

Reconstrucción de las partes blandas en la pierna

Complicaciones y su resolución

SEBASTIÁN PATRICIOS, MARCELO RÍO, DUILLO GABAS,
DIEGO FERRO, FRANCO LUCCI y JOSÉ SAA

*Hospital Militar Central, Departamento Ortopedia y Traumatología,
Servicio de Trauma Ortopédico*

RESUMEN

Objetivo: El propósito de este trabajo es analizar la evolución, las complicaciones y las variables pronósticas en un grupo de pacientes que sufrieron fracturas graves de la pierna, a los cuales se les realizaron procedimientos de cirugía reconstructiva sobre las partes blandas.

Materiales y métodos: En un período de 5 años, se incluyeron 21 pacientes con fracturas expuestas graves de la pierna. Se utilizaron el ISS, las clasificaciones AO y Gustilo, el MESS y el score de McPherson. Se evaluaron en forma retrospectiva los tiempos de consolidación y de curación de las partes blandas, el tiempo de internación, los procedimientos quirúrgicos y las complicaciones.

Resultados: En su mayoría, la selección del procedimiento de partes blandas fue independiente de la clasificación de la lesión. Se realizaron 9 colgajos con dorsal ancho, 5 musculares rotatorios de gemelos y 7 fasciocutáneos surales.

De los colgajos de dorsal ancho, uno (11,1%) sufrió necrosis total y 2, necrosis parcial (22,2%). Los 6 restantes (66,7%) evolucionaron sin complicaciones.

Uno (20%) de los colgajos rotatorios de gemelo sufrió necrosis completa. Los 4 (80%) restantes evolucionaron de manera favorable.

De los 7 colgajos fasciocutáneos (surales), 6 (85,7%) evolucionaron sin problemas y sólo uno (14,3%) se necrosó.

Se utilizaron 2 colgajos fasciocutáneos como rescate ante el fracaso de otro procedimiento, pero uno no tuvo buen resultado.

Conclusiones: La tasa de complicaciones en la reconstrucción de las partes blandas en lesiones graves de la

pierna es considerable, pero el abordaje multidisciplinario de estos pacientes y los protocolos de tratamiento facilitan su resolución.

PALABRAS CLAVE: Fracturas expuestas graves de la tibia. Reconstrucción de las partes blandas. Complicaciones.

SOFT TISSUE RECONSTRUCTION IN THE LEG. COMPLICATIONS AND SOLUTIONS

ABSTRACT

Background: The purpose of this study was to analyze the evolution, complications and prognostic variables in a group of patients with severe open fractures of the leg, who underwent reconstructive procedures to the soft tissues.

Methods: In 5 years we treated 21 patients, received initially at our institution or referred from other centers. We used the ISS and MESS scores, the AO, Gustilo and McPherson classifications. We assessed bone and soft tissue healing, hospital stay, number of surgical procedures, and complications.

Results: The soft tissue procedure selection was independent of the injury classification. We performed 9 latissimus dorsi flaps, 7 gastrocnemius rotational flaps, and 7 fasciocutaneous sural flaps. Of the latissimus dorsi flaps, 1 (11,1%) resulted in complete necrosis, while 2 (22,2%) in partial necrosis. The rest (66,7%) healed uneventfully. Of the gastrocnemius rotational flaps, 1 (20%) resulted in complete necrosis. Of the 7 fasciocutaneous sural flaps, 1 (14,3%) resulted in complete necrosis.

To solve these complications we performed 2 fasciocutaneous sural flaps, 1 of them resulted in complete necrosis.

Conclusions: Complications of soft tissue reconstruction in severe open tibial fractures are considerable; however, a multidisciplinary team approach and treatment protocols may solve the problems.

Recibido el 13-11-2007. Aceptado luego de la evaluación el 14-10-2008.
Correspondencia:

Dr. SEBASTIÁN PATRICIOS
sebastianpatricios@yahoo.com.ar

KEY WORDS: Severe open tibial fractures. Soft tissue reconstruction. Complications.

Las fracturas expuestas por traumatismos de alta energía se asocian con importantes complicaciones, como infección, pseudoartrosis, pérdida de cobertura y lesiones vasculonerviosas que pueden culminar, luego de un gran número de cirugías, en una amputación como procedimiento de salvataje.⁵ Por ello abordamos este tema, sumado a la creciente incidencia de traumatismos de alta velocidad y porque consideramos que esta patología representa un gran desafío aun para los profesionales más especializados en trauma ortopédico. Asimismo, efectuamos una revisión de la bibliografía especializada y volcamos nuestra experiencia, que comparamos con los resultados de centros de referencia internacionales.

Es indudable que la posibilidad de resolución de la lesión de las partes blandas constituye un paso clave en la reconstrucción definitiva del miembro lesionado y, además, es un factor pronóstico de vital importancia. El abordaje interdisciplinario de estos pacientes es esencial para optimizar los resultados y disminuir la morbilidad.^{4,5-19}

Por sus características anatómicas, la pierna es sin duda la región corporal con mayor prevalencia de este tipo de lesiones y la que requiere con más asiduidad procedimientos reconstructivos sobre las partes blandas.

El objetivo de este trabajo es analizar la evolución, las complicaciones y las variables pronósticas en un grupo de pacientes que sufrieron fracturas graves de la pierna, en quienes se realizaron procedimientos de cirugía reconstructiva sobre las partes blandas.

Materiales y métodos

El estudio retrospectivo de esta serie de casos abarca el período comprendido entre marzo de 2002 y febrero de 2007. Fueron incluidos 21 pacientes, 6 mujeres (28,5%) y 15 varones (71,5%), con un rango de edad entre 17 y 78 años, admitidos por guardia en el período mencionado por fracturas expuestas de la pierna grado IIIb de la clasificación de Gustilo (7 pacientes) –no hubo ningún caso grado IIIc–,¹² también aquellos que inicialmente fueron grado II (3 pacientes) o IIIa (11 pacientes) y luego del desbridamiento se reclasificaron en IIIb, y pacientes que fueron tratados al principio en otro centro y luego derivados.

El mecanismo de lesión fue accidente de tránsito en 17 casos (81%), seguido de lesiones producidas por caídas desde altura; todos traumatismos considerados de alta energía, excepto en el caso de una paciente de 78 años.

Todos los pacientes fueron clasificados según el *Injury Severity Score* (ISS).¹

La severidad de la lesión del miembro fue valorada por la magnitud y la ubicación de la lesión ósea según la clasificación

de la AO¹⁹⁻²⁰ y la magnitud del defecto de las partes blandas utilizando la clasificación de Gustilo. Se categorizó la viabilidad del miembro con el *Mangled Extremity Severity Score* (MESS).¹³ Siete (33,3%) pacientes eran politraumatizados (ISS mayor de 17). Ocho (38,1%) presentaron un MESS igual o mayor de 7 puntos. Dos pacientes sufrieron fractura de fémur homolateral, constituyendo el cuadro de rodilla flotante. Catorce pacientes (66,6%) habían sido sometidos a procedimientos previos en centros de menor complejidad.

Las complicaciones del procedimiento de reconstrucción de las partes blandas (colgajo local o libre) fueron infección y necrosis parcial o total del colgajo dentro de los 6 meses de realizado. Estas complicaciones fueron definidas por el cirujano tratante y no se utilizó ninguna valoración objetiva específica (score, clasificación, etc.).

Se reunió además información sobre las enfermedades y hábitos de los pacientes, en especial aquellos que podían afectar en forma directa la evolución de la patología traumática, como diabetes, enfermedades vasculares periféricas o tabaquismo, utilizando el score de McPherson.³

El manejo de estas lesiones graves se realiza en nuestro hospital siguiendo un protocolo de tratamiento que comienza en la urgencia mediante el control del daño óseo y de las partes blandas,⁸ para luego, cuando el paciente está en mejores condiciones generales para soportar una cirugía más prolongada, realizar el procedimiento definitivo, esto es, la fijación ósea y la cobertura de las partes blandas.⁹

La elección del tipo de colgajo se tomó en forma conjunta con los miembros del servicio de cirugía plástica.¹⁴ La conducta de realizar uno u otro tipo de colgajo se basó principalmente en las características de la lesión, su ubicación y extensión, y se tuvieron en cuenta factores relativos al paciente y a las lesiones asociadas. Las lesiones de la región proximal de la pierna se cubrieron en general con colgajos rotatorios de gemelos (5 casos) y las del tercio medio y distal de la pierna y el tobillo, con colgajos surales (7 casos). Con independencia de la localización de la lesión, cuando el trauma afectaba las partes blandas aledañas e imposibilitaba su utilización para cubrir el defecto, o la extensión de éste era demasiado grande, se realizaron colgajos microvascularizados (9 dorsales anchos). En los casos en los que se optó por estos últimos, se solicitó antes una arteriografía para evaluar la permeabilidad de las arterias disponibles para la anastomosis.

El seguimiento de los pacientes se efectuó por los consultorios externos conjuntos de cirugía plástica y traumatología, con controles a los 15, 30, 90, 120, 180 días y en lo sucesivo según necesidad, con control radiográfico para evaluar la fractura. Se interpretó como curación de la lesión ósea (mínimo 3 meses, máximo 1 año, promedio 6,2 meses, se excluyó a la paciente que falleció sin que consolide la fractura) la ausencia de dolor y de movilidad en el foco de la fractura, la capacidad del paciente para caminar sin dolor y la evidencia radiológica de formación de callo en el foco fracturario. Los pacientes con retraso de consolidación (7 casos) requirieron aporte de injerto óseo mediante refresado y cambio del clavo, o injerto de banco de huesos o cresta ilíaca.

La curación de las partes blandas se interpreta como la ausencia de secreciones o fístulas activas, la lesión en vías de reepitelización o completamente reepitelizada, y la adecuada y completa cobertura del tejido óseo antes expuesto, así como del ma-

terial de osteosíntesis, con partes blandas vitales, que le permitía al paciente, a pesar de la deformidad estética comprensible, llevar una vida sin restricciones.

Todos los pacientes presentaron un área expuesta con hueso fracturado o material de osteosíntesis descubierto asociada con una extensa área cruenta difícil de cubrir.

Protocolo

En la urgencia se realizó el desbridamiento inicial con lavado por arrastre con solución salina y se determinó la necesidad de colocar un fijador externo tubular tipo AO transitorio hasta la estabilización definitiva de la fractura, y cuando las condiciones generales del paciente lo permitían, se efectuaba la osteosíntesis correspondiente asociada con la cobertura de las partes blandas. Se utilizó el tratamiento de las heridas asistido por vacío (VAC), el cual permite mantener la lesión en un ambiente limpio, cerrado y controlado, lo que favorece la granulación, el aclaramiento bacteriano y la neovascularización, además de reducir la necesidad de curaciones y limpiezas quirúrgicas y, con ello, los costos de hospitalización.⁷⁻¹⁵⁻¹⁶⁻¹⁸⁻²⁴ También está demostrado que disminuye la complejidad en el procedimiento reconstructivo de las partes blandas.⁹ Se inició tratamiento antibiótico empírico con cefalotina asociada con un aminoglucósido, salvo en casos particulares en los que se cambió el esquema por indicación del servicio de infectología. En los pacientes ya infectados con cultivos positivos para un determinado germen se prescribió un tratamiento antibiótico específico, según el antibiograma, durante un lapso promedio de 6 semanas.

Efectuada la estabilización ósea, preferentemente definitiva, en conjunto con el servicio de cirugía plástica bajo el principio del trabajo multidisciplinario para este tipo de lesiones, se procedió a la realización de colgajos fasciocutáneos (safeno-sural), musculares (rotatorios de gemelos) libres, pediculados microvascularizados, previa arteriografía (chino pediculado y dorsal ancho), según el tamaño de la lesión y de la región por cubrir, asociados o no con injertos de piel.

Resultados

Un paciente falleció debido a sepsis (4,8%) y no hubo ninguno que requiriera amputación.

De acuerdo con la valoración de McPherson para predecir el riesgo de infección según las comorbilidades en las fracturas expuestas, 10 pacientes (47,6%) entraban en el grupo A, de bajo riesgo y 11 pacientes (52,4%), en el grupo B, de riesgo moderado. Se documentó infección en 8 casos (38,1%); de ellos, 5 fueron englobados dentro del grupo de riesgo moderado según la clasificación de McPherson. Los 3 restantes estaban dentro del grupo de bajo riesgo.

Las infecciones se resolvieron mediante diversos procedimientos. Se utilizó tratamiento antibiótico intravenoso empírico, al principio en forma profiláctica (doble esquema) y luego específico, según los resultados de los cultivos y el antibiograma, bajo control y supervisión del servicio de infectología. También se asoció cemento con

antibióticos termoestables en forma de perlas o espaciadores. Se requirieron limpiezas quirúrgicas sucesivas en la mayoría de los casos. El sistema de tratamiento de las heridas graves asistido por vacío disminuye la cantidad de microorganismos por gramo de tejido y es notable la mejoría de la zona receptora en el momento de ser cubierta.⁷⁻⁹⁻¹⁵⁻¹⁶⁻¹⁸⁻²⁴ La realización de colgajos aumenta el flujo de sangre y, en consecuencia, la potencial respuesta inmunitaria, así como la llegada de antibióticos a la zona de la lesión.

En el momento del ingreso 3 pacientes (14,3%) presentaban una lesión tipo II de Gustilo; 11 pacientes (52,4%), tipo IIIa; y los restantes 7 (33,3%), tipo IIIb desde el ingreso. Todas las lesiones que ingresaron en este estudio siendo tipos II y IIIa, luego del desbridamiento y la limpieza de urgencia fueron reclasificadas en lesiones tipo IIIb.

En todos los casos luego del desbridamiento inicial se cubrió el defecto de partes blandas con un VAC, excepto en 2 casos: uno fue una complicación séptica aguda de una fractura del platillo tibial y otro una pseudoartrosis infectada de la tibia distal. Realizada la limpieza inicial con resección de los tejidos no viables, se colocó el sistema de tratamiento por vacío. El tiempo promedio de utilización de VAC fue de 11,6 días. Se requirieron en promedio 4,1 cirugías para resolver la lesión global (ósea más partes blandas) de la pierna. Con exclusión del caso de la paciente añosa, que falleció a causa de sepsis sin que se lograra la curación ósea ni de las partes blandas, el tiempo promedio de consolidación fue de 6,2 meses, y el promedio de curación de las partes blandas fue de 34 días. Asimismo, se precisaron en promedio 36 días de internación (10-195 días) hasta la resolución integral de la lesión.

El seguimiento se realizó por consultorios externos, en forma programada hasta los 180 días de resuelta la lesión y luego sólo cuando fue necesaria una nueva visita o control.

En forma primaria se efectuaron 9 colgajos microvascularizados con dorsal ancho, 5 colgajos musculares rotatorios de gemelos y 7 colgajos fasciocutáneos surales.

De los 9 colgajos de dorsal ancho, uno (11,1%) sufrió necrosis total (caso 8) que requirió extracción, colocación de VAC, sesiones de cámara hiperbárica y posterior cobertura con un colgajo sural *cross-leg* que fracasó a los 5 días. Se recolocó VAC y luego se reiniciaron las sesiones de cámara hiperbárica. La lesión granuló y el remanente descubierto se cubrió con un colgajo fasciocutáneo rotatorio local. Dos colgajos dorsales anchos evolucionaron a la necrosis parcial (22,2%) en sus extremos distales (casos 14 y 19). Retirado el sector necrótico y luego de terapia con VAC, se realizó, en el primero de ellos, un colgajo sural para cubrir el defecto expuesto (Fig. 1A a D). En el segundo, el sector necrótico era más pequeño, por lo que la granulación con VAC fue suficiente para injertar con piel y obtener la curación.



Figura 1. A. Defecto grave en la región anterointerna de la pierna luego de la limpieza quirúrgica. B. Colgajo de dorsal ancho que cubre el defecto con necrosis del extremo distal. C. VAC en el defecto remanente. D. Colgajo sural sobre el defecto.

Los 6 colgajos de dorsal ancho restantes (66,7%) evolucionaron sin complicaciones y sin requerir procedimientos secundarios.

En cuanto a los 5 colgajos musculares rotatorios de gemelo, uno (20%) sufrió necrosis completa en una paciente séptica que luego falleció sin que se lograra la curación ósea ni de las partes blandas (caso 4). Los 4 (80%) restantes evolucionaron de manera favorable.

De los 7 colgajos fasciocutáneos (surales) realizados en forma primaria, 6 (85,7%) evolucionaron bien y sólo uno (14,3%) se necrosó (caso 3). En este caso se lo extrajo, se recolocó VAC y luego se cubrió con un colgajo chino desde el antebrazo contralateral. Este colgajo, descrito por Yang en Pekín en 1978, es un colgajo microvascularizado libre fasciocutáneo del antebrazo, utilizado inicialmente en el tratamiento de contracturas cervicales posquemaduras, con excelentes resultados.²⁵ En 1980, Muhlbaier¹⁷ traslada la técnica a Occidente y extiende su indicación a otros procedimientos reconstructivos. En nuestro caso, luego de una intervención secundaria para recambio de la osteosíntesis, el colgajo chino sufrió necrosis del extremo distal, por lo que se recolocó un VAC y luego se resolvió en forma definitiva con un colgajo local fasciocutáneo rotatorio (Fig. 2A a D).

Un paciente (14,3%) presentó una fístula que se resolvió con tratamiento antibiótico específico para el microorganismo aislado (caso 7).

Dos colgajos surales se utilizaron en forma secundaria como procedimiento de rescate ante una necrosis total (caso 8) y una necrosis parcial de los colgajos de dorsal ancho (caso 14). El primero de ellos, tomado del miembro contralateral (*cross-leg*), fracasó y evolucionó nuevamente a la necrosis (50%). El porcentaje de éxito (incluidos los utilizados en forma primaria y secundaria) con el colgajo sural fue del 77,8% (7 colgajos) y fracasó el 22,2% (2 colgajos).

Discusión

El tratamiento de los traumatismos de alta energía en la pierna sigue siendo un desafío, a pesar de los avances técnicos y tecnológicos de los últimos años.

El manejo de ambas lesiones en forma simultánea es el *gold standard* para mejorar los resultados.¹¹

En 1993, Levin y cols. utilizaron el término *orthoplastic* para referirse a la importancia de ambos aspectos en el tratamiento de estas lesiones.¹⁴

En 1987, Cadle y Stern⁵ describieron las ventajas de la cobertura temprana de las partes blandas. También Fischer y Gustilo,⁶ en 1991, obtuvieron una notable diferencia en los índices de infección, con menor tiempo de hospitalización y número de procedimientos quirúrgicos cuando la cobertura de estas lesiones se realizaba dentro de la primera a segunda semana.

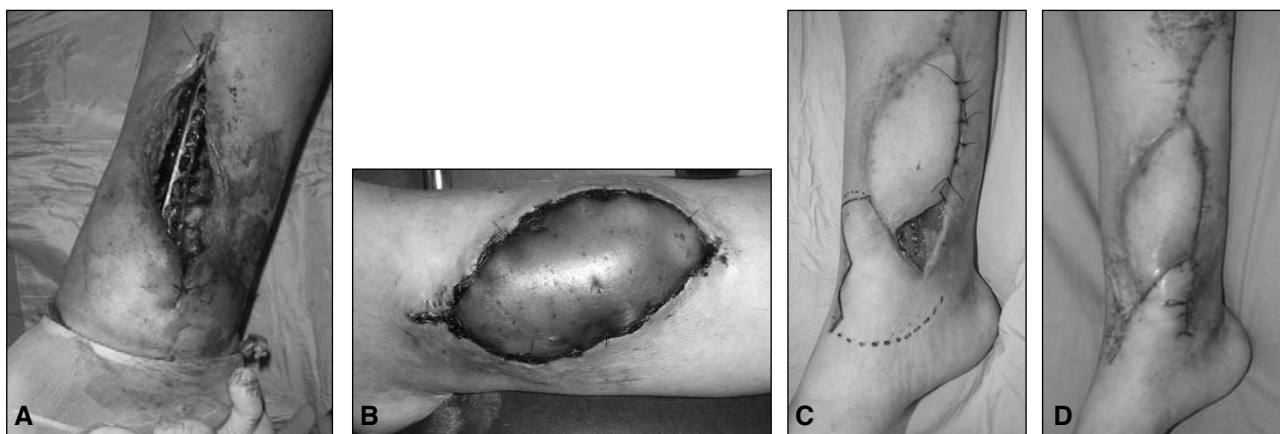


Figura 2. A. Defecto de las partes blandas y exposición de la placa bloqueada. B. Colgajo sural congestivo. C. Colgajo chino con sufrimiento isquémico distal y reexposición luego del recambio del material de osteosíntesis. D. Colgajo aleatorizado para resolver el defecto remanente.

Si guiendo estos conceptos, hemos desarrollado un protocolo de tratamiento dándole suma importancia a los procedimientos reconstructivos sobre las partes blandas.

Utilizamos el score MESS, que es el más difundido para evaluar la viabilidad del miembro, aunque creemos que su sensibilidad como predictor de amputación no se vio reflejada en nuestra serie, en la que pacientes con puntaje superior a 7 no fueron amputados y concluyeron con éxito su tratamiento. Esta misma observación ya fue realizada por otros autores con series de pacientes más extensas.²

También utilizamos el score de McPherson, que categoriza los factores de comorbilidad y predice el riesgo de infección de estas lesiones y que fue representativo en nuestra muestra.

En total, 7 (26%) colgajos de nuestra serie sufrieron complicaciones importantes (necrosis), las cuales fueron mayores en los colgajos libres (40% contra 18,8% de los locales). Esto puede deberse a que cuando se utilizó un colgajo de dorsal ancho la lesión era más grave.

Si bien los colgajos locales son técnicamente más sencillos de realizar, su evolución puede ser más tórpida porque en muchas ocasiones la energía del traumatismo que produjo la lesión inicial también alcanzó las zonas periféricas al área afectada. La transferencia de partes blandas mediante colgajos libres microvascularizados puede ser más confiable y es a menudo la forma más definitiva de tratamiento, aunque la complejidad es significativamente mayor.²²

Nuestra tasa de complicaciones es algo superior a lo publicado en la bibliografía internacional. Pollack y cols. informaron un 27% de complicaciones (incluyen necrosis, infección, etc.) en las reconstrucciones de las partes blandas.²² Creemos que esto obedece a que el programa de salvataje de miembros en nuestro hospital –que implica trabajar en forma conjunta con las demás especialidades, desarrollar protocolos de tratamiento y llevarlos a la

práctica– tiene pocos años y se va perfeccionando con la experiencia.

La reconstrucción de un miembro con estas graves lesiones implica sin duda una gran cantidad de pasos, decisiones y procedimientos, los cuales introducen numerosas variables a los efectos de poder comparar procedimientos y sus resultados. Esto dificulta el diseño de trabajos prospectivos con un grupo de control.

Es factible encontrar en la bibliografía un amplio espectro de recomendaciones respecto de cómo y cuándo realizar la reconstrucción de las partes blandas: desde Papineau,²³ que popularizó el concepto de injerto óseo abierto sin cobertura de las partes blandas, hasta autores como Godina,¹⁰ que promovieron la rápida cobertura de las heridas.

Ya se mencionó la utilidad del sistema VAC en este tipo de lesiones, que permite disminuir la complejidad del procedimiento reconstructivo de las partes blandas, favorece la granulación de la región, aumenta su neovascularización, disminuye la cantidad de gérmenes por gramo de tejido y brinda un aislamiento temporal de la zona lesionada en un ambiente limpio y controlado, hasta el momento de realizar la cobertura definitiva, cuando las condiciones del paciente lo permitan y sea técnicamente posible.⁷⁻⁹⁻¹⁵⁻¹⁶⁻¹⁸⁻²⁴

Consideramos que nuestro protocolo de tratamiento, con un adecuado manejo y cobertura temprana de las partes blandas, asociado con una estabilización ósea precoz y la reconstrucción ósea bajo las partes blandas vitales, nos permitió obtener en nuestra serie resultados acordes con los de los centros de referencia.

En 2006, Nanchahal y cols. documentaron que hubo mayor cantidad de complicaciones y de necesidad de cirugías en los pacientes que presentaron fracturas expuestas graves de la pierna cuando fueron atendidos en centros locales respecto del grupo tratado en centros de mayor complejidad por ortopedistas y cirujanos plásticos en forma conjunta desde el principio.²¹

Es importante, entonces, realizar una valoración objetiva de las capacidades del centro quirúrgico en respuesta a las posibles necesidades que plantea el caso y, si son in-

suficientes, es de buen proceder la pronta derivación a centros de mayor complejidad para efectuar el tratamiento adecuado lo antes posible.

Bibliografía

1. **Baker SP, U'Neil B, et al.** The injury severity score: A method for describing patients with multiple injury and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974;114:187-96.
2. **Bosse M, MacKenzie E, et al.** A prospective evaluation of the clinical utility of the lower-extremity injury-severity scores. *J Bone and Joint Surg* 2001; 83A:3-14.
3. **Bowen TR, Widmaier JC, et al.** Hos classification predicts infection after open racture. *Clin Orthop Rel Res* 2005;433:205-11.
4. **British Orthopaedic Association and British Association of Plastic Surgeons.** *A working party report. The early management of severe tibial fractures: the need for combined plastic and orthopaedic management.* September, 1997.
5. **Caudle RJ, Stern PJ, et al.** Severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69: 801-7.
6. **Fischer MD, Gustilo RB, et al.** The timing of flap coverage, bone grafting, and intramedullary nailing in patients who have a fracture of the tibial shaft with extensive soft-tissue injury. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:1316-22.
7. **Fleischmann W, et al.** Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures. *Unfallchirurg* 1993;96(9):488-92.
8. **Gabas D.** Control del daño de partes blandas utilizando bomba de presión negativa. *Rev HMC* 2006;10-1:9-10.
9. **Gabas D.** Fracturas expuestas graves en los miembros inferiores: nuestro protocolo de tratamiento. *AAOT* 2006;71,1:32-37.
10. **Godina M, et al.** Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plastic and Reconstr Surg* 1985; 78:285-92.
11. **Gopal S, Majumder S, et al.** Fix and flap: The radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg* 2000;82B: 59-66.
12. **Gustilo R, et al.** Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma* 1984;24(8):742-46.
13. **Johansen K.** Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma* 1990;30(5):568-72.
14. **Levin LS, et al.** The reconstructive ladder: An orthoplastic approach. *Orthop Clin North Am* 1993;24:393-409.
15. **Morykwas M, et al.** Vacuum assisted closure: a method for wound control an treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997;38:553-62.
16. **Morykwas M, et al.** Vacuum assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997;38:563-77.
17. **Muhlbauer W, Herndle Stock W.** The forearm flap. *Plastic and Reconstructive. Surgery* 1982;70:336-42.
18. **Mullner T, et al.** The use of negative pressure to promote the healing of soft tissue defects: a clinical trial using the vacuum sealing technique. *Br J Plast Surg* 1997;50:194-99.
19. **Müller ME, Nazarian S, et al.** *The comprehensive classification of fractures of long bones.* Berlin: Springer-Verlag; 1990.
20. **Müller ME, Allgöwer M.** *Manual of internal fixation*, 3rd ed. New York: Springer-Verlag; 1991.
21. **Naique SB, Pearse M, Nanchahal J.** Management of severe open tibial fractures: The need for combined orthopaedic and plastical surgical treatment in specialist centers. *J Bone Joint Surg (Br)* 2006;88-8:351-57.
22. **Pollack A, Mc Carthy M, et al.** Short-term wound complications after application of flaps for coverage of traumatic soft-tissue defects about the tibia. *J Bone Joint Surg* 2000;82A:681-96.
23. **Papineau LJ, et al.** L'Excision-greffe avec fermeture retardée délibérée dans l'ostéomyélite chronique. *Nouv Presse Méd* 1973; 2:2753-55.
24. **Thoma R.** Ueber die histomechanik des gefasssystems und die pathogenese der angioskleroose. *Virchows Archivs F. Path Anat* 1911;204:1-74.
25. **Yang G, Chan B, Gau Y.** Forearm skin flap transplantation. *Nat Med J China* 1981;61:139-45.