

## Colgajos en la reconstrucción de los miembros con lesión traumática

### Flaps In The Reconstruction Of Limbs With Traumatic Injury

Yuri Materno Parra<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5480-5988>

Horacio Tabares Sáez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0204-7414>

Roberto Morales Seife<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6316-1846>

Horacio Inocencio Tabares Neyra<sup>2\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6599-4948>

<sup>1</sup>Hospital Universitario “General Calixto García”. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones en Longevidad, Envejecimiento y Salud. La Habana, Cuba.

\* Autor para la correspondencia: [milahola@infomed.sld.cu](mailto:milahola@infomed.sld.cu)

#### RESUMEN

**Introducción:** Las opciones para el manejo de tejidos blandos en los defectos traumáticos han aumentado con el desarrollo de la microcirugía, con una mejor comprensión de los colgajos pediculados y los avances con terapia con esponja de presión negativa.

**Objetivo:** Revisar y poner a disposición de los especialistas algunos de los tópicos relacionados con estos procedimientos quirúrgicos de colgajos en las lesiones traumáticas de los miembros.

**Métodos:** Se realiza una búsqueda en PubMed entre los años 2010-2020, en inglés con los términos: “cirugía de colgajos en lesiones traumáticas”, “tratamiento de las lesiones de partes blandas relacionadas con trauma de los miembros”, “reconstrucción de las lesiones traumáticas de partes blandas de extremidades”. Se revisaron también, artículos accesibles de forma libre, o a través del servicio Clinical Key y Hinari.

**Conclusiones:** Existen controversias acerca del momento óptimo para el cierre de las heridas. La definición de reconstrucción primaria versus secundaria depende del tiempo de lesión y del tipo de procedimiento quirúrgico. La terapia de heridas con presión negativa sirve como parte del arsenal para la reconstrucción de tejidos blandos en un trauma de extremidades.

**Palabras clave:** microcirugía; colgajos pediculados; lesiones partes blandas.

## ABSTRACT

**Introduction:** Options for soft tissue management of traumatic defects have increased with the development of microsurgery, with a better understanding of pedicle flaps and advances with negative pressure sponge therapy.

**Objective:** To review and make available to specialists some of the topics related to these surgical procedures for flaps in traumatic limb injuries.

**Methods:** A PubMed search was carried out from 2010 to 2020, in English with the terms: "flap surgery in traumatic injuries", "treatment of soft tissue injuries related to trauma of the limbs", "reconstruction of the limbs". traumatic soft tissue injuries of extremities". Articles freely accessible or through the Clinical Key and Hinari service were also reviewed.

**Conclusions:** There are controversies about the optimal time for wound closure. The definition of primary versus secondary reconstruction depends on the time of injury and the type of surgical procedure. Negative pressure wound therapy serves as part of the arsenal for soft tissue reconstruction in extremity trauma.

**Keywords:** microsurgery; pedicle flaps; soft tissue injuries.

Recibido: 02/09/2021

Aceptado: 16/12/2021

## Introducción

Durante los últimos 30 años, las opciones para el manejo de tejidos blandos en los defectos traumáticos han aumentado con el advenimiento y desarrollo de la microcirugía, el lograr una mejor comprensión de los colgajos pediculados y los grandes avances alcanzados con la terapia con esponja de presión negativa. De manera semejante, las complicaciones de las heridas han disminuido debido a los avances en la terapia con antibióticos y las mejores técnicas de desbridamiento. El mayor conocimiento de la anatomía quirúrgica ha ayudado a desarrollar abordajes quirúrgicos que proporcionan una mejor exposición, al mismo tiempo que preservan el suministro regional de sangre.<sup>(1)</sup>

A pesar de estos avances, todavía existe la necesidad de que todo cirujano conozca las técnicas de desbridamiento, manejo de tejidos blandos y realización y colocación adecuada de las incisiones, ya que son la base de una cirugía exitosa.

El uso de transferencias de tejido vascularizado, ya sea con procedimientos microquirúrgicos o como transposición regional de músculo, piel y/o fascia, sigue siendo el estándar de oro para el cierre de heridas abiertas de las extremidades resultantes de traumatismos. Sin embargo, los avances tecnológicos recientes han permitido el cierre de heridas traumáticas mediante sustitución dérmica, o por segunda intención, como cuando se trata con terapia de presión negativa para las heridas.<sup>(2)</sup>

En 1960, hace casi medio siglo, Julius Jacobsen (cirujano vascular) describió el uso de un microscopio quirúrgico para las anastomosis microquirúrgicas de vasos pequeños. Los avances en China y en el Lejano Oriente, como Taiwán y Japón, han aplicado el microscopio quirúrgico en el tratamiento de muchas afecciones traumáticas que involucran amputaciones de dedos y manos. Ello ha resultado en una explosión de técnicas microvasculares, particularmente en lo que se refiere a la reimplantación.<sup>(3)</sup>

En 1968, Tamai describió la primera reimplantación de un pulgar en Japón. Los cirujanos de mano de todo el mundo adaptaron rápidamente la tecnología microquirúrgica en las lesiones por mutilación y amputaciones. Al mismo tiempo que evolucionaban los procedimientos microquirúrgicos en el laboratorio con cadáveres se identificaban nuevas relaciones anatómicas de vasos y músculos, como en los músculos gastrocnemios y sóleo. Se establecieron técnicas quirúrgicas que permitieron a los cirujanos aislar músculos con pedículos vasculares singulares y transferirlos por rotación o transposición para cubrir heridas abiertas.<sup>(3)</sup>

La unión de la tecnología de colgajo muscular y la mejora de los colgajos de piel para la cobertura, en comparación con la curación por segunda intención o los injertos simples de piel, provocó el avance en el campo de la cirugía reconstructiva de extremidades. A principios de la década de 1970, McGregor (colgajo de ingle) y Bakamjian (colgajo de pectoral/deltoides) describieron las primeras transferencias libres de tejido. La capacidad de trasplantar tejido autólogo comenzó cuando Rollin Daniel realizó el primer colgajo inguinal libre. Las primeras transferencias de tejido fueron colgajos libres de la ingle. Sin embargo, la tasa de fracaso fue alta debido a la complejidad de la anatomía y a que los conocimientos sobre el autotrasplante de tejido se encontraban en etapas tempranas de su desarrollo. Pioneros como Harry Buncke, Robert Ackland, William Shaw y Susuma

Tamai popularizaron la transferencia de tejido libre para su uso en los traumatismos de extremidades.<sup>(4)</sup>

Durante los siguientes 10 años, evolucionaron una variedad de colgajos compuestos (trasplante de más de un tipo de tejido, como músculo y piel o hueso y piel). La década de 1980 fue el "momento feliz" de la evolución microquirúrgica. Se identificaron nuevos colgajos de piel basados en territorios vasculares definidos. Estos incluyeron el colgajo libre lateral del brazo, el colgajo radial del antebrazo y el colgajo anterolateral del muslo. Además, el uso de los músculos rectos del abdomen, *latissimus dorsi* y *gracilis* se transfirieron como colgajos libres.<sup>(4)</sup>

En la década de 1990, se produjo el mayor éxito de los colgajos y la evolución de los colgajos de perforantes (capacidad de transferir grandes cantidades de tejido con una sola perforante vascular). Esto disminuyó la morbilidad del donante de colgajo y amplió los horizontes para la reconstrucción de las extremidades. Evolucionaron las transferencias funcionales, tales como las transferencias de dedo del pie a la mano, los colgajos de músculos inervados e incluso el trasplante de mano. Hoy, el campo del alotrasplante de tejido compuesto está cambiando la frontera reconstructiva del futuro. Hemos recorrido un largo camino desde la conquista del vaso de 1 mm y se han solucionado los aspectos técnicos del trasplante de tejido autólogo. Sin embargo, la mano de obra actual y la disponibilidad de cirujanos de colgajo se han convertido en un problema mundial.<sup>(4)</sup>

Recientemente, *Levin* y otros han descrito la disminución del interés y disponibilidad de microcirujanos reconstructivos en el cuidado de las extremidades superiores para la reimplantación y la transferencia de tejido libre. Ha ocurrido una evolución con la disminución del interés en la microcirugía reconstructiva de las extremidades por parte de los cirujanos ortopédicos, que ahora están siguiendo a los cirujanos plásticos para perseguir actividades profesionales más lucrativas, como la cirugía de columna o la cirugía estética, en lugar de la microcirugía reconstructiva con un reembolso económico más bajo.<sup>(4)</sup>

El desarrollo de la cirugía de colgajos en nuestro país, como consecuencia de la estrategia establecida en fecha reciente por la Sociedad cubana de Ortopedia y Traumatología, ha cobrado un importante impulso en los últimos años; por ello fue nuestro propósito al redactar este artículo revisar y poner a disposición de los especialistas, algunos de los tópicos fundamentales relacionados con estos procedimientos quirúrgicos de colgajos en las lesiones traumáticas de los miembros.

## Métodos

### Estrategia de búsqueda y criterio de selección

Las referencias se identificaron mediante la búsqueda en PubMed de artículos publicados entre los años 2010-2020 en inglés con los términos: “cirugía de colgajos en lesiones traumáticas”, “tratamiento de las lesiones de partes blandas relacionadas con trauma de los miembros”, “reconstrucción de las lesiones traumáticas de partes blandas de extremidades”. Igualmente se revisaron artículos accesibles de forma libre, o a través del servicio Clinical Key, y Hinari.

Se añadieron artículos que sobrepasaban los diez años de antigüedad, pero eran claves para el tema. Se excluyeron trabajos por estar duplicados o los datos de origen eran insuficientes. Se descartaron las presentaciones en *Power Point*.

### Análisis y síntesis de la información

El uso de colgajos locales o libres en la extremidad superior o inferior depende de la zona de la lesión, del suministro de sangre a la extremidad, de la capacidad del cirujano y el estado subyacente del paciente. Si seguimos las pautas de la escalera reconstructiva, sin duda nuestra primera opción sería realizar un colgajo local frente a una transferencia de tejido libre (Fig.). La tasa de éxito de la transferencia de tejido libre en manos experimentadas se acerca al 99 %.<sup>(4)</sup>

Los colgajos locales o regionales suelen tener menos éxito debido al daño inicial en los territorios regionales de músculos y piel. Sin embargo, si un colgajo tiene un pedículo adecuado, una superficie suficientemente grande y el tejido permanece viable después de la transferencia, se deben seleccionar los colgajos locales sobre la transferencia de tejido libre. Un error común que se observa a menudo es que las personas sin habilidades microquirúrgicas recurren al uso de colgajos locales cuando se necesita un colgajo libre. Estos colgajos locales a menudo se dañan debido a un flujo de entrada y salida comprometido. Si un colgajo local no puede cubrir adecuadamente la herida de una extremidad, el resultado será la necesidad de una segunda operación (más compleja). Por lo tanto, esto prolonga la morbilidad, da como resultado un aumento de la hospitalización

y compromete la extremidad, que en última instancia a menudo debe ser rescatada mediante transferencia de tejido libre.<sup>(5)</sup>



Fuente: Aguilera-Saez J, *et al.* Severely damaged lower limb salvage in a critically ill burned patient. Lessons learned. Int J Burn Trauma. 2020;10(5):191-200.

**Fig. -** Escalera reconstructiva.

Las primeras investigaciones apoyaron el uso de transferencias musculares libres frente a colgajos de piel libres debido al aumento del lecho capilar que poseen los músculos. Sin embargo, la calidad del desbridamiento es más importante que la cobertura real que es utilizada. El objetivo principal es sellar la herida y evitar la exposición del hueso con el exterior; para ello bastará con un músculo o un colgajo de piel. En casos de grandes defectos cavitarios, a menudo se selecciona un colgajo miocutáneo. Actualmente, el uso de tejido vascularizado, ya sea muscular o cutáneo es igualmente eficaz, siempre que la herida (hueso e implante) esté sellada del exterior. La inserción cuidadosa de los colgajos musculares cubiertos por injertos de piel es tan eficaz para proporcionar una cobertura como la coaptación piel a piel utilizando solamente colgajos de piel. Es más fácil levantar un colgajo de piel que un colgajo de músculo para procedimientos secundarios como transferencias de tendones o injertos óseos.<sup>(4,6)</sup>

El momento óptimo del cierre sigue siendo controvertido. La definición de reconstrucción primaria versus secundaria depende de dos factores principales: el tiempo de lesión y el tipo de procedimiento quirúrgico. Godina definió la reconstrucción microquirúrgica después de un traumatismo complejo de las extremidades hasta 72 horas como "temprano". La reconstrucción microquirúrgica temprana es superior en términos de falla del colgajo, infección posoperatoria, cicatrización ósea, duración de la estadía hospitalaria y número de procedimientos quirúrgicos en comparación con la "demorada" (72 horas a tres meses) y "tardía" (tres meses a años).<sup>(7,8,9)</sup>

En 1988, Lister y Scheker describieron un procedimiento de "colgajo libre de emergencia" en la reconstrucción de la extremidad superior. Los autores lo definieron como una "transferencia de colgajo realizada al final del desbridamiento primario o dentro de las 24 horas posteriores a la lesión".<sup>(8)</sup>

Con base en estas definiciones, consideramos las reconstrucciones microquirúrgicas de "emergencia", "tempranas" y "retrasadas" como primarias y las reconstrucciones posteriores a los tres meses como secundarias.<sup>(9,10,11)</sup>

### **Cierre temprano vs. demorado de fracturas abiertas**

La controversia en torno al cierre temprano versus tardío de las fracturas abiertas ha sido un debate durante al menos 20 años, desde que Marco Godina publicó su histórico artículo sobre el tema de los colgajos libres de emergencia en 134 fracturas abiertas consecutivas. Hubo una tasa de infección profunda del 1,5 % en esa serie, que se trataron con transferencia de tejido libre de emergencia. Godina clasificó la transferencia de tejido libre de emergencia definiéndola como el procedimiento de cobertura definitivo que se realiza en el momento del desbridamiento inicial. Por ejemplo, si un paciente con una fractura abierta se presenta a la sala de emergencias, la estabilización y la cobertura de la fractura se realizarían en el primer escenario quirúrgico. Los pacientes que tenían una transferencia de tejido libre de emergencia (es decir, un colgajo realizado en el primer acto quirúrgico) en comparación con los que tenían un colgajo a los 3 días no mostraron ninguna diferencia en las tasas de infección. Sin embargo, a los cirujanos que carecen de experiencia en desbridamiento y a los pacientes con heridas abiertas de larga data no les fue tan bien en términos de tasa de infección y recuperación de la extremidad después de la cobertura. Además, cuanto más se demora la cobertura, más tiempo de estancia en el hospital u otras instituciones de referencia.<sup>(7,12,13)</sup>

Uno habría pensado que hace 20 años, estos datos tan convincentes habrían influido en los cirujanos ortopédicos y microcirujanos reconstructivos para cambiar la forma en que manejaban las fracturas abiertas. En algunos centros este ha sido el caso, pero la idea de efectuar osteosíntesis y cubrir las heridas todavía no es el pensamiento generalizado. Históricamente, muchos cirujanos ortopédicos participaron en la transferencia de tejido libre y fueron pioneros en técnicas de cirugía microvascular, ya que se relacionan con las reimplantaciones, las transferencias de hueso vascularizado y las transferencias de tejido

libre; pero actualmente, el cierre de fracturas abiertas y las técnicas asociadas a la cobertura, rara vez están en manos de cirujanos ortopédicos o traumatólogos.<sup>(13,14,15,16)</sup>

El rescate de extremidades después de traumatismos, tumores y sepsis ortopédica (osteomielitis) cambió para siempre con la introducción del microscopio quirúrgico y el desarrollo de la transferencia de tejido autólogo. La transferencia de tejido libre microvascular está disponible en la mayoría de los principales centros de trauma. Sin embargo, durante los últimos 25 años, se ha producido un cambio profundo con cada vez menos cirujanos ortopédicos capaces o dispuestos a realizar transferencias de tejido libres.<sup>(17,18,19,20)</sup>

La transferencia de tejido libre microvascular y técnicas como colgajos fasciocutáneos o colgajos perforantes (rotativos o libres) han sido relegados a "cirujanos de tejidos blandos", muchos de los cuales son cirujanos plásticos reconstructivos. Además, el interés por la cirugía reconstructiva o microcirugía ha disminuido en la cirugía plástica. Por lo tanto, hay menos cirujanos dispuestos a realizar una reconstrucción microquirúrgica compleja de la extremidad. Otra situación es que las técnicas microquirúrgicas ya no sean necesarias porque las alternativas como los sustitutos dérmicos con empleo de terapia de heridas con presión negativa "*Negative-Pressure Wound Therapy*" (NPWT/ROCF) y los colgajos de rotación locales sustituirán o proporcionarán una mejor cobertura que la transferencia de tejido libre.<sup>(21,22)</sup>

Aunque es reconocido que Marco Godina es un colaborador brillante de los conceptos modernos en el cierre de heridas y la cirugía microvascular, los días del equipo de Godina son diferentes a los que existen hoy en los sistemas de salud de todo el mundo. Él contaba con un equipo incansable de cirujanos reconstructivos y microcirujanos reconstructivos que trabajaban en equipo las veinticuatro horas del día para realizar transferencias de tejido microvascular de gran éxito. Su razón fundamental era que estos casos tendrían que hacerse de forma urgente porque se presentarían más casos futuros. Por lo tanto, si hay un equipo de replantación o microvascular disponible en una institución las 24 horas del día, no hay ninguna razón por la que no se pueda realizar una transferencia de tejido libre temprana o incluso de emergencia. Sin embargo, debido al menor interés en la microcirugía por parte de cirujanos ortopédicos y plásticos de todo el mundo, ya no es práctica habitual en la mayoría de los centros hospitalarios. Por lo general, las fracturas abiertas se presentan durante las horas comprendidas entre 10 pm y 7 am, por lo tanto, el cierre tardío de las fracturas abiertas se ha convertido en la norma.<sup>(7,23)</sup>



Sin embargo, la demora no tiene por qué ser de semanas o meses, pero como dijo Godina, hasta 3 días proporcionará un buen resultado. En cualquier institución, el equipo microvascular examinará al paciente en el momento del desbridamiento inicial y/o durante la colocación de la fijación externa, con planes de devolver inmediatamente al paciente al quirófano para una "segunda mirada" entre las 24 y 48 h.<sup>(7,23)</sup>

En ese momento, puede haber un segundo desbridamiento seguido del cierre de la herida. El cierre no siempre implica únicamente la transferencia de tejido libre microvascular. Puede haber cicatrización de heridas por intención secundaria mediante la aplicación de NPWT/ROCF para la formación de tejido de granulación, o la aplicación de NPWT/ROCF para crear un lecho de la herida como un puente para el cierre con un injerto de piel de espesor variable, injerto de piel, colgajos rotacionales locales o transferencia de tejido. Por último, la comunicación entre el traumatólogo, los cirujanos vasculares, los cirujanos ortopédicos, las enfermeras, los asistentes médicos y los cirujanos plásticos es lo más importante para una cicatrización exitosa de las heridas.<sup>(24,25)</sup> Sigue habiendo preguntas sobre quién está disponible, cuándo pueden hacerlo, si están dispuestos a hacerlo y, si lo hacen, si pueden hacerlo con un grado de certeza que asegure una cobertura completa y vital, una vez que la cobertura de la herida sea realizada. En situaciones en las que estas preguntas permanecen sin respuesta, es mejor retrasar la cobertura o incluso transferir al paciente a otro centro, que tener un equipo de personal sin experiencia que proporcione cobertura con un resultado infructuoso. Esto último ciertamente genera morbilidad, aumenta los costos de hospitalización y genera trauma emocional a los pacientes.

Cuando el paciente presenta más de una fractura abierta, particularmente en las extremidades, la cobertura es solo una parte del cuidado total que incluye estabilización hemodinámica, estabilización de la fractura, fijación definitiva, cobertura provisional, cobertura definitiva y luego reconstrucción en la línea de tejido faltante.

Las estrategias de tratamiento de heridas después de la reconstrucción (tipo de procedimiento quirúrgico) también son consideraciones importantes para la definición de "primario" versus "secundario". Según Yaremchuk, la "zona de lesión" de la extremidad inferior traumatizada (que puede no ser evidente en la presentación) solo se puede determinar adecuadamente entre los días siete y 14 después de la lesión y después de los desbridamientos en serie, lo que significa "secundario". Por lo tanto, si la reconstrucción microquirúrgica se realiza en el momento o dentro de las 72 h posteriores al

desbridamiento inicial, la reconstrucción puede definirse como "primaria". Más de 3 días entre los desbridamientos y la reconstrucción microvascular definen la reconstrucción como "secundaria". El término reconstrucción microvascular "terciaria" debe reservarse para los procedimientos que tienen lugar después de que se logra el cierre por medios no microquirúrgicos (Ej. Injerto de piel). En tales casos, el colgajo se realiza como un procedimiento reconstructivo "tardío".<sup>(26,27)</sup>

Sin embargo, la definición de reconstrucción microquirúrgica primaria y secundaria se puede aplicar en estrecha correlación de un procedimiento de una o varias etapas. Aunque los principios rectores para la reconstrucción de tejidos blandos están bien establecidos, el uso rutinario de la transferencia microquirúrgica de tejido libre ha desplazado el énfasis de la reconstrucción de las técnicas convencionales, como el colgajo inguinal, al uso de técnicas microquirúrgicas en la reconstrucción de la extremidad superior.<sup>(26)</sup>

Aunque el colgajo de ingle sigue siendo una técnica tradicional, los principales inconvenientes inherentes al uso de colgajos distantes incluyen el requisito de varios procedimientos escalonados para lograr la cobertura del defecto. Como la extremidad se encuentra en una posición de dependencia, a menudo impide la rehabilitación, lo que requiere una reconstrucción tardía de los huesos y los tendones.<sup>(5)</sup>

La reconstrucción microquirúrgica primaria y secundaria debe estar claramente definida para determinar cuál se seleccionará. La reconstrucción microquirúrgica "primaria" se considera el uso de una restauración microquirúrgica en el contexto inmediato de una operación. La reconstrucción microquirúrgica "secundaria" implica que un paciente se somete a un tratamiento específico para afecciones como traumatismos e infecciones y luego requiere una transferencia de tejido libre microquirúrgico con fines reconstructivos. En determinadas situaciones clínicas, la reconstrucción microquirúrgica inmediata no puede retrasarse. Una reimplantación microvascular y el uso de colgajos de partes amputadas que no se pueden salvar por completo, requieren una reconstrucción primaria, respectivamente de "emergencia".<sup>(27)</sup>

Sobre la base de la filosofía de Godina del concepto de defecto primario, respectivamente "temprano", la cobertura se ha ampliado completando todas las fases de la reconstrucción como un "procedimiento de una etapa" popularizado por Lister y Scheker.<sup>(3,9)</sup> Chen y Wei demostraron resultados funcionales sobresalientes al realizar la cobertura microquirúrgica y la reconstrucción de estructuras funcionales relevantes durante el mismo entorno quirúrgico. Aunque ha demostrado ser beneficioso, este concepto conlleva el riesgo de

un resultado funcional menos óptimo por una variedad de razones y, por lo tanto, ha generado cierta controversia. La reconstrucción microquirúrgica secundaria puede estar indicada después de un evento traumático o una afección séptica que requiera múltiples desbridamientos. La reconstrucción microquirúrgica secundaria en una reconstrucción de varias etapas puede ocurrir cuando un territorio de transferencia de tejido libre necesita expandirse o prefabricarse<sup>(3)</sup> (Tabla).

**Tabla -** Indicaciones para la reconstrucción inmediata o por etapas

| Microcirugía | Reconstrucción: una etapa  | Reconstrucción: dos etapas   |
|--------------|--|--|
| Primaria     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cobertura del defecto tisular después de un trauma: colgajo libre de emergencia, colgajo libre temprano.</li> <li>– Cobertura de tejido blando más restauración de estructuras funcionales (injerto de nervio y hueso, transferencia de tendón).</li> <li>– Resección de tumoral y reconstrucción inmediata.</li> <li>– Reimplantación.</li> <li>– Solapa de “filete”.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cobertura de defecto tisular, restauración secundaria de estructuras funcionales (injerto de nervios y hueso, transferencia de tendón).</li> <li>– Solapa pre-extendida.</li> <li>– Solapa prefabricada.</li> </ul> |
| Secundaria   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cobertura de defecto tisular después de 72 horas.</li> <li>– Resección tumoral y reconstrucción tardía (márgenes libres).</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Colgajo libre pre-expandido o prefabricado después de múltiples desbridamientos, o resección de tumores.</li> </ul>   |
| Terciaria    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– La reconstrucción después del cierre se logra por medios no quirúrgicos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– La reconstrucción después del cierre se logra por medios no quirúrgicos.</li> </ul>   |

### **Acciones importantes en la reconstrucción**

No obstante, cada caso debe individualizarse y la decisión debe basarse en factores como las habilidades, la experiencia y el juicio del cirujano, y el resultado será un resultado predecible. Aspectos importantes a considerar son la infraestructura disponible que incluye enfermería, cama de la unidad de cuidados intensivos, horario

operatorio para la semana o el día siguiente, disponibilidad de terapia física y ocupacional y el estado general del paciente. La reconstrucción microquirúrgica primaria puede resultar en una cobertura y rehabilitación más temprana de la herida.

### **Terapia de heridas con presión negativa (*Negative-Pressure Wound Therapy*) (NPWT/ROCF)**

NPWT/ROCF sirve como parte del arsenal para la reconstrucción de tejidos blandos después de un trauma en una extremidad. Antes de la última década, las fracturas abiertas se desbridaban inmediatamente y se colocaba un collar de perlas para administrar antibióticos locales y prevenir la desecación de las estructuras expuestas, como los tendones y los huesos. En la mayoría de las situaciones, NPWT/ROCF ha reemplazado el collar de perlas como el "tratamiento puente" de elección para el cierre final. Si se puede lograr un desbridamiento completo la noche de la lesión (y debería ser en la mayoría de los casos), a menudo se coloca NPWT/ROCF en la herida para ayudar a disminuir el edema, aislar la herida del ambiente exterior (disminuyendo el riesgo de infección) y promover la granulación de la herida. La mayoría de las veces, particularmente en defectos cavitarios grandes, se realiza un procedimiento de "segunda mirada" con la intención de una cobertura definitiva temprana, o si los cirujanos están preocupados por la calidad del desbridamiento o los componentes del aplastamiento o avulsión que pueden resultar en necrosis de tejidos, el paciente es devuelto al quirófano a más tardar 48 horas, para re exploración de la herida. En ese recuadro, se toma la decisión de realizar una cobertura definitiva con colgajos de tejido blando local o libre o colocar un injerto de piel si la herida es apropiada. En este caso particular, NPWT/ROCF actúa como un puente hacia la cobertura definitiva.<sup>(24)</sup>

Si la herida requiere un injerto de piel, se puede seleccionar un NPWT/ROCF para proporcionar un efecto de refuerzo del injerto de piel y continuar evacuando el trasudado de la herida mientras el injerto de piel se adhiere. El papel de NPWT/ROCF en la preparación del lecho de la herida es claro y se ha utilizado hasta que se puede obtener una cobertura definitiva.<sup>(24)</sup>

## Desbridamiento

Luis Scheker, un destacado cirujano de mano en Louisville, EE.UU., ha dicho: “si tuviera la opción entre una hoja de escalpelo y los antibióticos más poderosos del mundo, elegiría la hoja de bisturí. La importancia del desbridamiento definitivo y la necrectomía radical descrita por Godina no puede subestimarse en términos de éxito en la recuperación de lesiones traumáticas.<sup>(3,9)</sup>

Recientemente muchos especialistas en todo EE.UU. han adaptado el uso del Versajet. El Versajet se basa en los principios de Bernoulli de agua a alta presión que se utiliza para desbridar heridas como dispositivo para "preservar" los tejidos; es muy eficaz en heridas necróticas donde hay tejido de granulación. Puede utilizarse en casos agudos de necrectomía radical, pero nunca debe sustituirse por resección aguda.<sup>(13)</sup>

Es una nueva tecnología y es particularmente eficaz en heridas crónicas que se preparan para su cobertura definitiva con colgajos.

## Fijación externa

A medida que la tecnología se ha desarrollado en la cirugía plástica y ortopédica, está claro que la combinación de la fijación externa y la microcirugía ha mejorado nuestra capacidad para salvar las extremidades.

Ambas son herramientas muy poderosas cuando se combinan y pueden ser particularmente efectivas, no solo inicialmente en el manejo de fracturas sino también en necesidades reconstructivas posteriores, como la corrección de la deformidad angular o la falta de hueso.<sup>(14,18)</sup>

## Gestión de fallas de colgajos

Han evolucionado nuevas técnicas de seguimiento de la transferencia de tejido libre. Actualmente, la forma más ideal de monitorizarlos es con las sondas Cook-Doppler implantables.<sup>(3,4)</sup> No hay sustituto para la observación clínica de colgajos; sin embargo, las tasas de éxito han mejorado debido a la capacidad de monitorizar de forma invasiva las señales Doppler tanto de la entrada arterial como de la salida venosa.

Las tasas de fracaso de los colgajos libres han disminuido drásticamente con el reconocimiento rápido del compromiso vascular.<sup>(3,4)</sup>

## Momento de los injertos de hueso relacionados con la reconstrucción del tejido blando

Aunque existe alguna evidencia de que se puede realizar un injerto óseo temprano o inmediato, es preferible esperar hasta que todos los tejidos blandos hayan cicatrizado y reepitelizado antes de continuar. En el injerto óseo convencional cuando existen grandes defectos intercalares, se pueden considerar los colgajos óseos vascularizados como el peroné osteocutáneo. Esto incorpora hueso vascularizado de reconstrucción intercalar y tejido blando suprayacente. Además, *Doi* y otros describen el desarrollo de colgajos periósticos corticales que no requieren una gran reconstrucción intercalar. Estos se basan en las arterias geniculadas medial y pueden ser prometedoras para las pseudoartrosis del cuello del astrágalo, humeral y clavicular.<sup>(1,14,18)</sup>

Esto representa un avance en la tecnología de trasplantes óseos vascularizados.

### Consideraciones finales

Aún existen controversias acerca del momento óptimo para el cierre de las heridas, lo que constituye el objetivo fundamental en el tratamiento de las lesiones de partes blandas en las extremidades para evitar la exposición ósea.

La definición de reconstrucción primaria versus secundaria depende de dos factores principales: el tiempo de lesión y el tipo de procedimiento quirúrgico. Se ha descrito la reconstrucción microquirúrgica después de un traumatismo complejo de las extremidades hasta 72 horas como "temprano", que es superior en términos de falla del colgajo, infección posoperatoria, cicatrización ósea, duración de la estadía hospitalaria y número de procedimientos quirúrgicos en comparación con la "demorada" (de 72 horas a tres meses) y la "tardía" (de tres meses a años)

La terapia de heridas con presión negativa (NPWT/ROCF) sirve como parte del arsenal para la reconstrucción de tejidos blandos después de un trauma en una extremidad, al igual que la combinación de la fijación externa y la microcirugía ha mejorado nuestra capacidad para salvar las extremidades. La monitorización con sondas Cook-Doppler implantables permite vigilar la viabilidad de los colgajos vascularizados. Falta evidencia de que se puede realizar un injerto óseo inmediato, es preferible esperar hasta que todos los tejidos blandos hayan cicatrizado y reepitelizado antes de continuar.

## Referencias bibliográficas

1. Hashimoto I, Abe Y, Ishida S, Kashiwagi K, Mineda K, Yamashita Y, *et al.* Development of Skin Flaps for Reconstructive Surgery: Random Pattern Flap to Perforator Flap. *J. Med. Invest.* 2016;63(3-4):159-62. DOI: <https://doi.org/10.2152/jmi.63.159>
2. Mundy LR, Truong T, Shammass RL, Gage MJ, Pomann GM, Hollenbeck ST. Acute treatment patterns for lower extremity trauma in the United States: Flaps versus Amputation. *J Reconstr Microsurg.* 2017;33(08):563-70. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1603332>
3. Haykal S, Roy M, Patel A. Meta-analysis of timing for microsurgical free-flap reconstruction for lower limb injury: evaluation of the Godina principles. *J Reconstr Microsurg.* 2018;34(04):277-92. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1621724>
4. Brown E, Peter Suh HP, Ho Han H, John Pak Ch, Hong JP. Best New Flaps and Tips for Success in Microsurgery. *Plast. Reconstr. Surg.* 2020;146:796. DOI: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000007331>
5. Aguilera-Saez J, Lopez-Masramon B, Collado JM, Monte-Soldado A, Rivas-Nicolls D, Serracanta J, *et al.* Severely damaged lower limb salvage in a critically ill burned patient. Lessons learned. *Int J Burn Trauma.* 2020 [acceso 02/05/2021];10(5):191-200. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7675203/>
6. Cho EH, Shammass RL, Carney MJ, Weissler JM, Bauder AR, Glener AD, *et al.* Muscle versus Fasciocutaneous Free Flaps in Lower Extremity Traumatic Reconstruction: A Multicenter Outcomes Analysis. *Plast Reconstr Surg.* 2019;141(1):191-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003927>
7. Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg.* 1986;78(03):285-92. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006534-198609000-00001>
8. Colen DL, Colen LB, Levin LS, Kovach SJ. Godina's principles in the twenty-first century and the evolution of lower extremity trauma reconstruction. *J Reconstr Microsurg.* 2018;34(08):563-71. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1607348>

9. Starnes-Roubaud MJ, Peric M, Chowdry F. Microsurgical lower extremity reconstruction in the subacute period: a safe alternative. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2015;3(07):449. DOI: <https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000000399>
10. Xiong L, Gazyakan E, Kremer T. Free flaps for reconstruction of soft tissue defects in lower extremity: A meta-analysis on microsurgical outcome and safety. *Microsurgery*. 2016;36(06):511-24. DOI: <https://doi.org/10.1002/micr.30020>
11. Suh HS, Oh TS, Lee HS. A new approach for reconstruction of diabetic foot wounds using the angiosome and supermicrosurgery concept. *Plast Reconstr Surg*. 2016;138:702-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002401>
12. Paro J, Chiou G, Sen SK. Comparing muscle and fasciocutaneous free flaps in lower extremity reconstruction-does it matter? *Ann Plast Surg*. 2016;76:(Suppl. 03):213-5. DOI: <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000000779>
13. Hendrickson SA, Wall RA, Manley O. Time to Initial Debridement and wound Excision (TIDE) in severe open tibial fractures and related clinical outcome: A multi-centre study. *Injury*. 2018;49(10):1922-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.07.023>
14. Nambi GI, Salunke AA, Thirumalaisamy SG, Babu VL, Baskaran K, Janarthanan T. Single stage management of Gustilo type III A/B tibia fractures: Fixed with nail & covered with fasciocutaneous flap. *Chin J Traumatol*. 2017;20(2):99-102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cjte.2016.06.011>
15. Patterson CW, Stalder MW, Richardson W, Steele T, Wise MW, St Hilaire H. Timing of Free Flaps for Traumatic Wounds of the Lower Extremity: Have Advances in Perioperative Care Changed the Treatment Algorithm? *J Reconstr Microsurg*. 2019;35(8):616-21. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1688712>
16. Hwang KT, Kim SW, Sung IH, Kim JT, Kim YH. Is delayed reconstruction using the latissimus dorsi free flap a worthy option in the management of open IIIB tibial fractures? *Microsurgery*. 2016;36(06):453-9. DOI: <https://doi.org/10.1002/micr.22428>
17. Kovar A, Colakoglu S, Iorio ML. Choosing between Muscle and Fasciocutaneous Free Flap Reconstruction in the Treatment of Lower Extremity Osteomyelitis: Available Evidence for a Function-Specific Approach. *J Reconstr Microsurg*. 2020;36(3):197-203. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698469>



18. Olesen UK, Pedersen NJ, Eckardt H, Lykke-Meyer L, Bonde CT, Singh UM. The cost of infection in severe open tibial fractures treated with a free flap. *Int Orthop*. 2017;41(5):1049-55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00264-016-3337-6>
19. Jiang N, Wang BW, Chai YM, Wu XB, Tang PF, Zhang YZ. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment of infection after fracture fixation. *Injury*. 2019;50(11):1952-8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.08.002>
20. Leland HA, Rounds AD, Burt KE, Gould DJ, Marecek S, Alluri RK. Soft tissue reconstruction and salvage of infected fixation hardware in lower extremity trauma. *Microsurgery*. 2018;38(3):259-63. DOI: <https://doi.org/10.1002/micr.30176>
21. Haddock NT, Gassman A, Cho MJ, Teotia SS. 101 consecutive profunda artery perforator flaps in breast reconstruction: Lessons learned with our early experience. *Plast Reconstr Surg*. 2017;140:229-39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.07.023>
22. Diamond S, Seth AK, Chattha AS, Iorio ML. Outcomes of subfascial, suprafascial, and super-thin anterolateral thigh flaps: tailoring thickness without added morbidity. *J Reconstr Microsurg*. 2018;34(03):176-84. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0037-1607426>
23. Nemoto M, Ishikawa S, Kounoike N, Sugimoto T, Takeda A. Free flap transfer to preserve main arterial flow in early reconstruction of open fracture in the lower extremity. *Plast Surg Int*. 2015:213892. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/213892>
24. Sirisena R, Bellot GL, Puhaindran ME. The Role of Negative-Pressure Wound Therapy in Lower-Limb Reconstruction. *Indian J Plast Surg*. 2019;52(1):73-80. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1687922>
25. Bendon CL, Giele HP. Success of free flap anastomoses performed within the zone of trauma in acute lower limb reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2016 [acceso 02/05/2021];69(7):888-93. Disponible en: <https://db.cngb.org/search/literature/27108076/>
26. Stranix JT, Lee ZH, Jacoby A. Not all gustilo type IIIb fractures are created equal: arterial injury impacts limb salvage outcomes. *Plast Reconstr Surg*. 2017;140(05):1033-41. DOI: <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000003766>
27. Nelson JA, Fischer JP, Haddock NT. Striving for normalcy after lower extremity reconstruction with free tissue: the role of secondary esthetic refinements. *J Reconstr Microsurg*. 2016;32(2):101-8. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1558986>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.