Medicina Brown. Providence. Rhode Island. EE.UU.*

José A. Hernández-Hermoso, MD, PhD

*Jefe de Sección. Profesor Asociado Universidad de Barcelona. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario de Bellvitge. Departamento de Ciencias Clínicas.
Universidad de Barcelona. IDIBELL. España.*

Kenneth J. Koval, MD

Jefe. División de Traumatología. Departamento de Cirugía Ortopédica. Hospital Universitario para las Enfermedades Articulares de Nueva York. Nueva York. EE.UU.

Jaime J. Morales-de Cano, MD, PhD

*Médico Adjunto. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario de Bellvitge.
Departamento de Ciencias Clínicas. Universidad de Barcelona. IDIBELL. España.*

Steven A. Olson, MD

*Profesor Asociado y Jefe del Servicio de Traumatología. División de Cirugía Ortopédica.
Centro Médico de la Universidad Duke. Durham. Carolina del Norte. EE.UU.*

Antonio Pérez-Caballer, MD

Profesor Asociado de la Universidad San Pablo CEU de Madrid. Coordinador de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Clínica La Milagrosa. Madrid. España.

J. Spence Reid, MD

Departamento de Cirugía Ortopédica. Universidad del Estado de Penn. Hershey. Pennsylvania. EE.UU.

Jeffrey H. Richmond, MD

Jefe de Residentes. Departamento de Cirugía Ortopédica. Hospital Universitario para las Enfermedades Articulares de Nueva York. Nueva York. EE.UU.

Emil H. Schemitsch, MD, FRCSC

Jefe de la División de Cirugía Ortopédica y Profesor de Cirugía. Hospital St. Michael de la Universidad de Toronto. Toronto. Ontario. Canadá.

David J.G. Stephen, MD, FRCSC

Profesor Asistente de la División de Ortopedia. Universidad de Toronto. Centro de Ciencias de la Salud Sunnybrook y Colegio de Mujeres. Toronto. Ontario. Canadá.

Nirmal Tejwani, MD

Profesor Asistente de Ortopedia Clínica. Departamento de Cirugía Ortopédica. Hospital Universitario para las Enfermedades Articulares de Nueva York. Nueva York. EE.UU.

Philip Wolinsky, MD

Departamento de Cirugía Ortopédica. Hospital Universitario para las Enfermedades Articulares de Nueva York. Nueva York. EE.UU.

Prólogo

Cuando se inició la colaboración científica a nivel institucional entre la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS) y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT), uno de los proyectos más ambiciosos consistía en realizar una serie inicial de tres monografías en las que ambas sociedades convendrían la temática y seleccionarían autores de la máxima experiencia en los temas a tratar. Posteriormente, según los resultados, ambas sociedades evaluarían la continuidad del proyecto.

Igualmente, para mantener el máximo rigor y nivel científico, ambas sociedades establecieron que sus respectivos comités editoriales evaluarían por separado a los autores de la otra sociedad con el fin de alcanzar el máximo nivel en la publicación de los artículos elegidos.

En la actualidad, el hecho de que llegue a ver la luz la quinta monografía de esta serie, revela que tanto el método seguido como el interés de ambas sociedades se mantienen intactos. Igualmente, la acogida por parte de nuestros socios y la difusión de la publicación dentro y fuera de nuestras fronteras, nos anima a continuar en la misma línea editorial.

A lo largo del año anterior, se han publicado monografías referentes a patología del manguito rotador, fracturas del húmero proximal, inestabilidad de tobillo y patología degenerativa la columna cervical. Esta quinta monografía se centra en llevar a cabo una actualización en distintos temas en relación a fracturas de los huesos largos incluyendo varios temas de controversia, siempre con claro predominio de los planteamientos quirúrgicos. Toma como referencia la temática abordada en el primer curso avanzado SECOT-AAOS que se ha celebrado en Barcelona en el 2005.

Índice

■ 1	Fracturas del húmero. <i>Andrew Green, J. Spence Reid, DuWayne A. Carlson</i>	1
	– Fracturas del húmero proximal	1
	– Fracturas de la diáfisis humeral	8
	– Resumen	17
	– Bibliografía	17
■ 2	Fracturas diafisarias del cúbito y radio. <i>J. J. Morales-de Cano, J. A. Hernández-Hermoso</i>	19
	– Introducción	19
	– Recuerdo anatómico	19
	– Fracturas del antebrazo	20
	– Bibliografía	26
■ 3	Controversias en el enclavado intramedular de las fracturas diafisarias de fémur. <i>P. Wolinsky, N. Tejwani, J. H. Richmond, K. J. Koval, K. Egol, D. J. G. Stephen</i>	29
	– Mesa de tracción o mesa plana radiotransparente	29
	– Enclavado anterógrafo o retrógrado	31
	– Enclavado fresado o sin fresar: sus efectos sobre la consolidación de las fracturas.....	33
	– Efectos pulmonares del enclavado intramedular femoral fresado: ¿es mayor el riesgo de complicaciones pulmonares con el fresado?	34
	– Tratamiento de las fracturas femorales asociadas a traumatismos craneales	37
	– Bibliografía	38
■ 4	Fracturas de la extremidad distal del fémur. <i>E. Gómez Barrera, R. Ballesteros Massó</i>	41
	– Introducción	41
	– Base anatómica y biomecánica	41
	– Epidemiología y mecanismo de producción	42
	– Diagnóstico	43
	– Clasificación	43
	– Tratamiento	45
	– Complicaciones y secuelas	52
	– Bibliografía	53
■ 5	Fracturas abiertas de la diáfisis tibial: puesta al día. <i>S. A. Olson, E. H. Schemitsch</i> ..	55
	– Introducción	55
	– Valoración inicial.....	55
	– Contaminación de la herida	55
	– Antibioterapia.....	55
	– Tratamiento quirúrgico: desbridamiento y lavado	56
	– Clasificación de las fracturas abiertas	58
	– Estabilización esquelética	58
	– Cobertura de partes blandas	60
	– Resumen	61
	– Bibliografía	61

■ 6 Tratamiento quirúrgico de las fracturas del pilón tibial. J. A. De Pedro Moro, F. Gómez-Castresana, A. Pérez-Caballer.....	65
– Introducción	65
– Clasificación.....	65
– Diagnóstico.....	65
– Tratamiento	66
– Complicaciones.....	69
– Discusión	69
– Resumen	73
– Bibliografía	73

Fracturas del húmero

Andrew Green, J. Spence Reid y DuWayne A. Carlson

FRACTURAS DEL HÚMERO PROXIMAL INTRODUCCIÓN

Las fracturas del húmero proximal son frecuentes. Suelen presentarse en diversas formas y con diferentes patologías anatómicas a nivel local. Teniendo en cuenta el envejecimiento de la población y la cada vez mayor prevalencia de osteoporosis se prevé un gran incremento del número de dichas fracturas. La mayoría de ellas son sin desplazar o con un mínimo desplazamiento, pudiendo ser tratadas con éxito de forma no quirúrgica. Por otro lado, las fracturas desplazadas (que son menos frecuentes) suelen requerir un tratamiento quirúrgico. Aunque el tratamiento no quirúrgico suele ser eficaz, el quirúrgico puede resultar difícil (por lo que sus resultados muchas veces no son satisfactorios).

Considerando que los resultados dependen de varios factores, como las lesiones asociadas de las partes blandas (neurovasculares y del manguito rotador), de las anomalías que existan previamente en el hombro y de otros factores relacionados con los pacientes, es importante que clasifiquemos las fracturas del húmero proximal de forma precisa para indicar el tratamiento más adecuado. El tratamiento quirúrgico de las fracturas de húmero proximal mejorará con un buen conocimiento de su anatomía normal y patológica, así como con un mejor entendimiento de los nuevos implantes y de las nuevas técnicas quirúrgicas. Es más, los avances importantes producidos en la valoración de sus resultados nos ayudarán a conocer el impacto de las fracturas del húmero proximal sobre los pacientes y, por tanto, a seleccionar su mejor tratamiento.

EPIDEMIOLOGÍA

Las fracturas del húmero proximal representan el 4-5% de todas las fracturas. Además, su incidencia aumenta rápidamente con la edad. Por otro lado, dichas fracturas son el doble de frecuentes en mujeres que en hombres. El 87% de ellas ocurren como consecuencia de caídas desde la posición de bipedestación. En un estudio realizado en Fin-

landia se revisó la incidencia de fracturas osteoporóticas del húmero proximal en el período entre 1970 y 1998, constatándose un aumento importante ajustado a la edad durante el mismo¹. Se cree que en los próximos 30 años, el porcentaje de dichas fracturas aumentará un 300%. En otro estudio se investigaron los factores de riesgo de las fracturas de húmero proximal en 6.900 mujeres de edad avanzada, encontrándose que la fragilidad ósea y el riesgo de caídas eran factores de riesgo independientes². Las mujeres con una baja densidad mineral ósea y factores de riesgo de caída tuvieron más del doble de probabilidades de sufrir una fractura que las que presentaban un factor de riesgo o ninguno de ellos. En otro estudio de fracturas del húmero proximal se demostró que, aproximadamente, un 50% de dichas fracturas eran muy poco desplazadas³. Las fracturas más frecuentes entre las desplazadas fueron las de dos fragmentos del cuello quirúrgico, con una incidencia del 28%.

CLASIFICACIÓN

Se ha constatado que la mayoría de las fracturas del húmero proximal ocurren en las cicatrices fisarias del mismo. Teniendo esto en cuenta, Neer desarrolló una clasificación en cuatro fragmentos (que sigue siendo la más aceptada para las fracturas del húmero proximal). Dicho autor describió seis variantes de tales fracturas, definiendo el desplazamiento como una angulación de 45° o un desplazamiento de 1 cm de alguna de sus partes. Los artículos más recientes parecen indicar que un desplazamiento del troquíter de 5 mm o más podría tener significación clínica. Considerando que el troquíter está a $8 \pm 3,2$ mm de media por debajo de la parte superior del segmento articular, incluso los pequeños desplazamientos del mismo puede llegar a ser problemáticos.

El sistema de clasificación de las fracturas de los huesos largos de la AO/ASIF/OTA (*Orthopaedic Trauma Association*) considera tres grupos principales y tres subgrupos de las fracturas del húmero proximal, según exista o no conminución, desplazamiento, angulación o impactación

del cuello quirúrgico, y también según haya o no luxación. Las fracturas de tipo A son unifocales y afectan al troquíter o al cuello quirúrgico. Las de tipo B son bifocales. Las de tipo C incluyen las intraarticulares del cuello anatómico y las que parten a la cabeza humeral en dos (*head splitting fractures*). Dicho sistema de clasificación suele usarse menos que el original de Neer. Sin embargo, a diferencia de la clasificación de Neer, el sistema de clasificación de las fracturas de huesos largos de la AO/ASIF/OTA (*Orthopaedic Trauma Association*) identifica claramente las fracturas impactadas en valgo del cuello anatómico (como un grupo diferente al de los otros tipos de fracturas en cuatro fragmentos). Las fracturas impactadas en valgo, a diferencia de las de cuatro fragmentos, pueden conservar parcialmente la vascularización del segmento articular gracias a su cápsula interna intacta (motivo por el que suelen tener una menor incidencia de osteonecrosis).

Desafortunadamente, todos los sistemas de clasificación tienen una fiabilidad interobservador limitada. Diversos estudios han demostrado que ello es también aplicable a las fracturas del húmero proximal. El entrenamiento con el sistema de Neer mejoró de forma significativa la fiabilidad interobservador con respecto a clasificar las fracturas mediante radiología simple. Aunque la TC no ha servido para mejorar dicha fiabilidad interobservador en las fracturas del húmero proximal, es bastante útil para valorar detalles más específicos de la anatomía de la fractura. A pesar de las dificultades existentes para clasificar estas fracturas, los estudios mencionados no han demostrado que dichos sistemas no sean válidos. En realidad, tales sistemas siguen siendo útiles desde el punto de vista clínico, puesto que nos ayudan a seleccionar el tratamiento más adecuado para cada tipo de lesión. Neer ya señaló su preocupación con respecto a los sistemas de clasificación, afirmando que ellos y su tratamiento nunca deberían basarse solamente en los estudios radiológicos⁴. En los pacientes con lesiones complejas, la decisión definitiva con respecto a la clasificación y el tratamiento a veces debe diferirse hasta la valoración de la fractura y de las partes blandas durante el acto quirúrgico.

LESIONES ASOCIADAS

Las lesiones nerviosas periféricas suelen asociarse a las fracturas del húmero proximal, pudiendo provocar un gran impacto sobre el resultado final del tratamiento. Puede haber lesiones neurológicas detectables por electromiografía en un 60% de los pacientes, siendo más frecuentes conforme aumenta la edad de los mismos. La lesión nerviosa más habitual en las fracturas del húmero proximal es la del nervio axilar. Suele ocurrir en asociación con otras lesiones nerviosas periféricas. Algunas de ellas son lesiones del plexo braquial infraclavicular. Desafortunadamente, la recuperación de dichas lesiones nerviosas asociadas suele ser incompleta.

Las lesiones vasculares son raras en las fracturas del húmero y también en las fracturas-luxaciones. Suelen afectar a la arteria axilar, a sus ramas o a la vena axilar. Dichas lesiones vasculares suelen producirse en pacientes ancianos con vasos frágiles y arterioescleróticos, o asociadas a traumatismos de alta energía e intenso desplazamiento de

la fractura. Las lesiones vasculares deben tratarse como una urgencia, siendo obligatoria la arteriografía. A causa de la extensa circulación colateral del hombro es posible tener un pulso distal palpable en presencia de una lesión vascular proximal importante.

VALORACIÓN

Es importante utilizar una forma estándar para valorar los hombros. Para ello hay que realizar una historia clínica minuciosa, que pueda descubrir enfermedades asociadas, problemas previos en el hombro y también el mecanismo lesional. En pacientes ancianos es muy importante conocer su historia desde el punto de vista social. Observando a los pacientes debemos evaluar su capacidad de deambulación y su estado físico general. No hay que olvidar que las caídas pueden deberse a un accidente vascular cerebral, a un ataque epiléptico o a otras enfermedades (como, por ejemplo, un síncope). Una fractura-luxación, sobre todo, posterior, puede indicar la existencia de un ataque epiléptico. En los pacientes de edad avanzada, también habrá que tener en cuenta la existencia de posibles fracturas patológicas (por metástasis). Si se prevé un tratamiento quirúrgico, habrá que consultar con los internistas. En una revisión de ocho series publicadas entre 1974 y 1995, la tasa de mortalidad encontrada fue del 16% tras un seguimiento de tres años (en fracturas proximales de húmero operadas). La edad media de los pacientes fue de 66 años.

Para el diagnóstico y clasificación de estas fracturas es fundamental tener unas buenas radiografías. También debe hacerse una proyección AP verdadera de la articulación glenohumeral (en la que no haya superposición glenohumeral) y una proyección axial lateral. Si no se realiza una proyección axilar, podría perderse información importante. Dicha proyección puede realizarse sólo con unos pocos grados de abducción del hombro. De forma alternativa podría hacerse una proyección de Velpeau. Para ello hay que poner el brazo en rotación interna mediante un vendaje, apoyando al paciente sobre su espalda. El haz de rayos debe ir dirigido de arriba hacia abajo, desde la parte alta del hombro hasta la placa radiográfica (que se colocará en el codo del paciente). Aunque la proyección escapular en Y sea difícil de interpretar, podría demostrar el desplazamiento de la parte posterior del troquíter, así como una angulación del cuello quirúrgico. Otras proyecciones AP en rotación interna y externa podrían dar más detalles sobre una posible fractura del troquíter. También podría ayudar a identificar una fractura oculta del cuello quirúrgico.

Otras pruebas de imagen, además de las radiografías, deben tenerse en cuenta cuando existan dudas acerca del grado de desplazamiento y del tratamiento a seguir. En algunos pacientes, la TC es muy útil para clarificar las fracturas que dividen a la cabeza humeral y también para identificar las luxaciones posteriores. En ocasiones, una TC axial estándar no permite demostrar claramente el grado de desplazamiento en el eje vertical del cuerpo. Para definir el desplazamiento en fracturas complejas del húmero proximal se puede utilizar, además, la reconstrucción coronal y tridimensional mediante TC.

La RM raramente está indicada en las fracturas proximales del húmero. Sin embargo, si con las radiografías simples no podemos demostrar una fractura y la evolución clínica no es satisfactoria, la RM sería adecuada para el diagnóstico de fracturas ocultas sin desplazar, roturas del manguito rotador, lesiones articulares ocultas u osteonecrosis.

TRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

La mayoría de las fracturas del húmero proximal no son desplazadas o lo son mínimamente, motivo por el que pueden tratarse de forma no quirúrgica. Dicho tratamiento debe seguir un protocolo bien definido. Diversos autores y un metaanálisis parecen sugerir que un vendaje de Velpeau no es mejor que una simple inmovilización con cabestrillo (*sling*). El momento de iniciar la movilización del hombro sigue siendo un asunto controvertido. En un estudio se ha demostrado una mejor función global y una mejor rotación externa en pacientes que iniciaron un programa de fisioterapia el día 14 (frente a los que lo iniciaron tras el día 14)⁵. En otro estudio, los resultados a corto plazo fueron mejores en pacientes que empezaron a mover el hombro en el séptimo día. Sin embargo, no hubo diferencias en los resultados al año entre los pacientes que empezaron el tratamiento el día séptimo frente a los que lo iniciaron en el día 21. La fisioterapia del hombro debe ser controlada por un fisioterapeuta o realizarse de forma espontánea en pacientes muy motivados.

Las decisiones de tipo rehabilitador en pacientes concretos deben basarse en los hallazgos y en la presentación clínica de cada caso. Cuando la fractura esté impactada o sea estable habrá que iniciar precozmente los movimientos en el arco de movilidad. Cuando la fractura sea inestable hará falta un cierto período de inmovilización. Las fracturas no desplazadas suelen ser suficientemente estables como para comenzar los ejercicios en el arco de movilidad a las dos-cuatro semanas de la lesión. Una rehabilitación precoz en el arco de movilidad del hombro se asocia a un menor dolor y a un mejor resultado funcional.

Algunas fracturas-luxaciones pueden reducirse mediante procedimientos cerrados y, por tanto, tratarse de forma no quirúrgica. La fractura-luxación más frecuente es la de dos fragmentos con desplazamiento del troquíter. La mayoría de ellas se reducen anatómicamente de forma cerrada. Hay que tener mucho cuidado para evitar un desplazamiento yatrogénico al reducir las fracturas-luxaciones. Cuando se encuentre alguna dificultad o preocupe producir un desplazamiento yatrogénico, habrá que hacer la reducción bajo anestesia general o mediante un bloqueo nervioso interescalénico.

El grado de desplazamiento aceptable es un tema controvertido que, entre otras cosas, depende de varios factores. Además del tipo concreto de fractura, es importante tener en cuenta el estado funcional previo del paciente y los objetivos del tratamiento. A pesar de los criterios de Neer con respecto al desplazamiento, la mayoría de los autores coinciden en que el hombro tolera muy mal el desplazamiento del troquíter. Un desplazamiento mayor de 5 mm puede producir graves disfunciones. Recientemente, se ha sugerido que las fracturas con desplazamiento de 3 mm en

deportistas y trabajadores manuales implicados en actividades que requieran trabajar con el hombro por encima de la cabeza deben reducirse⁶.

Las fracturas del troquíter son raras. Un desplazamiento medial del troquíter puede causar debilidad o bloqueo de la rotación interna, o un roce subacromial. La angulación del cuello quirúrgico suele ser hacia delante y hacia fuera. Dicha angulación limita la elevación del hombro, pudiendo producir un roce subacromial.

En algunos pacientes, las enfermedades asociadas hacen que el tratamiento no quirúrgico sea la opción más adecuada (a pesar de que exista un gran desplazamiento). En un estudio se ha sugerido que el tratamiento no quirúrgico debe hacerse extensivo a las fracturas desplazadas hacia dentro con dos fragmentos y a las impactadas en valgo en pacientes seniles^{7,8}.

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

El tratamiento quirúrgico está indicado en pacientes con fracturas desplazadas del húmero proximal y en las fracturas-luxaciones. Existen muchas técnicas para tratar las lesiones mencionadas, aunque ninguna de ellas es la ideal para el tratamiento de todos los tipos.

Reducción a cielo cerrado y fijación percutánea

Algunas fracturas pueden tratarse mediante reducción cerrada y fijación percutánea de forma adecuada. Dicha técnica es menos invasiva que la reducción abierta seguida de fijación interna, por lo que tiene la ventaja de evitar el trauma quirúrgico a los tejidos más superficiales (como, por ejemplo, el deltoides). Por tanto, habrá una menor cicatriz y un daño menor en las estructuras más profundas (con menos riesgo de osteonecrosis). No obstante, dicha fijación suele ser menos estable que la reducción abierta seguida de fijación interna. Además, requiere de la retirada de las agujas. Por otro lado, dicha técnica no permite tratar las roturas asociadas del manguito rotador ni otras patologías intraarticulares que puedan afectar al resultado del tratamiento. La técnica es más fácil de aplicar en las fracturas de dos fragmentos, aunque también puede utilizarse en las más complejas, de tres y cuatro fragmentos. Las agujas roscadas en su extremo proporcionan una mejor fijación. Las fracturas más inestables y conminutas pueden comprometer el éxito de la técnica. Teniendo en cuenta que la fijación no es tan rígida, hay que retrasar el inicio de la movilización del hombro. Los mejores resultados de la reducción cerrada y la fijación percutánea se han publicado en las fracturas de dos fragmentos del cuello quirúrgico (Fig. 1).

Para evitar una lesión neurovascular yatrogénica hay que colocar las agujas con mucho cuidado. En un estudio realizado en 10 cadáveres se investigó la colocación segura de dichas agujas⁹. Las agujas laterales se localizaron a una distancia media de 3 mm de la rama anterior del nervio axilar; además, el 20% de ellas penetraron en el cartílago de la cabeza humeral. Las agujas anteriores pusieron a la vena cefálica y a la porción larga del bíceps en riesgo. La punta de la aguja del troquíter se localizó a 6 mm del nervio axilar y a 7 mm de la arteria circunfleja humeral posterior. Varios autores han modificado esta técnica inser-

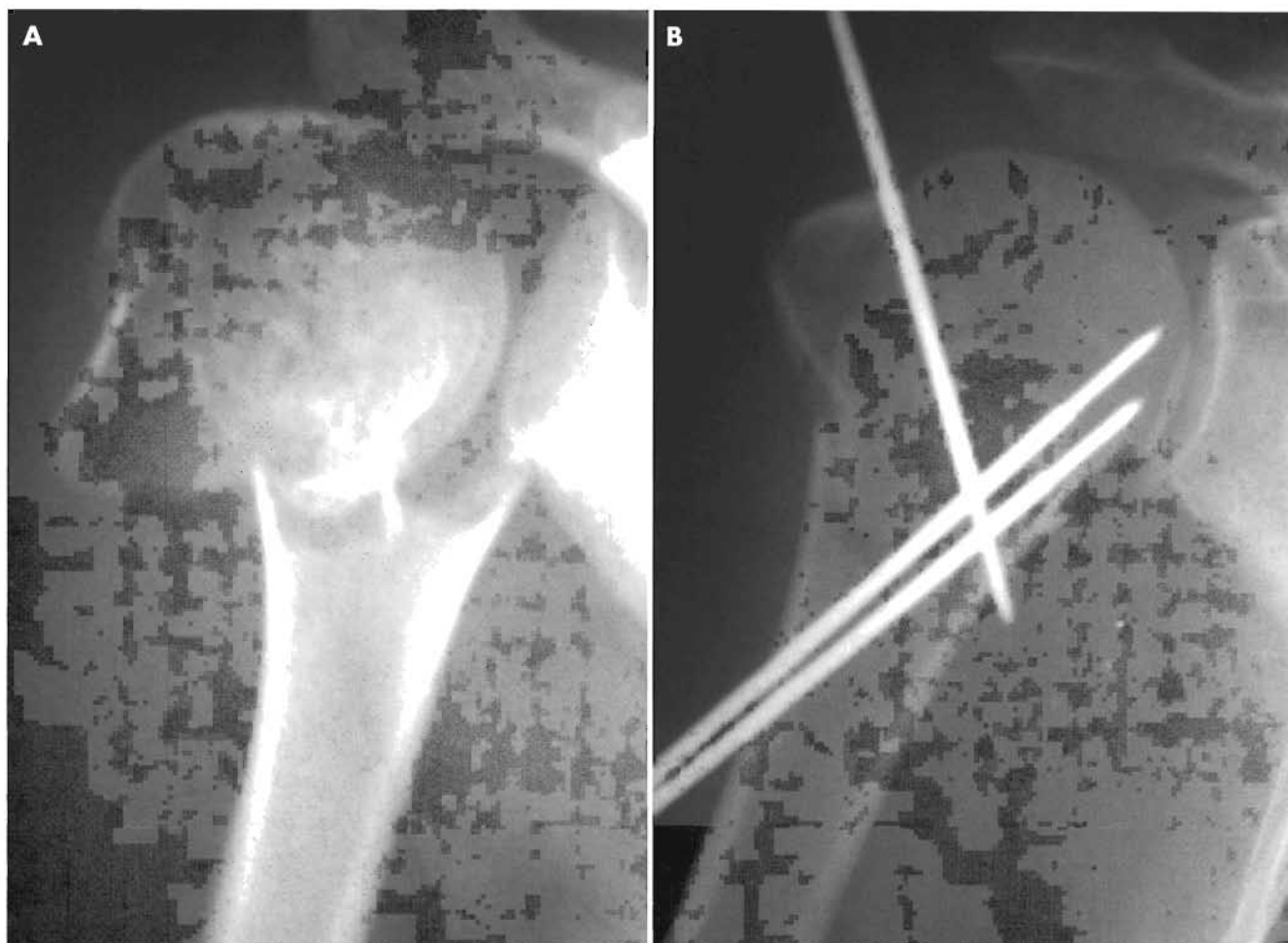


Figura 1. A. Radiografías simples de una fractura desplazada (angulada) de dos fragmentos, del cuello quirúrgico. **B.** Fue tratada con reducción cerrada y agujas percutáneas.

tando tornillos canulados sobre las agujas percutáneas, eliminando de esa forma el riesgo de infección de las agujas, aumentando, al mismo tiempo, la estabilidad de la fractura y eliminando la necesidad de llevar a cabo una extracción de material.

Reducción abierta y fijación interna

Las indicaciones de la reducción abierta y fijación interna de las fracturas desplazadas del húmero proximal son un tema controvertido. La influencia del desplazamiento residual de la fractura sobre el resultado es difícil de conocer. El resultado del tratamiento quirúrgico depende de muchos factores, además, de la calidad de la reducción de la fractura. Por otra parte, no hay que subestimar la influencia del hueso osteopénico en el hecho de lograr un buen agarre del material de osteosíntesis. Los estudios iniciales aconsejaron la reducción abierta y fijación interna en las fracturas de dos y tres fragmentos, dejando las prótesis parciales de hombro para las de cuatro fragmentos. La experiencia posterior con ambas técnicas y la valoración crítica de los resultados han hecho reconsiderar la reducción abierta y fijación interna en las fracturas desplazadas más complejas del húmero proximal.

El abordaje quirúrgico dependerá de cada tipo de fractura. La mayoría de ellas, incluidas las del cuello quirúrgico de tres y cuatro fragmentos, se deben tratar por la vía deltopectoral. Las fracturas del troquíter pueden tratarse mediante un abordaje que divida la parte superior del deltoides (similar a la de las reparaciones del manguito rotador) o mediante una vía deltopectoral. Para el tratamiento de las fracturas impactadas en valgo puede usarse cualquiera de los dos abordajes mencionados.

Existen muchas formas de fijación interna. Entre ellas, se conocen la sutura intraósea o los alambres, las agujas, los tornillos, las placas y tornillos y los clavos intramedulares rígidos o flexibles. No hay ninguna técnica que pueda utilizarse en todas las fracturas. La conminución y la osteopenia afectan a la estabilidad y a la rigidez de cualquier tipo de fijación. Sin embargo, la existencia de un buen hueso es excepcional. Por ello, suelen preferirse las técnicas que proporcionan una estabilidad interfragmentaria y axial, y que, además, requieren una pequeña disección de partes blandas.

La seguridad de la fijación con tornillos se ve comprometida por el hecho de que suelen agarrar mal en la cabeza humeral. La mejor fijación con tornillos, normalmente, se logra en la parte central del segmento articular cerca del

hueso subcondral (lugar en que el hueso esponjoso es más grueso). La fijación con tornillos del troquíter puede fracasar, puesto que aunque agarren en el segmento articular de la cabeza humeral, la frágil tuberosidad podría desplazarse alrededor de los tornillos. La fijación con placa y tornillos se reserva mejor para pacientes jóvenes con buena calidad ósea (Fig. 2). Cuando se utilice una sutura de fijación, ésta puede colocarse a través del hueso o alrededor de los fragmentos de las tuberosidades, en la zona de inserción del maguito rotador. La última forma suele ser la preferida, puesto que suele ser la más sólida.

La conminución metafisaria es especialmente problemática. Cuando hay conminución en la cara interna del cuello quirúrgico o en el área diafisaria proximal, es difícil mantener la longitud de la cabeza humeral y la posición del segmento articular. La consolidación viciosa en varo es una secuela común de la conminución de la parte de la cara interna del cuello quirúrgico. La fijación intramedular y los dispositivos en clavo-placa de ángulo fijo y en tornillo (placas bloqueadas) pueden mejorar la estabilidad de la fijación. La fijación con clavo-placa convencional suele

fracasar en dichas circunstancias. En todos los casos en que haya conminución metafisaria habrá que evitar una excesiva disección para conservar la vascularización del segmento articular.

La fijación con placa de ángulo fijo tiene algunas ventajas con respecto a las técnicas tradicionales de placas y tornillos, sobre todo, en pacientes con hueso osteoporótico. Las placas con cuchilla y las de tornillos bloqueados se han introducido hace poco para el tratamiento de las fracturas del húmero proximal. La forma de fracaso de una placa con tornillos de bloqueo es diferente a la de una placa estándar, ya que el montaje falla como un todo en lugar de en forma de salida progresiva de la placa estándar (Fig. 3).

Los estudios biomecánicos recientes han valorado la resistencia y estabilidad de los diversos métodos de fijación. En un estudio que utilizó el enclavado intramedular anterógrado cerrojado, dicha técnica fue mejor que la fijación con múltiples agujas en las fracturas de tres fragmentos¹⁰. En otro estudio se ha demostrado que el hecho de añadir un clavo intramedular a una banda de tensión

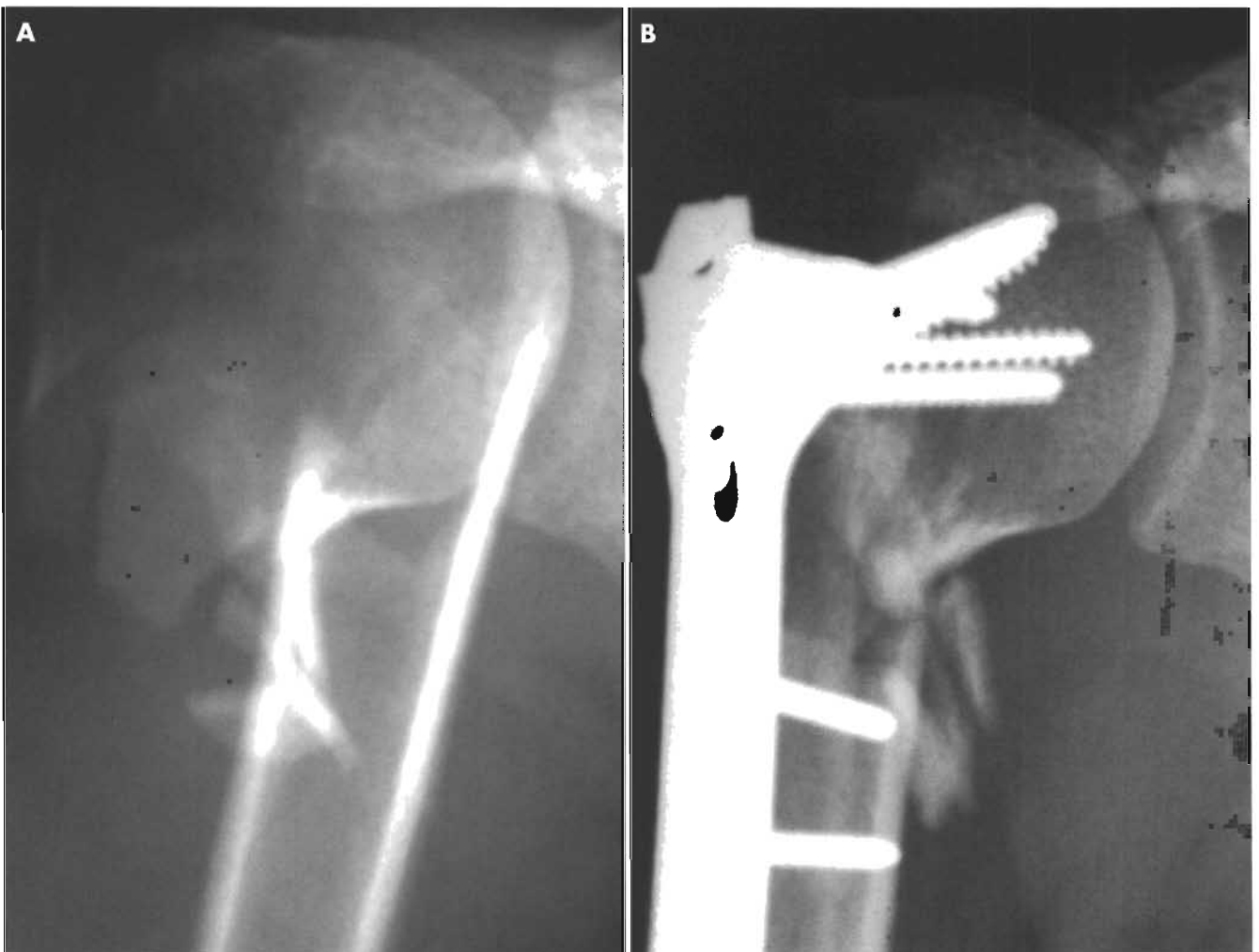


Figura 2. A. Radiografía simple preoperatoria de una fractura desplazada de dos fragmentos del cuello quirúrgico en una mujer de 48 años. **B.** Radiografía simple postoperatoria de la misma paciente en la que se observa una reducción casi anatómica mediante reducción abierta y fijación interna (con una placa en trébol AO de pequeños fragmentos modificada).

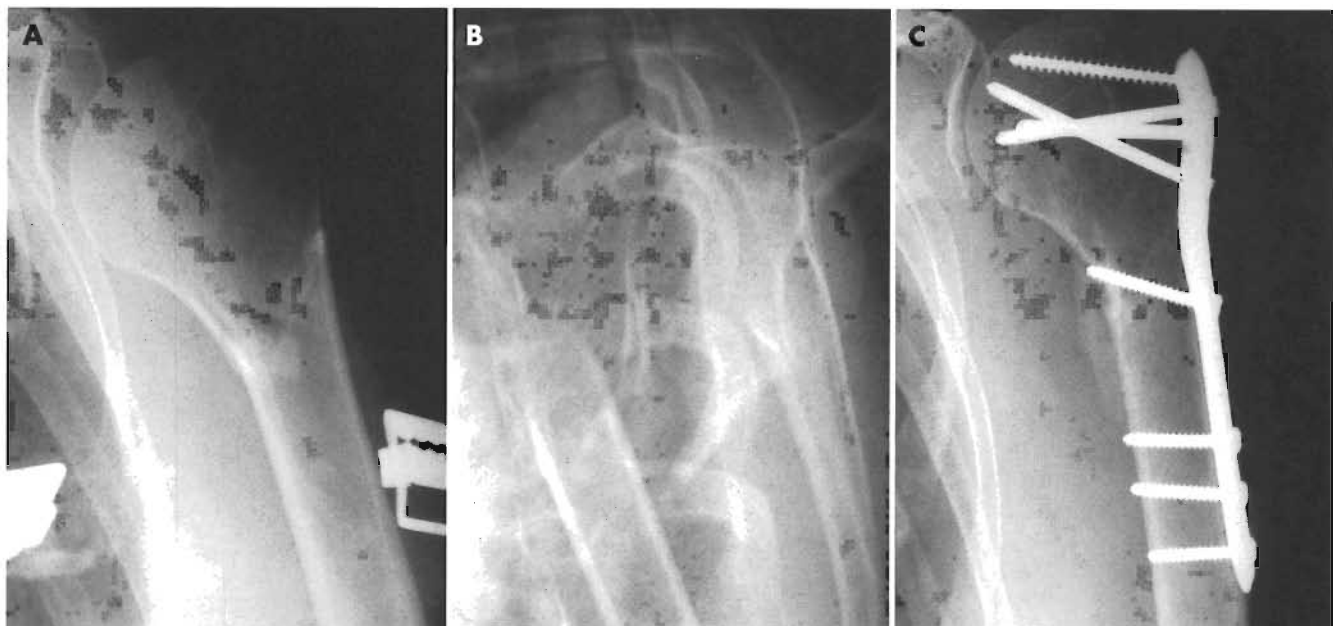


Figura 3. Proyecciones AP verdadera (A) y escapular (B) que muestran una fractura totalmente desplazada de cuello quirúrgico del húmero proximal. C. Mediante una placa humeral proximal de bloqueo se logró la reducción anatómica.

mejora la resistencia del montaje de forma significativa¹¹. El cerclaje de alambre (banda de tensión) suplementado con una fijación intramedular o con clavos de Schanz es mejor que el cerclaje aislado en las fracturas de dos fragmentos del cuello quirúrgico⁵. Otro estudio biomecánico demostró que la banda de tensión junto a los clavos de Ender tiene menos rigidez en torsión y en flexión que una placa aislada o que un clavo intramedular cerrojado aislado (en un modelo de fracturas de tres fragmentos)¹². En conjunto, la calidad del hueso del húmero proximal tiene un efecto significativo sobre la resistencia de todo tipo de montaje en estas fracturas.

Las fracturas de cuatro fragmentos impactadas en valgo se consideran un tipo diferente de dichas fracturas. Los pacientes con ese tipo de fractura parecen tener un menor riesgo de osteonecrosis (puesto que los vasos capsulares internos permanecen intactos). Así pues, dichas fracturas pueden ser tratadas mediante reducción abierta y fijación interna (Fig. 4). Para lograr la reducción hay que diseccionar las partes blandas con mucho cuidado. Tras reducir el segmento articular se podrá llenar el vacío metafisario mediante hueso autólogo o sintético.

La reducción abierta de las fracturas verdaderas de cuatro fragmentos es un tema controvertido por su gran riesgo de osteonecrosis. Cuando se realiza una reducción abierta y fijación interna es fundamental que la reducción sea anatómica. Un estudio reciente sobre la reducción abierta y fijación interna de las fracturas de tres y cuatro fragmentos y de las fracturas-luxaciones constató osteonecrosis en cinco de las 11 fracturas de tres fragmentos y en ocho de las nueve fracturas de cuatro fragmentos¹³. La fractura-luxación se asoció con osteonecrosis de forma estadísticamente significativa. Aunque muchos de los pacientes con osteonecrosis obtienen unos resultados satisfactorios, hubo en ellos limitación de la movilidad del hombro (de forma

que cinco de los ocho pacientes con malos resultados sufrieron osteonecrosis). Cuando existe osteonecrosis tras haber realizado una reducción anatómica, el resultado clínico suele ser mejor.

Las prótesis parciales de hombro suelen recomendarse en la mayoría de las fracturas de cuatro fragmentos y también en las fracturas-luxaciones. Además, también se han aconsejado dichas prótesis en algunas fracturas de tres fragmentos, sobre todo, en las que ocurren en pacientes ancianos con conminución y mala calidad ósea (Fig. 5). Uno de los avances recientes en el diseño de este tipo de implantes son los componentes con cabezas modulares. Dicha modularidad tiene varias ventajas, entre ellas, una mejor capacidad de reconstruir la anatomía del húmero proximal y facilitar el recambio de una prótesis parcial de hombro a una total. El reconocimiento de la importancia de la fijación y la consolidación de las tuberosidades ha conducido al desarrollo de nuevas técnicas. Entre ellas, la fijación con sutura circunferencial de las tuberosidades alrededor del componente humeral (Fig. 6). Aunque los resultados funcionales de las prótesis parciales de hombro son variables en las fracturas, el grado de satisfacción de los pacientes suele ser elevado.

COMPLICACIONES

Además de las lesiones asociadas, las complicaciones y los malos resultados no son infrecuentes tras las fracturas del húmero proximal. Los malos resultados tras el tratamiento no quirúrgico suelen estar relacionados con la rigidez de hombro, la limitación de la movilidad y las consecuencias del desplazamiento del troquíter. Incluso los pequeños desplazamientos hacia arriba del troquíter pueden producir un roce subacromial. De hecho, una cicatriz subacromial sin desplazamiento asociado puede ser suficiente para producir dicho roce. También son bastante fre-



Figura 4. Radiografías AP verdaderas de un paciente con fractura del húmero proximal impactada en valgo. **A.** La radiografía preoperatoria muestra la posición en valgo del fragmento articular, que está impactado entre las dos tuberosidades. **B.** Radiografía postoperatoria en la que se ve la reducción anatómica de dicho fragmento articular, tras haber realizado una reducción abierta y fijación interna mínima mediante suturas fuertes.

cuentas las angulaciones y las consolidaciones viciosas del cuello quirúrgico. La angulación típica tiene su vértice anterior y externo, y suele estar asociada con una pérdida de elevación y abducción del hombro (Fig. 7). Además, puede haber una contractura capsular que también limite la movilidad. La mejor forma de evitar la rigidez del hombro es iniciar los ejercicios de movilidad pasiva de forma precoz durante el proceso de rehabilitación.

Aunque la osteonecrosis es más frecuente en las fracturas de cuatro fragmentos, también puede ocurrir tras el tratamiento quirúrgico de las fracturas menos complejas. Por el contrario, la osteonecrosis es poco frecuente tras las fracturas no desplazadas o tras el tratamiento no quirúrgico de las fracturas de dos y tres fragmentos. La artrosis postraumática suele ocurrir en las fracturas que tienen fragmentos articulares y en las consolidaciones viciosas.

RECONSTRUCCIÓN POSTRAUMÁTICA TARDÍA

La reconstrucción tardía tras el fracaso de un tratamiento a cielo abierto o a cielo cerrado normalmente es difícil. Aunque los resultados de la artroplastia tardía de hombro suelen ser peores que en los casos de artrosis glenohumeral, normalmente, existe un alto grado de satisfacción por parte de los pacientes. Los resultados de la reconstrucción tardía parecen estar relacionados con la

capacidad de corregir los problemas que se encuentran durante la cirugía, entre ellos la consolidación viciosa, la pseudoartrosis, la rigidez y la artrosis. La necesidad de realizar una osteotomía del troquíter también se correlaciona con el resultado. De hecho, dicho resultado es mejor cuando la artroplastia de reconstrucción se realiza sin osteotomía del troquíter.

RESULTADOS

Existe un gran interés actual por la valoración de los resultados de los problemas del hombro. Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en el tratamiento de los trastornos no traumáticos. Por otro lado, no existe ninguna medida de valoración que haya sido específicamente diseñada para valorar las fracturas del hombro.

Es frecuente que los resultados del tratamiento no quirúrgico de las fracturas sin desplazar del húmero proximal no sean satisfactorios. De hecho, los resultados de algunos estudios comparativos del tratamiento quirúrgico y el no quirúrgico en pacientes de edad avanzada parecen indicar que en ciertas poblaciones el beneficio del tratamiento quirúrgico podría ser pequeño. En un artículo, 40 pacientes de edad avanzada con fracturas de tres fragmentos fueron distribuidos al azar para tratamiento no quirúrgico



Figura 5. A. Radiografía AP verdadera de una fractura de tres fragmentos del húmero proximal en una mujer de 70 años. En el momento de la intervención se observó que había una fractura intra-articular que dividía la cabeza humeral en dos. **B.** Radiografía postoperatoria de la misma paciente tras haber logrado un buen resultado mediante una prótesis parcial de hombro.

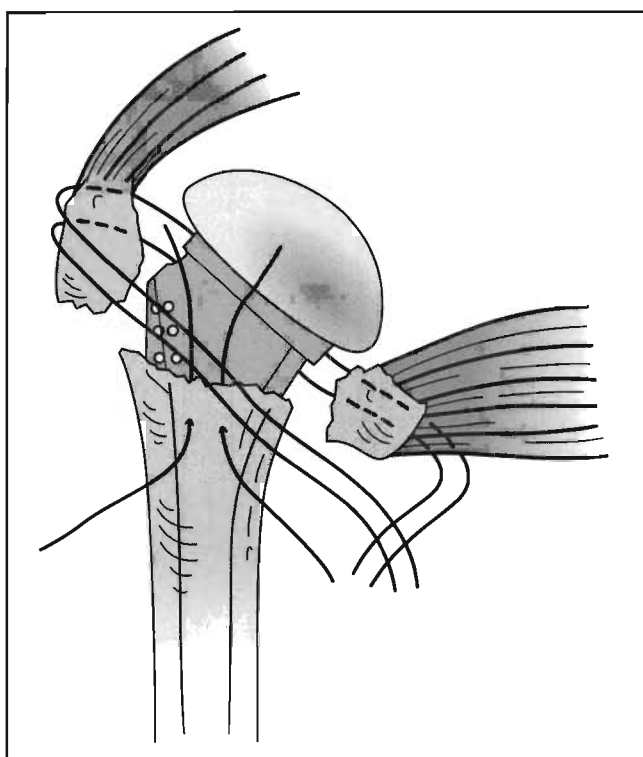


Figura 6. Diagrama de una fijación mediante sutura circunferencial para reparar las tuberosidades en las prótesis parciales de hombro (reproducido con autorización de Browner B, Jupiter J, Levine A, Trafton P (eds.). *Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction*, ed. 3. Philadelphia, PA, WB Saunders, 2003).

o para fijación interna mediante banda de tensión (cerclaje). En dicho artículo, la máxima función se logró al año¹⁴. Los autores del mismo concluyeron que aunque la cirugía

produjo mejores resultados radiográficos, el tratamiento quirúrgico se asoció a más complicaciones y sin una mejora significativa en el resultado global.

Diversos estudios recientes han mostrado resultados variables tras el tratamiento quirúrgico de las fracturas más graves del húmero proximal. Es difícil saber por qué algunos estudios obtienen mejores resultados que otros, aunque ello podría deberse a que las poblaciones estudiadas son diferentes, a la distinta pericia de los cirujanos o a los sesgos provocados por los observadores. Los estudios que han utilizado los métodos modernos de valoración, normalmente, han mostrado los peores resultados tras la reducción abierta y fijación interna de las fracturas más complejas, sobre todo, las de cuatro fragmentos. Por otra parte, la revisión de la bibliografía ortopédica no suele ayudar a saber cuál es el tratamiento ideal. En este sentido, un meta-análisis de 24 estudios realizados durante un período de 30 años ha llevado a la conclusión de que la bibliografía publicada con respecto al tratamiento de las fracturas complejas del húmero proximal no es adecuada para ayudar a tomar decisiones basadas en evidencias¹⁵.

FRACTURAS DE LA DIÁFISIS HUMERAL EPIDEMIOLOGÍA

Las fracturas de la diáfisis humeral representan el 3% de todas las fracturas. Existe una distribución bimodal con respecto a la edad de presentación, con un pico en la tercera década en varones y otro en la séptima en mujeres. Sin embargo, aproximadamente, el 60% de dichas fracturas ocurre en sujetos mayores de 50 años. Las fracturas más frecuentes son las de tercio medio, siendo su patrón de fractura simple (tipo A de la AO). En un tercio de referencia terciaria, el 60% de los pacientes con fractura de diáfisis humeral estuvieron entre los 16 y los 35 años, siendo

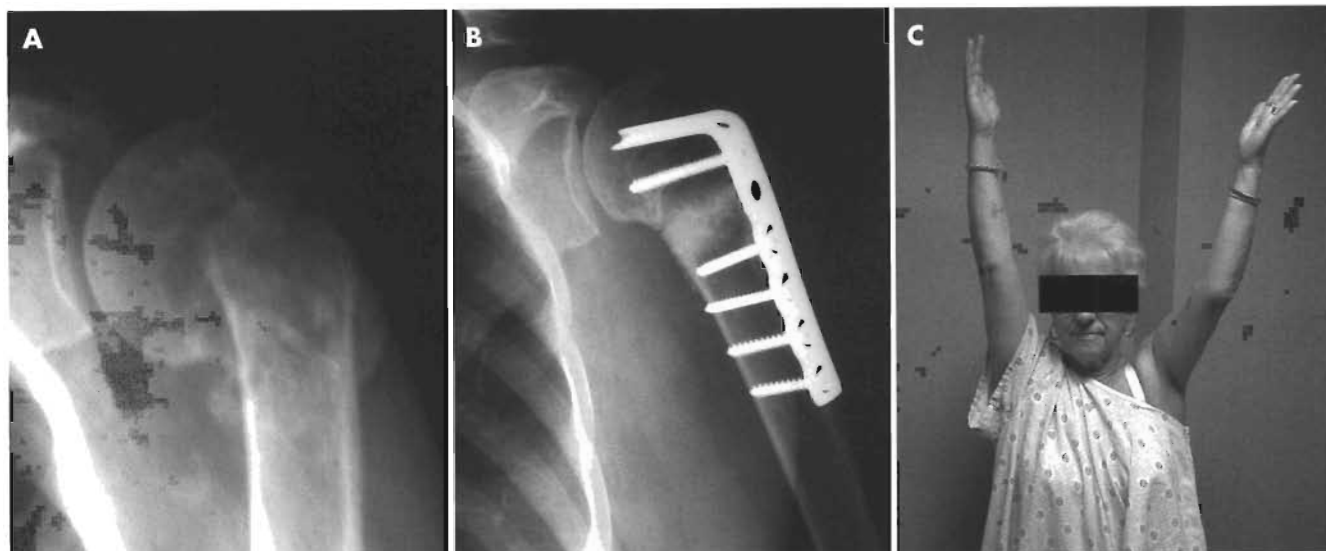


Figura 7. **A.** Radiografía preoperatoria simple de una paciente con dolor y limitación de la movilidad del hombro, tras haber sufrido una fractura del cuello humeral que consolidó en varo. **B.** Radiografía postoperatoria simple en la que se ve que la mencionada consolidación viciosa fue resuelta satisfactoriamente (mediante osteotomía y fijación interna con clavo-placa angulado). **C.** La fotografía muestra la movilidad postoperatoria.

la mayoría de las fracturas resultado de un mecanismo de alta energía (43% por accidentes de vehículos a motor, 17% por heridas de arma de fuego).

TRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

La mayoría de las fracturas de la diáfisis humeral se tratan satisfactoriamente mediante una ortesis funcional. En un estudio de 922 pacientes, de los que 620 tuvieron un seguimiento adecuado, la colocación inicial de una férula seguida de una ortesis funcional humeral produjo una tasa de pseudoartrosis de menos del 2% en las fracturas cerradas y del 6% en las abiertas¹⁶. El 87% de las fracturas consolidaron con menos de 16° de varo. El 81% consolidaron con menos de 16° de angulación anterior. En total, el 98% de los pacientes mostró menos de 25° de angulación en ambos planos y una limitación de la movilidad del hombro de 25° o menos tras retirar la ortesis. Otros estudios han confirmado dichos resultados, señalando tasas de pseudoartrosis de entre el 1,2 y el 8,9%. Además, entre el 69 y el 95% de los pacientes tuvieron una alineación aceptable y unos resultados excelentes y buenos. Con la colocación de la ortesis justo en el momento de la fractura se han obtenido unos resultados similares (Fig. 8). Sin embargo, en un estudio se ha constatado una pérdida de entre 5 y 40° de rotación externa en el 38% de los pacientes tratados con ortesis funcional. Dicha pérdida se debió a la mal-rotación humeral (medida mediante TC) y/o a la contractura de las partes blandas¹⁷. Los autores del mencionado estudio llegaron a la conclusión de que la colocación precoz de la ortesis (a los 8-14 días tras la fractura) puede resolver la mal-rotación. Sin embargo, otros han aconsejado la colocación inmediata de dicha ortesis para evitarla¹⁸.

No existe consenso sobre cuál es la alineación aceptable del húmero. Por una parte, el grado de angulación clínicamente aceptable se relaciona con el tamaño del pacien-

te y su hábito corporal. En un paciente de tamaño medio suele aceptarse como satisfactorio un acortamiento de 3 cm y una angulación en varo-valgo de 20°. Sin embargo, en pacientes delgados, dicha angulación podría ser estéticamente inaceptable.



Figura 8. Radiografía de un paciente con fractura conminuta de la diáfisis humeral en la que se observa la consolidación de la misma (tratamiento mediante una ortesis humeral).

Entre las contraindicaciones de las ortesis funcionales destacan las lesiones masivas de partes blandas, la pérdida de hueso, las lesiones múltiples, la falta de cooperación del paciente y la incapacidad de lograr o mantener una alineación aceptable. Otros métodos diferentes a la ortesis funcional han caído en desuso a causa de la rigidez de hombro y codo que producen (debida a la falta de movilización precoz de dichas articulaciones).

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Aunque muchas de las fracturas diafisarias de húmero son subsidiarias de tratamiento no quirúrgico, se han descrito varias indicaciones para el tratamiento quirúrgico de las mismas (Tabla 1). La mayoría de dichas indicaciones son relativas, de modo que la validez de alguna de ellas puede cuestionarse. Entre las indicaciones absolutas están las fracturas con lesiones vasculares, las fracturas homolaterales del antebrazo y los graves traumatismos de partes blandas.

En un estudio de 7.687 fracturas diafisarias del húmero se han constatado los principales determinantes de los resultados¹⁹. El tratamiento no quirúrgico fracasó en el 2,5% de los casos; además, el 7% de los pacientes con politraumatismo requirió intervención quirúrgica subsiguiente. Las fracturas abiertas presentaron un 12% de tasa de infección en pacientes en los que no se realizó fijación interna y un 10,8% en los que si se llevó a cabo dicha fijación. La infección se relacionó con enfermedades asociadas previas, con las fracturas abiertas y con los politraumatismos (sin intervención quirúrgica). Las pseudoartrosis se relacionaron con la inexperiencia de los cirujanos.

Placas

La fijación con placas y tornillos de las fracturas diafisarias del húmero ha sido el tratamiento mayoritariamente preferido hasta ahora. Con dicha técnica, las tasas de

consolidación han sido muy altas (entre el 95 y el 100%) y la función de hombro y codo también ha sido buena. Las tasas de infección han sido bajas (entre el 0 y el 4%, siendo las profundas más frecuentes en las fracturas abiertas). Además, las parálisis yatrogénicas asociadas del nervio radial han sido infrecuentes (entre el 0 y el 4%, la mayoría de ellas transitorias). La tasa de fracasos de la fijación está entre el 0 y el 5%, siendo la técnica quirúrgica inadecuada la responsable de la mayoría de dichos fracasos (síndrome de la placa corta) (Fig. 9).

Las principales desventajas publicadas de la fijación con placa son la necesidad de ampliar el abordaje, el riesgo de lesionar el nervio radial, la mala fijación en los huesos osteopénicos, la desvitalización de las partes blandas debida a la disección, la osteoporosis local y la refractura tras extraer el material de osteosíntesis. También se ha mencionado el riesgo de lesionar el nervio radial de forma yatrogénica en la cirugía de revisión de infecciones, pseudoartrosis o molestias producidas por el material. Ello se debe a la existencia de tejido cicatricial, sobre todo, cuando la placa ha sido colocada bajo el nervio. En un estudio se investigó esta cuestión, de forma que sus autores recomendaron la transposición del nervio radial lejos de la fractura mediante un nuevo abordaje quirúrgico que evite el contacto con el nervio radial (por el riesgo de lesionarlo)²⁰. Teniendo en cuenta que la transposición del nervio radial es una nueva técnica, hace falta investigar más a fondo el tema.

La introducción de tornillos de ángulo fijo ha cambiado algo la mentalidad referente al tratamiento de las fracturas metafisarias y diafisarias. En un estudio biomecánico de las tuercas de Schuhl, que fueron el primer dispositivo conocido de tornillos de ángulo fijo anclados a una placa de compresión estándar, se ha demostrado su superioridad con respecto a la fijación con tornillos estándar (que era máxima cuando había un defecto en la cortical cercana). El estudio también constató que con la placa había menos estrés. En otra publicación se constató que las tuercas de Schuhl eran útiles para el tratamiento de las pseudoartrosis difíciles. Ello se debe a que los cirujanos pueden colocar tornillos donde haya defectos corticales, mejorar el agarre en huesos osteoporóticos y crear un dispositivo de ángulo fijo²¹. En 41 de los 44 casos de pseudoartrosis difíciles publicados en ese estudio se logró la consolidación mediante dicho método.

Las placas de bloqueo recientemente desarrolladas parecen ser la siguiente generación de implantes de ángulo. Ello se debe a sus ventajas teóricas en la fijación de fracturas, sobre todo, en aquellas fracturas y pseudoartrosis con conminución, pérdida ósea u osteopenia. Algunas placas de bloqueo permiten colocar tornillos de bloqueo de ángulo fijo o tornillos estándar de cortical en cada uno de los orificios. Además, como la placa de bloqueo no está comprimida contra el hueso, ésta funcionará más bien como un fijador interno. De esa forma se minimizará la desvascularización y la osteoporosis local del hueso que esté situado por debajo de la placa. El añadir un tornillo de bloqueo a la placa aumenta la estabilidad axial a cada lado de la fractura en un 50% (según se ha observado en un estudio biomecánico realizado en un modelo de hueso

**TABLA 1
INDICACIONES DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO
DE LAS FRACTURAS DIAFISARIAS DE HÚMERO**

Lesión vascular
Grave lesión de partes blandas que impide la colocación de una ortesis (como por ejemplo, quemaduras)
Fracturas abiertas
Codo flotante
Fractura patológica
Politraumatismo
Traumatismo craneal asociado
Imposibilidad de lograr o mantener la reducción
Fracturas bilaterales diafisarias de húmero
Fractura diafisaria con extensión articular
Fractura segmentaria o muy conminuta
Lesión del nervio radial durante la reducción cerrada
Separación de los fragmentos óseos (distracción)
Lesión homolateral del plexo braquial
Obesidad mórbida
Paciente que no coopera o poco fiable



Figura 9. A. Radiografía preoperatoria de una fractura conminuta desplazada de diáfisis humeral con lesión completa de los nervios radial y mediano en un varón de 20 años. **B.** Radiografía postoperatoria del mismo paciente tras haber realizado una osteosíntesis con placa. Las mencionadas parálisis de los nervios radial y mediano se recuperaron totalmente.

osteoporótico). En un modelo de hueso cortical duro se ha demostrado que, con la misma carga axial realizada, las diferencias de estabilidad eran menores. En otro estudio realizado en un modelo osteopéxico se constató que la flexión AP, la flexión medio-lateral y la estabilidad rotatoria eran similares en la placa de compresión dinámica de contacto limitado y en la de compresión²². Sin embargo, la energía media hasta el fallo fue significativamente mayor en la placa de bloqueo a compresión. Teniendo en cuenta que la estabilidad axial del montaje con placa de bloqueo es mejor, para evitar pseudoartrosis el cirujano ortopédico debe evitar separaciones en el foco de fractura (evitando la estabilidad en distracción). Para conocer las indicaciones precisas de las placas de bloqueo en lugar de las placas estándar hay que investigar más a fondo el tema.

La carga de un húmero fijado con una placa en el paciente politraumatizado es una cuestión preocupante para los cirujanos ortopédicos. En un estudio de 83 fracturas de húmero tratadas con placa se hicieron tres grupos: uno con carga de peso (52%), otro sin carga (40%) y un tercero con carga transferida (8%). En dicho estudio se constató que la carga inmediata no tuvo efectos sobre las tasas de consolidación ni sobre las de pseudoartrosis¹⁸. Para disminuir (al menos en teoría) el momento de las fuerzas ejercidas a través de la placa, los pacientes utilizaron una plataforma colocada en su andador o en su bastón.

La fijación inmediata mediante placa en las fracturas abiertas del húmero es otro tema preocupante, puesto que implica una importante disección de las partes blandas en heridas ya comprometidas y contaminadas. En un estudio de 53 fracturas abiertas de diáfisis humeral, 46 fueron seguidas hasta su consolidación sin encontrar problemas de infección ni necesidad de cirugía posterior para lograr la consolidación ni parálisis yatrogénicas del nervio radial²³. Los autores de dicho estudio llegaron a la conclusión de

que la osteosíntesis inmediata con placa es el tratamiento de elección en las fracturas abiertas de diáfisis humeral tras haber realizado un desbridamiento agresivo.

El saber cuánta fijación es suficiente en las fracturas de diáfisis humeral es muy difícil. De hecho, la mayoría de los fracasos se deben a una fijación inadecuada. En un estudio biomecánico que valoró la resistencia de la fijación con placa en relación con el número de tornillos y la distancia entre ellos se observó que la estabilidad rotatoria estuvo relacionada con el número absoluto de tornillos que había cada lado de la fractura²⁴. Los autores de dicho estudio afirmaron que la flexión dependía de la distancia entre tornillos más que de su número absoluto. Así pues, las placas largas con tornillos colocados cerca y lejos del foco de fractura son las más estables. Aunque dicha lógica puede hacerse extensiva a las placas de bloqueo, harán falta más estudios biomecánicos para confirmarla.

Clavos Intramedulares

El interés del tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero mediante clavos intramedulares ha aumentado por los buenos resultados obtenidos con ellos en las fracturas de miembros inferiores. El enclavado intramedular es menos invasivo, produce menos desvascularización ósea y proporciona un mejor reparto de cargas que las placas.

En la primera serie publicada de enclavado intramedular de fracturas de húmero se utilizaron clavos flexibles. El porcentaje de pseudoartrosis de los diversos estudios que utilizaron dicho tipo de clavos en fracturas abiertas fue del 3% de pseudoartrosis, siendo del 1% la de parálisis del nervio radial y del 1% la de infecciones²⁵. En tres de los 32 pacientes que fueron tratados mediante clavos flexibles anterógrados hubo déficit en el hombro. Por otro lado, en tres de los 24 tratados de forma retrógrada hubo déficit en

el codo. Entre las desventajas de los clavos flexibles destacan su falta de control de la rotación, la imposibilidad de mantener la estabilidad axial en fracturas conminutas, su tendencia a emigrar (salida) y la necesidad de ortesis postoperatorias.

La aparición de los clavos cerrojados ha servido para ampliar las indicaciones del enclavado intramedular en las fracturas diafisarias del húmero. Sin embargo, las primeras publicaciones con clavos cerrojados dieron tasas elevadas de pseudoartrosis (de hasta el 33%) y frecuente dolor de hombro (en un 27-100% de las fracturas tratadas con clavos anterógrados). Los estudios con seguimiento adecuado han confirmado las mencionadas cifras de pseudoartrosis y dolor de hombro, aunque algunos autores han publicado una tasa de complicaciones similar a las de las placas. Concretamente, la incidencia de dolor de hombro disminuye cuando se utilizan abordajes retrógrados o acromiales anteriores en vez de los abordajes laterales que dividen al deltoides (Fig. 10).

Dolor de hombro

El dolor persistente de hombro puede aparecer tras el enclavado intramedular anterógrado de las fracturas diafisarias del húmero, posiblemente, en relación a la zona de entrada del manguito rotador. Se han descrito puntos de entrada anteriores y puntos laterales directos. El punto de entrada anterior utiliza el intervalo anatómico que hay entre el tercio medio y el tercio anterior del deltoides, de forma que el punto de entrada está bien centrado sobre el tendón del manguito rotador. Se piensa que dicho punto de entrada permite un abordaje lineal con respecto al canal humeral en los enclavados con clavos rectos, lo que producirá menos problemas de cicatrización de la incisión del manguito rotador. Desafortunadamente, el mencionado abordaje a la diáfisis humeral suele violar la parte superoexterna de la superficie articular, haciendo que puedan necesitarse hasta 6 meses para lograr una movilidad y función del hombro óptimas. Se ha constatado que la función del hombro es buena o excelente en el 90-100% de las fracturas diafisarias humerales tratadas mediante abordaje anterior. Además, no se conoce ningún estudio que haya publicado un alto porcentaje de dolor de hombro con dicho abordaje.

El punto de entrada lateral directo produce una división del deltoides, es decir, una incisión en el área próxima a la inserción del manguito rotador (la porción avascular). Ello puede hacer que el punto de entrada no esté en línea con el canal humeral. En un estudio de enclavado humeral anterógrado realizado en cadáveres se demostró que el abordaje anterior produce una pequeña incisión en la porción media del tendón del manguito rotador, alineada con el canal humeral. Los resultados clínicos de muchos artículos que han utilizado el abordaje acromial lateral han constatado que la función del hombro no es totalmente satisfactoria. Sin embargo, varios autores han publicado problemas en el hombro en el 17% de sus pacientes utilizando el punto de entrada lateral. Desafortunadamente, no todos los artículos de la bibliografía especifican qué abordaje han utilizado para realizar sus enclavados. No obstante, se ha observado un claro aumento del



Figura 10. Radiografía que muestra una fractura patológica de húmero fijada mediante un clavo intramedular.

dolor de hombro cuando los clavos anterógrados se dejan prominentes en cualquiera de los abordajes.

Otro factor relacionado con el dolor del hombro y el punto de entrada es la variabilidad de la forma del húmero proximal (Fig. 11). Cuanto más prominente sea la cabeza humeral, mayor será el área de lesión articular cuando se utiliza la vía anterior. Por desgracia, esta variable no ha sido estudiada. Por ello, es difícil de cuantificar de forma fiable a no ser que se hayan hecho unas buenas radiografías estándar.

Aunque el dolor de hombro es menor en los enclavados humerales retrógrados, todavía puede haber algunos casos que lo presenten. Esto puede deberse a una lesión de las ramas del nervio axilar que llevan una dirección proximal durante el enclavado proximal. Sin embargo, un estu-

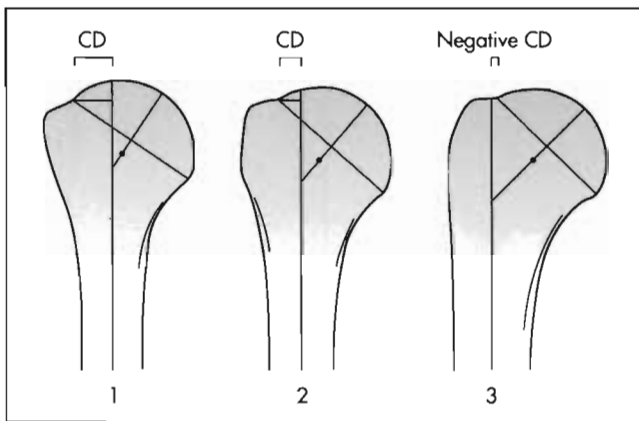


Figura 11. Imagen que muestra las diferentes formas del húmero proximal. Éstas conducen a variaciones en la colocación óptima de los clavos humerales (reproducido con autorización de Hertel R, Knothe U, Ballmer FT. *Geometry of the proximal humerus and implications for prosthetic design. J Shoulder Elbow Surg, 2002; 11: 331-338*). CD negativo.

dio prospectivo y realizado al azar que comparó el enclavado anterógrado y el retrógrado no demostró diferencias entre los dos abordajes con respecto al dolor de hombro.

Pseudoartrosis

Existen muchas causas de pseudoartrosis tras los enclavados humerales diafisarios. El húmero, normalmente, no es un hueso de carga, lo que hace que no existan fuerzas compresivas durante su uso en las fracturas. La ligera curvatura anterior y el estrechamiento de los centímetros terminales del canal humeral distal han hecho que muchos cirujanos dejen las fracturas diafisarias humerales en distracción cuando el clavo se impacta en dicha región estrecha. La mencionada distracción ha sido relacionada con pseudoartrosis en las fracturas diafisarias del húmero tratadas mediante clavo. En un estudio se ha constatado que la tasa de pseudoartrosis es menor en los politraumatizados que necesitan cargar sobre sus húmeros enclavados (en comparación con los que no lo hacen).

Un conocido sistema de enclavado intramedular ha permitido reducir la estabilidad rotatoria en los primeros 25-30° en las pruebas biomecánicas. Su rigidez frente a las cargas rotatorias es similar a la de otros clavos, aunque la rotación inicial es mucho más alta a causa de su diseño. En dicho diseño hay un tornillo proximal único y un orificio distal oval grande único para el cerrojo distal. Los clavos con dos tornillos de cerrojo proximales y distales no se comportan de igual forma en las pruebas rotatorias. Teniendo en cuenta que las fuerzas rotatorias del húmero son muy importantes, el mencionado cizallamiento rotatorio podría explicar algunas pseudoartrosis cuando se usan los diseños de clavos menos estables.

Las fracturas yatrogénicas también pueden ser causa de pseudoartrosis. La extensión de la fractura o las fracturas en el punto de entrada pueden producir inestabilidad del montaje y, por tanto, de la fractura, lo que puede acabar finalmente en una pseudoartrosis. También se ha estudiado la estabilidad de la fractura teniendo en cuenta las zonas de entrada proximales o distales. En un estudio rea-

lizado en cadáveres se ha demostrado que el enclavado intramedular desde el segmento corto al segmento largo mejora la estabilidad en el foco de fractura. Las fracturas originadas a nivel del istmo no fueron más estables, independientemente de que el enclavado fuera anterógrado o retrógrado.

Se ha publicado que el fresado del canal humeral no parece afectar a las tasas de consolidación^{26,27}. Sin embargo, el fresado del canal influye en la facilidad de insertar el clavo y, por tanto, en la facilidad de producir una fractura yatrogénica. Teniendo en cuenta que las fracturas yatrogénicas afectan a la estabilidad y, posiblemente, a las tasas de consolidación, el fresado puede afectar indirectamente a la consolidación. Además, el fresado puede prevenir que el clavo se atasque en el fragmento distal (en los enclavados anterógrados), disminuyendo, de esa forma, la probabilidad de una distracción persistente en el foco de fractura y, por tanto, de una pseudoartrosis. Entre las desventajas del fresado destacan la posible lesión térmica de los fresados agresivos y la lesión de la vascularización endóstica. Lo recomendable en caso de fresado es que éste sea limitado, puesto que un excesivo fresado del canal humeral puede producir complicaciones.

Otras complicaciones asociadas al enclavado humeral diafisario

En los enclavados retrógrados suelen ocurrir fracturas supracondíleas yatrogénicas y un aumento de la extensión de la fractura. Esto suele deberse a que el punto de entrada se hace en un hueso cortical denso, de forma que cualquier variación de la zona de entrada ideal o de la orientación del clavo puede romper la cortical supracondílea o el foco de fractura en el momento de la introducción del clavo. La inestabilidad del clavo puede producir una pseudoartrosis de la fractura o una fractura yatrogénica. Los autores de un estudio realizado en cadáveres demostraron que la alineación del húmero distal en 14 de los 20 casos estudiados era tal que lo aconsejable era colocar el punto de entrada del clavo en el borde superior de la fosa olecraneana (Fig. 12). En seis de los 20 cadáveres de dicho estudio, el punto de entrada ideal fue la metafisis distal. En otro estudio llevado a cabo en cadáveres se observó que el canal intramedular se prolongó hasta la fosa olecraneana en todos los casos analizados²⁸. Aunque las fracturas en el punto de entrada proximal durante el enclavado anterógrado son menos frecuentes, pueden ocurrir (sobre todo, si se utiliza un punto de entrada lateral). Se ha aconsejado no introducir los clavos humerales a golpe de martillo, sino, más bien, a mano (para evitar fracturas yatrogénicas). Cuando el clavo no pueda insertarse con facilidad, algunos autores aconsejan fresar más.

Las fracturas tardías en el punto de entrada diafisario humeral distal son problemáticas. También lo son las que ocurren a través de los orificios del cerrojo distal. En un estudio biomecánico se ha observado que la energía final hasta el fallo en rotación disminuye hasta el 18% con respecto al húmero normal cuando el punto de entrada se hace de forma retrógrada en el húmero distal. Sin embargo, otro estudio ha constatado que la disminución de la resistencia ósea es sólo del 11,1%. Para disminuir el riesgo de fractura yatrogénica es necesario hacer un orificio de

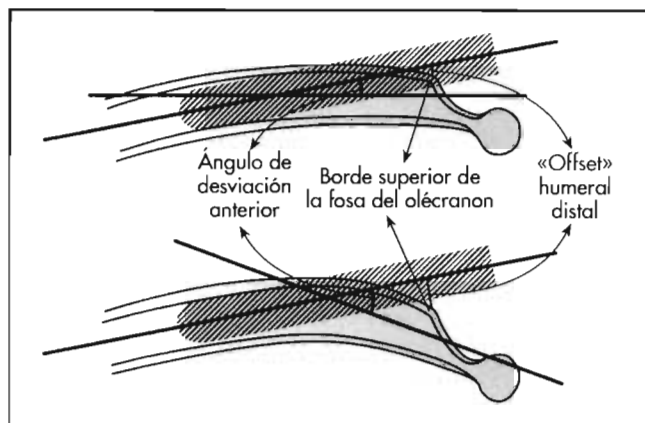


Figura 12. Dibujo en el que se muestran los puntos de entrada de los clavos humerales retrógrados en relación a las variaciones anatómicas del húmero distal (reproducido con autorización de Lin J, Hou SM, Inoue N, Chao EY, Hang YS. *Anatomic considerations of locked humeral nailing. Clin Orthop, 1999; M368: 247-254*).

entrada amplio. Por desgracia, esto disminuye la resistencia ante posibles lesiones futuras, pudiendo afectar a la decisión del cirujano de permitir una carga precoz de peso en la extremidad superior lesionada.

La parálisis del nervio radial relacionada con el fresado del canal humeral es un posible problema. En los pacientes sin parálisis preoperatoria se evitará una lesión nerviosa manteniendo una reducción anatómica cerrada durante el fresado y la colocación del clavo. También se puede evitar pasando la fresa sin rotación en las áreas de gran conminución. Una separación en el foco de fractura durante las reducciones cerradas suele indicar la existencia de tejido interpuesto, que podría ser de tipo nervioso. En tal circunstancia, podrá minimizarse una lesión nerviosa realizando una reducción abierta limitada y explorando el nervio. Si el nervio radial está lesionado en el preoperatorio, antes de llevar a cabo la fijación ósea habrá que explorarlo (independientemente de que se use un clavo o una placa). Para realizar un estudio de imagen preoperatorio del nervio radial pueden usarse la RM o la ecografía (en los casos en que se sospeche la existencia de un atrapamiento nervioso).

Las complicaciones relacionadas con la colocación de los tornillos de bloqueo son poco frecuentes, pudiendo ocurrir tanto con los proximales como con los distales. El cerrojo proximal en dirección anteroposterior puede lesionar el nervio axilar e, incluso, la arteria y vena axilares (si los tornillos hacen prominencia o si se atraviesa la cortical posterior con la broca). Dicho riesgo aumenta cuando se colocan los tornillos con el hombro en rotación interna máxima. En el bloqueo proximal en dirección lateromedial existe riesgo de lesionar el nervio axilar o sus ramas, sobre todo, con el orificio más distal de los dos proximales. La colocación anteroposterior del tornillo de cerrojo distal puede lesionar el nervio cutáneo antebraquial lateral, el nervio mediano o la arteria braquial. El cerrojo lateromedial puede lesionar el nervio radial y el nervio cutáneo antebraquial posterior. La disección para colocar el tornillo dis-

tal de delante hacia atrás debe realizarse lateral al tendón del bíceps. Las incisiones de todos los cerrojos distales deben hacerse bajo visión directa y no de forma percutánea.

Otra desventaja del enclavado intramedular se deriva de que si por cualquier razón hay que revisar la intervención, la recuperación del clavo lesionará de nuevo el manguito rotador, aumentando con ello el riesgo de dolor adicional de hombro.

Globalmente, los resultados del tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero mediante clavo intramedular no son tan satisfactorios como los de las osteosíntesis con placa. La disparidad de los resultados del tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero mediante clavo intramedular está relacionada con diversas variables, muchas de las cuales no han sido todavía documentadas en la bibliografía. Entre ellas destacan los puntos de entrada de los clavos anterógrados, la diversa anatomía del húmero proximal, el cerrojado estático o dinámico del clavo, si se fresa o no, el grado de distracción del foco de fractura y la experiencia del cirujano en los enclavados humerales diafisarios. Los autores de estudios que mencionan buenos resultados mediante el enclavado intramedular de las fracturas humerales suelen haber publicado artículos previos sobre dicho tema. Los estudios posteriores de los mismos autores suelen constatar una mejoría de los resultados relacionada con mejoras intraoperatorias y postoperatorias referentes al aprendizaje y la experiencia. Por lo tanto, podemos concluir que una de las variables más importantes es la experiencia del cirujano.

Clavos Intramedulares o placas

Las comparaciones biomecánicas entre clavos intramedulares y placas en carga axial han constatado que, en condiciones fisiológicas, existen pocas diferencias entre ellos. Cuando se les somete a cargas hasta el fallo, dichas cargas son un 50% mayores con los clavos que con las placas, lo cual es estadísticamente significativo. En otros estudios biomecánicos se ha observado que la rigidez frente a la flexión es mayor con los clavos intramedulares. Sin embargo, la rigidez rotatoria ha variado en los diferentes estudios (siempre que las osteosíntesis hayan sido rígidas, tanto con clavos como con placas).

Seis estudios han valorado los resultados del tratamiento mediante placa o mediante clavo intramedular cerrojado²⁹⁻³⁴ (Tabla 2). Tres de ellos fueron prospectivos y aleatorizados, siendo los otros tres retrospectivos. Cuatro de los estudios aconsejaron usar placas en vez de clavos a causa de la mayor tasa de complicaciones de los clavos. Un artículo mencionó que tanto las placas como los clavos son métodos fiables de estabilización de las fracturas. Sin embargo, otro artículo recomendó los clavos frente a las placas.

Aunque se han logrado importantes mejoras en los resultados mediante la utilización de clavos intramedulares en las fracturas diafisarias del húmero, las placas siguen ofreciendo, en general, mejores resultados cuando se consideran las tasas de pseudoartrosis, de reintervención y la función del hombro. Sin embargo, los clavos intramedulares son mejores que las placas en pacientes con fracturas patológicas o con riesgo de sufrirlas. Los pacientes poli-

TABLA 2
ESTUDIOS COMPARATIVOS DE PLACAS FRENTE A CLAVOS EN FRACTURAS
DIAFISARIAS DE HÚMERO

Autores (tipo de estudio)	Tratamiento	Número de pacientes	Número de pseudo-artrosis y consolidaciones viciosas	Número de infecciones	Parálisis del nervio radial	Número de problemas en hombro o codo	Cirugía adicional	Fracturas yatrogénicas
Chapman y cols. ²⁹ (prospectivo)	Placas	46	3/2	3 (profundas)	1 (transitoria)	0/4	No	0
	Clavos	38 (todos anterógrados)	2/1	0	2 (transitorias)	6/0	No	0
McCormack y cols. ³⁰ (prospectivo)	Placas	22	1/0	0	0	0/0	1	1
	Clavos	21 (13 anterógrados, 18 retrógrados)	2/0	1	3 (2 transitorias)	4/0	7	2
Bolano y cols. ³¹ (prospectivo)	Placas	14	1/ NC	NC	NC	1/NC	NC	NC
	Clavos	14	4/no	NC	NC	6/NC	NC	NC
Wagner y cols. ³² (retrospectivo)	Placas	17	0/0	0	1 (transitoria)	0/0	0	0
	Clavos	19 (todos anterógrados)	1/0	1 (superficial)	0	8/0	4	0
Meekers y cols. ³³ (retrospectivo)	Placas	80	0/0	0	4 (transitorias)	0/0	3	0
	Clavos	81 (8 anterógrados, 72 retrógrados)	12/0	0	4 (3 transitorias)	2/9	18	4 (*)
Linn ³⁴ (retrospectivo)	Placas	25	1/0	1	1 (transitoria)	0/0	9	0
	Clavos	48 (15 anterógrados, 33 retrógrados)	0/1	0	0	1/3	22	1
Total	Placas	204	6/2	4	7 (transitorias)	1/4	13	1
	Clavos	221	21/2	2	9 (7 transitorias)	21/12	51	7

(*) Tres de ellos fueron cambiados a fijación con placas a causa de la existencia de conminución. NC: no consta.

traumatizados o con gran conminución o con fracturas segmentarias se tratarán mejor mediante clavos intramedulares. La experiencia futura nos ayudará a ampliar las indicaciones de los clavos.

Fijación externa

La fijación externa no suele utilizarse para el tratamiento de las fracturas diafisarias del húmero puesto que suele presentar complicaciones frecuentes. Entre las indicaciones habitualmente aceptadas para la fijación externa de las fracturas diafisarias del húmero destacan: 1) las lesiones masivas de las partes blandas, 2) las lesiones óseas que no permitan utilizar ni placas ni clavos intramedulares, 3) su uso como medida temporal hasta realizar otra forma definitiva de osteosíntesis. En una amplia gama de indicaciones se han publicado buenos resultados con fijadores externos.

Lesiones del nervio radial

Las lesiones del nervio radial son el aspecto más preocupante del tratamiento de las fracturas diafisarias del húmero. Las tasas de recuperación en las lesiones nerviosas primarias (es decir, las relacionadas con la fractura) son altas (de hasta un 92%). Los resultados de la descompresión y reparación nerviosas son buenos (entre el 84,5 y el 100%). En las fracturas cerradas que no requieran intervención quirúrgica podrían ocurrir lesiones nerviosas adicionales cuando se lleva a cabo una exploración precoz. Por ello se aconseja que las lesiones nerviosas primarias sean sometidas a observación durante tres-cuatro meses. Si no hubiera evidencia de recuperación, ni clínica ni electromiográficamente, lo habitual sería explorar el nervio a los seis meses de la lesión. La excepción a la norma es la fractura diafisaria humeral abierta, puesto que en ella la incidencia de lesión del nervio radial es mayor. El algoritmo de tratamiento mencionado ha sido controvertido por el hecho de que no todas las lesiones del nervio radial se recuperan, de forma que la observación de las lesiones primarias durante tres-cuatro meses prolongaría la afectación neurológica. Además, el atrapamiento del nervio radial en el callo de fractura podría inhibir su recuperación o, al menos, hacer que su disección quirúrgica fuera más difícil.

En las lesiones nerviosas secundarias del nervio radial (es decir, las diagnosticadas después de la primera exploración del paciente) lo habitual es indicar la intervención quirúrgica. Suele aceptarse que el nervio está estirado o entre los fragmentos de la fractura, circunstancias ambas que pueden retrasar la regeneración nerviosa. Sin embargo, se ha constatado que las lesiones nerviosas secundarias pueden recuperarse sin una descompresión precoz.

Cuando la integridad del nervio radial se desconoce (es decir, en los pacientes que están intubados o sedados o en los que han sufrido un traumatismo craneoencefálico cerrado) o cuando hay una gran probabilidad de lesión del nervio radial por el tipo de fractura en cuestión, podrían utilizarse los potenciales somatosensoriales evocados mediante electromiografía continua (para monitorizar la posible lesión del nervio radial). En un estudio se ha observado que los cambios identificados durante la mencionada monitorización alteraron el tratamiento en tres de los

13 casos tratados mediante clavo intramedular³⁵. Sin embargo, no se identificaron neuropatías yatrogénicas del nervio radial. Para confirmar la utilidad de la técnica de monitorización mencionada hacen falta más estudios, puesto que su uso no sólo aumenta los costes sino también el tiempo de cirugía.

La ecografía se ha utilizado con éxito para el diagnóstico de atrapamientos, estiramientos o secciones del nervio radial. En un artículo se observó que la ecografía proporciona una información precisa con respecto a la compresión, atrapamiento o sección del nervio radial. En los nervios en los que se diagnosticó contusión mediante ecografía, la recuperación neurológica tuvo lugar en seis meses, sin intervención quirúrgica. La ecografía parece ser prometedora con respecto a la diferenciación entre contusión y lesión quirúrgica. Ello podría ayudarnos a realizar una intervención quirúrgica precoz para la recuperación neurológica en pacientes con lesiones quirúrgicas. Los autores de dicho estudio mencionaron la importancia de tener equipos de ecografía de alta calidad y la dificultad de la curva de aprendizaje de los radiólogos.

Durante el tratamiento quirúrgico de pacientes con fracturas diafisarias del húmero es importante cuidar el nervio radial tan pronto como el paciente haya sido anestesiado. La angulación posterior del húmero fracturado que no sea bien mantenida podría estirar el nervio radial junto con el resto de las partes blandas posteriores. Teniendo en cuenta que el tabique intermuscular lateral hace un efecto «tienda de campaña» con respecto al nervio, un ligero estiramiento podría producir una lesión transitoria del nervio radial.

Pseudoartrosis

Las pseudoartrosis de la diáfisis del húmero, normalmente, afectan a la función, sobre todo, en pacientes ancianos que ya previamente suelen tener alteraciones funcionales. Aunque se han obtenido buenos resultados con diversos métodos de tratamiento de las pseudoartrosis de la diáfisis humeral, el patrón oro sigue siendo la fijación con placa a compresión. Es habitual añadir injerto óseo durante la intervención, excepto en las pseudoartrosis hipertróficas. Las tasas de consolidación son del 83 al 100%, siendo los resultados funcionales habitualmente satisfactorios (76 a 90% de resultados buenos y excelentes).

Las pseudoartrosis diafisarias de húmero suelen asociarse a osteopenia por desuso y, muchas veces, a osteoporosis. Dicha circunstancia puede hacer difícil conseguir una buena estabilidad mediante las técnicas clásicas de compresión. Entre los materiales coadyuvantes que pueden usarse junto a las placas a tal fin destacan el polimetilmetacrilato, la colocación intramedular del peroné y las placas intramedulares. En un estudio realizado en cadáveres que comparó la resistencia a la salida mediante placas de compresión potenciadas con arandelas de Schuhli, placas de compresión estándar y placas de compresión potenciadas con polimetilmetacrilato no hubo diferencias entre el primer y el tercer tipo de fijación. Sin embargo, sí hubo diferencias entre los mencionados primer y tercer tipo de fijación con respecto al segundo (las placas estándar) a favor de aquéllos. Las arandelas de Schuhli y las pla-

cas actuales de bloqueo tienen la ventaja sobre el polimetilmetacrilato de no afectar a la consolidación ósea, sobre todo, cuando el cemento se sale y se coloca entre los fragmentos de fractura.

En un estudio de 27 pacientes tratados con placas de compresión con bloqueo por retardos de consolidación y pseudoartrosis de diáfisis humeral, se logró la consolidación en todos ellos³⁶. Dos de los pacientes necesitaron un segundo injerto óseo para lograr la consolidación. En un caso hubo una fractura por encima de la placa, aunque en ninguno de los pacientes mencionados hubo fallos de fijación.

El tratamiento de las pseudoartrosis tras enclavados intramedulares suele resultar más difícil. La situación habitual en las pseudoartrosis tras dichos enclavados es una importante pérdida ósea. Es decir, un nuevo enclavado podría empeorar dicha circunstancia aún más. El simple cambio de clavo en las pseudoartrosis tras enclavados intramedulares no suele dar buenos resultados. Sin embargo, la resección del foco de pseudoartrosis, junto con una buena estabilización con clavo más injerto óseo, suele mejorar dichos resultados.

En las pseudoartrosis diafisarias de húmero se han publicado altas tasas de consolidación mediante fijadores externos de Ilizarov y unilaterales. Sin embargo, la mayoría de los cirujanos ortopédicos usan los fijadores externos sólo en ciertas circunstancias como, por ejemplo, las pseudoartrosis infectadas o aquellas con gran afectación de las partes blandas circundantes.

RESUMEN

El objetivo del tratamiento de las fracturas proximales del húmero es lograr un hombro funcional e indoloro. El método ideal para conseguir dicho objetivo sigue siendo controvertido. El primer problema que suele haber es clasificar correctamente las fracturas. Es fundamental tener unas radiografías de buena calidad. A veces es necesario realizar también otros estudios de imagen. El tratamiento conservador suele dar buenos resultados en las fracturas del húmero proximal mínimamente desplazadas, en algunas impactadas en valgo y en aquéllas con dos fragmentos, sobre todo en pacientes con pocas demandas funcionales. Los resultados del tratamiento quirúrgico de las fracturas con dos fragmentos del húmero proximal suelen ser muy buenos. El tratamiento quirúrgico de las fracturas de tres fragmentos, normalmente, requiere una reducción abierta con fijación interna. Algunas fracturas de cuatro fragmentos, sobre todo las que ocurren en pacientes jóvenes, pueden tratarse mediante reducción abierta y fijación interna. La sustitución de la cabeza humeral (prótesis parcial de hombro) suele reservarse para algunas fracturas de tres fragmentos, para la mayoría de las de cuatro fragmentos y también para las fracturas-luxaciones que ocurren en pacientes ancianos.

La mayoría de las fracturas diafisarias del húmero puede tratarse de forma conservadora mediante ortesis funcionales. Cuando se realice un tratamiento quirúrgico, la osteosíntesis con placa suele dar los mejores resultados (junto con una menor probabilidad de futuras intervenciones quirúrgicas). Teniendo en cuenta que las técnicas y los implan-

tes siguen mejorando, los resultados de las placas, de los clavos intramedulares y de los fijadores externos para el tratamiento de las fracturas diafisarias del húmero mejorarán también.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Jarvinen M, Vuori I. Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finish persons: Sharp increase in 1970-1998 and alarming projections for a new millennium. *Acta Orthop Scand*, 2000; 71:465-470.
2. Lee SH, Dargent-Molina P, Breart G. Risk factors for fractures of the proximal humerus: Results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res*, 2002; 17:817-825.
3. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*, 2001; 72:365-371.
4. Neer CS II. Four-segment classification of proximal humeral fractures: Purpose and reliable use. *J Shoulder Elbow Surg*, 2002; 11:389-400. Este artículo proporciona una revisión de la historia de la clasificación de Neer y de su utilización para dirigir el tratamiento de las fracturas del húmero proximal. En él se analizan los problemas de la fiabilidad intraobservador y de la reproductibilidad interobservador de dicha clasificación. El autor del artículo destaca que la mencionada clasificación nunca tuvo como objetivo usar sólo las radiografías para decidir el tipo de fractura. Por el contrario, se dijo que los hallazgos intraoperatorios eran importantes para definir dichos tipos de fracturas según la citada clasificación. La clasificación en cuatro fragmentos sigue siendo válida por que cada uno de sus tipos tiene su historia natural, su pronóstico y su tratamiento. El autor del artículo revisa y actualiza las recomendaciones terapéuticas para cada uno de los tipos de fractura.
5. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*, 1997; 79:203-207.
6. Park TS, Choi IY, Kim YH, Park MR, Shon JH, Kim SI. A new suggestion for the treatment of minimally displaced fractures of the greater tuberosity of the proximal humerus. *Bull Hosp Jt Dis*, 1997; 56:171-176.
7. Court-Brown CM, Cattermole H, McQueen MM. Impacted valgus fracture (B1.1) of the proximal humerus: The results of non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Br*, 2002; 84:504-508. Este artículo describe un tipo frecuente de fractura del húmero proximal que suele ocurrir en pacientes ancianos. Es única con respecto a la clasificación de la AO y distinta a la de tres fragmentos de la clasificación de Neer por el hecho de que la cabeza humeral no está rotada. Los autores del artículo han valorado de forma retrospectiva 125 pacientes tratados sin cirugía. Al año de seguimiento lograron resultados buenos o excelentes en el 80,6% de los pacientes. El resultado dependió de la edad del paciente y del desplazamiento de la fractura. Los autores del artículo han sugerido que este tipo frecuente de fractura no requiere tratamiento quirúrgico.
8. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The translated two-part fracture of the proximal humerus: Epidemiology and outcome in the older patient. *J Bone Joint Surg Br*, 2002; 83:799-804.
9. Rowles DJ, McGrory JE. Percutaneous pinning of the proximal part of the humerus: An anatomic study. *J Bone Joint Surg Am*, 2001; 83:1685-1699.
10. Wheeler DL, Colville MR. Biomechanical comparison of intramedullary and percutaneous pin fixation for proximal humeral fracture fixation. *J Orthop Trauma*, 1997; 11:363-367.
11. Beredjikian PK, Iannotti JR, Norris TR, Williams GR. Operative treatment of malunion of a fracture of the proximal aspect of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*, 1998; 80:1484-1497.
12. Ruch DS, Glisson RR, Marr AW, Russell GB, Nunley JA. Fixation of three-part proximal humeral fractures: a biomechanical evaluation. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:36-40.
13. Wiggman AJ, Roolker W, Patt TW, Raaymakers EL, Marti RK. Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*, 2002; 84-A:1919-1925. Los autores de este artículo han valorado los resultados a medio y largo plazo de 60 fracturas de tres y cuatro fragmentos de húmero proximal. Las fracturas fueron fijadas mediante placas en T o median-

- te cerclaje de alambre. Tras un seguimiento medio de 10 años, el 87% de los pacientes tuvo resultados excelentes. Por el contrario, un 13% de los casos tuvo malos resultados. Veintidós pacientes (37%) desarrollaron osteonecrosis. De ellos, siete habían tenido fracturas-luxaciones con tres fragmentos, ocho con cuatro fragmentos y siete fracturas pero sin luxaciones. Globalmente, en el grupo de osteonecrosis hubo un 8% de resultados excelentes, un 68% de buenos resultados y un 23% de malos resultados (según el sistema de puntuación de Constant). La importancia clínica de este estudio reside en haber reconocido que la osteonecrosis no impide lograr resultados satisfactorios. Por lo tanto, en las fracturas-luxaciones de cuatro fragmentos en pacientes relativamente jóvenes es aconsejable realizar una fijación interna.
14. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Tornkvist H. Treatment of displaced proximal fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br*, 1997; 79:412-417.
 15. Misra A, Kapur R, Maffulli N. Complex proximal humeral fractures in adults: A systematic review of management. *Injury*, 2001; 32:363-372.
 16. Sarmiento A, Zagorski JB, Zych GA, Latta LL, Capps CA. Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am*, 2002; 82:478-486.
En este estudio se siguieron hasta su consolidación 620 de un total de 922 pacientes que habían sufrido una fractura de diáfisis humeral (465 cerradas, 155 abiertas). Los autores del artículo observaron que el 87% de las fracturas consolidó con menos de 16° de varo y que el 81% consolidó con menos de 16° de angulación. En 16 pacientes hubo pseudoartrosis (3%) y en el 98% hubo una limitación de 25° o menos de la movilidad tras retirar la ortesis.
 17. Fjalestad T, Stromsoe K, Salvesen P, Rostad B. Functional results of braced humeral diaphyseal fractures; Why do 38% lose external rotation of the shoulder? *Arch Orthop Trauma Surg*, 2000; 120:281-285. Los autores de este estudio han publicado que el tratamiento funcional con ortesis de 67 fracturas produjo un 8,9% de pseudoartrosis y un 38% de pérdida de rotación externa del hombro a causa de la contractura ósea y/o de partes blandas. Dichos autores concluyeron que la colocación precoz de una ortesis funcional podría mejorar los mencionados problemas de rotación
 18. Tingstad EM, Wolinsky PR, Shyr Y, Jonson KD. Effect of immediate weightbearing on plated fractures of the humeral shaft. *J Trauma*, 2000; 49:278-280.
En este estudio se trataron con placas 83 fracturas diafisarias de húmero: el 52% de ellas con carga total, el 8% con carga parcial y el 40% sin carga. Los autores del artículo lograron la consolidación en el 94% de los casos. Hubo dos pseudoartrosis en el grupo sin carga y tres en el grupo de carga total. Además, hubo 34% de parálisis primarias del nervio radial, así como un caso de parálisis transitoria yatrogénica de dicho nervio. Los autores del estudio han recomendado el uso de injerto óseo cuando haya más de un 50% de conminación cortical.
 19. Kreder HJ, Stephen DJG, Schemitsch EH, McKee MD, Williams JJ, Yun J. A population review of 7687 humerus fractures in adults: Determinants of outcome, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 11-13, 2002, Toronto, Ontario. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 2002. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota02/otapo/OTP02091.htm>. Visto el 13 de abril de 2005.
 20. Olarte CM, Darowish M, Ziran BH. Radial nerve transposition during humeral fracture fixation: Indications, technique, and results, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 11-13, 2002, Toronto, Ontario. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 2002. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota02/otapo/OTP02086.htm>. Visto el 14 de diciembre de 2004.
En cuatro pacientes con fracturas humerales y riesgo de pseudoartrosis o de nueva cirugía, los autores de este artículo llevaron a cabo una transposición del nervio radial a nivel del foco de fractura para evitar lesionarlo en caso de que fuera necesaria una nueva intervención. Se hicieron en total 12 transposiciones sin que hubiera ningún caso de lesión yatrogénica del nervio radial. De los tres pacientes que tuvieron una parálisis primaria dos se recuperaron totalmente, mientras que en uno quedó una ligera debilidad residual.
 21. Kassab SS, Mast JW, Mayo KA. Patients treated for nonunions with plate and screw fixation and adjunctive locking nuts. *Clin Orthop*, 1998; 347:86-92.
 22. Hak DJ. Comparison of the AO locking plate with the standard limited-contact dynamic compression plate (LC-DCP) for fixation of osteoporotic humeral shaft fractures, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 9-11, 2003, Salt Lake City, UT. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 2003. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota02/otapo/OTP03013.htm>. Visto el 14 de diciembre de 2004.
 23. Connolly S, Nair R, McKee MD, Waddell JP, Schemitsch EH. Immediate plate osteosíntesis of open fractures of the humeral shaft, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 22-24, 1999, Charlotte, NC. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 1999. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota02/otapo/OTP99012.htm>. Visto el 14 de diciembre de 2004.
 24. Tornkvist H, Eran TC, Schatzker J. The strength of plate fixation in relation to the number and spacing of bone screws. *J Orthop Trauma*, 1996; 10:204-208.
 25. Gregory PR, Sanders RW. Compression plating versus intramedullary fixation of humeral shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg*, 1997; 5:215-223.
 26. Achezar F, Whittle AP. Unreamed vs reamed interlocking nailing of humeral shaft fractures, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 17-19, Louisville, KY. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 1997. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota97/otapa/OTA97506.htm>. Visto el 14 de diciembre de 2004.
 27. Blum J, Runkel M, Rommens PM. Clinical experience with three different retrograde interlocking nailing systems for humeral shaft fractures, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 17-19, Louisville, KY. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 1997. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota97/otapa/OTA97505.htm>. Visto el 14 de diciembre de 2004.
 28. Bono CM, Levine R, Sabatino C, Tornetta P III. Dimensional análisis of the olecranon fossa in relation to retrograde humeral nail insertion, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 12-14, 2000, San Antonio, TX. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 2000. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota00/otapo/OTP00047.htm>. Visto el 14 de diciembre de 2004.
 29. Chapman JR, Henley MB, Agel J, Benca PJ. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: Intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:162-166.
 30. McCormack RG, Brien D, Buckley RE, McKee MD, Powell J, Schemitsch EH. Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Br*, 2000; 82:336-339.
 31. Bolano LE, Iaquineto JA, Vasicek V. Operative treatment of humerus shaft fractures: A prospective randomized study comparing intramedullary nailing with dynamic compression plating, en Final Program of the Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Orlando, FL, 1995. Rosemont, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1995.
 32. Wagner MS, Patterson BM, Wilber JH, Sontich JK. Comparison of outcomes for humeral diaphysis fractures treated with either closed intramedullary nailing or open reduction: Internal fixation using a dynamic compression plate in the multiple trauma patient, en Final Program of the Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Orlando, FL, 1995. Rosemont, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1995.
 33. Meekers FS, Broos PL. Operative treatment of humeral shaft fractures: The Leuven experience. *Acta Orthop Belg*, 2002; 68:462-470.
 34. Lin J. Treatment of humeral shaft fractures with humeral locked nail and comparison with plate fixation. *J Trauma* 1998;44:859-864.
 35. Mills WJ, Chapman JR, Robinson LR, Slimp JC. Somatosensory evoked potential monitoring during closed humeral nailing: A preliminary report. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:167-170.
 36. Ring DC, Kloen P, Kadzielski JJ, Helfet DL, Jupiter JB. Locking compression plates used for delayed unions and nonunions of the diaphyseal humerus, en Final Program of the Orthopaedic Trauma Association Annual Meeting, October 11-13, 2002, Toronto, Ontario. Rosemont, IL, Orthopaedic Trauma Association, 2002. Disponible en <http://www.hwb.org/ota/am/ota02/otapo/OTP02095.htm>. Visto el 13 de abril de 2005.
Veintisiete pacientes (edad media 69 años) con retardos de consolidación y pseudoartrosis de fracturas diafisarias de húmero fueron tratados mediante placas a compresión bloqueadas junto a injerto óseo o matriz ósea desmineralizada. En este estudio no hubo pérdidas de fijación, aunque dos pacientes requirieron de un segundo injerto óseo.

Fracturas diafisarias del cúbito y radio

Jaime J. Morales-de Cano y José A. Hernández-Hermoso

INTRODUCCIÓN

Los huesos del antebrazo cumplen un papel fundamental en la función de la extremidad superior. El cúbito y radio, junto con las dos articulaciones que forman entre ellos, la radiocubital proximal y la radiocubital distal, permiten gracias al movimiento de pronación y supinación, la adaptación de la mano a la prensión. Las fracturas de los huesos del antebrazo van a tener repercusiones importantes en el funcionamiento de la extremidad superior en su conjunto.

Estas fracturas merecen consideraciones diferentes si se tratan de fracturas en niños o adultos. Las fracturas diafisarias de los huesos del antebrazo en el niño son muy frecuentes y su pronóstico varía en función de la elección del tratamiento ortopédico como primera intención, y de las imperfecciones que queden y que pueden ser compensadas debido al gran potencial osteogénico del niño. El tratamiento de estas fracturas en el adulto está bien tipificado, pero el aumento de las llamadas fracturas complejas debidas a los accidentes de tráfico y accidentes laborales hace que se haya producido un incremento en el número de complicaciones (pseudoartrosis, fracturas iterativas, infecciones, etcétera).

El objetivo del tratamiento de las fracturas diafisarias de los huesos del antebrazo es conseguir restitución anatómica sin olvidar la posible asociación de lesiones en las articulaciones vecinas, radiocubital proximal y distal, que, si no se reparan adecuadamente, pueden ocasionar grandes desperfectos funcionales en la extremidad superior.

RECUERDO ANATÓMICO

Si observamos los huesos del antebrazo en la posición de supinación, es decir, con la palma de la mano hacia arriba, podemos ver que el radio y el cúbito están dispuestos paralelamente¹. El radio tiene tres partes bien diferenciadas:

- El cuello, oblicuo hacia abajo y dentro.
- El segmento medio, oblicuo hacia abajo y fuera.
- El segmento inferior, oblicuo hacia abajo y dentro.

Los segmentos medio y superior conforman la curvatura supinadora, mientras que los segmentos medio e inferior dan lugar a la curvatura pronadora. El eje común de ambas curvaturas pasa por el centro de las articulaciones radiocubitales proximal y distal, condición indispensable para que el radio pueda rotar alrededor del cúbito. Evidentemente, hay unos medios de unión en todo el trayecto que conforman ambos huesos: el ligamento anular de la articulación radiocubital proximal, la membrana interósea a lo largo de toda la diáfisis y el ligamento triangular en su articulación distal.

El radio y el cúbito constituyen el soporte funcional de la pronosupinación. Por definición, la pronosupinación es la rotación del antebrazo alrededor de su eje longitudinal (el radio gira en torno al cúbito). En ella intervienen las articulaciones radiocubital superior, perteneciente a la articulación del codo, y la radiocubital inferior autónoma con respecto a la radio-carpiana. La pronosupinación es imprescindible para poder utilizar de modo óptimo el miembro superior, ya que permite controlar la postura de la mano en la prensión. Tal control es una condición necesaria y suficiente no sólo para que la mano se sitúe correctamente en el espacio para poder coger los objetos, sino también para que pueda hacer otras funciones como atornillar o girar una llave. Para evaluar los movimientos de pronosupinación, al hacer el examen clínico del paciente, el codo debe estar flexionado a 90°, con el fin de eliminar los movimientos de rotación del hombro que completan la rotación del antebrazo cuando el codo está extendido.

Se define la supinación como la posición de la mano con la palma hacia arriba y la pronación como la posición opuesta, con el pulgar hacia abajo. Ésta es la posición de referencia para el estudio del movimiento. Según una convención internacional, la amplitud medida con el codo flexionado a 60° se expresa con la siguiente fórmula: 0/sup. max./pron. max., es decir, 0/0/180° para una amplitud normal. A partir de una posición intermedia, la mano con el pulgar hacia arriba, la amplitud de supinación es de 90° y la pronación tiene una amplitud máxima de 85° debido a la configuración anatómica cruzada de los huesos en esa posición.

Cuando a la pronosupinación se la agrega la rotación del hombro, con el codo extendido alcanza una amplitud de 130°.

Cada uno de los movimientos del antebrazo (pronaación y supinación) precisa de dos músculos que se encargan de realizarlo. En el caso de supinación, el bíceps actúa en el vértice de la curvatura supinadora, mientras que el supinador corto es el encargado de desenrollar el radio. En la pronación, el pronador redondo actúa en el vértice la curvatura pronadora y el pronador cuadrado es el que desenrolla el cúbito.

Los músculos supinadores están inervados por el nervio radial y el musculocutáneo, mientras que los pronadores reciben la inervación del nervio mediano.

Todo lo expuesto nos permite comprender la importancia de restaurar la anatomía del antebrazo en los casos de fracturas del cúbito y radio, ya que una alteración de su anatomía puede acarrear grandes déficit funcionales. Recordemos que la rigidez en pronación puede compensarse en cierta medida con la abducción del hombro, pero la rigidez en supinación no puede tener compensación.

FRACTURAS DEL ANTEBRAZO

Para realizar la descripción de la clínica y el tratamiento de las fracturas del antebrazo dividiremos estas fracturas en tres grupos, por las consideraciones especiales que cada uno de ellos merece:

- Fracturas del cúbito y radio en el adulto.
- Fracturas del cúbito y radio en el niño.
- Fractura-luxación del antebrazo.

FRACTURAS DEL ADULTO

Fracturas diafisarias no complicadas de los dos huesos del antebrazo

El diagnóstico de este tipo de fracturas se realiza fácilmente en el área de urgencias, al observar la impotencia funcional y la deformación del antebrazo del paciente. Esta observación nos obliga a realizar un estudio radiográfico del antebrazo en el que nunca debemos omitir la articulación del codo y de la muñeca.

Las imágenes radiográficas típicas del desplazamiento, descritas por Campbell, son:

- Cuando la línea de la fractura se sitúa por encima de la inserción del pronador redondo se observa un desplazamiento en supinación del fragmento del radio, mientras que los fragmentos distales del radio y del cúbito se disponen en pronación.
- Cuando la fractura es distal con respecto a la inserción del pronador redondo, el fragmento proximal del radio se coloca en posición intermedia por el equilibrio entre la acción de los supinadores y los pronadores, mientras que el fragmento distal radial queda en pronación.

De todas formas, al realizar las radiografías suele existir una gran dificultad técnica debida a la impotencia funcional que presenta el paciente. Esto hace difícil poder describir correctamente la fractura, e incluso percibir si existe una conminución en el foco de fractura. La falta de movi-

lización del antebrazo dificulta también el estudio de las articulaciones radiocubitales superior e inferior.

No podemos olvidar completar la evaluación del paciente buscando:

- Lesiones nerviosas asociadas, especialmente, las lesiones del nervio radial, difíciles de evaluar en urgencias.
- Lesiones asociadas en la mano y en el resto del miembro superior, especialmente fracturas.

Tratamiento

Las fracturas no desplazadas del cúbito y radio en el adulto pueden ser tratadas mediante una simple inmovilización con un vendaje de yeso braquiopalmar, desde la axila hasta las articulaciones metacarpofalángicas. Este yeso se coloca con una flexión de 90° del codo y en posición neutra de la pronosupinación. En estos casos tenemos que realizar un seguimiento radiográfico muy estricto del paciente, controlando la posibilidad de un desplazamiento secundario.

La mayoría de las fracturas del antebrazo se suelen presentar con el desplazamiento de los fragmentos. Esto se debe a que la fuerza que produce la fractura de ambos huesos suele ser tan importante que difícilmente permite que no se desplacen. La posibilidad de realizar una reducción a cielo cerrado de los fragmentos e inmovilización con yeso, aunque es posible y se hace mención en la bibliografía, es un tanto remota. En estos casos es difícil la reducción y, mucho más, mantenerla.

El tratamiento de este tipo de fracturas es indudablemente quirúrgico, realizando una reducción a cielo abierto y osteosíntesis de las fracturas. El objetivo de la intervención es lograr una restitución anatómica mediante una osteosíntesis sólida a fin de posibilitar una recuperación precoz de la pronosupinación. El tratamiento ortopédico no tiene cabida en el marco de las fracturas del adulto.

La mayoría de los autores aceptan la utilización de la síntesis por placa en este tipo de fracturas^{2,3,4} (Fig. 1). Esta osteosíntesis se realiza mediante dos vías de abordaje separadas después de haber realizado la isquemia de la extremidad afectada mediante un torniquete neumático. Primero se reduce y se fija el radio, realizando la incisión en la línea que une el epicóndilo con la estiloides radial. Hay que tener en cuenta el riesgo de lesionar la rama motora posterior del radial en el abordaje del tercio proximal. Para acceder al tercio distal del radio es más práctica la vía de abordaje anterior de Henry, que preserva el riesgo de lesionar la rama sensitiva del nervio radial. La reducción de la fractura debe ser anatómica, es decir, reducción exacta de los fragmentos, fijando eventualmente los mismos y, especialmente, el tercer fragmento, que es tan frecuente, con las pinzas reductoras. La osteosíntesis debe llevar, como mínimo, tres tornillos corticales a cada lado del foco de fractura (Fig. 2). Hay que recordar la regla clásica de no cerrar la aponeurosis al final de la intervención, con el fin de evitar el riesgo de producir un síndrome de Volkmann.

Algunos autores han propuesto realizar una osteosíntesis de las fracturas de cúbito y radio mediante la colocación de alambres centromedulares. En estos casos, el punto de entrada es el olécranon en el cúbito y la apófisis estiloides en el radio. Como ya veremos más adelante, esta técnica



Figura 1. Paciente varón de 19 años intervenido por presentar una fractura diafisaria del cúbito y del radio izquierdo con osteosíntesis con sendas placas de media caña de seis y siete tornillos.



Figura 2. Paciente varón de 42 años tratado con placa atornillada por presentar fractura diafisaria del cúbito y del radio con placa de cinco tornillos insuficiente.

puede tener indicación en algunas fracturas complejas, pero no creemos que sea la más adecuada para conseguir una reducción anatómica de los huesos del antebrazo, especialmente porque no controla la rotación de estos huesos.

El protocolo postoperatorio sigue siendo motivo de controversias, en cuanto a la conveniencia o no de mantener el miembro enyesado. Siempre tenemos que realizar una reeducación precoz de la pronosupinación, pero tenemos que distinguir dos situaciones:

- En los casos en los que se realiza una reducción anatómica y no existe un tercer fragmento ni conminución de la fractura, podemos colocar una férula de yeso o una ortesis.
- En los casos en los que se consigue una reducción anatómica pero existe un tercer fragmento o conminución, colocaremos un yeso braquiopalmar durante un tiempo comprendido entre 30 ó 45 días.

Fracturas diafisarias complejas del adulto

En los últimos años se ha observado un importante aumento de fracturas conminutas con o sin pérdida ósea, generalmente abiertas, asociadas a lesiones vasculares y

nerviosas, ya sea por el incremento de los accidentes de tráfico, accidentes laborales o lesiones por arma de fuego. Este tipo de lesiones no sólo ponen en peligro el pronóstico funcional, sino que además amenazan la integridad de la extremidad. Generalmente, la evaluación preoperatoria se realiza en la sala de operaciones. Es imprescindible realizar radiografías en tracción, al mismo tiempo que tenemos que evaluar los otros segmentos de la extremidad (carpo, falanges, húmero). Después de limpiar las zonas cutáneas y musculares condenadas a la necrosis, se deberá valorar el estado de los ejes vasculonerviosos. De esta evaluación se deducirá la estrategia terapéutica inmediata y la de los tiempos secundarios⁵.

Hay dos medidas de urgencia prioritarias:

- En caso de isquemia de la mano, restablecer la continuidad de los ejes vasculares.
- Tenemos que dejar el esqueleto cubierto por la piel.

Según los casos y el estado de las partes blandas, la estabilización de las fracturas se realizará mediante fijador externo o mediante alambres centromedulares. Aun así, algunos autores consideran que, teniendo en cuenta el riesgo séptico, la estabilización de urgencias de estas fractu-

ras es mejor realizarla mediante la colocación de un vendaje de yeso y, posteriormente, en un segundo tiempo, realizar una osteosíntesis con placa. Nosotros somos partidarios de realizar la estabilización de urgencia, ya que una manera de evitar o disminuir el riesgo séptico consiste precisamente en la estabilización precoz de la fractura. En el adulto está muy indicada la colocación de un alambre centromedular. Pero no cabe duda que la solución más segura es la colocación de fijador externo.

Los tiempos secundarios consisten en restaurar la continuidad nerviosa y hacer injertos donde se haya perdido sustancia ósea⁶.

Hay que tener en cuenta que este tipo de lesiones tiene un alto índice de complicaciones, no sólo precoces como la infección o las necrosis cutáneas, sino tardías como las pseudoartrosis, callos viciosos y sinostosis.

Complicaciones en las fracturas diafisarias del antebrazo del adulto

Pseudoartrosis y retardo de consolidación

La pseudoartrosis y el retardo de consolidación representan entre el 3 y el 10% de las complicaciones. Anderson refiere una incidencia de 2,7% de pseudoartrosis sobre una serie de 330 fracturas diafisarias de cúbito y radio⁴. Las causas que influyen son:

- La existencia de una conminución en el foco de fractura y la existencia de un tercer fragmento.
- El tipo de material de osteosíntesis. El alambre centromedular da más problemas de consolidación en los adultos.
- La técnica de síntesis con placas incorrecta, colocando dos tornillos a cada lado del foco.

Para prevenir estos problemas tenemos que utilizar placas lo suficientemente largas para poner los tres tornillos corticales a cada lado de la fractura y, posteriormente, colocaremos el yeso cerrado una semana después.

El tratamiento de la pseudoartrosis precisa de un cambio del material de osteosíntesis utilizado, así como la colocación de injerto corticoesponjoso en el foco de la pseudoartrosis^{7,8,9}.

En algunos casos podemos encontrar una rotura de la placa de osteosíntesis, signo evidente de la existencia de pseudoartrosis, y fracturas iterativas tras una retirada demasiado precoz del material.

En los casos de pseudoartrosis séptica, propias de las fracturas complejas, el tratamiento precisa, en un primer tiempo, la retirada del material de síntesis con colocación de un fijador externo, limpieza del material séptico y desvitalizado y cobertura de la fractura. Todo esto está asociado al tratamiento antibiótico específico según el germen. En un segundo tiempo tendremos que colocar injertos corticoesponjosos.

Complicaciones nerviosas

La incidencia de complicaciones nerviosas también varían según los autores, entre un 2 y un 10% de los casos. El nervio más afectado suele ser el radial en el 90% de los casos, bien sea la rama motora posterior o la rama sensitiva anterior. Estas lesiones, difíciles de valorar de urgen-

cias, suelen deberse al abordaje quirúrgico del radio, ya sea en el tercio proximal (rama motora posterior) o en el tercio distal (rama sensitiva anterior). Normalmente, se suelen tratar de neuropraxias que se suelen recuperar en unos tres meses. Evidentemente, la mejor manera de prevenir estas lesiones consiste en identificar estas ramas nerviosas cuando realizamos los abordajes quirúrgicos¹⁰.

Síndrome de Volkmann

No cabe duda que la complicación precoz más importante que puede aparecer en el postoperatorio inmediato en estas fracturas es la aparición del síndrome de Volkmann. Aunque existen cifras muy distintas en las publicaciones, siempre que aparece este síndrome se asocian a la fractura de ambos huesos del antebrazo. Como medidas preventivas para evitar la aparición del síndrome de Volkmann, tenemos que tener en cuenta:

- No cerrar las aponeurosis al practicar la síntesis quirúrgica e instalar un drenaje.
- Durante los primeros días, colocar una férula de yeso, el yeso cerrado lo podremos colocar al octavo día.
- Control estricto del trofismo, movilidad, sensibilidad y coloración de los dedos de la mano en el postoperatorio inmediato.
- Ante la sospecha del síndrome de Volkmann hay que realizar una aponeurotomía anterior rápidamente.

Las infecciones

Tanto en las fracturas abiertas como en las fracturas cerradas que requieren un tratamiento abierto con reducción y osteosíntesis de la fractura, existe un riesgo de infección. En el primer caso, es decir, en las fracturas abiertas, esta complicación se dispara mucho y en series como la de Stern⁹ presentan una incidencia del 3,1% de infecciones. Hay que aclarar que se tratan de fracturas con gran afectación de partes blandas. Sin embargo, la incidencia de infecciones en fracturas cerradas tratadas con osteosíntesis, la infección se presenta en un 2% y, de éstos, sólo el 1% precisa una reintervención.

La sinostosis

La sinostosis consiste en la aparición de un puente óseo de la membrana interósea que bloquea la pronosupinación. Normalmente se sitúa en el tercio medio o proximal del antebrazo.

Los factores que favorecen la existencia de una sinostosis son: que la fractura de ambos huesos sea al mismo nivel y que exista una lesión de la membrana interósea, desgarrada por el desplazamiento de los fragmentos. También favorecen las sinostosis las fracturas complejas y la existencia de un traumatismo craneoencefálico. Por último, también la osteosíntesis con placas favorece las sinostosis, pero por errores en su técnica, como:

- Exposición del foco demasiado dislacerante.
- Uso de brocas muy largas.
- Colocación de tornillos muy largos.

El tratamiento de las sinostosis es complejo. Tenemos que esperar un año desde la fractura y realizar una gammagrafía ósea para comprobar que ha madurado la osifi-

cación. Si intentamos quitar la sinostosis, aun con actividad osteoblástica, volverá a formarse y no habremos ganado nada. La indicación quirúrgica viene condicionada por la dificultad funcional que tiene el paciente y por la posición de la rigidez. Nosotros pensamos, y en esto coincidimos con Condamine, que una sinostosis que condicione una rigidez en posición intermedia y bien tolerada no debe ser intervenida¹¹.

La resección de la sinostosis es más compleja técnicamente cuanto más proximal esté situada. En algunos casos es conveniente interponer músculo, aunque irremediablemente hay una recidiva de entre el 30 y el 50% de los casos.

Callos viciosos

Cada vez son menos frecuentes con la utilización de osteosíntesis con placas. Su incidencia es notable en el uso de los fijadores externos y en las fracturas de los niños.

FRACTURAS DIAFISARIAS DE LOS HUESOS DEL ANTEBRAZO EN LOS NIÑOS

Las fracturas del antebrazo son más frecuentes en niños que en adultos. Su incidencia, según Rigault, representa entre el 3 y el 7% de todas las fracturas de los niños. Son más frecuentes en los varones que en las mujeres y según la edad hay dos picos: entre los cinco y ocho años, y entre los 12 y 14 años^{12, 13, 14, 15}. La fractura se produce por dos mecanismos:

- Caída del niño desde su altura.
- Accidente deportivo o caída de la bicicleta.

En términos generales, el resultado funcional de estas fracturas es muy satisfactorio, pero el análisis de la movilidad muestra un índice de deficiencias bastante considerable, especialmente, en lo referido a la pronosupinación. Por ello hay que prestar mucha atención al tratamiento.

El diagnóstico no suele plantear problemas y normalmente viene dado por:

- Anamnesis (caída o accidente deportivo).
- Impotencia funcional del miembro superior.
- Deformación característica del antebrazo.

Sin embargo, en algunas ocasiones no se produce un desplazamiento de los fragmentos o, si existe, es mínimo y, por lo tanto, no se aprecia la deformación. En estos casos tenemos que buscar puntos dolorosos a la presión y valorar las zonas en la que se aprecie un edema. No debemos olvidar valorar si existe una lesión de la rama sensitiva posterior del nervio radial.

Aun así, el diagnóstico lo tenemos que confirmar con una radiografía del antebrazo, que debe abarcar desde el codo a la muñeca, y otra del antebrazo contralateral.

Formas clínicas

El análisis se realizará según la localización y el desplazamiento de la fractura.

Según la localización

Teniendo en cuenta que las deformaciones por mala reducción tienden a corregirse, la mayoría de los autores diferencian tres zonas de fractura: tercio inferior, tercio

medio y tercio superior. Cuanto más distal es la fractura, más podrá corregirse un defecto con el crecimiento. Sin embargo, hay autores que consideran que las fracturas se individualizan según estén localizadas en el cuarto inferior o en el resto de la diáfisis. Esto se debe a que las fracturas en el cuarto distal y poco o nada desplazadas son las más frecuentes, y que las imperfecciones de reducción sólo pueden corregirse en la zona distal.

Para completar esta clasificación tenemos que tener en cuenta que los efectos en la corrección de las desviaciones dependen también de la edad de los niños. En los menores de 10 años, el efecto de corrección es muy manifiesto, en los mayores de 10 años no tarda en desaparecer.

Según el desplazamiento

1. *Fracturas poco desplazadas o sin desplazamiento.* El ejemplo básico es la fractura en tallo verde, que consiste en una fractura completa subperióstica sin pérdida de contacto y con una fuerte angulación. También son frecuentes las fracturas en rodete del tercio distal del radio. Todas estas fracturas son muy habituales y tienen un excelente pronóstico.
2. *Fracturas desplazadas.* Tenemos que distinguir las fracturas transversales simples, con un desplazamiento limitado, de las fracturas con gran desplazamiento de ambos huesos, cuya gravedad reside en la dificultad de reducción, la inestabilidad y el riesgo de que se produzca un callo vicioso.

Tratamiento

En la gran mayoría de estas fracturas, el tratamiento es de tipo ortopédico. Como en las fracturas de los adultos, el tratamiento está encaminado a conseguir una restitución anatómica de los huesos del antebrazo y, más particularmente, la curvatura pronadora del radio.

Las fracturas sin desplazamiento o escasamente desplazadas deben inmovilizarse con un yeso braquiopalmar¹³.

En las fracturas de tallo verde, si la angulación es pequeña y el niño tiene menos de siete años, no es necesaria la reducción. Pero cuando la angulación es mayor de 30° en niños pequeños o de 15° en niños mayores, hay que realizar maniobras de reducción. Para ello debemos hacer una maniobra de reducción invirtiendo la deformidad. Tenemos que tener la precaución de no desprender los fragmentos óseos en contacto. Por lo general se utiliza anestesia general con sedación.

Para reducir las fracturas desplazadas, la anestesia general es obligatoria. Mientras se practica una tracción axial, se manipulan los focos directamente, controlando la reducción en los tres planos del espacio, primero con el amplificador de imágenes en el quirófano y, al acabar, con una radiografía de control.

El yeso braquiopalmar se colocará con el codo en ángulo recto y la muñeca en la posición de reducción. Es muy importante que los controles postoperatorios durante las primeras semanas sean especialmente cuidadosos:

- Control neurológico del miembro superior sobrellevado, para detectar un eventual síndrome de Volkmann.

- Control radiológico semanal de la fractura para detectar un desplazamiento secundario en el yeso, especialmente en los casos en los que costó la reducción, la fractura era inestable o existía un gran desplazamiento.

Teniendo en cuenta que se tratan de fracturas en huesos largos con cortical delgada, la inmovilización debe ser de 45 días.

En los niños, la indicación de un tratamiento quirúrgico sólo se indicará de entrada en las fracturas irreductibles que, de hecho, son poco frecuentes (fracturas con un gran desplazamiento o fracturas de uno de los huesos a nivel del tercio superior). En cambio, cuando fracasa la reducción ortopédica, circunstancia que sucede en un 15 ó 20% de los casos, puede utilizarse una osteosíntesis con placa atornillada, aunque muchos autores proponen el uso de los alambre centromedulares^{12, 14, 15} (Fig. 3).

Complicaciones

Complicaciones Inmediatas

El síndrome de Volkmann es, sin lugar a duda, la complicación más temida, que aumenta cuando el foco pre-

senta un fuerte desplazamiento y se hacen grandes manipulaciones para obtener la reducción. La mejor manera de prevenir dicho síndrome consiste en poner gran esmero en la confección del yeso, que luego deberá ser abierto, y en hacer controles muy cuidadosos.

Otras complicaciones son los desplazamientos secundarios en el yeso, que ya hemos comentado, y por esta razón tenemos que hacer controles radiográficos semanales.

Complicaciones secundarias

Fracturas iterativas. Son propias del niño, con una frecuencia del 2 al 5% según las series. En la mayoría de los casos, la causa es haber dejado una inmovilización poco tiempo. Cuando vuelve a producirse una fractura, evidentemente, el tratamiento es quirúrgico bien sea con alambres o con placa¹⁶.

Pseudartrosis. Son excepcionales en los niños y se deben a fracturas ampliamente abiertas o errores técnicos en el tratamiento ortopédico o quirúrgico.

Callos viciosos. El tratamiento de las fracturas de ambos huesos del antebrazo, en general, da unos resultados muy aceptables, pero es cierto que en algunos casos el análisis



Figura 3. A. Mujer de 13 años que presentaba una fractura diafisaria del radio. **B.** Tratamiento con enclavado centromedular con aguja de Kirschner.

de la movilidad conduce a deficiencias en la pronosupinación. Pero estas pérdidas se compensan bien y no suelen conllevar una dificultad funcional en el niño. El problema se plantea en los defectos de callos rotacionales que no se corrigen con el crecimiento, de ahí su importancia. El crecimiento del niño remodela y corrige el 90% de defectos de reducción en bayoneta, pero no corrige deformaciones angulares superiores a 20°, que siempre darán lugar a una deficiencia funcional.

La cirugía correctiva se emplea excepcionalmente en niños mayores de 10 años cuya deformación (mayor de 20°) ha destruido por completo la curvatura pronadora, y se asocia a una rotación que puede dislocar la articulación radiocubital inferior. Como es obvio, la cirugía sólo se indica si el niño tiene una gran dificultad funcional^{17, 18}.

Las sinostosis. Son infrecuentes en los niños. La incidencia de fracturas en la zona proximal es muy baja, mientras que la fractura-luxación de Monteggia es de un 5,7%. Los factores que favorecen la aparición de una sinostosis son: la gravedad de la fractura, la persistencia del desplazamiento del foco de más de 0,5 mm, las reducciones repetidas y la cirugía a cielo abierto. La resección del puente óseo no debe practicarse hasta pasado el año de la intervención. Aun así, presentan muchas recidivas debido al gran potencial osteogénico que presentan los niños.

FRACTURAS-LUXACIONES DEL ANTEBRAZO

Las fracturas aisladas del radio o el cúbito son excepcionales. Por lo general, se trata de una fractura del cúbito asociada a una luxación de la cabeza del radio (Monteggia) o de una fractura del radio asociada a un compromiso de la articulación radiocubital distal (fractura-luxación de Galeazzi). Hay que decir que ante toda fractura de un solo hueso del antebrazo tenemos que realizar una radiografía del codo y de la muñeca, especialmente un perfil estricto del codo.

Fractura-luxación de Monteggia

Estas lesiones fueron descritas por Monteggia en 1815 y consisten en la asociación de una fractura (generalmente del tercio proximal del cúbito) con una luxación de la cabeza del radio. Se debe a un traumatismo directo que fractura el cúbito y después afecta a la región radial, con rotura de los ligamentos de la articulación radiocubital proximal. Si dichos ligamentos resisten, se produce una fractura de la cabeza radial¹⁹⁻²⁶.

El mecanismo más frecuente es el indirecto, por caída hacia delante con el codo flexionado y el brazo en pronación. La luxación se produce después de la fractura. Bado, en 1959¹⁹, propuso clasificar estas lesiones dependiendo de la luxación de la cabeza radial: hacia delante, hacia atrás y hacia el lado.

Trillat propuso una clasificación según la fractura cubital:

- Grado I: fractura diafisaria cubital y luxación anterior.
- Grado II y III: fracturas metafiso-diafisaria proximal y luxación radial. Éstas son las más graves.

El diagnóstico inmediato no suele plantear problemas, siempre y cuando podamos realizar una radiografía del codo en un perfil estricto y, sobre todo, en los niños, en los que pasa desapercibida la luxación radial en muchos casos.

El tratamiento de las fracturas-luxaciones de Monteggia pasa por la reducción de la fractura del cúbito, hecho que lleva parejo la reducción de la luxación radial. Esta maniobra siempre hemos de realizarla bajo el intensificador de imágenes. La síntesis del cúbito se debe realizar con una placa en el mismo tal y como ya hemos explicado en las fracturas del adulto²⁵. En los niños, si conseguimos la reducción, ésta se mantiene inmovilizada durante unos 45 a 60 días con yeso braquiopalmar^{23, 24}. A veces es preciso realizar la inmovilización en supinación para mantener la reducción de la cabeza radial. Si una vez reducida la fractura cubital no podemos reducir la luxación de la cabeza radial, tenemos que revisar la articulación radiocubital distal y eliminar el obstáculo que exista. Resecar la cabeza del radio es una equivocación que sólo conllevará complicaciones.

Las complicaciones son frecuentes. Las más importantes son las lesiones nerviosas y, especialmente, del nervio radial, aunque también pueden afectarse el mediano y el cubital. La evolución de estas lesiones requiere un seguimiento electromiográfico pero, en general, suelen recuperarse espontáneamente. En el caso de no existir una mejoría a los tres meses, está indicada una exploración quirúrgica. Las complicaciones debidas a la existencia de un callo vicioso del cúbito, a las osificaciones periarticula-

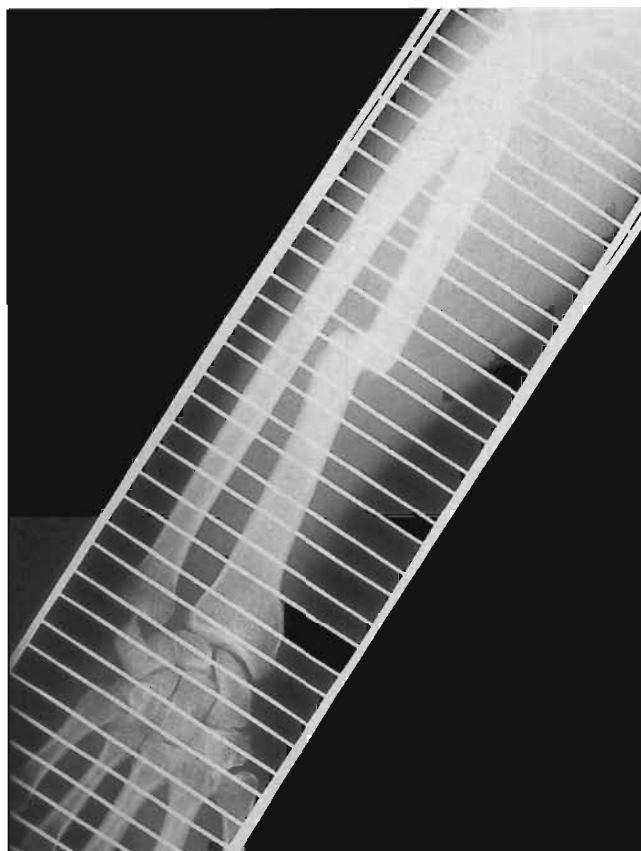


Figura 4. Fractura-luxación de Galeazzi con fractura diafisaria del radio y luxación distal del cúbito.



Figura 5. A. Mujer de 36 años que presenta una fractura-luxación de Galeazzi. **B.** Tratamiento con placa atornillada en la fractura del radio y colocación de una aguja de Kirschner en la articulación radiocubital distal.

les o una sinostosis radiocubital son difíciles de tratar y los resultados terapéuticos son aleatorios²⁶.

El tratamiento en las fracturas de Monteggia antiguas y no diagnosticadas en su momento es difícil. En el caso de los adultos parece que la resección de la cabeza radial da buen resultado, sin embargo, reponer la cabeza cruentamente da un mal resultado. En los niños ocurre lo contrario, la cabeza radial luxada es bien tolerada y la resección está totalmente contraindicada mientras no haya terminado el crecimiento^{19,26}.

Fractura-luxación de Galeazzi

Esta lesión está definida por la asociación de una fractura diafisaria del radio con la luxación de la articulación radiocubital distal. Es la lesión totalmente opuesta a la fractura de Monteggia.

El diagnóstico se establece haciendo un cuidadoso examen clínico de la articulación radiocubital distal, para buscar la inestabilidad de la estiloides cubital. La luxación resulta evidente. La radiografía de la muñeca con un perfil estricto demuestra claramente la subluxación (Fig. 4).

El tratamiento consiste en realizar una osteosíntesis del radio con una placa atornillada. Sin embargo, existen dife-

rentes opiniones en cuanto lo que hay que hacer con la luxación. Para algunos autores es suficiente realizar una reducción y una inmovilización con un yeso en supinación durante dos meses. Para otros autores, lo mejor es realizar una síntesis con aguja de Kirschner en la articulación radiocubital (Fig. 5). Lo importante es asegurarnos de la perfecta reducción, que es lo que nos permitirá restituir la pronosupinación completa y sin dolor. La inmovilización se ha de respetar durante un período de tiempo de entre 45 a 60 días^{27,28,29}.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kapandji, A. Le cadre radio-ulnar. Son importance fonctionnelle dans les fractures des deux os de l'avant-bras. *Chirurgie de la Main*, 1998; 17:348-361.
2. Leung F, Chow SP. A prospective, randomized trial comparing the limited contact dynamic compression plate with the point contact fixator for forearm fractures. *J Bone Joint Surg*, 2003; 85-A:2343-2348.
3. Reilly TJ. Isolated and combined fractures of the diaphysis of the radius and ulna. *Hand Clin*, 2002; 18:179-194.
4. Anderson LD, Bacastaw DW. Treatment of forearm shaft fractures with compression plates. *Contemp Orthop*, 1984; 8:17.
5. Wang JP, Chiu FY, Chen CM, Chen TH. Surgical treatment of open diaphyseal fractures of both the radius and ulna. *J Chin Med Assoc*, 2005; 68:379-382.

6. Riccio M, Paolo Pangrazi P, Campodonico A, Bertani A. Delayed microsurgical reconstruction of the extremities for complex soft-tissue injuries. *Microsurgery*, 2005; 25:272-283.
7. Prommersberger KJ, Frochner SC, Schmitt RR, Lanz UB. Rotational deformity in malunited fractures of the distal radius. *J Hand Surg*, 2000; 29:110-115.
8. Domunt CD, Thalmaman R, Macy JC. The effect of rotational malunion of the radius and the ulna on supination and pronation. *J Bone Joint Surg Br*, septiembre 2002; 84 (7):1070-1074.
9. Stern PJ, Drury WJ. Complications of plate fixation of forearm fractures. *Clin Orthop*, 1983; 175:25-29.
10. Ristic S, Strauch RJ, Rosenwasser MP. The assessment and treatment of nerve dysfunction after trauma around the elbow. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 2000; (370):138-153.
11. Borisch N, Haussmann P. Treatment of the radio-ulnar synostosis by resection and interposition of a septofascial flap, a case report. *Handchir Mikochir Plast Chir*, 2000; 32:129-133.
12. Fernández FF, Egnolf M, Carsten C, Holz F, Schneider S, Wentzen A. Unstable diaphyseal fractures of both bones of the forearm in children: Plate fixation versus intramedullary nailing. *Injury*, 2005; 36 (10):1210-1216.
13. Zionts LE, Zalavras CG, Gerhardt MB. Closed treatment of displaced diaphyseal both-bone forearm fractures in older children and adolescents. *J Pediatr Orthop*, 2005; 25:507-512.
14. Waseem M, Paton RW. Percutaneous intramedullary elastic wiring of displaced diaphyseal forearm fractures in children. A modified technique. *Injury*, 1999; 30 (1):21-24.
15. Smith VA, Goodman HJ, Strongwater A, Smith B. Treatment of pediatric both-bone forearm fractures: a comparison of operative techniques. *J Pediatr Orthop*, 2005; 25:309-313.
16. Bould M, Bannister GC. Refractures of the radius and ulna in children. *Injury*, 1999; 30 (9):583-586.
17. Meier R, Prommersberger KJ, Griensven M, Lanz U. Surgical correction of deformities of the distal radius in pediatric patients. *Ach Orthop Trauma Surg*, 2004; 124:1-9.
18. Johari AN, Sinha M. Remodeling of forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop B*, 1999; 8:84-87.
19. Bado J.L. The Monteggia lesion. Thomas Publisher, Charles C (ed.). Springfield (USA), 1959.
20. Muckley T, Hierholzer C, Berger A, Hofmeister M, Beickert R, Buhren V. Compression nailing of ulnar nonunion after Monteggia lesion. *J Trauma*, 2005; 59 (1):249-253.
21. Rodriguez Merchan EC. Pediatric fractures of the forearm. *Clin Orthop Relat Res*, 2005; 432:65-72.
22. Ring D, Tavakolian J, Kloen P, Helfet D, Jupiter JB. Loss of alignment after surgical treatment of posterior Monteggia fractures: salvage with dorsal contoured plating. *J Hand Surg [Am]*, julio 2004; 29 (4):694-702.
23. Ring D, Jupiter JB, Simpson NS. Monteggia fractures in adults. *J Bone Joint Surg*, 1998; 80-A:1733-1744.
24. Ray RM, Skaggs DL. The pediatric Monteggia fracture. *American Journal of Orthopedics (Chatham, NJ)*, 1998; 27 (9):606-609.
25. Ring D, Waters PM. Operative fixation of Monteggia Fractures in children. *J Bone Jt Surg*, 1996; 78-B:734-739.
26. Rodgers WB, Waters PM, Hall JE. Chronic Monteggia lesions in children. Complications and results of reconstruction. *J Bone Jt Surg*, 1996; 78-A:1322-1329.
27. Saitoh S, Seki H, Murakami N, Hata Y, Takaoka K. Tardy ulnar tunnel syndrome caused by Galeazzi fracture-dislocation: a neuropathy with a new pathomechanism. *Journal of Orthopaedic Trauma*, enero 2000; 14 (1):66-70.
28. Rettig ME, Raskin KB. Galeazzi fracture-dislocation: a new treatment-oriented classification. *J Hand Surg*, 2001; 26 (2):228-235.
29. Maeda H, Yoshida K, Doi R, Omori O. Combined Monteggia and Galeazzi fractures in a child: a case report and review of the literature. *J Orthop Trauma*, 2003; 17 (2):128-131

Controversias en el enclavado intramedular de las fracturas diafisarias de fémur

Philip Wolinsky, Nirmal Tejwani, Jeffrey H. Richmond, Kenneth J. Koval,
Kenneth Egol y David J. G. Stephen

La fijación intramedular mediante fresado es una excelente técnica quirúrgica que ha revolucionado el tratamiento de las fracturas diafisarias de fémur. En lugar de confinar a los pacientes en cama bajo tracción, mediante dicha técnica pueden ser movilizados en el primer día del postoperatorio. La tasa de consolidación suele ser del 95 al 99%. Las consolidaciones viciosas y las infecciones son infrecuentes, sobre todo, en las fracturas cerradas y en las abiertas de grados 1 y 2. La estabilización de las fracturas femorales, en las primeras 24 horas de la lesión, reduce la morbilidad y la mortalidad de los pacientes politraumatizados. Sin embargo, todavía existen temas controvertidos sobre la fijación femoral intramedular. En este artículo se revisan algunos de ellos, como son el efecto del fresado intramedular sobre las complicaciones pulmonares y las tasas de consolidación de las fracturas, si se debe utilizar una mesa de tracción o una mesa radiotransparente plana para colocar los clavos y si la existencia de un traumatismo craneal influye en el tratamiento a realizar.

MESA DE TRACCIÓN O MESA PLANA RADIOTRASPARENTE

Clásicamente, el enclavado intramedular se realiza en una mesa de tracción. Dicha mesa nos ayuda a reducir la fractura mediante la aplicación de una tracción longitudinal sostenida. Un poste perineal hace de fulcro contra el que aplicar la tracción. El diseño de la mayoría de las mesas de tracción permite un acceso circunferencial a la extremidad para manipularla, realizar el abordaje quirúrgico y usar técnicas de imagen. Cuando se retrasa la cirugía y la extremidad se acorta, la ventaja mecánica de la mesa de tracción o de un distractor femoral es que con ellos puede recuperarse la longitud del fémur.

Como alternativa, el enclavado intramedular puede hacerse mediante una mesa radiotransparente¹⁻³ (Stephen DJG y cols., San Antonio, TX, datos no publicados presentados en la reunión anual del año 2000 de la *Orthopaedic Trauma Association*). La tracción puede aplicarse manual-

mente o mediante un distractor femoral, aunque se tarda casi el mismo tiempo en colocar dicho distractor que en realizar la técnica del enclavado. Por ello, suele ser suficiente usar la tracción manual para recuperar la longitud del fémur. Dicha tracción manual funciona mejor cuando el enclavado se hace en las primeras 24 horas de la lesión. Si se hace más tarde, normalmente, no es posible contrarrestar el acortamiento muscular mediante la simple tracción manual. Si hay que retrasar la cirugía, habrá que colocar al paciente en tracción esquelética para, de esa forma, mantener la longitud normal del fémur o incluso lograr una ligera distracción de los fragmentos de la fractura. También es aconsejable documentar radiográficamente la lesión. El uso de una mesa radiotransparente plana permite que el tiempo de la preparación quirúrgica sea mínimo. Para acceder a la fosa piriforme hay que poner la extremidad en adducción. Entre las desventajas de la mesa plana destacan la dificultad de ver la cadera y la parte proximal del fémur en proyección lateral, la dificultad de reducir y mantener la alineación de la fractura y el riesgo de lesionar las estructuras neurovasculares femorales y bloquear el campo quirúrgico cuando usemos un distractor.

Con cualquiera de las dos mesas mencionadas podemos colocar al paciente en decúbito supino o lateral. Una ventaja del decúbito lateral es el mejor acceso a la fosa piriforme, sobre todo, en pacientes obesos o en los que tengan cualquier enfermedad de cadera homolateral que disminuya su arco de movilidad. Entre las desventajas de la posición lateral destacan la afectación respiratoria en pacientes con problemas pulmonares, la angulación de la fractura en valgo, la dificultad de calcular la rotación adecuada y la mayor dificultad para colocar los tornillos de cerrojo distales.

Aunque el enclavado femoral en mesa de tracción suele dar unos resultados excelentes, existen algunos problemas con dicha técnica. Los pacientes obesos son difíciles de colocar en la mesa, por lo que suele ser muy difícil realizar el orificio de entrada de forma correcta. También puede ser problemático el tratamiento de los politraumatizados

en mesa de tracción por el hecho de que el acceso al tórax, al abdomen, a la extremidad contralateral y a la parte distal del miembro homolateral suele ser limitado. Tales pacientes requieren cambios en la mesa, así como múltiples procedimientos de preparación y vendaje (que añaden complejidad a la intervención y aumentan el tiempo quirúrgico). Las lesiones inestables de pelvis y columna también hacen difícil la utilización de la mesa de tracción. Existen varias complicaciones asociadas a la utilización de dicha mesa, entre ellas, el síndrome compartimental de la pierna contralateral, la afectación perineal y la parálisis del nervio pudendo⁴⁻⁶.

Recientemente, los cirujanos han empezado a usar mesas planas radiotransparentes para el tratamiento de fracturas diafisarias de fémur. Existen varias ventajas con respecto a la colocación del paciente en la posición supina. Entre ellas se encuentran una mayor facilidad de colocación, un menor compromiso respiratorio, una mejor alineación de la fractura y una inserción más fácil de los tornillos distales. Teniendo en cuenta que la pierna lesionada está libre y puede colocarse en abducción, suele ser más fácil encontrar el punto de entrada, sobre todo, en los pacientes de gran tamaño. Es más, como la extremidad afectada y la contralateral pueden prepararse y vendarse al mismo tiempo (no siendo necesario recolocar al paciente), suele resultar más fácil tratar a los pacientes con múltiples fracturas. El enclavado intramedular puede llevarse a cabo en la misma mesa en la que se ha realizado, por ejemplo, una laparotomía, con lo que evitaremos tener que cambiar de mesa quirúrgica. Dos estudios han demostrado que el uso de una mesa radiotransparente disminuye de forma significativa el tiempo de preparación y vendaje ($p < 0,05$), el tiempo quirúrgico y anestésico y el número de cambios de mesa y el tiempo que los pacientes politraumatizados necesitan para operarse de sus fracturas¹ (Stephen DJG y cols., San Antonio, TX, datos no publicados presentados en la reunión anual del año 2000 de la *Orthopaedic Trauma Association*).

Cuando se utiliza una mesa de tracción, la reducción se lleva a cabo aplicando tracción junto a una manipulación externa de la extremidad. Para minimizar el riesgo de parálisis del nervio pudendo⁴ hay que disminuir la tracción durante la preparación y vendaje del paciente, así como durante el abordaje proximal. Puede colocarse un clavo intramedular de pequeño diámetro en el fragmento proximal y utilizarlo como palanca para manipular el fragmento proximal y reducir la fractura. Esto puede ser especialmente útil en las fracturas del tercio proximal del fémur. Muchos fabricantes de implantes incluyen un dispositivo *ad hoc* en el juego de los clavos.

Cuando se utiliza una mesa radiotransparente, la fractura se reduce mediante tracción manual en línea asociada a la colocación de un objeto prominente (por ejemplo, el puño) en la zona posterior (para corregir la angulación en el plano sagital). En la reducción de los fragmentos puede ser útil colocar clavos de Schantz en los fragmentos proximal o distal, de forma percutánea. Para corregir la angulación de un fragmento proximal corto puede usarse un clavo de pequeño diámetro. Las fracturas más difíciles de reducir con este método son las no conminutas del istmo de

pacientes jóvenes que tengan mucha musculatura en el muslo. Puede hacer falta realizar una pequeña incisión para reducir directamente la fractura mediante un gancho.

Para asegurar la correcta colocación del clavo y la adecuada reducción de la fractura es fundamental realizar correctamente el punto de entrada. Para ello hay que realizar una incisión longitudinal de 2 cm a una distancia equivalente a la anchura de la mano proximal al trocánter mayor, en la línea con la diáfisis femoral. Después hay que abrir la fascia del glúteo mayor y entrar en profundidad entre sus fibras mediante disección roma, hasta llegar a la fosa piriforme. A continuación, hay que colocar una pinza en la fosa piriforme, confirmando su correcta posición mediante radioscopia. Después se colocará una aguja guía en ella y se comprobará su colocación mediante radioscopia en las proyecciones AP y lateral. Luego se fresará sobre la aguja guía. Hay que evitar una entrada demasiado medial, puesto que ello aumentaría el riesgo de fractura del cuello femoral. La colocación lateral podría producir conminución y varo en las fracturas proximales del fémur. Una alternativa es introducir un punzón en la fosa piriforme y abrir la parte proximal del fémur creando un orificio guía. El obstáculo es que con dicha técnica suele hacer falta una mayor incisión.

Cuando se utiliza una mesa radiotransparente puede ser difícil calcular la longitud del fémur. Con dicha mesa, el error típico suele ser la falta de recuperación de la longitud completa (mientras que el error típico de la mesa de tracción es el alargamiento excesivo de la extremidad). Si la fractura es poco conminuta hay puntos de referencia radiográficos que nos ayudarán a calcular la longitud del fémur. Sin embargo, cuando la fractura es muy conminuta, esto normalmente no puede hacerse. En dichas circunstancias es muy importante conocer la longitud adecuada antes de comenzar la intervención. Para ello pueden usarse varios métodos. Puede realizarse una radiografía del fémur sano con una regla radio-opaca en el muslo, de forma que la distancia entre dos puntos (la punta del trocánter mayor y el tubérculo abductor) puedan servirnos de referencias para determinar la longitud. En el quirófano, el brazo en C del aparato de radioscopia puede usarse para ver clavos de distintas longitudes colocados sobre el fémur sano (hasta que podamos saber cuál es la longitud del adecuado). Si ambos fémures tienen fracturas conminutas habrá que medir la longitud del fémur que tenga menor conminución y aplicarla a los dos fémures. Para valorar el diámetro del canal medular y el grado de curvatura del fémur sano, también pueden usarse radiografías del miembro contralateral. Los pacientes con canal medular muy pequeño suelen necesitar un clavo de tamaño especial. Dicho tamaño debe determinarse preoperatoriamente para asegurar su disponibilidad.

También es difícil valorar la rotación adecuada. Nosotros creemos que dicha rotación es más fácil de evaluar cuando se utiliza una mesa radiotransparente. Podemos usar diversos métodos. Antes de la preparación y el vendaje puede valorarse la rotación interna y externa de la cadera contralateral. También se puede valorar la rotación de la cadera afectada tras realizar el bloqueo proximal, colocando una broca a través del orificio de bloqueo distal. Una rotación de cadera casi simétrica indicará que se ha recu-

perado la rotación adecuada. La confirmación de dicha rotación adecuada se realizará mediante una proyección lateral perfecta de la rodilla (mediante radioscopia). Después, el intensificador de imágenes se llevará proximalmente hasta la cadera, rotándolo 15° para compensar la anteversión femoral. Si la rotación del foco de fractura es correcta, la mencionada maniobra deberá reproducir una proyección lateral verdadera de cadera.

En conclusión, en una mesa radiotransparente plana pueden llevarse a cabo de forma segura y eficaz el fresado y el enclavado intramedular del fémur. Con dicho método se ha demostrado que el tiempo quirúrgico y anestésico son menores. Además, de esa forma se facilita el tratamiento de los pacientes politraumatizados.

ENCLAVADO ANTERÓGRADO O RETRÓGRADO

El enclavado femoral anterógrado (es decir, la colocación de un clavo intramedular de proximal a distal) es el «patrón oro» del tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisarias de fémur. Dicho método va asociado a unas altas tasas de consolidación (99%) y a unas bajas tasas de infección y consolidación viciosa (< 1%)^{7, 8}. Sin embargo, el enclavado anterógrado se asocia con una serie de complicaciones, como son las calcificaciones heterotópicas alrededor de la cadera, la debilidad de los abductores (productora de cojera) y una limitación de la capacidad de caminar y subir escaleras. Además, su uso puede verse limitado en ciertas situaciones⁹. Cuando se utiliza una mesa de tracción puede haber todavía más problemas, como, por ejemplo, prolongación del tiempo de preparación, parálisis del nervio pudiendo o imposibilidad de tratar otras lesiones quirúrgicamente de forma simultánea^{10, 11}. Estudios clínicos recientes han demostrado que, actualmente, los resultados del enclavado retrógrado (es decir, introduciendo el clavo de distal a proximal) son comparables a los del enclavado anterógrado¹²⁻¹⁴.

INDICACIONES DEL ENCLAVADO RETRÓGRADO

Este tipo de enclavado se realiza con el paciente en decúbito supino en una mesa radiotransparente plana y con un saquete bajo la rodilla (para mantenerla a unos 60° de flexión). Suele usarse una vía pararrotuliana interna, bien a cielo abierto o de forma percutánea. El punto de entrada debe situarse en la escotadura intercondílea, justo por delante de la inserción del ligamento cruzado posterior (en línea con el eje de la diáfisis femoral). Tras identificar dicho punto hay que realizar un orificio mediante una aguja guía roscada. Después se agrandará dicho orificio con ayuda de una fresa canulada, introduciendo tras ello una aguja guía que tenga una bola en su extremo. La fractura puede reducirse mediante tracción manual y saquetes (o utensilios similares). También podrá usarse el tractor femoral, si fuera necesario, para lograr y mantener la longitud y la alineación del hueso. El diámetro ideal del clavo debe ser 1,5-2 mm menor que el de la mayor fresa utilizada. El clavo debe estar a la altura del trocánter menor a nivel proximal, mientras que a nivel distal debe estar a plano o enterrado 1-2 mm en el cartílago articular (para evitar que roce con la rótula)¹⁶.

El bloqueo distal del clavo debe hacerse con ayuda de brocas. La longitud de los tornillos de cerrojo ha de calcularse adecuadamente para evitar su excesiva prominencia interna (que podría ser molesta). En pacientes ancianos con hueso osteoporótico y mal agarre de los tornillos es recomendable utilizar arandelas. El bloqueo proximal se hará mediante una técnica de «manos libres» en dirección antero-posterior. La masa del cuádriceps y la curvatura anterior del fémur suelen hacer que resulte difícil dicho bloqueo. El tornillo proximal debe estar a la altura del trocánter menor o proximal a él para, de esa forma, no lesionar las estructuras vasculo-nerviosas¹⁷.

Es esencial reducir la fractura antes de colocar el clavo para así asegurar la correcta longitud y rotación femorales. El cálculo de la longitud y rotación adecuadas puede resultar difícil, sobre todo cuando se utilizan técnicas de reducción indirectas. Hay que determinar de forma preoperatoria la correcta longitud del clavo, especialmente, en las fracturas conminutas o cuando no puedan utilizarse las referencias radiográficas habituales. Para determinar la adecuada longitud del fémur pueden utilizarse radiografías del fémur sano, imágenes radioscópicas de clavos colocados sobre dicho fémur sano o una imagen radioscópica intraoperatoria utilizando el cable del bisturí eléctrico como guía. La rotación suele ser más difícil de valorar. Puede servir de ayuda comparar mediante radioscopia el diámetro cortical del fémur proximal y distalmente a la fractura. También puede ser útil palpar el trocánter mayor y comparar su posición con la del fémur sano.

COMPLICACIONES

La consolidación viciosa es más frecuente tras el enclavado retrógrado que tras el anterógrado. En las fracturas muy proximales enclavadas de forma retrógrada suele haber consolidaciones viciosas. Ello se debe a que el canal medular dificulta la valoración y el control de la longitud y la rotación. Por ello, antes de colocar el clavo es importante reducir la fractura del fémur distal. El clavo puede mantener la reducción pero no reducir la fractura. El enclavado retrógrado no es el de mejor elección en las fracturas del tercio proximal del fémur. Las primeras series¹⁸ demostraron una mayor prevalencia de retardo de consolidación y de pseudoartrosis tras el enclavado retrógrado. Sin embargo, con las mejoras técnicas y la utilización de implantes ajustados al canal, la tasa de consolidación tras el enclavado retrógrado es actualmente comparable a la del anterógrado.

ESTUDIOS CLÍNICOS

Las publicaciones iniciales sobre enclavados retrógrados fueron retrospectivas. Por otro lado, sus resultados normalmente se compararon con los de las series históricas. Swiontkowski y cols.¹⁹ fueron los primeros en publicar la utilización de clavos retrógrados. Dichos autores usaron un clavo femoral con sección en trébol en siete pacientes con fracturas homolaterales de cuello y diáfisis femoral. Los clavos fueron colocados por vía extraarticular, a través del cóndilo femoral interno. Sanders y cols.²⁰ ampliaron las indicaciones del enclavado retrógrado incluyendo fracturas homolaterales de acetábulo y pelvis y fracturas del

cuello femoral. También incluyeron polifracturados que precisaron múltiples intervenciones simultáneas y embrazadas. Las dificultades iniciales con la colocación de los clavos femorales hicieron que se pasara a un clavo tibial. Los autores mencionados publicaron una tasa de consolidación del 92% (23 de sus 25 fracturas). No tuvieron casos de infección ni fallos de los clavos. Patterson y cols.²¹ estudiaron 17 fracturas (11 de ellas abiertas), siendo los primeros en publicar la vía intercondílea como punto de entrada. Dichos autores atribuyeron sus malos resultados a la gravedad de las lesiones iniciales y a la gran proporción de fracturas abiertas de su serie. Herscovici y Whiteman²² también publicaron un estudio en el que se utilizó el referido abordaje.

Ostrum y cols.¹⁸ aconsejaron ser precavidos con los enclavados retrógrados de las fracturas abiertas tipo III-B. Dichos autores publicaron una tasa de consolidación del 95% (58 de sus 61 fracturas). Sin embargo, en siete de ellas necesitaron una segunda intervención para lograr la consolidación. Por ello aconsejaron usar implantes ajustados al diámetro del canal medular (para aumentar las tasas de consolidación y disminuir la necesidad de intervenciones secundarias).

En un seguimiento de un estudio previo²³, Moed y cols.²⁴ publicaron que el 94% de sus 35 fracturas (33 de ellas) consolidaron tras un enclavado retrógrado. Además, en sus pacientes observaron un menor tiempo de consolidación y unas puntuaciones de rodilla excelentes.

ESTUDIOS DE LABORATORIO

ElMaraghy y cols.²⁵ han demostrado en un estudio en perros adultos realizado en laboratorio que el enclavado femoral retrógrado fresado disminuye en un 52% la perfusión del ligamento cruzado anterior y en un 49% la del posterior. No sabemos si dicha disminución de la perfusión tiene lugar en humanos ni tampoco si es importante para la función de la rodilla a largo plazo. Stubbs y cols.²⁶ estudiaron rodillas de conejos a los 2, 6 y 12 meses de colocar clavos de acero inoxidable. Dichos autores observaron que la zona de inserción se cubría totalmente de tejido fibroso. En comparación con el lado contralateral sano, estos autores no encontraron diferencias histológicas ni en el cartílago ni en el tejido sinovial. Tampoco constataron signos de metalosis.

Koval y cols.²⁷ no han encontrado diferencias significativas durante la carga axial cuando compararon las dos técnicas de enclavado con respecto a su resistencia.

ENSAYOS ALEATORIZADOS

Durante los últimos años se han publicado los resultados de varios ensayos aleatorizados que han comparado los enclavados anterógrados con los retrógrados. Tornetta y Tiburzi¹² compararon, de forma prospectiva, 38 fracturas tratadas mediante enclavado anterógrado y 31 tratadas mediante enclavado retrógrado, no encontrando diferencias entre ellos en cuanto al tiempo quirúrgico, la pérdida de sangre y las tasas de consolidación. Dichos autores constataron una mayor dificultad de valorar la rotación y la longitud de la extremidad mediante el encla-

vado retrógrado. Entre los estudios prospectivos aleatorizados más recientes que nosotros conocemos destaca el de Ostrum y cols.¹⁴ En él, sus autores no han encontrado diferencias con respecto a las tasas de consolidación y al grado de movilidad articular de la rodilla entre el enclavado anterógrado (46 fracturas) y el retrógrado (54 fracturas). En el grupo de enclavado anterógrado, la movilidad articular se recuperó antes y los derrames articulares se resolvieron más rápidamente que en el retrógrado. Sin embargo, en el grupo de enclavado retrógrado hubo una mayor necesidad de extracción de material distal y de conversión de montajes estáticos a dinámicos. También presentó un mayor tiempo de consolidación. Los autores relacionaron los hallazgos mencionados con la utilización de clavos de tamaño insuficiente. El enclavado anterógrado se asoció a una mayor prevalencia de dolor de muslo y cadera. Sin embargo, la prevalencia de dolor de rodilla fue similar en ambos grupos.

REVISIÓN GENERAL

Los resultados publicados de los enclavados retrógrados de las fracturas diafisarias de fémur son comparables a los de los enclavados anterógrados. El enclavado retrógrado es útil en las fracturas del extremo distal del fémur con afectación articular. Las fracturas intraarticulares pueden tratarse con tornillos de compresión interfragmentaria antes de colocar el clavo. Las fracturas del tercio distal de la diáfisis femoral deben tratarse mejor mediante un enclavado retrógrado, puesto que las tasas de malas alineaciones suelen ser menores¹⁹.

La fijación retrógrada, normalmente, es mejor que la anterógrada para tratar las fracturas diafisarias de fémur asociadas a las siguientes circunstancias: 1) fracturas homolaterales de cuello femoral, 2) obesidad, 3) embarazo, 4) desarticulación de rodilla, 5) fractura homolateral de pelvis o acetábulo, 6) fractura periprotésica, 7) rodilla flotante y 8) articulación de rodilla abierta. También suele ser mejor el enclavado retrógrado en las fracturas diafisarias de fémur en pacientes parapléjicos con úlceras de decúbito. La utilización de clavos insertados desde la zona intercondílea diseñados para su colocación retrógrada y de clavos de mayor diámetro ha disminuido la prevalencia de sus complicaciones, incluyendo la consolidación viciosa, la pseudoartrosis y el fracaso del material. El enclavado retrógrado precisa de la creación de un orificio de entrada intraarticular. Existe preocupación con respecto a los efectos a largo plazo de tal orificio de entrada en pacientes jóvenes, así como de riesgo de infección articular en pacientes con fracturas abiertas (puesto que la articulación comunica, en esos casos, con el foco de fractura). Sus efectos a largo plazo todavía no se conocen, aunque la prevalencia de dolor de rodilla y de limitación de la movilidad articular a corto y medio plazo parecen ser mayores que con el enclavado anterógrado. En el momento actual, el enclavado anterógrado sigue siendo el «patrón oro» del tratamiento de las fracturas aisladas del tercio proximal del fémur y también de las fracturas de la diáfisis femoral. Antes de que puedan generalizarse las recomendaciones del enclavado retrógrado hacen falta estudios con más casos y seguimiento más largo.

ENCLAVADO FRESADO O SIN FRESAR: SUS EFECTOS SOBRE LA CONSOLIDACIÓN DE LAS FRACTURAS

Los clavos intramedulares de las primeras generaciones tenían una sección abierta que había sido diseñada para proporcionar una buena fijación intramedular que pudiera controlar la rotación. Por ello había que fresar, puesto que había que aumentar el tamaño del canal lo suficiente para que el contacto del clavo con el endostio fuera máximo. Desde que se desarrollaron los clavos intramedulares cerrojados no es tan importante lograr un contacto íntimo del implante con el endostio, ni tampoco un control axial tan exhaustivo (que se logra con los tornillos de cerrojo proximales y distales). Es decir, los dispositivos intramedulares más recientes actúan más como vástagos que como clavos²⁸.

El fresado del canal femoral antes de implantar un clavo tiene muchos efectos secundarios locales y sistémicos. Algunos de estos efectos sistémicos se describirán más adelante en este capítulo. Por lo que se refiere a los efectos locales, éstos pueden ser biológicos o mecánicos²⁹ y van a ser comentados a continuación, en esta misma sección.

FACTORES BIOLÓGICOS

Rhineland³⁰ ha descrito la vascularización de la diáfisis femoral normal, constatando que proviene de una o más arterias nutrientes que irrigan los dos tercios internos de la cortical del fémur. Por lo que se refiere al tercio externo de dicha cortical, está irrigado por vasos periósticos derivados de las abundantes partes blandas que rodean a la diáfisis femoral. La circulación cortical es centrífuga, de forma que el flujo predominante va desde el canal medular hacia la cortical externa. Cuando hay una fractura, la vascularización medular se rompe, produciendo una necrosis de, aproximadamente, el 50-70% del hueso cortical que está próximo a la fractura²⁸. La consolidación dependerá lógicamente del restablecimiento del flujo sanguíneo en dicho hueso cortical roto. La mencionada revascularización puede ser perióstica, endóstica, intracortical o mediante flujo extraóseo transitorio derivado de las partes blandas que rodean a la fractura. Dicho flujo extraóseo es especialmente importante, puesto que proporciona sustancias nutritivas al callo y a los fragmentos que estén desinsertados³¹.

Trueta³² mencionó que, tras una fractura, la dirección del flujo cortical se invertía, pasando de centrífuga a centrípeta. Dicho hallazgo fue confirmado por Strachan y cols.³³, demostrando que la ligadura de la arteria nutricia no disminuye el flujo sanguíneo del callo tras realizar una osteotomía diafisaria. La mencionada inversión del flujo sanguíneo tiene lugar a las dos semanas, aproximadamente. Ello demuestra que las circulaciones intramedular y extramedular se complementan entre sí mediante una revascularización que tiene lugar a través de la cortical del hueso³⁴. Hay diversos estudios con animales que han confirmado tales hallazgos^{35,36}.

La colocación de cualquier dispositivo intramedular, fresado o sin fresar, daña el flujo sanguíneo endóstico. Sin embargo, el fresado del canal medular produce una mayor destrucción de la circulación endóstica, pudiendo causar

necrosis del tercio interno de la cortical ósea³⁷. Este hallazgo ha sido bien demostrado mediante *doppler* de medición de flujo en un modelo de fracturas de tibia realizado en ovejas³⁸. En dicho estudio, la perfusión cortical disminuyó de forma significativa en el grupo con enclavado fresado ($p < 0,0009$). La revascularización se restableció a las seis semanas en el grupo sin fresar, frente a las 12 semanas en el grupo en el que se fresó. Hupel y cols.³⁹ han estudiado en un modelo canino los efectos del fresado limitado sobre el flujo cortical. Dichos autores demostraron que un fresado mínimo, que permita el fácil paso de clavos de pequeño diámetro, tiene significativamente un menor impacto sobre el flujo sanguíneo cortical postoperatorio que el fresado de tipo estándar ($p = 0,009$).

Además de la destrucción del flujo sanguíneo endóstico, el fresado produce una respuesta hiperémica en el periostio y en las partes blandas circundantes. Reichert y cols.³⁵, utilizando microesferas radio-marcadas en tibias de oveja, han demostrado un importante aumento del flujo sanguíneo perióstico tras el fresado. Schemitsch y cols.⁴⁰ han constatado que la perfusión muscular aumenta mucho tras el fresado de los huesos largos. A pesar de la disminución del flujo sanguíneo cortical que se ha demostrado con el fresado, un modelo experimental no ha encontrado diferencias con respecto a la perfusión del callo de fractura y la resistencia precoz de la consolidación en huesos largos tratados mediante fresado o sin él⁴¹.

El enclavado intramedular fresado rompe claramente la circulación endóstica en mayor medida que el enclavado sin fresar. Sin embargo, teniendo en cuenta el cambio de la circulación cortical de centrífuga a centrípeta tras una fractura, el flujo extraóseo y perióstico parece ser la forma fundamental de lograr la revascularización y consolidación tras el enclavado intramedular de una fractura. El fresado estimula dicha circulación, dependiendo además de que haya un entorno de partes blandas más o menos intacto en la zona de fractura. La excelente cobertura de partes blandas que normalmente tiene el fémur, probablemente proporciona el medio para tal revascularización. Esto mismo no suele ocurrir en las fracturas de tibia (sobre todo, en las abiertas). El fresado femoral parece no tener un efecto nocivo sobre la revascularización (necesaria para que una fractura tratada mediante clavo intramedular consolide).

Además de sus efectos sobre la circulación, se cree que el fresado mejora la consolidación de la fractura mediante el injerto óseo autólogo proveniente del fresado del foco de fractura que aporta.

FACTORES MECÁNICOS

Los clavos sin fresar suelen ser de menor tamaño que los fresados. El momento de inercia de un clavo es un importante componente de su resistencia global (que aumenta con la cuarta potencia de su diámetro). El fresado permite colocar clavos de mayor diámetro y, por tanto, realizar enclavados más sólidos. Además, un clavo más grande puede aceptar mayores tornillos de cerrojo. Un clavo de mayor tamaño con unos tornillos de cerrojo más grandes suele permitir una carga más precoz o inmediata⁴², incluso en fracturas conminutas. El fresado también aumenta el área de contacto entre el clavo y el hueso

endóstico, lo que producirá un montaje más sólido. Sin embargo, el fresado también elimina hueso, lo que teóricamente puede disminuir su resistencia global. Incluso con dichas premisas, el diámetro externo de la cortical ósea es el factor fundamental de la resistencia de un hueso. Así pues, el fresado elimina el hueso que menos contribuye a la resistencia global, permitiendo, al mismo tiempo, que coloquemos un clavo mucho más fuerte⁴³. El análisis de elementos finitos ha demostrado que dentro de los límites clínicos no es posible fresar un hueso tanto como para disminuir su resistencia de una forma importante⁴⁴.

RESULTADOS CLÍNICOS

Muchos estudios han demostrado que el enclavado intramedular fresado y cerrojado del fémur da unas tasas de consolidación del 97 al 100%^{7,8,45,46}. Kröpfl y cols.⁴⁷ han publicado una tasa de consolidación del 100% en un estudio de 81 fracturas femorales tratadas mediante enclavado intramedular sin fresar. Sin embargo, varios estudios han demostrado unas menores tasas de consolidación²⁴ y una mayor necesidad de intervenciones quirúrgicas secundarias^{48,49} tras los enclavados sin fresar.

Caltworthy y cols.⁵⁰ han realizado un estudio prospectivo aleatorizado, comparando el enclavado intramedular fresado y sin fresar. Dichos autores han demostrado que el grupo sin fresar consolida antes que el fresado (28,5 semanas frente a 39,4 semanas) y que en dicho grupo hacen falta menos intervenciones secundarias (pasar de montajes estáticos a dinámicos o utilizar injerto óseo) para lograr la consolidación. Tornetta y Tiburzi^{51,52} también han observado una consolidación más rápida mediante fresado (80 días) que sin él (109 días). Las fracturas distales muestran una mayor diferencia con respecto al tiempo de consolidación mediante fresado (80 días) que sin él (158 días). Sin embargo, no hubo diferencias entre grupos con respecto al tiempo de cirugía y sus necesidades transfusionales. El grupo tratado mediante fresado tuvo menos complicaciones de tipo técnico. Un metaanálisis de ensayos aleatorizados ha demostrado unos hallazgos similares⁵³.

La utilización del fresado en las fracturas abiertas de tibia es un tema controvertido, puesto que la destrucción de la vascularización endóstica en un hueso que previamente tiene un compromiso vascular es un tema preocupante. Sin embargo, el fémur tiene unos tejidos circundantes mucho mayores que la tibia, por lo que su vascularización perióstica y extraósea es mejor. Los estudios clínicos de fracturas femorales abiertas tratadas con enclavado fresado han demostrado excelentes tasas de consolidación junto a un pequeño riesgo de infección^{54,55}.

REVISIÓN GENERAL

Se ha demostrado que el fresado del canal medular daña la circulación endóstica. Sin embargo, la consolidación de la fractura implica una inversión del flujo sanguíneo centrífugo cortical normal a una circulación dominada por el flujo perióstico y extraóseo (precisamente, el fresado estimula este último). A pesar de que la circulación por los vasos nutricios se rompa, el fresado parece aumentar la circulación alrededor de la diáfisis femoral (siempre que las partes blandas circundantes estén sanas). El fresa-

do también permite colocar clavos de mayor diámetro y, por tanto, más estables (lo que es ventajoso para la consolidación de la fractura). Muchos estudios clínicos han demostrado que el enclavado intramedular fresado proporciona una consolidación más fiable y rápida que el enclavado sin fresar y con menos complicaciones. Para el tratamiento quirúrgico de la mayoría de las fracturas de fémur, el enclavado intramedular fresado es, pues, el tratamiento de elección.

EFECTOS PULMONARES DEL ENCLAVADO INTRAMEDULAR FEMORAL FRESADO: ¿ES MAYOR EL RIESGO DE COMPLICACIONES PULMONARES CON EL FRESADO?

El síndrome de embolia grasa es un trastorno multisistémico producido por émbolos grasos. Clínicamente produce una disfunción de los sistemas pulmonar y nervioso central, junto a fiebre y exantema⁵⁶. Casi todos los pacientes que sufren un traumatismo cerrado presentan algún grado de embolia pulmonar grasa como consecuencia de su lesión de las partes blandas. La gravedad clínica del síndrome de embolia grasa puede ir desde síntomas subclínicos hasta un síndrome de distrés respiratorio del adulto (ARDS, *Adult Respiratory Distress Syndrome*)⁵⁷⁻⁶².

Para identificar pacientes con riesgo de sufrirlo no hay factores consistentes, excepto el número de fracturas de huesos largo que sufran. La embolia grasa pulmonar aparentemente altera la hemodinámica pulmonar, aumenta la permeabilidad vascular pulmonar, activa los sistemas fibrinolítico y de la coagulación, y produce leucoestasis pulmonar^{56,57,63-65}.

Se cree que los efectos pulmonares de tipo clínico se producen como resultado de un aumento de la resistencia vascular pulmonar, secundaria a una oclusión vascular extensa debida a múltiples émbolos pequeños. Los émbolos grasos de mayor tamaño pueden obstruir la circulación pulmonar y causar un desajuste ventilación-perfusión y una hipoxia. También puede ocurrir la muerte como consecuencia de un fallo ventricular derecho^{56,66,67}.

PREVENCIÓN DE LAS COMPLICACIONES PULMONARES

El mejor tratamiento del síndrome de embolia grasa y del ARDS es su prevención. Antes de los trabajos de Riska y cols.^{58,59} y Goris y cols.⁶⁸, la fijación de las fracturas solía hacerse de forma tardía. Una de las razones para ello era permitir que el máximo número de émbolos grasos tuviera lugar antes de realizar la fijación de la fractura. Riska y cols.⁵⁹ demostraron que la fijación precoz de las fracturas de huesos largos en pacientes politraumatizados disminuía la prevalencia del síndrome de embolia grasa. Dichos autores creían que la embolia grasa era un proceso continuo que comenzaba en el momento de la lesión. La estabilización precoz de la fractura frenaría dicho proceso y prevendría el desarrollo de los síntomas relacionados con él^{58,59}. Goris y cols.⁶⁸ demostraron, posteriormente, que la fijación precoz de la fractura, junto con la ventilación mecánica, no sólo disminuía la prevalencia de ARDS sino que también lo hacía con la tasa de mortalidad en pacientes

con una «puntuación de gravedad de la lesión» mayor de 50 puntos. La muerte, habitualmente, se debía a sepsis y a fallo multiorgánico.

Bone y cols.⁷⁰, en un ensayo prospectivo aleatorizado demostraron que los pacientes con fracturas diafisarias de fémur y una «puntuación de gravedad de la lesión» mayor de 18 puntos se beneficiaron de una estabilización de la fractura en las primeras 24 horas. Dicha fijación precoz disminuyó las tasas de ARDS, de síndrome de embolia grasa y de neumonía. También tuvo como consecuencia un menor tiempo de ingreso en la UCI. Los autores de dicho estudio creyeron que el descenso de embolismo grasa y la menor necesidad de analgésicos asociados con la fijación precoz, junto a la posibilidad de poner al paciente en posición erguida podría explicar tales hallazgos.

ENCLAVADO INTRAMEDULAR DE FÉMUR FRESADO: LA CONTROVERSIA ACTUAL

Los resultados de éstos y de otros estudios han llevado al consenso de que la estabilización precoz de las fracturas de huesos largos es beneficiosa para los pacientes politraumatizados. El tratamiento de elección actual de las fracturas diafisarias de fémur en el adulto es la colocación de un clavo intramedular fresado y cerrojado de forma estática. Cuando se coloca el clavo de forma cerrada, las tasas de consolidación son del 95-99%, con unas tasas bajas de infección y consolidación viciosa^{8, 71}. Varios estudios clínicos han demostrado que la fijación precoz con un clavo intramedular fresado tiene un efecto beneficioso en dicho grupo de pacientes, haciendo que disminuyan las complicaciones pulmonares sin que aumenten otras^{70, 72, 73}. Sobre la base de los estudios publicados hasta la fecha, parece que los pacientes politraumatizados sin lesión torácica se benefician del enclavado precoz de las fracturas diafisarias de fémur, haciendo que disminuya la prevalencia de complicaciones pulmonares. El riesgo de utilizar un clavo fresado es la posibilidad de producir embolia grasa durante su inserción. Este asunto fue investigado por primera vez, por lo que sabemos, por Pape y cols.⁷⁴. Dichos autores analizaron a un grupo de pacientes con lesión torácica y fracturas diafisarias de fémur. Observaron una tendencia a un número mayor de complicaciones pulmonares en los pacientes a los que se fijó la fractura mediante clavo intramedular fresado en las primeras 24 horas (en comparación con los operados después de dicho período). Aunque tal hallazgo no fue significativo, los mencionados autores llegaron a la conclusión de que el enclavado fresado en presencia de traumatismo torácico produce un daño pulmonar adicional.

No hay duda de que el enclavado intramedular fresado causa embolia grasa. Muchos estudios clínicos y experimentales han demostrado que la presurización del canal medular produce una embolia grasa que puede visualizarse mediante ecocardiografía^{56, 75}. Las dudas que existen son si dicha embolia grasa tiene un efecto clínico importante y si algún subgrupo especial de pacientes tiene un mayor riesgo de sufrirla. El estudio de Pape y cols.⁷⁴ parece sugerir que los pacientes con lesiones torácicas tienen un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias cuando se realiza un enclavado intramedular fresado precoz.

Teniendo en cuenta que la causa de la disfunción pulmonar es multifactorial, se cree que cualquier otro problema pulmonar trivial, como una embolia grasa, podría potenciar otros estímulos nocivos (produciendo una afectación respiratoria). Dicho fenómeno, denominado «segundo golpe (*second hit*)», ha sido observado en estudios con animales⁶⁴. Además del estudio de Pape y cols.⁷⁴ se han realizado otros dos estudios clínicos para analizar el mencionado asunto. Charash y cols.⁷⁶ llevaron a cabo un estudio bastante similar al de Pape y cols., aunque llegaron a diferentes conclusiones. Dichos autores observaron que la estabilización femoral tardía en pacientes con traumatismo torácico causa un aumento de las complicaciones pulmonares. De hecho, cuanto más gravemente lesionado estaban los pacientes, mayor era la diferencia. Bosse y cols.⁷⁷ en un estudio sobre fracturas diafisarias de fémur tratadas en dos hospitales, dividieron los pacientes en grupos, en función de si existía o no una lesión torácica. Las fracturas de un hospital se estabilizaron con placa, mientras que las del otro se fijaron mediante clavos intramedulares fresados. Lo lógico era pensar que los pacientes tratados con placa no deberían tener embolias pulmonares grasas debido al método de fijación utilizado, mientras que los tratados con clavos intramedulares fresados sí deberían tenerlas. Si las embolias grasas son perjudiciales, el grupo tratado con clavo intramedular fresado debería, por tanto, tener una mayor prevalencia de complicaciones pulmonares. Sin embargo, Bosse y cols. no encontraron diferencias entre ambos grupos con respecto a la prevalencia de dichas complicaciones pulmonares.

En un estudio, Pape y cols.⁷⁸ produjeron en ovejas un síndrome de aplastamiento pulmonar e hipotensión sistémica en el día uno del mismo. En el día tercero se les realizó a los animales un enclavado intramedular con o sin fresado. En ambos grupos se observó un aumento de la permeabilidad pulmonar, aunque sólo en el grupo del fresado hubo un aumento de las presiones arteriales pulmonares. Los autores del mencionado estudio llegaron a la conclusión de que los clavos fresados producen un mayor daño pulmonar que los clavos sin fresar. Por el contrario, Wozasek y cols.⁷⁹ han observado que el enclavado intramedular fresado por sí solo no produce un aumento de la permeabilidad pulmonar, mientras que el enclavado junto a la hipotensión sistémica sí produce un aumento transitorio de dicha permeabilidad pulmonar. Ello plantea la duda de si es el enclavado fresado o la hipotensión lo que altera la permeabilidad pulmonar en el estudio de Pape y cols.⁷⁸.

Teniendo en cuenta que no está claro el significado clínico de la permeabilidad pulmonar, uno de nosotros (PW) y nuestros colaboradores utilizamos un modelo de ovejas para investigar los efectos del enclavado intramedular fresado sobre parámetros hemodinámicos y oximétricos de aplicación clínica^{80, 81}. Para ello utilizamos dos grupos de animales. En el primero provocamos un síndrome de aplastamiento pulmonar, mientras que en el otro produjimos, por métodos químicos, un estado similar al ARDS. Tras el enclavado intramedular fresado no observamos ninguna alteración de la función pulmonar en ninguno de los grupos estudiados.

Las investigaciones actuales se están centrando en el papel de la respuesta inflamatoria en el desarrollo del ARDS. El traumatismo puede producir precozmente, tras una lesión, un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS, *systemic inflammatory response syndrome*). El *shock* hemorrágico y la lesión de reperfusión pueden estimular en exceso al sistema inmune y provocar complicaciones, como son una lesión pulmonar aguda, el ARDS, el SIRS y los síndromes de disfunción orgánica múltiple. Se cree que los radicales libres de oxígeno liberados por los neutrófilos activados poseen un papel importante en el proceso de lesión de los tejidos endoteliales^{61, 82-84}. Tras desarrollar la puntuación SIRS se han hecho estudios que demuestran que los pacientes con traumatismos cerrados y puntuaciones SIRS elevadas tienen una mayor tasa de mortalidad y una mayor estancia hospitalaria⁸⁵. Posiblemente, los mencionados hallazgos estén relacionados con la intensidad de la reacción inflamatoria⁸⁵.

La asociación entre *shock* y el desarrollo de ARDS es bien conocida. De hecho se ha demostrado que la probabilidad de desarrollar ARDS y la tasa de mortalidad están relacionadas con el déficit existente en la fase inicial que, probablemente, reflejará la intensidad de la hipoxia inicial^{86, 87}. En un estudio reciente no se ha encontrado ninguna relación entre el tipo de lesión (es decir, torácica, abdominal u ósea), la edad del paciente, la «puntuación de gravedad lesional (*injury severity score*)» al ingresar, la puntuación de la «escala de coma de Glasgow», la hipotensión al ingresar y el tiempo de quirófano con el desarrollo de ARDS⁸⁶. Sin embargo, los requerimientos de transfusión en las 24 primeras horas fueron mucho mayores en los pacientes que desarrollaron ARDS. Además, dichos pacientes también tuvieron un menor déficit de bases en las primeras 24 horas. El mencionado déficit se normalizó más lentamente que en los pacientes que no desarrollaron ARDS. Es más, la intensidad del menor déficit de bases estuvo relacionada con el aumento de citoquinas en los días uno y cuatro, lo que probablemente reflejó un aumento de la estimulación del proceso inflamatorio. Parece que la intensidad de la hipoperfusión inicial se relaciona con el desarrollo de una respuesta inflamatoria precoz. Los hallazgos del mencionado estudio parecen sugerir que la forma más eficaz de prevenir el ARDS es tratar de forma agresiva el *shock* inicial⁸⁶.

Existe la hipótesis de que el *shock* y la reanimación iniciales sirven para estimular el sistema inmune, de forma que un segundo estímulo pequeño podría provocar una respuesta inflamatoria exagerada. Existen datos clínicos y experimentales que apoyan dicha hipótesis^{79, 84, 88, 89}. Woza-sek y cols.⁷⁹ han demostrado en un modelo de ovejas que sólo el fresado y la hipotensión aumentan la permeabilidad pulmonar. Otros estudios han demostrado que los animales en estado de *shock* toleran peor la sobrecarga de grasa^{83, 90}.

Se ha demostrado que los neutrófilos de pacientes traumatizados responden mejor a los estímulos liberando superóxidos que los de las personas sanas⁸⁸. Teniendo en cuenta que parece que los neutrófilos desempeñan un papel importante en el desarrollo de la lesión pulmonar, dicho hallazgo parece sugerir que los pacientes politraumatiza-

dos sufren un estímulo inicial del proceso inflamatorio como consecuencia de una hipoperfusión, lo que les podría hacer muy sensibles al estímulo de una embolia pulmonar secundaria al enclavado intramedular fresado. Sin el estímulo inicial, dicha embolia grasa podría no tener un efecto significativo⁸⁸.

En un estudio clínico reciente, Crowl y cols.⁸⁹ han investigado los efectos que la hipoperfusión oculta tiene sobre las complicaciones de los enclavados intramedulares de las fracturas diafisarias de fémur que tienen lugar en las primeras 24 horas en pacientes con una «puntuación de gravedad de la lesión» mayor de 18 puntos. Los pacientes fueron divididos de forma retrospectiva en dos grupos sobre la base de sus niveles de lactato. Ninguno de ellos tuvo signos claros de *shock*. El grupo con hipoperfusión oculta tuvo una mayor tasa de complicaciones y unos mayores costes hospitalarios. Los autores de dicho estudio manifestaron la hipótesis de que todos los pacientes politraumatizados sufren una activación del proceso inflamatorio y que los pacientes con una hipoperfusión oculta persistente en órganos terminales pueden tener más propensión a sufrir una segunda lesión. Ello sugiere que los pacientes con una reanimación inadecuada pueden sufrir daños tras los enclavados intramedulares fresados precoces.

REVISIÓN GLOBAL

Actualmente existen controversias con respecto a si enclavado intramedular fresado puede producir un daño pulmonar adicional importante a los pacientes politraumatizados. Sin embargo, los estudios conocidos hasta la fecha indican que ello no es un problema en los pacientes que no tengan una lesión torácica a los que se hayan realizado bien las maniobras de reanimación. La mayor parte de la bibliografía indica que el enclavado intramedular fresado no parece tener efectos nocivos en pacientes que sólo sufren lesiones torácicas. La controversia actual se centra en el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica en pacientes con maniobras de reanimación insuficientes. Parece que la intensidad de la hipoperfusión inicial es un indicador de la intensidad del estímulo de la respuesta inflamatoria. Se cree que ello es importante en el desarrollo de la lesión endotelial, uno de cuyos aspectos es la aparición del síndrome de disfunción respiratoria (incluyendo el ARDS). La reacción inflamatoria, una vez estimulada, puede ser exagerada si se le estimula de nuevo mediante una embolia grasa producida durante el enclavado intramedular fresado. Por lo tanto, antes de realizar un enclavado fresado, el paciente debe estar totalmente recuperado mediante maniobras de reanimación. Ello se valorará mediante datos de laboratorio (déficit de bases o lactato), hasta que aseguremos que no existe una hipoperfusión oculta. Si un paciente es hemodinámicamente inestable o no está totalmente recuperado mediante maniobras de reanimación habrá que retrasar el enclavado femoral o bien realizar otra técnica de fijación menos invasiva (como, por ejemplo, una fijación externa)^{91, 93}. Parece ser que la intensidad de las maniobras de reanimación, más que la presencia o ausencia de lesión torácica, es el factor de riesgo más importante de mayor daño pulmonar secundario a un enclavado intramedular fresado.

TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS FEMORALES ASOCIADAS A TRAUMATISMOS CRANEALES

El tratamiento de los pacientes con fractura femoral y lesión craneal grave es un asunto controvertido⁹²⁻⁹⁹. Una lesión craneal normalmente se considera grave cuando el paciente tiene una puntuación de la «escala de coma de Glasgow» de ocho puntos o menos y una puntuación de la «escala abreviada de lesión (*abbreviated injury scale*)» de tres puntos o más¹⁰⁰. Se cree que los pacientes a los que se realiza una estabilización precoz de las fracturas de huesos largos en presencia de lesión craneal grave tienen riesgo de sufrir una lesión cerebral secundaria como consecuencia de una disminución de la presión de perfusión cerebral, de la hipoxemia, de la hipotensión y de la embolia grasa^{57, 93, 97, 101}. Todo ello plantea la cuestión de si el riesgo de lesión cerebral secundaria compensa los beneficios de la fijación precoz de las fracturas de huesos largos en pacientes con lesiones cerebrales graves y fractura de fémur. Si eso es así, ¿puede el traumatólogo decidir a quien hay que hacer una estabilización de una fractura femoral en presencia de una lesión cerebral grave?

Tras un traumatismo cerebral grave hay muchos factores que producen una lesión isquémica cerebral secundaria, habiéndose demostrado que dicha lesión es un determinante fundamental de posibles problemas neurológicos a largo plazo¹⁰²⁻¹⁰⁴. Inmediatamente después de una lesión cerebral grave, la autorregulación normal capaz de mantener una presión cerebral de perfusión estable (y, por tanto, la del flujo sanguíneo cerebral y el oxígeno) se altera. Dicho efecto suele ser más acusado en las primeras 24-48 horas de la lesión^{105, 106}. Durante el mencionado período de tiempo, la presión de perfusión cerebral es directamente proporcional a la presión arterial media. Así pues, cualquier hipotensión durante dicho período puede producir una hipoperfusión cerebral y una hipoxemia, es decir, lo que se denomina una lesión cerebral secundaria¹⁰². Aspectos que complican el mencionado asunto son la variabilidad de la duración de la mencionada alteración de la autorregulación y el hecho de que la isquemia cerebral regional puede durar hasta 48 horas tras la lesión¹⁰⁷.

La presión de perfusión cerebral refleja el flujo sanguíneo cerebral. El método actual para valorarla consiste en monitorizar la presión intracraneal. En este sentido, tras conocer la presión arterial media mediante la monitorización arterial, podremos conocer la presión de perfusión cerebral restando la presión intracraneal de la presión arterial media. Los valores normales generalmente aceptados son menores de 20-25 mm Hg para la presión intracraneal y mayores de 70 mm Hg para la presión de perfusión cerebral¹⁰⁸. Esto significa que la presión arterial media debe mantenerse alrededor de 90 mm Hg para evitar la hipoperfusión cerebral y, por tanto, la hipoxemia cerebral. Se puede obtener más información con respecto a la oxigenación cerebral tomando una muestra de la tensión de oxígeno venosa central por medio de un catéter venoso central¹⁰⁹. Así pues, durante el período inicial posterior a una lesión cerebral grave, la protección contra una lesión cerebral secundaria precisa maniobras de reanimación (a base de cristaloides, productos sanguíneos y soporte inotrópico)

cuando sea necesaria. También en forma de monitorización invasiva de la presión arterial, venosa e intracraneal. De esa forma se evitará una hipotensión sistémica y una hipoperfusión e isquemia cerebrales.

A pesar del conocido beneficio de la estabilización precoz de las fracturas de los huesos largos y el cada vez mayor conocimiento sobre el tratamiento de los pacientes con lesiones cerebrales, no existe consenso sobre cuál es la mejor forma de tratar un enfermo con ambas lesiones. No existen estudios prospectivos aleatorizados grandes que comparen la estabilización precoz y tardía de las fracturas de huesos largos asociadas a lesiones craneales graves. Los que aconsejan cada uno de los abordajes basan sus decisiones en estudios retrospectivos pequeños.

Los que recomiendan la fijación tardía de los huesos largos en pacientes con lesión cerebral mencionan publicaciones que indican que la hipotensión conlleva peores resultados neurológicos en pacientes operados precozmente (en las primeras 24 horas)^{93, 97, 101}. Jaicks y cols.⁹³ estudiaron a 33 pacientes con traumatismos cerrados y lesiones cerebrales graves (puntuación de la escala abreviada de lesión igual o mayor de dos puntos) junto a fracturas femorales. En 19 pacientes realizaron una fijación precoz de las fracturas (en las primeras 24 horas), mientras que en 14 realizaron una fijación tardía (después de las 24 horas). Ambos grupos fueron similares con respecto a la edad, la puntuación de la escala de coma de Glasgow, la puntuación de gravedad de la lesión y las puntuaciones neurológicas y ortopédicas de la escala de lesión abreviada. El grupo de fijación precoz necesitó significativamente más líquidos ($p < 0,05$) en las primeras 48 horas. También mostró una tendencia a tener más hipotensión intraoperatoria (lo que se observó en tres pacientes del grupo de fijación precoz y en uno del grupo de fijación tardía) y más hipoxia intraoperatoria (lo que se vio en dos pacientes del grupo de fijación precoz y en uno del grupo de fijación tardía) que el grupo de fijación tardía. A pesar de los mencionados hallazgos, la tasa de complicaciones neurológicas fue similar en ambos grupos. Aunque la media de puntuación de la escala de coma de Glasgow en el momento del alta fue menor en el grupo de fijación precoz ($13,5 \pm 3,7$ puntos) que en el de fijación tardía (15 ± 0 puntos), la estancia hospitalaria media fue de cinco días más en el grupo de fijación tardía (27 ± 13 días) que en el de fijación precoz (22 ± 20 días). En el estudio mencionado no se dieron los intervalos de confianza de los datos referidos. Los autores de dicho estudio concluyeron que la fijación precoz de la fractura hace necesaria una mayor administración de líquidos en los pacientes con lesiones craneales. Tales autores también mencionaron que hacen falta estudios prospectivos para valorar el impacto del momento de la fijación sobre las lesiones craneales.

Los que aconsejan la estabilización precoz citan un número igual o mayor de publicaciones que los que recomiendan la fijación tardía. Dichas publicaciones indican que la gravedad de la lesión craneal inicial determina la función neurológica final, no influyendo en ello el momento de la fijación ósea^{94-96, 98, 99}. McKee y cols.⁹⁶ estudiaron 46 pacientes con fracturas femorales y lesiones cerebrales graves (menos de ocho puntos en la escala de coma de Glas-

gow) a los que realizaron una fijación precoz de las fracturas (el 85% de ellos en las 24 primeras horas). Dichos autores compararon los pacientes mencionados con un grupo de 99 pacientes que había sufrido lesión craneal aislada grave (con una media de puntuación de la escala de coma de Glasgow de ocho puntos, con un intervalo entre 3 y 13). No hubo diferencias entre los dos grupos con respecto a sus datos demográficos u otros tipos de lesión. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los grupos con respecto a su mortalidad precoz, la duración de la hospitalización, la duración del ingreso en la «Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)», el nivel de afectación neurológica y los resultados de las pruebas cognitivas. Los autores de dicho estudio llegaron a las siguientes conclusiones: 1) las fracturas femorales en pacientes con lesiones craneales deben tratarse de forma agresiva mediante una fijación precoz; 2) durante las intervenciones quirúrgicas, incluidos los enclavados femorales fresados, hay que mantener una oxigenación y presión de perfusión cerebral adecuadas; 3) el enclavado femoral fresado precoz no afecta negativamente al resultado neurológico de este grupo de pacientes⁹⁶. Así pues, los argumentos a favor y en contra están apoyados en la bibliografía, aunque mediante estudios retrospectivos. Por lo tanto, parece ser que la única solución para aclarar el asunto será realizar un estudio grande, multicéntrico, prospectivo y aleatorizado.

Cuando nos enfrentemos a un paciente con lesión cerebral grave y fractura femoral, será obligatorio adoptar un abordaje multidisciplinario que incluya un traumatólogo, un neurocirujano, un intensivista y un anestesiista. De esa forma, lograremos la mejor reanimación posible. También llegaremos al diagnóstico y al pronóstico de la lesión cerebral y colocaremos monitores invasivos antes de llevar a cabo la intervención ortopédica. Hay que corregir la hipotermia y la coagulopatía de forma agresiva, así como utilizar a su debido tiempo inotropos que mantengan la presión arterial media óptima (y, por tanto, la presión de perfusión cerebral). El momento exacto para realizar la fijación de la fractura de los huesos largos se decidirá en función del estado del paciente, de los resultados de la TC craneal y de los parámetros de la monitorización invasiva. Deben evitarse intervenciones ortopédicas prolongadas, siendo importante realizar una fijación de la fractura en el menor tiempo posible. Las lesiones en forma de hematoma subdural o epidural detectado en la TC craneal requerirán una intervención neuroquirúrgica urgente. Hay una serie de signos de mal pronóstico en dicha TC que nos harán evitar cualquier intervención quirúrgica. Estos son: una gran cantidad de sangre subaracnoidea, un desplazamiento ventricular y/o una hernia cerebelosa. Si la presión intracraneal o la presión de perfusión cerebral son anómalas o lábiles, lo aconsejable es retrasar la estabilización definitiva de los huesos largos. En dichas circunstancias suele ser beneficiosa la fijación externa temporal de la fractura. Esto es especialmente importante en las fracturas abiertas de fémur, en las que es urgente entrar en quirófano. La fijación externa puede ir seguida de una fijación definitiva mediante enclavado intramedular. El fijador externo suele colocarse en forma de medio marco anterior, con dos clavos a cada lado de la fractura. En una publicación

se utilizó el mencionado método denominado «de control ortopédico del daño» en un centro de traumatología de nivel 1 en el 13% de 327 pacientes que habían sufrido fracturas femorales y lesiones múltiples. Dicho método emula la experiencia adquirida en las lesiones abdominales graves¹¹⁰, siendo adecuado en pacientes que no toleren mayores pérdidas sanguíneas (como los que tengan una lesión craneal y los que no hayan sido todavía totalmente reanimados). La fijación externa se ha relacionado con un menor tiempo de cirugía y una menor pérdida sanguínea que el enclavado intramedular fresado⁹¹. Cuando el paciente esté *in extremis* podría hacer falta colocar una tracción esquelética temporal.

El momento de la estabilización definitiva mediante un clavo intramedular dependerá del estado del paciente. Sin embargo, teniendo en cuenta el riesgo de contaminación de los clavos de los fijadores externos es aconsejable realizar dicho enclavado a los cinco-siete días. En algunos casos, cuando los parámetros neurológicos o generales del paciente no logren estabilizarse, el fijador externo podrá usarse como osteosíntesis definitiva⁹¹.

En resumen, no hay pruebas en la bibliografía existente que indiquen que la fijación precoz de las fracturas femorales sea perjudicial cuando va asociada a una lesión craneal grave. Sin embargo, hay que realizar una reanimación agresiva y una monitorización invasiva para lograr que los parámetros intracraneales y sistémicos lleguen a estabilizarse y mantenerse estables. Si dichos parámetros siguen siendo inestables, habrá que optar por una solución temporal mediante un fijador externo o una tracción esquelética. Para lograr los mejores resultados posibles en este grupo de pacientes politraumatizados hay que adoptar un abordaje multidisciplinario.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wolinsky PR, McCarty EC, Shyr Y, Johnson KD. Length of operative procedures: Reamed femoral intramedullary nailing performed with and without a fracture table. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:485-495.
2. Karpos PA, McFerran MA, Johnson KD. Intramedullary nailing of acute femoral shaft fractures using manual traction without a fracture table. *J Orthop Trauma*, 1995; 9:57-62.
3. Sirkin MS, Behrens F, McCracken K, Auron K, Auron B, Schenk R. Femoral nailing with-out a fracture table. *Clin Orthop*, 1996; 332:119-125.
4. Brumback RJ, Ellison TS, Molligan H, Molligan DJ, Mahaffey S, Schmidhauser C. Pudendal nerve palsy complicating intramedullary nailing of the femur. *J Bone Joint Surg Am*, 1992; 74:1450-1455.
5. Callanan I, Choudhry V, Smith H. Perineal sloughing as a result of pressure necrosis from the traction post during prolonged bilateral femoral nailing. *Injury*, 1994; 25:472.
6. Anglen J, Banovetz J. Compartment syndrome in the well leg resulting from fracture-table positioning. *Clin Orthop*, 1994; 301:239-242.
7. Wolinsky PR, McCarty E, Shyr Y, Johnson K. Reamed intramedullary nailing of the femur: 551 cases. *J Trauma*, 1999; 46:392-399.
8. Winquist RA, Hansen ST Jr, Clawson DK. Closed intramedullary nailing of femoral fractures: A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg Am*, 1984; 66:529-539.
9. Bain GL, Zacest AC, Paterson DC, Middleton J, Pohl AP. Abduction strength following intramedullary nailing of the femur. *J Orthop Trauma*, 1997; 11:93-97.
10. Benirschke SK, Melder I, Henley MB y cols. Closed interlocking nailing of femoral shaft fractures: Assessment of technical complications and functional outcomes by comparison of a prospective database with retrospective review. *J Orthop Trauma*, 1993; 7:118-122.
11. Johnson EE, Marroquin CE, Kossovsky N. Synovial metallosis resulting from intraarticular intramedullary nailing of a distal femoral nonunion. *J Orthop Trauma*, 1993; 7:320-326.

12. Tornetta P III, Tiburzi D. Antegrade or retrograde reamed femoral nailing: A prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*, 2000; 82:652-654.
13. Ricci WM, Bellabarba C, Evanoff B, Herscovici D, DiPasquale T, Sanders R. Retrograde versus antegrade nailing of femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma*, 2001; 15:161-169.
14. Ostrum RF, Agarwal A, Lakatos R, Poka A. Prospective comparison of retrograde and antegrade femoral intramedullary nailing. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:496-501.
15. Gellman RE, Paiement GD, Green HD, Coughlin RR. Treatment of supracondylar femoral fractures with a retrograde intramedullary nail. *Clin Orthop*, 1996; 332:90-97.
16. Morgan E, Ostrum RF, DiCicco J, McEloy J, Poka A. Effects of retrograde femoral intramedullary nailing on patellofemoral articulation. *J Orthop Trauma*, 1999; 13:13-16.
17. Riina J, Tornetta P III, Ritter C, Geller J. Neurologic and vascular structures at risk during anterior-posterior locking of retrograde femoral nails. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:379-381.
18. Ostrum RF, DiCicco J, Lakatos R, Poka A. Retrograde intramedullary nailing of femoral diaphyseal fractures. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:464-468.
19. Swiontkowski MF, Hansen ST Jr, Kellam J. Ipsilateral fractures of the femoral neck and shaft: A treatment protocol. *J Bone Joint Surg Am*, 1984; 66:260-268.
20. Sanders R, Koval KJ, DiPasquale T, Helfet DL, Frankle M. Retrograde reamed femoral nailing. *J Orthop Trauma*, 1993; 7:293-302.
21. Patterson BM, Routt ML Jr, Benirschke SK, Hansen ST. Retrograde nailing of femoral shaft fractures. *J Trauma*, 1995; 38:38-43.
22. Herscovici D, Whiteman KW. Retrograde nailing of the femur using an intercondylar approach. *Clin Orthop*, 1996; 332:98-104.
23. Moed BR, Watson JT. Retrograde intramedullary nailing, without reaming, of fractures of the femoral shaft in multiply injured patients. *J Bone Joint Surg Am*, 1995; 77:1520-1527.
24. Moed BR, Watson JT, Cramer KE, Karges DE, Teefey JS. Unreamed retrograde intramedullary nailing of fractures of the femoral shaft. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:334-342.
25. ElMaraghy AW, Schemitsch EH, Richards RR. Femoral and cruciate blood flow after retrograde femoral reaming: A canine study using laser Doppler flowmetry. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:253-258.
26. Stubbs M, Zhang H, Vrahas MS, Baratta RV, Zeske A. Effect of intra-articular stainless steel implants on the health of the rabbit knee joint: An experimental study. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:567-570.
27. Koval KJ, Kummer FJ, Bharam S, Chen D, Halder S. Distal femoral fixation: A laboratory comparison of the 95 degrees plate, antegrade and retrograde inserted reamed intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, 1996; 10:378-382.
28. Brumback RJ, Virkus WW. Intramedullary nailing of the femur: Reamed versus nonreamed. *J Am Acad Orthop Surg*, 2000; 8:83-90.
29. Chapman MW. The effect of reamed and nonreamed intramedullary nailing on fracture healing. *Clin Orthop*, 1998; 355 (suppl.):S230-S238.
30. Rhinelander FW. Effects of medullary nailing on the normal blood supply of diaphyseal cortex. *Instru Course Lect*, 1973; 22:161-167.
31. Rhinelander FW. The vascular response of bone to internal fixation. En: Browner BD, Edwards CC (eds.). *The Science and Practice of Intramedullary Nailing*. Philadelphia, PA: Lea and Febiger, 1987; 25-60.
32. Trueta J. Blood supply and the rate of healing of tibial fractures. *Clin Orthop*, 1974; 105:11-26.
33. Strachan RK, McCarthy I, Fleming R, Hughes SP. The role of the tibial nutrient artery: Microsphere estimation of blood flow in the osteotomised canine tibia. *J Bone Joint Surg Br*, 1990; 72:391-394.
34. Whiteside LA, Lesker PA. The effects of extraperiosteal and subperiosteal dissection: II. On fracture healing. *J Bone Joint Surg Am*, 1978; 60:26-30.
35. Reichert IL, McCarthy ID, Hughes SP. The acute vascular response to intramedullary reaming: Microsphere estimation of blood flow in the intact ovine tibia. *J Bone Joint Surg Br*, 1995; 77:490-493.
36. Cole JD. The vascular response of bone to internal fixation. En: Browner BD (ed.). *The Science and Practice of Intramedullary Nailing*, ed. 2. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1996; 43-70.
37. Klein MP, Rahn BA, Frigg R, Kessler S, Perren SM. Reaming versus non-reaming in medullary nailing: Interference with cortical circulation of the canine tibia. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1990; 109:314-316.
38. Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF, Senft D. Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing: A fractured tibia model in sheep. *J Orthop Trauma*, 1994; 8:373-382.
39. Hupel TM, Aksenov SA, Schemitsch EH. Effect of limited and standard reaming on cortical bone blood flow and early strength of union following segmental fracture. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:400-406.
40. Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF. Soft-tissue blood flow following reamed versus unreamed locked intramedullary nailing: A fractured sheep tibia model. *Ann Plast Surg*, 1996; 36:70-75.
41. Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF, Harrington RM. Comparison of the effect of reamed and unreamed locked intramedullary nailing on blood flow in the callus and strength of union following fracture of the sheep tibia. *J Orthop Res*, 1995; 13:382-389.
42. Brumback RJ, Toal TR Jr, Murhy-Zane MS, Novak VP, Belkoff SM. Immediate weight-bearing after treatment of a comminuted fracture of the femoral shaft with a statically locked intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am*, 1999; 81:1538-1544.
43. Bechtold JE, Kyle RF, Perren SM. Biomechanics of intramedullary nailing. En: Browner BD (ed.). *The Science and Practice of Intramedullary Nailing*, ed. 2. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1999; 89-101.
44. Sandvig S. Effect of reaming on the torsional strength of femora. Masters' thesis, University of Minnesota, 1995.
45. Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos R, Poka A, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: Part II. Fracture-healing with static interlocking fixation. *J Bone Joint Surg Am*, 1988; 70:1453-1462.
46. Wiss DA, Fleming CH, Matta JM, Clark D. Comminuted and rotationally unstable fractures of the femur treated with an interlocking nail. *Clin Orthop*, 1986; 212:35-47.
47. Kröpl A, Naglik H, Primavesi C, Hertz H. Unreamed intramedullary nailing of femoral fractures. *J Trauma*, 1995; 38:717-726.
48. Bone L, Kowalski J, Rohrbacher B, Stegemann P. Reamed versus unreamed femoral nailing: A prospective randomized study. *Orthop Trans*, 1997; 21:603.
49. Le TT, Wilber JH, Patterson BM, Sontich JK, Ziran BH. Early results of femur fractures treated with reamed vs unreamed intramedullary nailing: A prospective study. *Orthop Trans*, 1997; 21:604.
50. Clatworthy MG, Clark DI, Gray DH, Hardy AE. Reamed versus unreamed femoral nails: A randomized, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br*, 1998; 80:485-489.
51. Tornetta P III, Tiburzi D. The treatment of femoral shaft fractures using intramedullary interlocked nails with and without intramedullary reaming: A preliminary report. *J Orthop Trauma*, 1997; 11:89-92.
52. Tornetta P III, Tiburzi D. Reamed versus nonreamed antegrade femoral nailing. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:15-19.
53. Bhandari M, Guyatt GH, Tong D, Adili A, Shaughnessy SG. Reamed versus nonreamed intramedullary nailing of lower extremity long bone fractures: A systematic overview and meta-analysis. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:2-9.
54. Brumback RJ, Ellison PS Jr, Poka A, Lakatos R, Bathon GH, Burgess AR. Intramedullary nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg Am*, 1989; 71:1324-1331.
55. Lhowe DW, Hansen ST. Immediate nailing of open fractures of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg Am*, 1988; 70:812-820.
56. Pell AC, Christie J, Keating JF, Sutherland GR. The detection of fat embolism by transoesophageal echocardiography during reamed intramedullary nailing: A study of 24 patients with femoral and tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 1993; 75:921-925.
57. Levy D. The fat embolism syndrome: A review. *Clin Orthop*, 1990; 261:281-286.
58. Riska EB, von Bonsdorff H, Hakkinen S, Jaroma H, Kiviluoto O, Paavilainen T. Prevention of fat embolism by early internal fixation of fractures in patients with multiple injuries. *Injury*, 1976; 8:110-116.
59. Riska EB, von Bonsdorff H, Hakkinen S, Jaroma H, Kiviluoto O, Paavilainen T. Primary operative fixation of long bone fractures in patients with multiple injuries. *J Trauma*, 1977; 17:111-121.
60. Riska EB, Myllynen P. Fat embolism in patients with multiple injuries. *J Trauma*, 1982; 22: 891-894.
61. Flick MR. Pulmonary edema and acute lung injury. En: Murray JF, Nadel JA (eds.). *Textbook of Respiratory Medicine*, ed. 2. Philadelphia, PA: WB Saunders, 1994; vol. 2:1725-1777.
62. Gurd AR. Fat embolism: An aid to diagnosis. *J Bone Joint Surg Br*, 1970; 52:732-737.
63. Barie PS, Minnear FL, Malik AB. Increased pulmonary vascular permeability after bone marrow injection in sheep. *Am Rev Respir Dis*, 1981; 123:648-653.

64. Regel G, Nerlich ML, Dwenger A, Siedel J, Schmidt C, Sturm JA. Induction of pulmonary injury by polymorphonuclear leucocytes after bone marrow fat injection and endotoxemia: A sheep model. *Theoret Surg*, 1989; 4:22-30.
65. Nakata Y, Dahms TE. Triolein increases microvascular permeability in isolated perfused rabbit lungs: Role of neutrophils. *J Trauma*, 2000; 49:320-326.
66. Peltier LF. Fat embolism: An appraisal of the problem. *Clin Orthop*, 1984; 187:3-17.
67. Peltier LF. Fat embolism: A perspective. *Clin Orthop*, 1988; 232:263-270.
68. Goris RJ, Gimbere JS, van Niekerk JL, Schoots FJ, Booy LH. Early osotsynthesis and prophylactic mechanical ventilation in the multi-trauma patient. *J Trauma*, 1982; 22:895-903.
69. Wickstrom J, Corban MS. Intramedullary fixation for fractures of the femoral shaft: A study of complications in 298 operations. *J Trauma*, 1967; 7:551-583.
70. Bone LB, Johnson KD, Weigelt J, Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures: A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am*, 1989; 71:336-340.
71. Wolinsky PR, McCarty E, Shyr Y, Johnson K. Reamed intramedullary nailing of the femur 551 cases. *J Trauma*, 1999; 46:392-399.
72. Behrman SW, Fabian TC, Kudsk KA, Taylor JC. Improved outcome with femur fractures: Early vs delayed fixation. *J Trauma*, 1990; 30:792-798.
73. Talucci RC, Manning J, Lampard S, Bach A, Carrico CJ. Early intramedullary nailing of femoral shaft fractures: A cause of fat embolism syndrome. *Am J Surg*, 1983; 146:107-111.
74. Pape HC, Auf'm Kolk M, Paffrath T, Regel G, Sturm JA, Tscherne H. Primary intramedullary femur fixation in multiple trauma patients with associated lung contusion: A cause of posttraumatic ARDS? *J Trauma*, 1993; 34:540-548.
75. Wenda K, Runkel M, Degreif J, Ritter G. Pathogenesis and clinical relevance of bone marrow embolism in medullary nailing: Demonstrated by medullary nailing: Demonstrated by intraoperative echocardiography. *Injury*, 1993; 24 (suppl. 3):S73-S81.
76. Charash WE, Fabian TC, Croce MA. Delayed surgical fixation of femur fractures is a risk factor for pulmonary failure independent of thoracic trauma. *J Trauma*, 1994; 37:667-672.
77. Bosse MJ, MacKenzie EJ, Riemer BL, Brumback RJ, McCarthy ML, Burgess AR. Adult respiratory distress syndrome, pneumonia, and mortality following thoracic injury and a femoral fracture treated either with intramedullary nailing with reaming or with a plate: A comparative study. *J Bone Joint Surg Am*, 1997; 79:799-809.
78. Pape HC, Dwenger A, Regel G y cols. Pulmonary damage after intramedullary femoral nailing in traumatized sheep: Is there an effect from different nailing methods. *J Trauma*, 1992; 33:574-581.
79. Wozasek GE, Thurnher M, Redl H, Schlag G. Pulmonary reaction during intramedullary fracture management in traumatic shock: An experimental study. *J Trauma*, 1994; 37:249-254.
80. Wolinsky PR, Sciadini MF, Parker RE. Effects on pulmonary physiology of reamed femoral intramedullary nailing in an open-chest sheep model. *J Orthop Trauma*, 1996; 10:75-80.
81. Wolinsky PR, Banit D, Parker RE y cols. Reamed intramedullary femoral ailing after induction of an «ARDS-like» state in sheep: Effect on clinically applicable markers of pulmonary function. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:169-176.
82. Marrhay MA, Matthay RA. Pulmonary edema: Cardiogenic and non-cardiogenic. En: George RB (ed.). *Chest Medicine: Essentials of Pulmonary and Critical Care Medicine*, ed. 2. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1990; 439.
83. Bulger EM, Jurkovich GJ, Gentilello LM, Maier RV. Current clinical options for the treatment and management of acute respiratory distress syndrome. *J Trauma*, 2000; 48:562-572.
84. Rhee P, Morris J, Durham R y cols. Recombinant humanized monoclonal antibody against CD18 (rhuMAb CD18) in traumatic hemorrhagic shock: Results of a phase II clinical trial: Traumatic Shock Group. *J Trauma*, 2000; 49:611-620.
85. Napolitano LM, Ferrer T, McCarter RJ, Scalea TM. Systemic inflammatory response syndrome score at admission independently predicts mortality and length of stay in trauma patients. *J Trauma*, 2000; 49:647-653.
86. Rixen D, Siegel JH. Metabolic correlates of oxygen debt predict post-trauma early acute respiratory distress syndrome and the related cytokine response. *J Trauma*, 2000; 49:392-403.
87. Davis JW, Parks SN, Kaups KL, Gladen HE, O'Donnell-Nicol S. Admission base deficit predicts transfusion requirements and risk of complications. *J Trauma*, 1996; 41:769-774.
88. Rotstein OD. Novel strategies for immunomodulation after trauma: Revisiting hypertonic saline as a resuscitation strategy for hemorrhagic shock. *J Trauma*, 2000; 49:580-583.
89. Crowl AC, Young JS, Kahler DM, Claridge JA, Chrzanowski DS, Pomphrey M. Occult hypoperfusion is associated with increased morbidity in patients undergoing early femur fracture fixation. *J Trauma*, 2000; 48:260-267.
90. Harman JW, Ragatz FJ. Abstract: The pathogenesis of experimental fat embolism. *Am J Pathol*, 1949; 25:809-810.
91. Scalea TM, Boswell SA, Scott JD, Mitchell KA, Kramer ME, Pollak AN: External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: Damage control orthopedics. *J Trauma*, 2000; 48:613-623.
92. Garland DE, Rothi B, Waters RL. Femoral fractures in head-injured adults. *Clin Orthop*, 1982; 166:219-225.
93. Jaicks RR, Cohn SM, Moller BA. Early fracture fixation may be deleterious after head injury. *J Trauma*, 1997; 42:1-46.
94. Poole GV, Miller JD, Agnew SG, Griswold JA. Lower extremity fracture fixation in head-injured patients. *J Trauma*, 1991; 32:654-659.
95. Malisano LP, Stevens D, Hunter GA. The management of long bone fractures in the head-injured polytrauma patient. *J Orthop Trauma*, 1994; 8:1-5.
96. Rixen D, Siegel JH. Metabolic correlates of oxygen debt predict post-trauma early acute respiratory distress syndrome and the related cytokine response. *J Trauma*, 2000; 49:392-403.
97. Townsend RN, Lheureau T, Protetch J, Riemer B, Simon D. Timing fracture repair in patients with severe brain injury (Glasgow Coma Scale score < 9). *J Trauma*, 1998; 44:977-983.
98. Starr AJ, Hunt JL, Chason DP, Reinert CM, Walker J. Treatment of femur fracture with associated head injury. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:38-45.
99. Scalea TM, Scott JD, Brumback RJ y cols. Early fracture fixation may be «just fine» after head injury: No difference in central nervous system outcomes. *J Trauma*, 1999; 46:839-846.
100. Greenspan L, McLellan BA, Greig H. Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: A scoring chart. *J Trauma*, 1985; 25:60-64.
101. Pietropaoli JA, Rogers FB, Shackford SR, Wald SL, Schmoker JD, Zhuang J. The deleterious effects of intraoperative hypotension on outcome in patients with severe head injuries. *J Trauma*, 1992; 33:403-407.
102. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR y cols. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*, 1993; 34:216-222.
103. Shackford SR, Mackersie RC, Davis JW, Wolf PL, Hoyt DB. Epidemiology and pathology of traumatic deaths occurring at a Level I Trauma Center in a regionalized system: The importance of secondary brain injury. *J Trauma*, 1989; 29:1392-1397.
104. Wald SL, Shackford SR, Fenwick J. The effect of secondary insults on mortality and long-term disability after severe head injury in a rural region without a trauma system. *J Trauma*, 1993; 34:377-382.
105. Go KG. The fluid environment of the central nervous system. En Go KG (ed.). *Cerebral pathophysiology: An Integral Approach with Some Emphasis on Clinical Implications*. Amsterdam: Netherlands, Elsevier Science Publishers, 1991; 66-172.
106. Bouma GJ, Muizelaar JP, Bandoh K, Marmarou A. Blood pressure and intracranial pressure: Volume dynamics in severe head injury. Relationship with cerebral blood flow. *J Neurosurg*, 1992; 77:15-19.
107. Marion DW, Darby J, Yonas H. Acute regional cerebral blood flow changes caused by severe head injuries. *J Neurosurg*, 1991; 74:407-414.
108. Shackford SR, Zhuang J, Schmoker J. Intravenous fluid tonicity: Effect on intracranial pressure, cerebral blood flow, and cerebral oxygen delivery in focal brain injury. *J Neurosurg*, 1992; 76:91-98.
109. Fortune JB, Feustel PJ, Weigle CG, Popp AJ. Continuous measurement of jugular venous oxygen saturation in response to transient elevations of blood pressure in head-injured patients. *J Neurosurg*, 1994; 80:461-468.
110. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD y cols. «Damage control»: An approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *J Trauma*, 1993; 35:375-383.

Fracturas de la extremidad distal del fémur

Enrique Gómez Barrera y Rafael Ballesteros Massó

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de la extremidad distal del fémur son aquellas que afectan al tercio más distal, inferior o próximo a la rodilla. En esa localización anatómica se incluyen diferentes fracturas con diferente epidemiología, mecanismo de producción, gravedad y pronóstico y, por tanto, con diferente enfoque. Las complicaciones y dificultades clásicas en el tratamiento de estas fracturas se asocian con la anatomía regional, como alteraciones de la congruencia que conducen a la degeneración articular, alteraciones del alineamiento que afectan la carga del miembro inferior y dificultades en la reducción debidas a la tracción muscular, a lo que se une el riesgo debido a la presencia de elementos vasculonerviosos en la región poplíteica.

La impresión más frecuente es que son fracturas difíciles de manejar cuyos resultados no son uniformemente buenos y cuyo tratamiento y recuperación requiere considerable esfuerzo por parte del traumatólogo y del paciente, aunque se han sucedido notables cambios en el manejo de estas fracturas, alternándose técnicas cerradas y quirúrgicas. Los enfoques históricos del tratamiento de estas fracturas no diferenciaban la afectación del fémur distal y de la diáfisis del fémur. Pese a que Pott propugnó que era necesaria la relajación muscular mediante flexión de cadera y rodilla, lo que facilita la reducción de la deformidad, el escaso control de los fragmentos producía malos resultados funcionales. La tracción transesquelética aumentó el control de los fragmentos sin cirugía, combinada con la férula de Braun, y colocando la fractura apoyada en el ángulo de la férula para obtener control de la angulación posterior. Los peores resultados del tratamiento quirúrgico históricamente combinaban la mayor gravedad de la fractura (las menos graves no se operaban), la afectación intraarticular (las extraarticulares se intervenían menos) y la escasa solidez de la reconstrucción, que conllevaba desplazamientos secundarios.

En estas circunstancias, los intentos de evitar el encajamiento prolongado, unidos a la mayor solidez de las reconstrucciones para obtener una movilidad precoz, han

provocado una inclinación en el momento actual hacia el tratamiento quirúrgico, aunque también se han desarrollado los métodos cerrados. El presente capítulo, a partir de una revisión de las diferentes fracturas que se producen en el fémur distal y su base anatómica, analizará las claves del diagnóstico y las posibilidades actuales de tratamiento, con unos objetivos concretos de restauración funcional y prevención de complicaciones y secuelas.

BASE ANATÓMICA Y BIOMECÁNICA

La arquitectura del fémur distal, su papel mecánico en el alineamiento y transmisión de cargas en la rodilla, sus relaciones vasculonerviosas y la potente musculatura que lo rodea y moviliza son factores determinantes del pronóstico de estas fracturas.

El fémur distal transmite las cargas del fémur a la tibia por la rodilla, en estática y en movimiento, e incluye dos regiones fundamentales: la región metafisaria, extraarticular, y la epifisaria, intraarticular. La región metafisaria recoge la carga de la diáfisis tubular del fémur y, mediante la distribución de las trabéculas hacia los cóndilos, la transmite hacia la compleja epífisis, que incluye los cóndilos femorales y la superficie articular con la rótula. La zona metafisaria supone menor resistencia, con la consiguiente predisposición a fracturas de baja energía, en la osteoporosis, lesiones líticas (tumoraes, relacionadas, sobre todo, en el caso de metástasis, con su gran vascularización) y enfermedad de Paget. La zona epifisaria deja unas áreas de menor resistencia en la región intercondílea, que separa ambos cóndilos, y las porciones más posteriores de los cóndilos, que actúan en flexión y no tienen soporte metafisario directo. Además, la arquitectura del fémur distal supone la compensación del ángulo cervicodiafisario de la cadera para restaurar la verticalidad del eje de carga, por lo que, habitualmente, el fémur distal muestra una angulación de 5 a 7° en valgo respecto al eje anatómico de la diáfisis. Esta angulación debe restaurarse para recuperar la alineación en carga del fémur fracturado. En el plano sagital, la angulación del plano de apoyo distal de los cón-

dilos respecto a la diáfisis debe aproximarse a los 90°. Si esto no es así, la flexoextensión de la rodilla se altera, con déficit de extensión si se mantiene en flexo el fémur distal, o con dificultad para la flexión si no se reduce el *recurvatum* distal.

La porción extraarticular recibe una abundante vascularización por las arterias retinaculares superiores y perforantes que penetran por la cara posterior del fémur distal, siendo infrecuentes los problemas de consolidación, excepto si la fragmentación de la zona, la desperiostización o la infección dificultan la llegada vascular. Más problemática es la relación con la arteria y vena poplíteas, que acceden desde el muslo al rombo poplíteo a través del hiato de Hunter o de los adductores situado sobre la porción medial del fémur distal. La fijación de los vasos, apoyados en la metáfisis femoral distal, puede dificultar su desplazamiento en caso de fractura de la región.

La cápsula articular forma, en la región posterior, la base del hueco poplíteo, de considerable resistencia con sus refuerzos sobre los cóndilos, las expansiones musculares del semimembranoso, la superposición del músculo poplíteo y la estructura ligamentaria del ángulo postero-lateral. Su desgarró y posterior cicatrización puede comprometer no sólo la estabilidad de la rodilla, sino también su movilidad, manteniendo el flexo. Los ligamentos colaterales son importantes no sólo en la estabilidad laterolateral, que puede comprometerse como lesión asociada, sino en la vascularización y mantenimiento de un cóndilo fracturado y desplazado. De la misma manera, los ligamentos cruzados insertados a ambos lados de la escotadura intercondílea pueden actuar como soporte en una fractura que se extienda a esa región. También pueden verse afectados en el traumatismo, con la consiguiente inestabilidad anteroposterior de la rodilla como lesión asociada. El aparato extensor cubre anteriormente el fémur distal y la fractura de esta región puede afectar tanto a la congruencia femoropatelar como al deslizamiento del tendón cuadrícipital sobre el receso subcuadrícipital de la articulación, que tapiza la región anterior de la metáfisis distal del fémur. Su desgarró, seguido de cicatrización retráctil, limita enormemente la movilidad ulterior del aparato extensor y puede agravar una limitación de la flexión.

La potente musculatura de la región condiciona el desplazamiento de los fragmentos (Fig. 1), la dificultad de su reducción, los posibles desplazamientos secundarios y las limitaciones residuales. El cuádriceps y la musculatura isquiotibial de la cara posterior del muslo producen el intenso acortamiento de estas fracturas. La reducción de estas fracturas precisa relajar isquiotibiales, por lo que debe hacerse en flexión de rodilla y, para evitar la gran tensión de cuádriceps, en flexión de cadera. Los gemelos mantienen la angulación posterior del fémur distal, pero su relajación en flexión de rodilla aumenta la tensión del cuádriceps y, por tanto, el acortamiento. Estos factores musculares explican la deformidad inicial y la dificultad para mantener la reducción en tracción. Incluso la reducción abierta puede ser difícil aun en relajación, sobre todo, si el paciente es musculoso.

Las técnicas de reducción y osteosíntesis actuales exigen conocer bien la anatomía quirúrgica de la región para los tratamientos del fémur distal. El abordaje lateral, más

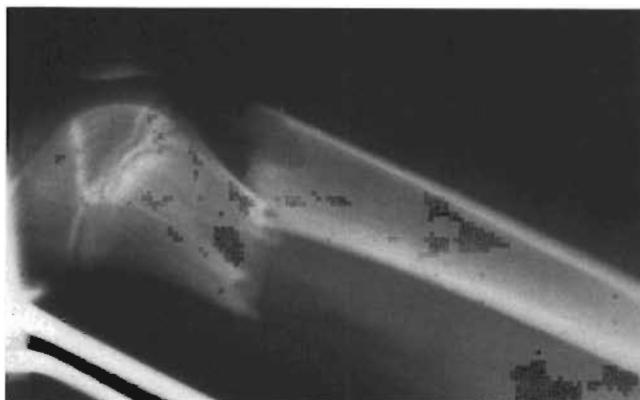


Figura 1. Radiografía lateral sobre férula de Braun que muestra desviación del fragmento femoral distal por tracción muscular.

usado, incide longitudinalmente la fascia lata sobre el septo lateral y desplaza hacia la región anterior el vasto lateral, prolongando hasta el cóndilo lateral discretamente mediante curva hacia adelante, lo que permite la exposición de la cara lateral de la diáfisis, el epicóndilo y cóndilo laterales, donde se centran las reconstrucciones laterales. En caso de extensión intraarticular de la fractura, este abordaje permite la artrotomía parapatelar lateral, que puede ser suficiente para controlar el cóndilo lateral y la región intercondílea, o la osteotomía de la tuberosidad tibial anterior si el compromiso intraarticular es importante. Los abordajes mediales se restringen debido a la proximidad de la arteria poplíteo y la concavidad de la superficie ósea desde el epicóndilo medial a la diáfisis, lo que dificulta el apoyo de una placa de reconstrucción suficientemente sólida en muchos casos. Esta cirugía exige, por lo tanto, una elevada cualificación del cirujano, pues puede ser compleja y difícil de prever en las radiografías.

EPIDEMIOLOGÍA Y MECANISMO DE PRODUCCIÓN

Las fracturas del fémur distal incluyen dos grandes grupos que se diferencian por la edad del paciente y el mecanismo de producción. En primer lugar, aquellas que se producen por traumatismos de alta energía, frecuentemente en jóvenes y en accidentes de tráfico (motocicleta), con impacto directo sobre la rodilla en flexión. Se asocian habitualmente lesión de partes blandas abierta o cerrada, conminución de la fractura y extensión articular con compromiso de las superficies articulares. No son raras estas fracturas en el politraumatizado, con lesiones a veces ipsilaterales, incluso en el mismo fémur a diferentes niveles, lo que complica el pronóstico funcional del miembro. En cambio, estos pacientes suelen presentar un buen capital óseo, lo que facilita la capacidad de consolidación.

En segundo lugar se incluyen las fracturas tras traumatismos de baja energía en pacientes con alteración ósea estructural, localizada o generalizada, por caída con pie fijo en el suelo y rotación del cuerpo sobre el pie. Son infrecuentes las lesiones de partes blandas, la conminución o la extensión articular, y es frecuente el trazo espiroideo u oblicuo con escaso desplazamiento. Se producen como lesiones aisladas o con antecedentes como la osteoporosis.

sis, la enfermedad de Paget e, incluso, las lesiones líticas (mieloma múltiple, metástasis o tumores primarios de hueso), aunque otros desencadenantes pueden ser discontinuidades de la cortical por lesiones o intervenciones previas. La calidad ósea puede ser escasa, con riesgo de fracaso de una fijación interna, precisando gestos como el aporte de injerto.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico correcto y precoz permite planificar globalmente un tratamiento razonable, según el paciente y la lesión. Este diagnóstico conlleva una evaluación clínica y radiológica para descartar lesiones concomitantes y trazos de fractura suplementarios que puedan condicionar la estrategia de tratamiento.

DIAGNÓSTICO CLÍNICO

La deformidad e impotencia funcional sobre la rodilla puede ser muy evidente en fracturas desplazadas e inestables, por lo que una férula o soporte de entrada disminuye el dolor y el riesgo de lesiones secundarias durante la exploración. La rodilla globulosa por hemartros no requiere la evacuación de entrada, pues puede contaminar la fractura y no aporta información adicional. Es importante la evaluación general del paciente, incluyendo cráneo y cara, columna cervical, dorsal y lumbar, tórax y abdomen, miembros superiores y miembro inferior contralateral. La evaluación de la pelvis (dolor en la compresión, puntos dolorosos, inestabilidad) debe seguirse de la exploración de la cadera ipsilateral (dolor ante la presión inguinal y trocantérea), diáfisis femoral (dolor en región lateral o anterior, gran aumento de volumen del muslo), tibia (dolor, deformidad, movilidad anormal), tobillo y pie. Deben observarse las lesiones de las partes blandas cerradas (contusión, flictenas, aplastamiento) o abiertas (heridas puntiformes o heridas amplias).

Las lesiones de partes blandas cerradas pueden clasificarse clínicamente, según Tscherne y Oestern, en cuatro grados desde la mínima afectación o las contusiones y abrasiones superficiales hasta la atricción grave, incluso con despegamiento subcutáneo, o hasta el síndrome compartimental. El diagnóstico de estas lesiones puede condicionar e incluso contraindicar un tratamiento quirúrgico, por lo que es importante tenerlas en cuenta en la toma de decisión del tratamiento.

Las lesiones abiertas de partes blandas implican fracturas abiertas, con manejo diferente, como luego expondremos. Pese a que existe controversia debido a la escasa coincidencia interobservador en la gradación de Gustilo, es útil a efectos prácticos para diferenciar las fracturas abiertas de escaso riesgo de las de riesgo más alto o de las de nuca gravedad que requieren actuaciones complementarias. Sin embargo, otras puntuaciones (como la *Mangled Extremity Severity Score* o MESS) pueden ser necesarias para descartar o proceder a una amputación, por lo que no es aconsejable basar nuestra actuación, en fracturas con afectación grave de partes blandas, sólo en la gradación de Gustilo.

También hay que detectar precozmente posibles lesiones vasculonerviosas asociadas, primero basadas en la exploración de pulso poplíteo, pulsos distales tibial poste-

rior y pedio, en comparación con los contralaterales. Si no se palpan en un paciente que haya salido del *shock* y se encuentre con tensiones estables habrá que explorarlo con ayuda de doppler. En caso de duda y pendiente la posible indicación urgente de abordaje vascular, se requiere una arteriografía. Asimismo, hay que descartar una afectación grave de los troncos nerviosos en grandes traumatismos mediante la valoración de la sensibilidad en la cara anterior y lateral de pierna y pie (dependientes del nervio peróneo), sensibilidad plantar (dependiente del nervio tibial) y movilidad de los dedos del pie en extensión (del peróneo) y en flexión (del tibial).

DIAGNÓSTICO RADIOLÓGICO

Una vez que el paciente ha superado el *shock* e inmovilizado el miembro inferior mediante férulas, se realiza la evaluación radiológica para planificar el tratamiento de urgencia y definitivo. Se requiere al menos una proyección anteroposterior en el plano del fémur (se inclinan la placa y el tubo si se encuentra la rodilla flexionada en férula de Braun) y una proyección lateral. Son de ayuda proyecciones oblicuas para definir mejor trazos intraarticulares, pero deben hacerse sin movilizar el miembro ya que las rotaciones a nivel de la fractura no se evitarán con la férula inicial y pueden agravar las lesiones. Una proyección anteroposterior de pelvis se recomienda en lesiones graves de miembros inferiores para descartar lesiones asociadas proximales. Las proyecciones radiológicas mencionadas permiten encuadrar la fractura en las clasificaciones y, sobre todo, definir la fractura como simple o compleja.

Otras técnicas como la TC (tomografía computarizada) son infrecuentes, pero pueden servir de ayuda en lesiones complejas o dudosas de los cóndilos o en caso de existir lesiones de meseta tibial asociadas. Las técnicas vasculares invasivas, sobre todo, la arteriografía, se indican en el estudio preoperatorio si existe sospecha clínica de lesión arterial (desaparición de pulsos periféricos, frialdad distal), o bien intra o postoperatorias en caso de observar contusión directa o hematoma de la pared arterial. La resonancia magnética no es de utilidad inmediata, aunque puede ser de utilidad para valorar secuelas o lesiones secundarias intraarticulares durante el seguimiento.

CLASIFICACIÓN

Al margen de las clasificaciones clásicas basadas en el trazo y la comunión de la lesión, la clasificación de fracturas distales de fémur más utilizada es la de la AO (Asociación para el estudio de la Osteosíntesis, *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*), propuesta por Müller y cols.¹ por su sencillez y la información pronóstica y terapéutica que aporta. Esta clasificación distingue (Fig. 2, Tabla 1) fracturas extraarticulares (tipo A), articulares parciales (tipo B) y articulares completas (tipo C). Las fracturas de tipo A comprenden las extraarticulares simples (A1), extraarticulares con cuña metafisaria (A2) y las metafisarias complejas (A3). Las fracturas de tipo B comprenden las sagitales del cóndilo lateral (B1), sagitales del cóndilo medial (B2, ver figura 7 A y B) y las articulares parciales en el plano frontal (B3). Las fracturas del tipo C o supraintercondíleas

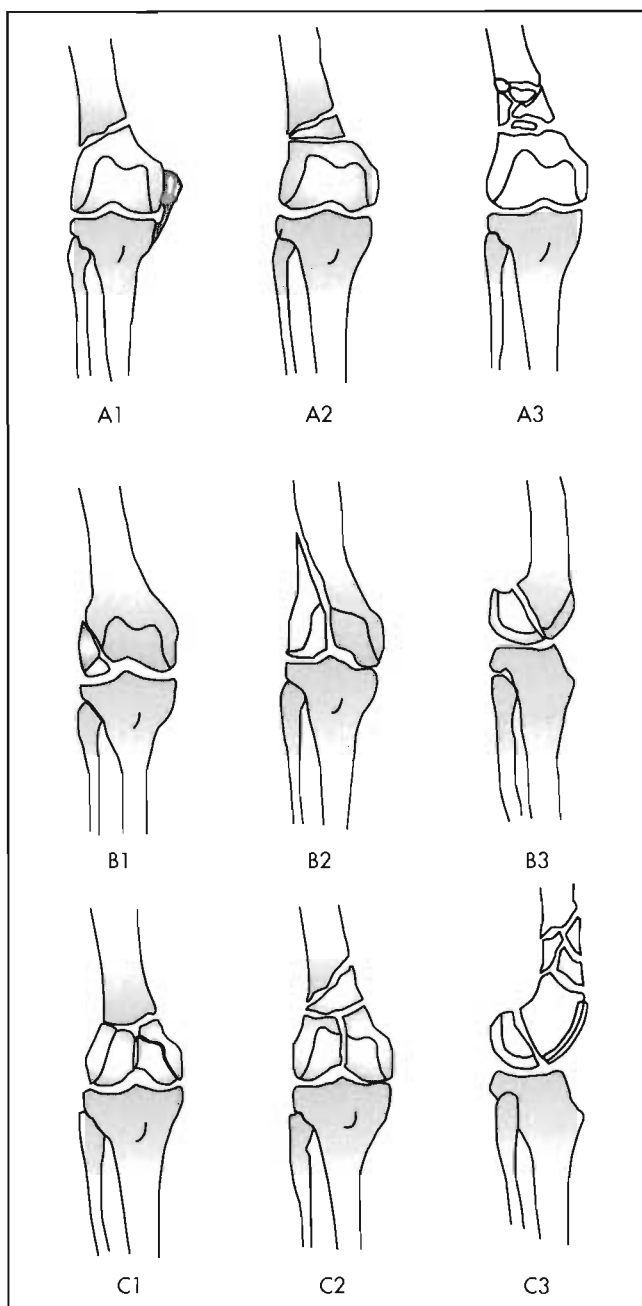


Figura 2. Representación esquemática de los tipos de fractura de fémur distal, según la clasificación de la AO. Obsérvese en el esquema de A1 que se representan dos tipos: la apofisaria (A1.1) y la metafisaria oblicua (A1.2). Ver tabla 1.

incluyen las fracturas articulares simples y metafisarias simples (C1), articulares simples y metafisarias multifragmentarias (C2) y las multifragmentarias en ambas localizaciones (C3, ver figura 8 A y B). La clasificación de la AO es muy descriptiva y estos tipos básicos presentan subdivisiones, sin interés práctico a efectos del tratamiento y pronóstico, pero necesarios para una codificación anatómica. Para el uso diario y la decisión terapéutica, los tipos y subtipos mencionados son suficientes. Además, hay que diferenciar fracturas que, por sus lesiones asociadas o por el tipo de paciente que las sufre, precisan un tratamiento

TABLA 1
CLASIFICACIÓN DE LA AO PARA LAS FRACTURAS DEL FÉMUR (CÓDIGO DEL FÉMUR, 3), TERCIO DISTAL (CÓDIGO DE LOCALIZACIÓN ANATÓMICA, 3)

Tipo A = Fractura extraarticular

1. Extraarticular simple:

- 1.1. Apofisaria
- 1.2. Metafisaria oblicua o espiroidea
- 1.3. Metafisaria transversa

2. Extraarticular con cuña metafisaria:

- 2.1. Cuña intacta
- 2.2. Cuña lateral fragmentada
- 2.3. Cuña medial fragmentada

3. Extraarticular metafisaria compleja:

- 3.1. Con un segmento intermedio o separado
- 3.2. Irregular, limitada a la metafisis
- 3.3. Irregular, con extensión a la diáfisis

Tipo B = Fractura articular parcial

1. Sagital del cóndilo lateral:

- 1.1. Simple, a través del desfiladero
- 1.2. Simple, a través de la superficie articular de carga
- 1.3. Multifragmentaria

2. Sagital del cóndilo medial:

- 2.1. Simple, a través del desfiladero
- 2.2. Simple, a través de la superficie articular de carga
- 2.3. Multifragmentaria

3. En el plano frontal:

- 3.1. Fractura tangencial osteocondral anterior y lateral
- 3.2. Unicondílea posterior
- 3.3. Bicondílea posterior

Tipo C = Fractura articular completa

1. Articular simple y metafisaria simple:

- 1.1. En T o Y, con leve desplazamiento
- 1.2. En T o Y, con grave desplazamiento
- 1.3. Epifisaria en T

2. Articular simple y metafisaria multifragmentaria:

- 2.1. Con fragmento en cuña intacto
- 2.2. Con fragmento en cuña fracturado
- 2.3. Compleja

3. Multifragmentaria:

- 3.1. Metafisaria simple
- 3.2. Metafisaria multifragmentaria
- 3.3. Metáfiso-diafisaria multifragmentaria

La codificación correcta utiliza todos los descriptores. Por ejemplo, una fractura de fémur distal extraarticular simple apofisaria sería 3.3-A1.1 (3 = fémur, 3 = distal, A1 = extraarticular simple, 1.1 = apofisaria). Ver figura 1.

específico. Así, las fracturas con lesiones asociadas locales, como son las fracturas bifocales, la rodilla flotante, las que se asocian a lesiones ligamentarias o del aparato extensor, las fracturas abiertas y las periprotésicas. De la misma manera, tiene particularidades el tratamiento de las fracturas del anciano y las que se producen en rodilla fértil.

TRATAMIENTO

OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO

El tratamiento de las fracturas distales del fémur requiere conseguir la consolidación de la fractura con restauración de la integridad anatómica (congruencia articular y alineación axial) para minimizar la degeneración articular, y las alteraciones mecánicas secundarias; detectar y resolver lesiones asociadas que afectan al pronóstico; conseguir la recuperación de la movilidad de la rodilla evitando rigideces y conseguir estos objetivos en el menor tiempo, con el menor dolor y limitaciones para el enfermo, de la forma más segura y con el menor gasto posible. Un tratamiento quirúrgico para intentar conseguir los objetivos anteriormente señalados incluye la reconstrucción anatómica de la superficie articular; la restauración de la longitud, alineamiento axial y rotación; una fijación interna estable y una movilización precoz.

El tipo de tratamiento, conservador o quirúrgico, a utilizar en estas fracturas precisa una valoración previa cuidadosa de la anatomía de la fractura y de la situación global de un paciente concreto (edad, nivel de actividad previo a la lesión, antecedentes y enfermedades concomitantes, etiología de la lesión, estado hemodinámico actual, etc.). También influye la experiencia del cirujano y el análisis reflexivo de las distintas posibilidades pues, como insiste Helfet², si los objetivos anteriormente señalados no pueden ser obtenidos mediante una intervención quirúrgica por la complejidad de la fractura o la falta de instrumental o habilidad del equipo quirúrgico, el tratamiento conservador es preferible a las complicaciones de un resultado quirúrgico malo con una inmovilización prolongada. En líneas generales, el tratamiento de las fracturas del fémur distal ha evolucionado en las tres últimas décadas desde el tratamiento conservador al tratamiento quirúrgico.

TRATAMIENTO ORTOPÉDICO ACTUAL

Las bases del tratamiento conservador de las fracturas distales del fémur fueron postuladas hace 30 años por diversos autores^{3,4}. En la actualidad, el tratamiento ortopédico aislado se indica poco, ya que difícilmente cumple algunos de los objetivos propugnados: la reconstrucción axial se puede obtener en tracción, pero, difícilmente, se consigue la reconstrucción articular anatómica; el encajamiento también tiene complicaciones secundarias, desde la trombosis venosa profunda y la algodistrofia a la embolia pulmonar, con la grave afectación del pronóstico que conlleva; la rigidez de la rodilla aumenta con el retraso de la movilización y, por último, el tiempo de recuperación y los gastos de hospitalización prolongada aumentan de manera importante, sin obtener mejor resultado. Por todo ello, actualmente se consideran limitadas las indicaciones de un tratamiento estrictamente ortopédico de estas fracturas. Se debe realizar tratamiento ortopédico en: fracturas no desplazadas, importante osteoporosis, pacientes terminales, fase inicial del tratamiento de fracturas abiertas (en espera de estabilización), contraindicación quirúrgica por mala situación clínica permanente del paciente, dudosamente en pacientes jóvenes, con fracturas extraarticulares conminutas con mínimo malalineamiento, acortamiento

o angulación (tipos A2 y A3), fractura distal de fémur en lesionado medular. El tratamiento conservador estaría contraindicado en aquellos pacientes en los que se considera que existen mayores posibilidades de recuperación con un tratamiento quirúrgico.

Las ventajas señaladas han sido la prevención de las complicaciones del tratamiento quirúrgico, sobre todo, la pseudartrosis, así como la corrección progresiva (en tracción) de deformidades axiales y, sobre todo, rotacionales. Además del difícil control de los fragmentos que lleva a consolidaciones viciosas, la principal desventaja del tratamiento conservador es la inmovilidad prolongada, las adherencias musculares y la mala reconstrucción de la superficie articular.

Técnicas de tratamiento conservador

Incluye un período de tracción esquelética a través de un clavo femoral distal, durante un mínimo de tres o cuatro semanas, hasta un máximo de 6 a 12 semanas. Puede ser ventajoso colocar el clavo de tracción en la tibia, por debajo de la tuberosidad tibial anterior, sobre todo, si se plantea un tratamiento quirúrgico en un segundo tiempo para minimizar la contaminación del futuro campo quirúrgico por un clavo transfixiante. La tracción se realiza sobre una férula de Braun o de Thomas, con flexión de rodilla de 20 a 30°. Tan pronto el dolor disminuya se debe permitir cierto grado de movilidad de rodilla en tracción para disminuir las adherencias. Una vez finalizada la etapa de tracción se aplica un yeso inguinopédico. La rodilla debe colocarse en 20° de rotación externa, ligero valgo y extensión, lo que precisa controles radiológicos estrictos. Posteriormente puede pasarse a un yeso inguinopédico articulado o a un yeso funcional hasta la consolidación, que debe ser evaluado periódicamente para detectar de forma precoz posibles pérdidas de reducción. Neer y cols.³ identifican lo que denominan «errores prevalentes» del tratamiento conservador y que llevan al malalineamiento de la fractura por desviación en varo, rotación interna y/o angulación posterior. En el caso de fracturas no desplazadas (o impactadas estables) sin componente articular pueden obtenerse buenos resultados mediante la colocación de una férula inguinopédica (o una ortesis con inmovilización de rodilla) hasta que el dolor y la tumefacción disminuyan, seguida de un yeso inguinopédico. El yeso inguinopédico puede ser sustituido por un yeso articulado, siempre y cuando se monitorice radiográficamente la evolución para detectar posibles pérdidas de reducción.

Resultados

Aunque en las fracturas simples no desplazadas es esperable la recuperación funcional, los resultados del tratamiento conservador en las fracturas complejas y/o desplazadas son malos. Solamente entre el 32% y el 42% de las fracturas sometidas a tratamiento conservador obtuvieron buenos resultados, presentando hasta un 36% de consolidaciones viciosas⁶. Los estudios comparativos con seguimientos mayores de cinco años concluyen que el tratamiento conservador de las fracturas de la región distal del fémur se asocia a una menor probabilidad de obtener buenos resultados funcionales⁷.

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La fijación interna insuficiente había producido a grandes complicaciones en el tratamiento quirúrgico de estas fracturas hasta que, en 1970, el grupo AO propugnó los principios de reducción anatómica de las superficies articulares, fijación interna estable y movilización precoz, con resultados muy superiores a los obtenidos previamente en tratamiento ortopédico o quirúrgico⁸. Pese a la mejora de los resultados, persisten problemas de retraso de consolidación, pseudoartrosis, necesidad de aporte óseo, rigidez articular e infección asociados a la cirugía convencional, lo que ha llevado más recientemente al desarrollo de nuevos sistemas de osteosíntesis que responden a la filosofía de la «fijación interna-externa» y que se implantan mediante cirugía mínimamente invasiva⁹.

De forma esporádica se publican estudios que utilizan otros sistemas de fijación para las fracturas distales del fémur con buenos resultados, como el método Ilizarov¹⁰. Asimismo, se ha utilizado la artroplastia primaria de rodilla con vástago femoral cuando la fractura se producía sobre una rodilla con gonartrosis previa¹¹ en fracturas complejas en el anciano^{12,13} o en el salvamento tras fracasos de la fijación interna¹⁴. En los siguientes párrafos nos centraremos en los sistemas quirúrgicos actuales más utilizados y en las perspectivas de futuro.

Siguiendo los criterios de Schatck¹⁵, las indicaciones para el tratamiento quirúrgico de las fracturas distales del fémur son: fracturas unicondíleas desplazadas (tipos B1 y B2); fracturas unicondíleas en el plano coronal (tipo B3); fracturas bicondíleas en T o en Y con desplazamiento rotacional de los cóndilos; fracturas intraarticulares abiertas; lesiones neurovasculares asociadas; fracturas diafisarias tibiales (rodilla flotante) o de meseta; fractura ipsilateral (incluso de rótula); pacientes con lesiones múltiples que requieren movilización y fracturas patológicas. A estas indicaciones, Helfet² añade: fracturas femorales bilaterales; fracturas asociadas a roturas de los ligamentos de la rodilla y fracturas extraarticulares (tipo A) en las que no puede conseguirse o mantenerse la reducción. Otra indicación poco frecuente pero compleja es en el caso de asociación entre fractura supracondílea y fractura en el plano coronal, cuya planificación se beneficia de estudio preoperatorio con TC, aunque su sospecha es difícil¹⁶. Las principales contraindicaciones del tratamiento quirúrgico son: la presencia de labilidad hemodinámica, sepsis o contaminación masiva en el paciente politraumatizado; cuando las circunstancias médicas del paciente no lo permitan (riesgos anestésicos o quirúrgicos inaceptables) y en caso de conminución masiva de una fractura con grave osteopenia (por ejemplo, miembro parálítico).

Las principales ventajas del tratamiento quirúrgico bien realizado, sobre un hueso de calidad, son la reducción articular y metafisaria apoyadas en implantes que prestan solidez a la reconstrucción, la movilización precoz para evitar o disminuir la rigidez articular de la rodilla y el acortamiento de los tiempos de encamamiento y recuperación. Las desventajas proceden de los riesgos quirúrgicos, sobre todo, en el paciente anciano o politraumatizado, así como los riesgos locales, como la infección quirúrgica y las complicaciones de la consolidación. La excesiva rigidez de la reconstrucción

produce una desviación de tensiones (llamada *stress shielding*) con porosis secundaria que puede favorecer la no consolidación y la pseudoartrosis. Esto requiere una concepción más biológica y menos mecanicista del tratamiento quirúrgico con aporte de injerto e implantes que tengan en cuenta este principio biológico, como veremos después.

No existe una técnica definitiva y única para todos los tipos de fracturas dado que las fracturas del fémur distal presentan un amplio rango de gravedad. En este rango y en su tratamiento influyen el deterioro de los tejidos blandos, la osteoporosis, la conminución ósea, la afectación articular, las fracturas asociadas, etc. Pero también influyen factores intrínsecos del paciente, como la edad, la profesión o el tipo de actividad y las necesidades de sobrecarga física. Lejos de ello existen patrones lesionales, como las fracturas supracondíleas del anciano, en las que los resultados obtenidos con las distintas técnicas son uniformemente mediocres. Los enclavados intramedulares elásticos proporcionan un alineamiento axial satisfactorio y permiten una movilización precoz, pero no consiguen una reducción anatómica y una estabilización suficiente, en muchos casos, necesitando estabilidad adicional. Por estos motivos han sido desplazados por implantes que proporcionan mayor estabilidad. Zickel diseñó su clavo con anclaje distal para prevenir la migración distal de los clavos de Ender y de Rush, obteniendo resultados satisfactorios¹⁷. No obstante, se reserva hoy esta técnica para el alineamiento de fracturas en hueso porótico, sobre todo, en el anciano, no subsidiarias de osteosíntesis rígida por la calidad del hueso pero necesitadas de suficiente sujeción para la movilización precoz.

Entre los implantes con mayor uso que se han diseñado para el tratamiento de las fracturas distales de fémur destacan los utilizados en fijación interna sobre placa y los clavos intramedulares (anterógrados y retrógrados). El otro aspecto fundamental del tratamiento quirúrgico es el aporte de injerto.

Fijación interna sobre placa

Hoy se considera la técnica de referencia con la que deben compararse los demás métodos de tratamiento, ya que proporciona una fijación anatómica y estable de la fractura y permite la movilización precoz de la extremidad. Puede realizarse mediante el clavo-placa, el tornillo-placa, la placa de soporte condíleo o placa-contrafuerte y la placa estabilizadora menos invasiva.

El clavo-placa proporciona una estabilización rígida de las fracturas distales de fémur (tipos A y C). Los resultados de este implante son buenos, aunque presenta un alto índice de complicaciones, generalmente causados por dificultades técnicas. En la actualidad ha sido casi desplazado por el tornillo-placa, manteniendo muy pocas indicaciones. Cabe destacar aquella fractura supracondílea en la que el fragmento distal es demasiado pequeño para aceptar el tornillo deslizante del tornillo-placa. El mayor problema técnico es la introducción de la lámina del clavo en un fémur distal inestable por la fractura, dado que el escoplo requiere un martilleo que puede desplazar la fractura fijada con pinzas. Ello puede causar un desplazamiento y una mala dirección de la lámina si el hueso hace resis-

tencia por su buena calidad, o una fractura secundaria si el hueso es porótico. Inconvenientes éstos que se obvian en el tornillo-placa gracias al fresado del tornillo distal. Otras críticas a este dispositivo son la escasa potencia para la reconstrucción intraarticular y la imposibilidad de corregir los planos sagitales y frontales una vez insertada.

El tornillo-placa (DCS, *Dynamic Condylar System*, o sistema condíleo dinámico), de diseño más tardío, presenta claras ventajas técnicas sobre el clavo-placa, ya que es más fácil su colocación. Sin embargo, presenta dos problemas mecánicos: en primer lugar, el gran tamaño del tornillo distal ocasiona una pérdida ósea que hace difícil su recolocación en caso de error en la dirección y, en segundo lugar, la estabilización del fragmento distal es menos resistente que la conseguida mediante el clavo-placa. Además, hay que tener en cuenta que el fragmento distal del fémur debe de ser lo suficientemente grande para poder aceptar el tornillo (límite de seguridad unos 4 cm¹⁸). Otro problema que presenta este dispositivo es una menor estabilidad rotacional en el plano sagital, aunque ello permite una corrección secundaria tras la inserción. No ocurre lo mismo en el plano frontal, en el que no hay posibilidad de corrección una vez insertado. También se ha criticado la gran rigidez del implante por la transferencia de tensiones y la porosis secundaria que ello conlleva, aunque aquí está una de sus grandes ventajas: la solidez de la reconstrucción cuando se compara, en condiciones experimentales, con el clavo-placa¹⁹. A pesar de estos problemas, el tornillo-placa prácticamente ha desplazado al clavo-placa en el tratamiento de estas fracturas en la actualidad. Ello se debe, en parte, a la mayor experiencia de los cirujanos ortopédicos con dispositivos similares, como los que se aplican en las fracturas pertrocantéreas de cadera (DHS, DMS, Richards, etc.). Su utilización en lugar del clavo-placa, dada la posibilidad de controlar mejor la posición del tornillo distal, ha llevado a una disminución significativa en defectos de reducción de estas fracturas¹⁵. El tornillo-placa presenta las mismas indicaciones que el clavo-placa. Las fracturas tipo C han de ser «transformadas» en fracturas tipo A antes de colocar el tornillo-placa. Esto se consigue mediante osteosíntesis interfragmentaria de los fragmentos condíleos por técnicas convencionales (tornillos de esponjosa de grandes fragmentos a compresión), teniendo la precaución de dejar espacio para la colocación del tornillo-placa (Figs. 3 y 4).

Se ha descrito una variante técnica conocida como técnica MIPPO (*minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis*), que utiliza un dispositivo DCS de forma percutánea^{20, 21}. Los autores que propugnaron esta técnica²⁰ desarrollaron posteriormente la placa LISS, que será expuesta más adelante.

La placa de soporte condíleo (*condylar buttress plate*) se utiliza satisfactoriamente en fracturas C3 y en algunas fracturas C2 muy conminutas o si el tamaño del fragmento distal del fémur fuese insuficiente para alojar el tornillo del dispositivo tornillo-placa. Este implante presenta la ventaja de permitir la colocación de múltiples tornillos que mejoran la presa en estas fracturas complejas. Sin embargo, tiene el gran inconveniente de la debilidad de la construcción placa-tornillos, sobre todo para las sollicitaciones



Figura 3. Radiografía anteroposterior que muestra una fractura supracondílea conminuta (C2).

en varo, por lo que necesita, en muchos casos, una osteosíntesis medial accesoria²². Los estudios experimentales demuestran que la utilización de un sistema con doble placa condílea (medial y lateral) mejoran la estabilidad del implante²³. También se ha descrito el uso de tornillos oblicuos a 45° con presa en cóndilo medial y origen proximal, para cerrar un triángulo sobre el clavo-placa o, en su caso, sobre la placa contrafuerte y los tornillos distales. Los montajes sobre placa aumentan la rigidez de éstas²⁴, pero no es frecuente una fijación suficientemente firme de unos tornillos oblicuos en el cóndilo medial.

La placa de estabilización menos invasiva (LISS-DF, *Less Invasive Stabilization System-Distal Fémur*, o sistema de estabilización menos invasivo fémur distal) es una reciente opción de fijación sobre placa que va ganando adeptos. Se trata de una placa premoldeada (Fig. 5), como las placas condíleas, que se adapta a la anatomía de la región lateral del fémur distal y se coloca sobre el periostio tras una reducción indirecta, buscando la neutralización²⁵. El sistema se basa en una fijación de placa sobre tornillos y de tornillos sobre hueso, fiando la solidez del implante tornillo-placa al roscado del tornillo sobre la placa, a diferencia de las placas condíleas, cuya estabilidad depen-

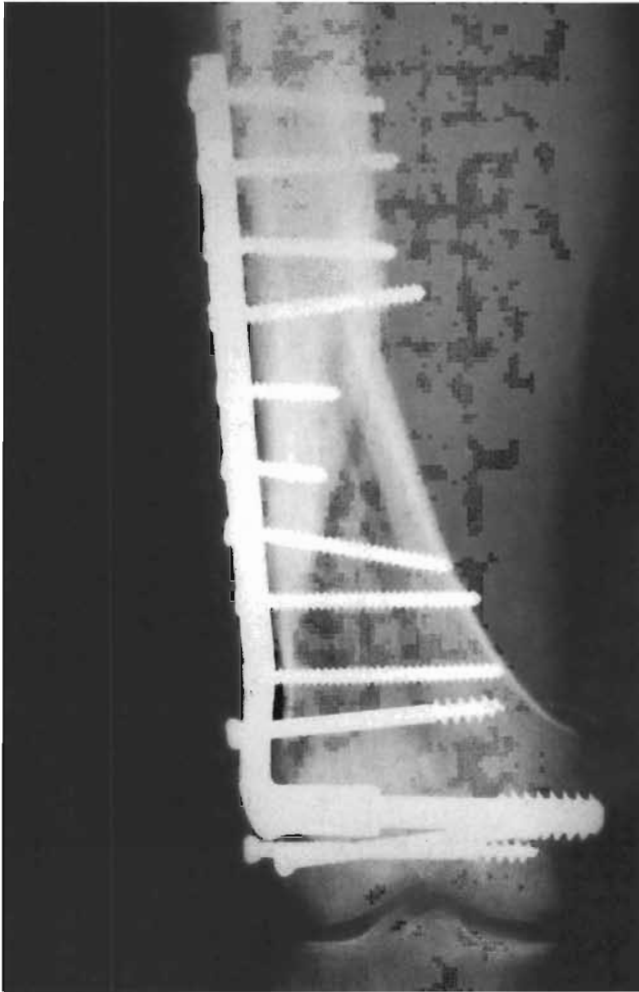


Figura 4. Radiografía anteroposterior de la fractura de la figura 2, sintetizada mediante tornillo-placa DCS.

de de la compresión de la placa sobre el hueso mantenida por los tornillos. Este principio, que recuerda a los fijadores externos y que también se realiza a distancia, se conoce como fijación interna-externa y su interés es respetar el periostio y evitar una gran lesión de las partes blandas. Los

tornillos, colocados a través de una guía externa, permiten una rápida estabilización del implante. Sin embargo, la reducción no es directa (Fig. 6), sino que pretende el alineamiento axial más que la reconstrucción anatómica²⁰. Por ello, puede ser necesario añadir un gesto de reducción y síntesis mediante abordaje parapatelar lateral a la epífisis en caso de fracturas intraarticulares, antes de estabilizar la placa. Algunos estudios recientes²⁵ amplían la indicación a casi todas las fracturas femorales distales con favorable consolidación^{26,27}, incluyendo las periprotésicas, aunque retardos de consolidación y pseudoartrosis pueden llevar a la rotura del material²⁸.

Como se comentó anteriormente, la fijación sobre placa en general y, de forma específica, la utilización del tornillo-placa, se considera la técnica de referencia con la que deben compararse los demás métodos de tratamiento. La selección correcta de los pacientes, la reducción anatómica, la fijación rígida y la movilización precoz son esenciales para los resultados, obteniéndose entre un 75%^{5,15} y un 85% de resultados buenos o excelentes²⁹. Los resultados funcionales satisfactorios son compatibles con diferencias de angulación menores a 5° en cualquier plano y esta diferencia parece encontrarse dentro de límites razonablemente aceptables³⁰.

Enclavado Intramedular

Constituye la segunda gran opción de tratamiento quirúrgico de las fracturas de fémur distal, con opciones de enclavado anterógrado y retrógrado.

El enclavado anterógrado bloqueado y fresado constituye una buena indicación para las fracturas tipos A, C1 y algunos tipos C2³¹. Cuando se están tratando fracturas del tipo C es necesario su conversión previa a fracturas tipo A mediante osteosíntesis interfragmentaria. El clavo bloqueado intramedular anterógrado está incluido entre los métodos indirectos de reducción y presenta la ventaja de limitar la desvascularización de la zona de fractura. Presenta, además, la ventaja de una incisión alejada de la fractura y la técnica es familiar a la mayoría de los cirujanos, pudiendo ser utilizada independientemente del grado y tamaño de la zona de conminución. Puede servir, asimismo, en el tratamiento, en un tiempo, de fracturas bifocales

de fémur, cuyo manejo a distancia disminuye el riesgo de desvascularización del fragmento intermedio. Sin embargo, la técnica de reducción puede ser compleja si se realiza a cielo cerrado. Puede ser necesaria la utilización de un clavo de Steimann femoral de tracción para poder manipular el fragmento distal, la colocación del clavo en posición centrada y la verificación intraoperatoria de la reducción. Las líneas de fractura intercondíleas que no pueden ser reducidas de forma anatómica mediante métodos cerrados necesitan una artrotomía para manipular el componente intraarticular. Alternativamente, un método indi-

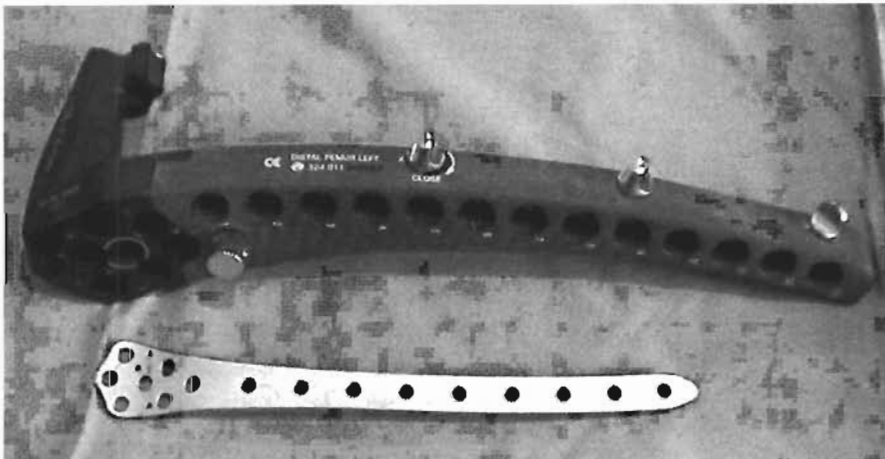


Figura 5. Implante LISS-DF.

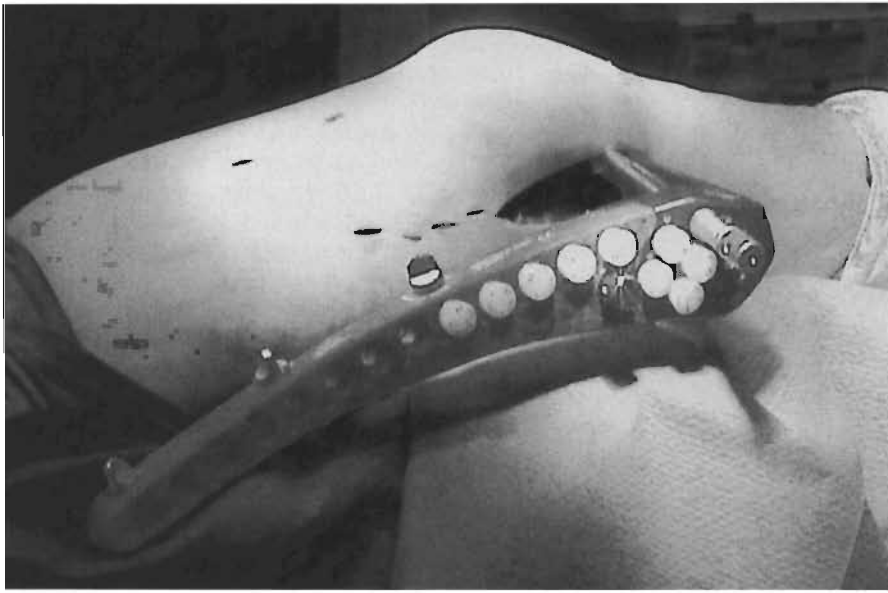


Figura 6. Vista quirúrgica de colocación de la placa de la figura 6 en que se mantiene la reducción mediante un fijador externo hasta completar la síntesis.

recto para controlar los fragmentos femorales distales es utilizar clavos de Steinmann como palancas para conseguir la reducción. Como contraindicación se señalan las fracturas tipos B3 y C3 con línea de fractura en el plano coronal. Por otro lado, conviene ser prudente cuando la línea de fractura se encuentra en los 5 cm inmediatos al orificio más proximal del bloqueo distal, ya que el riesgo de fatiga del clavo aumenta, recomendándose utilizar clavos de gran diámetro y evitar la carga precoz.

El clavo intramedular retrógrado permite la fijación de las fracturas de tipos A y C. En la gran mayoría de los implantes, el bloqueo distal se realiza mediante tornillos. En cuanto al bloqueo proximal, existen implantes con guías externas que lo facilitan. A veces es necesaria la introducción del tornillo proximal con la técnica «manos libres», que presenta una dificultad añadida en aquellos sujetos con un importante desarrollo muscular. Se ha señalado una tasa de curación similar a los resultados de los dispositivos de fijación lateral³² con menor disección de las partes blandas, una consolidación en un promedio de tres meses sin necesidad de injerto óseo y una recuperación casi completa de la movilidad. Sin embargo, un 5% experimentó pérdida de reducción con consolidación viciosa en varo, necesitando osteotomía. Se trata de una técnica poco agresiva, con una pérdida sanguínea escasa e, incluso, se han descrito modificaciones de la técnica asistida por artroscopia, evitando la artrotomía pararrotiliana³³.

En este tipo de fracturas, la causa más importante de los fracasos de la estabilización por fatiga de los implantes son las cargas en varo debidos a la pérdida de contacto de la cortical medial (conminución). Aunque el clavo retrógrado intramedular es menos rígido que el tornillo-placa cuando se le somete a ciertos tipos de sollicitudes (torsión, estrés en valgo, flexión), presenta una rigidez similar cuando se les somete a un estrés en varo³⁴, aunque los dispositivos de fijación tipo placa presentan mejores características biomecánicas en la zona de unión al fragmento distal

que los bloqueos de los clavos retrógrados. La resistencia de la fijación de los clavos fue mayor que la placa LISS en torsión, aunque la placa LISS función también peor en torsión que la placa angulada³⁵. En cualquier caso, un clavo supracondíleo bien colocado y de diseño moderno tiene resistencia suficiente como para proporcionar estabilidad durante la consolidación ósea. En una revisión sistemática reciente de la literatura, la tasa de consolidación fue del 96,6% en un tiempo medio de 3,4 meses³⁶. En pacientes jóvenes se han detectado roturas por fatiga en los implantes, por lo que se recomienda que se limite la carga y los ejercicios de máxima flexión. En general, se ha progresado en técnicas menos invasivas (clavo, placa LISS) ya que el resultado final y las complicaciones ha sido mejor que el obtenido con

otras técnicas de referencia como la placa angulada³⁷.

Aporte de injerto óseo

Permite, en primer lugar, el relleno de un defecto, pero sobre todo ayuda a la consolidación. El defecto por conminución o aplastamiento fragmentario, sobre todo en hueso poroso o fracturas con impactación por alta energía, o el originado por una lesión lítica, en el caso de una fractura patológica, puede rellenarse con injerto si es moderado y cavitario, es decir, contenido en corticales. La segunda y más frecuente utilización de injerto óseo, generalmente, de autoinjerto ilíaco, se debe al concepto biológico de estas fracturas. La conminución medial no permite la fijación atornillada y deja una zona de escasa resistencia. Si la transferencia de cargas por la cortical lateral, donde se sitúa el implante rígido, no se acompaña de una consolidación temprana, la construcción lateral puede fallar por fatiga. Por lo tanto, es necesario mejorar en lo posible la consolidación medial mediante el aporte de autoinjerto. Por todo ello, es conveniente preparar de forma sistemática la cresta ilíaca ipsilateral en todos los pacientes con fractura distal de fémur, por si se considera necesario aportar injerto.

Se pueden enumerar las siguientes indicaciones absolutas para el injerto óseo¹¹, que pueden ampliarse en muchos casos: fracturas conminutas supracondíleas de alta energía; fracturas en las que no se puede conseguir estabilidad medial; fracturas con importante desvascularización ósea; fracturas abiertas, de forma secundaria y cuando estén controlados los problemas de las partes blandas; cuando se necesita la colocación de una placa medial adicional y cuando existe conminución en la región intercondílea.

TRATAMIENTO ESPECÍFICO EN DIFERENTES TIPOS DE FRACTURAS

Existen fracturas del fémur distal que, por sus características, lesiones asociadas o pacientes que las sufren, muestran algunas particularidades en su tratamiento.

Fracturas de tipo B o fracturas unicondriales

Están sometidas a tensiones musculares y/o ligamentosas y sufren desplazamientos, lo que obliga a un tratamiento quirúrgico para restablecer la congruencia anatómica. A veces se asocian a luxaciones de rodilla, pudiendo existir en estos casos gran inestabilidad. El tratamiento de elección es la reducción abierta y fijación mediante tornillos de esponjosa de grandes fragmentos (6,5 mm) en compresión, utilizando un abordaje medial (fractura sagital del cóndilo medial = B2) o lateral (fractura sagital del cóndilo lateral = B1). En las fracturas en el plano frontal (subtipo B3), cuando la cabeza del tornillo descansa sobre la superficie articular, ésta debe de ser avellanada para no interferir con la movilidad. En todos los casos se utilizan las técnicas quirúrgicas convencionales (reducción, fijación provisional con agujas de Kirschner, etc.). En casos de continuación importante puede estar indicado la utilización de una placa de soporte condíleo con tornillos de esponjosa (6,5 mm) distales y tornillos corticales (4,5 mm) proximales neutralizando la fractura, junto con tornillos a compresión a demanda. Debe retrasarse la carga hasta la consolidación ósea, aunque la movilidad precoz debe realizarse lo antes posible, en función de la estabilidad conseguida.

Fracturas bifocales

La fijación rígida de todos los focos de fractura es necesaria para la adecuada resolución de las fracturas simultáneas del mismo fémur, aconsejándose la fijación rígida frente a la fijación elástica excepto, tal vez, para pacientes de edad muy avanzada. Cuando el componente asociado a la fractura diafisaria es supracondíleo (tipo A) puede recomendarse el clavo endomedular bloqueado sin fijación suplementaria con tiempos de consolidación medios de alrededor de cinco meses. Cuando existe afectación articular (tipos B y C) es necesario suplementar la fijación mediante tornillos y, ocasionalmente, una placa. La presencia de una fractura del cóndilo en el plano frontal (tipos B3 y C3) constituye una contraindicación para esta técnica.

Rodilla flotante

En caso de asociar una fractura de extremidad distal de fémur a una fractura de tibia, proximal o diafisaria, se produce una movilidad anormal. La estabilización debe ser quirúrgica, pero es insuficiente el hacerlo sólo a un nivel, por lo que se requiere abordar tanto el fémur como la tibia. En el caso de afectarse la porción intraarticular del fémur y de la tibia, la inestabilidad puede ser menor pero, la posibilidad de recuperar la función también, por lo que una opción puede ser la artrodesis de rodilla en el paciente joven, inmediata o tardía. La inestabilidad también puede aumentar el riesgo de lesión vasculonerviosa, precisando una estabilización precoz mediante fijador, seguida de tratamiento secundario de ambas lesiones.

Fracturas abiertas

Constituyen del 5 al 10% de todas las fracturas distales del fémur. La herida se localiza casi siempre en la región anterior y suele asociarse a lesiones del mecanismo extensor. Todas las fracturas abiertas necesitan un desbridamiento

quirúrgico agresivo. En lesiones de grado I y II de Gustilo se impone la restauración inmediata de la congruencia articular mediante técnicas de fijación interna limitadas. Pueden utilizarse incluso técnicas estándar de tratamiento, dejando la herida abierta y realizando desbridamientos sucesivos². En el caso de que la estabilización quirúrgica deba retrasarse tras el desbridamiento inicial, el miembro inferior debe ser estabilizado de forma provisional mediante un sistema de tracción, a ser posible en tibia por debajo de la tuberosidad tibial anterior, para excluirlo del campo quirúrgico en futuras cirugías. En las fracturas grado III, la limpieza y el desbridamiento deben ser exhaustivos. En este momento existen dos posibilidades de tratamiento: fijación interna estable o estabilización mediante fijador externo a través de la articulación. La estabilización mediante fijación externa se considera el método más seguro, ya que permite sucesivos desbridamientos, manejo de partes blandas, realización de técnicas de cobertura cutánea y, por último, fijación interna secundaria². El fijador externo debe colocarse de tal forma que los clavos proximales anclen la cara lateral de la diáfisis femoral y los clavos distales la cara anterior de la tibia. El manejo de los fragmentos óseos articulares desvitalizados es controvertido, aunque existe tendencia a ser conservador si estos fragmentos contribuyen a la estabilidad articular. El éxito de la cirugía de la fractura abierta depende de llegar al equilibrio entre el desbridamiento y limpieza de los tejidos contaminados con el respeto de las partes blandas para disminuir al mínimo la desvitalización de los tejidos. La incidencia de lesión vascular asociada a fracturas de fémur distal es relativamente baja, a pesar de la localización de los vasos. Si el compromiso vascular es grave y/o han transcurrido más de seis horas de isquemia se debe proceder a la reparación (provisional o definitiva) del vaso. El mayor problema técnico es realizar la anastomosis vascular con la fractura acortada. En fracturas femorales distales asociadas a lesión vascular reciente, el tratamiento más aceptado consiste en algún método rápido de fijación interna estable, recuperando la longitud previamente a la reconstrucción arterial. Puede proponerse el siguiente protocolo: angiografía, fijación externa provisional puentando la lesión, reparación vascular y cambio primario a un clavo endomedular.

Fracturas periprotésicas

Con el considerable número de pacientes que reciben una prótesis de rodilla actualmente, se han detectado fracturas del fémur distal entre el 0,6 y el 2,5% de los implantados con compromiso de la situación funcional del paciente y del pronóstico de la artroplastia. En general, el patrón es de fracturas espiroideas, de baja energía, pero existe cierta controversia sobre el origen de estas fracturas. Se ha propuesto su origen en la lesión de la cortical anterior del fémur durante el implante, con indentación de ésta y disminución de la resistencia del fémur a la torsión hasta en un 30%³⁸. La indentación anterior debe proibir la manipulación y se debe modificar el manejo postoperatorio de estas prótesis. De cara al tratamiento, el punto fundamental es si comprometen o no la estabilidad del implante. Rorbeck y cols.³⁹ diferencian tres tipos de fractura supracon-

dílea periprotésica: tipo 1, sin desplazamiento con prótesis estable; tipo 2, desplazada con prótesis estable; tipo 3, desplazada o no, con prótesis movilizada. Cuanto más proximal es la fractura, más posible es que el implante femoral se mantenga estable, por lo que el tratamiento no se diferenciará de otras fracturas metafisarias. La fijación mediante tornillo-placa en los casos en que la prótesis femoral sea estable y la lesión metafisaria, puede permitir una movilidad precoz en descarga y una recuperación funcional. Una alternativa interesante es el enclavado intramedular retrógrado (Fig. 7), pero una consideración técnica importante es el tipo de implante. Si el implante no tiene vástago ni cajetín para el pivote que permite la sustitución del ligamento cruzado anterior, las dos técnicas pueden resolver el problema. Si el implante tiene cajetín intercondíleo, el enclavado no será viable y el tornillo-placa puede verse dificultado, por lo que pueden ser necesarias otras técnicas como la placa de soporte o el clavo de Zickel. Una situación diferente se plantea cuando la fractura se asocia a un aflojamiento del componente femoral. La fijación de la fractura no va a restaurar la función articular, por lo que se impone un recambio. Sin embargo, la planificación requiere buena definición de la extensión de la fractura. Si es metafisaria sin extensión proximal, puede ser controlada por un vástago *press-fit*, lo que puede obtenerse por diferentes diseños de revisión. Es probable que el manejo de la fractura requiera alguna fijación primaria mediante

cerclajes, placas envolventes o cerclajes sobre placa, seguida de la estabilización intramedular por el vástago. Secundariamente, se puede sustituir o suplementar esta fijación de cerclajes por una placa en fracturas largas con extensión proximal y sin conminución. La técnica variará según la situación del paciente y la fractura. La cementación de vástagos largos se ha utilizado como salvamento, así como el relleno del defecto por cemento o el injerto de banco masivo en el fémur distal. El difícil manejo que pueden suponer estas fracturas con aflojamiento protésico se complica al producirse en pacientes ancianos con hueso, generalmente, porótico y el tratamiento debe considerar la situación general y los objetivos, antes de determinar la reconstrucción necesaria.

Fracturas del anciano

Son, con frecuencia, el resultado de traumatismos de baja energía asociados a osteoporosis. Esto conlleva una mala presa del material de osteosíntesis y no existe consenso en el tratamiento de estas fracturas. Además, suponen un gran desafío por los habitualmente malos resultados funcionales y el compromiso vital del paciente debido a las complicaciones sistémicas asociadas. Algunos autores encuentran ventajas en el enclavado intramedular en este grupo de pacientes¹⁵ por la fijación epifisaria de los tornillos proximales y distales y la actuación

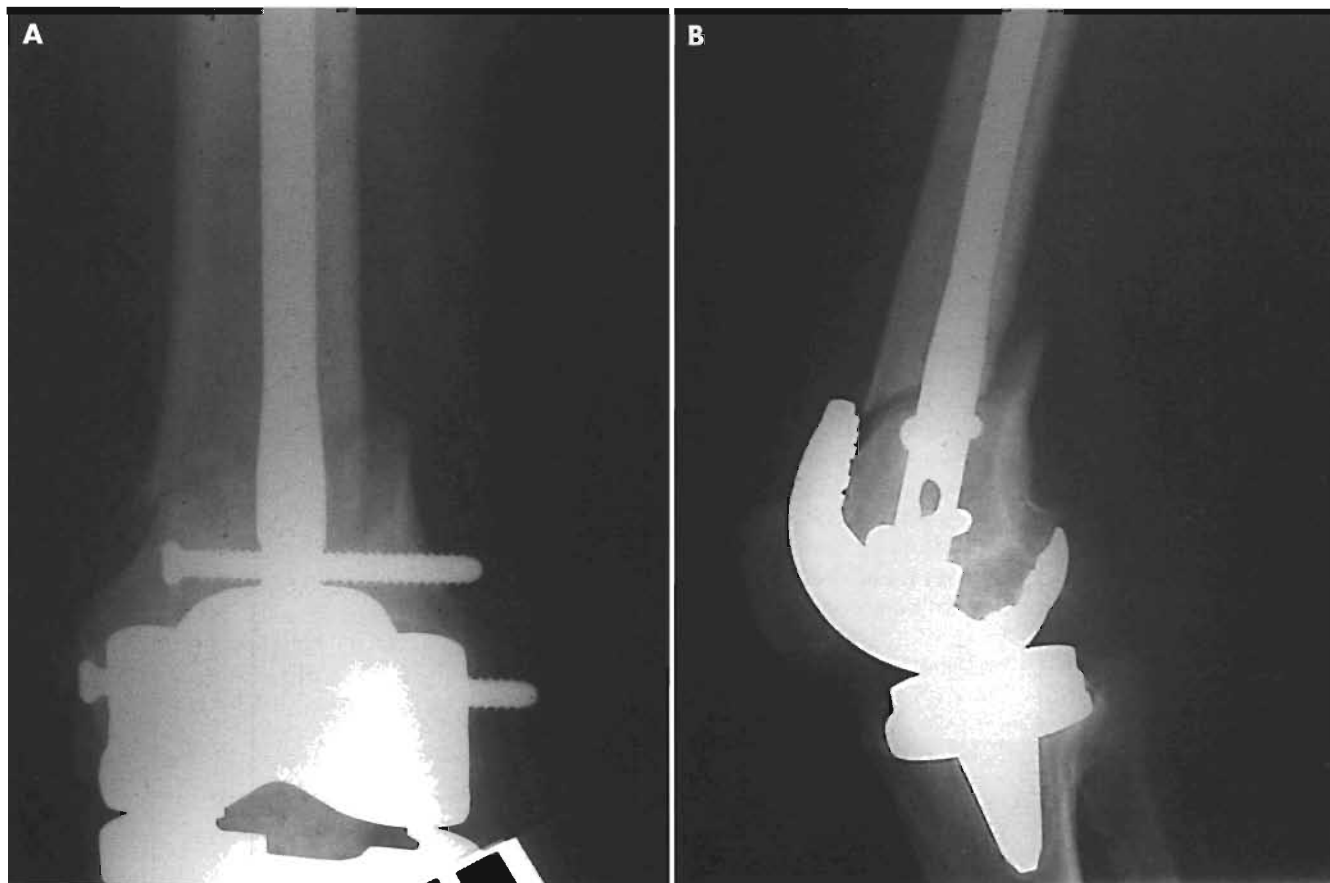


Figura 7. Radiografías anteroposterior (A) y lateral (B) de tratamiento quirúrgico de fractura periprotésica mediante enclavado retrógrado. Obsérvese la recuperación del eje con alineamiento de la fractura.

a distancia, aunque es frecuente la pérdida de presa en los bloqueos distales (con riesgo de deformidad en varo o valgo). También se recomienda la utilización del enclavado intramedular elástico, como el sistema de Zickel, para poder movilizar al paciente de forma precoz con menor traumatismo quirúrgico. Este sistema consiste en dos clavos intramedulares retrógrados introducidos desde los dos cóndilos mediante incisiones separadas y que permiten su bloqueo distal mediante un tornillo de compresión interfragmentaria por cada clavo. Estos tornillos distales permiten estabilizar las fracturas intercondíleas y evitan la migración distal de los clavos elásticos intramedulares. La solidez que aporta la utilización de placas (tornill-placa) puede verse empañada, además de por la pérdida de presa de los tornillos, por la fractura femoral por encima de la placa. Cuando debido a la mala calidad ósea, los tornillos fundamentales para la estabilidad del implante no consiguen una suficiente sujeción se puede utilizar cemento óseo para mejorar la fijación⁴⁰. Se retiran los tornillos en cuestión y se inyecta a presión el metilmetacrilato en los orificios. Se vuelven a colocar los tornillos y, cuando el cemento está a punto de finalizar la reacción de polimerización, se terminan de apretar. Hay que evitar que el metilmetacrilato quede interpuesto entre los fragmentos óseos, ya que podría interferir con el proceso de consolidación. En estos pacientes ancianos se puede también tolerar el telescopaje de la fractura siempre y cuando el defecto óseo sea pequeño, y permitir el acortamiento de la fractura eliminando la zona de conminución y mala presa de los implantes. Otros tratamientos propuestos menos ortodoxos van desde la artroplastia primaria puentando la fractura, hasta la amputación, pero sólo circunstancias excepcionales los hacen aconsejables.

Facturas en rodilla fértil

La fisis femoral distal puede cerrar muy tardíamente (hasta los 16-19 años) y conlleva el 70% del crecimiento del fémur y el 40% del crecimiento del miembro inferior, a razón de 7-10 mm por año desde los seis-siete años. Por estos motivos, su afectación puede comprometer el crecimiento total del miembro inferior o su desviación axial o planar. Aunque las más frecuentes epifisiólisis de tipos I y II de Salter y Harris serán reducidas por medios cerrados, su fijación con agujas puede ser necesaria. Tras la reducción y, sobre todo, en los tipos III y IV, la fijación a ambos lados de la fisis puede evitar un desplazamiento, compromiso articular y epifisiodesis secundaria. El uso de placas fijadas en la epifisis puede producir una epifisiodesis por compresión, pero el grueso periostio y la frecuente estabilidad de las fracturas metafisarias permite evitarlas. El tratamiento conservador tras osteosíntesis mínima puede ser una opción acertada en muchos casos.

COMPLICACIONES Y SECUELAS

El 30% de las fracturas de fémur distal presentan complicaciones y secuelas. Entre las complicaciones destaca la infección, el fallo de la fijación y la rotura del implante o la pseudoartrosis. Como secuelas se cuenta la consolidación viciosa y la rigidez de rodilla y, a largo plazo, la degeneración artrósica.

INFECCIÓN

La tasa de infección es similar a las de otras fracturas epífiso-metáfisarias. Los índices de infección aumentan por factores dependientes de la fractura (conminución, lesión de partes blandas, fracturas abiertas...), del paciente (mal estado general, insuficiencia vascular periférica, inmunodeficiencias...) y del cirujano (momento de la intervención, tipo de osteosíntesis, tiempo quirúrgico, experiencia...). Es imprescindible una cobertura antibiótica adecuada, siguiendo las recomendaciones y protocolos habituales. En caso de que se produzca infección en el postoperatorio, deben seguirse los principios de manejo de fractura aguda infectada: desbridamiento quirúrgico agresivo, técnicas de cobertura cutánea, espaciadores de cemento impregnado en antibióticos, terapia antibiótica intravenosa, etc. El material de osteosíntesis, si es estable, debe intentar mantenerse hasta la consolidación ósea.

PÉRDIDA DE FIJACIÓN Y ROTURA DEL IMPLANTE

La presa del material de osteosíntesis puede perderse cuando el hueso no es de calidad o la conminución ósea es importante. Esto es más frecuente en fracturas con pequeños fragmentos distales. Si durante el seguimiento se observan signos de pérdida de fijación, se puede suspender la rehabilitación hasta obtener mayor grado de consolidación o se puede realizar una nueva osteosíntesis más estable. La otra posibilidad de aflojamiento es la rotura por fatiga del implante cuando persisten fuerzas de carga sobre el implante sin obtenerse la consolidación ósea. Antes de que se llegue a la rotura conviene plantear el tratamiento de un retraso de consolidación. Una vez producida la rotura no nos queda más opción que retirarlo y plantear una nueva osteosíntesis con aporte biológico.

RETRASO DE CONSOLIDACIÓN Y PSEUDOARTROSIS

Los retrasos de consolidación oscilan entre el 4 y el 10%² a nivel metafisario. Factores implicados son la conminución medial, los defectos óseos, la fijación inestable, las lesiones de partes blandas, una técnica quirúrgica poco cuidadosa, la infección y la falta de estabilidad. Siempre debe valorarse la necesidad de aportar injerto óseo en este tipo de fracturas para prevenirlos. La pseudoartrosis del fémur distal es un problema difícil de resolver, que necesita una estabilización adecuada y un aporte biológico (injerto óseo y decorticación) en el caso de pseudoartrosis atrófica, y estabilización con compresión interfragmentaria en la hipertrófica. Algunos autores recomiendan la fijación rígida con placas (única o doble) junto al aporte de injerto autólogo procedente de cresta ilíaca como tratamiento de elección⁴¹, desaconsejándose la utilización de clavos retrógrados. En casos de pseudoartrosis atróficas en ancianos, reactivas a tratamiento convencional bien ejecutado (estabilización e injerto) se ha planteado la utilización de megaprótesis de rodilla¹³.

CONSOLIDACIÓN VICIOSA

La consolidación en mala posición, sobre todo, en varo es una fuerte tendencia de estas fracturas (Fig. 8). Una vez producida, el procedimiento de elección es la retirada del



Figura 8. Radiografía anteroposterior de la consolidación viciosa con desviación a varo de fractura supracondílea de fémur distal 10 años antes.

implante y la osteotomía supracondílea tras una meticulosa planificación. Si se precisa una corrección en dos planos, es aconsejable retirar una cuña correctora de cada plano en cada segmento (una en el extremo proximal y la otra en el distal) para evitar excesos o defectos de corrección. Asimismo, es aconsejable comenzar el procedimiento de fijación distal antes de realizar la osteotomía, lo que permite estabilidad en el segmento distal. Seguidamente y una vez corregidos los planos se completa la técnica con la fijación proximal a compresión axial. Por esta técnica se pueden corregir intensas deformidades varas con restitución axial.

RIGIDEZ DE RODILLA

Ocasionada por artrofibrosis, cicatrices musculares, consolidación viciosa, etc., su tratamiento depende de la causa y oscila desde una osteotomía para las consolidaciones en mala posición hasta manipulaciones bajo anestesia y artrólisis. Las técnicas, muy agresivas, extraarticulares, como la liberación del cuádriceps según Judet, pueden conllevar complicaciones y recidivas, por lo que hay que sopesar los riesgos y los beneficios en la indicación.

ARTROSIS

Evolución final tardía (incluso 10-20 años después) de las fracturas más graves, sobre todo, si no se ha conseguido restaurar la congruencia articular y los ejes. El tratamiento, dado que muchos de estos pacientes son adultos

jóvenes para los que la artroplastia no es una buena solución, requiere identificar las causas, ya que las afectaciones extraarticulares requerirán tratamiento primario mediante técnicas extraarticulares (osteotomías), mientras que las lesiones intraarticulares son las que acabarán en un tratamiento primario intraarticular, como la artroplastia. El uso de una artroplastia para tratar una artrosis secundaria inicial causada por una desaxación no resolverá el problema sino que lo complicará con un posible aflojamiento precoz.

Hemos revisado en este capítulo un grupo de fracturas complejo y amplio que sigue siendo un reto importante para el traumatólogo que lo enfrenta y el paciente que lo padece. La mayor minuciosidad y esfuerzo en su tratamiento permite esperar una recuperación funcional en muchos casos, pero hay que recordar las complicaciones y secuelas presentes en un tercio de los casos para comprender la magnitud del problema.

BIBLIOGRAFÍA

- Müller ME, Allgower M, Schneider R, Willenegger H. Manual of internal fixation. Techniques recommended by the AO-ASIF group, 3rd edition. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1991.
- Helfet DL. Fractures of the distal femur. En: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG (eds.). Skeletal Trauma. Philadelphia PA, USA: Saunders Company, 1992; 1643-1684.
- Neer CS, Grantham SA, Shelton ML. Supracondylar fracture of the adult femur. A study of 110 cases. J Bone Joint Surg Am, 1967; 49-A:591-613.
- Mooney V, Nickel BL, Harvey JP. Cast brace treatment for fracture of the distal part of the femur. J Bone Joint Surg Am, 1970; 52-A:1563-1578.
- Schatzker J, Lambert DC. Supracondylar fractures of the femur. Clin Orthop Rel Res, 1979; 138:77-83.
- Shahcheraghi GH, Doroodchi HR. Supracondylar fracture of the femur: closed or open reduction? J Trauma, 1993; 34 (4):499-502.
- Nasr AM, McLeod I, Sabboubeh A, Maffulli N. Conservative or surgical management of distal femoral fractures. A retrospective study with a minimum five years follow-up. Acta Orthop Belg, 2000; 66:477-483.
- Olerud S. Operative treatment of supracondylar fractures of supracondylar fractures of the femur. J Bone Joint Surg Am, 1972; 54-A:1015-1032.
- Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M, Cole PA, Alonso J. Distal femoral fracture fixation utilizing the Less Invasive Stabilization System (LISS): the technique and early results. Injury, 2001; 32 (suppl. 3):SC 32-47.
- Arazi M, Memik R, Ogun TC, Yel M. Ilizarov external fixation for severely comminuted supracondylar and intercondylar fractures of the distal femur. J Bone Joint Surg Br, 2001; 83B:663-667.
- Yoshino N, Takai S, Watanabe Y, Fujiwara H, Ohshima Y, Hirasawa Y. Primary total knee arthroplasty for supracondylar/condylar femoral fracture in osteoarthritic knees. J Arthroplasty, 2001; 16:471-475.
- Rosen AL, Strauss E. Primary total knee arthroplasty for complex distal femur fractures in elderly patients. Clin Orthop Relat Res, 2004; 425:101-105.
- Srinivasan K, Macdonald DA, Tzioupis CC, Giannoudis PV. Role of long stem revision knee prosthesis in periprosthetic and complex distal femoral fractures: a review of eight patients. Injury, 2005; 36 (9):1094-1102.
- Haidukewych GJ, Springer BD, Jacofsky DJ, Berry DJ. Total knee arthroplasty for salvage of failed internal fixation or nonunion of the distal femur. J Arthroplasty, 2005; 20 (3):344-349.
- Schatzker J. Fractures of the distal femur revisited. Clin Orthop Rel Res, 1998; 347:45-56.
- Nork SE, Segina DN, Aflatoon K, Barei DP, Henley MB, Holt S, Benirschke SK. The association between supracondylar-intercondylar distal femoral fractures and coronal plane fractures. J Bone Joint Surg Am, 2005; 87 (3):564-569.

17. Mooney V, Connolly JF, Johnson KD, Zickel RE. Fractures of the distal femur. *Instr Course Lect*, 1987; 36:427-454.
18. Templeman DV. Fracturas del fémur distal. En: Gustilo RB, Kyle R, Templeman D. *Fracturas y luxaciones*. Barcelona: Mosby/Doyma, 1995; 981-995.
19. Jaakkola JJ, Lundy DW, Moore T, Jones B, Ganey TM, Hutton WC. Supracondylar side plate and screw versus 95 degrees angled blade plate. *Acta Orthop Scand*, 2002; 73 (1):72-76.
20. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherne H. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury*, 1997; 28 (suppl. 1):A20-A30.
21. Jeon IH, Oh CW, Kim SJ, Park BC, Kyung HS, Ihn JC. Minimally invasive percutaneous plating of distal femoral fractures using the dynamic condylar screw. *J Trauma*, 2004; 57 (5):1048-1052.
22. Sanders R, Swiontkowski M, Rosen H. Double plating of comminuted, unstable fracture of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am*, 1991; 73-A:341-346.
23. Prayson MJ, Datta DK, Marshall MP. Mechanical comparison of endosteal substitution and lateral plate fixation in supracondylar fractures of the femur. *J Orthop Trauma*, 2001; 15 (2):96-100.
24. Koval KJ, Hoehl JJ, Kummer FJ, Simon JA. Distal femoral fixation: a biomechanical comparison of the standard condylar buttress plate, a locked buttress plate, and the 95-degree blade plate. *J Orthop Trauma*, 1997; 11 (7):521-524.
25. Schutz M, Muller M, Krettek C, Hontzsch D, Regazzoni P, Ganz R, Haas N. Minimal invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: a prospective multicenter study. Results of a clinical study with special emphasis on difficult cases. *Injury*, 2001; 32 (suppl. 3):SC 48-54.
26. Wong MK, Leung F, Chow SP. Treatment of distal femoral fractures in the elderly using a less-invasive plating technique. *Int Orthop*, 2005; 29 (2):117-120.
27. Kregor PJ, Stannard JA, Zlowodzki M, Cole PA. Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures. *J Orthop Trauma*, 2004; 18 (8):509-520.
28. Button G, Wolinsky P, Hak D. Failure of less invasive stabilization system plates in the distal femur: a report of four cases. *J Orthop Trauma*, 2004; 18 (8):565-570.
29. Yang RS, Liu HC, Liu TK. Supracondylar fractures of the femur. *J Trauma*, 1990; 30 (3):315-319.
30. Zehntner MK, Marchesi DG, Burch H, Ganz R. Alignment of supracondylar - intercondylar fractures of the femur after internal fixation by AO/ASIF technique. *J Orthop Trauma*, 1992; 6 (3):318-326.
31. Leung KS, Shen WY, So WS, Mui LT, Grosse A. Interlocking intramedullary nailing for supracondylar and intercondylar fractures of the distal part of the femur. *J Bone Joint Surg Am*, 1991; 73-A:332-340.
32. Ostermann PA, Hahn MP, Ekkerkamp A, David A, Muhr G. Retrograde interlocking nailing of distal femoral fractures with the intramedullary supracondylar nail. *Chirurg*, 1996; 67 (11):1135-1140.
33. Guerra JJ, Del Valle CJ, Corcoran TA, Torg JS, Duda JR. Arthroscopically assisted placement of a supracondylar intramedullary nail: operative technique. *Arthroscopy*, 1995; 11 (2):239-244.
34. Cusick RP, Lucas GL, McQueen DA, Graber CD. Construct stiffness of different fixation methods for supracondylar femoral fractures above total knee prostheses. *Am J Orthop*, 2000; 29:695-699.
35. Zlowodzki M, Williamson S, Cole PA, Zardiackas LD, Kregor PJ. Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system, angled blade plate and retrograde intramedullary nail for the internal fixation of distal femur fractures. *J Orthop Trauma*, 2004; 18 (8):494-502.
36. Papadokostakis G, Papakostidis C, Dimitriou R, Giannoudis PV. The role and efficacy of retrograding nailing for the treatment of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review of the literature. *Injury*, 2005; 36 (7):813-822.
37. Markmiller M, Konrad G, Sudkamp N. Femur-LISS and distal femoral nail for fixation of distal femoral fractures: are there differences in outcome and complications? *Clin Orthop Relat Res*, 2004; 426:252-257.
38. Trentani P, Ferrari D, Trentani F, Barbanti G, Tigani D. Supracondylar fracture of the femur following total knee arthroplasty. Description of two clinical cases. *Chir Organi Mov*, 2000; 85:73-78.
39. Rorabeck CH, Angliss RD, Lewis PL. Fractures of the femur, tibia, and patella after total knee arthroplasty: decision making and principles of management. *Instr Course Lect*, 1998; 47:449-460.
40. Struhl S, Szporn MN, Cobelli NJ, Sadler AH. Cemented internal fixation for supracondylar femur fractures in osteoporotic patients. *J Orthop Trauma*, 1990; 4 (2):151-157.
41. Chapman MW, Finkemeier CG. Treatment of supracondylar nonunions of the femur with plate fixation and bone graft. *J Bone Joint Surg Am*, 1999; 81A:1217-1228.

Fracturas abiertas de la diáfisis tibial: puesta al día

Steven A. Olson y Emil H. Schemitsch

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las fracturas abiertas representa un reto para el cirujano ortopédico. Las lesiones complejas, como son las fracturas abiertas de la diáfisis tibial, siguen siendo las lesiones más difíciles de tratar. El borde subcutáneo medial, con su mínima cobertura de las partes blandas y la frecuencia de lesiones de tibia producidas en accidentes de tráfico, hacen que la tibia sea una zona frecuente de fracturas abiertas de alta energía¹. Los principios básicos del tratamiento de dichas fracturas han permanecido constantes. Dichos principios son el desbridamiento precoz y agresivo de las partes blandas, una adecuada antibioterapia inicial, la estabilización de la lesión esquelética cuando sea necesaria para facilitar el tratamiento y el cierre de las partes blandas circundantes en el momento apropiado^{1,2}. Sin embargo, los métodos de tratamiento han evolucionado. En este artículo se comentará la información pertinente y las nuevas técnicas de tratamiento de estas complejas lesiones.

VALORACIÓN INICIAL

El tratamiento inicial de un paciente con fractura abierta de la diáfisis tibial empieza por su valoración en el Departamento de Urgencias. Allí se evaluará el estado de las vías aéreas, así como la respiración y la circulación. También hay que valorar otras posibles lesiones que amenacen la vida del paciente según el protocolo de «soporte vital avanzado de trauma» (*advanced trauma life support protocol*)³. Hay que evaluar posibles lesiones músculo-esqueléticas asociadas. Tras la valoración y reanimación iniciales hay que llevar a cabo la realineación del miembro lesionado y la evaluación de la perfusión y función neurológica de la extremidad afectada (para confirmar que sean adecuadas)^{1,3}. En ese momento hay que iniciar la antibioterapia⁴⁻⁶. Las heridas abiertas deben explorarse e irrigarse con un litro de solución salina normal cuando haya una excesiva contaminación o se retrase su desbridamiento quirúrgico. Después se la cubrirá con un apósito estéril y se

colocará una férula en la extremidad. No habrá que retirar el vendaje hasta llevar al paciente al quirófano con la intención de realizar el desbridamiento inicial. Tscherne² ha encontrado un aumento importante de la tasa de infección cuando se realizan múltiples inspecciones de la herida traumática antes del desbridamiento quirúrgico. Cuando muchos médicos estén implicados en el tratamiento de estos pacientes, como por ejemplo en los centros académicos, será de utilidad hacer fotografías de la herida traumática (con fines documentales para el resto del equipo). Por último, hay que hacer radiografías de la extremidad afectada, para determinar la naturaleza y extensión de la lesión esquelética antes de la cirugía.

CONTAMINACIÓN DE LA HERIDA

Las fracturas abiertas exponen las partes blandas a contaminación, dando como resultado una colonización bacteriana inicial de la herida traumática (que aumentará con el paso del tiempo)^{7,8}. Las heridas traumáticas pueden contener músculo lesionado o necrótico, un espacio muerto con hematoma y otros tejidos poco vascularizados (que pueden predisponer a la zona lesionada a un crecimiento bacteriano). Robson y cols.⁷ han demostrado en un modelo con animales que una herida traumática desarrolla un recuento de colonias bacterianas mayor de 10⁵ unidades formadoras de colonias a las cinco horas de la lesión. Las implicaciones de tales hallazgos son las siguientes: 1) el desbridamiento precoz de la herida con eliminación del hematoma tisular necrótico y el manejo del espacio muerto son fundamentales para prevenir la infección; 2) la antibioterapia precoz es un factor importante en el tratamiento de las fracturas abiertas.

ANTIBIOTERAPIA

En 1974, Patzakis y cols.⁶ publicaron un estudio prospectivo aleatorizado, en el que demostraron que la administración de una cefalosporina de primera generación rebajaba las tasas de infección al 2%, en comparación con

una combinación de penicilina y estreptomina (con las que dichas tasas fueron del 10%) o la ausencia de antibioterapia (con las que fueron del 14%). Braun y cols.⁴ publicaron resultados similares en otro estudio prospectivo aleatorizado, demostrando que la administración de antibióticos en pacientes con fracturas abiertas disminuye las tasas de infección (siendo del 4,8% en comparación con el grupo placebo, cuya cifra fue el 28%). Los estudios mencionados demuestran que la antibioterapia precoz es terapéutica, incluso aunque muchas veces se considere profiláctica. Como consecuencia de los estudios iniciales mencionados, se han hecho recomendaciones que indican que la terapia con múltiples antibióticos es el tratamiento adecuado de los pacientes con heridas muy contaminadas. Lo aconsejable es utilizar cefalosporinas de amplio espectro (como la cefazolina) junto a un aminoglucósido (como la gentamicina), para de esa forma proporcionar una adecuada cobertura antibiótica a las fracturas abiertas de grado III¹. En las heridas con contaminación desde suelo es recomendable añadir una cobertura antibiótica frente a gérmenes anaerobios (penicilina o metronidazol). Su finalidad es evitar las infecciones por *Clostridium*⁸. Patzakis y cols.⁹ han demostrado que una terapia doble con cefamandol y gentamicina es mejor que una terapia simple con ciprofloxacino (con respecto a la disminución de las tasas de infección en las fracturas abiertas de tipo III). Algunos estudios han demostrado que una sola dosis de gentamicina (6 mg/kg diarios) es tan eficaz como varias dosis de dicho antibiótico, sin que por ello aumenten sus efectos secundarios¹⁰.

Los antibióticos por vía tópica han sido reintroducidos recientemente para el manejo de las heridas ortopédicas. Dichos antibióticos suelen usarse tras el desbridamiento junto con la antibioterapia sistémica. Los estudios iniciales indican que la adición de antibióticos en polvo al polimetilmetacrilato (PMMA) en polvo antes de la mezcla produce una liberación de los mismos en el suero local. El cemento de PMMA normalmente se coloca en forma de bolitas hechas a mano o insertadas en una sutura o alambre en forma de cuentas de rosario. Teniendo en cuenta que las bolitas de PMMA liberan el antibiótico según la superficie expuesta, las más pequeñas y uniformes son las más adecuadas¹¹. Los antibióticos usados en este proceso tienen que ser estables frente al calor, para de esa forma evitar su desaturación durante el fraguado del PMMA. Un antibiótico muy utilizado con el PMMA es la tobramicina en dosis de 1,2 g (un vial) por cada bolsa de cemento.

Las bolitas de antibióticos suelen colocarse en el lecho de la herida tras su desbridamiento, debiendo ser después sellada la herida mediante un vendaje con película transparente que permita que el suero local se acumule en ella (para que, de ese modo, se liberen antibióticos desde las bolitas). Ecklam y cols.¹¹ han observado que la mencionada técnica produce unos niveles de tobramicina en el suero de la herida de hasta 80 mg/ml, siendo sus niveles séricos prácticamente nulos. Mediante dicha técnica se han publicado importantes disminuciones de las tasas de infección en las fracturas abiertas^{12, 13}. Recientemente, Miçlau y cols.¹⁴ han valorado, en cultivos tisulares, el efecto de altos niveles de aminoglucósidos sobre la función celular de los osteo-

blastos. Sus resultados han demostrado que los niveles séricos de tobramicina, < 200 microgramos/ml, tienen poco o ningún efecto sobre la replicación de los osteoblastos. Por el contrario, concentraciones de 400 microgramos/ml o más producen anomalías significativas en la replicación celular. Recientemente, se han introducido materiales diferentes al PMMA como portadores de los antibióticos tópicos. Se han utilizado materiales como el sulfato cálcico y el ácido poliláctico como vehículos portadores reabsorbibles. Los dos han demostrado tener un excelente potencial clínico, aunque actualmente hay pocos datos disponibles sobre su utilización. Los mencionados materiales reabsorbibles permiten la incorporación de otros antibióticos para uso local¹⁵. Otros estudios han sugerido que niveles locales de vancomicina de hasta 1.000 mg/ml y de cefazolina de hasta 100 mg/ml tienen poco efectos sobre la replicación de los osteoblastos¹⁶.

Se ha demostrado en modelos con animales que la adición de polvo de antibióticos a un injerto óseo autólogo es un método eficaz para liberar antibióticos sin que se afecte la eficacia del injerto¹⁷. Se ha demostrado recientemente en modelos con animales que los clavos intramedulares recubiertos con una combinación antiséptica de clorhexidina y cloroxilenol disminuyen las tasas de infección¹⁸.

La duración de la antibioterapia en las fracturas abiertas sigue siendo un tema controvertido. Robinson y cols.⁸ y Pazakis y cols.⁹ han demostrado que los cultivos iniciales de las heridas realizados en el Departamento de Urgencias o en el momento del desbridamiento inicial no son predictivos de las infecciones tardías^{8, 19}. Por lo tanto, la elección de un antibiótico y su duración no puede basarse en los mencionados cultivos iniciales. Dellinger y cols.⁵ han realizado un estudio prospectivo en el que una sola dosis (cada 24 horas) de antibióticos produjo unos resultados equivalentes a cinco días de antibioterapia. Sin embargo, la mayoría de los autores siguen recomendando un mínimo de tres días de antibioterapia en las heridas de las fracturas de tipo I y II, pudiendo ampliarse a cinco días en las heridas más contaminadas de las fracturas de tipo III^{1, 20}.

TRATAMIENTO QUIRÚRGICO: DESBRIDAMIENTO Y LAVADO

La herida traumática de una fractura abierta debe explorarse en el quirófano mediante desbridamiento y lavado^{1, 21}. El gesto inicial más importante en el tratamiento de las fracturas abiertas de tibia es el desbridamiento meticuloso de las partes blandas contaminadas. La exploración debe hacerse de forma adecuada y juiciosa para evaluar el estado de las partes blandas subyacentes. Habrá que ampliar la herida para poder ver en toda su extensión el daño de los tejidos blandos en la zona de la lesión. Es frecuente realizar una fasciotomía limitada del compartimiento o compartimentos musculares implicados en la lesión traumática para, así, visualizar el tejido muscular y valorar adecuadamente el daño existente¹. Es bien sabido que dejar músculo necrótico tiene posibles efectos secundarios sistémicos serios, como son la mioglobinuria, el fallo renal y un mayor riesgo de infección¹.

El desbridamiento debe realizarse de forma sistemática. Habrá que hacer una inspección de la periferia de la herida y de sus bordes cutáneos. Después habrá que hacer una inspección de los planos subcutáneo y graso. A continuación habrá que inspeccionar el tejido muscular subyacente, para finalmente inspeccionar y desbridar el tejido óseo subyacente. En las lesiones abiertas menos graves, con heridas pequeñas, la mencionada forma de desbridamiento debe ser cuidadosa. Sin embargo, en las heridas más complejas con extenso daño de las partes blandas es fundamental usar un método sistemático de valoración de la herida, para evaluar el daño de las partes blandas y asegurar que no queden áreas sin explorar durante el desbridamiento. Normalmente no se utilizará isquemia del miembro (torniquete).

No está claro si las fracturas abiertas con puntazo requieren siempre desbridamiento quirúrgico. En este sentido es importante recordar que el desbridamiento se hace para valorar la lesión de las partes blandas subyacentes. En algunos casos podría anesthesiarse y preparar quirúrgicamente la herida fuera del quirófano. Sin embargo, nosotros opinamos que los pacientes se beneficiarán más de un desbridamiento formal llevado a cabo en el quirófano.

En el momento del desbridamiento, el cirujano debe ser conservador con respecto a la resección de piel, puesto que colgajos cutáneos potencialmente viables podrían comprometer el resultado¹. El cirujano puede ser más agresivo con respecto al desbridamiento de la grasa subcutánea y de la fascia subyacentes. Hay que valorar y anotar en la valoración de una lesión muscular las cuatro C clásicas: color, consistencia, contractilidad y sangrado capilar¹. Aunque parece claro que el desbridamiento del tejido muscular necrótico es beneficioso, también es bueno preservar la integridad de las unidades músculo-tendinosas (para, de esa forma, mantener la función a largo plazo del paciente). Paradójicamente, cuanto más extensa sea la lesión de las partes blandas, más conservador tendrá que ser el cirujano en el desbridamiento de la lesión muscular. En las fracturas abiertas de bajo grado es fácil hacer un desbridamiento relativamente radical del tejido muscular sin dañar de forma significativa las unidades músculo-tendinosas. En las fracturas abiertas de tibia de alto grado, un desbridamiento radical del músculo lesionado podría eliminar muchas o todas las unidades músculo-tendinosas de un determinado compartimento anatómico¹.

El desbridamiento óseo es igualmente importante. Edwards y cols.², en un estudio de fracturas abiertas de tibia de alto grado tratadas mediante fijación externa, han observado que la retención de grandes segmentos de hueso cortical necrótico aumenta la tasa de infección en un 50%. Los segmentos de hueso cortical no tienen inserciones de partes blandas, debiendo ser desbridados en el momento del desbridamiento inicial. Pueden ser excepciones a dicha regla los segmentos de la superficie articular o los segmentos periarticulares importantes (para el salvamento de la lesión articular asociada)¹.

En el tratamiento de las fracturas abiertas de tibia, el desbridamiento mecánico de los tejidos blandos contaminados puede hacerse mediante lavado^{1,23-26}. La eficacia del

lavado a presión para la disminución de la carga bacteriana de los tejidos blandos ha sido demostrada en la bibliografía²⁷⁻³³. La aparición del lavado pulsátil ha mejorado aún más la eliminación de bacterias en las partes blandas^{29,30,33}. El lavado pulsátil a presión proporciona una fase de compresión pulsátil y otra de descompresión interpulsátil durante las cuales se eliminan partículas y bacterias. La popularidad y la eficacia del lavado pulsátil a presión en los desbridamientos de partes blandas se han extrapolado hasta creer que son eficaces en los desbridamientos óseos.

El lavado pulsátil a presión durante el desbridamiento de fracturas tiene posibles complicaciones^{28,34-37}. Dirschl y cols.²⁸ han observado que el lavado pulsátil daña el foco de fractura y retrasa la consolidación (en un estudio *in vivo*)²⁸. Bhandari y cols.³⁴ estudiaron los efectos del lavado pulsátil a presión sobre tibias humanas contaminadas (en un modelo *in vitro*). Dichos autores observaron que el lavado a presión de las tibias produjo un daño óseo macroscópico significativo y un transporte de bacterias superficiales al interior del canal medular. West y cols.³⁶ confirmaron dichos hallazgos mediante microscopía electrónica, demostrando que el lavado a presión produce intersticios óseos vacíos de células. La técnica ideal de desbridamiento óseo debe ser muy eficaz en eliminar bacterias, aunque preservando la estructura y función óseas. El lavado pulsátil a baja presión tiene posibles ventajas en cuanto a disminuir el daño óseo, aunque su capacidad de eliminar bacterias podría ser menor de lo deseable. Bhandari y cols.³⁵ han demostrado que el lavado a baja presión produce un menor daño óseo macro y microscópico, siendo tan eficaz como el lavado a presión en la eliminación de bacterias en las tres primeras horas (contando desde la contaminación). Sin embargo, tras un retraso de tres horas, el lavado a baja presión es menos eficaz en la eliminación de dichas bacterias.

Se ha publicado la capacidad de diversas soluciones para eliminar las bacterias adheridas a superficies duras³⁸⁻⁴². Kaysinger y cols.⁴³, en un estudio sobre el efecto del betadine y las soluciones antibióticas de bacitracina en osteoblastos cultivados de pollo, encontraron que una exposición de dos minutos a una solución de betadine del 5% causa una inhibición de la producción de lactato del 30% (que es un marcador del metabolismo energético glicolítico) y una inhibición del 90% de la síntesis del ADN (que es un marcador del número de células).

Anglen y cols.³⁹ han estudiado el efecto del jabón, de la bacitracina y de las soluciones salinas normales en eliminar el *Staphylococcus aureus* de fragmentos de hueso cortical mediante lavado a presión. Dichos autores han observado que las soluciones de jabón usadas en forma de lavado a presión son el método más eficaz de disminuir los recuentos de colonias residuales de bacterias. En un estudio comparativo sobre los efectos de varias soluciones de lavado sobre el número y la función de los osteoblastos y osteoclastos, y en un estudio sobre su eficacia adicional en la eliminación de bacterias adheridas en huesos contaminados, Bhandari y cols.⁴⁴ han observado que la solución de jabón es la forma de lavado más eficaz para preservar el número y la actividad de los osteoblastos. La combinación de lavado con jabón y lavado a baja presión resultó ser la

forma más eficaz de eliminar las bacterias adheridas al hueso. A pesar de los datos experimentales previamente mencionados, todavía no se ha demostrado si la eficacia de la eliminación bacteriana mediante solución de jabón en forma de lavado a baja presión puede extrapolarse al tratamiento de las fracturas abiertas diafisarias de tibia intensamente contaminadas.

CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS ABIERTAS

El mejor momento de clasificar las fracturas abiertas es durante su desbridamiento quirúrgico. De ese modo, podremos entender mejor la extensión real de las lesiones óseas y de las partes blandas. El sistema de clasificación de Gustilo, originalmente descrito en 1976 y posteriormente modificado en 1984, es el más utilizado en Norteamérica para la clasificación de las fracturas abiertas^{21, 45}. En el sistema de clasificación original se relacionó la longitud de la herida con el tipo de fractura. Desde entonces se ha aceptado que la energía del mecanismo lesional es un factor importante a tener en cuenta. Claramente, una fractura de tibia con un pequeño puntazo y una fractura muy conminuta subyacente es más grave que la típica fractura de tipo I, que es una lesión de baja energía con un pequeño defecto (< 1 cm) en la piel. En dichas lesiones de tipo I, normalmente, no hay conminución en la fractura y existe una contusión mínima o ausente. Una fractura de tipo II es una lesión intermedia con una lesión cutánea < 10 cm y una conminución y lesión moderada de partes blandas²¹. Las lesiones de tipo III, que son más graves que las de tipo I y II, se producen por diversos mecanismos⁴⁵, caracterizándose por una amplia lesión de partes blandas (> 10 cm), una contaminación grave (por tierra o agua contaminada), intensa conminución de la fractura, un síndrome compartimental asociado y todas las condiciones asociadas que predispongan a un retardo de consolidación y a un mayor riesgo de infección de las partes blandas^{1, 21, 45}. En 1984, Gustilo subdividió las fracturas de tipo III en tres subtipos (Tabla 1).

Brumback y Jones⁴⁶ han publicado un artículo referente a la fiabilidad inter-observador de la clasificación de las fracturas abiertas de Gustilo. En una presentación en vídeo referente a las fracturas abiertas se hizo una encuesta a más de 200 cirujanos ortopédicos. La coincidencia media entre observadores fue del 60%. El acuerdo global sobre el tipo de fractura estuvo entre el 42 y el 94%. Ello demuestra lo subjetiva que es la clasificación de las fracturas abiertas.

ESTABILIZACIÓN ESQUELÉTICA

La importancia de la estabilización esquelética en el tratamiento de las fracturas abiertas ha sido ampliamente reconocida en los últimos años¹. En general, se ha observado que cuanto más abierta sea la herida y más inestable sea el tipo de fractura, mayor será la necesidad de realizar una estabilización esquelética. Los beneficios de la estabilización ósea son: 1) restablecer la longitud y rotación, lo que disminuirá el espacio muerto y permitirá restaurar la longitud adecuada de las partes blandas circundantes; 2) permitir un mejor acceso a las partes blandas circundantes para facilitar el manejo de la herida; 3) disminuir la intensidad del daño tisular procedente de los fragmentos óseos desplazados; 4) facilitar una vuelta precoz a su función a la mayoría de los pacientes^{1, 24}. La fijación externa fue la forma inicial sistemática de estabilización esquelética de las fracturas abiertas de tibia en Norteamérica^{21, 24}. Sin embargo, existe una tendencia a usar cada vez más la fijación intramedular como forma de estabilización esquelética. En una reciente encuesta realizada a cirujanos ortopédicos de Norteamérica, Bhandari y cols.⁴⁷ han publicado que predominaron los cirujanos que usaban la fijación intramedular en las fracturas abiertas de tibia de tipos I, II y III-A. En las fracturas tipo III-B se utilizaron indistintamente la fijación intramedular y la fijación externa (Tabla 2). La eficacia de dicho tratamiento se ha confirmado por la bibliografía, que indica que la fijación con clavo intramedular tiene unos beneficios similares a los de la fijación externa, con respecto a la incidencia de infección profun-

TABLA 1
CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS ABIERTAS

Tipo	Características
I	Herida de partes blandas mínima (< 1 cm) No conminución Contusión mínima
II	Herida de 1 a 10 cm Conminución mínima Contusión muscular moderada
III-A	Incluye fracturas abiertas graves de tibia que no requieran cobertura ósea mediante colgajo Ocasionalmente se requiere un injerto cutáneo
III-B	Requiere una transferencia de tejido libre distante o local para cubrir el hueso expuesto Habitualmente asociado con una desvitalización ósea extensa
III-C	Asociado con una lesión vascular que requiera reparación para que la extremidad sobreviva Su presentación varía desde la amputación abierta hasta la fractura abierta y desde la luxación de rodilla hasta la rotura de la arteria poplitea

TABLA 2
PREFERENCIAS DE FIJACIÓN DE LAS FRACTURAS ABIERTAS DE TIBIA ENTRE LOS CIRUJANOS DE NORTEAMÉRICA (*)

Tipo de fractura	Clavo intramedular fresado o sin fresar	Fijación externa
Cerrada, de baja energía	96,3	0,5
Cerrada, de alta energía	96	1,8
Abierta tipo I	94,5	3,4
Abierta tipo II	88,1	11,1
Abierta tipo III-A	68,4	30,6
Abierta tipo III-B	48,4	50,5

(*) Los números de la tabla indican el porcentaje de los cirujanos que respondieron (adaptada con autorización de Bhandari M, Guyott OH, Swiontkowski MF y cols. Surgeons' preferences for the operative treatment of fractures of the tibial shaft: An international survey. *J Bone Joint Surg Am*, 2001; 88: 1746-1752).

da de la herida y consolidación a tiempo (aunque sin la morbilidad añadida de la infección de los tractos de los clavos del fijador)^{1,48-51}.

Dos estudios prospectivos aleatorizados de fracturas abiertas de tibia han comparado la incidencia de infección de la herida mediante fijadores externos estándar de marco simple y clavos intramedulares^{50,51}. Ambos estudios constataron que la incidencia de infección profunda traumática de la herida y la consolidación a tiempo fueron similares en ambos grupos. La incidencia global de complicaciones fue mayor en el grupo de los fijadores externos, a causa de la morbilidad asociada producida por los tractos de sus clavos.

El enclavado intramedular puede realizarse con fresado o sin fresar. En el momento actual, el tratamiento óptimo de las fracturas diafisarias de tibia con lesión asociada importante de partes blandas es un tema controvertido. Muchos estudios han demostrado que los clavos intramedulares interfieren con la circulación de la cortical diafisaria⁵²⁻⁶⁴. Este hecho es significativo, puesto que una respuesta tisular satisfactoria para que haya una consolidación de la fractura depende de la existencia de un adecuado flujo vascular. Cualquier agresión al canal intramedular puede afectar a la vascularización o a la viabilidad de la cortical⁶⁵. El debate actual hace referencia al uso de clavos fresados o sin fresar, puesto que ambas técnicas afectan negativamente a la circulación del hueso cortical en diferente medida^{52-54,59,65-69}. Existe duda sobre si el clavo fresado y el clavo sin fresar son igualmente responsables de dicho efecto.

El fresado óseo en pacientes con fracturas abiertas tiene importantes implicaciones. Tras el fresado se destruye el flujo sanguíneo intramedular, produciéndose una necrosis del hueso diafisario. El fresado y la colocación de un clavo bien ajustado suelen lesionar hasta el 70% del hueso cortical. El sistema vascular se recuperará en dos a tres semanas, aunque la presencia de hueso muerto durante dicho período, junto a una fractura abierta, puede hacer que aumente el riesgo de infección.

La biología de la implantación de clavos fresados y sin fresar se ha investigado ampliamente, habiéndose alcanzado una serie de conclusiones que pueden influir en el tratamiento de las fracturas abiertas diafisarias de tibia. Schemitsch y cols.⁶⁹ han observado que las partes blandas

contribuyen de forma importante a la perfusión tras colocar un clavo intramedular. Hupel y cols.⁷⁰ han constatado que, en presencia de unas partes blandas bien conservadas, el fresado intramedular de tibias caninas tiene un gran efecto sobre el aumento de la circulación de la musculatura circundante. El grado de ajuste del clavo en el canal medular y la cantidad de fresado realizada antes de colocar el clavo no influyen en la circulación de las partes blandas. Schemitsch y cols.⁶¹ han observado que un enclavado sin fresar de tamaño insuficiente es mejor que un clavo fresado para la prevención de la desvascularización de la cortical tibial, estimulando a su vez un aumento de la revascularización. En otro estudio, Schemitsch y cols.⁶⁰ han constatado que la perfusión del callo y la resistencia precoz de la consolidación son similares tras el enclavado intramedular fresado y sin fresar. En otro estudio, Schemitsch y cols.⁶² han observado que lesiones más graves y porosidad cortical global se asocian a los clavos fresados. Además, no encontraron diferencias entre la cantidad de neoformación ósea entre clavos fresados y sin fresar. Hupel y cols.⁵⁶ han constatado que un clavo de grosor insuficiente respeta la perfusión cortical en el momento de su inserción más que un clavo ajustado. Además, permite una reperfusión cortical más completa a las 11 semanas. Hupel y cols.⁵⁷ han referido que un fresado limitado respeta más la perfusión cortical en comparación con el fresado estándar, aunque no observaron ninguna ventaja al respecto a largo plazo. En otro estudio, Hupel y cols.⁵⁸ han observado que un fresado limitado antes de colocar un clavo intramedular cerrojado produce menos daño cortical que un clavo sin fresar o que un clavo fresado estándar de forma estándar.

Los hallazgos experimentales sugieren que el implante ideal para las fracturas diafisarias abiertas de tibia es un clavo no ajustado, de pequeño diámetro, insertado mediante un fresado limitado. Ello proporcionará una mejor vascularización cortical, mejorará la porosidad cortical, proporcionará la misma resistencia de la consolidación y también el mejor estímulo para la circulación extraósea. Los hallazgos mencionados coinciden con los de Keating y cols.⁷¹, que no observaron diferencias en las tasas de infección y de pseudoartrosis en un estudio prospectivo utilizando clavos fresados y sin fresar en fracturas abiertas de tibia. En nuestro centro, las fracturas abiertas se fresan de forma

mínima. Ello significa que no se fresa más de un milímetro a partir de que la fresa empiece a raspar. Nunca colocamos un clavo que tenga un grosor mayor de 10 mm.

Aunque existe la tendencia a usar cada vez más el enclavado intramedular, las otras formas de estabilización esquelética también tienen su papel. La fijación externa puede aplicarse de forma relativamente rápida cuando el tiempo para la estabilización inicial sea limitado^{1,24}. La fijación externa también tiene la ventaja de que puede retirarse para permitir un redesbridamiento del canal medular o acceder a partes profundas de la herida (lo que no podría hacerse fácilmente sin redesplazar la fractura)^{1,24}.

Existen muchas publicaciones referentes a la conversión secundaria de un fijador externo en un clavo intramedular. La utilización inicial de dicha técnica produjo unas altas tasas de infección profunda tras la fijación intramedular⁷². Sin embargo, los estudios más recientes parecen indicar que si la conversión a un clavo intramedular se realiza de forma precoz, antes de que tenga lugar una infección de los tractos de los clavos del fijador, el riesgo de infección mediante el clavo intramedular es similar al de los clavos intramedulares primarios⁷²⁻⁷⁴.

El fijador de Ilizarov es una forma alternativa de realizar la fijación externa. La fijación con pequeñas agujas a tensión suele utilizarse en las extensiones periarticulares muy proximales o muy distales de las fracturas⁷⁵⁻⁷⁷. Dicho tipo de fijación puede usar sólo pequeñas agujas o combinarse con clavos no transfixiantes en la diáfisis. En Norteamérica, el uso de la referida técnica suele limitarse a fracturas con extensión periarticular en las que no sea fácil usar un clavo intramedular⁴⁸. Sin embargo, autores de otros países han publicado la utilidad del fijador de Ilizarov en las fracturas abiertas de tibia⁷⁵⁻⁷⁷. El beneficio del transporte segmentario mediante fijadores de pequeñas agujas para reemplazar grandes segmentos de pérdida ósea es muy ventajoso en algunas fracturas complejas abiertas de tibia^{76,78}. Existe poca información sobre la conversión de los fijadores de pequeñas agujas a clavos intramedulares. Parece que los autores que utilizan como tratamiento inicial para la estabilización esquelética la fijación con pequeñas agujas prefieren mantenerlas durante todo el curso del tratamiento.

La fijación con placa suele reservarse a fracturas diafisarias de tibia con extensiones periarticulares. La fijación con placa en las fracturas abiertas del tercio medio de diáfisis tibial raramente se utiliza en Norteamérica⁷⁹.

COBERTURA DE PARTES BLANDAS

El momento ideal para realizar la cobertura de partes blandas es un tema confuso. El conocimiento estándar aconseja dejar las fracturas abiertas como tal hasta que el paciente vuelva al quirófano para un segundo desbridamiento (que asegure que se ha eliminado adecuadamente el tejido necrótico de la herida antes de cerrarla)^{1,48,80}. Se ha aconsejado realizar un cierre primario tardío a las 48-72 horas de la lesión inicial, siempre que el lecho de la herida sea viable en el momento de volver al quirófano⁸¹⁻⁸³. Dicha recomendación recientemente se ha puesto en entredicho, puesto que hay autores que en algunos casos aconsejan cerrar las heridas abiertas de forma primaria. Delong

y cols.⁸⁴ han publicado un estudio sobre el «tratamiento agresivo» de las fracturas abiertas mediante un cierre primario inmediato de la herida, tras realizar un amplio desbridamiento. Dichos autores han destacado la necesidad de que un cirujano experto participe en el desbridamiento quirúrgico para, de ese modo, asegurar la eliminación adecuada de los tejidos necróticos. Los autores referidos han publicado una tasa de infección del 7% en 119 fracturas abiertas de tipos I, II y III-B⁸⁴. Dichos resultados son similares a los que produce el tratamiento convencional de las fracturas abiertas.

Cuando no sea posible realizar un cierre primario o tardío de la herida, lo habitual es hacer un colgajo de cobertura. En 1982, May y cols.⁸⁵ introdujeron el uso de los colgajos libres vascularizados para cubrir los defectos tibiales traumáticos. Desde ese año, dicha técnica ha sido ampliamente aceptada. La secuencia temporal de cobertura de las lesiones complejas, como las fracturas abiertas de tibia de menor grado, sigue siendo un tema controvertido. La mayoría de los autores actuales recomiendan realizar el cierre antes de los siete días desde el tratamiento inicial^{80,81,83}. Sin embargo, algunos autores han aconsejado llevar a cabo un abordaje más agresivo de «fijar y hacer un colgajo» (*fix and flap*), lo que requiere un amplio desbridamiento precoz («necrectomía») para eliminar todos los tejidos necróticos⁸⁶⁻⁸⁹. La estabilización esquelética primaria debe ir seguida de una cobertura inmediata con tejido libre vascularizado o de una cobertura de la herida en las primeras 72 horas de la lesión. Mediante dicha técnica, Godina⁸⁷ ha publicado sus resultados en 532 fracturas complejas abiertas de tibia. Dicho autor observó una incidencia menor del 1% de fracaso del colgajo y una tasa de infección del 1,5% en los pacientes a los que se realizó un colgajo libre en las primeras 72 horas (en comparación con una tasa de fallo del colgajo del 12% y una tasa de infección tardía del 17,5% cuando se hizo de forma tardía). Gopal y cols.⁸⁶ han publicado un estudio de 84 fracturas abiertas de tibia tipo III-B en 80 pacientes. Dichos autores han encontrado una tasa de infección profunda del 6% en pacientes tratados con cobertura de las partes blandas en las primeras 72 horas (en comparación con una tasa de infección del 30% cuando la cobertura de la herida se hizo después de las 72 horas)⁸⁶. Sinclair y cols.⁸⁹ han publicado los resultados de un estudio de 17 pacientes consecutivos con fracturas abiertas de tibia tipo III-B a los que se realizó una estabilización primaria y una cobertura de las partes blandas mediante un colgajo en las primeras 72 horas. Su tasa de infección fue del 0%. Ertel y cols.⁸⁸ han realizado un estudio comparativo de 29 fracturas abiertas de tibia, de las que 24 fueron de tipo III-B y 5 de tipo III-C. De ellas, 15 fueron tratadas mediante fijación seguida de cobertura tardía de partes blandas, mientras que 14 fueron tratadas mediante desbridamiento primario, estabilización ósea y cobertura de parte blandas con un injerto libre vascularizado inmediato. Dichos autores publicaron una tasa de infección del 27% en el grupo de cobertura tardía frente al 0% en el de cobertura precoz. Los beneficios de una cobertura precoz de las partes blandas se han visto apoyados por los hallazgos de Breidenbach y cols.⁹⁰. Estos autores publicaron que la cobertura con un colgajo libre de partes

blandas con un recuento de colonias bacterianas mayor o igual de 10^4 tuvo una mayor tasa significativa de infección profunda que las heridas con un menor recuento de dichas colonias⁹⁰. La cobertura precoz de partes blandas (realizada en las 72 horas siguientes al desbridamiento inicial) puede cubrir una herida con una cantidad relativamente pequeña de colonias bacterianas. Sin embargo, dicha hipótesis todavía no ha sido demostrada.

El método alternativo primario de cobertura tisular, a parte de la transferencia tisular libre, es la cobertura mediante un colgajo rotacional local^{1,91}. En una fractura diafisaria de tibia, las dos formas fundamentales de colgajo de cobertura local son la transferencia del gemelo y la del sóleo. En algunos casos también se han recomendado los colgajos fascio-cutáneos⁹². La utilización de colgajos rotacionales locales para cubrir las heridas de las fracturas abiertas de tibia suponen un riesgo de lesión muscular en la zona afectada^{1,91}. Este concepto implica que el músculo a transferir está dañado en sí mismo, pudiendo no ser tan viable como lo sería un músculo sano. Recientemente, el grupo de estudio del «Proyecto de Valoración de la Extremidad Inferior» ha publicado 190 pacientes con 195 extremidades afectadas que requirieron un colgajo de cobertura. Su seguimiento fue de seis meses⁹³. En dicho estudio, sus autores manifestaron la utilidad de las coberturas con colgajos rotacionales locales y con transferencias tisulares libres. Sin embargo, constataron que, cuando la lesión ósea era de tipo C según la clasificación ASIF/OTA, el tratamiento con colgajo rotacional local tuvo 4,3 veces más probabilidades de sufrir una complicación de la herida que requiriera intervención quirúrgica que los pacientes tratados con un colgajo tisular libre. Sin embargo, no hubo diferencias con respecto al tipo de colgajo en las extremidades que tenían un menor grado de lesión ósea.

Avances recientes del tratamiento de las heridas son los rosarios de antibióticos, que se han discutido previamente en este artículo, y el cierre al vacío^{12,94}. El cierre al vacío, habitualmente llamado *wound vac*, es un sistema de tratamiento de las heridas que utiliza la presión subatmosférica para estimular la cicatrización de la herida y la formación de tejido de granulación. Algunos hallazgos preliminares parecen indicar que dicho sistema es excelente en la estimulación de la formación de tejido de granulación y en facilitar el cierre de algunas heridas complejas en las que el manejo de los espacios muertos puede ser un problema⁹⁴.

El uso de la técnica de Ilizarov con transferencia ósea ha sido ampliamente recomendada para facilitar el tratamiento de las fracturas abiertas de tibia con pérdida ósea. Algunas publicaciones han aconsejado el uso combinado de las transferencias tisulares libres con el transporte segmentario^{76,77}. Ciertos autores han publicado buenos resultados con la mencionada técnica. Isik y cols.⁹⁵ han publicado un artículo sobre el uso tardío del transporte segmentario tras cobertura precoz mediante colgajo tisular libre de las heridas abiertas. Dichos autores observaron que en el período de tiempo entre la cobertura inicial mediante colgajo y la realización de la osteogénesis por distracción, el colgajo se contraía de forma significativa, lo que producía una cortina cutánea sumergida en la herida

abierta. En dos de sus siete pacientes, esto produjo una necrosis del colgajo muscular que requirió una repetición de la transferencia tisular libre.

RESUMEN

Aunque las fracturas abiertas de la diáfisis tibial son difíciles de tratar, algunos avances recientes en la antibioterapia y en la estabilización esquelética parecen influir su tratamiento. Además, las técnicas de fijación de las fracturas y las de manejo de las partes blandas siguen evolucionando. Un tratamiento agresivo y precoz de las fracturas abiertas de la diáfisis de tibia finalmente producirá los mejores resultados posibles.

BIBLIOGRAFÍA

1. Olson SA, Finkemeier CF, Moehring HD. Open fractures. En: Bucholz, Heckman (eds). *Fractures in Adults*, ed. 5. Philadelphia, PA: Lippincott-Williams & Williams, 2001.
2. Tschernig H. The management of open fractures. En: *Fractures With Soft Tissue Injuries*. New York, NY: Springer-Verlag, 1984.
3. Advanced Trauma Life Support (ATLS). American College of Surgeons: Committee on Trauma. Chicago, IL, 2000.
4. Braun R, Enzler MA, Rittmann WW. A double-blind clinical trial of prophylactic cloxacilin in open fractures. *J Orthop Trauma*, 1987; 1:12-17.
5. Dellinger EP, Caplan ES, Waver LD, y cols. Duration of preventive antibiotic administration for open extremity fractures. *Arch Surg*, 1998; 123:333-339.
6. Patzakis MJ, Harvey JP Jr, Ivler D. The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 1974; 56:532-541.
7. Robson MC, Duke WF, Krizek TJ. Rapid bacterial screening in the treatment of civilian wounds. *J Surg Res*, 1973; 14:426-430.
8. Robinson D, On E, Hadas N, Halperin N, Hofman S, Boldur I. Microbiologic flora contaminating open fractures: Its significance in the choice of primary antibiotic agents and the likelihood of deep wound infection. *J Orthop Trauma*, 1989; 3:283-286.
9. Patzakis MJ, Bains RS, Lee J y cols. Prospective, randomized, double-blind study comparing single-agent antibiotic therapy, ciprofloxacin, o combination antibiotic therapy in open fracture wounds. *J Orthop Trauma*, 2000; 14:529-533.
10. Sorger JI, Kirk PG, Ruhnke CJ y cols. Once daily, high dose versus divided, low dose gentamicin for open fractures. *Clin Orthop*, 1999; 366:197-204.
11. Eckman JB Jr, Henry SL, Mangino PD, Seligson D. Wound and serum levels of tobramycin with the prophylactic use of tobramycin-impregnated polymethylmethacrylate beads in compound fractures. *Clin Orthop*, 1988; 237:213-215.
12. Ostermann PA, Seligson D, Henry SL. Local antibiotic therapy for severe open fractures: A review of 1085 consecutive cases. *J Bone Joint Surg Br*, 1995; 77:93-97.
13. Keating JF, Blachut PA, O'Brien PJ, Meek RN, Broekhuysen H. Reamed nailing of open tibial fractures: Does the antibiotic bead reduce the deep infection rate? *J Orthop Trauma*, 1996; 10:298-303.
14. Miçlau T, Edin ML, Lester GE, Lindsey RW, Dahners LE. Bone toxicity of locally applied aminoglycosides. *J Orthop Trauma*, 1995; 9:401-406.
15. Burd TA, Anglen JO, Lowry KJ, Hendricks KJ, Day D. In vitro elution of tobramycin from bioabsorbable polycaprolactone beads. *J Orthop Trauma*, 2001; 15:424-428.
16. Edin ML, Miçlau T, Lester GE, Lindsey RW, Dahners LE. Effect of cefatolin and vancomycin on osteoblasts in vitro. *Clin Orthop*, 1996; 333:245-251.
17. Lindsey RW, Probe R, Miçlau T, Alexander JW, Perren SM. The effects of antibiotic-impregnated autogeneic cancellous bone graft on bone healing. *Clin Orthop*, 1993; 291:303-312.
18. Darouiche RO, Farmer J, Chaput C, Mansouri M, Saleh G, Landon GC. Anti-infective efficacy of antiseptic-coated intramedullary nails. *J Bone Joint Surg Am*, 1998; 80:1336-1340.
19. Lee J. Efficacy of cultures in the management of open fractures. *Clin Orthop*, 1997; 339:71-75.

20. Wilkins J, Patzakis M. Choice and duration of antibiotics in open fractures. *Orthop Clin North Am*, 1991; 2:433-437.
21. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: Retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am*, 1976; 58:453-458.
22. Edwards CC, Simmons SC, Browner BD, Weigel MC. Severe open tibial fractures: Results treating 202 injuries with external fixation. *Clin Orthop*, 1988; 230:98-115.
23. Esterhai JL Jr, Queenan J. Management of soft tissue wounds associated with type III open fractures. *Orthop Clin North Am*, 1991; 22:427-432.
24. Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. The management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 1990; 72:299-304.
25. Patzakis MJ. Management of open fracture wounds. *Instr Course Lect*, 1987; 36:367-369.
26. Bhaskar SN, Cutright D, Runsuck EE, Gross A. Pulsating water jet devices in debridement of combat wounds. *Mil Med*, 1971; 136:264-266.
27. Brown LL, Shelton HT, Bornside GH, Cohn I Jr. Evaluation of wound irrigation by pulsatile jet and conventional methods. *Ann Surg*, 1978; 187:170-173.
28. Dirschl DR, Duff GP, Dahners LE, Edin M, Rahn BA, Miclau T. High pressure pulsatile lavage irrigation of intraarticular fractures: Effects on fracture healing. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:460-463.
29. Gross A, Bhaskar SN, Cutright DE, Beasley JD III, Perez B. The effect of pulsating water jet lavage on experimental contaminated wounds. *J Oral Surg*, 1971; 29:187-190.
30. Gross A, Cutright DE, Bhaskar SN. Effectiveness of pulsating water jet lavage in the treatment of contaminated crushed wounds. *Am J Surg*, 1972; 124:373-377.
31. Hamer ML, Robson MC, Krizek TJ, Southwick WO. Quantitative bacterial analysis of comparative wound irrigations. *Ann Surg*, 1975; 181:819-822.
32. Rhodeheaver GT, Pettry D, Thacker JG, Edgerton MT, Edlich RF. Wound cleansing by high pressure irrigation. *Surg Gynecol Obstet*, 1975; 141:357-362.
33. Sobel JW, Golderg VM. Pulsatile irrigation in orthopedics. *Orthopedics*, 1985; 8:1019-1022.
34. Bhandari M, Adili A, Lachowski RJ. High pressure pulsatile lavage of contaminated human tibiae: An in vitro study. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:479-484.
35. Bhandari M, Schemitsch EH, Adili A, Lachowski R, Shaughnessy SG. High and low pressure pulsatile lavage of contaminated tibial fractures: An in vitro study of bacterial adherence and bone damage. *J Orthop Trauma*, 1999; 13:526-533.
36. West BR, Nichter LS, Halpern DE, Nimni ME, Cheung DT, Zhou ZY. Ultrasound debridement of trabeculated bone: Effective and atraumatic. *Plast Reconstr Surg*, 1994; 93:561-566.
37. Wheeler CB, Rhodeheaver GT, Thacker JG, Edgerton MT, Edlich RF. Side-effects of high pressure irrigation. *Surg Gynecol Obstet*, 1976; 143:775-778.
38. Anglen JO, Apostoles S, Christensen G, Gainor B. The efficacy of various irrigation solutions in removing slime-producing *Staphylococcus*. *J Orthop Trauma*, 1994; 8:390-396.
39. Anglen J, Apostoles S, Christensen G, Gainor B, Lane J. Removal of surface bacteria by irrigation. *J Orthop Res*, 1996; 14:251-254.
40. Dirschl DR, Wilson FC. Topical antibiotic irrigation in the prophylaxis of operative wound infections in orthopedic surgery. *Orthop Clin North Am*, 1991; 22:419-426.
41. Gainor BJ, Hockman DE, Anglen JO, Christensen G, Simpson WA. Benzalkonium chloroxide: A potential disinfecting irrigation solution. *J Orthop Trauma*, 1997; 11:121-125.
42. Moussa FW, Gainor BJ, Anglen JO, Christensen G, Simpson WA. Disinfecting agents for removing adherent bacteria from orthopaedic hard-ware. *Clin Orthop*, 1996; 329:255-262.
43. Kaysinger KK, Nicholson NC, Ramp WK, Kellam JF. Toxic effects of wound irrigation solutions on cultured tibiae and osteoblast. *J Orthop Trauma*, 1995; 9:303-311.
44. Bhandari M, Adili A, Schemitsch EH. The efficacy of low-pressure lavage with different irrigating solutions to remove adherent bacteria from bone. *J Bone Joint Surg Am*, 2001; 83:412-419.
45. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. *J Trauma*, 1984; 24:742-746.
46. Brumback RJ, Jones AL. Interobserver agreement in the classification of open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Am*, 1994; 76:1162-1166.
47. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF y cols. Surgeons' preferences for the operative treatment of fractures of the tibial shaft: An international survey. *J Bone Joint Surg Am*, 2001; 83:1746-1752.
48. McGraw JM, LIm EV. Treatment of open tibial-shaft fractures: External fixation and secondary intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am*, 1988; 70:900-911.
49. Schandelmaier P, Krettek C, Rudolf J, Kohl A, Katz BE, Tschme H. Superior results of tibial rodding versus external fixation in grade 3B fractures. *Clin Orthop*, 1997; 342:164-172.
50. Tornetta P III, Bergman M, Watnik N, Berkowitz G, Steuer J. Treatment of grade-IIIb open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 1994; 76:13-19.
51. Henley MB, Chapman JR, Agel J, Harvey EJ, Whorton AM, Swiontkowski MF. Treatment of type II, IIIA, and IIIB open fractures of the tibial shaft: A prospective comparison of unreamed interlocking intramedullary nails and half-pin external fixators. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:1-7.
52. Danckwardt-Lillestrom G. Reaming of the medullary cavity and its effect on diaphyseal bone: A fluorochromic microangiographic and histologic study on the rabbit tibia and dog femur. *Acta Orthop Scand*, 1969; 128:1-153.
53. Danckwardt-Lillestrom G, Lorenzi GL, Olerud S. Intramedullary nailing after reaming: An investigation on the healing process in osteotomized rabbit tibiae. *Acta Orthop Scand*, 1970; (suppl. 134):1-78.
54. Danckwardt-Lillestrom G, Lorenzi L, Olerud S. Intracortical circulation after intramedullary reaming with reduction of pressure in the medullary cavity. *J Bone Joint Surg Am*, 1970; 52:1390-1394.
55. Grundnes O, Utvag SE, Reikeras O. Restoration of bone flow following fracture and reaming in rat femora. *Acta Orthop Scand*, 1994; 65:185-190.
56. Hupen TM, Aksenov SA, Schemitsch EH. Cortical bone blood flow in loose and tight fitting locked intramedullary nailing: A canine segmental tibia fracture model. *J Orthop Trauma*, 1998; 2:127-135.
57. Hupen TM, Aksenov SA, Schemitsch EH. Effect of limited and standard reaming on cortical bone blood flow and early strength of union following segmental fracture. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:400-406.
58. Hupen TM, Weinberg JA, Aksenov SA, Schemitsch EH. Effect of unreamed, limited reamed and standard reamed intramedullary nailing on cortical bone porosity and new bone formation. *J Orthop Trauma*, 2001; 15:18-27.
59. Rhinelander FW, Baragry RA. Microangiography in bone healing: Undisplaced closed fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 1962; 44:1273-1298.
60. Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF, Harrington RM. Comparison of the effect of reamed and unreamed locked intramedullary nailing on blood flow in the callus and strength of union following fracture of the sheep tibia. *J Orthop Res*, 1995; 13:382-389.
61. Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF, Senft D. Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing: A fractured tibia model in sheep. *J Orthop Trauma*, 1994; 8:373-382.
62. Schemitsch EH, Turchin DC, Kowalski MJ, Swiontkowski MF. Quantitative assessment of bone injury and repair after reamed and unreamed locked intramedullary nailing. *J Trauma*, 1998; 45:250-255.
63. Utvag SE, Grundnes O, Reikeras O. Effects of degrees of reaming on healing segmental fractures in rats. *J Orthop Trauma*, 1998; 12:192-199.
64. Kessler SB, Hallfeldt KK, Perren SM, Schwiberer L. The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing. *Clin Orthop*, 1986; 212:18-25.
65. Indrekvam K, Lekven J, Engesaeter LB, Langeland N. Effects of intramedullary reaming and nailing on blood flow in rat femora. *Acta Orthop Scand*, 1992; 63:61-65.
66. Rhinelander FW. Effects of medullary nailing on the normal blood supply of diaphyseal cortex. *Clin Orthop*, 1998; 350:5-17.
67. Rhinelander FW. The normal microcirculation of diaphyseal cortical and its response to fracture. *J Bone Joint Surg Am*, 1968; 50:784-800.
68. Rhinelander FW. Tibial blood supply in relation to fracture healing. *Clin Orthop*, 1974; 105:34-81.
69. Schemitsch EH, Kowalski MJ, Swiontkowski MF. Soft tissue blood flow following reamed versus unreamed locked intramedullary nailing: A fractured sheep tibia model. *Ann Plast Surg*, 1996; 3:70-75.

70. Hupel TM, Aksenov SA, Schemitsch EH. Muscle perfusion after intramedullary nailing of the canine tibia. *J Trauma*, 1998; 45:256-262.
71. Keating FJ, O'Brien PJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysse HM. Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft: A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am*, 1997; 79:334-341.
72. Blachut PA, Meek RN, O'Brien PJ. External fixation and delayed intramedullary nailing of open fractures of the tibial shaft: A sequential protocol. *J Bone Joint Surg Am*, 1990; 72:729-735.
73. Antich-Adrover P, Marti-Garin D, Murias-Álvarez M, Puente-Alonso C. External fixation and secondary intramedullary nailing of open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 1997; 79: 433-437.
74. Siebenrock KA, Gerich T, Jakob RP. Sequential intramedullary nailing of open tibial shaft fractures after external fixation. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1997; 116:32-36.
75. Agarwal S, Agarwal R, Jain UK, Chandra R. Management of soft-tissue problems in leg trauma in conjunction with application of the Ilizarov fixator assembly. *Plast Reconstr Surg*, 2001; 107:1732-1738.
76. Schwartzman V, Martin SN, Ronquist RA, Schwartzman R. Tibial fractures: The Ilizarov alternative. *Clin Orthop*, 1992; 278:207-216.
77. Tukiainen E, Asko-Seljavaara S. Use of the Ilizarov technique after a free microvascular muscle flap transplantation in massive trauma of the lower leg. *Clin Orthop*, 1993; 297:129-134.
78. Shtarker H, David R, Stolero J, Grimberg B, Soudry M. Treatment of open tibial fractures with primary suture and Ilizarov fixation. *Clin Orthop*, 1997; 335:268-274.
79. Bach AW, Hansen ST Jr. Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures: A randomized trial. *Clin Orthop*, 1989; 241:89-94.
80. Cierny G III, Burd HS, Jones RE. Primary versus delayed soft tissue coverage for severe open tibial fractures. *Clin Orthop*, 1983; 178:54-63.
81. Byrd HS, Cierny G III, Tebbets JB. The management of open tibial fractures with associated soft-tissue loss: External pin fixation with early flap coverage. *Plast Reconstr Surg*, 1981; 68:73-79.
82. Russell GC, Hendereson R, Arnett G. Primary or delayed closure for open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 1990; 72:125-128.
83. Ostermann PA, Henry SL, Seligson D. Timing of wound closure in severe compound fractures. *Orthopedics*, 1994; 17:397-399.
84. DeLong WG Jr, Born CT, Wei SY, Petrik ME, Ponzio R, Schwab CW. Aggressive treatment of 119 open fracture wounds. *J Trauma*, 1999; 46:1049-1054.
85. May JW Jr, Gallico GC III, LUKASH FN. Microvascular transfer of free tissue for closure of bone wounds of the distal lower extremity. *New Engl J Med*, 1982; 306:253-257.
86. Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, Knight SL, De Boer P, Smith RM. Fix and flap: The radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br*, 2000; 82:959-966.
87. Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg*, 1986; 78:285-292.
88. Hertel R, Lambert SM, Muller S, Ballmer FT, Ganz R. On the timing of soft-tissue reconstruction for open fractures of the lower leg. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1999; 119:7-12.
89. Sinclair JS, McNally MA, Small JO, Yeates HA. Primary free-flap cover of open tibial fractures. *Injury*, 1997; 28:581-587.
90. Breidenbach WC, Trager S. Quantitative culture technique and infection in complex wounds of the extremities closed with free flaps. *Plast Reconstr Surg*, 1995; 95:860-865.
91. Levin SL. Soft tissue principles for orthopaedic surgeons. *Tech Orthop*, 1995; 10:1-10.
92. Louton RB, Harley RA, Hagerty RC. A fasciocutaneous transposition flap for coverage of defects of the lower extremity. *J Bone Joint Surg Am*, 1989; 71:988-994.
93. Pollak AN, McCarthy M, Burgess AR. Short-term wound complications after application of flaps for coverage of traumatic soft-tissue defects about the tibia: The Lower Extremity Assessment Project (LEAP) Study Group. *J Bone Joint Surg Am*, 2000; 82:1681-1691.
94. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg*, 1997; 38:553-562.
95. Isik S, Guler MM, Selmanpakoglu N. Unexpected, late complication of combined free flap coverage and Ilizarov technique applied to legs. *Ann Plast Surg*, 1997; 39:437-438.

Tratamiento quirúrgico de las fracturas del pilón tibial

José A. De Pedro Moro, Fernando Gómez-Castresana y Antonio Pérez-Caballer

INTRODUCCIÓN

Las fracturas del pilón tibial representan un reto terapéutico para el traumatólogo moderno. Las fracturas intraarticulares de la tibia distal tienen una incidencia aproximada del 7% de las fracturas de la tibia. Rüedi y Allgöwer¹ fueron los primeros en publicar resultados de la reducción abierta y la fijación precoz de las fracturas del pilón tibial. Sus conceptos básicos del tratamiento comprendían la reducción anatómica y estabilización del peroné, la reducción anatómica de la superficie articular de la tibia distal, el injerto óseo del defecto metafisario, la placa de neutralización en la tibia y la movilización temprana del tobillo. Comunicaron resultados excelentes; sin embargo, la mayoría de los pacientes tenían lesiones de relativamente baja energía. El empleo de esta técnica en lesiones de alta energía, tanto abiertas como cerradas, produjo un alto índice de complicaciones, siendo los problemas de tejidos blandos e infección los más frecuentes. Como resultado de esto, se han introducido varias modificaciones de la técnica original en un intento de reducción de las complicaciones asociadas con el tratamiento de las fracturas del pilón de alta energía y abiertas.

Los grados variables de energía que participan en el trauma aumentan progresivamente la dificultad de tratamiento y la incidencia de complicaciones. Las metas del tratamiento deben incluir la reconstrucción anatómica de la superficie articular y la alineación adecuada del eje mecánico, la longitud y rotación adecuadas y preservar y maximizar el movimiento del tobillo y articulación subtalar.

CLASIFICACIÓN

El sistema de clasificación de Rüedi y Allgöwer¹ incluye tres tipos de fracturas: el tipo I es una fractura no desplazada, en forma de T, de la parte distal de la tibia que se extiende a la articulación; el tipo II es igual al tipo I pero con desplazamiento de los componentes intraarticulares y el tipo III es una fractura compleja, intraarticular, multifragmentaria. Ovadia y Beals² añadieron los tipos IV y V

para incluir las fracturas que se extienden a las regiones metafisaria y diafisaria con conminución más grave, lo cual es característico de muchas lesiones de alta energía. El sistema de clasificación de la AO/*Orthopaedic Trauma Association*³ es incluso más completo e incluye subdivisiones basadas en el grado de conminución. Este sistema es muy útil en estudios de investigación, pues permite una descripción más exacta de la lesión y, por tanto, permite mejores comparaciones entre distintos estudios (Fig. 1).

El tipo de tratamiento está condicionado por la calidad ósea del paciente, la capacidad funcional del mismo y el tipo de fractura que se produce. La clasificación más utilizada es la de AO/ASIF (Asociación de la Osteosíntesis/Asociación para el Estudio de la Fijación Interna).

DIAGNÓSTICO

Como con cualquier otra fractura, es esencial una valoración preoperatoria completa para un tratamiento efectivo de una fractura del pilón tibial. Es importante entender el mecanismo de la lesión porque determina la cantidad y el tipo de energía transferida al hueso y los tejidos blandos. La configuración de la fractura depende de la posición del pie y del astrágalo en el momento del impacto. Una carga axial pura produce una depresión central con un abombamiento circunferencial de la parte distal de la tibia. Una posición del tobillo en inversión o eversión en el momento del impacto produce una fractura por separación o, a menudo, por separación-hundimiento con conminución y compresión de la metáfisis distal⁴.

Deben hacerse radiografías anteroposterior, lateral y oblicuas. Es útil una radiografía con tracción de la extremidad lesionada, pues la tracción y la ligamentotaxis a menudo producen la recolocación de los fragmentos desplazados, lo que permite una mejor definición y comprensión del patrón de fractura. Cuando la configuración de la fractura no se aprecia claramente en las radiografías puede hacerse una TC para permitir una mejor valoración tridimensional de la lesión. Es útil una planificación preoperatoria cuidadosa y el realizar dibujos usando el tobi-

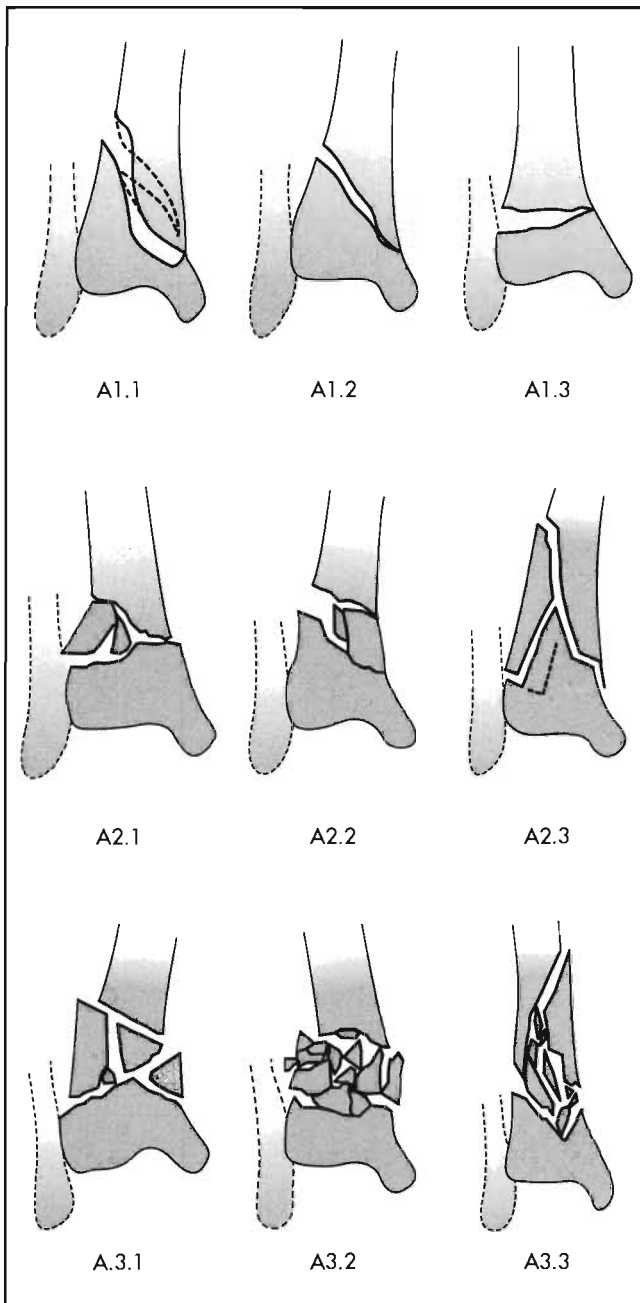


Figura 1. Clasificación de la AO de las fracturas del pilón tibial.

llo contralateral como referencia para asegurarse de que se dispone del instrumental y equipamiento necesarios. La planificación cuidadosa, asimismo, reduce la necesidad de una disección extensa de los tejidos blandos en la exposición de la fractura, disminuye el tiempo operatorio y facilita cada uno de los pasos de la intervención⁵.

TRATAMIENTO

El patrón y la extensión de la lesión del hueso, las superficies articulares y los tejidos blandos determinan las técnicas de fijación que se deben usar. Las opciones varían desde el tratamiento no quirúrgico hasta la tradicional reducción abierta y fijación descritas por Rüedi y Allgö-

wer¹. Debe recordarse que el recubrimiento de tejidos blandos de la tibia distal es el factor limitante en el tratamiento de estas lesiones. Debe valorarse exhaustivamente la lesión de las partes blandas, pues los problemas postoperatorios con la cicatrización o cobertura de los tejidos blandos se asocian con un aumento sustancial de la morbilidad asociada a esta lesión⁶.

El tratamiento quirúrgico con material de osteosíntesis varía desde el uso de distintos tipos de tornillos, placas epifisarias atornilladas, técnicas de estabilización con abordajes mínimos en fracturas proximales, fijadores externos en casos muy concretos y el enclavado endomedular anteroígrado atornillado o encerrojado como indicación límite para este tipo de fractura.

Si han transcurrido pocas horas entre la lesión y su valoración, el edema de los tejidos blandos será, como norma, demasiado intenso para permitir una reducción y fijación interna inmediatas. En esta situación debe usarse la tracción esquelética, pasando el clavo a través del calcáneo o aplicar un fijador externo, porque la recuperación de los tejidos blandos puede llevar varios días o semanas y es importante evitar el acortamiento óseo. Además, la reducción indirecta con la tracción ayuda a realinear las superficies de fractura, lo que hace que la fijación interna posterior sea más fácil de conseguir⁷.

Si se usa un fijador externo, puede dejarse el tiempo necesario para conseguir los objetivos de su uso, como la estabilización de partes blandas, fijación temporal o definitiva. La carga de peso se retrasa hasta la prueba radiográfica de la consolidación ósea⁸.

Las fracturas abiertas del pilón suponen un desafío adicional. Estas lesiones, como todas las fracturas abiertas, precisan de un desbridamiento, irrigación y estabilización urgentes. La herida típica asociada con una fractura abierta del pilón es una laceración anteromedial distal transversa. El colgajo proximal de la piel está contundido y la utilización de la incisión anteromedial usual puede comprometer su aporte vascular. Al tratar esta lesión puede ser necesario aplicar un fijador externo, obtener una reducción indirecta, estabilizar el peroné y, después, proceder a la reconstrucción de la superficie articular a través de la herida abierta usando tornillos canulados para su estabilización. Esta técnica es menos traumática para los tejidos blandos ya lesionados que el abordaje tradicional extenso. El injerto de hueso esponjoso e incluso la fijación interna pueden, si es necesario, diferirse hasta cuatro a seis semanas después, cuando las partes blandas se han estabilizado y el riesgo de necrosis e infección ha disminuido^{6,9}.

OSTEOSÍNTESIS DE BAJO PERFIL EN EL TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS DEL PILÓN TIBIAL

Este método, que se puede usar para tratar las fracturas de alta energía, comienza con la colocación de un dispositivo de fijación externa y una reducción indirecta de la fractura. El peroné puede fijarse o no al mismo tiempo. Después de la curación de los tejidos blandos se realiza una reducción abierta y fijación limitada del componente articular sólo con tornillos o con tornillos y una pequeña placa. La localización de las incisiones y los pasos en la reducción de la superficie articular y los fragmentos de frac-

turas se basan en el plan preoperatorio. Debe minimizarse la disección de tejidos blandos y, cuando sea posible, los fragmentos deben permanecer unidos al periostio y a la cápsula articular¹⁰.

Los materiales de osteosíntesis de bajo perfil consisten en placas DCP de 3,5 mm, placas de reconstrucción acetabular de 3,5 mm, placas un tercio de caña y tornillos de 3,5 ó 4,0 mm. La rehabilitación se inicia en la primera semana, siguiendo el protocolo de manejo modificado de Rüedi y Allgöwer¹.

Técnica quirúrgica

El paciente se dispone en decúbito supino con lateralización inicial de 30° para la osteosíntesis del peroné:

- Se aplica un torniquete en el muslo ipsilateral, logrando el vaciamiento intraoperatorio con 100 mm de Hg por encima de la presión arterial sistólica.
- Se practica un abordaje posterolateral al peroné, reducción abierta y osteosíntesis con placa un tercio de caña o DCP de 3,5 mm (según conminución).
- A continuación se lleva a cabo un abordaje anteromedial a la tibia 1 cm lateral a la cresta tibial anterior con incurvación distal hacia el maléolo medial, incisión en un solo plano hasta la fascia, disecando luego medial al tendón del tibial anterior sin abrir el paratenon.
- Se continúa con una artrotomía anterior del tobillo.
- Suele ser útil una tracción transcalcánea con clavo de 2,0 mm y estribo de Kirschner pequeño amarrado con un vendaje de tela a la cintura del cirujano.
- A continuación se realiza una reducción de la fractura articular y una fijación temporal con alambres K de 1,5 mm y una desperiostización medial limitada.
- Mediante fluoroscopia se verifica la reducción por artrotomía.
- Se lleva a cabo la fijación definitiva con tornillos de 3,5 ó 4,0 mm de compresión interfragmentaria.
- Por último, se coloca la placa de neutralización de reconstrucción acetabular o DCP de 3,5 mm moldeada, anclada distal en el maléolo medial y proximalmente en la cortical lateral de la tibia. Si es necesario se utiliza una segunda placa según el trazo de fractura.
- Una vez finalizada la osteosíntesis se suelta el torniquete y se lleva a cabo una hemostasia cuidadosa.
- Es conveniente dejar una tracción postoperatoria transcalcánea durante tres días y se lleva a cabo el inicio de movilidad pasiva y activa inmediatamente¹⁰.

La superficie articular, generalmente, se reconstruye de lateral a medial y de posterior a anterior. La porción anterolateral del tubérculo de Chaput generalmente todavía está unida a los ligamentos anteriores de la sindesmosis y se lleva a su posición durante la reducción del peroné. El borde anterolateral de este fragmento reducido puede emplearse como una guía para la restauración de la longitud de la tibia. Cualquier fragmento posterior o posterolateral se reduce, después, al fragmento anterolateral. Los fragmentos restantes, incluyendo cualquier fragmento deprimido central, se reducen después. Cuando es necesario,

el fragmento maleolar interno puede retraerse posteriormente para permitir una mejor visualización de la reducción de la superficie articular. Se obtiene una fijación temporal con agujas de Kirschner y se confirma la reducción radiográficamente. En este momento debe realizarse el injerto óseo de cualquier área estructuralmente deficiente en el hueso cortical o esponjoso de la metafisis. Normalmente, se usan injertos de hueso autólogo. Aunque se han usado aloinjertos y materiales sintéticos, no se ha publicado la eficacia de este tipo de injertos en estas fracturas.

Cuando se planea la fijación con placa, se usa una placa de neutralización anterior o anteromedial, dependiendo de la configuración de la fractura. No se recomiendan ya las grandes placas en T y en cuchara porque son demasiado voluminosas y pueden causar compromiso de las partes blandas. Una placa de trébol de 3,5 mm tiene un perfil mucho menor pero, aún así, tiene una solidez adecuada para mantener la reducción y puede ser doblada y contorneada con relativa facilidad para adaptarse a la tibia. Se pueden colocar tornillos canulados independientes de la placa o a través de la herida o percutáneamente para fijar fragmentos aislados. No puede exagerarse la importancia de una manipulación meticulosa de los tejidos blandos, incluyendo un cierre sin tensión¹⁰ (Fig. 2).

De enero de 1999 a septiembre de 2000, Agudelo y Kalb en el Hospital General de Medellín, Colombia, han revisado un total de 12 pacientes con fracturas intraarticulares del pión tibial a los cuales se les hizo seguimiento clínico y radiológico. El promedio de edad fue de 42 años, el 25% (2) fueron mujeres y el 75% (6) fueron hombres. Siete pacientes (87,5%) sufrieron accidentes de tráfico y un paciente (12,5%) presentó herida por proyectil de arma de fuego. Según la clasificación de Rüedi-Allgöwer¹, dos fracturas (25%) fueron tipo I, tres (37,5%) fueron tipo II y tres (37,5%) fueron tipo III.

Solamente se presentó una fractura abierta, causada por proyectil de arma de fuego de baja velocidad, clasificada como fractura R-A tipo III. Seis de los pacientes fueron hospitalizados preoperatoriamente, dos se trataron con tracción esquelética y uno con fijador externo transarticular. Cinco pacientes fueron inmovilizados con férula y elevación de la extremidad en férula de Braun.

El promedio de días desde la fractura hasta la cirugía fue de 13,4 (intervalo 6 a 33 días); seis pacientes requirieron osteosíntesis del peroné, la cuál se realizó antes de la reducción de la tibia en todos los casos. El promedio de tiempo quirúrgico fue de 138 minutos (intervalo 110 a 200 minutos) y el promedio de utilización de torniquete de 115 minutos (intervalo 105 a 130 minutos). En todos los casos se utilizó tracción esquelética transcalcánea intraoperatoria para ejercer ligamentotaxis atada por medio de un vendaje de tela estéril a la cintura del cirujano.

La calidad de la reducción postoperatoria, según los criterios radiológicos de Burwell y Charnley¹¹, fue buena en seis pacientes (75%), regular en uno (12,5%) y mala en otro (12,5%), que correspondió al caso de fractura por bala con gran conminución de la superficie articular. El tiempo de seguimiento promedio fue de 5,2 meses (intervalo 1,4 a 13 meses); dos pacientes (25%) presentaron complica-

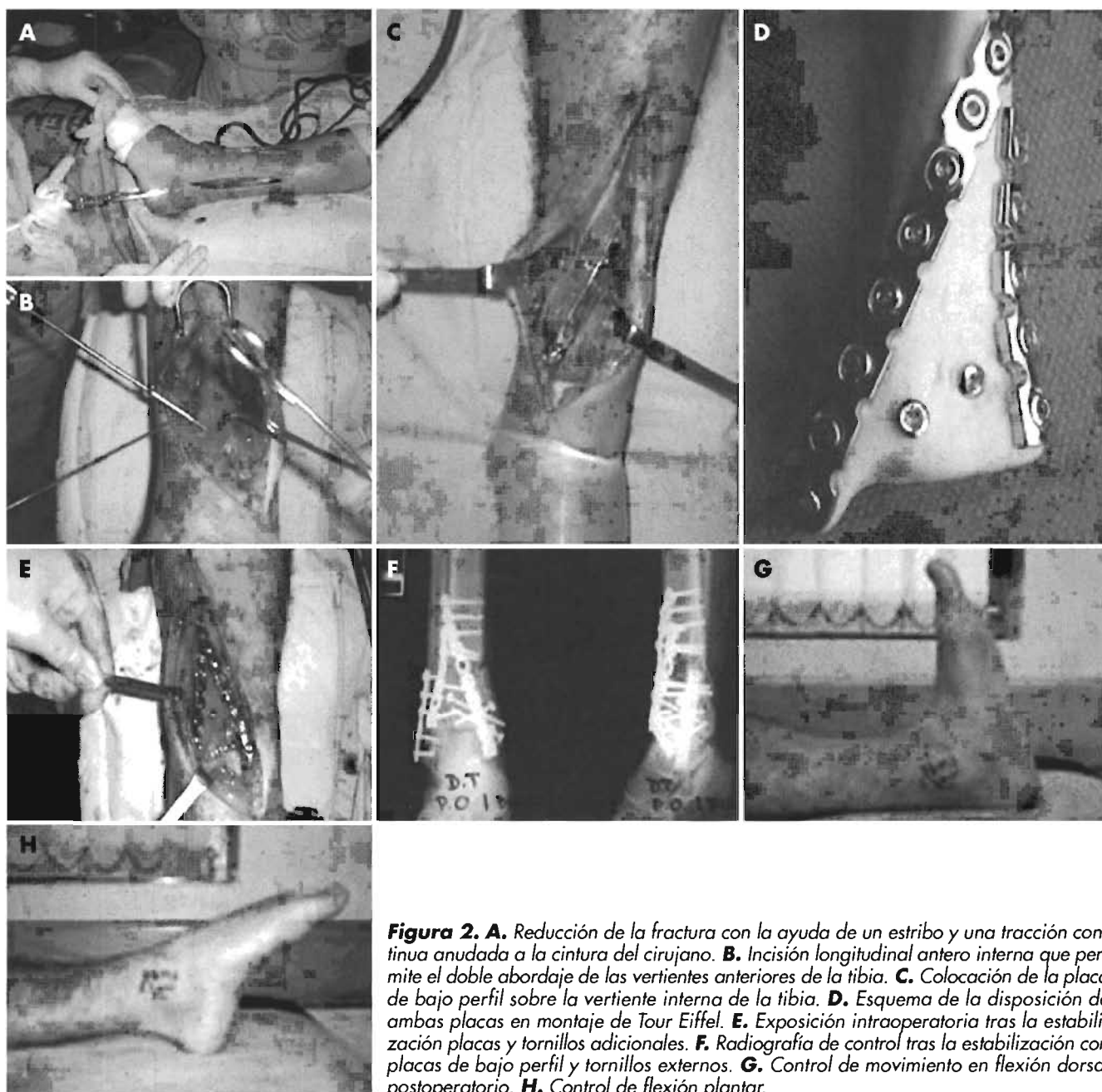


Figura 2. **A.** Reducción de la fractura con la ayuda de un estribo y una tracción continua anudada a la cintura del cirujano. **B.** Incisión longitudinal antero interna que permite el doble abordaje de las vertientes anteriores de la tibia. **C.** Colocación de la placa de bajo perfil sobre la vertiente interna de la tibia. **D.** Esquema de la disposición de ambas placas en montaje de Tour Eiffel. **E.** Exposición intraoperatoria tras la estabilización con placas y tornillos adicionales. **F.** Radiografía de control tras la estabilización con placas de bajo perfil y tornillos externos. **G.** Control de movimiento en flexión dorsal postoperatoria. **H.** Control de flexión plantar.

ciones tempranas de la herida quirúrgica, las cuales fueron sendas dehiscencias superficiales que evolucionaron satisfactoriamente con limpieza de la herida y no requirieron antibióticos. Un paciente (fractura por bala) con gran conminución de la superficie articular presentó pseudoartrosis asintomática, que a los 13 meses de evolución no ha requerido cirugías adicionales.

OSTEOSÍNTESIS DINÁMICA ENDOMEDULAR

Técnicamente, los enclavados endomedulares se han propuesto como una solución quirúrgica para el tratamiento de las fracturas diafisarias de los huesos largos, siendo las fracturas metafisarias de la tibia una indicación límite de los mismos. Estas fracturas de tibia suelen tener lugar en

pacientes jóvenes por traumatismos importantes, como son los accidentes de tráfico y laborales. Asimismo, se observan en pacientes de mayor edad, con baja calidad ósea, tras sufrir un traumatismo de baja energía¹².

Son escasos los estudios publicados sobre las indicaciones límite de las fracturas distales de la tibia tratadas con enclavados anterógrados. Vecsei¹³, en 1996, fue uno de los precursores en publicar estudios de indicaciones límite con clavos endomedulares de Küntscher en fracturas de tibia y fémur. Más recientemente, Pascarella¹⁴ habla de la técnica modificada de los enclavados de Grosse-Kempf (Stryker®) de tibia para tratar las fracturas distales de la tibia.

Se ha realizado en nuestro servicio un estudio prospectivo¹² revisando un total de 34 fracturas metafisarias

distales de tibia (14 mujeres y 20 varones) que fueron tratadas durante los años 2001-2004. El tipo de fractura más frecuente, según la clasificación de la AO/ASIF, fue la del tipo 43A3. La edad media fue de 53 años (58 años en el sexo femenino y 48 años en el masculino) y con un intervalo de edad comprendido entre los 21 y 68 años. La causa más frecuente de fractura fue por accidente de alta energía, como los de tráfico o laborales (14 casos), seguida de caída casual (11 casos). El tratamiento realizado en los 34 casos con fracturas que afectaban a la metáfisis proximal o distal de la tibia fue el enclavado endomedular anterógrado con tornillos proximales y/o distales para estabilizar la fractura (Fig. 3).

El clavo utilizado con mayor frecuencia (26 casos) fue el clavo de tibia G-K, seguido del clavo T2 de tibia con 8 casos (Stryker®). En 16 pacientes se realizó un atornillado proximal y distal y en 18, únicamente distal. De las 29 fracturas de la metáfisis distal de la tibia tratadas con enclavado fue necesario serrar el clavo para descender el punto de atornillado distal en nueve ocasiones, tratándose todas ellas de enclavados realizados con clavos G-K. El tiempo de seguimiento medio fue de 36 meses (Fig. 4).

Los criterios revisados fueron los siguientes: datos epidemiológicos (edad, sexo y etiología), tipo de fractura según la clasificación AO/ASIF, tiempo medio de consolidación, carga parcial y total, consolidaciones viciosas, pseudoartrosis e infección o necrosis cutánea en el foco de fractura. El dolor articular fue analizado según la escala de valoración del tobillo descrita por Olerud y Molander¹⁵, ya que es en esta zona distal de la tibia donde se producen la mayor parte de las secuelas de este tipo de fracturas. Es una escala funcional que valora el dolor, la rigidez articular, la inflamación y la capacidad de realizar actividades de diferente intensidad de la vida diaria. El rango de valoración abarca desde excelente (90-100 puntos), buena (75-89), regular (50-74), hasta mala (menos de 50 puntos).

Los pacientes iniciaron una carga parcial a las cuatro semanas como media y la consolidación se obtuvo en un tiempo medio de nueve semanas. El promedio de flexo/extensión alcanzado en la articulación del tobillo fue de 40° (flexión máxima de 30° y mínima de 0°; extensión máxima de 15° y mínima de 0°). En cuanto al dolor y la valoración funcional, sobre todo a nivel de la articulación del tobillo, 10 casos fueron valorados como excelentes, 11 casos como buenos, nueve casos regulares y cuatro casos como malos.

La secuela más frecuente fue la rigidez de la articulación tibio-peróneo-astragalina, que ocurrió en nueve casos; seguido por ocho casos de consolidación viciosa; siete pacientes sufrieron intolerancia de la síntesis con la necesidad de la retirada del clavo y tornillos; dos casos desarrollaron pseudoartrosis en el foco de fractura siendo necesaria la reintervención y tres pacientes tuvieron algún tipo de infección o necrosis cutáneas. Todas estas complicaciones estuvieron presentes en casos con fracturas conminutas distales de tibia y malas condiciones cutáneas previas a la cirugía o surgidas tras la misma (Fig. 5).

COMPLICACIONES

Las fracturas del pión, en especial aquellas causadas por traumatismos de alta energía, se han asociado con una alta incidencia de complicaciones. Los problemas en el

postoperatorio temprano incluyen la necrosis de la piel, la infección superficial y profunda y la pérdida de fijación. Las complicaciones tardías son el retraso de consolidación y la pseudoartrosis de la unión metafiso-diafisaria, la angulación en varo o valgo de la parte distal de la tibia y la reducción no anatómica o la pérdida postoperatoria de la reducción de la superficie articular. La estabilización del fragmento anterolateral y la colocación de injerto en el borde lateral de la parte distal de la tibia promueven la consolidación y reducen la prevalencia de la consolidación en valgo y de la pseudoartrosis. La incidencia de problemas postoperatorios de la piel y la herida se ha reducido sustancialmente usando la técnica de la reducción indirecta con fijación externa y la reconstrucción de la superficie articular con pequeñas placas o tornillos o ambos¹⁶.

Puede aparecer una artrosis postraumática como resultado del daño del cartílago articular en el momento del traumatismo y también cuando no se ha conseguido o mantenido una superficie articular congruente con el tratamiento. Rara vez está indicada la artrodesis primaria del tobillo, porque los resultados a largo plazo no son fáciles de predecir. Aunque algunos pacientes pueden precisar una artrodesis del tobillo por artrosis sintomática, otros funcionan bastante bien a pesar de los signos radiográficos de artrosis postraumática¹⁷.

DISCUSIÓN

El tratamiento conservador de las fracturas de la tibia se limita a fracturas de trazos simples y sin desplazar o con un mínimo desplazamiento en personas mayores. Se aconseja el tratamiento quirúrgico en pacientes de edad juvenil o en pacientes mayores con actividad física media-alta y fracturas desplazadas. El objetivo es iniciar una movilización precoz de la articulación de la rodilla y del tobillo, aunque se retrase la carga¹⁸.

La actitud quirúrgica clásica es la reducción abierta y la fijación con osteosíntesis interna mediante placas epifisarias. La desperiostización puede conllevar una desvascularización ósea que es causa del aumento de retrasos de la consolidación, pseudoartrosis, infecciones, rupturas del material de osteosíntesis, adherencias que determinan rigidez articular y necrosis cutánea como consecuencia de lo superficial que se encuentra el hueso¹⁹.

Antes de 1963, los resultados publicados del tratamiento quirúrgico de fracturas conminutas e impactadas intraarticulares de la tibia distal fueron desalentadores. Hubo buenos resultados en sólo el 43 al 50% de los casos. Frustrado con los resultados típicos, Jergessen²⁰ describió estas fracturas como «no susceptibles de fijación interna». Numerosos métodos de tratamiento han sido propuestos, incluyendo yesos, tracción transcalcánea, reducción abierta y fijación interna con placas y tornillos, fijación interna mínima combinada con yesos o fijación externa y artrodesis primaria²¹.

Dos décadas después de la publicación de Rüedi y Allgöwer¹, aún con el surgimiento de nuevos mecanismos de fijación y mayor experiencia quirúrgica, los resultados en el tratamiento de las fracturas del pión tibial no son óptimos. Esto puede atribuirse a los patrones de fractura complejos y al daño de tejidos blandos asociado. Varias

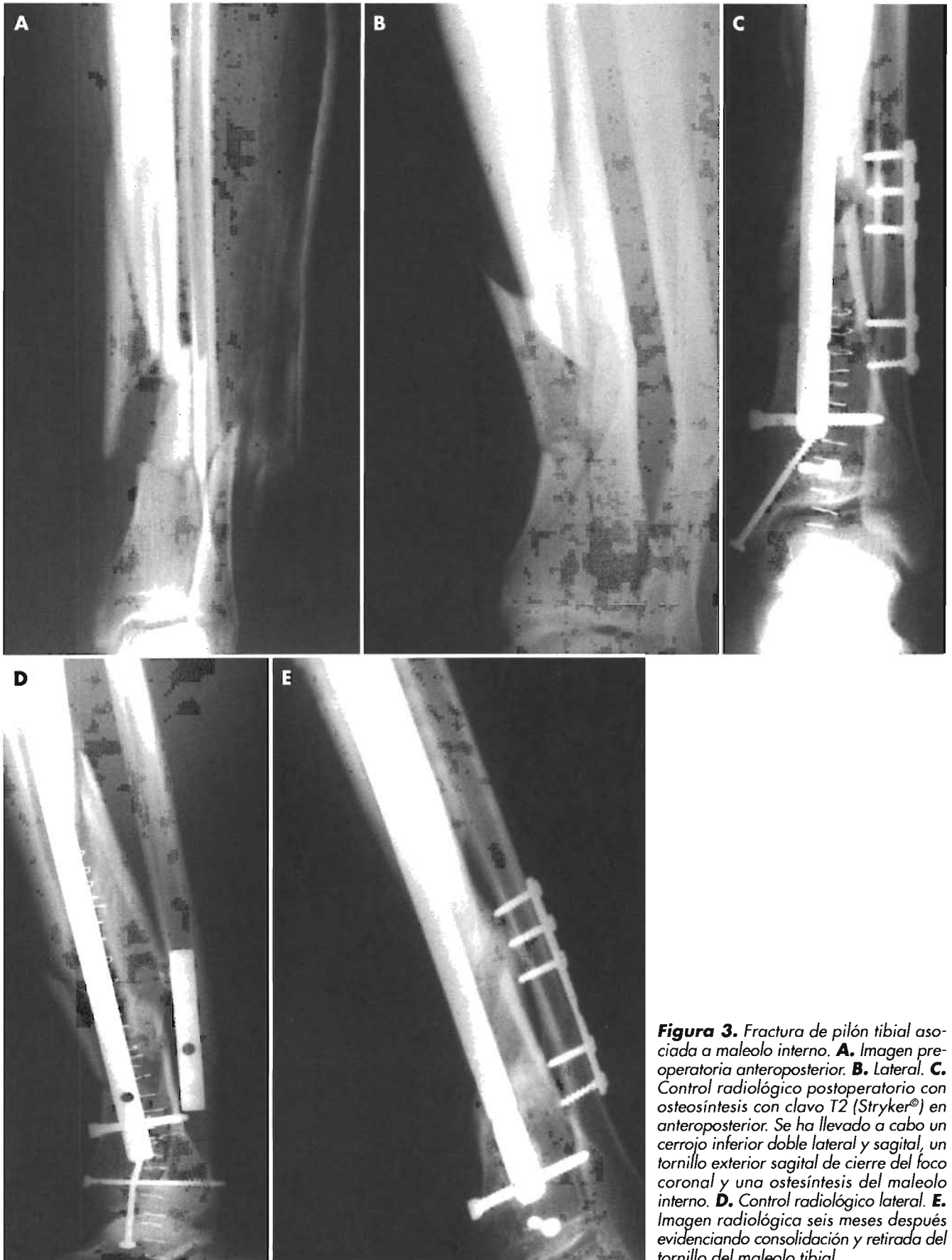


Figura 3. Fractura de pilón tibial asociada a maleolo interno. **A.** Imagen preoperatoria anteroposterior. **B.** Lateral. **C.** Control radiológico postoperatorio con osteosíntesis con clavo T2 (Stryker®) en anteroposterior. Se ha llevado a cabo un cerrojo inferior doble lateral y sagital, un tornillo exterior sagital de cierre del foco coronal y una osteosíntesis del maleolo interno. **D.** Control radiológico lateral. **E.** Imagen radiológica seis meses después evidenciando consolidación y retirada del tornillo del maleolo tibial.



Figura 4. Fractura de pilón tibial extendida a la epífisis con fractura articular coronal de la superficie tibial. **A.** Proyección lateral preoperatoria. **B.** Imagen radiológica lateral tras osteosíntesis con clavo T2 (Stryker®) y tornillo sagital transclavo y exterior e inferior al mismo para el cierre del foco coronal. **C.** Imagen radiológica anteroposterior mostrando la osteosíntesis del peroné con placa atornillada. **D.** Imagen de consolidación tras 12 meses y recambio de clavo por GK convencional cerrojado distal doble frontal y retirada del tornillo de cierre del foco epifisario sagital.

publicaciones de reducción abierta y fijación interna sugieren que este abordaje proporciona la mejor oportunidad para disminuir la artritis postraumática y la deformidad. Hubo excelentes o buenos resultados hasta en un 75 a un 90% de los casos^{22, 23, 24}.

Si la cirugía no puede realizarse antes de 8 a 12 horas desde la lesión, debe establecerse el tratamiento temporal y el procedimiento definitivo ha de retardarse entre 7 y 10 días²⁵. Si el paciente coopera, puede iniciarse movimiento en el tobillo en dos o tres días y la elevación del miembro en tracción facilita la disminución del edema²⁶. Realizar la cirugía cuando el edema de los tejidos blandos se reduzca minimizará las complicaciones²⁷. Con las fracturas abiertas se requiere irrigación y desbridamiento de urgencia y la estabilización inicial con fijador externo. La cobertura definitiva del hueso o articulación expuesta deben realizarse de forma temprana, además de la fijación de la fractura²⁷.

Desafortunadamente, la complejidad de la lesión periarticular y la naturaleza limitada de la envoltura de tejidos blandos de la tibia distal han contribuido a una alta incidencia de complicaciones de la herida después de la fijación interna clásica⁶. El daño de tejidos blandos que ocurre en el momento del impacto predispone al paciente a edema crónico y dolor. La disminución en el arco de movimiento, generalmente, es resultado de todas las modalidades de tratamiento y compromete el resultado final⁹. Wyrsh y cols.²⁴ mostraron una incidencia del 28% de infección, 33% de problemas de la herida y 16% de amputaciones cuando se realizó estabilización abierta de la tibia distal en tres a cinco días después de la lesión inicial.

En 1976, Heim y Naser²⁸ publicaron un promedio del 90% de buenos o excelentes resultados usando las técnicas descritas por Rüedi y Allgöwer¹, pero la mayoría de las lesiones fueron de baja energía. Sirkin y Sanders²⁹ estudiaron a una serie de 26 pacientes, dividiéndolos en dos grupos basados en el patrón de la fractura. El tipo A se constituían por fracturas torsionales con poca con-

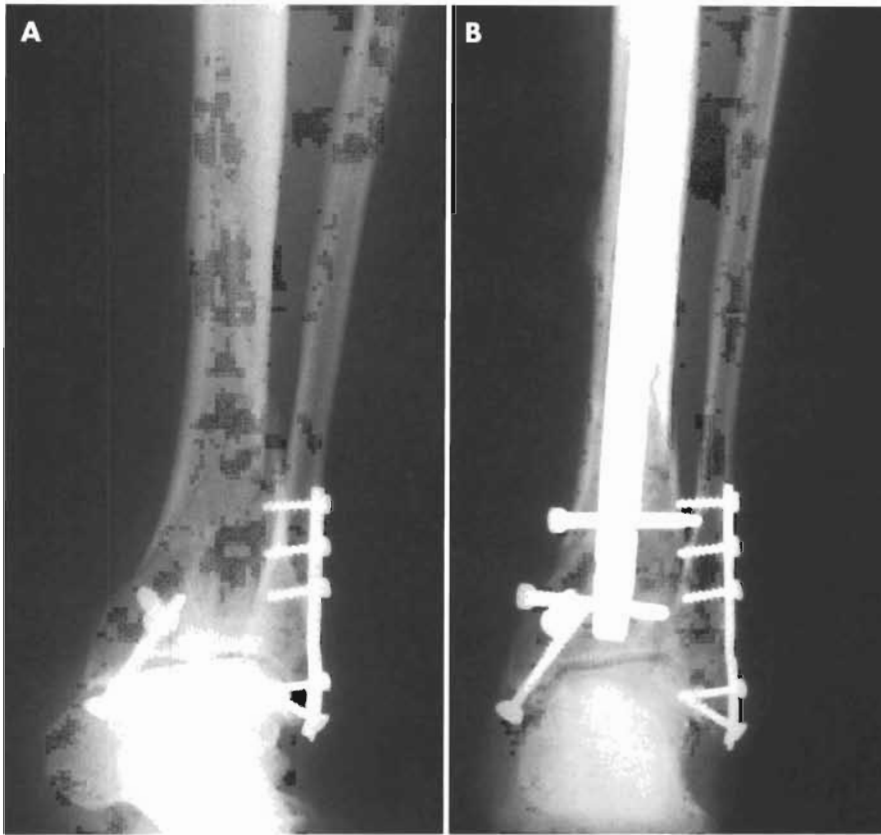


Figura 5. Fractura de pilón tibial sobre fractura de tobillo previa osteosintetizada seis meses antes. **A.** Imagen radiológica frontal. **B.** Imagen radiológica de consolidación tras ocho meses de evolución con clavo GK (Stryker®) serrado distal, bloqueado distal doble frontal y sin retirar la osteosíntesis de tobillo.

minución y el tipo B se constituyó por lesiones más graves con un componente de aplastamiento. En general, el 65% de los casos tuvieron excelentes o buenos resultados, pero los mejores resultados fueron observados con las fracturas tipo A (84%), comparadas con el tipo B (53%). Los autores destacan que los factores más importantes, más que el tipo de fractura, fueron la inmovilización y la calidad de la reducción. Enfatizaron la necesidad de fijación estable para permitir ejercicios tempranos de arco de movimiento.

Numerosos autores han usado técnicas de fijación externa en este tipo de lesiones para reducir la incidencia de complicaciones³⁰. Estas técnicas han sido útiles para reducir la tasa de complicaciones graves y han mostrado resultados comparables a los de estudios previos en los cuales se usaron técnicas de fijación interna. Watson y cols.³ recomiendan la fijación externa para la mayoría de pacientes con fracturas tipo C (Rüedi-Allgöwer, tipo III). Sin embargo, sus resultados clínicos fueron similares, aunque disminuyeron las complicaciones de tejidos blandos. De nuevo, los pacientes en el grupo de la reducción abierta y fijación interna fueron intervenidos en un promedio de cinco días después de la fractura e inmovilizados por seis semanas con yeso.

Bone³² trata 20 pacientes con fracturas gravemente conminutas o abiertas del pilón tibial con el uso de un fijador externo en Delta transarticular, además de fijación interna limitada. Los resultados en cuanto a arco de movimiento

y resultado final de fracturas gravemente conminutas fueron calificados como muy buenos. El uso de fijadores externos se limita a aquellos tipos de fracturas muy conminutas y de difícil reducción y en fracturas abiertas grado IIIC de Gustilo. Por otro lado, existen estudios³³⁻³⁴ donde se utiliza el enclavado endomedular sin fresar el canal en fracturas abiertas grado IIIB. La fijación externa ha sido relegada como método estabilizador para estos casos debido a las frecuentes complicaciones, como infecciones de los pines, pérdidas de reducción, consolidaciones viciosas y largos tiempos de inmovilización, siendo necesario posteriormente, en muchos casos, una reintervención con enclavado endomedular una vez curados los tejidos blandos³⁵.

En el estudio de Agudelo¹⁰, la cirugía fue diferida hasta que los tejidos blandos presentaron condiciones óptimas, teniendo como base la reaparición de los pliegues cutáneos (signo de la arruga). La disección de la metáfisis tibial distal fue limitada al máximo por ser una zona mal vascularizada. Todas las fracturas fueron de alta energía, la mayoría (87,5%) causada por accidentes de tráfico y una por proyectil de

arma de fuego, lo que difiere de otras series donde se incluyen fracturas de baja energía.

Los resultados preliminares obtenidos por Agudelo¹⁰ sugieren que la reducción abierta y la fijación interna con materiales de osteosíntesis de bajo perfil y desperiostización limitada es una buena alternativa de tratamiento para las fracturas intraarticulares del pilón tibial, la cuál puede utilizarse con una baja incidencia de complicaciones menores y sin los resultados desastrosos presentados en otros estudios, aún en fracturas de alta energía. Actualmente se están utilizando placas de reconstrucción acetabular de 3,5 mm con perfil de 1,2 mm, disminuyendo aún más la tensión en la herida quirúrgica. Se requiere, sin embargo, un seguimiento a largo plazo y un mayor número de casos que le den una validez estadística al estudio¹⁰ que permita determinar el grado funcional definitivo, las complicaciones tardías como artrosis postraumática, reintervenciones y artrodesis.

Técnicas como los Sistemas de Estabilización Mínimamente Invasivos (LISS) quedan relegadas únicamente a las fracturas proximales de la tibia, no siendo útiles en las distales. Estas técnicas suponen una reducción cerrada de la fractura y una estabilización con una placa deslizante que llega al foco por debajo de la musculatura y, posteriormente, se fija con tornillos percutáneos a través de una guía externa. Con estas técnicas se ahorra tiempo de intervención quirúrgica, se minimizan las pérdidas de sangre y

disminuyen los riesgos de infección y las necesidades de injerto óseo en el foco de fractura. Por otro lado, puede resultar difícil la reducción de la fractura a cielo cerrado en aquellos casos más conminutos o con importantes desviaciones rotacionales y/o angulares, además de un mayor riesgo de rotura de los implantes como consecuencia de una transmisión excéntrica de las fuerzas biomecánicas. Por lo tanto, no son sistemas que se utilicen de forma habitual en este tipo de fracturas metafisarias de la tibia.

En fracturas distales enclavadas siempre se debe complementar la estabilización con dos tornillos distales. El montaje debe ser estático (proximal y distal) en fracturas distales de la tibia muy conminutas. Dicho enclavado endomedular anterógrado con encerrojado distal y/o proximal es correcto como indicación límite en las fracturas metafisarias distales o proximales de la tibia. En fracturas muy distales, el enclavado endomedular ofrece la desventaja de ser una técnica difícil y sólo es posible en casos que dejan una distancia suficiente para anclar el fragmento distal. Incluso, en determinadas ocasiones, se aprovecha uno de los tornillos distales para estabilizar líneas de fractura distales³⁶.

En nueve casos en la serie de nuestro servicio fue necesario realizar una variante de la técnica quirúrgica clásica, serrando la parte distal del clavo G-K de tibia. Este serrado se realizó en aquellos casos donde los trazos de fractura eran muy distales (entre 10 y 30 mm desde la superficie articular del tobillo) y con el fin de que el orificio de atornillado más distal del clavo permitiera colocar un tornillo por debajo de dichos trazos y por encima de la línea articular del tobillo, ya que la distancia de dicho orificio distal del clavo Grosse-Kempf hasta la punta del clavo es de 20 mm. Esta técnica fue ya descrita en varias publicaciones³⁷⁻³⁸ con buenos resultados. Los clavos T2 de titanio ya contemplan una distancia menor (5 mm) entre el último orificio y el extremo distal del clavo¹⁹.

La técnica quirúrgica del encerrojado distal es la tradicional de manos libres, no existiendo, hasta el momento, guías que nos permitan colocar dichos tornillos distales de una forma rápida y exacta, aunque hay algún prototipo descrito en la literatura³⁹. Hay que tener mayor precaución en el atornillado distal debido a la proximidad de la articulación del tobillo, aumentado el tiempo de escopia con respecto al habitual.

Con el enclavado endomedular, debido a la no agresión de la piel y los tejidos blandos en el momento del acto quirúrgico, las complicaciones suelen ser menores⁴⁰. La no exposición del foco de fractura y el mantenimiento de la integridad cutánea disminuye la incidencia de pseudoartrosis, infecciones y necrosis cutánea a ese nivel. Estas complicaciones son frecuentes en la parte distal de la pierna cuando se realiza un tratamiento con exposición del foco. Los casos de pseudoartrosis se suelen solucionar satisfactoriamente con un nuevo enclavado, previo fresado del opérculo en el foco de fractura⁴¹.

Cada cirujano debe determinar la estabilidad obtenida de la fractura y prescribir programas individualizados de rehabilitación. Todos los pacientes con fijación estable deben comenzar los ejercicios isométricos y activos en las primeras 24 horas del postoperatorio. Se debe evitar la carga

sobre el miembro en el período postoperatorio precoz. Se aconseja esta última cuando existen signos radiológicos de un callo primario de la fractura a partir de la cuarta/quinta semana. No se debe intentar una carga total rápidamente y se debe tener un cuidado especial hasta la formación de un buen callo óseo, por lo que los pacientes se deben ayudar de soportes con bastones ingleses⁴². La retirada de la osteosíntesis es opcional, según el grado de intolerancia a la misma y el tipo de paciente. En la serie de nuestro servicio, la retirada del clavo ha sido necesaria en siete ocasiones. Se deben realizar revisiones radiológicas periódicas para la detección de variaciones en la reducción de la fractura, maluniones y pseudoartrosis, así como deformidades y rotura del material⁴³.

La secuela más frecuentemente hallada en la serie estudiada fue la rigidez de la articulación tibioperoneoastragalina, sobre todo, en aquellos pacientes con fracturas muy conminutas distales y complicadas con procesos de algodistrofia-simpático-refleja, infección y/o necrosis cutáneas. Estos resultados son satisfactorios y similares a los de las escasas series de indicaciones límite del enclavado de fracturas metafisarias de tibia publicadas. Así pues, se puede concluir que la utilización del enclavado endomedular anterógrado con tornillos de estabilización proximal y/o distal supone un método terapéutico adecuado para el tratamiento de fracturas metafisarias de la tibia como indicación límite de dicho método⁴⁴.

RESUMEN

El objetivo primario en el tratamiento de las fracturas del pión tibial es conseguir la consolidación de la fractura y la recuperación de la función normal del tobillo. Las fracturas del pión tibial comprenden un espectro amplio de lesiones que abarca desde las fracturas no desplazadas o mínimamente desplazadas y estables que pueden tratarse de forma conservadora hasta fracturas desplazadas que precisan de intervención quirúrgica. Aunque persisten algunas controversias, los principios generales y técnicas para el tratamiento quirúrgico de las fracturas del pión tibial están bien establecidos⁴⁵. El método de tratamiento ideal en fracturas del pión tibial está aún por definirse. Una reducción anatómica, ausencia de complicaciones de los tejidos blandos y movilización precoz deben ser el propósito del cirujano tratante⁴⁶.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ruedi T, Matter P, Allgower M. Intra-articular fractures of the distal tibial end. *Helv Chir Acta*, noviembre 1968; 35 (5):556-582.
2. Ovadia DN, Beals RK. Fractures of the tibial plafond. *J Bone Joint Surg*, 1986; 68A:543-551.
3. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones. Berlin: Springer-Verlag, 1996; 141.
4. Helfet DL, Koval K, Pappas J, Sanders RW, Dipasquale T. Intraarticular Pilon fracture of the tibia. *Clin Orthop*, 1994; 298:221-228.
5. Trafton PG, Bray TJ, Simpson LA. Fractures and soft tissue injuries of the ankle. En: Browner B, Jupiter J, Levine A, Trafton PG (eds.). *Skeletal Trauma*, vol. 2. Philadelphia: WB Saunders, 1992; 1931-1941.
6. López-Casero R, De Pedro JA, Rodríguez E, Masquelet AC. Distal vascular pedicle-hemisoleus to tibial length ratio as a main predictive index in preoperative flap planning. *Surg Radiol Anat*, 1995; 17:113-119.
7. Bone L, Stegeman P, McNamara K, Seibel R. External fixation of severely comminuted and open tibial fractures. *Clin Orthop*, 1993; 292: 101-107.

8. Bonar SK, Marsh JL. Unilateral external fixation for severe pilon fractures. *Foot Ankle*, 1993; 14:57-64.
9. Blanco-Blanco JF, Ramos-Galea R, Hernández-Martín P, Borrego-Ratero D, De Pedro-Moro JA. Tratamiento de las fracturas abiertas de la tibia mediante enclavado endomedular encerrojado no fresado. Informe sobre 20 casos. *Acta Ortop Mex*, 2003; 17:81-84.
10. Agudelo JF, Kalb JP. Osteosíntesis de bajo perfil en el tratamiento de las fracturas del pilón tibial. *Rev Colom Ortop Trauma*, 2001; 15:6-10.
11. Burwell HN, Charnley AD. The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement. *J Bone Joint Surg Br*, 1965; 47 (4):634-660.
12. García De Lucas F, García López A, De Pedro JA, Cebrián JL, Pérez-Caballer AJ, Alía J, López-Duran L. Fracturas de tibia tratadas con clavo cerrojado. XXIX Congreso SECOT. Granada: Abstracts, 1992; 132.
13. Vécsei V, Seitz H, Greitbauer M, Heinz T. Borderline indications for locked intramedullary nailing in the femur and tibia. *Orthopade*, 1996; 25 (3):235-246.
14. Pascarella R, Fravisini M, Traina F, Maresca A, Boriani S. Distal diaphyseal fractures of the tibia treated by modified Grosse-Kempf nail. *Chir Organi Mov*, 2004; 89 (2):119-123.
15. Olerud C, Molander H. A scoring evaluation after ankle fracture. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1984; 103:190-194.
16. García De Lucas F, García López A, Cebrián JL, De Pedro JA, Pérez-Caballer A, López-Durán L. Treatment with locked intramedullary nails in fractures and nonunions of tibia. *J Bone Joint Surg*, 1993; 75-B (suppl. II):200-201.
17. García López A, García De Lucas F, Domínguez Esteban I, De Pedro Moro JA, Cebrián Parra JL, López-Oliva F, López-Duran Stern L. Enclavado endomedular para el tratamiento de la pseudoartrosis de la tibia. *Rev Ortop Traumatol*, 1995; 39:157-162.
18. De Pedro Moro JA, Martín Rodríguez P, Domínguez Hernández J, Ramírez Barragán A, Pérez Ochagavía F, Hernández Morales J, De No Estella L, Martín Cuadrado F. Enclavado cerrojado límite de las fracturas diafisarias de la tibia. 39 Congreso Nacional. Barcelona: SECOT, 24 al 27 de septiembre de 2002. Libro de Abstracts, 54.
19. Blanco Blanco J, Pérez Ochagavía F, Ramírez Barragán A, Martín Rodríguez P, Persson I, Hernández Morales J, Prieto Prat A, De No Estella L, Domínguez Hernández J, De Pedro Moro JA. Resultados del tratamiento de las fracturas distales de la tibia con clavo cerrojado T2. Tenerife: 40 Congreso Nacional SECOT (libro de resúmenes), 2003; 187.
20. Jergesen F. Plate and screw fixation of diaphyseal fractures of the tibia: indications and operative technique. *Surg Clin North Am*, 1961; 41:1545-1565.
21. De Pedro JA, Domínguez J, Blanco J, Martín P, De Cabo A, Pérez-Ochagavía F, Hernández J, Zan J, Amigo L, Ramírez A. Extreme applications of tibial locking nail. 9th World triennial Congress. San Diego: SICOT, 23-30, agosto 2002; Abstract book, 612.
22. Bono CM, Levine RG, Rao JP, Behrens FF. Nonarticular proximal tibia fractures: treatment options and decision making. *J Am Acad Orthop Surg*, 2001; 9 (3):176-186.
23. Georgiadis GM, Gove NK, Smith AD, Rodway IP. Removal of the less invasive stabilization system. *J Orthop Trauma*, 2004; 18 (8):562-564.
24. Wyrsch B, McFerran MA, McAndrew M, Limbird TJ, Harper MC, Johnson KD, Schwartz HS. Operative treatment of fractures of the tibial plafond. *J Bone Joint Surg*, 1996; 78A:1646-1657.
25. Thordarson D. Complications after treatment of tibial pilon fractures: prevention and management strategies. *JAAOS*, 2000; 8:253-265.
26. Mast JW, Spiegel PG, Pappas JN. Fractures of the tibial pilon. *Clin Orthop*, 1988; 230:68-82.
27. Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop*, 1993; 292:109-117.
28. Heim U, Naser M. Operative treatment of distal tibial fractures. Technique of osteosynthesis and results in 128 patients. *Arch Orthop Unfallchir*, 1976; 18; 86 (3):341-356.
29. Sirkin M, Sanders R. The treatment of pilon fractures. *Foot and Ankle Clin*, 1999; 5:35-54.
30. Wheelwright EF, Court-Brown CM. Primary external fixation and secondary intramedullary nailing in the treatment of tibial fractures. *Injury*, 1992; 23 (6):373-376.
31. Watson JT, Moed BR, Karges DE, Cramer KE. Pilon fractures. Treatment protocol based on severity of soft tissue injury. *Clin Orthop*, 2000; 375:78-90.
32. Bone LB. Fractures of the tibial plafond: The pilon fractures. *Orthop Clin North Am*, 1987; 18:95.
33. Court-Brown Cm, McQueen MM, Quaba AA, Christie J. Locked intramedullary nailing of open tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 1991; 73 (6):959-964.
34. Whittle AP, Russell TA, Taylor JC, Lavalle DG. Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing without reaming. *J Bone Joint Surg Am*, 1992; 74 (8):1162-1171.
35. Braten M, Helland P, Gronqvist T, Aamodt A, Benum P, Molster A. External fixation versus locked intramedullary nailing in tibial shaft fractures: a prospective, randomised study of 78 patients. *Arch orthop trauma surg*, 2005; 125:21-26.
36. Rzesacz EH, Konneker W, Reilmann H, Culemann U. Combination of intramedullary nail and covered screw osteosynthesis for managing distal tibial fracture with ankle joint involvement. *Unfallchirurg*, 1998; 101 (12):907-913.
37. Prieto Prat A, Domínguez Hernández J, Amigo Liñares L, Pérez Ochagavía F, Zan Valdivieso J, Hernández Morales J, Ramírez Barragán A, De Pedro Moro JA. Enclavado endomedular en fracturas de tibia. SECOT: 38 Congreso Nacional. Bilbao, 10 al 13 de octubre de 2001. Libro de Abstracts, 245.
38. Gorczyca J, McKale J, Pugh K, Pienkowski D. Modified Tibial Nails for Treating Distal Tibial Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 2002; 16 (1):18-22.
39. Blanco JF, De Pedro JA. Technical modification for second distal screw insertion for locked nailing. *J Trauma*, 2005; 59:1-3.
40. Zelle B, Gruen G, Klatt B, Haemmerle M, Roseblum W, Prayson M. Exchange reamed nailing for aseptic nonunion of the tibia. *The journal of trauma*, 2003; 57 (5):1053-1059.
41. Richmond J, Colleran K, Borens O, Kloedt P, Helfet DL. Nonunions of the distal tibia treated by reamed intramedullary nailing. *J Orthop Trauma*, 2004; 18 (9):603-610.
42. Obrebsky WT, Medina M. Comparison of intramedullary nailing of distal third tibial shaft fractures: before and after traumatologists. *Orthopedics*, 2004; 27 (1):1180-1184.
43. Keating JF, Blachut PA, O'Brien PJ, Court-Brown CM. Reamed nailing of Gustilo grade-IIIIB tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 2000; 82 (8):1113-1116.
44. Madan S, Blakeway CH. Radiation exposure to surgeon and patient in intramedullary nailing of the lower limb. *Injury*, 2002; 33:723-727.
45. Sugm N, Messmer P, Zuna I, Jacob L, Regazzoni P. Fluoroscopic guidance versus surgical navigation for distal locking of intramedullary implants. A prospective, controlled clinical study. *Injury*, 2004; 35:567-574.
46. AbdIslam K, Bonnaire F. Experimental model for a new distal locking aiming device for solid intramedullary tibial nails. *Injury*, 2003; 34:63-66.

La estructura general de *Fracturas complejas de los huesos largos* mantiene un reparto de temas entre autores elegidos de mutuo acuerdo por la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS) y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT).

Reúne diversos temas destacados y del máximo interés relacionados con las fracturas de los huesos largos del miembro superior e inferior, centrándose en los aspectos quirúrgicos de mayor interés para cirujanos ortopédicos y traumatólogos.

Los autores son cirujanos de gran experiencia en los campos que abordan.

La elección de temas ha tomado como referencia el primer curso avanzado SECOT-AAOS celebrado en Barcelona en el año 2005.

ISBN: 84-7903-478-5



9 788479 034788

EDITORIAL MEDICA
panamericana