

Reconstrucciones complejas postraumáticas de los tejidos blandos

Principios de tratamiento y resultados

CHRISTIAN ALLENDE, EMANUEL FATTOR, DIEGO VALDEZ, PAULA DIAZ y JULIO BAGLIARDELLI

*Departamento de Miembro Superior y Cirugía Reconstructiva de los Miembros, Sanatorio Allende
Hospital Nacional de Clínicas, Universidad Nacional de Córdoba
Hospital de Niños de la Santísima Trinidad, Córdoba, Argentina*

RESUMEN

Introducción: Evaluar el tratamiento realizado y los resultados obtenidos en los traumatismos severos de los miembros con pérdidas complejas de los tejidos blandos.

Materiales y métodos: Se evaluaron retrospectivamente 26 pacientes (edad promedio, 30 años) tratados entre 2004 y 2008, que requirieron procedimientos complejos de reconstrucción para restaurar la cobertura de los tejidos blandos perdidos. Se realizó la cobertura de los defectos utilizando: colgajo dorsal ancho en 10 casos, colgajo libre paraescapular en 7 casos, colgajo reverso neurocutáneo en isla de la arteria sural en 4 casos, colgajo pediculado de región toracoabdominal en 2 casos, colgajo rotatorio de músculo sóleo en 3 casos y colgajo libre de músculo recto interno en un caso. Ocho pacientes fueron tratados en forma primaria en nuestra institución y 18 fueron derivados con un promedio de 18 días de evolución. En 5 casos se utilizó un sistema de aspiración negativa y en 8 pacientes, un espaciador de cemento con antibióticos.

Resultados: El seguimiento promedió 16 meses. Siete pacientes refieren no tener dolor; 12, en ciertas actividades; 4, dolor moderado; y 1, dolor intenso. Dieciocho pacientes retomaron sus tareas previas sin limitaciones. Tres pacientes necesitaron una amputación secundaria.

Conclusiones: Dada la extensa variedad de lesiones, es difícil establecer un algoritmo de tratamiento. Estos pacientes necesitan un abordaje multidisciplinario. Los resultados son casi siempre satisfactorios cuando se rea-

liza un tratamiento intensivo de las lesiones y la cobertura temprana de los defectos.

PALABRAS CLAVE: Tejidos blandos. Colgajos de cobertura.

RECONSTRUCTION OF COMPLEX. POSTTRAUMATIC SOFT-TISSUE LOSS. TREATMENT PRINCIPLES AND RESULTS

ABSTRACT

Background: Evaluate the treatment performed and results achieved in complex post-traumatic soft-tissue lesions.

Methods: Twenty-six patients treated between 2004 and 2008, who required complex procedures to achieve adequate soft-tissue coverage were retrospectively evaluated. Patients' age averaged 30 years. The reconstruction procedures performed were: Latissimus Dorsi flap in ten cases, parascapular free flap in seven cases, reverse sural artery neuro-cutaneous flap in four cases, toraco-abdominal pedicle flap in two cases, rotatory soleus flap in three cases, and gracilis free flap in one case. A cement spacer with antibiotic was used in eight cases. Vacuum assisted closure was used in five cases.

Results: Follow-up averaged 16 months. Seven patients reported no pain, twelve reported pain when performing certain activities, four reported moderate pain, and one severe pain. Eighteen patients returned to their previous activities. Secondary amputation was performed in three cases.

Conclusions: The existence of a wide variety of lesions makes the establishment of treatment protocols difficult. These patients require a multidisciplinary approach. Results are generally satisfactory when an aggressive approach is applied, and defects are covered early.

Recibido el 25-11-2008. Aceptado luego de la evaluación 17-6-2009.

Correspondencia:

Dr. CHRISTIAN ALLENDE
christian_allendehotmail.com

KEY WORDS: SOFT TISSUES, DEFECT COVERING FLAPS

La importancia de la cobertura de tejidos blandos en el proceso de curación de los miembros con graves lesiones está ampliamente demostrada.^{10,13,14,22} Su cobertura es importante para cerrar las heridas, promover la revascularización del hueso lesionado y de los tejidos blandos, prevenir infecciones tardías y no consolidación, acortar el tiempo de tratamiento, disminuir el dolor y el edema, facilitar el cuidado del paciente y disminuir los costos.²²

Los progresos en el tratamiento del paciente politraumatizado, así como los producidos en cirugía ortopédica, plástica y vascular, han aumentado la proporción de miembros con lesiones graves en los cuales una reconstrucción exitosa es técnicamente posible.¹⁴

La lesión sufrida por los tejidos blandos es aceptada por los cirujanos traumatólogos como el componente más importante del traumatismo de alta energía y determina con frecuencia el tratamiento definitivo que debe seguirse en el miembro lesionado. Las fracturas expuestas deben abordarse como lesiones de los tejidos blandos que incluyen una fractura; si son graves requieren un abordaje integrado "ortoplástico" reconociendo la importancia del tratamiento temprano y definitivo de ambos aspectos de las lesiones.^{31,68} Una detallada evaluación sistémica y estabilización clínica del paciente es fundamental. Es necesario evaluar el estado neurovascular del miembro lesionado y no debe pasar inadvertido el desarrollo de síndromes compartimentales.⁴ El manejo tradicional, que consiste en múltiples desbridamientos y cobertura secundaria, sólo se utiliza en casos excepcionales, ya que con cada desbridamiento aumenta la desecación y la necrosis de los tejidos. Esto lleva a un círculo vicioso que sólo ayuda a incrementar el área por cubrir y el tejido necrosado e infectado.

Los constantes cambios en los conceptos, conocimientos, principios, prevención y tecnología en el tratamiento de las lesiones graves de los tejidos blandos nos han llevado a nuestra filosofía de manejo actual, que se basa en acelerar en forma segura las etapas de la reconstrucción, para acortar el tratamiento y favorecer la recuperación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el tratamiento realizado y los resultados obtenidos en lesiones complejas postraumáticas de los tejidos blandos y proponer nuestros conceptos actuales sobre su abordaje.

Materiales y métodos

Evaluamos retrospectivamente 26 pacientes (23 varones y 3 mujeres) con pérdida de los tejidos blandos que requirieron procedimientos complejos de reconstrucción para restaurar la cobertura de los tejidos perdidos, tratados entre 2004 y 2008 (Tabla 1).

Fueron excluidos los sometidos a amputaciones, reimplantes, reconstrucciones posteriores a escisiones tumorales, reconstrucciones por anomalías congénitas y reconstrucciones secundarias a quemaduras. La edad de los pacientes promedió 30 años (rango 11 a 56). Las lesiones se ubicaron en el tórax (1 caso), los miembros superiores (10 casos) y los miembros inferiores (14 casos); 2 pacientes presentaron simultáneamente lesiones complejas en dos niveles diferentes del mismo miembro (Fig. 1). Se realizó la cobertura de los defectos utilizando: colgajo de dorsal ancho en 10 casos (libre en 8 casos y pediculado en 2) (Figs. 1 y 2), colgajo libre paraescapular en 7 casos (1 combinado con colgajo escapular) (Figs. 1 y 3), colgajo reverso neurocutáneo en isla de la arteria sural en 4 casos (Fig. 4), colgajo pediculado randomizado de región toracoabdominal en 2 casos, colgajo rotatorio de músculo sóleo en 3 casos y colgajo libre de músculo recto interno en un caso. Se combinaron dos colgajos diferentes en 3 casos, todos realizados en el mismo tiempo quirúrgico (Fig. 1). Se utilizó injerto libre de piel en 22 pacientes. En ninguno de los casos en los que utilizaron colgajos libres fue necesario el injerto de piel para cubrir el área dadora; por el contrario, siempre se requirió el injerto cuando se emplearon colgajos fasciocutáneos pediculados rotatorios o randomizados. Los colgajos musculares (libres y rotatorios) fueron cubiertos con injerto libre de piel en todos los casos. Ocho pacientes fueron tratados en forma primaria en nuestra institución y 18 fueron derivados con un promedio de 18 días de evolución (rango 2 a 47). A pesar de que los 18 pacientes derivados en forma secundaria presentaban heridas abiertas, sólo en 9 los cultivos fueron positivos; uno presentaba una infección atípica por mucormicosis. Diecisiete pacientes presentaban lesión ósea asociada, en 9 casos con luxación, exposición y/o inestabilidad articular. En 5 casos se utilizó un sistema de aspiración negativa (VAC) en forma temporal.

Se realizaron radiografías en todos los pacientes para evaluar las pérdidas óseas, los patrones fracturarios, las luxaciones y las articulaciones vecinas al área traumatizada. Se asoció eco-Doppler en 4 casos y arteriografía en 5 casos. Se utilizó anestesia regional (peridural, axilar o interescalénica) cuando fue posible, de preferencia en el primer procedimiento quirúrgico; pero en cirugías prolongadas (colgajos libres), así como en pacientes poco cooperadores y en casos en los que no se dispuso de anestesista con experiencia en bloqueos, se aplicó anestesia general. En los pacientes con politraumatismo y cuando se realizaron colgajos libres para cobertura se utilizó monitoreo intraoperatorio mediante catéter de Swan-Ganz, además de colocar una vía arterial y sonda urinaria; se utilizó colchón térmico en todos los casos y se efectuaron transfusiones según el criterio del anestesista. El manejo con medicación antiagregante o anticoagulante posoperatoria está en constante revisión y aunque su eficacia no está aún probada, nuestro servicio asocia heparina de bajo peso molecular con ácido acetilsalicílico durante 21 días. Los antibióticos intravenosos se administran según el criterio del departamento de infectología. Ponemos énfasis en el control del dolor, en mantener la temperatura ambiente cálida (entre 22 y 26 °C), y en evitar la cafeína, la nicotina y los chocolates.

Se utilizó un espaciador de cemento con antibióticos en el área lesionada en 8 casos. En 12 pacientes con lesión ósea o articular asociada fue necesario emplear algún método de estabilización. Esta se realizó con tutor externo en 5 casos, con

Tabla 1. Pacientes

Pte	Ubicación de la lesión	Asociadas	Tratamiento
1	Tórax, axila, mama	Infección (mucormicosis)	VAC, hemimastectomía VAC, hemimastectomía, vaciamiento ganglionar axilar, inj. libre piel
2	Muslo, región inguinal, testículo, rodilla	Exposición testículo, conducto inguinal y triáng de Scarpa	Colgajo combinado escapular/paraescapular VAC, inj. libre piel
3	Pierna y dorso pie	Exposición tendón Aquiles y metatarsianos, necrosis ósea. Diabetes	Cemento con ATB. Doble colgajo libre: dorsal ancho y paraescapular, inj. libre piel
4	Brazo, codo y muñeca dorsal	Luxación exp. codo, exposición tendinosa	Combinación dorsal ancho pediculado y paraescapular libre, inj. libre piel
5	Pierna y tobillo	Parálisis completa miembro superior Pérdida ósea tibia 12 cm	Cemento con ATB. Dorsal ancho libre, inj. libre piel
6	Brazo y codo	Laceración nervio cubital, pérdida articulación Codo, defecto óseo húmero distal 8 cm	Cemento con ATB Dorsal ancho pediculado, inj. libre piel
7	Pierna	Pérdida ósea 11 cm tibia distal hasta artic. tibioastragalina	Cemento con ATB Dorsal ancho libre, inj. libre piel
8	Pierna	Pérdida ósea 10 cm tibia distal	Cemento con ATB. Dorsal ancho libre x 2, inj. libre de piel
9	Pie	Exposición calcáneo	Colgajo pediculado sural, inj. libre de piel
10	Pierna	Exposición tibia 4 cm Infección (estafilococo meticilinorresistente)	Colgajo libre recto interno
11	Codo	Luxación expuesta codo	Colgajo pediculado randomizado toracoabdominal Inj. libre de piel
12	Antebrazo y muñeca volar	Laceración nervio mediano y cubital, laceración seis tendones flexores	Colgajo pediculado randomizado toracoabdominal Inj. libre de piel
13	Pie	Exposición articulaciones Charcot y Lisfrank	Colgajo libre paraescapular
14	Pie	Exposición calcáneo y astrágalo	Artrodesis tobillo y subastragalina Colgajo pediculado sural, inj. libre de piel
15	Pierna	Fx expuesta diafisis tibia IIIB	VAC. Colgajo libre dorsal ancho Inj. libre de piel
16	Pierna	Fx expuesta tibia proximal IIIC	Colgajo rotatorio sóleo Inj. libre de piel
17	Antebrazo	Fx expuesta IIIB radio. Pérdida 7 cm en cúbito	Colgajo libre paraescapular Cemento con ATB
18	Antebrazo y muñeca	Fx luxación muñeca	Colgajo libre paraescapular Inj. libre de piel
19	Muneca y mano	Pérdida completa de 3 dedos cubitales y parcial del índice	VAC. Colgajo libre paraescapular
20	Tobillo y pie	Fx expuesta IIIB, exposición articulación tobillo y subastragalina	Colgajo libre paraescapular
21	Tobillo y pie	Fx expuesta IIIB calcáneo. Pérdida tendón de Aquiles	Colgajo pediculado sural, cemento con ATB Inj. libre de piel
22	Tobillo y pie	Exposición tendón de Aquiles y calcáneo	Colgajo pediculado sural, inj. libre de piel
23	Pierna	Fx expuesta tercio proximal tibia y rodilla	Colgajo libre dorsal ancho Inj. libre de piel
24	Pierna	Fx expuesta unión tercio medio con tercio distal tibia	VAC. Colgajo libre dorsal ancho Inj. libre de piel
25	Pierna	Fx expuesta tibia proximal IIIB	Colajo rotatorio sóleo. Cemento con ATB. Inj. piel
26	Pierna	Fx expuesta tibia proximal IIIB	Colgajo rotatorio sóleo. Inj. libre de piel



Figura 1. Paciente de 38 años, con secuela de un accidente camión, derivado 10 días después de sufrido un traumatismo. Presenta pérdida de los tejidos blandos y necrosis en la cara interna del brazo izquierdo, con parálisis completa del miembro y exposición del plexo braquial en la región axilar y el tercio proximal del brazo; luxación expuesta de codo; y exposición tendinosa y ósea dorsal en la muñeca y la mano. Fue tratado mediante desbridamiento amplio, colgajo paraescapular libre para cobertura del dorso de la muñeca y la mano, y colgajo pediculado de dorsal ancho para cobertura de brazo, plexo braquial y exposición articular del codo. Se obtuvieron buenos resultados funcionales.¹

clavo endomedular en 3 casos, con una placa de compresión bloqueada en un caso, con dos placas de compresión bloqueadas en un caso, con clavo endomedular y placa bloqueada en un caso y con tornillos en un caso. En dos casos se efectuó artrodesis tibiostagalina y subastragalina. Se asoció injerto óseo autólogo en 8 casos, aloinjerto estructural en un caso y se colocó el tercio proximal del peroné homolateral a la lesión no vascularizado en el defecto en un caso (Fig. 2). Se asoció injerto

autólogo en el espacio interóseo tibioperoneo en 3 casos con el fin de crear un peroné-pro-tibia o sinostosis tibioperonea.

Las decisiones respecto de la rehabilitación se basaron en el grado de lesión, la estabilidad ósea obtenida y las estructuras reparadas o transferidas. El concepto fue hacer lo máximo posible, lo antes posible, sin afectar las estructuras reparadas. Once de estos pacientes necesitaron apoyo psicológico para superar el trauma sufrido.²⁵



Figura 2. Paciente varón de 32 años a los 6 días de evolución. Pérdida ósea de 11 cm en la tibia distal. Fue tratado con espaciador de cemento con antibióticos, tutor externo tubular transarticular y colgajo libre de músculo dorsal ancho en la primera etapa. Luego se cambió el cemento con antibióticos por injerto no vascularizado de la porción proximal del peroné homolateral artrodesando el tobillo y la articulación subastragalina, con buen resultado funcional y radiográfico.



Figura 3. Paciente de 28 años herido con una prensa hidráulica. Presenta exposición ósea, nerviosa y tendinosa en la palma de la mano. Fue tratado con colgajo libre paraescapular. Buena pinza, sin dolor, retomó las tareas previas en la fábrica sin limitaciones.

Resultados

El seguimiento promedió 16 meses (rango 6 a 38). Siete pacientes refieren no tener dolor; 12, dolor ante ciertas actividades; 4, dolor moderado y 1, dolor intenso (no fueron interrogados los dos pacientes con amputaciones secundarias del miembro inferior). Dieciocho pacientes retornaron a sus tareas previas sin limitaciones.

Las complicaciones fueron: a) en un paciente de 56 años diabético, en el cual se combinó el uso de un colgajo de dorsal ancho libre para la tibia distal y paraescapular para el dorso del pie, este último colgajo se necrosó y fue necesaria la amputación del antepié. b) Un segundo paciente derivado a los 23 días del traumatismo con pérdida ósea de 10 cm sufrió necrosis de un colgajo libre de dorsal ancho, salvado con un segundo colgajo de dorsal ancho contralateral. En este paciente los tejidos blandos evolucionaron favorablemente, pero la reconstrucción ósea que se realizó con aloinjerto estructural se infectó, y a los dos años el paciente se decidió por la amputación por debajo de la tuberosidad anterior de la tibia. c) Un tercer paciente derivado a los 38 días del traumatismo con pérdida masiva de los tejidos blandos en la rodilla fue tratado mediante un colgajo libre de dorsal ancho que se necrosó; se decidió la amputación a nivel del tercio distal del fémur. d) Un paciente que perdió toda la paleta humeral, el tríceps y el tercio proximal del cúbito, tratado con un colgajo pediculado de dorsal ancho, sufrió necrosis del extremo distal del colgajo y necesitó escisión del área necrosada y avance del colgajo; se curó sin más eventualidades. e) Siete pacientes desarrollaron seromas en el

área dadora del colgajo libre (dorsal ancho 4 casos, paraescapular 2 casos), 4 fueron evacuados por punción; todos se resolvieron dentro de las primeras seis semanas.

Discusión

Debido a la extensa variedad de lesiones existentes es difícil establecer un algoritmo de tratamiento; cada lesión es única y requiere un tratamiento individualizado.⁴⁵ Estos pacientes necesitan un abordaje multidisciplinario. Los resultados son casi siempre satisfactorios cuando se realiza un tratamiento intensivo de las lesiones y la cobertura temprana de los defectos. El objetivo del tratamiento es restaurar la función. La primera etapa de la reconstrucción comienza por entender la extensión de la lesión y establecer metas realistas en el momento de la primera intervención quirúrgica. Las lesiones graves de los miembros exigen con frecuencia una decisión inmediata o temprana de si el miembro va a ser amputado o se intentará salvarlo. Cuando se decide proceder con la reconstrucción, su realización temprana evita múltiples procedimientos, permite la pronta rehabilitación, disminuye los tiempos de inmovilización, lleva a la curación primaria de la herida, y disminuye los costos y la estadía hospitalaria.^{9,11,44,58}

Todo esfuerzo en reconstruir o reimplantar los miembros superiores suele estar justificado, ya que una mano bien reconstruida es casi siempre mejor que la más sofisticada prótesis, sobre todo en los niños y jóvenes.¹⁶ Esto contrasta con lesiones similares en los miembros inferiores.



Figura 4. Paciente varón de 41 años. Amputación traumática del antepié. Reconstrucción mediante un colgajo reverse neurocutáneo en isla de la arteria sural.

res, en las cuales la decisión de amputar o de salvar el miembro sigue siendo un dilema para los cirujanos ortopedistas y plásticos. El objetivo de las reconstrucciones es restituir un miembro que tenga una función duradera superior a una prótesis y estéticamente aceptable. En el miembro inferior, una prótesis suele ser mejor aceptada funcionalmente que en el miembro superior; en este último, cuando la amputación afecta a un miembro y el miembro contralateral es normal, la prótesis sólo tendrá fines estéticos. Se demostró que las amputaciones del miembro inferior por encima de la articulación del tobillo conllevan una severa incapacidad y un elevado costo psicosocial.³⁵ Sin embargo, diversos estudios concluyen que los resultados a largo plazo luego de lesiones graves de los miembros inferiores son similares para amputacio-

nes y reconstrucciones, y empeoran en ambos casos con el tiempo, lo que dificulta aún más la decisión de reconstruir o de amputar.^{8,36}

Existen diferentes sistemas de evaluación para valorar la gravedad de las lesiones complejas en el miembro inferior (Tscherne, MESS, LSI, PSI, NISSA, HFS-98),^{18,21,28,38,54,64} pero no son predictivos de la recuperación funcional que se obtendrá en los pacientes con reconstrucciones exitosas del miembro.^{34,62} A su vez, se ha cuestionado la confiabilidad de la clasificación de Gustilo-Anderson, con una concordancia entre observadores de sólo 60%; por lo tanto, la clasificación debe realizarse en el quirófano, luego de la exploración y el desbridamiento de la herida.⁷ La identificación de falta de sensibilidad plantar fue propuesta por Swiontkowski y

cols.⁵⁹ como una de las variables más importantes para utilizar en el proceso de toma de decisiones. Esta opinión fue refutada por Bosse y cols.,⁵ quienes probaron que la sensibilidad plantar inicial no es un factor pronóstico del estado de la sensibilidad plantar a largo plazo o de los resultados funcionales y no debe ser un componente en el algoritmo de decisión de salvataje de los miembros.

El manejo de las lesiones graves de los tejidos blandos requiere entender su “personalidad”, que varía de acuerdo con el mecanismo de lesión (quemadura eléctrica, explosión, avulsión, desguante, etc.), el tiempo transcurrido desde el accidente, el lugar en el que ocurrió y la naturaleza del traumatismo. Hay una relación directa entre la duración de la isquemia y el riesgo de síndrome compartimental, el riesgo y la severidad de infección y la posibilidad de macrorreimplante.¹⁷ Las heridas ocurridas en el campo, en accidentes de carretera y con maquinaria industrial deben considerarse lesiones altamente contaminadas.

Los objetivos de la intervención quirúrgica inicial son: preservar la vida y el miembro, realizar la limpieza quirúrgica y el desbridamiento, evaluar con precisión la magnitud de la lesión y estabilizar la fractura. El desbridamiento debe estar a cargo del cirujano de mayor experiencia. Luego de un cuidadoso cepillado e irrigación de la herida, es necesario identificar, marcar y proteger estructuras como los nervios, los vasos y los tendones antes de extirpar el tejido no viable. El desbridamiento debe comenzar por la piel y seguir hacia la región profunda de la herida. La reconstrucción en general se realiza en sentido opuesto, comenzando con la estabilización ósea. Una vez completado el desbridamiento y la irrigación, la herida se debe valorar nuevamente y clasificar en forma más precisa.⁴⁵ Después del desbridamiento, el cirujano debe decidir si el defecto de los tejidos blandos puede ser manejado por el ortopedista/traumatólogo o, de lo contrario, el cirujano microvascular debe ser consultado cuanto antes. Si la institución no cuenta con los medios, la infraestructura, el personal o la logística para el tratamiento adecuado del paciente, este debe ser estabilizado en forma provisoria y derivado de inmediato a un centro de mayor complejidad para recibir la cobertura definitiva de las heridas. Es preferible realizar todo el tratamiento en un mismo centro.

Los objetivos del tratamiento en las fracturas expuestas graves deben ser: restaurar de manera duradera la forma y la función del área afectada, aportar estabilidad, cubrir el hueso expuesto y los materiales de fijación, crear una superficie no adherente para estructuras que necesitan movilidad para su función (articulaciones, tendones, vasos, nervios), proteger las estructuras vulnerables (vasos, nervios, anastomosis, tendones, injertos), proveer aporte vascular adicional, restaurar la sensibilidad y aportar cobertura tisular que no incremente la morbilidad. En las lesiones graves de los tejidos blandos se debe evaluar y determinar cuál es el procedimiento menos cruento que

permitirá obtener una cobertura razonable de los tejidos expuestos: cierre primario, injerto libre de piel, sistema de aspiración negativa (VAC), colgajos locales, colgajos regionales, colgajos pediculados (locales o a distancia, randomizados o no randomizados), o colgajos libres.

Las opciones en los defectos postraumáticos de los tejidos blandos que no pueden ser cubiertos en forma directa con injerto de piel o con la ayuda de VAC, incluyen colgajos rotacionales, pediculados y libres. El tipo de colgajo se elige de acuerdo con consideraciones anatómicas, específicamente, la ubicación de la lesión, el tamaño del defecto y la disponibilidad de tejidos blandos para la cobertura. Cuando hay una lesión ósea grave concomitante, el tratamiento con un colgajo libre tiene muchas menos posibilidades de ocasionar complicaciones de la herida a corto plazo que si se emplea un colgajo rotacional, sobre todo en lesiones de alta energía, porque los músculos transpuestos ya están comprometidos por el traumatismo.⁵² En general, los colgajos se indican cuando hay “estructuras blancas” expuestas (hueso, tendón, nervio, vasos), ante articulaciones expuestas y en áreas que necesitan movimiento. Los colgajos musculares se prefieren en los defectos profundos, en las exposiciones óseas extensas o de varios días de evolución y en las heridas infectadas. Los colgajos de sólo fascia y fasciocutáneos se utilizan para cubrir las estructuras que necesitan deslizarse y cuando existe exposición ósea de corta evolución sin fractura y en heridas sin infección.

Los colgajos libres tienen como ventajas: son procedimientos únicos y permiten transferir tejidos compuestos y realizar reconstrucciones complejas debajo de los colgajos; hay gran diversidad de zonas dadoras y pueden lograrse áreas dadoras estéticamente aceptables; posibilitan una movilización más temprana; mejoran la vascularización del área afectada y, por ende, la distribución de antibiótico en el área de lesión; permiten un cierre sin tensión de las heridas; ayudan a disminuir el edema. Los colgajos pediculados randomizados (inguinal, toracoabdominal, etc.) representan una opción válida en las instituciones que no cuentan con la infraestructura necesaria para realizar colgajos libres, ante la falta de entrenamiento del cirujano y en los pacientes que no son aptos para ser sometidos a esas cirugías mayores.

Diversos autores han postulado que el tiempo de cobertura es más importante que el tipo de colgajo y que la cobertura con colgajos debe efectuarse dentro de los siete días del traumatismo para disminuir la prevalencia de complicaciones, como osteomielitis y falla de los colgajos.^{10,13}

En las lesiones crónicas de la pierna, tanto una angiografía anormal como la presencia de osteomielitis se asocian con un menor porcentaje de reconstrucciones exitosas.¹⁵ La cobertura tardía de las pérdidas de tejidos blandos luego del cierre primario con sistemas de aspiración negativa permite obtener resultados similares a los logra-

dos luego de reconstrucciones realizadas en los primeros tres días de ocurrido el traumatismo,⁵⁶ lo que justifica su uso en pacientes politraumatizados, en mal estado general o sépticos; pero la cobertura que aportan los sistemas de aspiración negativa sólo es temporal. No deben colocarse sobre “estructuras blancas” expuestas ni sobre articulaciones; sólo preparan la zona lesionada para el injerto de piel. Con frecuencia es difícil determinar la viabilidad de los segmentos de piel desguantados; el grado de viabilidad dependerá de las conexiones con las perforantes de los vasos mayores. Si las conexiones persisten, amplias áreas de piel desguantada pueden sobrevivir; si por el contrario, estas han sido lesionadas en su totalidad, es necesario reseca el área desguantada y utilizar la piel como injerto libre.

El conocimiento de los angiosomas es importante para evitar incrementar el sufrimiento vascular durante las incisiones y los abordajes quirúrgicos de estas lesiones, ya que pueden disminuirse así los índices de necrosis de los tejidos blandos.^{19,32} Los colgajos de emergencia, dentro de las 72 horas posteriores al traumatismo, tienen su principal indicación en el miembro superior.

Sin embargo, hay lesiones en las cuales la determinación de la extensión no es siempre posible en este período inicial, en particular las quemaduras eléctricas y los desguantes. En ese caso debe posponerse la reconstrucción hasta poder determinar su extensión final. En el miembro inferior la cobertura temprana (< 7 días post-traumatismo) es de elección y si esta no es posible, debe indicarse el cierre mediante sistemas de aspiración negativa (VAC) y cemento con antibiótico hasta la reconstrucción definitiva.^{26,65}

El efecto inmediato de una lesión de alta energía que lesiona gravemente los tejidos blandos es su contaminación; si el paciente entra en estado de shock por el traumatismo, se reduce la irrigación del músculo por un tiempo y disminuye la oxigenación de los tejidos, lo que provee un medio perfecto para las infecciones y la multiplicación bacteriana. El riesgo de infección en las fracturas expuestas del miembro superior es significativamente menor que el de los miembros inferiores por las características de la cobertura de la pierna.^{17,40} La mayoría de las infecciones secundarias a fracturas expuestas son causadas por patógenos intrahospitalarios, lo cual destaca la importancia de utilizar un estricto protocolo de manejo de estas lesiones y de la cobertura temprana de los tejidos expuestos.⁴⁵

Para evitar las infecciones son necesarios: a) terapia antibiótica temprana, sistémica y de amplio espectro, b) desbridamiento amplio de la herida, c) cobertura de tejidos blandos apropiada y d) estabilización de la fractura. La administración de antibióticos antes del desbridamiento disminuye el porcentaje de infecciones y debe prescribirse de preferencia dentro de las primeras tres horas de ocurrido el traumatismo.^{48,49,68} Es importante la escisión

radical de todo tejido necrosado, avascular, infectado y cuestionable, incluido hueso.¹⁴ La gangrena gaseosa por *Clostridium* debe ser una preocupación, sobre todo si la herida está contaminada con microorganismos anaerobios (p. ej., accidentes rurales) o si hay una lesión vascular que produce condiciones de isquemia y baja tensión de oxígeno. En tales casos, debe asociarse penicilina o ampicilina al régimen antibiótico.⁵⁰ La antibioticoterapia local mediante cemento impregnado con gentamicina, vancomicina o tobramicina permite aportar una elevada concentración local de antibióticos, reduce la toxicidad sistémica, sella la herida mediante la creación de una membrana semipermeable bien vascularizada, evita que la herida se deshidrate y reduce el porcentaje de infecciones en las fracturas expuestas^{46,51} (Fig. 2). Una vez completado el desbridamiento, la herida debe semejar el sitio de una extirpación tumoral. Sin un amplio desbridamiento ninguna reconstrucción compleja es posible o aconsejable;¹⁷ el desbridamiento amplio y la cobertura temprana representan la mejor manera de evitar las infecciones.

La estabilización de las fracturas expuestas protege a los tejidos blandos de sufrir más daño por el movimiento de los fragmentos óseos, disminuye las posibilidades de infección, facilita el cuidado de las heridas y permite la pronta movilización.⁶⁷ La estabilización puede ser definitiva o provisoria; la decisión del tipo de estabilización dependerá del hueso fracturado, la ubicación de la fractura (intraarticular, metáfisis o diáfisis), el grado de lesión de las partes blandas, el nivel de contaminación, el estado del paciente, la disponibilidad del medio y la experiencia del cirujano. La estabilización de las lesiones osteoarticulares asociadas con lesiones graves de los tejidos blandos debe realizarse pronto, si es posible de manera definitiva y duradera; si la estabilización es temporal, debe cambiarse a la definitiva lo antes posible. El cirujano debe realizar la estabilización con el mínimo implante necesario que aporte máximo rendimiento y que posibilite la reconstrucción precoz de todas las posibles estructuras lesionadas, así como el cierre rápido de la herida.

La fijación con diferentes clavos endomedulares se utiliza ampliamente en los miembros inferiores.^{3,20,53,63} La fijación con placas es el método de tratamiento preferido en el miembro superior⁴⁰ y el fijador externo se utiliza en general en lesiones con grave compromiso de las partes blandas o contaminadas.⁴² La osteosíntesis mínimamente invasiva con placas bloqueadas es una opción reciente, válida en el tratamiento de estas lesiones complejas, con conminución ósea, aun asociadas con osteoporosis o fragmentos pequeños.^{27,61}

En todos estos casos deben descartarse las infecciones atípicas, dado que se requiere un tratamiento antibiótico y quirúrgico específico para erradicarlas. Un paciente de nuestra serie fue derivado en muy mal estado general, con mucormicosis o zigomicosis, afección de tratamiento extremadamente difícil y sobre la cual hay pocas guías de

abordaje.³⁰ La zigomicosis es una infección micótica, con frecuencia letal, que suele aparecer en los pacientes inmunodeprimidos²⁴ y que se caracteriza por invadir los vasos. En el caso de este paciente, las características de la lesión (aparición algodonosa en la superficie del área lesionada) permitieron sospechar una infección micótica y comenzar con el tratamiento médico y quirúrgico específico, que logró buen resultado. Mediante el uso del sistema de aspiración negativa se pudo reducir el tamaño y la profundidad de la herida, lo cual mejoró el resultado estético final. El tratamiento temprano, el desbridamiento oncológico^{29,33,47} y el abordaje multidisciplinario ayudan a mejorar los resultados. La anfotericina B es el único antimicótico eficaz en este tipo de micosis.⁵⁵ Moran y cols.⁴¹ informaron sobre 7 pacientes inmunocompetentes con lesiones graves de los miembros superiores asociadas con mucormicosis, 4 de los cuales terminaron con amputaciones. Esos autores concluyen que, si bien la mucormicosis en los miembros superiores provoca menor mortalidad que aquella que ocurre en los pacientes inmunodeprimidos, la morbilidad asociada es muy alta.

El miembro superior difiere del inferior, entre otras cosas, en la vascularización, la inervación, la función, la carga y la capacidad para soportar acortamientos. Los defectos óseos pueden tratarse utilizando diversas técnicas quirúrgicas, si bien en líneas generales cuando se decide hacer la reconstrucción ósea debe intentarse la restauración de la anatomía normal. Hay otras opciones que han probado ser válidas en situaciones especiales, como: el acortamiento, la construcción de un antebrazo de un hueso, la creación de un peroné protibia (sinostosis tibio-peronea), la distracción progresiva, las artrodesis, las artroplastias y los aloinjertos. Los defectos pequeños suelen tratarse con autoinjerto esponjoso o corticoesponjoso no vascularizado,⁵⁷ mientras que los defectos mayores necesitan injertos vascularizados. Estos últimos se consideran el tratamiento de referencia para los defectos óseos mayores de 6 cm secundarios a traumatismo, infección y resección tumoral en el miembro superior.^{23,60,66} Las téc-

nicas de transporte óseo tienen su mayor indicación en el miembro inferior y su uso es poco habitual en el miembro superior. Los aloinjertos crioconservados requieren una osteosíntesis muy estable y, aun cuando consolidan, una gran porción del hueso permanece avascular y propensa a fracturas por estrés que no consolidan con facilidad; su indicación en pérdidas óseas postraumáticas debe ser una excepción.

La decisión respecto de si se debe intentar la reconstrucción de un miembro o realizar la amputación primaria exige un abordaje flexible e individualizado. El manejo dependerá tanto de factores del paciente y de la herida, como de la logística del cirujano y del hospital. Cuando la amputación es una posibilidad, el equipo quirúrgico debe estar preparado para utilizar las estructuras del segmento amputado (piel, nervios, vasos, hueso) en la reconstrucción de otras áreas lesionadas.^{2,6} Es posible que los progresos en el trasplante de tejidos y en la ingeniería tisular simplifiquen cada vez más estas reconstrucciones en el futuro.

Hay diferentes opciones para el tratamiento de la herida en el período puente hasta la cobertura definitiva. Los dos más utilizados por ahora son el sistema de aspiración negativa (VAC) y la colocación de espaciadores de cemento con antibióticos. La diversidad de colgajos libres y pediculados que pueden utilizarse tanto en el miembro superior como en los miembros inferiores es grande; sin embargo, hay ciertos colgajos “de elección” que se utilizan en la gran mayoría de los casos. En nuestro servicio, estos colgajos son el dorsal ancho, el escapular y el paraescapular.^{12,37,39,43,60} El inguinal, recto interno, serrato, fascia lata y lateral del brazo se emplean con menor frecuencia. Los colgajos pediculados fasciocuáneos “de elección” en nuestro servicio son: en los miembros inferiores, el colgajo reverso neurocutáneo en isla de la arteria sural superficial y safeno (en lesiones del tercio distal de la pierna, tobillo y retropiéd);¹ en el miembro superior, el colgajo interóseo posterior y el colgajo de sólo fascia de la arteria radial.

Bibliografía

1. Akthar S, Hameed A. Versatility of the sural fasciocutaneous flap in the coverage of lower third leg and hind foot defects. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2006;59:839-45.
2. Allende BT, Wilson JN. Chirurgie reconstructive du pouce possibilites offertes par l'utilisation de doigts voisins blesses. A propos de 4 observations. *Rev Chir Orthop Repar Appar Mot*. 1968;54:715-24.
3. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, et al. Treatment of open fractures of the shaft of the tibia. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83:62-8.
4. Blick SS, Brumback RJ, Poka A, et al. Compartment syndrome in open tibial Fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:1348-53.
5. Bosse MJ, McCarthy ML, Jones AL, et al. The insensate foot following severe lower extremity trauma: An indication for amputation?. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:2601-07.
6. Brown R, Wu T. Use of “spare part” in mutilated upper extremity injuries. *Hand Clinics* 2003;19:73-87.
7. Brumback RJ, Jones AL. Interobserver agreement in the classification of open fractures of the tibia: the results of a survey of two hundred and forty-five orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76: 162-6.

8. **Busse JW, Jacobs CL, Swiontkowski MF, et al.** Complex limb salvage or early amputation for severe lower limb injury: a meta-analysis of observational studies. *J Orthop Trauma.* 21:70-6.
9. **Chen SH, Wei FC, Chen HC, et al.** Emergency free tissue transfer for reconstruction of acute complex extremity wounds. *Plast Reconstr Surg* 1992;89:882-8.
10. **Cierny G, Byrd HS, Jones RE.** Primary versus delayed soft-tissue coverage for severe open tibial fractures. A comparison of results. *Clin Orthop.* 1983;178:54-63.
11. **Delong WG, Born CT, Wei SY, et al.** Aggressive treatment of 119 fractures open fracture wounds. *J Trauma* 1999;46(6):1049-54.
12. **Dos Santos LF.** The vascular anatomy and dissection of the free scapular flap. *Plast Reconstr Surg.* 1984;73:599-604.
13. **Fischer MD, Gustilo RB, Varecka TF.** 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.
14. **Godina M.** Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg.* 1986;78:285-92.
15. **Gonzalez MH, Tarandy DI, Troy D, Phillips D, et al.** Free tissue coverage of chronic traumatic wounds of the lower leg. *Plast Reconstr Surg.* 2002;109: 592-600.
16. **Graham B, Adkins P, Tsai TM, et al.** Major replantation versus revision amputation and prosthetic fitting in the upper extremity: a late functional outcome study. *J Hand Surg* 1998;23A:783-91.
17. **Gupta A, Shatford RA, Wolf TW, et al.** Treatment of the severely injured upper extremity. *AAOS Instr Course Lect.* 2000;49:377-96.
18. **Helfet DL, Howey T, Sanders R, et al.** Limb Salvage versus Amputation. Preliminary results of the Mangled Extremity Severity Score. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;256:80-6.
19. **Heller L, Levin LS.** Lower extremity microsurgical reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2001;108:1029-41.
20. **Henley MB, Chapman JR, Angel J, et al.** Treatment of Type II, IIIA and IIIB open fractures of the tibial shaft: a prospective comparison of undreamed interlocking intramedullary nails and half-pin external fixators. *J Orthop Trauma* 1998;12:1-7.
21. **Howe HR Jr, Poole GV Jr, Hansen KJ, et al.** Salvage of lower extremities following combined orthopaedic and vascular trauma. *A Predictive Salvage Index.* *Am Surg.* 1987;53:205-8.
22. **Jones RE, Cierny GC.** Management of complex open tibial fractures with external skeletal fixation and early myoplasty or myocutaneous coverage. *Canadian J Surg.* 1980;23:242-4.
23. **Jupiter JB, Gerhard HJ, Guerrero JA, et al.** Treatment of segmental defects of the radius with use of the vascularized osteoseptocutaneous fibular autogenous graft. *J Bone Joint Surg* 1997;79A:542-50.
24. **Karanth M, Taniere P, Barraclough J, et al.** Review of the literature: A rare presentation of zygomycosis (mucormycosis) *J Clin Pathol.* 2005;58;879-81.
25. **Kashani JH, Frank RG, Kashani SR, et al.** Depression among amputees. *J Clin Psychiat* 1983;44:256-8.
26. **Keating JF, Blachut PA, O'Brien PJ, et al.** Reamed nailing of open tibial fractures: does the antibiotic bed pouch reduce the deep infection rate?. *J Orthop Trauma* 1996;10:298-303.
27. **Kregor PJ, Stannard JA, Zlowodzki M, et al.** Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:509-20.
28. **Krettek C, Seekamp A, Kontopp H, et al.** Hannover fracture scale '98-re-evaluation and new perspectives of an established extremity salvage score. *Injury.* 2001;32:317-28.
29. **Kumar A, Khilnani GC, Aggarwal S, et al.** Primary cutaneous mucormycosis in an immunocompetent host: report of a case. *Surg today* 2003;33(4):319-22.
30. **Ledgard JP, Van Hal S, Greenwood JE.** Primary cutaneous zygomycosis in a burns patient: a review. *J Burn Care Res.* 2008; 29(2):286-90.
31. **Levin LS.** The reconstructive ladder: An Orthoplastic Approach. *Orthop Clin North Am.* 1993;24:393-409.
32. **Levin LS.** New developments in flaps techniques. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:S90-S3.
33. **Losee JE, Selber J, Vega S, et al.** Primary cutaneous mucormycosis: Guide to surgical management. *Ann Plast Surg* 2002;49:385-90.
34. **Ly TV, Trivison TG, Castillo RC, et al.** Ability of lower-extremity injury severity scores to predict functional outcome after limb salvage. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1738-43.
35. **MacKenzie EJ, Bosse MJ, Castillo RC, et al.** Functional outcomes following trauma-related lower extremity amputation. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:1636-45.
36. **MacKenzie EJ, Bosse MJ, Pollak AN, et al.** Long term persistence of disability following severe lower-limb Trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1801-9.
37. **Maxwell GP.** Iginio Tansini and the origin of the latissimus dorsi musculocutaneous flap. *Plast Reconstr Surg.* 1980;65:686-92.
38. **McNamara MG, Heckman JD, Corley FG.** Severe open fractures of the lower extremity: a retrospective evaluation of the Mangled Extremity Severity Score (MESS). *J Orthop Trauma.* 1994;8:81-7.
39. **McGregor IA, Jackson IT.** The groin flap. *J Plast Surg Br.* 1972;25:3-16.

40. **Moed BR, Kellam JF, Foster RJ, et al.** Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. *J Bone Joint Surg* 1986;68A:1008-17.
41. **Moran SL, Strickland J, Shin AY.** Upper-extremity mucormycosis infections in immunocompetent patients. *J Hand Surg Am* 2006 Sep;31(7): 201-5.
42. **Mostafavi HR, Tornetta P III.** Open fractures of the humerus treated with external fixation. *Clin Orthop Relat Res* 1997;337:187-97.
43. **Nassif TM, Vidal L, Bovet JL, et al.** The paraescapular flap: a new cutaneous microsurgical free flap. *Plast Reconstr Surg*. 1982;69:591-600.
44. **Ninkovic M, Deetjen H, Ohler K, et al.** Emergency free tissue transfer for severe upper extremity injuries. *J Hand Surg* 1995;20B:53-8.
45. **O'Brien PJ, Mosheiff R.** *Open fractures*. En Ruedi TP, Buckley RE, Moran CG. AO principles of fracture management. Thieme. 2007. p. 349-69.
46. **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;77:93-7.
47. **Palmer DL, Weitzner, Stanley, et al.** Progressive gangrene of an extremity due to mucormycosis in a diabetic patient. *Diabetes*. 1970;19:881-3.
48. **Patzakis MJ, Harvey JP, Ivler D.** The role of antibiotics in the management of open fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56: 532-41.
49. **Patzakis MJ, Wilkins J.** Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;243:36-40.
50. **Patzakis MJ.** Clostridial myonecrosis. *Instr Course Lect* 1990;39:491-93.
51. **Pelissier P, Masquelet AC, Bareille R, et al.** Induced membranes secrete growth factors including vascular and osteoinductive factors and could stimulate bone formation. *J Orthop Res.* 2004;22:73-9.
52. **Pollak AN, McCarthy ML, Burgess AR.** Short-term wound complications after application of flaps for coverage of traumatic soft-tissue defects about the tibia. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:1681-91.
53. **Roberts CS, Pape HC, Jones AL, et al.** Damage control orthopaedics: Evolving concepts in the treatment of patients who have sustained orthopaedic trauma. *Inst Course Lect* 2005;54:447-62.
54. **Russell WL, Sailors DM, Whittle TB, et al.** Limb salvage versus traumatic amputation. A decision based on a seven-part predictive index. *Ann Surg.* 1991;213:473-81.
55. **Song WK, Park HJ, Cinn YW, et al.** Primary cutaneous mucormycosis in a trauma patient. 1999;26(12):825-8.
56. **Steiert AE, Gohritz A, Schreiber TC, et al.** Delayed flap coverage of open extremity fractures after previous vacuum-assisted closure (VAC(R)) therapy-worse or worth?. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008 (Epub Ahead of print).
57. **Stevanovic M, Gutow AP, Sharpe F.** The management of bone defects of the forearm after trauma. *Hand Clin* 1999;15:299-318.
58. **Sundine M, Schecker LR.** A comparison of immediate and staged reconstruction of the dorsum of the hand. *J Hand Surg* 1996;21B:216-21.
59. **Swiontkowski MF, MacKenzie EJ, Bosse MJ, et al.** Factors influencing the decision to amputate or reconstruct after high-energy lower extremity trauma. *J Trauma.* 2002;52:641-9.
60. **Taylor GI, Miller GDH, Ham FJ.** The free vascularized bone graft: a clinical extension of microvascular techniques. *Plast Reconstr Surg* 1975;55:533-44.
61. **Tejwani NC, Wolinsky P.** The changing face of orthopaedic trauma: locked plating and minimally invasive techniques. *AAOS Instr Course Lect.* 2008;57:3-9.
62. **Togawa S, Yamami N, Nakayama H, et al.** The validity of the mangled extremity severity score in the assessment of upper limb injuries. *J Bone Joint Surg* 2005;87B:1516-19.
63. **Tornetta P III, Bergman M, Watnik N, et al.** Treatment of grade IIIb open tibial fractures: a prospective randomized comparison of external fixation and non-reamed locked nailing. *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76:13-9.
64. **Tscherne H, Oestern HJ.** A new classification of soft-tissue damage in open and closed fractures. *Unfallheilkunde.* 1982;85:111-5.
65. **Webb LX.** New techniques in wounds management: Vacuum-assisted wound closure. *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10:303-11.
66. **Weiland AJ, Kleinert HE, Kutz JE, et al.** Free vascularized bone grafts in surgery of the upper extremity. *J Hand Surg* 1979; 4:129-43.
67. **Worlock P, Slack R, Harvey L, et al.** The prevention of infection in open fractures: an experimental study of the effect of fracture stability. *Injury* 1994;25:31-8.
68. **Zalavras CG, Marcus RE, Levin LS, et al.** Patzakis MJ. Management of open fractures and subsequent complications. *AAOS Instr Course Lect.* 2008;57:51-63.
69. **Zancolli E, Mitre H.** Latissimus dorsi transfer to restore elbow flexion. An appraisal of eight cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55:1265-75.