

Artículo original

Nuestra experiencia en la aplicación del control de daños ortopédico en fracturas de pilón tibial por alta energía

Herrera-Pérez M,* Andarcia-Bañuelos C,* Ayala-Rodrigo Á,* País-Brito JL**

Hospital Universitario de Canarias, la Laguna, Tenerife

RESUMEN. Las fracturas de pilón tibial por alta energía representan de las lesiones más severas de la articulación del tobillo y actualmente constituyen un reto para el cirujano ortopédico. Estos pacientes son a menudo politraumatizados, y deben descartarse lesiones raquídeas, pélvicas o toracoabdominales antes de ingresarlos en traumatología. Debido a la especial anatomía de la zona, con delgada cobertura cutánea y localización subcutánea, la afectación de partes blandas suele ser severa y es la clave a la hora de elegir el momento para la intervención quirúrgica. Aunque existe controversia sobre el tratamiento definitivo de estas lesiones, parece imponerse el denominado tratamiento en dos etapas, para minimizar la lesión iatrogénica de las partes blandas, aplicando el concepto de control de daños ortopédico del miembro. Presentamos los resultados preliminares de 10 pacientes intervenidos con este método en nuestro centro.

Palabras clave: fracturas, tobillo, tibia, preventión, cirugía, control de daños.

ABSTRACT. High-energy tibial pylon fractures represent some of the most severe injuries of the ankle joint and currently represent a challenge for the orthopedic surgeon. These are usually polytraumatized patients and before admitting them into the traumatology unit, spinal cord, pelvic or thoracoabdominal injuries should be ruled out. Due to the special anatomy of the area, its thin skin cover and subcutaneous location, soft tissues are usually severely affected and this is key when choosing the time for a surgical intervention. Although the definitive treatment of these injuries is controversial, the so called two-stage treatment seems to predominate in order to minimize soft tissue iatrogenic injuries applying the concept of orthopedic damage control of the limb. We present the preliminary results of 10 patients operated with this method at our center.

Key words: fracture, tibial bone, ankle, prevention, surgery, trauma damage control.

Introducción

El pilón tibial es el segmento anatómico que comprende el extremo distal de la tibia (epífisis y metáfisis) caracteriza-

Nivel de evidencia: IV

* Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Complejo Hospital Universitario de Canarias, La Laguna, Tenerife.

** Departamento de Cirugía, Oftalmología y Otorrinolaringología, Facultad de Medicina, Universidad de La Laguna.

Dirección para correspondencia:

Mario Herrera Pérez

Servicio de COT, Hospital Universitario de Canarias, La Laguna, Tenerife. La Cuesta s/n, 38320, La Laguna, Tenerife.

Tel: 0034922678000

E-mail: herrera42@gmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medicgraphic.com/actaortopedia>

do por la presencia de hueso esponjoso mayoritariamente y una delgada estructura cortical. El término «pilón» fue utilizado por primera vez por Destot en 1911,¹ quien describió la fractura como una «lesión producida por compresión axial de la tibia con lesión de las partes blandas circundantes».

La fractura de pilón tibial es una fractura articular que puede llegar a ser compleja, con hundimiento de uno o varios fragmentos e importante afectación de las partes blandas, según la intensidad del mecanismo lesional. El tratamiento quirúrgico de estas fracturas es técnicamente demandante y requiere una adecuada planificación preoperatoria. Los resultados son impredecibles por las características de la fractura (impactación, conminución, daño del cartílago articular, incongruencia articular residual), el riesgo de complicaciones de las partes blandas y las características clínicas prelesionales del paciente.² Por todo esto, constituyen un auténtico reto para el cirujano ortopédico.^{3,4,5} Son lesiones poco frecuentes (7-10% de las fracturas de la

tibia y en 1% de las fracturas de la extremidad inferior). Antes de los 50 años estas fracturas predominan en varones, invirtiéndose el género a partir de esta edad.³

Mecanismo de producción

Las fracturas de alta energía son generalmente resultado de mecanismos de compresión axial secundarios a precipitaciones o accidentes de tráfico de alta velocidad, dando lugar a importantes lesiones de tejidos blandos, gran conminución y desplazamiento de la fractura.² La afectación de la superficie articular de la tibia distal se produce en diversos grados, con fragmentos de la superficie articular desplazados proximalmente hacia la metáfisis de la tibia por el impacto contra el astrágalo. En estas lesiones suele fracturarse el peroné y pueden estar asociadas otras lesiones del aparato locomotor (pelvis, fémur, raquis o extremidad superior) o lesiones de otros órganos y sistemas en el contexto del paciente politraumatizado.^{1,2,3}

Clasificación

La clasificación más utilizada es la de la Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis (AO/OTA)⁶ que distingue tres grupos: extra articular (43-A), articular parcial (43-B) y la articular completa (43-C), divididos en subgrupos en función de la conminución. La mayoría de las fracturas de tipo A y B se producen por mecanismos de baja energía, mientras que las de tipo C por lo general son resultado de traumatismos de alta energía.

Evaluar el grado de lesión de las partes blandas en este tipo de fracturas es fundamental para el manejo terapéutico de estos pacientes. Las fracturas abiertas siguen la clasificación de Gustilo y Anderson⁷ y las fracturas cerradas, objeto de nuestro estudio, se rigen por la clasificación de Tscherne y Oestern,⁸ quienes dividen la afectación en cuatro grupos: grado 0 (sin afectación de partes blandas), grado 1 (lesión superficial, por acción indirecta), grado 2 (abrasión, flicuetas y edema por acción directa) y grado 3 (aplastamiento severo de partes blandas asociado a lesión vascular o síndrome compartimental).

Tratamiento en sala de emergencias. Los pacientes que sufren traumatismos de alta energía deben ser tratados de acuerdo con las directrices del soporte vital de trauma avanzado, ya que pueden asociar lesiones que amenazan no sólo la extremidad, sino también la vida del paciente.

En estas lesiones de alta energía son llamativos el edema y dolor, así como la deformidad y el deterioro funcional.^{2,3} Debemos valorar posibles lesiones asociadas, especialmente a lesiones vasculares, nerviosas y el síndrome compartimental, que requieren intervención urgente. El examen radiográfico estándar incluye proyecciones anteroposterior, lateral y de mortaja del tobillo, así como proyección anteroposterior y lateral de toda la tibia y el peroné, así como anteroposterior y oblicua del pie. El TAC con reconstrucción 3D, se ha convertido en algo rutinario en

muchos centros para el estudio y planificación quirúrgica de estas fracturas de alta energía.⁹

Tratamiento definitivo. El tratamiento de las fracturas de pilón tibial de alta energía es objeto continuo de controversia en la literatura y foros científicos, puesto que no existe un método terapéutico universalmente aceptado. A la hora del tratamiento definitivo, resulta crucial el estado de las partes blandas perifracturarias, que determinarán el *timing* o momento de la cirugía.^{1,2,3} El principal objetivo de la cirugía es una restauración de la superficie articular lo más anatómica posible para prevenir el desarrollo de artrosis postraumática que influirá negativamente en la funcionalidad del miembro de los pacientes.

Tratamiento en el contexto del paciente politraumatizado. Actualmente el tratamiento del paciente politraumatizado sigue la filosofía del control de daños ortopédico (CDO), que se define como una serie de procedimientos realizados para contener y estabilizar las lesiones traumatológicas hasta que el estado fisiológico del paciente mejore.¹⁰ El CDO pretende no agravar el estado del paciente con más agresión, como sería un procedimiento ortopédico quirúrgico mayor y posponer la reparación definitiva de la fractura hasta el momento en que el estado general se haya optimizado. Este tratamiento está en contraposición al concepto de atención total precoz de las fracturas (ATP), como se había preconizado en la década de los ochenta, que se recomendaba el tratamiento agresivo precoz de las fracturas en los politraumatizados. Durante la década de los noventa se aprendió más acerca de los parámetros asociados, con resultados adversos en los politraumatizados y de la respuesta inflamatoria sistémica a los traumatismos.^{10,11}

Se han descrito dos etapas en la respuesta fisiológica del organismo ante estas lesiones, a saber:¹⁰

Primera agresión o «primer golpe». La lesión traumática desencadena una respuesta inflamatoria sistémica, mediada fundamentalmente por la producción de interleucinas (IL-6 e IL8) y componentes del complemento (C5a y C3a), que produce un estado de inmunosupresión que puede desembocar en un síndrome de disfunción multiorgánica o en síndrome de distrés respiratorio del adulto.

Segunda agresión o «segundo golpe». Constituye la intervención quirúrgica que realizamos (fijación intramedular de fémur, por ejemplo), produciendo una agresión inflamatoria adicional.

La filosofía del CDO consiste en identificar a aquellos pacientes cuyo estado general no permite una segunda agresión a su sistema inmune, representada por la fijación definitiva de la fractura.

Ciertos conjuntos específicos de lesiones ortopédicas parecen ser más susceptibles del CDO:

- Fracturas de fémur, especialmente en caso de lesión torácica grave; también la fractura bilateral de fémur se asocia a lesiones sistémicas y locales graves.
- Fracturas de pelvis con hemorragia exanguinante.
- Politraumatismos en los ancianos, dada su alta mortalidad después de traumatismos, incluso pequeños.

- Pacientes con lesión craneoencefálica grave.
- Miembros destrozados. Se sugiere una tendencia cada vez mayor a preservar el miembro, en lugar de amputarlo, en caso de fracturas abiertas del miembro inferior, el CDO quizás posibilite mejorar las variables controladas por el cirujano que parecen estar relacionadas con un mejor pronóstico.
- Traumatismo complejo aislado del miembro inferior. Es una lesión distinta al miembro destrozado, en estos casos es posible el denominado «control de daños ortopédico del miembro»; son lesiones con gran atrición de partes blandas e incluso abiertas como puede ocurrir en el pilón y meseta tibial.^{12,13,14}

La mayoría de estudios recomienda realizar la osteosíntesis definitiva entre los días 6 y 14 del traumatismo, esto es lo que se ha denominado «la ventana de la oportunidad», y nunca los días 2, 3 y 4 porque durante este período se dan importantes reacciones inmunitarias (máxima elevación de interleukinas 6 y 8, que declinan a partir del 5º día) y reacciones inflamatorias, así como un edema importante en las zonas afectadas que comprometen en gran medida, el resultado de nuestra intervención terapéutica. Es en estos casos donde está indicada la utilización de la fijación externa, esto es la utilización de un osteotaxo con pines introducidos por encima y por debajo de la fractura, para estabilizar las mismas de manera temporal y permitir un mejor manejo del paciente, evitando las complicaciones asociadas al encamamiento y al enyesado del miembro tradicional.

El concepto del CDO fue desarrollado por cirujanos alemanes quienes observaron menores índices de fallo multiorgánico en pacientes politraumatizados con fractura de fémur y tratados mediante fijación externa, que en aquellos intervenidos mediante fijación interna en el momento del accidente.¹⁰

Se inició el siguiente estudio para valorar la implementación del control de daños ortopédicos del miembro en fracturas cerradas de pilón tibial de alta energía en pacientes ingresados en nuestro centro.

Material y método

Estudio retrospectivo, analítico de 10 pacientes ingresados en nuestro centro en el período 2009-2011 en el Hospital del Sistema Nacional de Salud Español, de Tercer Nivel, con 700 camas de hospitalización y población de referencia de 500.000 personas.

Como criterios de inclusión elegimos los siguientes:

1. Mayores de edad (mayores de 18 años).
2. Ausencia de otra fractura en miembros.
3. Conscientes y orientados, capaces de firmar el consentimiento informado para cirugía.
4. Fractura cerrada de pilón tibial grado 2 o 3 de Tscherne con o sin fractura de peroné asociada, independientemente de la clasificación AO.

Recogimos 10 pacientes, 7 Tscherne grado 2 y 3 Tscherne grado 3; de los 7 primeros, 4 fracturas eran tipo B de la AO, 2 eran tipo C (*figura 1*) y una tipo A, los tres restantes eran grado B de la AO.

Tratamiento realizado. Fijación externa de tibia distal (tibia-astrágalo-calcáneo) (Fijador X-Caliber, Orthofix®) (*figura 2*) y fijación interna del peroné en 6 casos en los que hubo fractura asociada (placa tercio de tubo, DePuy®), en dos casos se asoció fijación percutánea con agujas de Kirschner de la epífisis distal de la tibia. Tras la estabilización se procedió a la cirugía definitiva; en tres pacientes se decidió mantener el fijador externo tras la fijación interna reglada de la tibia, el tratamiento realizado fue la reducción abierta por técnica mínimamente invasiva medial en 5 casos, implantando una placa de soporte medial modelo ALPS (DePuy®), 3 casos de implantación de placa anterolateral mediante reducción abierta tradicional más tornillos interfragmentarios, en 2 casos se sintetizó la fractura sólo con tornillos interfragmentarios epifisarios mediante reducción abierta convencional.

Resultados

Método estadístico. Se aplicó el análisis χ^2 y t de Student para confirmar una muestra comparable de pacientes en cada grupo. La significación estadística vino determinada por un valor de $p < 0.05$ para todos los análisis estadísticos realizados.

Grupo de estudio. El promedio de demora quirúrgico fue de 12 días (8-22 días). No se registró ninguna complicación de la herida, cicatrizando todas las flictenas fracturarias sin incidencias. No se registró ningún evento trombótico mayor ni complicación infecciosa pulmonar o urinaria. El paciente pudo sentarse en sillón a las 48 horas de promedio (24-72 horas), permitiendo curas de las flictenas por enfermería. Tras la cirugía no se registró ninguna complicación mayor de la herida quirúrgica, salvo pequeña dehiscencia de herida medial en 1 caso que se resolvió con curas periódicas. La estancia media de esta serie fue de 19 días (10-31 días).

Grupo control. Comparamos estos resultados con un grupo control de 10 pacientes con los mismos criterios de inclusión, tratados mediante inmovilización escayolada y osteosíntesis diferida. Se registraron 3 necrosis cutáneas (2 casos evolucionaron bien con curas periódicas pero en un caso fue necesaria una cirugía de cobertura). El promedio de demora quirúrgico fue de 19 días (11-27 días). Tras la cirugía se registraron dos infecciones de la herida quirúrgica que evolucionaron bien con antibióticos. La estancia media en este grupo control fue de 29 días (15-47 días).

Encontramos diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en la demora quirúrgica, complicaciones y estancia media global, en el grupo de estudio respecto al grupo control.



Figura 1.

Fractura de pilón tibial Tscherne 2-grado C.

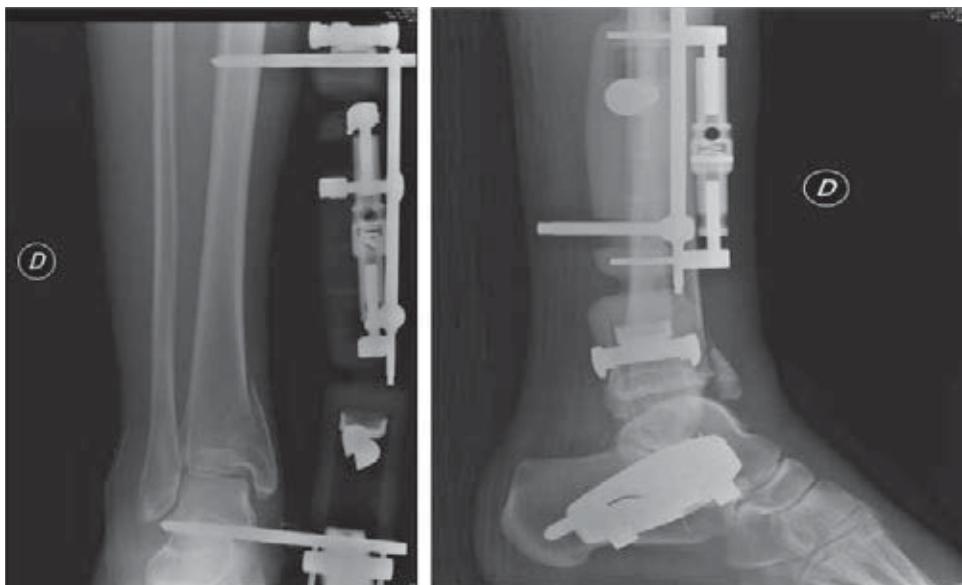


Figura 2.

Control radiológico tras implantación de fijador externo unilateral.

No encontramos diferencias respecto al género, edad, mecanismo lesional o tasa de hábito tabáquico en ambos grupos ($p > 0.05$).

Discusión

Existe controversia en la actualidad sobre el tratamiento óptimo de las fracturas del pilón tibial de alta energía.^{1,5,15,16,17} La generalización de la reducción abierta y la osteosíntesis ha conseguido excelentes resultados en cuanto a la reducción articular y consolidación se refiere, pero también ha producido un aumento en las complicaciones de la herida quirúrgica.^{1,2,3} Sin embargo, la presencia de daño extenso de partes blandas perifracturarias, nos hace replantearnos la idoneidad de un tratamiento quirúrgico abierto temprano o diferido.

Ya hemos comentado la importancia de la clasificación de Tscherne y colaboradores⁸ en la evaluación de este tipo de fracturas y en la decisión terapéutica. El concepto clave, sobre todo en las fracturas de alta energía, es que la cirugía abierta definitiva temprana (primera semana) resulta en una tasa significativamente más alta de complicaciones en comparación con la cirugía diferida (10-15 días o más).³ Es necesario esperar a la reepitelización de las flctenas y evaluar el estado de la piel hasta que el «signo de la arruga» sea positivo.

La mayoría de autores aboga por un tratamiento en dos etapas^{11,12,13} diseñado específicamente para permitir la recuperación de las partes blandas antes de la fijación definitiva. La primera etapa, que se realiza inmediatamente después de la fractura, comprende la fijación externa tibial e inter-

na del peroné, con esta intervención se permite recuperar la longitud y alineamiento del peroné y ayuda en la reducción del fragmento anterolateral (Chaput) y posterior de la tibia distal. Posteriormente y tras la correcta recuperación de las partes blandas, se opta por la fijación interna de la tibia en sus diferentes modalidades, teniendo un especial desarrollo de las técnicas de cirugía por mínima incisión o «a mínimo»(percutáneas).¹⁵ Varios autores han presentando mejores resultados y menores tasas de complicaciones, particularmente de infecciones y de complicaciones de las partes blandas con el uso de este procedimiento en dos etapas.^{11,12,13,17,18}

Las opciones de tratamiento quirúrgico definitivo incluyen la fijación interna, fijación externa con o sin fijación interna limitada y la artrodesis primaria. El estado de las partes blandas y la caracterización de la fractura son de nuevo las bases fundamentales en la elección del tratamiento a seguir. El tratamiento quirúrgico mediante reducción abierta y fijación interna es, como en todas las fracturas articulares, la forma más fiable de obtener una reducción anatómica de la superficie articular. Sin embargo, esta opción terapéutica debe ser cuidadosamente valorada, no sólo por la condición de las partes blandas (la vascularización puede ser afectada por el abordaje quirúrgico temprano y acarrear importantes complicaciones), sino también por la conminución y el número de fragmentos. El primer paso es la fijación del peroné para recuperar la longitud correcta de la tibia y facilitar la orientación tridimensional y la reducción de la fractura. Varios enfoques quirúrgicos se han descrito para el tratamiento de estas fracturas^{2,15,16} y en lo que todos coinciden es en la importancia del manejo de los tejidos blandos. En esta etapa los conceptos claves propuestos por Ruedi y Allgöwer siguen siendo válidos^{3,6} con el objetivo de mantener un máximo de 2 mm de incongruencia de la superficie articular. Las guías AO recomiendan el uso de una estabilización temporal externa de la zona epifisaria, para luego en un segundo tiempo pasar a la reconstrucción definitiva y estabilización con una placa (LCP). Otras escuelas las tratan de forma directa mediante placas anatómicas en un solo tiempo.

En situaciones como fracturas de baja energía de AO/OTA tipo A o B sin lesión significativa del tejido blando, la fijación interna definitiva llevada a cabo sin demora prolongada, puede ser recomendable. El manejo de las fracturas tipo C sigue siendo motivo de debate. Resulta difícil establecer un consenso en los protocolos para prevenir las frecuentes complicaciones, especialmente en relación con los tejidos blandos.¹⁹

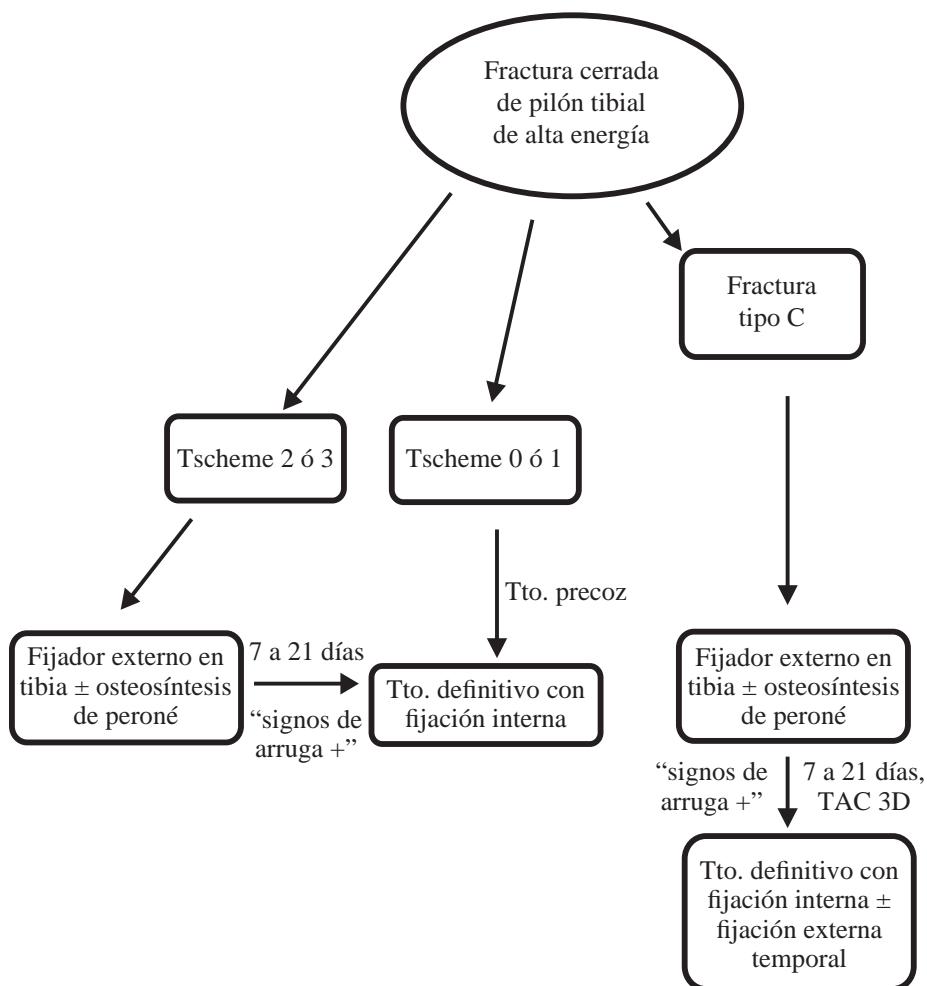
Recientemente se ha publicado una revisión completa sobre fracturas de pilón tibial,³ en ésta, los autores proponen tratar las fracturas AO/OTA tipo C en dos etapas. La primera etapa consiste en el uso de fijación externa para restablecer la longitud, alineación y rotación de la extremidad. La reducción abierta y fijación interna del peroné, si está fracturado, se realiza en este primer momento si los tejidos

blandos lo permiten. Posteriormente, el «signo de la arruga positivo» permite pasar a la segunda etapa, la osteosíntesis abierta definitiva del pilón tibial con placa anatómica. Durante el período de espera, los autores realizan un TAC 3D de la fractura, así como a la estabilización y optimización clínica del paciente.

En nuestro centro, pensamos que el mecanismo de producción de alta energía no siempre implica un daño extenso de las partes blandas, por tanto, proponemos el tratamiento secuencial o en dos etapas de las fracturas de pilón tibial grados 2 o 3 de Tscherne (independientemente del tipo de fractura de la AO/OTA) y en toda las tipos C (en este caso la fijación externa estaría indicada por el componente de impactación metafisaria que encontramos). Por tanto, nuestra prioridad es fundamentalmente el estado de las partes blandas (*Figura 3*). Procedemos a la fijación interna del peroné en casos de fractura del mismo y a la aplicación de fijación externa unilateral tibiotalocalcánea de manera provisional como si se tratara de una fractura abierta, aplicando el concepto del control de daños ortopédico del miembro. Sólo realizamos TAC 3D de reconstrucción en fracturas tipo C como planificación quirúrgica. Nuestros resultados en comparación con el grupo control son notoriamente superiores, si bien podemos criticar que la serie de pacientes es corta y el seguimiento promedio es de 17 meses.

Independientemente del método de tratamiento, los resultados a largo plazo de estas complejas fracturas no son del todo satisfactorios. Marsh y colaboradores²⁰ y Chen y asociados²¹ afirman que las fracturas del pilón tibial afectan a largo plazo a la función del tobillo, generan dolor y afectan la calidad de vida relacionada con la salud. Una revisión multicéntrica de SOFCOT (*Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*) en 1991, estudió más de 300 fracturas de pilón tibial tratados quirúrgicamente por diversas técnicas y observó que sólo en 38% de los pacientes presentaban resultados clínicos satisfactorios; sólo en 28% de los pacientes caminaban sin dolor.²²

Estudios más recientes^{23,24} analizan la calidad de vida mediante herramientas de evaluación tales como el *Short Form Health Survey of the Medical Outcomes Study* (SF36), vieron que la puntuación de la población de pacientes tratados por fracturas tipo C, cae muy por debajo de la puntuación media de la población normal. Los resultados clínicos se relacionan particularmente con el tipo de fractura, las lesiones de los tejidos blandos y el tipo de tratamiento quirúrgico.^{23,24} Sin embargo, hace hincapié en que los resultados funcionales insatisfactorios también pueden ocurrir a pesar de un tratamiento óptimo y una reducción anatómica de la fractura, subrayando una vez más que la artrosis postraumática es un riesgo para la mayoría pacientes después de este tipo de fracturas, independientemente del protocolo de tratamiento, pues, como es sabido, el daño del cartílago tiene lugar en el momento del impacto. Las fracturas de pilón tibial pueden tener resultados

**Figura 3.**

Algoritmo de tratamiento en fracturas de pilón tibial de alta energía.

devastadores, con una morbilidad significativa asociada. DeCoster y Willis²⁵ estudiaron 25 fracturas de pilón tibial tratadas mediante fijación interna, fijación externa o métodos híbridos; encontraron que ni la gravedad de la lesión ni la calidad de la reducción se correlacionaba con las puntuaciones clínicas del tobillo 2 años después de la lesión. Sin embargo, la mejor reducción de la superficie articular si tenía una correlación significativa con la evidencia radiográfica de artrosis. Los autores de ese estudio concluyeron que el resultado es multifactorial y difícilmente predecible.

El tratamiento quirúrgico de las fracturas de pilón tibial con lesión importante de partes blandas supone un reto para el cirujano ortopédico. La mayoría de estudios recomienda un tratamiento diferido o secuencial, con aplicación de la fijación externa temporal y posterior fijación interna diferente. En nuestra serie, demostramos que las partes blandas perifracturarias son más importantes que la fractura en sí a la hora de determinar el momento de la cirugía abierta y, basamos nuestro algoritmo de tratamiento en el estado de estas partes blandas, independientemente del tipo de fractura, aplicando el concepto del control de daños ortopédico del miembro. Aunque nuestra serie es corta, los resultados mos-

trados son claramente superiores frente al grupo control, en el que se utilizó la inmovilización escayolada de urgencias seguida de la osteosíntesis abierta convencional.

Bibliografía

1. Saura Sánchez E, Delgado Martínez, A: Controversias en cirugía ortopédica y traumatología. Fracturas de pilón tibial. Medical & Marketing Communications. España. 2005.
2. Crist BD, Khazzam M, Murtha YM, Della Rocca GJ: Pilon fractures: advances in surgical treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2011; 19: 612-22.
3. Mauffrey C, Vasario G, Battiston B, Lewis C, Beazley J, Seligson D: Tibial pilon fractures: a review of incidence, diagnosis, treatment and complications. *Acta Orthop Belg* 2011; 77: 432-40.
4. Thordarson DB: Complications after treatment of tibial pilon fractures: prevention and management strategies. *J Am Acad Orthop Surg* 2000; 8: 253-65.
5. Borrelli J, Ellis E: Tratamiento de fracturas complejas: fracturas de pilón tibial. *Orthop Clin North Am (Edición Española)* 2002; 2(1): 237-252.
6. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willeneger H: Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF Group. 3rd ed. New York: Springer-Verlag; 1991.
7. Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D: The management of open fractures. *J Bone Joint Surg* 1990; 72: 299-304.
8. Oestern HJ, Tscherne H: Pathophysiology and classification of soft tissue damage in fractures. *Orthopade* 1983; 12(1): 2-8.

9. Tornetta P III: Axial computed tomography of pilon fractures. *Clin Orthop* 1996; 323: 273-76.
10. Wolinsky PR, Webb LX, Harvey EJ, Tejwani NC. The mangled limb: salvage versus amputation. In: Instr Course Lect. *Am Acad Orthop Surg* 2011; 60: 27-34.
11. Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D: A staged protocol for soft tissue management in treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 78-84.
12. Anglen JO: Early outcome of hybrid external fixation for fracture of the distal tibia. *J Orthop Trauma* 1999; 13(2): 92-97.
13. Patterson MJ, Cole JD: Two staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 85-91.
14. Varela CD, Vaughan TK, Carr JB, Slemmons BK: Fractures blisters: clinical and pathological aspects. *J Orthop Trauma* 1993; 7: 417-27.
15. Calori GM, Tagliabue L, Mazza E et al. Tibial pilon fractures: which method of treatment? *Injury* 2010; 41: 1183-90.
16. Blauth M, Bastian L, Krettek C, Knop C, Evans S: Surgical options for the treatment of severe tibial pilon fractures: a study of three techniques. *J Orthop Trauma* 2001; 15: 153-60.
17. Wiss D, What's new in orthopedic trauma? *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83: 1762-72.
18. DiChristina D, Riemer BL, Butterfield SL, Burke CJ 3rd: Pilon fractures treated with an articulated external fixator: a preliminary report. *Orthopedics* 1996; 19: 1019-24.
19. Mehta S, Reilly MC, Rhorer AS, Liporace FA. Current plating techniques and definitive treatment options for fractures of the tibial plafond and treatment of the late and failed pilon. *AAOS 2011 Annual Meeting Instructional Course* 2011, San Diego Convention Center.
20. Marsh JL, Weigel DP, Dirschl DR: Tibial plafond fractures: how do these ankles function over time? *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85: 287-95.
21. Chen SH, Wu PH, Lee YS. Long-term results of pilon fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007; 127: 55-60.
22. Copin G: Tibial pilon fractures in the adult (in French). *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1992; 78: 33-83.
23. Papadokostakis G, Kontakis G, Giannoudis P, Hadjipavlou A. External fixation devices in the treatment of fractures of the tibial plafond: a systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg* 2008; 90: 1-6.
24. Pollak AN, McCarthy ML, Bess RS, Agel J, Swiontowski MF: Outcomes after treatment of high-energy tibial plafond fractures. *J Bone Joint Surg* 2003; 85: 1893-900.
25. DeCoster TA, Willis MC, Marsh JL, et al: Rank order analysis of tibial plafond fractures: does injury or reduction predict outcome? *Foot Ankle Int* 1999; 20(1): 44-9.