

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE UN COLGAJO PERFORANTE EN PROPELA DE LA ARTERIA PERONEA EN UN PACIENTE CON DIAGNÓSTICO DE OSTEOMIELITIS CRÓNICA DE LA TIBIA POR *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* MULTIRRESISTENTE EN EL SERVICIO DE CIRUGÍA RECONSTRUCTIVA DEL HOSPITAL MÉXICO EN EL AÑO 2015.

REPORTE DE UN CASO

Trabajo final de investigación aplicada, sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Especialidades Médicas para optar al grado y título de Especialista en Cirugía Plástica Reconstructiva y Estética

DANIELA VARGAS SALAS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2016

## **DEDICATORIA**

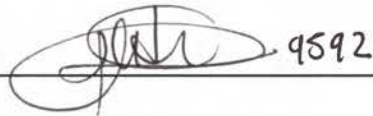
A los muchos profesores que me ha dado la vida, porque cada uno de sus consejos y enseñanzas me ha permitido recorrer este camino hasta llegar a la meta. En especial, al Doctor Wagner Ramírez Ávila, hábil cirujano. Sin su consejo y apoyo, no estaría donde estoy el día de hoy.

Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Cirugía Plástica, Reconstructiva, y Estética.

---

Dra. Cecilia Díaz Oreiro

**Decana Sistema de Estudios de Posgrado**



9592

---

Dra. Andrea Cartín Saborío

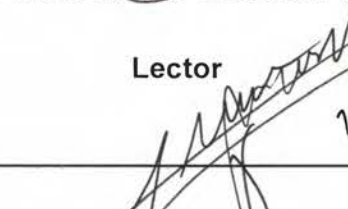
**Profesor Guía**



---

Dr. Mario Alberto Quesada Arce

**Lector**



---

Dr. Andrés Tapia Herrera

**Lector**



---

Dr. Luis Carlos Pastor Pacheco

**Director Programa de Posgrado en Especialidades Médicas**



---

Daniela Vargas Salas

**Sustentante**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Portada</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Hoja de aprobación</b> .....	iii
<b>Tabla de contenidos</b> .....	iv
<b>Resumen</b> .....	v
<b>Lista de tablas</b> .....	vi
<b>Lista de figuras</b> .....	vii
<b>Lista de abreviaturas</b> .....	viii
<b>Lista de gráficos</b> .....	x
<b>Introducción</b> .....	1
<b>Justificación</b> .....	3
<b>Objetivos</b> .....	4
<b>Marco teórico</b> .....	5
<b>Marco Metodológico</b> .....	42
<b>Presentación de caso</b> .....	45
<b>Discusión</b> .....	56
<b>Conclusión</b> .....	60
<b>Recomendaciones</b> .....	62
<b>Referencias</b> .....	64
<b>Anexos</b> .....	67

## RESUMEN

La osteomielitis crónica es una infección del hueso que ha progresado a la necrosis ósea y formación de sequestro, en la cual la presencia de tejido desvitalizado y la formación de un *biofilm* (microambiente bacteriano que provee de ciertas ventajas de protección y virulencia), impiden la penetrancia de los agentes antimicrobianos. El enfoque curativo de esta enfermedad consta de tres pilares fundamentales que se resumen en desbridación exhaustiva, cobertura cutánea temprana con tejido vascularizado y antibióticoterapia dirigida a los microorganismos aislados en tejido óseo. Se ha observado que en presencia de una adecuada vascularidad en el colgajo utilizado para la cobertura, el tipo de tejido ya sea fasciocutáneo o muscular no modifica el efecto beneficioso sobre la erradicación de la infección.

El presente trabajo muestra la aplicación de un colgajo fasciocutáneo en propela como tratamiento adyuvante en la erradicación de una osteomielitis crónica de la tibia por *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente. El seguimiento a seis meses ha sido muy favorable, con persistencia de la negatividad en los marcadores inflamatorios, ausencia clínica de recurrencia del proceso infeccioso así como el retorno temprano a las actividades diarias. Dichos resultados apoyan la tesis del papel preponderante de la cobertura tisular como fuente de células osteoprogenitoras y como medio para incrementar el efecto de la terapia antimicrobiana mejorando el aporte vascular local. El reporte de este caso podría ser de mucha utilidad para el manejo de futuras infecciones de este tipo, tan frecuentes en nuestro medio hospitalario.

## LISTA DE TABLAS

Tabla1. Clasificación de Gustilo de 1984 de fracturas expuestas.....	10
Tabla2. Comorbilidades que afectan la respuesta del huésped al tratamiento.....	14
Tabla 3. Salvataje de miembro inferior según estadiaje de Cierny/ Mader .....	19
Tabla 4. Rangos normales de las pruebas de laboratorio realizadas .....	49
Tabla 5. Resultados de las pruebas de laboratorio prequirúrgicos.....	49
Tabla 6. Resultados de las pruebas de laboratorio postquirúrgicos.....	50
Tabla 7. Reportes finales de cultivos tomados durante internamiento.....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. El concepto de colgajo en propela.....	27
Figura 2. Clasificación de los colgajo en propela basados en el tipo de pedículo.....	29
Figura 3. Clasificación basada en la posición del pedículo.....	30
Figura 4. Colgajo perforante super cargado en propela.....	31
Figura 5. Diagrama mostrando los principales grupos de perforantes de la pierna.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
AK	Amikacina
AMPI	Ampicilina
C	Cefalotina
CLD	Clindamicina
CFX	Ciprofloxacina
CTX	Cefotaxime
CFTZ	Ceftazidime
<i>E.coli</i>	<i>Eschericia colia</i>
FE	Fractura Expuesta
G	Gentamicina
IM	Imipenem
LFX	Levofloxacina
LZ	Linezolid
MP	Meropenem
NU	Nitrógeno uréico



## LISTA DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
OM	Osteomielitis
OMC	Osteomielitis crónica
OX	Oxacilina
<i>P.aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
PCR	Proteína C reactiva
<i>P. mirabilis</i>	<i>Proteus mirabilis</i>
PSA	Prueba de sensibilidad a antibióticos
P/T	Piperacilina/Tazobactam
PX	Polimixina B/ Colistin
RF	Rifampicina
SAMR	<i>Staphylococcus aureus</i> metilino-resistente
SOP	Sala de operaciones
TAC	Tomografía axial computarizada
TPN	Terapia de presión negativa
VC	Vancomicina
VES	Velocidad de eritrosedimentación

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Valores de VES en relación con el tiempo .....	53
Gráfica 2. Valores de PCR en relación con el tiempo.....	54

## INTRODUCCIÓN

Los defectos de la extremidad inferior constituyen un verdadero desafío para los cirujanos plásticos reconstructivos debido a la escasez de tejido a nivel local. Esta particularidad anatómica y la frecuente exposición ósea ha hecho que la mayoría de cirujanos en centros especializados se orienten hacia los colgajos libres como primera opción de tratamiento. El uso de colgajos musculares muy abogado en algún momento por ser robustos y por su pedículo largo ha sido desplazado progresivamente por los colgajos perforantes libres que permiten la restauración “ad integrum” de la anatomía, es decir a su estado normal, con mínima morbilidad en el sitio donador<sup>11</sup>.

Los colgajos perforantes pediculados permiten reemplazar “igual-con-igual”, además de preservar nervios, músculos y los troncos vasculares principales con una reducción significativa de los tiempos operatorios y de hospitalización. En una revisión sistemática reciente se encontró que la sobrevida completa de estos colgajos es en promedio de un 84.3%, con un porcentaje de necrosis total de 3.5% y parcial de 10.2%. Además son particularmente útiles para brindar cobertura al tercio distal de la tibia, donde la mayoría de colgajos musculares son insuficientes.

Entre las causas más frecuentes de defectos crónicos de la extremidad inferior se encuentran en primer lugar las úlceras crónicas (9.4%), osteomielitis crónica (4.7%), seguido por úlceras por presión (3.8%), cicatriz inestable (1.4%) y en quinto lugar la radionecrosis (0.2%)<sup>11</sup>.

A pesar del desarrollo de nuevos antibióticos en las últimas décadas, la osteomielitis crónica, continúa siendo una de las enfermedades más difíciles de tratar debido a su curso larvado, complejidad de tratamiento y alto riesgo de recurrencia<sup>12</sup>. Se ha comprobado que su tratamiento es esencialmente quirúrgico con una desbridación agresiva y que la antibióticoterapia es meramente adyuvante y para prevenir recurrencia. Es importante tener en cuenta que tanto el proceso infeccioso en sí mismo, como los lavados y la desbridación ósea pueden provocar cierto grado de debilidad en la extremidad. De tal manera que todo intento por preservar la mayor funcionalidad muscular posible es deseable para mantener la estabilidad del miembro. Con base en esto, aquellos colgajos que no involucren la transposición de grupos musculares y que además cuenten con buena vascularidad para combatir la osteomielitis son el procedimiento ideal.<sup>13</sup>

El incremento en las lesiones musculoesqueléticas de miembro inferior con el concomitante aumento en la incidencia de casos de osteomielitis crónica hace particularmente importante encontrar una manera de tratamiento altamente efectiva con la menor tasa de recurrencia y menor morbilidad para los pacientes. El presente estudio se trata del reporte de un caso de osteomielitis crónica por *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente de la tibia que fue tratada con resultados satisfactorios mediante un colgajo en propela de la arteria peronea.

## JUSTIFICACIÓN

El incremento en la cantidad y severidad de las lesiones de extremidad inferior por accidentes por vehículo motor, especialmente por motocicletas constituye una de las razones fundamentales para la elaboración del presente proyecto. Las largas estancias hospitalarias, antibioticoterapia prolongada, requerimiento de múltiples cirugías y las largas incapacidades en una población en la que prevalece el sexo masculino en edad económicamente activa, son motivo para buscar alternativas quirúrgicas más eficientes en la resolución de la osteomielitis crónica.

Se trata de proponer una solución quirúrgica para la reconstrucción de tejidos blandos en las lesiones severas traumáticas de la extremidad inferior, que sea técnicamente más sencilla, que consuma menos tiempo, con menor morbilidad en el sitio donador y que por consiguiente que le permita al paciente además de evitar una amputación, un retorno más pronto a sus actividades económicas y ordinarias.

# **OBJETIVOS**

## **Objetivo general**

Evaluar la respuesta de un colgajo en propela como adyuvante en el tratamiento de osteomielitis crónica de la tibia por *Pseudomonas aeruginosa* en un paciente operado en el Servicio de Cirugía Reconstructiva del Hospital México, en el 2015.

## **Objetivos específicos**

1. Evaluar la resolución de la osteomielitis crónica secundaria a fractura expuesta de tibia
2. Observar la capacidad del colgajo en propela para brindar cobertura al defecto cutáneo del miembro inferior afectado.
3. Determinar si el uso de colgajos en propela puede ser efectivo para evitar recurrencia de osteomielitis con menor morbilidad para el paciente

## **Hipótesis de investigación**

La Osteomielitis Crónica puede ser erradicada luego de la rotación de un colgajo en propela como adyuvante a la antibioticoterapia

## **Pregunta de investigación**

¿Cuál es el resultado de la aplicación de un colgajo en propela para el tratamiento de la osteomielitis crónica en miembro inferior con exposición ósea?

## **MARCO TEÓRICO**

El traumatismo de la extremidad inferior está presente de manera constante en los servicios de emergencias en general. Históricamente, el tratamiento de este tipo de lesiones ha evolucionado desde la amputación casi rutinaria a un manejo reconstructivo más complejo, en gran parte gracias al desarrollo de nuevos colgajos y dispositivos de fijación tanto externa como interna. En nuestro país, es muy común que el manejo sea asumido en primera instancia por el cirujano ortopedista para el tratamiento de las fracturas y de manera diferida es interconsultado el cirujano plástico para la reconstrucción de los defectos de tejidos blandos. Se ha argumentado que en una situación ideal, el paciente podría recibir un abordaje “ortoplástico” desde el inicio para obtener el mejor resultado posible. Desafortunadamente, es frecuente encontrar pacientes con defectos óseos crónicamente expuestos y secundariamente infectados que de no recibir un abordaje oportuno pueden acabar luego de un desgastante camino en una amputación.

Además del problema que en sí mismo supone la reparación del defecto, estas lesiones suelen conllevar toda una problemática para el enfermo, pues requieren de largas estancias hospitalarias, múltiples tratamientos antibióticos, lavados quirúrgicos, intervenciones por parte del cirujano ortopedista, del vascular periférico y del cirujano plástico<sup>1</sup>. Además de lo que pueden suponer los días de incapacidad para estos pacientes que en su mayoría se trata de hombres jóvenes en etapa económicamente activa, con personas que dependen de sus ingresos. Todo esto lleva a que estas lesiones tengan un gran impacto tanto a nivel personal y familiar como social e institucional.

En el contexto de este reporte de caso, se hace importante enmarcar el trauma de miembro inferior, su clasificación y manejo de acuerdo con la literatura más reciente basada en evidencia. También se abordará el problema de la osteomielitis crónica, así como las estrategias que son consideradas más exitosas en otros centros de gran trayectoria. Por último haremos un pequeño viaje por la historia de los colgajos y como finalmente la cirugía reconstructiva de miembro inferior ha evolucionado hacia los colgajos en propela como una solución confiable y segura pero que igualmente requiere de experiencia y destreza por parte del cirujano para obtener el mejor resultado para el paciente.

## **Traumatismo de miembro inferior**

Con el advenimiento de técnicas plásticas y ortopédicas en el manejo de fracturas, cobertura de tejidos blandos, reimplantación microquirúrgica, revascularización, reparación nerviosa y transferencia de tejidos, el salvamento de la extremidad es posible en muchas situaciones que en otro tiempo sólo podían ser sujeto de amputación. Estas técnicas no sólo son aplicables al



traumatismo, sino también a defectos asociados a infección, resección tumoral y enfermedad vascular.

### Categorías de lesión en miembro inferior

#### *Trauma*

Entre las causas más frecuentes se encuentran los accidentes de tránsito, especialmente en motocicleta pero también se presentan comúnmente las lesiones laborales y deportivas. Es más frecuente en pacientes masculinos y adultos jóvenes.

#### *Osteomielitis Crónica*

Similar a las lesiones traumáticas, el avance en el tratamiento de la OM ha permitido aplicar los principios de la microcirugía al salvamento de las extremidades. Y es muy frecuente que coexistan daño por trauma y OM.

La OMC se define como una infección de larga evolución del hueso, caracterizada por un bajo grado de inflamación causado por microorganismos patógenos persistentes asociado a la presencia de secuestro óseo y/o trayecto fistuloso. Esta enfermedad continua siendo una de las más difíciles de tratar debido a la cronicidad del padecimiento, complejidad del tratamiento y alto riesgo de recurrencia. Más adelante se abordará más en profundidad la problemática que genera.

#### *Resección oncológica*

El objetivo primario en este tipo de reconstrucción es salvar la extremidad, lo cual una vez más ha sido alcanzable gracias a las nuevas estrategias de cierre de heridas y transferencia libre de tejidos. Es frecuente que se deba recurrir a la combinación de técnicas de transporte óseo y colgajos microquirúrgicos para restablecer la integridad estructural, contorno y función de la extremidad afectada.

Una consideración muy importante al planear la reconstrucción de defectos luego de una extirpación tumoral es el área de irradiación, pues el daño causado por la radioterapia puede entorpecer el cierre primario de estas heridas. La transferencia de tejido ricamente vascularizado a estas áreas se ha visto que disminuye las complicaciones, acorta la estancia hospitalaria y mejora la tasa de sobrevida de la extremidad en los pacientes previamente irradiados.

Por otra parte la quimioterapia neoadyuvante también ha sido exitosa en reducir el tamaño tumoral y mejorar la resecabilidad, con lo que se ha reducido la tasa de amputación y el número de heridas que requieren de reconstrucción.<sup>1</sup>

### *Enfermedad vascular periférica*

Este tipo de lesiones deberían ser manejadas de manera multidisciplinaria en conjunto con el microcirujano y el cirujano vascular. La revascularización de la extremidad afectada es extremadamente importante antes de pensar en cualquier tipo de método reconstructivo. Posterior a la revascularización, se debe ser muy selectivo en elegir que pacientes son sujetos de reconstrucción microquirúrgica pues en muchas ocasiones la revascularización sola no es suficiente para restablecer la irrigación adecuada de la extremidad, pues puede coexistir un daño microangiopático. Cuando no es posible obtener una función aceptable, se debe considerar la amputación.

Cuando se selecciona el paciente adecuado, el método óptimo de reconstrucción frecuentemente involucra la transferencia microquirúrgica, pues brinda tejido bien vascularizado a una zona pobremente irrigada<sup>1</sup>. Incluso en pacientes diabéticos, con enfermedad vascular se ha reportado cero complicaciones, resolución de osteomielitis y cobertura exitosa de defectos cutáneos en el tratamiento de pies diabéticos con supermicrocirugía (involucra anastomosis de vasos sanguíneos con diámetro inferior a 0.8mm)<sup>26</sup>.

### Evaluación de la extremidad afectada

En raras ocasiones es llamado el cirujano plástico a valorar de forma aguda un paciente con trauma de miembro inferior, si no es porque presenta un defecto de tejidos blandos. También es infrecuente que sea tomado en cuenta el criterio reconstructivo cuando se trata de decidir una amputación como tratamiento.

Sin embargo, en cualquier momento que se requiera de la valoración del cirujano plástico es importante hacer una evaluación precisa del miembro afectado. Ya existe evidencia de que el éxito en el manejo de una extremidad inferior traumatizada depende primordialmente de una evaluación inicial precisa y basado en esto el clínico debe tomar la decisión de salvar el miembro o amputarlo.

Se han realizado diferentes sistemas de puntaje para asistir al cirujano en la evaluación de la herida, sin embargo el análisis de cinco de ellos ha demostrado que su utilidad es muy limitada y que por esta razón los puntajes no deben ser el único criterio para decidir la amputación<sup>16</sup>.

Se debe valorar en primera instancia el tipo de fractura, pues un defecto óseo significativo no es contraindicación para la reconstrucción ya sea mediante transporte óseo o transferencia de hueso vascularizado, si reúne las condiciones necesarias. Tampoco las lesiones en múltiples niveles o la presencia de comorbilidades constituyen hoy en día impedimentos para salvar la extremidad. Sin embargo, si no es posible mantener una función razonable se debe valorar la amputación como tratamiento definitivo<sup>14</sup>.

Una clasificación de las fracturas expuestas (FE) muy utilizada es la de Gustilo y Anderson (1976), que ha sido adoptada de forma universal. Estos autores clasificaron las fracturas expuestas en tres tipos tomando en cuenta el tamaño de la herida, el grado de lesión o contaminación de los tejidos blandos y el tipo de fractura. Más tarde, Gustilo y colaboradores (1984) subdividieron posteriormente el tipo III en tres subtipos basados en el grado de contaminación, el grado de despegamiento del periostio y la necesidad de una revascularización quirúrgica. La clasificación de Gustilo proporciona un sistema de definición manejable de la gravedad de las fracturas expuestas. Reconoce la diferencia entre los traumatismos de baja y de alta energía, la importancia de las lesiones de los tejidos blandos y, en especial, el efecto del despegamiento del periostio. Tiene un valor pronóstico, en cuanto al tiempo necesario para obtener la consolidación. También tiene cierta utilidad como valor pronóstico para la falta de unión de la fractura, la necesidad de injertos óseos y el funcionalismo de la extremidad<sup>15</sup>. (Tabla 1.)

Es importante conocer el estado vascular del miembro. Por ejemplo, la ausencia de pulsos medios debería evaluarse mediante angiografía, tanto para determinar el estado vascular para posibles colgajos locales como para futuros vasos receptores en caso de realizar un colgajo microquirúrgico. Cualquier tipo de insuficiencia arterial debe ser corregida, así como realización de fasciotomías si hay elevación de las presiones de los compartimentos.

En el caso de lesiones de mayor tiempo de evolución, se debe hacer una historia clínica exhaustiva para conocer los detalles del tratamiento que ha recibido el paciente. Es frecuente que se presenten casos con años de evolución, en donde lo que estamos observando es el resultado de múltiples intentos de reconstrucción, injertos óseos, fijaciones externas, material de osteosíntesis expuesto, múltiples esquemas antimicrobianos e incluso diversos colgajos. En este contexto muchas veces debemos conocer el estado actual del paciente de manera multidisciplinaria. Realizar los estudios pertinentes para determinar la presencia de osteomielitis

crónica y solicitar el criterio de parte de los infectólogos sobre el uso de antibióticos en cada caso. Solicitar además, una valoración ortopédica para conocer el estatus de ese hueso, presencia de material expuesto, secuestro o defectos óseos y planes de futuras reintervenciones.

Nunca está de más, comentar el caso con un servicio de Nutrición y de Trabajo Social para ayudar a mejorar las condiciones sociales y nutricionales que muchas veces se deterioran debido a la cronicidad de la enfermedad.

Tabla1. Clasificación de Gustilo de 1984 de fracturas expuestas

Tipo y subtipo	Definición
<b>I</b>	FE con herida limpia de longitud <1cm
<b>II</b>	FE con laceración de longitud >1cm, sin lesión extensa de tejidos blandos, colgajos ni avulsiones
<b>III</b>	FE con laceración, daño o pérdida amplia de tejidos blandos o bien, FE segmentaria o bien amputación traumática. También incluye: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Heridas por arma de fuego de alta velocidad</li> <li>- FE causadas por heridas deformaste</li> <li>- FE que requieren una reparación vascular</li> <li>- FE de más de 8 horas de evolución</li> </ul>
<b>IIIa</b>	Cobertura perióstica adecuada del hueso fracturado a pesar de la laceración o lesión amplia de los tejidos blandos. También traumatismo de alta energía, con independencia del tamaño de la herida dada la extensa lesión de los tejidos blandos subyacentes.
<b>IIIb</b>	Pérdida amplia de tejido blando con despegamiento del periostio y exposición del hueso. Generalmente se asocia a una contaminación masiva
<b>IIIc</b>	Asociada a una lesión arterial que requiere reparación con independencia del grado de lesión de los tejidos blandos.

Fuente: Gustilo, RB, et al. Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures. J Trauma. 1984;24:742–6

### Manejo de las lesiones de miembro inferior

La reconstrucción idónea de una extremidad inferior severamente lesionada debe incluir la restitución tanto de la función como de la forma, promover la consolidación ósea, restauración de la sensibilidad y minimizar la morbilidad en el sitio donador.

La restauración de los tejidos blandos en las FE no se limita a brindar cobertura para prevenir desecación e infección de la herida. Se sabe además que los tejidos blandos contribuyen con la reparación de la fractura sirviendo de fuente local de células madre o células osteoprogenitoras, factores de crecimiento y aporte vascular<sup>17</sup>.

Sin embargo, el momento adecuado para realizar la reconstrucción de los tejidos blandos sigue siendo un tema de debate. Lo que está claro es que la reducción y estabilización de las fracturas, así como la desbridación precede a la restitución de los otros tejidos<sup>14</sup>. En la década de los 80, la recomendación era que en el caso de fracturas expuestas Gustilo IIIB y C, debían tener la cobertura cutánea antes de las primeras 72 horas. Un estudio posterior luego del advenimiento de la TPN ha evidenciado que no aumenta el riesgo de necrosis de los colgajos o la incidencia de osteomielitis con la reconstrucción mediante colgajos libres más allá de las 72 horas. Otros han observado que el riesgo de infección y amputación aumenta en aquellos pacientes en los que el intervalo de cierre es mayor a 7 días luego de la lesión, incluso con el uso de TPN. Se ha sugerido que la inadecuada desbridación y la ausencia de un cirujano plástico durante las desbridaciones o cambios de apósito pueden estar involucrados en este hallazgo. Además los hallazgos sugieren que las infecciones encontradas en estos casos eran ocasionadas por patógenos intrahospitalarios más que por gérmenes residuales de la lesión original.

Existe otro estudio retrospectivo en el que aquellos defectos cerrados de manera temprana tuvieron menor tiempo en iniciar deambulaci3n, consolidaci3n definitiva, menos reintervenciones y tasa de infecci3n. Sin embargo, ninguno de estos trabajos cuenta con un nivel suficiente de evidencia como para poder estandarizar el intervalo de tiempo adecuado para la reconstrucci3n<sup>16</sup>.

Por otra parte, cabe recalcar que antes de proceder al cierre de heridas, es imperativo hacer una remoci3n completa de todo tejido desvitalizado. Algunos autores han comparado este proceso con el t3rmino de “necroscopía”, en cuanto se busca obtener una herida completamente limpia para minimizar el riesgo de infecciones tardías. Como dice Geoffrey

Hallock “ tres palabras resumen lo que se necesita -desbridación desbridación y luego más desbridación- hasta que sólo queden tejidos viables”<sup>14</sup>. Se sabe que una desbridación meticulosa remueve todo tipo de tejido no viable incluso músculo que podría servir como nido para la proliferación bacteriana y como fuente de miocinas catabólicas que impiden la reparación ósea <sup>17</sup>.

Como parte de este proceso de desbridamiento exhaustivo, el uso de terapia de presión negativa (TPN), ha alcanzado un papel preponderante en la preparación del tejido para su reconstrucción definitiva. Pero incluso esta será efectiva únicamente después de una desbridación satisfactoria. La TPN acelera la cicatrización al mejorar la perfusión tisular local, disminuyendo el edema de los tejidos y en el corto plazo disminuyendo la carga bacteriana. Se ha visto en un estudio prospectivo, randomizado, multicéntrico una reducción de 1.9 veces en la tasa de infección y una reducción de un 50% en la incidencia de dehiscencia de heridas luego del egreso comparado con controles tratados con apósitos convencionales<sup>14</sup>.

Aquellos casos donde existe un defecto de tejido blandos o signos de infección en presencia de material de osteosíntesis requieren de un manejo agresivo. Tradicionalmente este tipo de infecciones se trataban con retiro del material. Sin embargo, estudios más recientes han mostrado que infecciones superficiales sin exposición del material puede ser tratado sin retiro del mismo pero requerirá de algún tipo de reconstrucción de los tejidos blandos. Algunos casos de defectos con exposición de material pueden manejarse con restitución de la cobertura de partes blandas sin retiro del material siempre que no estén presentes algunos factores de riesgo como son la duración de exposición del material y el tiempo de infección. En el caso del material expuesto, si existe estabilidad del mismo, un período de exposición menor a 2 semanas, es factible darle cobertura sin retiro del mismo aunque no se encuentre expuesto. Por otra parte, un período mayor a 1 mes desde el diagnóstico ya lo define como infección crónica y se recomienda retiro o reemplazo del material de osteosíntesis. Un cultivo negativo se piensa que tiene mejor pronóstico, sin embargo no hay estudios sistemáticos al día de hoy que investiguen la validez de los cultivos tomados en condiciones de material expuesto. Se sabe que a mayor tiempo de exposición del mismo, llevará a contaminación y formación de un biofilm. Se habla incluso de brindar cobertura de tejidos blandos de manera profiláctica en casos donde ya hay una condición preexistente como una cobertura insuficiente o de mala calidad, o en casos donde la cicatrización se encuentra comprometida tales como pacientes portadores de diabetes mellitus, artritis reumatoide, inmunosupresión, irradiación, trauma, tabaquismo o cirugías previas. A pesar de estos hallazgos, es necesario realizar más estudios con mayor evidencia para poder establecer unas guías definitivas de manejo de estos casos<sup>18</sup>.

## El problema de la Osteomielitis Crónica

El término osteomielitis tiene su origen en las palabras griegas “osteon” y “myelon”, que significan hueso y médula respectivamente. Sin embargo el término OM se utiliza como sinónimo para describir una inflamación tanto de la cortical como del hueso canceloso. Esta puede ocurrir en cualquier hueso del esqueleto humano, ya sea por invasión microbiana de manera exógena por contaminación local de la herida o por diseminación hematógena, siendo esta última más frecuente en niños. Posterior a la invasión microbiana, los patógenos forman un *biofilm* cuyos componentes interactúan con los osteoblastos y el sistema inmune. Los patógenos responsables de OM, tienen la capacidad de formar esta matriz tridimensional o *biofilm*, luego de colonizar las superficies necróticas tanto de tejido blando como óseo y cuerpos extraños como materiales de osteosíntesis. Inicialmente los microorganismos del *biofilm* se encuentran en un estado principalmente aeróbico y planctónico, es decir suspendidos en un fluido, y con una alta tasa metabólica. En el estado de madurez, adquieren una forma sésil donde se encuentran en un estado anaerobio<sup>19</sup>.

En la OMC, donde encontramos una infección de tipo *biofilm*, sólo una pequeña fracción de los microorganismos están flotando libremente (estado planctónico) de manera que sean sujetos a cultivo y sensibles a los antibióticos sistémicos. La gran mayoría de patógenos se encuentran en una base sésil, firmemente adherida al hueso, implantes o tejido necrótico. En este estado, los microorganismos son invulnerables a las defensas del huésped y a las concentraciones circulantes de antibióticos. Con el tiempo, las toxinas microbianas y los productos cáusticos liberados por la respuesta inflamatoria local causan una profunda destrucción local y en algunos casos llegar al compromiso sistémico<sup>20</sup>.

Dicha fisiopatología requiere de la remoción completa del *biofilm* mediante desbridación, optimización médica de las respuestas inmunes y una concentración adecuada de antibióticos para eliminar el microorganismo en cuanto se realice la desbridación.

Actualmente el 90% de los pacientes con OMC tienen un resultado exitoso. Al igual que en la patología oncológica, la elección del tratamiento de la OM es guiado por un sistema de estadiaje. Aunque se han publicado otras, la clasificación de OM del adulto de Cierny/Mader publicada por primera vez en 1985, continua siendo un sistema reproducible, útil para comparar protocolos y diferentes tratamientos y además es aplicable a infecciones de la mano, cabeza y columna<sup>20</sup>. (Ver Anexo 1)

La clasificación de Cierny/Mader estratifica los factores primarios que afectan el tratamiento, tales como la extensión de la necrosis ósea, la salud del paciente y el impacto de la

enfermedad en la función. Hay tres clases con respecto al huésped (A, B y C) y cuatro variantes anatómicas (tipos I-IV) que combinados generan doce estadios clínicos. El tipo anatómico determina el abordaje quirúrgico, mientras que la clase de huésped ayuda en la selección de opciones terapéuticas.

El sistema de estadiaje denomina al huésped- A si se trata de pacientes sanos. El huésped-B es aquel paciente con comorbilidades que afectan su respuesta al estrés, trauma o infección (Tabla2.). Esto constituye un factor de riesgo de fallo en el tratamiento debido a deficiencias metabólicas, inmunocompromiso, episodios de bacteremia, problemas con la herida y sangrado excesivo. Si los riesgos o morbilidad del tratamiento superan los beneficios, el paciente se clasifica como huésped-C y no se le ofrece tratamiento definitivo sino paliativo o expectante.

La optimización del huésped implica la reversión o mejoría de sus comorbilidades de manera que se acerque al estado de un huésped-A. También es factible disminuir el riesgo eligiendo una opción quirúrgica de menor morbilidad y prescindir de la colocación de implantes. En caso de requerir necesariamente un implante, el tratamiento se puede hacer en etapas. Luego de recibir antibióticoterapia para mejorar las defensas del huésped, eliminar patógenos residuales, salvaguardar el tejido para futura cobertura y mejorar la tasa de éxito.

Tabla2. Comorbilidades que afectan la respuesta del huésped al tratamiento

Factores locales	Factores sistémicos
Edema Crónico Estasis Venosa Enfermedad de grandes vasos Arteritis Cicatrices extensas Fibrosis por radiación Obesidad Exceso de Cuerpos Extraños	Malnutrición Inmunodeficiencia Hipoxia Malignidad Diabetes Edad avanzada Falla orgánica Coagulopatía Tabaquismo Toxicomanía Fármacos que afectan unión ósea (fenitoína, quinolonas) Colonización de piel

Fuente: Cierny, G. Surgical Treatment of Osteomyelitis. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2011; 127 (Suppl.): 190S.



La elección del tratamiento debe ofrecer al paciente una ventaja significativa. En casos de infección persistente, dolor, deformidad, descarga crónica puede que la opción de tratarlos no sea la más indicada si disminuye la calidad de vida del paciente.

En relación con la patología del hueso propiamente, la clasificación de Cierny/Mader escala en complejidad del tipo I al IV<sup>20</sup>.

*Osteomielitis medular (tipo I)*: el *biofilm* se anida en el endostio en una cicatriz densa, médula infartada, hueso necrótico o un implante medular. El compromiso de los tejidos blandos es usualmente reactivo y responde a la remoción del nido y a un ciclo corto de antibióticos. La variante hematogena es más común en pacientes inmunosupresos, tiende a ser más diafisaria que metafisaria y corresponde a un 2% de los casos.

*Osteomielitis superficial (tipo II)*: es una verdadera forma de osteomielitis por continuidad. En este caso el nido es una superficie ósea expuesta en el fondo de una herida crónicamente abierta. El contenido medular no está comprometido. Ejemplos comunes son el hueso encontrado en la base de una úlcera por presión o heridas crónicas asociadas con injertos óseos de Papineau<sup>20</sup>, el cual consiste en el relleno de injerto óseo a cielo abierto con irrigación continua con solución salina y antibiótico tópico y sistémico hasta lograr la curación después de varios días y la cubierta definitiva con injerto libre de piel, pero con la dificultad que señalan varios autores de que ésta no puede exceder 4 cm de diámetro por la posible fractura por sobrecarga<sup>21</sup>.

*Osteomielitis Localizada (tipo III)*: tiene como característica principal la presencia de un secuestro de cortical de espesor total. Hay varios patrones. En el tipo I el canal está comprometido, en el tipo II puede haber defecto de tejidos blandos y es común que esté presente algún material de osteosíntesis. Algunos ejemplos incluyen infección de la unión de una fractura con una placa de fijación y presencia de un fragmento en mariposa secuestrado. Se distingue del tipo IV cuando luego de la desbridación el fragmento óseo se mantiene estable.

*Osteomielitis Difusa (tipo IV)*: es una infección profunda que atraviesa de lado a lado combinando características de los tres tipos precedentes con la adición de inestabilidad. Estas lesiones son inestables intrínsecamente (por ejemplo: malunión infectada) o inestable luego de la desbridación<sup>21</sup>.

Para estadiar al paciente se debe diagnosticar el tipo de OM. En este contexto los estudios por imágenes son el mejor instrumento. Las radiografías simples proveen una idea de la anatomía

y las condiciones patológicas del hueso y tejidos blandos en la zona de interés. Sin embargo, la especificidad de las radiografías para detectar OM es mayor que la sensibilidad por lo que no es el mejor estudio en estos casos.

El ultrasonido es útil en el diagnóstico de colecciones, compromiso perióstico y alteraciones de los tejidos blandos. Sirve además de guía para drenajes y biopsias tisulares. Pero no tiene utilidad alguno en determinar si hay afección del hueso.

La tomografía axial computarizada o TAC aunque no es particularmente sensible en detectar OM, es un método útil para detectar erosión ósea temprana y documentar secuestros óseos, cuerpos extraños o formación de gas.

Por otra parte la centellografía ósea es un método no específico pero sensible para la detección de enfermedad ósea mientras que el escaneo con glóbulos blancos marcados con Indio-111 es más útil para localizar osteomielitis y evaluar la respuesta al tratamiento.

La Resonancia Magnética Nuclear es la modalidad más sensible (82-100%) y más específica (75-95%) para la detección de la infección ósea. Provee además de detalles anatómicos superiores y brindan información detallada sobre la extensión de la infección en el hueso y tejidos blandos.

Otras pruebas de laboratorio son útiles tanto en el diagnóstico como para control de la OMC. Estudios de grandes series de pacientes han mostrado la utilidad de la VES y la PCR. Algunos han encontrado elevación de la VES en un 92% de los pacientes y PCR en un 41%. No se ha demostrado una clara evidencia de que haya una correlación directa entre estos valores y la severidad de la infección. Sin embargo se ha visto su utilidad para el seguimiento y valorar respuesta al tratamiento<sup>27</sup>. En un análisis realizado en 90 casos de OMC durante 20 años, se encontró que la VES constituía la prueba más sensible<sup>28</sup>.

### Tratamiento de la Osteomielitis Crónica

Para tener éxito en el manejo de esta patología, es necesario conocer además de cómo hacer el diagnóstico adecuado, la patogénesis de la enfermedad así como los patógenos más comunes, los principios de una terapia antimicrobiana efectiva y como y cuando intervenir mediante desbridación quirúrgica y procedimientos reconstructivos<sup>22</sup>.

El tratamiento no quirúrgico inicia con mejorar las comorbilidades del paciente y sus deficiencias (corrección de anemia, hipotermia, hiperglicemia y otros trastornos metabólicos) Se debe seleccionar una terapia antibiótica inicial apropiada que luego será modificada según los

cultivos obtenidos en sala de operaciones. La terapia antibiótica adecuada es crucial para un resultado favorable. Puede ser oral, parenteral y en algunos casos local por medio de partículas de polimetilmetacrilato o sulfato de calcio mezclados con antibióticos.

### Agentes causales.

La identificación del microorganismo causal es muy importante para establecer el diagnóstico definitivo y seleccionar el antibiótico apropiado. Las muestras se deben obtener del hueso propiamente (criterio estándar para diagnóstico definitivo de sepsis) o de sangre (en casos de OM hematogena). Los cultivos de tractos fistulosos generalmente no son confiables y suelen no tener correlación con los cultivos de hueso.

La OM hematogena suele ser causada por un único germen, mientras que las infecciones por continuidad suelen ser polimicrobianas.

El microorganismo más frecuentemente aislado es el *Staphylococcus aureus*, debido a sus factores de virulencia, como la secreción de glicocálix y la formación de *biofilm*.

Otros agentes son los estafilococos coagulasa-negativos, la *Pseudomonas aeruginosa*, de la sespecies de enterobacterias, más común en infecciones nosocomiales o luego de haber recibido otras terapias antibióticas. Además se han visto casos originados por estreptococos, micobacterias y hongos.

Algunas bacterias como el *S.aureus*, *Staphilococcus epidermis* y *P. aeruginosa*, estreptococos grupo A tienen la capacidad para formar un *biofilm*, que es una comunidad bacteriana altamente estable y estructurada en la que las bacterias se encuentran rodeadas por una matriz extracelular a partir de un polímero. Estas bacterias adoptan un fenotipo distinto, se comunican entre ellas por medio de señales intercelulares y se adhieren a superficies inertes o vivientes. Todo esto genera una combinación de mecanismos fenotípicos, mecánicos y metabólicos que hace que los antibióticos no puedan penetrarlo. Aunque algunos antibióticos tienen mayor acción contra los *biofilm* bacterianos que otros, el tratamiento adecuado es la desbridación quirúrgica<sup>22</sup>.

### Terapia antimicrobiana

Esta juega un papel importante en el caso de la osteomielitis aguda. Sin embargo, en el caso de la OMC el nido infeccioso es impermeable a los antibióticos, por lo que estos tienen un papel adyuvante en el tratamiento.

De igual manera se debe tomar en cuenta en la elección del antibiótico, cuál es su penetrancia en tejido óseo, la efectividad contra los patógenos que más probablemente estén presentes así como su toxicidad.

El antibiótico adecuado debe penetrar hueso. Estudios indican que para la mayoría de antibióticos la concentración sérica predice la concentración óseo y que usualmente esta excede la concentración mínima inhibitoria del microorganismo.

Otra manera de administrar antibióticos es a nivel local mediante la inserción de partículas de cemento impregnadas con gentamicina que rellenan temporalmente el espacio muerto que se genera luego de desbordar el hueso necrótico infectado. Se han reportado tasas de curación hasta de 91%. También existe polimetilmetacrilato mezclado con gentamicina<sup>22</sup>.

En general son pocas las indicaciones de un tratamiento médico exclusivo de la OMC. La excisión amplia de todo el tejido comprometido y el cierre del hueso dentro de un envoltorio de tejidos blandos sanos vascularizados son esenciales si el objetivo es erradicar la infección<sup>23</sup>.

### Manejo quirúrgico de la OMC

Una vez definido el grado de osteomielitis y estadificado el paciente según la clasificación de Cierny/Mader, es momento de elegir el manejo quirúrgico definitivo.

Los tratamientos quirúrgicos deben ser dirigidos con un objetivo curativos en la medida de lo posible. Esto implica una resección amplia con márgenes libres, lo cual no siempre es factible. Una resección marginal puede dejar tejido blando o hueso colonizado por bacterias, y todo tejido o material contaminado puede ser un nido para la recurrencia.

Si una sección del hueso infectado es crítico para la estabilidad axial, el cirujano tiene dos opciones: resección del hueso con la consiguiente desestabilización de la extremidad, lo cual significa mayor tiempo y esfuerzo; o dejar el tejido y hacer un intento por erradicar la infección. Se debe considerar la capacidad del paciente para soportar tanto la cirugía como un curso prolongado de antibióticos. En el caso de huéspedes B o C podría ser preferible la amputación o tratamiento antimicrobiano crónico supresivo.

Si el sitio muestra una consolidación satisfactoria y estabilidad, el paso a seguir es un desbridamiento quirúrgico agresivo, lavado y *debulking* o resección de toda carga de contaminación. Podría utilizarse algunas partículas impregnadas con antibiótico que aunque no sean curativas pueden ayudar a controlar la contaminación. Cierny propone un algoritmo para manejo de OMC <sup>20</sup>(ver Anexo 2)

De acuerdo al estadiaje descrito previamente, Cierny publicó una propuesta de manejo para cada estadio. (Tabla 3)

Tabla 3. Salvataje de miembro inferior según estadiaje de Cierny/ Mader

Estadio	Antibiótico	Quirúrgico
<b>Tipo I. OM Medular</b>	Exclusivo, sólo en casos de infección por micobacterias, hongos, o lesiones asintomáticas. Adyuvante en la mayoría de casos	Excisión del nido a través de una ventana cortical. Abordaje Directo: destechamiento de la lesión. Abordaje Indirecto: por medio de perforaciones en el canal. Cierre directo con Relleno del espacio muerto medular con algún antibiótico de depósito + curso corto de antibióticos parenterales
<b>Tipo II. OM superficial</b>	Adyuvante	Desbridamiento de hueso y tejidos blandos hasta obtener tejido viable. Manejo dirigido a planear cobertura de tejidos blandos
<b>Tipo III. OM localizada</b>	Adyuvante Si requiere de reconstrucción ósea o el espacio muerto es significativo, seguirá con un curso de antibióticos locales.	Desbridamiento genera defecto compuesto de tejido blando y hueso. Si hay inestabilidad se coloca fijador externo. Se da prioridad a la cobertura de tejidos blandos.
<b>Tipo IV. OM difusa</b>	Adyuvante Son las más difíciles de tratar.	Siempre hay inestabilidad luego de desbridar. Protocolos abogan por reconstrucción en etapas, con la reconstrucción una vez este libre de infección el sitio.

Fuente: Cierny, G. Surgical Treatment of Osteomyelitis. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2011; 127 (Suppl.): 190S.

Con respecto a los resultados postoperatorios, ha sido de interés por parte de algunos determinar si existe alguna diferencia entre la amputación temprana o la reconstrucción en trauma severo de la extremidad. Las fracturas expuestas de la tibia con OM son extremadamente difíciles de tratar, aun a pesar de un tratamiento adecuado. El grado de avulsión del periostio, de disyunción de la vascularidad endóstica, desvitalización del hueso y tejidos blandos, la pérdida de masa ósea, la ausencia de cobertura cutánea así como otras lesiones asociadas y comorbilidades del paciente tienen un impacto en el resultado final.

El desarrollo de protocolos de manejo ha llevado al planteamiento de un manejo ortoplastico de estos pacientes. Se han obtenido mejores resultados en el salvamento de extremidades con estas técnicas que incluyen manejo avanzado de las fracturas, reconstrucción ósea y restauración de los tejidos blandos como prioridad.

## **Reconstrucción de partes blandas en traumatismo de miembro inferior**

Como se ha desarrollado anteriormente, el tratamiento de la osteomielitis y de los defectos del miembro inferior son un gran reto para el cirujano plástico. El tratamiento definitivo además de la desbridación agresiva del hueso afectado es la reconstrucción con colgajos locales, regionales o distantes. Antiguamente las opciones reconstructivas eran escasas e incluían cierre primario (inmediato o diferido) e injerto cutáneo.

Se ha establecido claramente que la cobertura temprana de fracturas Gustilo IIIB resulta en menores tasas de infección, osteomielitis y malunión. Sin una cobertura apropiada no es posible la consolidación debido a infección, desecación, necrosis del hueso y eventualmente a osteomielitis crónica, conduciendo a la amputación finalmente<sup>24</sup>. De ahí que la cobertura cutánea es tan importante como la reducción y manejo de las fracturas.

### Evolución de los colgajos en cirugía reconstructiva

La historia de los colgajos de piel comienza en el siglo XIX con los trabajos anatómicos de Manchot y Spalteholz que describieron diferentes territorios vasculares a nivel de la piel. Estos trabajos fueron completados por estudios radiográficos realizados por Salmon en 1936 quien demostró la existencia de otros territorios adicionales.

En los años 80, los colgajos musculocutáneos se convierten en una técnica popular para reconstrucción de tejidos blandos. Estos se clasifican según su anatomía vascular. Además de su robusta vascularidad, estos colgajos proveen de suficiente volumen para el relleno de grandes defectos, haciéndolos muy útiles en gran variedad de situaciones. Sin embargo es su voluminosidad la que puede reducir la función y estética del sitio reconstruido y que se dificulta más porque la atrofia muscular secundaria es muy impredecible. A esto se agrega la morbilidad en el sitio donador por utilizar un músculo sano<sup>3</sup>.

El siguiente paso en la evolución de la transferencia de tejidos son los colgajos perforantes. Descritos inicialmente por Song et al<sup>4</sup> en 1984, luego desarrollado por cirujanos pioneros. Los

colgajos perforantes son islas cutáneas o fasciocutáneas que obtienen su irrigación de un vaso perforante, el cual es elegido intraoperatoriamente entre varias perforantes que irrigan una cierta región cutánea. La perforante es disecada del músculo o septum por el cual discurre, es ligada a nivel de la arteria de origen que es la que usualmente da nombre al colgajo. Este vaso perforante es suficiente para irrigar toda la paleta cutánea o angiosoma<sup>3</sup>.

El concepto de angiosoma, desarrollado por Taylor y Palmer en 1987 consiste en que un bloque compuesto de tejido, desde los tejidos profundos hasta la piel son irrigados anatómicamente por un solo vaso reconocido. Este vaso se ramifica en vasos más pequeños que perforan los músculos o septos para irrigar la piel<sup>3</sup>.

En 1986, Nakajima ya había distinguido 6 tipos de arterias cutáneas y elabora una clasificación de colgajos cutáneos en 6 grupos, que es fundamental para comprender los colgajos perforantes. En realidad, desde la I Guerra Mundial, Gino Pieri, un cirujano militar italiano, había publicado en su atlas en 1918 un mapa de colgajos perforantes del cuerpo humano. Kroll y Rosenfield retomaron la idea de Pieri y fue el primer uso del término “colgajo perforante” en 1988. Un año más tarde, Koshima y Soeda prueban la viabilidad de un colgajo cutáneo vascularizado por una arteria perforante a partir de la arteria epigástrica inferior profunda (“*DIEP flap*”). En 1991, Hyakusoku describe un colgajo en isla, vascularizado por una perforante y rotado 90° para la reconstrucción de contracturas cicatriciales secundarias a quemaduras. La paleta cutánea fue diseñada con una forma oval helicoidal inicialmente. Su forma y movilización recuerda las aspas de una hélice o propela, de donde deriva su nombre. Inicialmente la perforante estaba incluida en un pedículo subcutáneo localizado en el centro de la hélice. Durante los últimos 20 años, los colgajos en propela han evolucionado en cuanto a su vascularidad y diseño espacial .

El uso de colgajos cutáneos sin el músculo subyacente fue validado más adelante luego de demostrar que su aplicación puede ser efectiva en el contexto de una lesión. El pensamiento tradicional, basado en estudios que comparaban colgajos musculares con colgajos de patrón aleatorio, era que los colgajos musculares se desempeñaban mejor en el escenario de una infección. Sin embargo no se trataba de una comparación precisa pues los colgajos musculares tienen su propia irrigación axial que es muy superior a la de los colgajos aleatorios. Los colgajos perforantes, al igual que los colgajos musculares, tienen un aporte vascular axial. Debido a estos hallazgos, un abordaje más moderno de la cirugía reconstructiva se puede establecer, pues se sabe hoy que los colgajos perforantes son tan efectivos como los musculares en lechos con radiación, infección de material protésico u OM<sup>3</sup>.

Uno de los pioneros en el campo de la cirugía ortopédica, el cirujano plástico Marco Godina introdujo conceptos importantes sobre el salvamento de extremidades. El primero fue el concepto de la necrosectomía radical, es decir la resección de todo tejido no viable, seguido de cobertura inmediata con reconstrucción microquirúrgica como se realiza en los casos de reconstrucción oncológica. El segundo concepto es el de procedimiento en un solo paso en el cual se realiza tanto la reconstrucción ósea como de tejidos blandos en un sólo tiempo quirúrgico. La aplicación de estos conceptos ha sido cada vez más extendida con buenos resultados<sup>25</sup>.

### Aplicación de los colgajos en reconstrucción de miembro inferior

Tradicionalmente se ha recomendado apegarse a la escalera reconstructiva para el manejo de este tipo de lesiones. Sin embargo existen casos en los que la mejor opción es la última de la escalera como la microcirugía, siendo factibles los otros procedimientos de menor complejidad. Por ejemplo las lesiones en el tercio proximal de la tibia aunque puedan recibir una buena cobertura, si el defecto es muy grande un colgajo pediculado de gastrocnemio no será suficiente y requerirá de una transferencia libre de tejido.

Los colgajos libres musculocutáneos se pueden utilizar cuando hay áreas con mucho espacio muerto en el tejido blando. Los colgajos microquirúrgicos también pueden levantarse junto con un nervio para proveer de una cobertura con sensibilidad en áreas donde la falta de la misma podría producir daño en el colgajo. Nuevos avances en la disección de nervios y uso de conductos nerviosos hacen que la reconstrucción nerviosa tenga hoy en día un cierto papel. Sin embargo ha habido una cierta tendencia hacia los colgajos perforantes debido a características que les confieren cierta ventaja sobre los colgajos libres musculares<sup>1</sup>.

Adicionalmente, lesiones con daño óseo significativo se pueden beneficiar de colgajos libres osteocutáneos, de manera que se reconstruye hueso con cobertura cutánea en un mismo tiempo. También se han desarrollado recientemente colgajos que al mismo tiempo que proveen cobertura proporcionan un bypass arterial y pueden utilizarse en pacientes con enfermedad arterial periférica, los cuales son conocidos como “*flow-through flaps*”. Uno de los conceptos más nuevos en cirugía reconstructiva es el alotransplante de tejido compuesto, que está ganando popularidad en la reconstrucción de pérdidas tisulares altamente complejas<sup>1</sup>.

Las heridas del tercio distal de la pierna son reconocidas por su dificultad para reconstruir. La carencia de tejido disponible en los alrededores complica el diseño de colgajos locales<sup>7</sup>. Además de que la vascularidad es más limitada en la pierna que en otras regiones del cuerpo.



Esto hace que la preferencia en general se incline más hacia la transferencia libre de tejidos. Sin embargo, las opciones locales o regionales suelen ser más escogidas debido a un menor tiempo operatorio y mejor correspondencia en cuanto a color y grosor del tejido. Algunos autores como Tiew Chong<sup>7</sup> consideran difícil de aceptar que un defecto pequeño-mediano de la pierna distal se pueda cubrir de manera segura únicamente con colgajos libres.

A nivel de tercio medio y distal de la pierna es frecuente la reconstrucción con colgajos pediculados fasciocutáneos locales. Sin embargo la evolución de la escuela de colgajos fasciocutáneos de Masquelet y los conceptos de angiosomas descritos por Taylor y de perforasomas han convertido estos colgajos en una muy buena opción<sup>25</sup>.

### Colgajos musculares versus fasciocutáneos en miembro inferior

Las fracturas de tibia son lesiones severas, que tardan en promedio hasta 43 semanas para consolidar, con un 13% de malunión incluso en los mejores centros. Se han realizado grandes avances en el manejo de estas lesiones, como el manejo multidisciplinario y ortoplastico que ha llevado a reducir el tiempo de unión a un promedio de 26 semanas. Cuando además existe un defecto de tejidos blandos y se debe considerar la realización de un colgajo se ha propuesto que el tipo puede tener un papel biológico importante en el proceso de reparación de la fractura<sup>17</sup>.

Con respecto a la vascularidad, existe evidencia de que los colgajos musculares contribuyen con una mayor vascularidad al defecto que los fasciocutáneos. Sin embargo en un modelo canino se observó que aunque inicialmente había un incremento en el flujo sanguíneo del músculo en las primeras 24 horas, en la superficie profunda del colgajo fasciocutáneo se daba un incremento en la circulación más insidioso pero constante que al día 6 excedía el flujo del músculo.

Las observaciones en el comportamiento de las fracturas en presencia de uno u otro colgajo sugieren que otros factores influyen en la cicatrización además de la vascularidad.

La reparación de fracturas requiere del reclutamiento de células osteoprogenitoras. Las células madre mesenquimales pueden originarse de diferentes tejidos incluyendo médula ósea, periostio, dermis, tejido adiposo, músculo, vasos sanguíneos y del torrente sanguíneo. En fracturas cerradas las principales fuentes de células osteoprogenitoras se piensa que son la médula ósea y el periostio. En fracturas abiertas de alta energía que se caracterizan por pérdida de periostio y médula ósea, especialmente con la colocación de clavos intramedulares.

En este caso, las células osteoprogenitoras deben originarse de los tejidos blandos locales o de la circulación.

Está bien establecido que el músculo provee de un ambiente favorable para la osteogénesis, aunque si está dañado será menos efectivo. Tanto el tejido fasciocutáneo como muscular son ricos en células madre mesenquimales. Sin embargo, el potencial osteogénico varía según el origen del tejido. Por ejemplo las células estromales musculares tienen mayor potencial osteogénico que las de tejido fasciocutáneo.

La evidencia clínica en este campo es limitada. Pero de las observaciones realizadas se ha descrito que las fracturas abiertas de huesos no rodeados por músculo (como la tibia), consolidan más lentamente y que la cicatrización se ve acelerada cuando se da cobertura con un colgajo muscular. Un modelo llamado *fix and flap* (repara y reconstruye) que proponía la fijación de fracturas Gustilo III con la rotación inmediata del colgajo muscular, logro reducir el tiempo de consolidación a 41 semanas con mejores tasas de salvamento de la extremidad y amputación<sup>17</sup>.

En relación con los colgajos fasciocutáneos, su uso es cada vez más popular y han tenido éxito en series grandes de pacientes en reconstrucción de fracturas expuestas de tibia. Ofrecen la ventaja de la simplicidad, disponibilidad, versatilidad, reemplazo de "igual con igual" sin sacrificar la función muscular. Existen estudios que han mostrado buenos resultados en heridas infectadas, mientras que otros han encontrado una tasa alta de complicaciones cuando se han utilizado para cobertura de fracturas Gustilo IIIB, con tasas hasta de 20% versus 7.6% en otras series<sup>17</sup>.

Los colgajos fasciocutáneos se han visto útiles en casos de OMC de tobillo, con la ventaja de brindar un contorno favorable para el uso de zapatillas. En una revisión sistemática, se concluye que los colgajos fasciocutáneos son superiores a los musculares en cuanto a cobertura de fracturas metafisiarias. Sin embargo el músculo colocado en aposición directa con fracturas diafisiarias tiene gran impacto en la cicatrización. También contribuyen con la obliteración del espacio muerto reduciendo la posibilidad de colecciones<sup>17</sup>.

### Definición de los colgajos en propela

Los colgajos en propela son un tipo de colgajo perforante. Estos últimos se clasifican como pediculados o libres. El colgajo perforante pediculado, es cuando el pedículo vascular se mantiene íntegro y el colgajo es rotado para cubrir un defecto cercano. Cuando el colgajo es rotado entre 90-180° son conocidos como colgajos en propela<sup>3</sup>.

También se definen como colgajos cutáneos en isla con forma helicoidal, con su eje de rotación centrado en un vaso perforante<sup>2</sup>.

Tiew Chong lo define como un colgajo local en isla fasciocutáneo basado en una perforante disecada<sup>7</sup>. Es diseñado como una hélice o propela con dos aspas de longitud desigual con la perforante como punto pivote de manera que cuando las aspas giran el lado más largo cubre de manera confortable el defecto (Fig. 1). La habilidad del colgajo de rotar hasta 180° lo hace extremadamente versátil en la reconstrucción de todo tipo de defectos de la pierna distal donde fue originalmente concebido. Su uso se ha ido extendiendo de manera gradual para la cobertura de defectos en diferentes partes del cuerpo.

Son un tipo de colgajo perforante. Según el consenso de Gent los colgajos perforantes consisten en una paleta cutánea, con o sin fascia, nutrida por ramas perforantes que tienen su origen en un eje vascular profundo con un curso intramuscular (colgajo perforante musculocutáneo) o septal (colgajo perforante septocutáneo)<sup>9</sup>.

El consenso de Tokio sobre colgajos en propela los define como “un colgajo perforante con una isla cutánea conformada por dos paletas una más grande y una más pequeña, separadas por un vaso perforante nutriente que corresponde al punto pivote”<sup>10</sup>.

Los colgajos en propela suelen ser de base distal en la reconstrucción de pierna distal. Esto es debido a que la estructura de la pierna es semejante a un cono dirigido hacia abajo donde el tobillo y tercio distal cuentan con menos tejido sano para reconstruir. Si el colgajo fuera de base proximal, tendría problemas para obtener tejido de zonas más distales, además del riesgo de exponer el borde de la tibia y el tendón de Aquiles, los cuales presentan mayor dificultad de cobertura. El colgajo en propela pivotado sobre una única perforante evita estos problemas utilizando tejido completamente sano de la pierna proximal hacia el defecto primario y de manera secundaria traslada el defecto secundario hacia una zona más fácil de injertar sobre los vientres musculares proximales<sup>7</sup>.

Son basados en un solo pedículo por una razón, y es que dos perforantes tendrían el riesgo de generar torsión una con la otra o que para evitar la torsión, se vea limitado el ángulo de rotación del colgajo. Cuando la rotación es hasta 90° podría no importar que se mantenga más de un pedículo<sup>7</sup>.

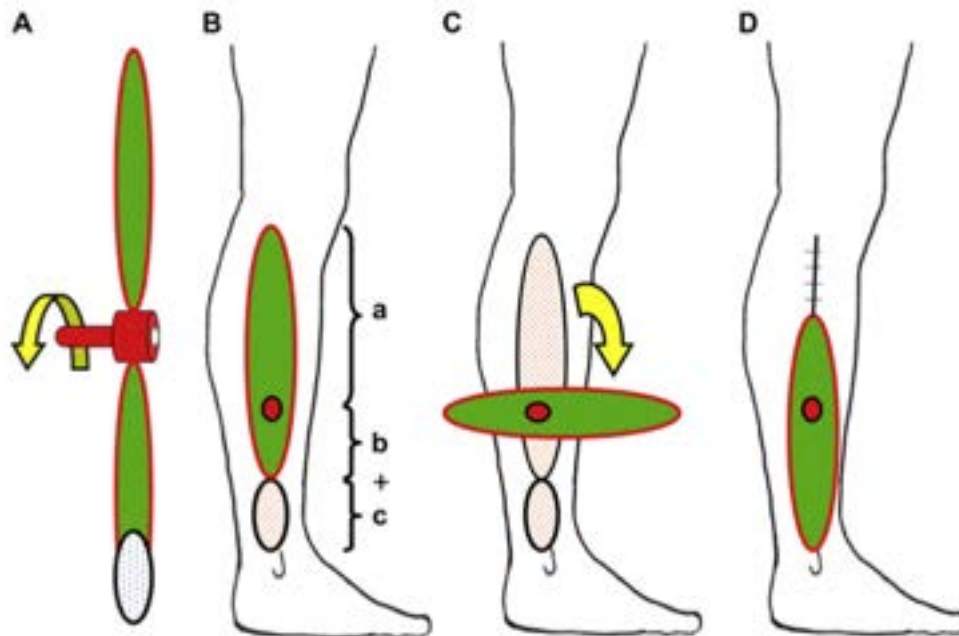
El colgajo se diseña en isla también por razones de seguridad, ya que la conexión de piel de un colgajo peninsular o pediculado favorece una torsión en la base que conlleva cierto riesgo de

compresión y estiramiento del pedículo y potencialmente causar sufrimiento del colgajo. Por el contrario, liberar todas las conexiones de tejido blando en un colgajo en isla le da al colgajo en propela mayor libertad para pivotar y rotar sobre su pedículo. Esto también favorece un alcance más distal del colgajo cuando se requiere<sup>7</sup>.

Existen estudios realizados en animales donde se demuestra que la torsión de un pedículo microvascular lleva a una significativa reducción de la patencia vascular. Esta reducción es más importante para las venas que las arterias. Experimentalmente en ratas, la patencia microvascular a nivel de la arteria y vena femoral es de 80% luego de una torsión de 90°; 70% para la arteria y 25% para la vena con una torsión de 180°. Las venas son más sensibles para la torsión debido a la conformación más débil de su pared, una menor presión intraluminal y una mayor elasticidad. El odds ratio con respecto a riesgo de trombosis con una torsión de 90° es de 2 para una arteria y 6 para una vena; y se convierte en 4 para la arteria y 37 para la vena con 180° de torsión.

Estudios de Topalan et al<sup>5</sup> muestran que una semana después de realizar la torsión del pedículo una patencia microvascular de 100% con torsiones de 90° para arterias y 180° para venas. Se ha visto que en realidad existe una fase crítica de 72 horas, en las que el riesgo trombotico es alto para las venas si la torsión es superior a 90°. Luego de este período la tasa de patencia microvascular retorna a un nivel normal y el riesgo de trombosis venosa se vuelve casi inexistente. En este sentido una anticoagulación preventiva durante 72 horas sería justificado para aquellos colgajos en propela con rotaciones superiores a 90°. Aunque en la práctica clínica no es tan frecuente ver congestión venosa, por lo que muchos no recomiendan la anticoagulación de manera rutinaria.<sup>2</sup>

Existe una clasificación de los colgajos en propela que facilita el procedimiento de disección y se basa en el vaso perforante que irriga el colgajo. La perforante puede ser musculocutánea o septocutánea. Los colgajos en propela pueden ser clasificados de diferentes maneras.



**Figura 1.** El concepto de colgajo en propela. A) El concepto de colgajo en propela puede ser visualizado como dos aspas de diferente longitud con la perforante como punto pivote; cuando la hélice gira el lado más largo llena el defecto. B) Marcaje del colgajo: la distancia entre la perforante y la punta proximal del colgajo (a) es igual a la longitud del defecto (c) más la distancia desde el borde proximal del defecto y la perforante (b) con 1cm más agregado para permitir un cierre sin tensión debido a la retracción del tejido cuando se levanta el colgajo. El ancho del colgajo es igual al ancho del defecto más 0.5 cm. C) Luego de disecar por completo el colgajo y la perforante el colgajo es rotado para cubrir el defecto. D) El brazo corto del colgajo en propela es utilizado para ayudar en el cierre del defecto secundario ya sea por completo o con ayuda de un injerto cutáneo. Chong, T. The Propeller Flap Concept. *Clin Plastic Surg.* 2010; 37: 615–626.

### Clasificación de colgajos en propela basada en el tipo de pedículo<sup>2</sup>

1. **Colgajo de perforante pediculado en propela.** Son colgajos cutáneos, vascularizados por un pedículo perforante el cual es esqueletizado en su completa longitud (Fig. 2b). La disección del vaso perforante tiene dos ventajas: permite una rotación segura del colgajo hasta 180° y también que pueda ser diseñado de manera efectiva y segura de acuerdo al curso de la perforante. En este sentido permite el uso de una paleta cutánea más grande y la cobertura de defectos más distantes. Es recomendado seleccionar una perforante dominante de calibre superior a 1mm.

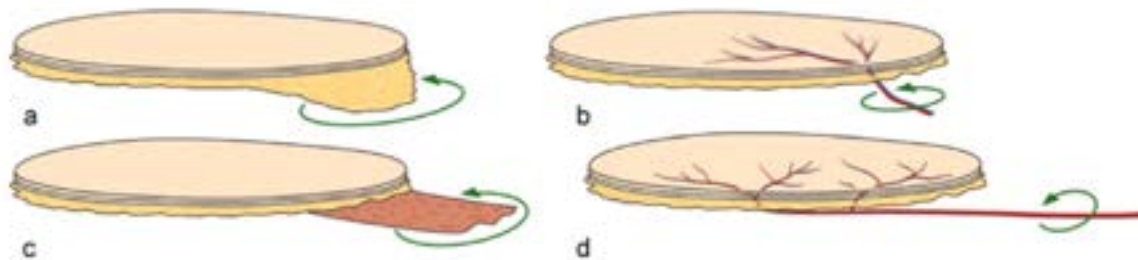
2. **Colgajos en propela pediculados no perforantes:** estos colgajos cutáneos helicoidales y centrados en un pedículo son clasificados entre los colgajos en propela. Cuando el aporte vascular se basa en una perforante dominante incluida en el pedículo, son considerados colgajos perforantes.

a. *Colgajos en propela de pedículo subcutáneo:* son colgajos cutáneos basados en una o varias perforantes incluidas en el pedículo que se disecciona con el tejido adiposo subcutáneo (fig. 2a). Si una perforante se esqueletiza a través del pedículo subcutáneo se convierte en un colgajo pediculado de perforante en propela (fig. 2b). El principal interés de estos colgajos es el de reducir el tiempo operatorio comparado con los *colgajos de perforante pediculado en propela*. Pero requieren de un conocimiento a la perfección de los vasos perforantes. El mayor problema de estos colgajos es la torsión del pedículo con rotaciones mayores a 90°, por esta razón suele no ser posible lograr mayores rotaciones. Además la inclusión del tejido adiposo alrededor de los vasos perforantes reducen la vascularidad del colgajo, por lo que la paleta cutánea es más reducida que los *colgajos de perforante pediculados en propela* y no puede cubrir grandes defectos. Por todo lo anterior las indicaciones de los *colgajos en propela de pedículo subcutáneo* son limitadas. Aunque son de utilidad en pacientes quemados con heridas profundas. En estos pacientes las perforantes pueden estar dañadas y los sitios donadores son limitados. Los colgajos de pedículo subcutáneo pueden diseñarse aun si no se ha encontrado una perforante dominante alrededor del sitio. El pedículo debe incluir pequeñas perforantes.

b. *Colgajos musculares en propela pediculados:* son colgajos cutáneos basados en una o varias perforantes incluidas en el pedículo del colgajo el cual se disecciona a través del tejido muscular (fig. 2c). Se convierten estos colgajos en perforantes en propela si una perforante musculocutánea es esqueletizada en el pedículo muscular. Se utilizan los *colgajos musculares en propela pediculados* si no se logra encontrar una perforante musculocutánea dominante. El pedículo muscular debe incluir pequeñas perforantes musculocutáneas. Son colgajos útiles para cubrir tejidos con una pobre vascularidad o material quirúrgico expuesto. En estos casos el pedículo muscular es rotado y avanzado hacia el defecto.

c. *Colgajos vasculares pediculados en propela.* Estos colgajos se basan en perforantes cutáneas directas y septocutáneas que surgen de un pedículo axial arteriovenoso (fig. 2d). Son definidas por una paleta cutánea y por su rotación alrededor de un punto pivote

el cual es la base del pedículo vascular axial. Si una perforante dominante es esqueletizada y utilizada como punto pivote, se convierte en colgajo de pedículo perforante en propela, sino es disecada la perforante dominante sino solo incluida en el pedículo, se trata de un colgajo basado en perforante. Un ejemplo de los *colgajos vasculares pediculados en propela* es el colgajo arterial radial de base distal. Se pueden diseñar grandes paletas cutáneas comparadas con los colgajos perforantes. El retorno venoso es fuerte así que no hay duda de la supervivencia del colgajo. Se utilizan los *colgajos vasculares pediculados en propela* en asociación con un colgajo en propela distal para cubrir defectos muy distantes del sitio donador, llamados *colgajos en propela de tipo colgajo sobre colgajo* (en inglés *flap-in-flap propeller flaps*).

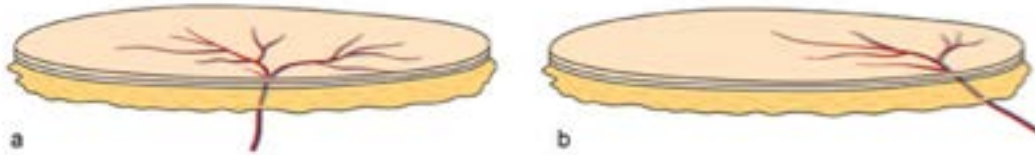


**Figura 2.** Clasificación de los colgajo en propela basados en el tipo de pedículo. a. Colgajo en propela de pedículo subcutáneo; b. Colgajo de perforante pediculado en propela; c. Colgajo muscular en propela pediculado y d. Colgajo vascular pediculado en propela. Ayestaray, B et al. Propeller flaps: Classification and clinical applications. *Annales de chirurgie plastique esthétique*. 2011; 56, 90—98

### **Clasificación basada en la posición del pedículo <sup>2</sup>**

1. *Colgajos en propela de eje central:* el pedículo esta localizado en el centro del colgajo. Estos colgajos son altamente confiables, pues el aporte sanguíneo es homogéneo a la paleta cutánea. La indicación principal es la cobertura de dos defectos adyacentes. En este sentido el colgajo se levanta entre ellos y se rota 90° (Fig.3a).
2. *Colgajos en propela con eje excéntrico:* la desventaja de desplazar el arco de rotación del colgajo a la periferia es que incrementa la distancia entre el defecto y la perforante elegida como punto pivote. Por lo tanto, estos colgajos son útiles para cubrir defectos

distantes a las regiones ricas en perforantes. Es recomendable analizar el curso de la perforante mediante angiotomografía computarizada antes de diseñar la paleta cutánea. Sólo se seleccionarán aquellas perforantes con curso largo, paralelas al eje longitudinal del colgajo para este tipo de colgajos en propela excéntricos (Fig.3b).



**Figura 3.** Clasificación basada en la posición del pedículo. a. Colgajos en propela de eje central; b. Colgajos en propela de eje excéntrico. Ayestaray, B et al. Propeller flaps: Classification and clinical applications. *Annales de chirurgie plastique esthétique*. 2011; 56, 90—98

### Aspectos técnicos adicionales sobre los colgajos en propela

#### Área de cobertura del colgajo: colgajos en propela multilobulados.

Se pueden diseñar diferentes tipos de colgajos multilobulados con el propósito de cubrir varios defectos a la vez. Son muy útiles para el tratamiento de contracturas cicatrizales adyacentes por ejemplo. Se ha descrito diferentes formas<sup>2</sup>:

1. Diseño de dos pequeños colgajos triangulares en ambos lados de la propela, que permiten cierre directo del sitio donador en V-Y
2. Diseño de dos lóbulos de tamaño similar pediculados de la misma perforante
3. Diseño asimétrico de colgajos bilobulados, es decir dos lóbulos de diferente tamaño. El lóbulo de mayor tamaño es utilizado para tratar la contractura cicatrizal.



Longitud del eje de rotación: colgajo en propela de tipo colgajo sobre colgajo

Este concepto es posible únicamente cuando los colgajos en propela son pediculados en una perforante dominante y en pedículos no perforantes. Estos colgajos implican una doble rotación de la paleta cutánea, alrededor de dos distintos ejes vasculares pivote. La primera rotación se realiza con el pedículo no perforante del colgajo y la segunda alrededor del pedículo dominante. Esto permite que la paleta cutánea pueda ser movilizada más distante del sitio donador.

Vascularidad del colgajo: colgajos en propela perforantes supercargados

Colgajos perforantes muy grandes deben ser supercargados con otros vasos con el fin de mejorar la sobrevida. Estos colgajos son utilizados en general como colgajos super-delgados, que son supercargados con otros perforantes pero no pedículos axiales. El diseño de la paleta cutánea no es sencillo, pues se debe tomar en cuenta la anatomía de las perforantes y la topografía de los vasos receptores. Es rotado con base a una perforante y la otra perforante distal se divide y se anastomosa a un vaso en el lecho receptor. (Figura 4)



**Figura 4.** Colgajo perforante super cargado en propela. Ayestaray, B et al. Propeller flaps: Classification and clinical applications. *Annales de chirurgie plastique esthétique*. 2011; 56, 90—98

Grosor de la paleta cutánea: colgajos en propela superdelgados.

Consiste en “desgrasar” un colgajo cutáneo hasta identificar la red vascular subdérmica en una mínima capa de grasa. En cuanto a terminología un “colgajo super-delgado” y “colgajo de red vascular subdérmica” vienen a ser lo mismo. El interés de la técnica es mejorar la viabilidad del colgajo principalmente en la parte distal del mismo.

## **Indicaciones de los colgajos en propela en miembro inferior**

- Cobertura de defectos secundarios a trauma, resección oncológica, infección crónica, úlceras por presión y úlceras crónicas en la pierna.
- Cobertura de defectos del tercio distal de la pierna y alrededor del tobillo incluyendo maléolo medial y lateral, los cuales son sitios frecuentes de mala cicatrización luego de fracturas expuestas y fijación interna<sup>7</sup>.
- Dehiscencias de heridas luego de reparación del talón de Aquiles, así como heridas anteriores luego de artroplastia de tobillo.
- Defectos en el borde lateral del pie luego de fijaciones internas
- En tercio medio y superior de la pierna y alrededor de la rodilla son también una excelente opción para evitar la formación de orejas de perro y la voluminosidad asociadas con colgajos fasciocutáneos peninsulares o con colgajo gastrocnemio medial<sup>7</sup>.

## **Contraindicaciones**

Estas suelen ser muy relativas, dependiendo mucho del cirujano, de su experiencia, de las condiciones de base del paciente y el defecto en cuestión. No hay estudios amplios que aborden este tema específicamente pero algunos autores mencionan condiciones que consideran que contraindican el uso de colgajos en propela en reconstrucción de miembro inferior. El tabaquismo activo, diabetes melitus, enfermedad arterial periférica o enfermedad venosa no son consideradas contraindicaciones absolutas<sup>9</sup>. Entre las contraindicaciones se mencionan:

- Pobre condición de la piel en la proximidad del defecto de miembro inferior
- Irradiación previa de la zona
- Infección extensa
- Congestión linfática

## Ventajas de los colgajos en propela

Los colgajos en propela representan una nueva técnica reconstructiva con múltiples ventajas, algunas en común con otros colgajos perforantes:

1. Permite brindar cobertura a grandes defectos debido a su seguridad vascular.
2. Cumplen con uno de los principios de la cirugía reconstructiva de reemplazar “igual con igual”
3. Su vascularidad puede ser dada por perforantes localizadas a distancia del sitio a reconstruir, lo cual es importante en áreas funcionales. Es mejor limitar la morbilidad del sitio donador en áreas funcionales y utilizar una paleta cutánea distante de un área no funcional.
4. Como todo colgajo perforante, los colgajos en propela no sacrifican su eje vascular mayor. Al dejar intactos vasos de mayor calibre, los deja disponibles para eventuales esfuerzos reconstructivos de ser necesario.
5. Limitan la morbilidad en el sitio donador, en términos de fuerza muscular, sensibilidad y troficidad.
6. La técnica quirúrgica es basada en la rotación del colgajo alrededor de un eje representado por una perforante. No hay necesidad de anastomosis microvasculares, lo cual se refleja en menores tiempos quirúrgicos y menor riesgo de fallo.
7. Según Ayestaray et al<sup>2</sup>, en su experiencia, los *colgajos de perforante pediculados en propela* como colgajos excéntricos son los más útiles. Los *colgajos en propela de pedículo subcutáneo* se reservan para situaciones en las que las perforantes del área donadora están dañadas como en los quemados. Se utilizan los *colgajos musculares en propela pediculados* no se ha encontrado una perforante musculocutánea dominante o para cobertura de implantes. Los *colgajos vasculares pediculados en propela* son interesantes para realizar colgajo sobre colgajo en propela para defectos distantes.
8. La morbilidad global se ve reducida incluyendo menor dolor postoperatorio y estancias hospitalarias más cortas<sup>3</sup>

## **Desventajas de los colgajos en propela**

Algunas son compartidas con el resto de los colgajos perforantes:

1. La disección del pedículo puede ser meticulosa a través del músculo y en ocasiones tediosa<sup>3</sup>
2. Este tipo de disección demanda cierta técnica y su correspondiente inclinada curva de aprendizaje.
3. La localización del vaso perforante puede ser variable haciendo dificultosa su localización a pesar de estudios de imagen preoperatorios.
4. El pequeño tamaño de los vasos perforantes los hace más susceptible a oclusión debido a torsión, rotación, trombosis o vasoespasmo<sup>3</sup>.

## **Estudios preoperatorios**

Debido a la gran variabilidad en el curso de las perforantes y su territorio vascular en el ser humano, es recomendable realizar estudios preoperatorios con ultrasonido doppler color o angiotomografía. Estos análisis permiten evaluar el tamaño y adaptar la forma de la paleta cutánea, reduciendo el tiempo operatorio y el riesgo de necrosis postoperatoria<sup>2</sup>.

El método más comúnmente utilizado es el ultrasonido doppler. Entre sus ventajas se encuentra su bajo costo, fácil disponibilidad y posibilidad de realización por el cirujano mismo<sup>3</sup>. Sin embargo, presenta la limitación de que no muestra el curso profundo de los vasos y no siempre es confiable para demostrar el tamaño de la perforante. Además de que la correlación entre el volumen audible y el diámetro del vaso no es confiable, y pueden darse falsos positivos en la localización de perforantes si un vaso axial cursa superficialmente<sup>6</sup>.

Otro estudio de utilidad es el Doppler Dúplex color. Algunos recomiendan la arteriografía o la angioresonancia magnética como método de mapeo.. También se ha descrito el uso de la termografía, la cual utiliza la temperatura caliente de la sangre en reperfusión a una zona previamente enfriada del colgajo. Todos estos métodos son más costosos, requieren más tiempo, son más laboriosos e incluso invasivos. Por esta razón a pesar de que muchos

métodos son útiles, la mayoría de cirujanos concuerdan en que el vaso perforante más robusto es encontrado únicamente en el transoperatorio.<sup>3</sup>

## **Anatomía del miembro inferior infracondíleo**

### ***Estudio de las perforantes de la pierna***

La mayoría de estudios sobre las perforantes de la pierna son basados en disecciones anatómicas o en estudios de imágenes bidimensionales como los estudios contrastados. Los avances recientes en reconstrucción tridimensional han permitido el uso de la angiografía tomográfica computarizada, mejor conocida como “angiotac” para reconstruir en detalle la microvasculatura. Con la implementación de un software conocido como “*Interactive Medical Image Control System*” se han recreado reconstrucciones tridimensionales a partir de una base de imágenes tomográficas o de resonancia magnética. Esta técnica combinaría los beneficios de la disección anatómica con la radiología bidimensional<sup>6</sup>. Martin et al utilizando estas técnicas tridimensionales reconstruyen la compleja vasculatura de los vasos tibiales y hacen una detallada descripción de las perforantes cutáneas de la pierna, incluyendo su diámetro, ruta, diámetro a nivel de la fascia y la cercanía con estructuras anatómicas como referencia para su aplicación clínica. Es el primer estudio en documentar en detalle las perforantes cutáneas tanto de la arteria tibial anterior, posterior como peronea, lo cual es de gran relevancia pues la identificación de vasos adecuados es un paso crítico en el diseño de un colgajo en propela. Debido a las ya expuestas limitaciones del ultrasonido doppler, es de gran beneficio tener una descripción detallada de la vasculatura de la región.

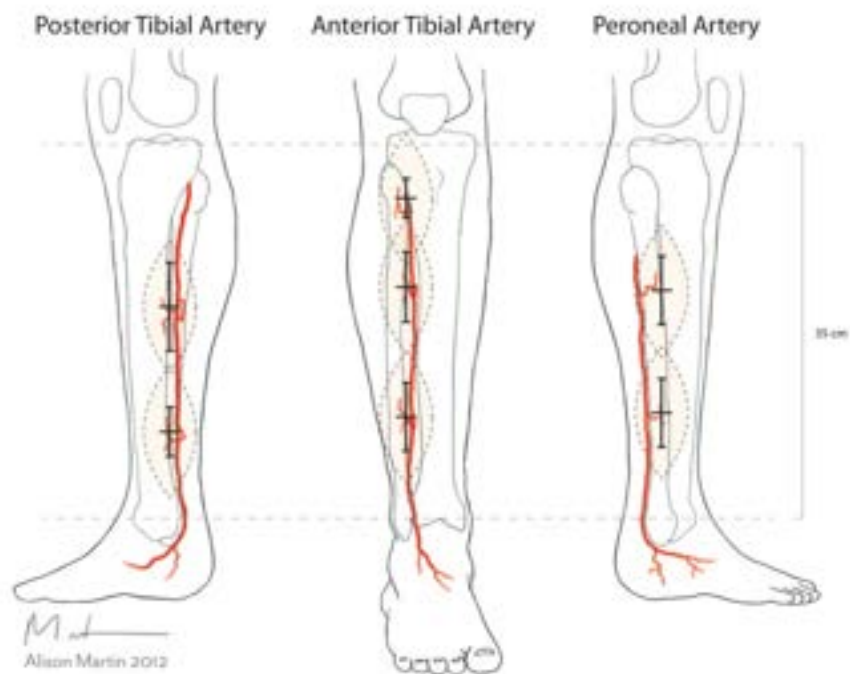
Martin et al encontraron en su estudio que a pesar de la gran variabilidad en las perforantes de la pierna, su localización era bastante constante si se estandarizaba su localización de acuerdo con la longitud de la pierna, midiendo la pierna desde el maléolo medial hasta el platón tibial. A partir de ahí, las perforantes son agrupadas de acuerdo a su localización, se establecen zonas de la pierna de acuerdo a cada vaso y se estandariza de acuerdo a la longitud individual de la pierna utilizando puntos de referencia anatómicos<sup>6</sup>.

En este estudio se encontró que la arteria tibial anterior es la que tiene mayor número de perforantes ( $19.2 \pm 1.9$ ) los cuales emergen entre el músculo tibial anterior y la tibia, entre el tibial anterior y el extensor largo de los dedos y el extensor largo de los dedos y el peroneo largo.

Las perforantes de la tibial posterior se pueden dividir en dos grupos (Fig.5), pero son un poco menos conglomeradas que las de las otras dos arterias. Algunos las han descrito como una cadena de perforantes que surgen de la cara medial de la pierna. La mayoría son septocutáneas, aunque algunas son musculocutáneas que emergen a través del sóleo en ambos grupos. La mayoría de perforantes de la tibial posterior se encuentran agrupadas hacia el quinto distal de la pierna.

La arteria peronea tiene en promedio  $10.6 \pm 0.5$  perforantes agrupadas en dos regiones (Fig.5). La mayoría en ambos grupos emergen entre el peroneo largo y el sóleo, aunque en el grupo proximal también hay perforantes que emergen directamente del sóleo. Un meta-análisis encontró que la arteria peronea tiene dos segmentos de mayor densidad de perforantes a lo largo de la tibia, los cuales se encuentran entre 0.6 y 0.8 de la longitud de la fíbula medida desde el extremo proximal (lo que corresponde a un 30-50% de la longitud medida desde el extremo distal). Se ha dicho que las perforantes de la peronea son técnicamente más difíciles de diseccionar, sin embargo en el estudio de Martin et al, no lo encuentran de esta manera. Es más, consideran que las perforantes de la peronea por su relación con la tibial anterior hacen posible planear un colgajo en la pierna lateral a través de una incisión en la pierna lateral que permite acceso a ambos vasos<sup>6</sup>.

La importancia de este estudio radica en que a pesar de los avances tecnológicos con el uso de angiotac para detectar las perforantes, la mayoría de cirujanos continúa confiando más en la evaluación transoperatoria de las perforantes, con la asistencia del ultrasonido doppler para la previa localización de las perforantes y diseño del colgajo. Este método se ha catalogado como de baja especificidad y muy alta sensibilidad lo cual resulta en detección de perforantes que no son lo suficientemente vigorosas para soportar el diseño del colgajo. Al evaluar y describir un método confiable para una localización más precisa de los grupos de perforantes de las arterias tibial anterior, peronea y tibial posterior, se brinda al cirujano un método de predecir con mayor seguridad la localización de las perforantes a la hora de diseñar un colgajo. Esto se traduce en un menor tiempo intraoperatorio de búsqueda de perforantes y en resultados más confiables con el ultrasonido Doppler<sup>6</sup>.



**Figura 5.** Diagrama mostrando los principales grupos de perforantes de la pierna. Martin, A. et al. Computed Tomographic Angiography for Localization of the Cutaneous Perforators of the Leg. *Plast. Reconstr. Surg.* 2013; 131;4: 792-800

## Técnica quirúrgica

Según el autor Tiew Chong<sup>7</sup> de los tres vasos mayores (tibial posterior, peronea y tibial anterior) es más fácil utilizar las perforantes de los dos primeros. Es importante en el diseño evitar transgredir el borde subcutáneo de la tibia así como el tendón de Aquiles y evitar además daño al nervio safeno o sural dependiendo del lado que se esté utilizando. El autor da una serie de reglas simples que podrían facilitar la disección, como son:

- El uso preoperatorio de ultrasonido Doppler de 8-10 MHz es útil para localizar la perforante más prometedora cerca del defecto.
- La disección y levantamiento de los colgajos en propela se puede realizar con lupas, pues no hay necesidad del uso de microscopio.<sup>9</sup>
- El diseño provisional del colgajo se puede realizar tomando la perforante como punto pivote del colgajo. En primer lugar se mide la distancia entre la perforante y el borde distal del defecto. Este valor es transpuesto a nivel proximal al vaso perforante y se agrega 1cm,

estableciendo el borde proximal del colgajo. A continuación, se mide el ancho del defecto y se agregan 0.5 cm al ancho del colgajo tomando en cuenta la retracción de la piel al levantarlo. Es importante asegurar que en el punto pivote los bordes sean equidistantes de la perforante para evitar tracción con el cierre luego de rotarlo.

- Con respecto a que tamaño de colgajo es capaz de soportar una perforante, faltan estudios que correlacionen el tamaño de la perforante con el flujo sanguíneo en ella y el mayor volumen de tejido que sea capaz de suplir. Según Tiew Chong<sup>7</sup> el defecto más grande al que ha tenido que brindar cobertura fue uno que medía 14 x 10 cm (140cm<sup>2</sup>) para el cual levantó un colgajo de 21 x 10 cm (210cm<sup>2</sup>) que era perfundido por una perforante de 1 mm de diámetro. Lazzeri D. et al<sup>8</sup> en su revisión sistemática encontraron que dos de los colgajos más grandes medían 25 x 30cm (750 cm<sup>2</sup>, de perforante de la arteria glútea superior) y fueron exitosos para cubrir un defecto sacro. Por lo que algunos autores sugieren que la limitación del tamaño de un colgajo nutrido por una sola perforante debería ser su diseño para permitir cierre del sitio donador más que la vascularidad. No recomiendan la aplicación del principio empírico de razón largo-ancho utilizado en colgajos fasciocutáneos. Algunos autores han postulado que las interconexiones suprafasciales entre las perforantes a lo largo de un septum conforman un patrón de tipo axial permitiendo levantar colgajos más largos. Según los estudios de disección cadavérica con inyección de Taylor y sus colegas, una sola perforante además de sostener su propio bloque de tejido o angiosoma, es capaz de irrigar el angiosoma de la perforante adyacente hasta la mitad de su territorio. Sin embargo en los casos realizados por el Dr. Tiew Chong<sup>7</sup> el observó que uno de los colgajos más largos tenía una relación de 6:1 y que la perforante de 1mm era capaz de irrigar hasta dos territorios vasculares además del suyo.
- En cuanto al levantamiento del colgajo, puede utilizarse isquemia para facilitar la disección. Por medio de una incisión amplia, se hace un abordaje supra o subfacial. Este último más recomendado para una visualización más segura de la perforante. Se visualizan y disecan varias perforantes hasta elegir la más apta según su posición y tamaño. Es recomendable evitar perforantes que estén rodeadas de tejido fibroso o de granulación cerca de una herida aguda o crónica pues la disección dificultosa podría dañar el vaso frágil. No se recomienda tampoco una perforante muy lejana al defecto para evitar un colgajo innecesariamente largo.



- La perforante elegida intraoperatoriamente no es siempre la misma localizada previamente por doppler y con la que se diseñó el colgajo. Por lo que una vez elegida la perforante se debe reajustar, de es necesario, el diseño del colgajo.
- Se debe tomar el tiempo necesario para preparar el pedículo. Liberarlo de toda rama muscular por al menos 2cm, lo que permite un giro en espiral bastante suave cuando sea rotado 180°. Si es posible se puede limpiar el pedículo hasta el punto donde perfora la fascia desde el vaso principal. Toda banda de fascia que pueda potencialmente comprimir el vaso, se debe liberar, prestando particular atención a aquellas que rodean las venas comitantes que por ser un sistema de baja presión son mucho más susceptibles de compresión extrínseca.
- Una vez disecado el pedículo, el resto de la disección es más rápida. Antes de rotarlo, se libera el torniquete para permitir que perfunda por unos 10-15 minutos. El uso de vasodilatadores tópicos como papaverina o verapamilo instilados alrededor del pedículo, es útil en esta etapa.
- Para su rotación, se levanta cuidadosamente el colgajo y se gira sobre el punto pivote. La dirección de rotación depende del ángulo entre el eje del colgajo y el defecto. No debe ser mayor a 180° pues de ser así es mejor girarlo en dirección contraria. Si es necesario colocar un drenaje a succión, este debe estar lejos del pedículo.
- Si el sitio donador se puede cerrar sin tensión el resultado sería mejor estéticamente, pero la tensión puede afectar la circulación del colgajo por edema. En estos casos es preferible injertar la zona donadora.
- La elevación de la extremidad por 48 horas es aconsejable para reducir el riesgo de congestión venosa. Se debe evitar cualquier compresión del colgajo. Y algunos autores recomiendan la administración de profilaxis con heparinas de bajo peso molecular postoperatoriamente<sup>9</sup>.

## Complicaciones

Por su reciente introducción, existe mucho escepticismo sobre la seguridad de este tipo de colgajos perforantes en la práctica clínica. A pesar de ellos, los colgajos en propela han ganado popularidad durante los últimos 10 años, no por eso están exentos de complicaciones.

En su revisión sistémica, Lazzeri et al.<sup>8</sup>, la mayor tasa de complicaciones encontrada fue de 3,4% que es comparable con la de colgajos libres que son ampliamente considerados como seguros.

Innocenti et al.<sup>9</sup> estudiaron 74 pacientes sometidos a reconstrucción de miembro inferior con colgajos en propela, desde el punto de vista de complicaciones y factores de riesgo asociados a las mismas. En esta serie ellos encontraron en general un 42% de complicaciones. La más común fue congestión venosa, en un 17%, la cual respondió espontáneamente en la mayoría de los casos sin necesidad de reintervención. En algunos de estos casos lo que se observó fue que en un colgajo que previo a la rotación tiene una perfusión adecuada y que luego de la misma empeora, lo más probable es torsión del pedículo, en especial compresión de las dos venas concomitantes que se encuentran alrededor de la arteria central. Se ha hablado también de la longitud del pedículo es inversamente proporcional al ángulo crítico de torsión, lo que sugiere que entre más largo sea el pedículo, más seguro es el arco de rotación. Se puede concluir además que una disección inadecuada del pedículo desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo, va a reducir el potencial arco de rotación. Epidermiolisis que ameritara desbridación e injerto se observó en 11%. Necrosis total del colgajo debido a pobre irrigación arterial se presentó solo en un paciente, el cual ameritó desbridación del colgajo y reconstrucción con colgajo anterolateral de muslo libre. Necrosis parcial del colgajo, de espesor total ocurrió en dos pacientes, en la zona más distal del colgajo. 15% de los pacientes requirieron de algún tipo de cirugía secundaria. Morbilidad en el sitio donador en general fue mínima y el diseño del colgajo permitió el cierre directo del sitio en un 52% de los casos.

Con respecto a los factores de riesgo de complicaciones, en este mismo estudio no se encontró asociación alguna con respecto a edad, sexo, etiología del defecto y tipo de colgajo. Con respecto al tamaño del colgajo, aquellos cuyas dimensiones se encontraban entre 5 y 14cm de longitud no mostraron mayor tasa de fallo que los que tenían entre 15 y 25cm de largo (OR=0.83; p=0.93). Esto se mantuvo incluso ajustándolo a las variables de tabaquismo, diabetes, hipertensión y otras comorbilidades. De la proporción de pacientes con complicaciones no se encontró diferencia significativa en la tasa de complicaciones entre los que tuvieron un arco de rotación entre 91 y 180°, que fue de 29% para los arcos de rotación entre 0-90° y de 47% entre 91-180°. Sin embargo este estudio tiene sus limitaciones, como la

falta de seguimiento en 11% de los pacientes, además de la heterogenicidad en el grupo en cuanto tipo de defecto y colgajo realizado.

Otros dos estudios multicéntricos realizados por Gir et al<sup>11</sup>, y Nelson et al<sup>12</sup> analizaron 186 y 310 colgajos respectivamente; encontrando resultados similares. Las tasas de sobrevida fueron comparables, con 11% de necrosis parcial del colgajo. La necrosis total fue de un 1% para el primer estudio y 5% para el segundo.

## **MARCO METODOLÓGICO**

El propósito del presente trabajo es demostrar la efectividad de un colgajo fasciocutáneo en propela en el tratamiento de un defecto cutáneo con osteomielitis crónica en la tibia por *Paeruginosa* multirresistente, operado en el Servicio de Cirugía Reconstructiva del Hospital México en el año 2015.

### **Diseño del estudio**

Esta investigación es de tipo transversal descriptivo con una modalidad de reporte de caso, que permite la recolección de los datos del expediente, sin manipular ni alterar las condiciones existentes.

### **Población de estudio:**

Se trata de un paciente masculino de 62 años, con osteomielitis crónica de la tibia derecha por *Paeruginosa*, operado en el Servicio de Cirugía Reconstructiva del Hospital México en el año 2015.

### **Criterios de inclusión y exclusión:**

Se eligió este caso para investigación, por tratarse de una patología de difícil de erradicar, en un paciente que ya había presentado fallo terapéutico con colgajos previos, y al cual se le realizó un procedimiento poco frecuente en nuestro medio pero que en la literatura mundial se está empezando a aplicar en el tratamiento de la OMC.

**Pruebas de laboratorio y Gabinete:**

Las pruebas analizadas son las realizadas de manera rutinaria en la atención del paciente tales como:

- Cultivo de hueso
- Hemoleucograma
- Proteína C reactiva
- Velocidad de eritrosedimentación
- Arteriografía
- Radiografías

**Duración del estudio:**

Se evaluaron los datos del expediente desde el 16 de abril, fecha en que el paciente ingresó al centro hospitalario. Posterior a su egreso se dió seguimiento con citas cada 3 meses con control de VES y PCR hasta diciembre del 2015.

## **REPORTE DE CASO CLÍNICO**

## 1. Datos del paciente

Paciente masculino, de 62 años de edad, vecino de Puntarenas.

Antecedentes Patológicos Personales : no relevantes.

Antecedentes Personales no patológicos: etilismo inactivo desde hace 1 año, no es tabaquista ni toxicómano.

Antecedentes quirúrgicos:

- Colocación de tutor externo en pierna derecha en marzo 2014 en el Hospital de Puntarenas debido a una fractura expuesta de tibia derecha por un accidente en motocicleta. Paciente relata que tuvo pérdida ósea en el mismo sitio del accidente. Se desconoce clasificación de Gustilo.
- Cuatro meses más tarde se le realiza autoinjerto óseo de cresta ilíaca. Y en el período previo al injerto y posterior al mismo se manejó con TPN en el Hospital de Nicoya
- Fue egresado y se mantuvo por aproximadamente 8 meses con un defecto cutáneo con exposición del injerto óseo.

Durante el internamiento en el Servicio de Cirugía Reconstructiva del Hospital México del fue llevado a SOP en tres ocasiones.

- 21 de abril: se realiza lavado, desbridación de la zona afectada por osteomielitis. Se rota colgajo muscular hemisóleo medial con injerto cutáneo y colocación de TPN sobre el mismo .
- 26 de mayo: se procede a curetaje de hueso y desbridación del mismo hasta observar hueso viable, se toman muestras para cultivo. Se realiza retardo de un colgajo en propela basado en una perforante de la Arteria peronea de la pierna ipsilateral a la lesión.
- 9 de junio: una vez obtenida negatividad en los cultivos se realiza rotación del colgajo en propela retardado, previa toma de nuevas muestras de hueso y desbridación. Se coloca injerto cutáneo en la zona donadora.

Resumen del padecimiento del paciente: el paciente ingresa al Hospital México, C.C.S.S con la historia anotada. Al examen físico el paciente deambulaba sin dificultad, sin ningún tipo de férula, con presencia de defecto cutáneo en tercio medio de la tibia derecha sin secreción, con



exposición de un segmento óseo de unos 3 x 2 cm de aspecto desvitalizado. Se le toman cultivos y se ingresa para completar estudios por OMC y definir manejo.

De acuerdo con los hallazgos de los estudios de laboratorio y gabinete se documenta la presencia de OMC polimicrobiana de la tibia derecha, propiamente en la zona del injerto óseo. Presentaba marcadores de inflamación alterados, con VES y PCR por encima de los valores normales (Ver Tablas 4 y 5). Un ultrasonido de partes blandas descartó la presencia de colecciones sin embargo muestra aumento del grosor y de la ecogenicidad de los tejidos alrededor del defecto en relación a cambios inflamatorios, y alteraciones arquitecturales a nivel del músculo sóleo que impresionan corresponder a cambios cicatrizales del mismo. El resultado de la centellografía ósea evidenció hallazgos compatibles con alta probabilidad de proceso infeccioso a nivel de la tibia derecha.

Se solicitó una valoración por parte del Servicio de Vascular Periférico con la intención de valorar el estatus vascular de la extremidad ante la posibilidad de requerir un eventual colgajo microquirúrgico. Se le realizó una arteriografía en la cual se observó integridad del eje fémoro-poplíteo con interrupción de la arteria tibial anterior a nivel del tercio medio. Este estudio fue de gran utilidad en el posterior planeamiento del colgajo basado en perforantes.

Desde el punto de vista microbiológico, tal y como se observa en la tabla 7, el primer cultivo que se obtuvo provenía de su hospital de origen en Nicoya, Guanacaste, el cual era positivo por una *E.Coli*. Se solicitó una valoración por parte del Servicio de Infectología y en ese momento se consideró innecesario iniciar cobertura antibiótica. Por lo que se decidió realizar un colgajo hemisóleo medial en sala de operaciones, con injerto cutáneo sobre el músculo y TPN. El cultivo tomado en SOP con una mejor técnica, mostró la presencia de una infección polimicrobiana por SAMR y *P.aeruginosa* con un espectro de resistencia antimicrobiana importante aunque aún permitía algunas opciones farmacológicas. A pesar de la instauración de una cobertura antibiótica dirigida, la evolución no fue satisfactoria con necrosis total del colgajo y exposición nuevamente del hueso.

Se mantuvo con curaciones, cumpliendo antibióticos con vancomicina y cefotaxime durante 14 días, con cultivos seriados tomados durante las curaciones en la consulta externa. En una muestra obtenida de la tibia se aislaron los microorganismos *P. mirabilis* y *P. aeruginosa*, por lo que se cambió la cobertura a Linezolid, Meropenem y Fluconazol, y una semana más tarde se inicia Meropenem, Piperacilina/Tazobactam y Rifampicina por 3 semanas ante el hallazgo de una *P. aeruginosa* multirresistente y SAMR (ver cultivo del 6 de mayo en tabla 7). Es llevado nuevamente a sala de operaciones tres semanas más tarde para realizar una desbridación

exhaustiva del hueso desvitalizado y tejidos blandos y toma de cultivo. Se decide realizar un retardo de un colgajo en propela basado en perforantes de la arteria peronea, previa identificación de las mismas mediante sonda doppler. El resultado de dicho cultivo resultó negativo por lo que tres semanas más tarde, durante las cuales recibió tratamiento con Levofloxacina, Meropenem y Rifampicina, se realiza la rotación definitiva del colgajo en propela e injerto de la zona donadora, luego de una última desbridación y toma de cultivo óseo.

Cabe mencionar que debido a la prolongación de la duración del tratamiento antibiótico, el paciente ameritó colocación de un catéter venoso central. El cual fue sustituido cuando se evidenciaba algún signo de irritación local en el sitio de punción o por presentar más de 10 días de uso. En una ocasión se prolongó la duración del catéter pues se consideraba que el tratamiento antibiótico ya estaba por cumplirse, sin embargo al ser valorado por Infectología e indicar un nuevo ciclo, este debió sustituirse por otro por que ya presentaba signos de infección local.

La evolución postoperatoria fue satisfactoria. Sin embargo en el postoperatorio 4 horas el colgajo presentó congestión venosa importante, por lo que se tomaron medidas como retiro de algunas suturas alrededor del mismo, inicio inmediato de la dosis de clexane que estaba supuesta para las 6 horas postoperatorias, infusión de 500mL de Dextrán 40 intravenoso en el transcurso de 4 horas, además de iniciar tratamiento oral con Pentoxifilina 400mg cada 8 horas por un período de 3 días. Al día siguiente el colgajo se observaba con gran mejoría en su coloración, menos congestivo. Cicatrizó satisfactoriamente salvo una pequeña porción ubicada en la punta distal del colgajo que presentó una pequeña dehiscencia de unos 2 cm aproximadamente, justo en el sitio donde se retiraron unas suturas en el postoperatorio inmediato, sin embargo cicatrizó con curaciones diarias en un par de semanas. Desafortunadamente, y apesar de los lavados y de haber obtenido un cultivo negativo previamente, el resultado del cultivo tomado el día de la cirugía resultó positivo por *P.aeruginosa* resistente a múltiples antibióticos, sensible exclusivamente a amikacina y polimixina, por lo que Infectología inicia un ciclo de Polimixina B 1 millón unidades cada 12 horas y Aztreonam 2 gramos cada 8 horas por un período de 3 semanas.

Los controles de PCR y VES fueron disminuyendo progresivamente, sin evidencia clínica de sepsis ni presencia de trayectos fistulosos. Por lo que al finalizar otro ciclo de 3 semanas de la misma cobertura, se decide egresar sin más tratamiento.

Se dio seguimiento con citas cada 3 meses con control de laboratorio. El paciente regresó inmediatamente a sus actividades ordinarias, incluso trabaja cortando el césped en algunas

ocasiones. No ha presentado hasta la última valoración evidencia alguna de fístula y los valores de VES y PCR se han mantenido negativos a los 6 meses postoperatorios.

## 2. Exámenes de laboratorio y gabinete

Las pruebas realizadas (Tablas 5 y 6), fueron las que de manera rutinaria se someten estos pacientes para el control de su patología. Se tomaron unos análisis basales el día de su ingreso y se controlaron aproximadamente cada 48-72 horas los valores de VES, PCR y hemograma, como marcadores de inflamación e infección local. Además debido al tratamiento prolongado con antibióticos se monitorizó la función renal cada 48 horas. A continuación se encuentran los rangos normales de las pruebas analizadas (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Rangos normales de las pruebas de laboratorio realizadas

Prueba	Rango normal y unidades
Leucocitos	4.5-10 x 10 <sup>3</sup>
VES	0 - 20 mm/h
PCR	0 - 5 mg/dL
NU	8.5 - 21.5 mg/dL
Creatinina	0.7 - 1.3 mg/dL

Fuente: Base de datos del Laboratorio Clínico del Hospital México

Tabla 5. Resultados de las pruebas de laboratorio prequirúrgicos

Prueba	16/4/15	23/4/15	14/5/15	5/6/15	9/6/15
Leucocitos (x 10 <sup>3</sup> )	6.1	-	5.4	4.9	8.7
VES (mm/h)	-	50	57	-	47
PCR(mg/L)	-	-	-	11.7	8.5
NU / Creatinina (mg/L)	20 / 0.74	-	7 / 0.75	14 / 0.88	14/ 0.7

Fuente:Revisión del expediente clínico

Como parte esencial del diagnóstico de osteomielitis se tomaron cultivos tanto de tejido óseo propiamente como tejido blando. Los resultados se muestran en la Tabla 7 con sus respectivas PSA.

Tabla 6. Resultados de las pruebas de laboratorio postquirúrgicos

Prueba	14/6/15	28/6/15	9/7/15	14/7/15	28/7/15	29/7/15	12/8/15	31/8/15	17/12/15
Leucocitos (x 10 <sup>3</sup> )	6.0	6.1	7.3	7,2	6.3	7,2	-	-	5.2
VES (mm/h)	-	-	32	33	46	38	17	14	9
PCR (mg/L)	-	-	8.2	17.4	19.8	11.5	0.9	0.5	0.7
NU/ Creatinina (mg/dL)	8 / 0.78	12 / 1.0	12 / 0.85	9 / 0.8	13 / 0.81	9 / 0.85	-	-	14 / 0.75

Fuente: Revisión del expediente clínico

Tabla 7. Reportes finales de cultivos tomados durante internamiento

Fecha cultivo	Tejido / lugar	Resultado	Sensibilidad	Resistencia
13/4/15	Secreción Herida / Hospital Nicoya	<i>E.Coli</i>	G, AK, C,CX, MP	PX, AMP, TMP
21/4/15	Tejido blando /SOP	SAMR <i>P.aeruginosa</i>	LZ ,RF, TMP, VC AK, IM, MP, PX	CLD, OX CFTZ, CFX, G
4/5/15	Tibia derecha	<i>P. mirabilis</i> <i>P. aeruginosa</i>	Multisensible AK, PX	Todo lo demás
6/5/15	Secreción herida / consulta externa	SAMR <i>P.aeruginosa</i>	Igual a previo AK, PX	CLD, OX, LFX Casi todos
26/5/15	Tejido blando /SOP	negativo	-	-
9/6/15	Tibia derecha /SOP	<i>P.aeruginosa</i>	AK, PX	CFTZ, CFX, G, MP; IM

Fuente: Revisión del expediente clínico

Ultrasonido de tejidos blandos (20 de abril): en la región pretibial, en los tejidos circundantes al defecto cutáneo se observa aumento del grosor y de la ecogenicidad de los tejidos blandos sin identificar colecciones. Se observan algunos paquetes varicosos en la cara medial. Presenta irregularidad importante de lo que impresiona corresponder a la superficie cortical tibial a correlacionar con radiografías. El músculo sóleo ipsilateral se observa de aspecto usual, únicamente en sus fibras mediales a nivel del defecto cutáneo anterior, presenta algunos cambios arquitecturales que impresionan corresponder a cambios cicatrizales.

Centellografía ósea (20 de abril): hallazgos compatibles con alta probabilidad de proceso infeccioso a nivel de la tibia derecha.

Arteriografía (11 de mayo): se observa integridad del eje fémoro-poplíteo con interrupción de la arteria tibial anterior a nivel del tercio medio.

### **3. Procedimiento realizado**

Como procedimiento reconstructivo se realiza un colgajo en propela retardado basado en perforantes de la arteria peronea, el cual se detalla a continuación.

3.1. El primer tiempo quirúrgico se realiza bajo anestesia general. Habiendo identificado y marcado con la ayuda de un doppler portátil las perforantes de la arteria peronea en la cara lateral de la pierna derecha, se procede a diseñar un colgajo en huso, tomando como dimensiones para la paleta cutánea, la longitud del defecto como ancho de la misma, previendo la rotación del colgajo. Y con base en la técnica descrita previamente se levanta el colgajo parcialmente a manera de retardo respetando el punto pivote donde se localizaron previamente las perforantes. Se cierra piel con nylon y se coloca una sutura laxa en la piel en el sitio donde se ubico la perforante a manera de guía. Una vez cerrado y aislada esta zona se procede a trabajar con el sitio de infección. Se realiza un lavado y desbridación exhaustiva de la cortical expuesta del hueso mediante el uso de martillo y cincel hasta encontrar hueso sano, evidenciado por un puntilleo sanguinolento. Se toman los cultivos respectivos del hueso que se observa viable y tejido blando y en esta zona se coloca la TPN nuevamente. El paciente continúa con cambios de TPN cada 2-3 días y con la terapia antimicrobiana según los cultivos previos. (Ver Anexos 3, 4 y 5)

El segundo tiempo quirúrgico se lleva a cabo 3 semanas más tarde una vez obtenido el cultivo negativo de hueso y con aprobación del Servicio de Infectología. (Ver Anexo6 y 7) En este caso

mediante bloqueo anestésico se procede a reincidir los bordes del colgajo previamente retardado hasta localizar la fascia. Mediante una disección roma cuidadosa se eleva el colgajo en el plano subfascial de medial a lateral identificando y preservando aquellas perforantes cercanas al punto pivote. Luego se diseca de lateral a medial hasta encontrar las mismas perforantes. Habiendo identificado tres de ellas con mayor diámetro se elige la que se observa más apta por su calibre y pulsatilidad. Se corrobora su patencia mediante la oclusión temporal de las otras dos, las cuales se ligan posteriormente. Una vez elegida la perforante y ligadas las demás, comienza la disección de esta misma hacia su origen intramuscular, con mucha cautela se separa el vaso de las fibras musculares circundantes y haces de fascia que se adhieren a ella. Una vez liberada se corrobora el arco de rotación adecuado para cubrir el defecto, el cual es de aproximadamente 90°. Se reavivan los bordes del defecto, se realiza una última desbridación del hueso desecado y se observa tejido óseo viable. Se fija el colgajo a la piel con suturas de nylon y vicryl, siempre vigilando en todo momento el llenado capilar y coloración del mismo. Se irriga de vez en cuando con lidocaína en la zona del pedículo para facilitar la vasodilatación. El defecto en la zona donadora es injertada con piel del muslo y se cubre con apósito oclusivo. Se colocan vendajes no compresivos dejando una ventana para vigilancia de colgajo. No se reportan complicaciones en el transoperatorio.

#### **4. Análisis de los resultados**

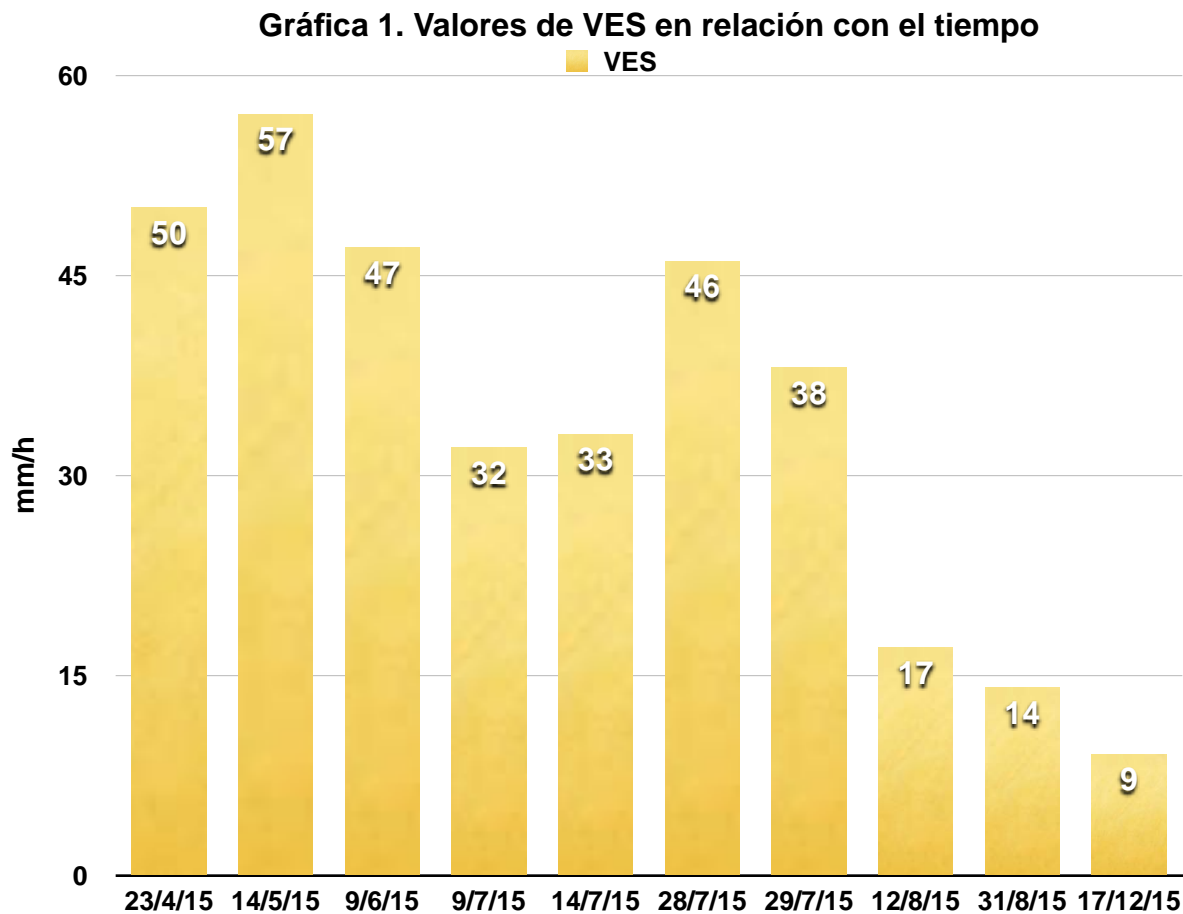
Para poder contestar a la interrogante del estudio y cumplir con los objetivos se analizaron las variables de negativización de los marcadores inflamatorios, tanto VES como PCR; complicaciones postoperatorias como: necrosis parcial o total, epidermiolisis, congestión venosa, necesidad de reintervención; y en cuanto a la morbilidad del procedimiento se analizó el tiempo de retorno del paciente a las actividades diarias (deambulación), el tiempo de hospitalización y discomformidad del paciente.

##### **4.1. Negativización de marcadores inflamatorios:**

Con base en la literatura disponible, se ha determinado la utilidad de los valores de PCR y de VES principalmente en el diagnóstico y seguimiento de la OMC. Al paciente se le realizaron estas pruebas de manera rutinaria durante su internamiento y posteriormente se solicitaban para sus citas de control.

Al analizar los valores de VES, podemos observar que al ingreso el paciente presentaba valores por encima de lo normal, los cuales se elevaron hasta llegar a un máximo de 57mm/h y luego empiezan a disminuir coincidiendo con la desbridación más profunda que se realizó en el primer tiempo quirúrgico. Luego de la cirugía definitiva, a pesar de que se presenta una discreta

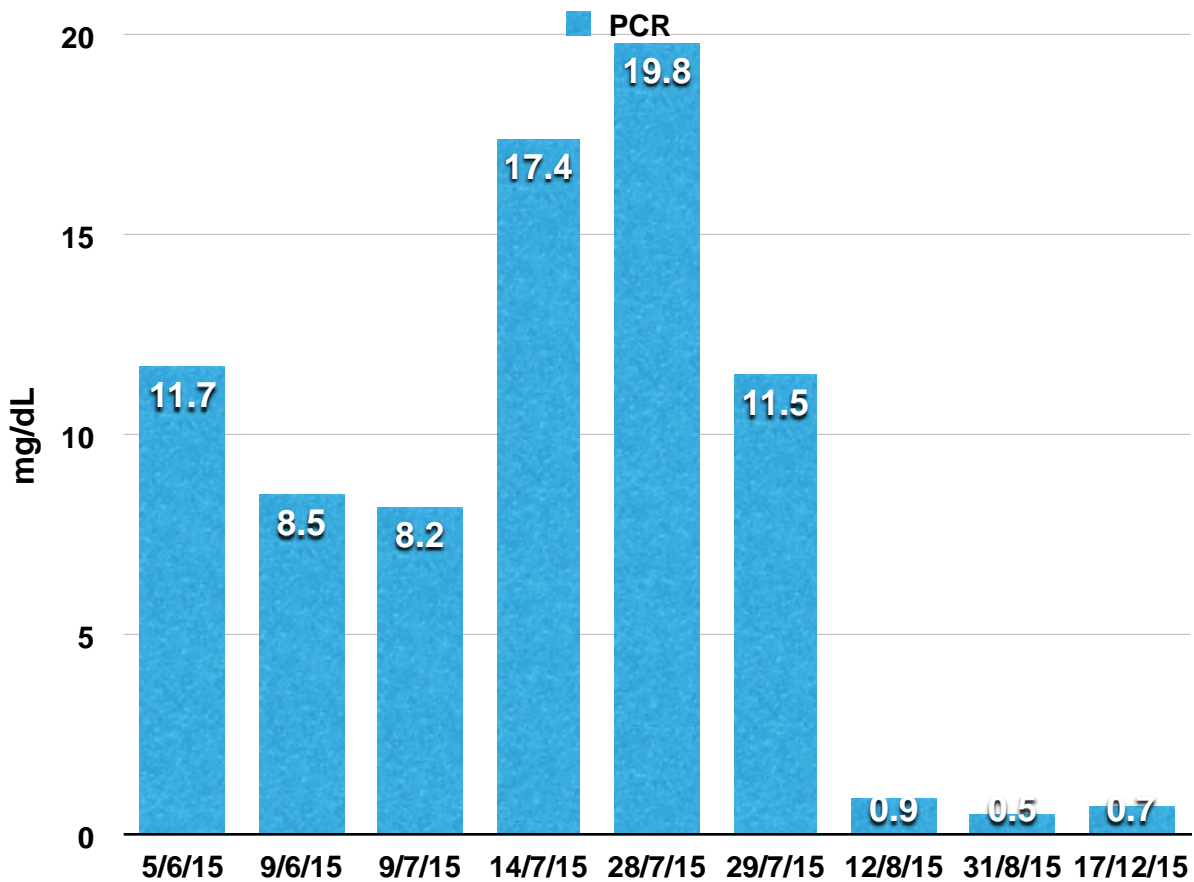
elevación, se puede observar una tendencia hacia la normalización, la cual se pudo observar en el seguimiento postoperatorio en las tres consultas subsecuentes (Ver Gráfica 1).



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la PCR si bien no se ha reconocido como el marcador más sensible en el caso de la osteomielitis, se ha reconocido su valor como predictor de inflamación sistémica. Podemos observar que al ingreso presentaba valores elevados que disminuyeron luego de la desbridación y rotación del colgajo. Hacia el día 14 de julio presentó una elevación súbita la cual podría coincidir con la sepsis de catéter central que para ese día tenía signos de enrojecimiento y secreción con más de 10 días de colocación. Una semana después se mantiene elevada pero hacia el día previo al egreso se observa que se redujo en un 42% hasta negativizarse por completo en las tres citas de control. (Ver Gráfica 2)

**Grafica 2. Valores de PCR en relación con el tiempo**



Fuente: Elaboración propia

4.2. Complicaciones postquirúrgicas:

a) Necrosis total o parcial: no hubo

b) Congestión venosa: presentó en el postoperatorio inmediato (4 horas) congestión venosa de manera transitoria, manifestada por cianosis del colgajo, turgencia, sangrado venoso abundante al realizar una punción cutánea. Esta resolvió luego de una serie de medidas de rescate como retiro de algunas suturas alrededor del mismo, inicio inmediato de la dosis de clexane que estaba supuesta para las 6 horas postoperatorias, infusión de 500mL de



Dextrán 40 intravenoso en el transcurso de 4 horas, además de iniciar tratamiento oral con Pentoxifilina 400mg cada 8 horas por un período de 3 días. Al día siguiente el colgajo se observaba con gran mejoría en su coloración, menos congestivo. (Ver Anexo 8)

- c) Epidermiolisis: no se presentó en ningún momento
- d) Dehiscencia: producto del retiro de suturas para liberar tensión se produjo una dehiscencia en el extremo distal del colgajo, de aproximadamente unos 2 cm sin exposición ósea. Esta resolvió con curaciones diarias y con aplicación tópica de mercurio-cromo al cabo de un par de semanas (Ver Anexo 8)
- e) Necesidad de reintervención: no ha requerido de reintervenciones en el seguimiento a 6 meses postoperatorios.
- f) Fístula osteocutánea: en el seguimiento subsecuente no se ha evidenciado la presencia de fístula manifestada por secreción, descarga, disrupción cutánea, o inflamación

4.3 Morbilidad para el paciente: desde el punto de vista de repercusiones para el paciente podría dividirse en:

- a) Tiempo de hospitalización: el tiempo total de internamiento fue de 106 días en total.
- b) Retorno a las actividades ordinarias: el paciente retomó sus actividades ordinarias desde el día de su egreso, sin limitación para la deambulaci3n. Únicamente utiliza un bast3n como apoyo por que en ocasiones siente que pierde la estabilidad. (ver Anexo 9)
- c) Disconformidad: el paciente refiere que al final de la jornada, en la que ha deambulado continuamente siente sobrecarga sobre la extremidad y edema que resuelve con colocar la extremidad en alto.

## **DISCUSIÓN**

El manejo de la osteomielitis crónica en la extremidad inferior causada por trauma o diabetes siempre ha sido de alta complejidad. La herida se asocia frecuentemente con la presencia de múltiples y resistentes microorganismos, defectos óseos y malunión además de fibrosis extensa debido a los múltiples intentos previos de tratamiento. La meta en estos casos es lograr la erradicación de la infección y proveer una cobertura con tejido bien vascularizado preservando la capacidad de soportar carga y la función de la extremidad.<sup>30</sup>

El éxito en el tratamiento de la OMC depende de que tan adecuada sea la desbridación. El tejido fibrótico e isquémico que rodea la herida retarda la penetración efectiva de los antibióticos. Tanto el tejido blando como el hueso infectado deben ser sujetos de una desbridación agresiva. Una vez completada esta fase, se sabe que la cobertura cutánea es un método adecuado para contribuir con la erradicación de la OMC. Es ampliamente conocido que el músculo cuenta con buen flujo sanguíneo, contribuye con la cicatrización ósea y aumenta la resistencia a inoculación por bacterias. Estadísticamente se ha reportado que el tejido muscular es superior a la cobertura cutánea en la iniciación de la reparación del hueso cortical desvascularizado. Además es superior en la obliteración de espacios muertos. Sin embargo, la posibilidad de dar cobertura a un defecto con un tejido delgado, bien contorneado y vascularizado resulta en grandes beneficios para el paciente.<sup>30</sup> Tanto desde un punto de vista funcional, al no comprometer la función muscular ni debilitar un tendón como el calcáneo, como desde una perspectiva cosmética, el resultado obtenido con un colgajo fasciocutáneo es más aceptable que la cobertura voluminosa que brinda el músculo.

Poco se ha publicado con respecto a las osteomielitis crónicas por gérmenes multirresistentes y en nuestro medio es frecuente encontrar pacientes con fístulas crónicas, extremidades afuncionales que padecen por años hasta que indefectiblemente escogen la vía de la amputación con el fin de tener calidad de vida. El caso reportado, tratándose de un hombre, económicamente activo, con más de un año de exposición ósea e infección por múltiples gérmenes resistentes, es un ejemplo que ilustra bastante bien la problemática de estos pacientes. Luego de un colgajo muscular fallido, probablemente en relación con la severidad de la fibrosis que frecuentemente acompaña estos defectos, con amputación de uno de los vasos principales de la pierna como es la arteria tibial anterior, se consideró un colgajo en propela lo más adecuado para brindar cobertura de tejidos blandos.

En este caso, el análisis del defecto evidenció que el principal problema no era el tamaño, la cantidad de espacio muerto, ni la consolidación de una fractura, sino la erradicación de la infección crónica. De esta manera era de suma importancia la desbridación del hueso necrótico con la subsecuente cobertura cutánea. Tanto los estudios realizados como la clínica del

paciente orientaban hacia una osteomielitis de tipo II o superficial según la clasificación de Cierny/Mader <sup>20</sup>, en cuyo caso el tratamiento de elección consiste en decorticar el hueso desvitalizado seguido de cobertura cutánea. Y en vista de que no había gran espacio muerto por rellenar, ni fracturas por consolidar aún después de la desbridación agresiva con cincel y martillo, el colgajo en propela seguía siendo la primera opción.

La evolución del paciente fue bastante satisfactoria, con complicaciones muy similares a las reportadas con el uso de colgajos en propela en otros centros. Una revisión sistemática encontró que la tasa global de complicaciones era de un 25,8%, con una tasa de fallo de 1,1%. Entre las complicaciones, la congestión venosa es la que se presenta con mayor frecuencia, en un 11,3%. Las complicaciones menores como edema transitorio, epidermiolisis o necrosis parcial pueden manejarse conservadoramente en la mayoría de los casos<sup>31</sup>. En este caso la congestión venosa mejoró luego de algunas medidas conservadoras. Probablemente el efecto expansor de volumen y la liberación de la tensión de algunas suturas fue definitivo para su resolución.

La negativización de los valores de VES y PCR se vio reflejada luego del término de la cobertura antibiótica (seis semanas de tratamiento antibiótico intravenoso bi-asociado). El descenso de la VES si fue más notorio luego de la desbridación y rotación del colgajo, lo cual sustenta el argumento de que en el tratamiento de la OMC es crítica la adecuada desbridación. Existen autores que resumen el tratamiento quirúrgico de la OMC en dos pasos básicos: 1) desbridación y 2) obliteración del espacio muerto por tejido blando. Algunos casos requerirán además de remoción de material de osteosíntesis o estabilización de fracturas.<sup>32</sup> Con respecto a la PCR, esta no tuvo el mismo comportamiento, presentando un pico hacia las 6 semanas postoperatorias. Sin embargo, dicho hallazgo es atribuible a la sepsis de catéter venoso central que coincidió en ese momento.

Desde el punto de vista de la satisfacción y repercusiones para el paciente, este aqueja únicamente que requiere de un bastón como punto de apoyo para mayor estabilidad y que en ocasiones al final de la jornada percibe edema en la extremidad. Se debe analizar con cautela estos dos puntos, pues no se debe olvidar el antecedente de fractura con pérdida ósea importante la cual podría condicionar algún tipo de inestabilidad aún después de la consolidación del injerto óseo. Por otra parte, el ultrasonido realizado en el ingreso evidenció la presencia de várices en la extremidad, lo cual podría estar relacionado con algún grado de insuficiencia venosa y ser causa del edema y la sensación de pesantez. Por lo demás, el paciente se encuentra muy satisfecho pues ha regresado a sus labores ordinarias.

Entre las ventajas que rescata la literatura sobre los colgajos en propela, se encuentran que es un procedimiento tiempo-efectivo, seguro y aceptable tanto cosmética como funcionalmente. La morbilidad en el sitio donador es mínima y la cicatriz es aceptable<sup>32</sup>. A pesar de que se reportan estancias hospitalarias prolongadas de hasta 100 días de tratamiento antibiótico en pacientes con VES elevadas al ingreso, se sabe que hay una reducción en general de los internamientos necesidad de reintervenciones y múltiples cirugías<sup>27</sup>. En este caso el tiempo de estancia hospitalaria de 106 días, es atribuible de igual manera a los tratamientos antibióticos. Si bien es cierto que esta constituye una estancia prolongada, no dista mucho de la media reportada en otros estudios. Por otra parte si comparamos los 14 meses en los que el paciente permaneció con exposición ósea y con limitación funcional, podemos apreciar que este período de recuperación es significativamente más corto.

En las consultas de control el paciente no ha requerido de otros procedimientos y se mantiene sin datos clínicos de recurrencia de la OMC, aunque aun será necesario un mayor tiempo de observación para poder determinar que hay erradicación de la misma.

## **CONCLUSIONES**

El manejo exitoso de la OMC en trauma de miembro inferior, requiere de un manejo multidisciplinario que involucra al ortopedista, al cirujano plástico y al vascular periférico. Podríamos visualizar la base del tratamiento como un triángulo equilátero, en el cual cada vértice corresponde a un pilar y todos son indispensables para un tratamiento efectivo. Los tres pilares que considero más importantes son la desbridación o manejo quirúrgico agresivo, la cobertura cutánea vascularizada y antibioticoterapia dirigida.

Los colgajos en propela se han convertido en una herramienta muy útil para brindar cobertura a los defectos de la pierna cuando el espacio muerto no es el principal problema a resolver.

Se observó que, en el seguimiento a 6 meses el uso de colgajos en propela es efectivo y seguro para el tratamiento y erradicación de la osteomielitis crónica,

Se obtienen mejores resultados cuando el abordaje de esta patología se realiza de manera multidisciplinaria con un manejo agresivo, dirigido y estratégico desde la llegada del paciente al centro hospitalario.

Se requieren estudios posteriores con mayor cantidad de casos para poder determinar la verdadera utilidad de los colgajos en propela en la erradicación de la OMC. Así mismo se debe dar seguimiento a este caso en el tiempo para poder descartar recidivas futuras,

## **RECOMENDACIONES**



La mejor manera de tratar la OMC es previniéndola. Con el fin de reducir la incidencia de OMC en el adulto secundaria a trauma y de mejorar las tasas de recurrencia y curación, se recomienda establecer un protocolo de manejo del traumatismo del miembro inferior. De esta manera se podría estandarizar la atención desde que el paciente ingresa al servicio de emergencias y se podría dar manejo con base en la literatura más reciente, realizando actualizaciones periódicamente.

En la evaluación inicial del paciente con defecto cutáneo y sospecha de osteomielitis es recomendable que sea clasificado tempranamente de manera que se pueda elaborar un plan de tratamiento y si va a requerir eventualmente de la asistencia de un cirujano plástico para el cierre.

La creación de sesiones conjuntas de ortopedia con cirugía reconstructiva podría ser muy favorable para el paciente, ya que podría implementarse un manejo multidisciplinario de tipo ortopédico.

## REFERENCIAS

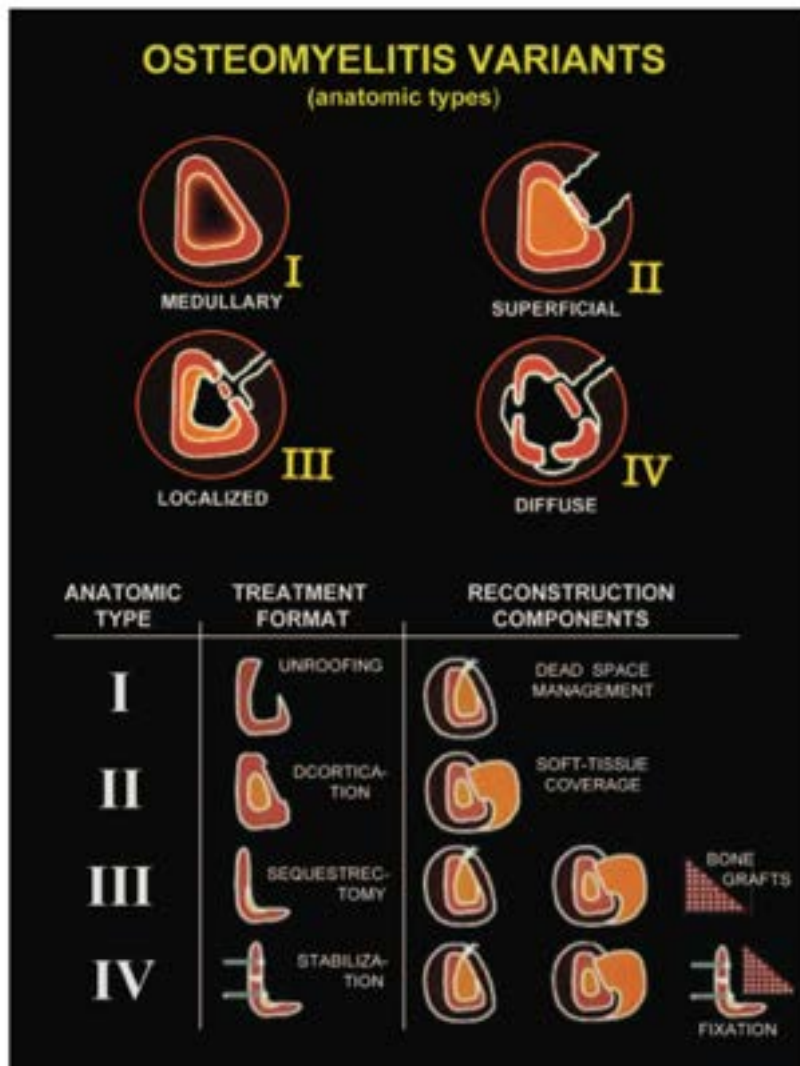
1. Charles, H. et al. **New Strategies in Surgical Reconstruction of Lower Extremity.** *Techniques in Orthopaedics* 2009; 24; 2:123-129
2. Ayestaray, B et al. **Propeller flaps: Classification and clinical applications.** *Annales de chirurgie plastique esthétique.* 2011; 56, 90—98
3. Singh,D. **Reconstruction of Lower Extremity Wounds Using Perforator Flaps.** *J Chromesthesia* 2009;24: 108–116
4. Song, YG. **The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery.** *Br J Plast Surg* 1984;37: 149 –159
5. Bilgin, M. **Effect of torsion on microarterial anastomosis patency.** *Microsurgery* 2003;23(1):56-9.
6. Martin,A. et al. **Computed Tomographic Angiography for Localization of the Cutaneous Perforators of the Leg.** *Plast. Reconstr. Surg.* 2013; 131;4: 792-800
7. Chong, T. **The Propeller Flap Concept.** *Clin Plastic Surg.* 2010; 37: 615–626.
8. Lazzeri et al. **Indications, Outcomes, and Complications of Pedicled Propeller Perforator Flaps for Upper Body Defects: A Systematic Review.** *Arch Plast Surg* 2013;40:44-50
9. Innocenti, M. et al. **Are there risk factors for complications of perforator-based propeller flaps for lower extremity reconstruction?** *Clin Orthop Relat Res* 2014; 472: 2276-2286

10. Pignatti, M. et al. **The “Tokyo” consensus on propeller flaps.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2011;127:716–722.
11. Bekara et al. **A Systematic Review and Meta-Analysis of Perforator-Pedicled Propeller Flaps in Lower Extremity Defects: Identification of Risk Factors for Complications.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2016; 137: 314.
12. Jiang, N. et al. **Clinical Characteristics and Treatment of Extremity Chronic Osteomyelitis in Southern China. A Retrospective Analysis of 394 Consecutive Patients.** *Medicine.* 2015; 94: 42.
13. Salgado et al. **Muscle versus Nonmuscle Flaps in the Reconstruction of Chronic Osteomyelitis Defects.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2006; 118: 1401
14. Hallock, G. **Evidence-Based Medicine: Lower Extremity Acute Trauma.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2013; 132: 1733.
15. Combalía, A et al. **Fracturas abiertas(I): evaluación inicial y clasificación.** *Medicina Integral.* 2000; 35:02
16. Medina, N et al. **An Evidence-Based Approach to Lower Extremity Acute Trauma.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2011; 127: 926.
17. Chan, J et al. **Soft-Tissue Reconstruction of Open Fractures of the Lower Limb: Muscle versus Fasciocutaneous Flaps.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2012; 130: 284e.
18. Viol et al. **Soft-Tissue Defects and Exposed Hardware: A Review of Indications for Soft-Tissue Reconstruction and Hardware Preservation.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2009; 123: 1256
19. Beck-Broichsitter, B et al. **Current concepts in pathogenesis of acute and chronic osteomyelitis.** *Curr Opin Infect Dis.* 2015 Jun;28(3):240-5.
20. Cierny, G. **Surgical Treatment of Osteomyelitis.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2011; 127 (Suppl.): 190S.
21. Pancorbo, E. et al. **Aplicación de la hidroxiapatita porosa coralina® HAP-200 con antibióticos en la osteomielitis de la tibia.** *Rev Cubana Ortop Traumatol v.* 24 n1 Ciudad de la Habana ene.-jun. 2010

22. Rao, N et al. **Treating Osteomyelitis: Antibiotics and Surgery.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2011. 127 (Suppl.): 177S.
23. Ragoowansi, R et al. **Soft -Tissue Reconstruction Following Debridement for Chronic Osteomyelitis of the Lower Limb.** Letters. *Plastic and Reconstructive Surgery,* August 2000.
24. Choudry, U et al. **Soft-Tissue Coverage and Outcome of Gustilo Grade IIIB Midshaft Tibia Fractures: A 15-Year Experience.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 122: 479, 2008
25. Lehman, O et al. **The Respective Roles of Plastic and Orthopedic Surgery in Limb Salvage.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 127 (Suppl.): 215S, 2011
26. Hong, JP et al. **The use of anterolateral thigh perforator flaps in chronic osteomyelitis of the lower extremity.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2005;115:142–147
27. Matzkin, E. et al. **Chronic osteomyelitis in children: Shriners Hospital Honolulu experience.** *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2005, Vol 14 No 5
28. Bonhoeffer, J. et al. **Diagnosis of acute haematogenous osteomyelitis and septic arthritis: 20 years experience at the University Children's Hospital Basel.** *Swiss Med Wkly* 2001; 131: 575–581.
29. Gustilo, RB, et al. **Problems in the management of type III (severe) open fractures: A new classification of type III open fractures.** *J Trauma.* 1984;24:742–6
30. Hong, JP. **The Use of Anterolateral Thigh Perforator Flaps in Chronic Osteomyelitis of the Lower Extremity.** *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2005;115: 142.
31. Artiaco, S et al. **Clinical Study. Perforator Based Propeller Flaps in Limb Reconstructive Surgery: Clinical Application and Literature Review.** *BioMed Research International.* Volume 2014, Article ID 690649. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/690649>
32. Haidar, R. et al. **Duration of post-surgical antibiotics in chronic osteomyelitis: empiric or evidence-based?** *International Journal of Infectious Diseases.* 2010; 14 e752–e758

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. Clasificación de Cierny/ Mader de osteomielitis crónica



**Fig. 1.** A graphic depiction of the four anatomic types of osteomyelitis matched with a surgical and reconstruction format for each. Adapted from Cierny G. Chronic osteomyelitis: Results of treatment. In: Greene WB, ed. *Instructional Course Lectures*. Vol. 39. Rosemont, Ill.; American Academy of Orthopaedic Surgeons. 1990;39:495.

Fuente: Cierny, G. Surgical Treatment of Osteomyelitis. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2011; 127 (Suppl.): 190S

## Anexo 2. Algoritmo para el tratamiento de la Osteomielitis en el Adulto

**Table 4. Treatment Algorithm for Adult Chronic Osteomyelitis, 2010\***

I. Patient evaluation
II. Preoperative testing
-Laboratory testing: full metabolic panel, CBC with differential, coagulation panel, UA, ESR, CRP; colonization testing <sup>61</sup>
-Diagnostics: vascular indices; ultrasound; oxygen tensions (T <sub>i</sub> PO <sub>2</sub> )
-Radiology: plain films; magnetic resonance imaging, computed tomography, nuclear, and positron emission tomography scans; angiography studies
-Tissue specimens: cultures; histology sections; polymerase chain reaction pyrosequencing <sup>62-64</sup>
III. Clinical staging
-Anatomic type: I, medullary; II, superficial; III, localized; IV, diffuse
-Physiologic class: A-host, B-host, C-host
IV. Treatment format
-Limb salvage
-Amputation
-Palliation: C-hosts; no "treatment for cure"
V. Host optimization: reverse amenable comorbidities
VI. First surgery
A. One-stage treatment:
1. Débridement/tissue specimens/antibiotics (all treatment formats)
2. Dead space management (limb salvage, amputation)
Wound: secondary intention; primary versus delayed closures <sup>65</sup>
Bone: vascularized bone flaps; acute shortening <sup>61,66,67</sup>
Fixation: orthotics; external fixators
Depots: antibiotic beads <sup>61-66,68</sup>
B. First of multistage treatments:
1. Débridement/tissue specimens/systemic antibiotics
2. Double setup <sup>66,69</sup> ; change instruments, reparation and redraping, new gowns/gloves
3. Temporary fixation: external fixation; antibiotic-coated hardware
4. Dead space management:
Wound: secondary intention; primary versus delayed closures
Bone: bone transport <sup>70,69,71</sup> ; vascularized bone flaps
Fixation: orthotics; external fixators; hardware (coated) <sup>72-74</sup> †
Depots: antibiotic beads, antibiotic spacers <sup>72,75</sup>
VII. Outpatient follow-up: wound surveillance; laboratory work (ESR/CRP); physical rehabilitation
VIII. Second surgery (second stage)
A. Definitive reconstruction:
1. Prophylactic antibiotics/hardware removal/débridement/tissue specimens (frozen biopsy negative—no inflammation)
2. Double setup: change instruments, reparation and redraping, new gowns/gloves
3. Reconstruction:
Wound: primary closure
Bone: bone grafts, vascularized bone flaps, prosthetic joints
Fixation: orthotics; external or internal fixation, prosthetic joints
Depots: antibiotic beads, permanent spacers, <sup>13,25</sup> hardware (coated)†
B. Staged reconstruction no. 2:
1. Prophylactic antibiotics/hardware removal/débridement/tissue specimens (frozen biopsy positive—acute inflammation)
2. VI B (above) versus amputation
IX. Outpatient follow-up: wound surveillance; laboratory work (ESR/CRP); physical rehabilitation
X. Third surgery (third stage)
A. Definitive reconstruction: (frozen biopsy negative—no inflammation)
1. VIII A (above)
B. Staged reconstruction no. 3: (frozen biopsy positive—acute inflammation)
1. VI B (above) versus amputation
XI. Fourth surgery: biologic reconstructions‡ (no hardware, no foreign bodies)
XII. Outpatient follow-up: wound surveillance; laboratory work (ESR/CRP); physical rehabilitation

CBC, complete blood count; UA, urinalysis; ESR, erythrocyte sedimentation rate; CRP, C-reactive protein.

\*Treatment algorithm for adult osteomyelitis details the initial patient workup, clinical staging, format selection, and surgical protocols to manage both single and staged reconstructions. Patients receiving palliation or not requiring reconstruction following débridement complete a format after the initial intervention (see VI.A.2), whereas staged reconstructions follow interval treatment with both local and systemic antibiotics. All tissue specimens are cultured and examined histologically, and undergo quantitative polymerase chain reaction pyrosequencing.<sup>62-64</sup> Adapted with permission from Cierny G III, DiPasquale D. Adult osteomyelitis. In: Cierny G III, McLaren AC, Wongworawat MD, eds. *Orthopaedic Knowledge Update: Musculoskeletal Infections*. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2009:135-153; Table 2, 144.

†Hardware (coated) includes a medullary rod, cortical plate, or prosthesis coated with antibiotic-impregnated bone cement.

‡Biologic reconstructions include bypass arthroplasties,<sup>16,17</sup> acute shortenings, bone transport, resection arthroplasties, and so on.

Fuente: Cierny, G. Surgical Treatment of Osteomyelitis. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2011; 127 (Suppl.): 190S

## **ANEXO 3. Preoperatorio**

### **Necrosis del colgajo hemisóleo medial**



Fuente: propia

### **Defecto cutáneo previo a desbridación y retardo del colgajo.**



Fuente: propia



## **ANEXO 4. Planeamiento prequirúrgico**

### **Localización de perforantes de la Arteria Peronea**



Fuente: propia

### **Diseño del colgajo y perforante más cercana a punto pivote.**



Fuente: propia

## **ANEXO 5. I Tiempo quirúrgico**

### **Retardo del Colgajo**



Fuente: propia

### **Desbridación ósea**



Fuente: propia

## ANEXO 6. II Tiempo quirúrgico

### Disección subfascial



Fuente: propia

### Perforante



Fuente: propia

## **ANEXO 7. Postoperatorio Inmediato**

### **Base del colgajo y zona donadora**



Fuente: propia

### **Región distal del colgajo**



Fuente: propia

**ANEXO 8. Postoperatorio reciente**

**Zona de Congestión venosa distal. Postoperatorio 4 días**



Fuente: propia

**Zona de Dehiscencia distal . Postoperatorio 4 semanas**



Fuente: propia

**ANEXO 9. Postoperatorio 3 meses**

**Colgajo y zona donadora injertada**



Fuente: propia

**En bipedestación**



Fuente: propia