

# RECONSTRUCCIÓN DE EXTREMIDAD INFERIOR

BRIAN M. PARRETT, MD (1) (2) , JULIAN J. PRIBAZ, MD (1)

1. BRIGHAM AND WOMEN'S HOSPITAL, ESCUELA DE MEDICINA DE HARVARD. BOSTON, MA, USA.

2. THE BUNCKE CLINIC, SAN FRANCISCO, CA, USA.

bmparrett@gmail.com

## RESUMEN

*La reconstrucción de la extremidad inferior es parte esencial de la cirugía plástica y se concentra en el tratamiento de heridas y defectos causados por trauma, cáncer, o procesos de enfermedades crónicas. Durante los últimos 25 años, los avances en técnicas de cirugía plástica tales como la transferencia libre de tejidos tecnologías más avanzadas de cuidado de heridas han revolucionado este campo, permitiendo salvar extremidades que de otro modo habrían sido amputadas. Este documento analizará el campo de la reconstrucción de extremidades inferiores concentrándose en la evaluación de defectos y heridas de pierna y las variadas opciones de tratamiento.*

*Palabras clave: Reconstrucción de extremidad inferior; Fractura expuesta de tibia; colgajos libres; colgajos locales*

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la reconstrucción de la extremidad inferior es proteger/cubrir defectos y heridas abiertas de la pierna para sanar la herida del paciente y permitirle que reanude su vida, que se movilice, y vuelva al trabajo, y simultáneamente evitarle la amputación. Los defectos y heridas abiertas en la extremidad inferior son causados por trauma, resección de tumores, y enfermedades crónicas como la enfermedad vascular periférica y la diabetes; estas heridas necesitan reconstrucción por varias razones. Primero, cualquier hueso expuesto que no esté cubierto por tejido blando vascularizado corre el riesgo de osteomielitis, necrosis del hueso, y sepsis. La osteomielitis se debe mayormente a amputación en pacientes luego de un trauma en la pierna, o en pacientes con enfermedades sistémicas, principalmente diabetes (1-3). Segundo, las heridas abiertas producen dolor crónico, incapacidad de moverse libremente, gastos médicos importantes, y desempleo. Los tendones expuestos se empiezan a secar y a necrosar, y los vasos sanguíneos expuestos corren el riesgo de romperse.

Mediante este documento analizaremos el campo que abarca la reconstrucción de la extremidad inferior concentrándonos en la reparación de defectos y heridas producidas luego de trauma, resección de tumores, o por enfermedad crónica. Nos concentraremos en los defectos de la pierna inferior, desde la rodilla hasta el pie.

## ANATOMÍA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

La parte inferior de la pierna está compuesta por 2 huesos largos que van en paralelo, el peroné y la tibia. El peroné es delgado y largo, y proporciona la inserción a muchos de los músculos de la pierna. La tibia es un hueso largo y grueso responsable de más del 80% de la capacidad de soportar peso de la pierna inferior. La tibia y el peroné están conectados en todo su largo por una membrana interósea fibrosa. Estas 3 estructuras juntas dividen a la pierna en un compartimento anterior y posterior.

El compartimento anterior está a su vez dividido en compartimentos anterior y lateral por una fascia intermuscular. El compartimento anterior tiene 4 músculos: el extensor digitorum longus, extensor hallucis longus, el peroneus tertius y el tibial anterior. Estos músculos están vascularizados por vasos de la tibia anterior e inervados por el nervio peroneo profundo.

El compartimento lateral tiene 2 músculos, el peroneo lateral corto y el peroneo lateral largo. Su flujo sanguíneo está abastecido por la arteria peronea y están inervados por el nervio peroneo superficial.

El compartimento posterior está dividido en compartimentos superficiales y profundos por una fascia intermuscular. El compartimento superficial contiene los músculos gastrocnemio, sóleo, y plantar. El gastrocnemio y el sóleo se unen para formar el tendón de Aquiles que se inserta en el hueso calcáneo. Están vascularizados por la arteria poplítea e inervados por el nervio de la tibia.

El compartimento profundo tiene cuatro músculos: el poplíteo, el flexor

digitorum longus, el flexor hallucis longus largo, y el tibial posterior. El flujo sanguíneo está suministrado por dos arterias, la tibial posterior y la peronea. El nervio tibial inerva el compartimento.

### LA ESCALERA RECONSTRUCTIVA

La escalera reconstructiva guía nuestros esfuerzos en la reconstrucción de la extremidad inferior y describe niveles de tratamiento de heridas cada vez más complejos (Figura 1) (4). Las opciones para la reconstrucción, de lo más simple a lo más complejo, son las siguientes:

#### Cierre por intención secundaria

El cierre por intención secundaria es el método más simple de reconstrucción y se concentra en permitir que la herida granule y se contraiga naturalmente mediante el buen cuidado local de la herida. Esto puede realizarse cambiando apósitos húmedos o secos, o con otro tipo de materiales de cura más avanzados. El dispositivo de cierre asistido al vacío (VAC®; KCI, San Antonio, Texas) ha sido útil en producir granulación y cierre de heridas mediante presión negativa sub-atmosférica. Esto produce un menor edema del tejido, una menor circunferencia de éste, y mayor tejido de granulación. El VAC® es especialmente útil en pacientes con daño extenso. DeFranzo y colaboradores demostraron en 2001 que la esponja VAC® estimulaba exitosamente el crecimiento de tejido granulatorio sobre el hueso expuesto, a menudo permitiendo que las fracturas abiertas se cerraran primariamente o con injertos de piel, evitando de esa manera reconstrucciones más complejas (5).

#### Cierre directo (primario o primario tardío)

Muchas heridas pueden cerrarse AFRONTANDO directamente los bordes de la piel, siempre y cuando haya una mínima tensión en la herida y los bordes de ésta no estén traumatizados y estén bien irrigados. Esto puede hacerse ya sea inmediatamente después de la herida o creación del defecto (cierre primario) o luego de un tiempo (cierre primario tardío). A veces, esto requiere desgastar los bordes de la herida hasta el tejido subcutáneo para permitir una mayor flexibilidad.

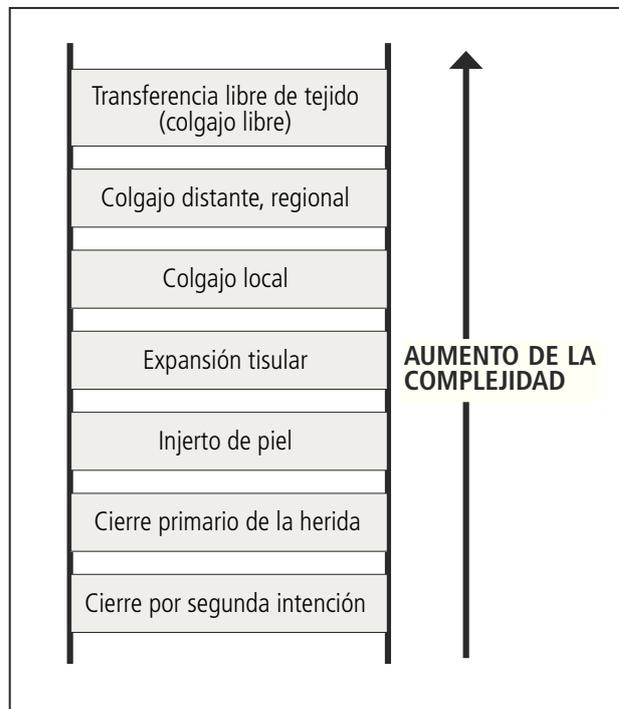
#### Injertos de piel

Los injertos de piel de espesor completo o espesor parcial pueden utilizarse para la reconstrucción de extremidades inferiores. Los injertos de piel se usan preferentemente para cubrir músculo expuesto o tejido blando (fascia o tejido subcutáneo), pero ocasionalmente se pueden usar para cubrir hueso con periosteo sano o tendón con paratenon saludable. Los injertos de piel no sobrevivirán sobre hueso desprovisto de periostio o desprovisto de tendón de una capa más externa que el paratenon, que a menudo constituye el caso en heridas crónicas o traumáticas.

#### Colgajos locales y regionales

Los colgajos locales usan tejido adyacente a la herida, y los colgajos regionales usan tejido cercano a la pierna colocado sobre irrigación sanguínea aleatoria o fija. Los colgajos locales y regionales son útiles para cubrir defectos moderados o pequeños de la pierna, y pueden cubrir hueso o vasos sanguíneos expuestos o tendones. Los colgajos locales

FIGURA 1.



Muestra la escalera reconstructiva desde el método más simple de cierre en el peldaño inferior hasta el método de cierre más complejo en el peldaño superior.

y regionales pueden cubrir más fácilmente defectos del tercio próximo o medio de la pierna; mientras los defectos en el tercio inferior de la pierna tienen opciones más limitadas de colgajos locales (6, 7). Los colgajos pueden ser fasciocutáneos o musculares, y pueden colocarse sobre irrigación sanguínea próxima o distal. El colgajo es avanzado, rotado, o transpuesto sobre el defecto. Los colgajos locales más comunes de la extremidad inferior se encuentran en la Tabla 1.

#### Transferencia de tejido libre

La transferencia de tejido libre microvascular ha revolucionado el tratamiento de heridas de la extremidad inferior con hueso asociado, tejido blando, y pérdida muscular, y con exposición de hueso y estructuras vitales. La transferencia de tejido libre es un procedimiento complejo que implica extraer una pieza de tejido con sus vasos sanguíneos (colgajo libre) de una parte distal del cuerpo y colocarla sobre un defecto, reconectando la arteria y (7) vena a vasos en el sitio receptor bajo microscopio. El nuevo tejido actúa como autotransplante, proporcionando piel o músculo para cubrir estructuras vitales que de otra forma estarían expuestas, evitando así la amputación. Los colgajos libres más comunes se encuentran a la Tabla 2 (7).

### TRAUMA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

#### Sistema de clasificación

Los traumas de la extremidad inferior producidos por lesiones abiertas de

**TABLA 1. COLGAJOS REGIONALES Y LOCALES MÁS COMUNES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR**

Colgajo	Flujo sanguíneo	Indicaciones
Colgajo fasciocutáneo bipediculado	Aleatorio	Pequeñas heridas en toda la pierna inferior usando tejido blando adyacente, no dañado.
Colgajo del músculo gastrocnemio	Arteria sural	Defecto en la región de la rodilla y en el tercio proximal de la tibia.
Colgajo del músculo sóleo	Arteria del peroné y tibia posterior	Defectos en el tercio medio de la tibia.
Colgajo de la arteria sural reversa.	Perforadores de la arteria del peroné	Defectos de la región del tobillo, talón, dorso del pie.
Colgajo perforador de la arteria posterior de la tibia	Perforadores de la arteria posterior de la tibia	Defectos medianos a pequeños del tercio medio y distal de la pierna anteromedial.
Colgajo de la arteria calcánea lateral.	Arteria calcánea lateral.	Defectos del talón y del tobillo lateral.
Colgajo de la arteria plantar medial	Arteria plantar medial	Defectos del talón y del tobillo lateral.
Colgajo del pie dorsal	Arteria del pie dorsal	Defectos del tobillo medial y lateral.

**TABLA 2. COLGAJOS LIBRES MÁS COMUNES USADOS EN LA EXTREMIDAD INFERIOR**

Colgajo	Tipo de colgajo	Flujo arterial
Colgajo rectus abdominus	Colgajo muscular del abdomen	Arteria epigástrica inferior profunda.
Colgajo gracilis	Colgajo muscular del muslo interno	Vasos sanguíneos circunflejos femorales mediales de la arteria femoral profunda.
Colgajo latissimus dorsi	Colgajo muscular de la espalda	Arteria toracodorsal.
Colgajo del muslo anterolateral	Colgajo fascial y de la piel del músculo	Arteria circunfleja femoral lateral de la rama descendente.
Colgajo del antebrazo radial	Colgajo fascial y de la piel del antebrazo	Arteria radial.

**TABLA 3. SISTEMA DE GRADUACIÓN DE GUSTILO PARA FRACTURAS ABIERTAS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR**

Grados de Gustilo	Descripción del defecto
Grado I	Herida abierta menor a 1 cm <sup>2</sup> ; fractura ósea simple con trituration mínima.
Grado II	Herida de 1 a 10 cm <sup>2</sup> , no hay daño mayor al tejido blando; destrucción mínima; trituration y contaminación moderadas.
Grado III	Heridas mayores que 10 cm <sup>2</sup> , con gran daño al tejido, resultando difícil cubrir hueso o elementos de osteosíntesis expuestos; trituration de hueso. Dividido en 3 subgrupos:
Grado IIIA	Suficiente tejido blando para cubrir hueso.
Grado IIIB	Gran daño al tejido con separación del periosteo (periosteal stripping), haciendo que la cobertura con tejido blando local no sea suficiente; necesidad de cierre del colgajo.
Grado IIIC	Lesiones Grado IIIB con daño vascular mayor que requiere reparación.

alta energía en la tibia y en el tejido blando, ocurren por accidentes de moto o auto y frecuentemente requieren cirugía plástica. Las fracturas de la tibia son las fracturas más comunes de huesos largos del cuerpo. La parte anteromedial de la tibia sólo está cubierta por piel y grasa subcutánea.

Esta anatomía relativamente poco protegida conduce a muchas instancias de exposición del hueso, el cual requiere cobertura de tejido blando.

Las fracturas abiertas de la tibia tienen altas incidencias de mala unión

e infección, y requieren de una irrigación emergente y desbridamiento en la sala de operaciones para extraer tejido blando y hueso debilitado. Muchas veces se dejan las heridas abiertas para practicar varios desbridamientos que producen defectos muy grandes en el tejido blando. De acuerdo a la clasificación de Gustilo (Tabla 3), cuyo método es el más ampliamente aceptado para clasificar fracturas abiertas, a estas últimas se les ha asignado grados (8).

### Tratamiento inicial de heridas traumáticas de la extremidad inferior

El manejo de la extremidad inferior mutilada requiere de la información y tratamiento combinados de cirujanos traumatológicos, vasculares, ortopédicos y plásticos. Generalmente, las lesiones de la pierna de alta

energía están relacionadas con otras lesiones que amenazan la vida, por lo tanto las prioridades son siempre salvar la vida del paciente, y no necesariamente salvar o tratar la extremidad. A veces puede ser más prudente amputar una extremidad mutilada en un paciente clínicamente inestable que recorrer un extenso camino de reconstrucción. Este tipo de decisiones debe tomarse en la evaluación inicial del paciente.

Una vez que el paciente está estabilizado, la evaluación inicial es determinar si la extremidad es salvable. La extremidad, ¿requiere de revascularización y es esto técnicamente posible? El defecto de tejido blando, ¿es tratable con trasplante de tejido libre o local? ¿Se puede reconstruir la pérdida de hueso? ¿Existe lesión al nervio y es ésta reparable, o la lesión al nervio impide el funcionamiento de la extremidad? Una lesión total de la función neurológica de la extremidad inferior puede ser una

FIGURA 2.

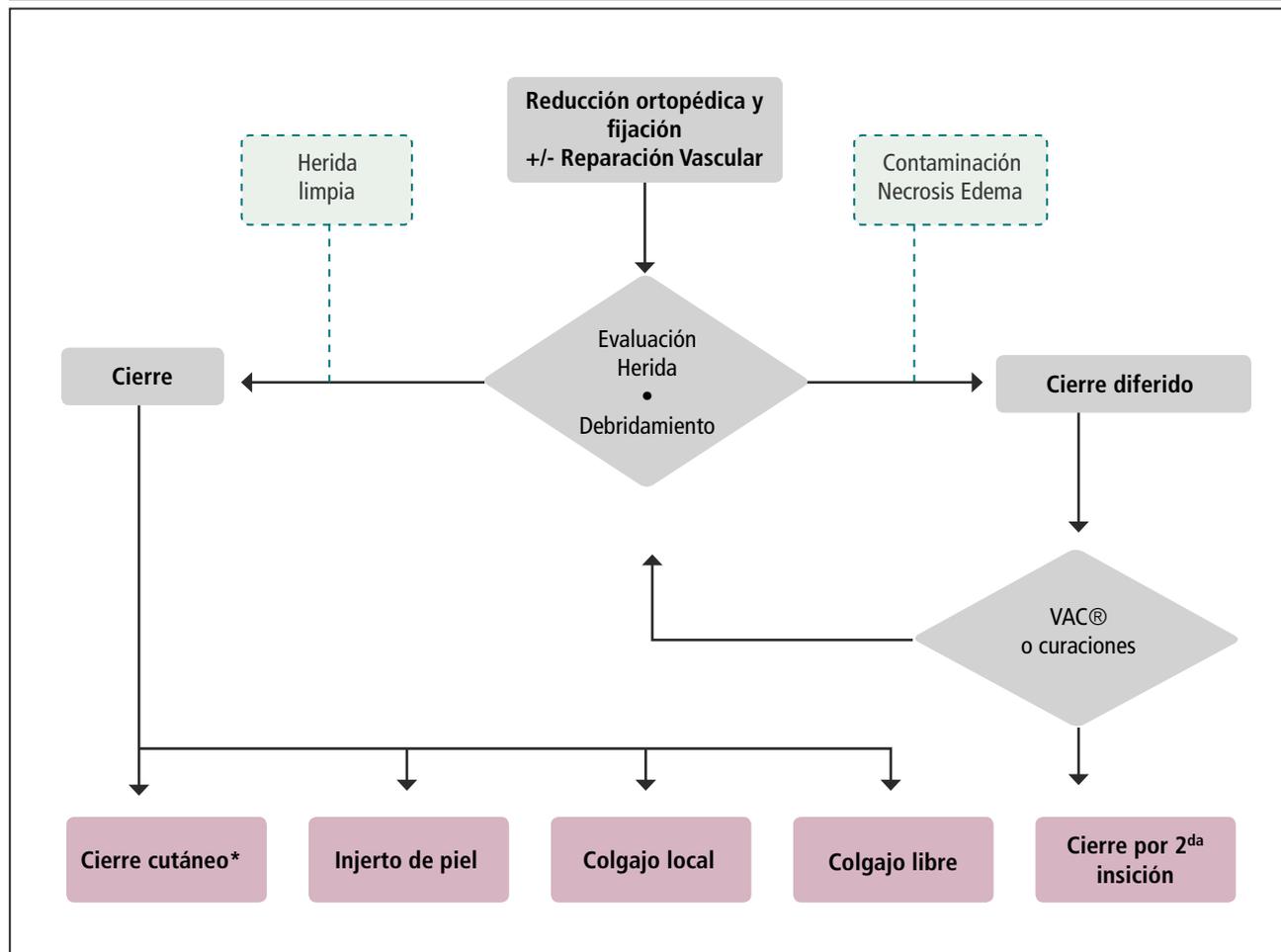


Diagrama que muestra nuestro método de tratamiento de fracturas abiertas de la tibia y el peroné. Inicialmente, este tipo de fracturas son llevadas en calidad de emergencia a pabellón, se les hace aseo quirúrgico, fijación ortopédica aplicada, y reparación vascular si es necesario. Luego, la herida es evaluada para verificar si hay contaminación, hinchazón, y necrosis, además se determina el tiempo de cierre. Frecuentemente, las esponjas VAC son colocadas hasta que se disuelve la hinchazón; a menudo en este punto, se pueden usar el cierre primario tardío, los colgajos locales, e injertos de piel para el cierre de la herida, y si no, se recomienda un colgajo libre.

\* Cierre primario dilatado o primario.

contraindicación para salvar la extremidad, puesto que la reparación del nervio en la extremidad inferior tiene malos resultados funcionales, por lo que es preferible una amputación bajo la rodilla a tener un pie insensible. La pérdida del nervio tibial posterior, con pérdida de sensación del aspecto plantar del pie resulta ser una contraindicación relativa para salvar la extremidad inferior. Si se estima que la extremidad es insalvable, la amputación es lo indicado. Si la extremidad es salvable, se sigue el protocolo de reconstrucción.

### Reconstrucción de defectos de tejido blando

La reconstrucción de una extremidad inferior traumatizada puede hacerse sólo después de reparar la lesión vascular, fijar el hueso, y extirpar todo el tejido debilitado y contaminado. El principio básico de desbridamiento de todo tejido debilitado es crucial para el éxito final de cualquier reconstrucción y a menudo requiere de desbridamientos operativos seriales antes de cualquier cobertura final de una herida.

La cobertura temprana de tejido blando está asociada con una baja tasa de complicación. El objetivo es cerrar heridas dentro de 7 ó 10 días para disminuir el riesgo de infección, osteomielitis, y más pérdida de tejido (9). Byrd y col. descubrieron que el porcentaje de complicación general de heridas cerradas dentro de la primera semana de lesión era 18% comparado con el 50% en las heridas cerradas en la fase sub-aguda de 1 a 6 semanas (9, 10). La escalera reconstructiva nos guía hacia una reconstrucción del tejido blando (11).

Cualquier herida que pueda cerrarse por cierre primario con mínima tensión debería poder ser reconstruida por este método. Esto es poco común en casos de traumas graves de la extremidad inferior.

Pequeñas áreas de hueso o tendón expuesto pueden ser tratadas exitosamente con curaciones de intención secundaria (5). Esto requiere cambio diario de apósitos o tratamiento con dispositivo VAC. La ventaja de este método es que no requiere de operaciones adicionales, es simple, y es usado especialmente en pacientes que no pueden sufrir reconstrucciones más complejas (11). La desventaja es que a menudo requiere de

muchas semanas antes de la cobertura definitiva de la herida.

Las áreas de músculo expuesto, fascia, o periostio, pueden ser reconstruidas con un injerto de piel (Figura 3). El injerto debe ser colocado sobre tejido limpio y viable, y debe mantenerse en el lugar por al menos cinco días, en donde el paciente debe reposar con la pierna elevada de modo que ésta no soporte ningún peso. Los injertos no se integrarán si se mueven las articulaciones, por lo tanto la inmovilización de ellas es crucial. Los injertos de piel no pueden utilizarse sobre tendón, hueso, o estructuras neurovasculares expuestas.

Los colgajos locales y regionales que usan músculo o piel y fascia son la primera opción en la cobertura de áreas de hueso, tendón, nervios o vasos sanguíneos expuestos (Figura 4). Estos colgajos sólo pueden usarse en defectos pequeños o medianos, y el flujo sanguíneo del tejido local debe estar intacto (Tabla 1).

La transferencia de tejido libre (Figura 5) generalmente es apropiada cuando hay una pérdida significativa de tejido blando en la extremidad inferior con hueso, tendón o elementos de osteosíntesis expuesto (lesiones Gustilo Grado 3B/C). Antes de la transferencia de tejido libre, dichas heridas requerían amputación. Ahora, los colgajos libres de regiones del cuerpo distantes permiten la cobertura y reconstrucción de dichas heridas, evitando la amputación. Es crucial tener en la extremidad inferior un adecuado examen físico y angiograma antes de la operación para poder evaluar el flujo sanguíneo y determinar dónde se podrán conectar los vasos sanguíneos de colgajos para obtener flujo sanguíneo. La Tabla 2 muestra los colgajos libres más comunes para la reconstrucción de extremidad inferior. El porcentaje de éxito de los colgajos libres en traumas de extremidad inferior es aproximadamente 92-95% (11, 12, 13).

### Defectos en los huesos

Hay tres formas de manejar las brechas en los huesos: injertos de hueso esponjoso no vascularizados, alargue de hueso según el método Ilizarov, e injertos de huesos vascularizados. Los injertos de hueso

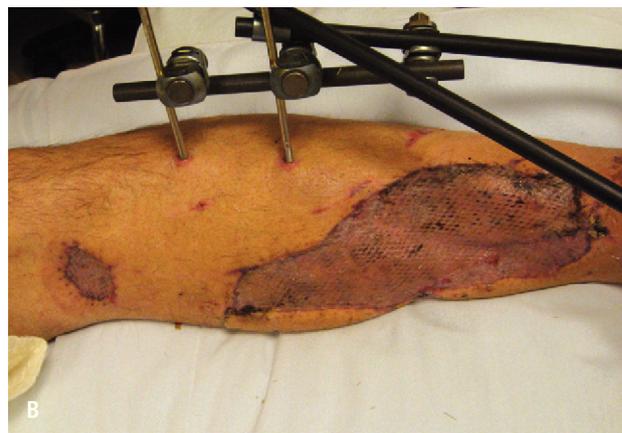
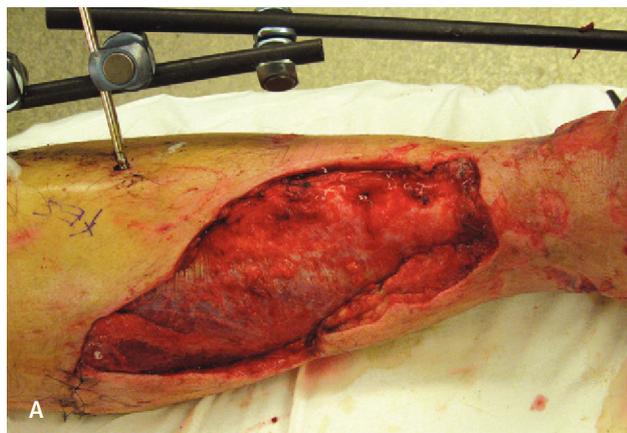


Figura 3. (A) Herida abierta de la pierna medial luego de lesión por compresión con músculo y hueso expuestos cubiertos por periostio bien vascularizado. (B) A la herida se le aplicó injerto de piel del tipo malla o con orificios, y se muestra luego de 2 meses de seguimiento con un injerto de piel sano.



Figura 4. (A) Fractura de tibia expuesta en la pierna inferior. (B) Un colgajo perforador de arteria tibial posterior local fue rotado hacia el defecto y se colocó injerto de piel en el sitio donde se donó el colgajo. (C) La herida se muestra luego de 2 meses de seguimiento. (D) Quemadura de rodilla de espesor completo con patela o rotula expuesta. (E) Se rotó un colgajo muscular gastrocnemio hacia el defecto con una incisión en la fascia muscular para dar mayor movilidad y estiramiento al músculo. (F) El músculo fue cubierto con un injerto de piel de espesor parcial.



Figura 5. (A) Fractura abierta de la pierna inferior con tibia expuesta. (B) La herida fue reconstruida con un colgajo de piel rectus abdominis conectado a la arteria y vena tibial posterior y cubierto con un injerto de piel. Aquí se muestra luego de un seguimiento de 3 meses.

esponjoso no vascularizados se usan principalmente en brechas pequeñas de huesos o en falta de uniones de menos de 5 cms. Creemos que es mejor controlar la herida antes del injerto de hueso, evitando el riesgo de perder hueso valioso y limitado; posponemos el injerto de hueso hasta 8 a 10 semanas después de la cobertura de la herida de tejido blando. Cuando las brechas óseas son más grandes, el éxito de injertos óseos no vascularizados disminuye y se recomienda la necesidad de injertos de hueso vascularizados o alargue de huesos Ilizarov. La técnica Ilizarov utiliza el concepto de osteogénesis de distracción para alargar segmentos de hueso y se usa para brechas de 4 a 8 cms. Alternativamente, los injertos de peroné vascularizados (colgajos libres del peroné) se utilizan para defectos mayores que 6 cms.

### Defectos en los nervios

Las lesiones a la extremidad inferior a menudo van asociadas a lesiones en los nervios; sin embargo, los resultados de reparación de los nervios e injertos en la extremidad inferior han sido malos. La disrupción del nervio peroneo produce caída del pie y pérdida de sensibilidad del dorso del pie. Para contrapesar la caída de éste se necesitará entablillar el pie de por vida o transferir tendones. La pérdida del nervio tibial posterior es más devastadora. Produce pérdida en la flexión plantar del pie y pérdida de sensibilidad del aspecto plantar del pie. Esto causa pérdida en la sensación postural y lesión crónica y heridas en el pie plantar. La atrofia y cambios en el sistema vasomotor complican la lesión. Por lo tanto, la lesión al nervio tibial posterior a menudo es indicación de amputación (14).

### TUMORES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

Los tumores malignos que surgen del esqueleto frecuentemente comprometen la tibia y en la mayoría de los casos resultan ser sarcomas. Los tumores de la extremidad inferior a menudo son tratados con técnicas mínimamente invasivas, lo que implica resección del tumor junto con terapia de radiación auxiliar (15, 16). Este tipo de tratamiento en la literatura sobre el sarcoma ha llevado a tasas de supervivencia libres de la enfermedad similares a las obtenidas con amputación y a menudo ha obtenido mejores resultados funcionales (16).

La reconstrucción de tejido blando es una parte integral de la cirugía mínimamente invasiva de la extremidad que consiste en irradiación y amplias resecciones radicales (17, 18). La resección del tumor con márgenes a menudo termina en grandes defectos que no pueden cerrarse primariamente y tienen estructuras neurovasculares, hueso o tendón expuestos. La irradiación hace aún más difícil la buena cicatrización de estas heridas, y aumenta las complicaciones agudas y crónicas de la herida (18, 19). De este modo, la cirugía plástica en el tratamiento de estos pacientes es crucial.

### RECONSTRUCCIÓN DE DEFECTOS ONCOLÓGICOS

La preocupación principal en el tratamiento de tumores en la extremidad inferior es la resección curativa del tumor maligno. Todos los tejidos con márgenes apropiados son extraídos antes de la reconstruc-

ción. Esta última no debe hacerse hasta que el cirujano oncológico y el patólogo hayan obtenido márgenes negativos. Esto puede realizarse mediante secciones congeladas. Sin embargo, si el patólogo debe revisar portaobjetos permanentemente para determinar una adecuada resección, la reconstrucción debe dilatarse hasta este momento. Es una pena reconstruir una herida para luego descubrir que hay más tejido que necesita ser extirpado. Mientras se espera el resultado patológico final, se debe colocar una esponja VAC® sobre la herida.

La reconstrucción se hace guiándose por la escalera reconstructiva, pero debe ponerse especial cuidado en las heridas irradiadas pues tienen una alta tasa de fracaso. Deben ser reconstruidas con tejidos bien vascularizados y preferentemente no-irradiados (Figura 6). El cierre primario, directo no debe realizarse si hay tensión en la herida o espacio muerto debajo del cierre. A menudo son necesarios los colgajos y deben sacarse preferentemente de un sitio distante, no-irradiado.

### HERIDAS CRÓNICAS EN LA EXTREMIDAD INFERIOR

#### Etiología e historia

Las heridas crónicas de la extremidad inferior a menudo comprometen el pie y el tobillo, y son el resultado de traumas menores en pacientes con enfermedades sistémicas tipo diabetes, enfermedad vascular periférica, e hipertensión venosa o estasis. Estas enfermedades a menudo son acompañadas por infección, isquemia, neuropatía, hipertensión venosa, hipercoagulación, y vasoespasmos (20, 21). Estas heridas son implacables, lentas de sanar, se infectan fácilmente y llevan a prolongadas hospitalizaciones, desempleo, e incapacidad relevante.

La evaluación del paciente con heridas en el pie o con úlceras comienza con un examen histórico y físico para encontrar déficits nutricionales (índice de masa corporal, y niveles de albúmina / pre-albúmina), osteomielitis, excesivos puntos de presión, y adecuado cuidado de la herida. Un escáner de resonancia magnética (MRI, en inglés) puede detectar la osteomielitis pero es mejor realizar una biopsia del hueso para el diagnóstico. También es importante evaluar el nivel de actividad actual y anticipado del paciente. Si el paciente está usando la pierna de cualquier manera, incluyendo movimientos simples, entonces lo indicado es tratar de salvar la pierna, si ello es posible. Sin embargo, si la extremidad no va a ser usada, entonces hay que pensar en la posibilidad de amputación.

Se examina la vascularización del pie. Si se palpan pulsos (dorsalis pedis o arteria tibial posterior), significa que hay una adecuada irrigación para que sane la herida. Si los pulsos son impalpables, entonces se recomienda efectuar estudios Doppler arteriales con registro del volumen de los pulsos. A menudo, es preciso un estudio imagenológico arterial para evaluar si se requiere bypass vascular.

#### Preparación de la herida crónica para su reconstrucción

Una herida crónica es la que está detenida en una de las etapas de sanación. Es importante convertir una herida crónica en una herida aguda; esto requiere corregir anomalías médicas (niveles altos de



Figura 6.

- (A) Se muestra una herida en el muslo superior luego de la resección del sarcoma, terapia de radiación y tratamiento prolongado con esponja VAC.<sup>®</sup>  
 (B) La herida fue reconstruida con un colgajo muscular rectus abdominis vertical con una paleta de piel que fue transpuesta en el defecto.  
 (C) La herida se muestra luego de 2 años de seguimiento.  
 (D) Este paciente tiene una herida irradiada del pie dorsal con tendón expuesto y hueso metatarsal luego de resección de sarcoma y cierre primario fallido.  
 (E) Esto fue reconstruido con un colgajo libre de antebrazo radial, en que la arteria y vena radiales fueron conectadas a la arteria y vena dorsalis pedis.  
 (F) Se muestra al paciente luego de 1 mes de seguimiento.

azúcar en la sangre, anomalías en la coagulación, baja albúmina), restaurar un flujo sanguíneo adecuado, administrar los antibióticos adecuados si hay alguna infección u osteomielitis, y desbridar la herida agresivamente.

El primer paso es establecer una base de herida sana sin infecciones (22). Si la herida está adecuadamente vascularizada, se puede establecer una base limpia con aseo quirúrgico de tejido necrosado o infectado, y ya sea cerrar inmediatamente o cubrir la herida con

un dispositivo VAC®, o cambiar los apósitos para un cierre posterior. El aseo quirúrgico se considerará completo sólo cuando quede tejido que sangre en forma normal. Si la herida ha respondido a esta terapia agresiva, debería aparecer una granulación sana, el edema debería disminuir, y debería aparecer una neo-epitelización en el borde de las heridas. El dispositivo VAC® (7) es una útil curación post-aseo quirúrgico para la herida no infectada y bien vascularizada puesto que disminuye el edema de la herida, ayuda a mantener bajo el conteo bacteriano, y promueve el tejido de granulación.

### Opciones de tratamiento

La cobertura de una herida debe hacerse lo más eficientemente posible. Una vez que la herida está limpia y bien vascularizada, se escoge una de las opciones que ofrece la escalera reconstructiva (Figura 7) (22). La solución la irán dando la salud del paciente, la profundidad de la herida, la ubicación de ésta, y la experiencia del cirujano. Se recomienda cobertura simple (cierre de intención secundaria, cierre primario tardío, o injerto de piel) cuando no hay tendón, ni articulación, ni hueso expuesto. Hoy en día, incluso heridas más complejas

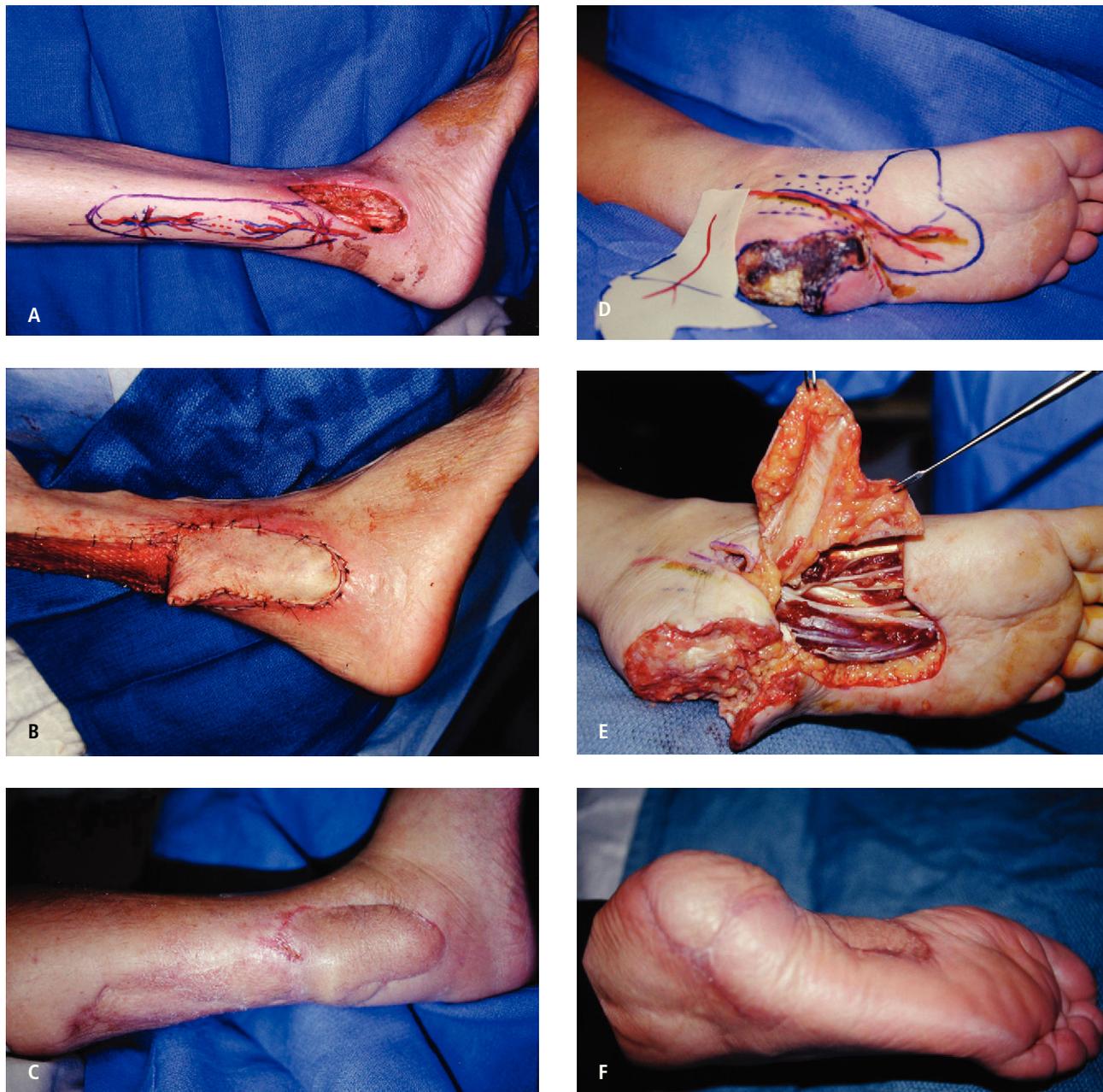


Figura 7. (A) Herida de tobillo lateral crónica con hueso de articulación expuesto en paciente con enfermedad vascular periférica. (B) Esto fue reconstruido con un colgajo fasciocutáneo sural reverso. (C) La reconstrucción se muestra luego de un seguimiento de 6 meses. (D) Paciente diabético con herida en el talón necrótica crónica. (E) La herida fue reconstruida con un colgajo de arteria plantar medial y con un injerto de piel colocado en el sitio del donante. (F) Se muestra al paciente luego de un año de seguimiento.

con tendón, articulación o hueso expuestos que exigían en el pasado reconstrucción con colgajo, pueden tratarse con métodos más simples. Por ejemplo, las heridas sobre el tendón de Aquiles desarrollan fácilmente un adecuado tejido de granulación con buen cuidado de la herida que luego puede cubrirse simplemente con un injerto de piel. Con el dispositivo VAC®, se puede formar tejido de granulación sobre el tendón, hueso, o articulaciones que luego pueden sanarse ya sea por intención secundaria o por injerto de piel (7, 11). Independientemente de la reconstrucción, es importante inmovilizar la herida sobre una articulación que se mueve, y alivianarla de modo de evitar que las fuerzas cortantes interrumpen el proceso de sanación.

El uso de cualquier tipo de colgajo requiere una evaluación del flujo sanguíneo. En el caso de colgajos locales, debe haber un perforador Doppler cerca de la base del colgajo. En el caso de los colgajos pediculados, la rama dominante hacia el colgajo debe ser patente. En el caso de colgajos libres, debe haber una adecuada arteria y vena receptoras, y un angiograma de resonancia magnética, o se obtiene un angiograma. Colgajos libres en el pie y en el tobillo, especialmente en pacientes con diabetes o enfermedad vascular, tienen un alto riesgo de fracasar y deben planearse cuidadosamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Harris AM, Althausen, PL, Kellam J, Bosse MJ, Castillo R. Grupo de Estudio del Proyecto de Evaluación de la Extremidad Inferior (LEAP). Complicaciones que siguen al trauma de la extremidad inferior y que amenazan su permanencia. *J Orthop Trauma*. 2009; 23: 1-6.
2. Saddawi-Konefka D, Kim HM, Chung KC. Un análisis sistemático de los resultados y complicaciones de la reconstrucción y amputación de las fracturas de la tibia tipo IIIB y IIIC. *Plast Reconstr Surg*. 2008; 122: 1796-805.
3. Scher KS, Steele FJ. El pie scéptico en pacientes con diabetes. *Surgery*. 1988; 104: 661-666.
4. Levin L S. La escalera reconstructiva. Un método ortopédico. *Orthop Clin North Am*. 1993; 24: 393-409.
5. DeFranzo AJ, Argenta LC, Marks MW. El uso de terapia de cierre asistido al vacío para el tratamiento de heridas en la extremidad inferior con hueso expuesto. *Plast. Reconstr. Surg*. 2001; 108: 1184-1190.
6. Parrett BM, Talbot SG, Pribaz JJ, Lee BT. Un estudio de colgajos locales y regionales para la reconstrucción distal de la pierna. *J Reconstr Microsurg*. 2009 Jul 10. [Publicación electrónica anterior a la impreza]
7. Mathes SJ, Nahai F. Clasificación de la anatomía vascular de los músculos: correlación experimental y clínica. *Plast Reconstr Surg*. 1981; 67: 177-187.
8. Gustilo RB, Simpson L, Nixon R, Ruiz A, Indeck W. Análisis de 511 fracturas abiertas. *Clin. Orthop*. 1969; 66: 148-154.
9. Byrd HS, Cierny G III, Tebbetts JB. Manejo de fracturas abiertas de la tibia con pérdida de tejido blando asociado: fijación externa con cobertura temprana de colgajo. *Plast. Reconstr. Surg*. 1981; 68: 73-82.
10. Cierny G, Byrd HS, Jones RE. Cobertura de tejido blando primaria versus cobertura de tejido blando tardía en fracturas abiertas graves de la tibia: comparación de resultados. *Clin. Orthop*. 1983; 178: 55-63.
11. Parrett BM, Matros E, Pribaz JJ, Orgill DP. Trauma en la extremidad inferior: tendencias en el manejo de reconstrucción de tejido blando de fracturas abiertas de la tibia y el peroné. *Plast Reconstr Surg*. 2006; 117: 1315-1322.
12. Khuori PK. Cómo evitar el fracaso del colgajo libre. *Clin Plast Surg*. 1992; 19: 773-781.
13. Khuori PK, Shaw WW. Reconstrucción de la extremidad inferior con colgajos libres microvasculares: una experiencia de 10 años con 304 casos consecutivos. *J. Trauma*. 1989; 29: 1086-1094.
14. Tomaino MM. Amputación o salvación de las fracturas tibiales tipo 3B73C: qué dice la literatura acerca de los resultados. *Am J Orthop*. 2001; 30: 380-385.
15. Mccarter MD, Jaques DP, Brennan MF. Pruebas clínicas aleatorias en sarcomas de tejido blando. *Sur. Oncol. Clin. North Am*. 2002; 11: 11-22.
16. Talbert ML, Zagars GK, Sherman NE, Romsdahl MM. Cirugía conservadora y terapia de radiación en sarcomas de tejido blando de la muñeca, mano, tobillo, pie. *Cancer*. 1990; 66: 2482-2491.
17. Heller L, Kronowitz SJ. Reconstrucción de la extremidad inferior. *J. Surg. Oncol*. 2006; 94: 479-489.
18. Parrett BM, Winogrand JM, Garfein ES, Lee WP, Hornicek FJ, Austen WG Jr. Colgajo vertical y extendido miocutáneo rectus abdominis para defectos en el muslo y en la ingle. *Plast Reconstr Surg*. 2008; 122: 171-177.
19. Peat BG, Bell RS, Davis A, y col. Complicaciones en la sanación de la herida luego de cirugía de sarcoma en tejido blando. *Plast. Reconstr. Surg*. 1994; 93: 980-987.
20. Ndip A, Bowling F, Stickings D, Rayman G, Boulton AJ. El pie diabético en 2008: actualización a partir de la 12ma. Conferencia sobre el Pie Diabético en Malvern. *Int J Low Extrem Wounds*. 2008; 7: 235-8.
21. Searles JM Jr, Colen LB. Reconstrucción del pie en casos de Diabetes Mellitus y en casos de insuficiencia vascular periférica. *Clin Plast Surg*. 1991; 18: 467-483.
22. Brem H, Sheehan P, Rosenberg HJ, Schmeider JS, Boulton AJ. Protocolo basado en la evidencia para úlceras en el pie del diabético. *Plast Reconstr Surg*. 2006; 117: 1935-2095.

Los autores declaran no tener conflictos de interés, en relación a este artículo.