

Amputaciones de causa vascular. Selección del nivel

Dres. Daniel López Chapuis ¹, Alejandro Esperón ¹,
Martín Valverdú ², Carlos Gómez Fossati ³

Resumen

La amputación es una consecuencia frecuente y a veces inevitable de la evolución de la enfermedad vascular isquémica de los miembros inferiores.

La selección correcta del nivel de amputación es fundamental para lograr una cicatrización rápida, evitar complicaciones y brindarle al paciente las mayores posibilidades de rehabilitación mediante el uso de una prótesis.

Se revisan los factores clínicos y paraclínicos de utilidad en la decisión del nivel apropiado de amputación para cumplir con estos objetivos.

Palabras clave: Pierna
Amputación
Enfermedades vasculares

Summary

Amputation is a frequent and sometimes unavoidable consequence on the evolution of the ischemic vascular disease of lower limbs.

The right selection of amputation levels is fundamental to achieve a fast cicatrization, avoiding complications and offer the patient the best possibilities of rehabilitation by means of a prosthesis

The authors reviews clinical and paraclinical factors, useful in the election of appropriate amputation level to fulfill this objectives.

Si bien todos los cirujanos conocemos el elevado número de amputaciones que se realizan, no existen en nuestro medio estadísticas que nos permitan manejar cifras concretas. De cualquier manera, si englobamos todos los niveles posibles, desde digitales hasta supracondílea, y aun amputaciones sucesivas en uno o ambos miembros, tomamos conciencia de su alta frecuencia.

En Estados Unidos se realizan alrededor de 115.000 amputaciones ^(1,2) por año, más de 60.000 de ellas mayores ⁽³⁾, mientras que en Inglaterra se estima la población total de amputados entre 60.000 y 65.000 ⁽⁴⁾.

La enfermedad vascular periférica, asociada en la mayor parte de los casos a diabetes e infección, es la causa más común de pérdida de una extremidad inferior (tabla 1) ⁽⁵⁾.

El cirujano suele afrontar la decisión de una amputación con un sentimiento de fracaso ya que, especialmente en el caso de las amputaciones de causa vascular, la indicación surge de la falla de procedimientos quirúrgicos anteriores o de la imposibilidad de realizar una revascularización.

La decisión de realizar una amputación de causa vascular toma en cuenta dos objetivos: 1) buscar el alivio del paciente, afectado por dolor

Tabla 1. Indicaciones de amputación de miembros inferiores.

Indicación	Porcentaje
Complicaciones de diabetes	60-80
Infección no diabética con isquemia	15-25
Isquemia sin infección	5-10
Osteomielitis	3-5
Trauma	2-5
Miscelánea	5-10

Tomado de Malone (5)

1. Asistente de Clínica Quirúrgica

2. Profesor Adjunto de Clínica Quirúrgica

3. Profesor Agregado de Clínica Quirúrgica

Trabajo de la Clínica Quirúrgica "B" Prof. Dr. Uruguay Larre Borges. Presentado a la Sociedad de Cirugía del Uruguay el 14 de julio de 1993

Correspondencia: Dr. Daniel López Chapuis. Vázquez Ledesma 2937 (801). Montevideo CP 11300, Uruguay.

Tabla 2. Amputaciones de miembros inferiores. Resultados en nuestro país.

	<i>Croci</i>	<i>Henderson</i>
Porcentaje en muslo	45	67
Mortalidad (%)	8,24	15
Complicaciones (%)	43,4	Urgencia = 60 Pierna = 50 Muslo = 37
Reamputación (%)	34	32
Rehabilitación (%)	S/D *	32

de reposo o lesiones necróticas o infectadas en su extremidad y 2) posibilitar su rehabilitación mediante el uso de una prótesis.

Concebida como una operación de exéresis radical, la amputación debe ser un procedimiento definitivo en un paciente que con frecuencia ha sido operado previamente, en ocasiones varias veces.

Sin embargo esta operación, considerada técnicamente sencilla y con frecuencia encargada a los miembros más jóvenes del equipo quirúrgico, no siempre cumple con los objetivos señalados. Las complicaciones a nivel del muñón, como necrosis o infección, obligan con frecuencia a una reiteración de procedimientos quirúrgicos para lograr la cicatrización definitiva y la rehabilitación del paciente dista mucho de ser la regla.

Estos problemas, analizados con frecuencia en la literatura internacional, surgen claramente al considerar la situación en nuestro país.

Si bien no existen en nuestro medio estudios actuales y completos del tema, tienen gran interés las revisiones retrospectivas realizadas por Croci en 1983 ⁽⁶⁾ y Henderson en 1986 ⁽⁷⁾ (tabla 2). Con la salvedad de que ambas series se refieren a pacientes hospitalarios, en ellas se comprueba un excesivo número de amputaciones de muslo, una elevada mortalidad, alta frecuencia de complicaciones y de reamputación y un muy bajo porcentaje de rehabilitación.

La amputación debe considerarse como una etapa en un largo proceso cuyo objetivo final es la rehabilitación del paciente, es decir la posibilidad de deambulación y autosuficiencia, habitualmente mediante el uso de una prótesis, lo que en general se logra mediante el esfuerzo conjunto de un equipo de especialistas. La importancia de la asistencia por parte de un equipo con especial interés en la rehabilitación se demuestra en la revisión realizada por Henderson en 1988 ⁽⁸⁾ sobre un grupo seleccionado de pacientes provenientes de la policlínica de amputados del Instituto de Traumatología, donde se logró la rehabilita-

ción funcional en 90% de las amputaciones infracondíleas y en 50% de las supracondíleas.

Las posibilidades de rehabilitación de un paciente amputado dependen de una serie de factores: estado general y colaboración del paciente, disponibilidad de prótesis adecuadas y calidad de la amputación realizada, siendo este último factor el que depende del cirujano.

En la realización de una amputación debe prestarse gran atención a los detalles técnicos en la confección del muñón: correcta sección ósea, manejo atraumático que conserve la vitalidad muscular y diseño adecuado de los colgajos músculo-cutáneos que permitan una aproximación muscular y una sutura de piel sin tensión de modo de evitar su necrosis. Una técnica quirúrgica que se ajuste a estos principios podrá lograr un muñón bien cicatrizado que se adapte a una prótesis ⁽⁹⁾.

La rehabilitación depende además de la longitud del muñón, o sea, de la altura o nivel en el miembro en donde se realice la amputación.

El objetivo de la selección preoperatoria del nivel de amputación es la determinación del sitio más distal en el cual cicatrizará una amputación.

Esta selección debe ajustarse a requisitos generales: 1) la amputación debe remover todo el tejido necrótico, infectado o doloroso; 2) el muñón de amputación debe adaptarse a una prótesis funcional y 3) la irrigación en el nivel propuesto para la amputación debe ser suficiente para permitir la cicatrización cutánea primaria.

El nivel que cumpla con los dos primeros requisitos en general puede determinarse clínicamente con alto grado de acierto, pero la evaluación de la calidad de la circulación en el nivel propuesto para la amputación y de las posibilidades de cicatrización primaria están sujetas a un alto margen de error, lo que dificulta la selección del nivel.

Esta elección resulta de un balance entre dos situaciones: la cicatrización es más probable para amputaciones proximales (como por ejemplo por encima de la rodilla), mientras que la rehabilitación es mucho más factible luego de una amputación más distal (por debajo de la rodilla). Si el cirujano

Tabla 3. Evolución de las amputaciones en Inglaterra.

	1961	1981	1986
Muslo (%)	70	60	54
Pierna (%)	30	40	46

Tabla 4. Tipos de amputaciones realizadas en Estados Unidos.

Tipo de amputación	Número	Porcentaje
Digital	36.800	32
Transmetatarsiana	11.500	10
Pierna	33.350	29
Muslo	33.350	29
Total	115.000	100

Tabla 5. Resultados para amputaciones por encima y por debajo de rodilla

Amputación	Mortalidad (%)	Cicatrización (%)	Rehabilitación (%)
Por encima de la rodilla	9	93	39
Por debajo de la rodilla	2	91	75

Tomado de De Frang ⁽¹⁾

elige una amputación proximal, aun cuando cicatrice sin dificultad, puede privar al paciente de la oportunidad de la rehabilitación. Por el contrario, si se opta por una amputación distal, y la circulación a ese nivel no es adecuada, pueden requerirse sucesivos actos quirúrgicos para lograr la cicatrización, frecuentemente a un nivel más alto. Esta última posibilidad puede resultar en un aumento de la morbimortalidad y además en un fracaso de las posibilidades de rehabilitación.

Las ventajas de una amputación que conserve la rodilla surgen de la diferente adaptación a las prótesis por encima y por debajo de la rodilla, siendo mucho más fácil deambular con una prótesis por debajo de la rodilla, especialmente para los pacientes ancianos. En general, un paciente amputado por debajo de la rodilla requiere para deambular con una prótesis un aumento de energía de 10% a 40% comparado con la energía requerida para caminar con la extremidad intacta. Por contraste, en la amputación unilateral por encima de la rodilla el aumento de energía requerido es de aproximadamente 50% a 70%. Debe tomarse en cuenta que la deambulación con muletas sin una prótesis ocasiona un aumento de energía de 60% ⁽⁵⁾. Dado que gran parte de estos pacientes tienen además enfermedad coronaria o pulmonar severas, pueden no ser capaces de tolerar la diferencia en ejercicio físico que requiere una amputación por encima de la rodilla comparada con una por debajo de la rodilla.

La jerarquización de la rehabilitación ha hecho variar a lo largo de los años la frecuencia relativa

de cada tipo de amputación, con un aumento en las amputaciones de pierna, funcionalmente más apropiadas.

Analizando esta evolución, Gregory-Dean ⁽⁴⁾ encuentra que en Inglaterra las amputaciones de muslo pasaron de 70% en 1961 a 60% en 1981 y a 54% en 1986, con el aumento correspondiente de las de pierna (tabla 3).

De igual manera De Frang ⁽¹⁾, en una revisión sobre el estado actual de las amputaciones en Estados Unidos señala que se distribuyen en forma bastante similar entre las realizadas a nivel digital, en pierna o muslo, con un número menor de amputaciones realizadas a través del pie (tabla 4).

Este predominio de las amputaciones distales a la rodilla se justifica por los buenos resultados obtenidos, fundamentalmente un alto porcentaje de rehabilitación, sin diferencias en la cicatrización primaria (tabla 5).

Si bien se acepta que la relación ideal entre amputaciones por debajo de la rodilla y por encima de la rodilla es aproximadamente 2 a 1 ⁽¹⁰⁾, otros autores señalan que el esfuerzo en la conservación de la rodilla se asocia con un aumento en la frecuencia de falla de cicatrización de las amputaciones distales.

En un estudio sobre 971 amputaciones de MMII, 626 por debajo y 345 por encima de la rodilla (relación 1,8:1), Keagy ⁽³⁾ reporta que se obtuvo la cicatrización primaria en 683 casos (70,4%), esta cicatrización fue diferida en 138 pacientes (14,2%), mientras que en 150 (15,4%) falló la cicatrización, en general obligando a la reamputación

a un nivel más alto. En esta serie el porcentaje de falla de cicatrización fue de 9,3% para las amputaciones por encima de la rodilla y de 18,8% para las realizadas por debajo de la rodilla.

En algunos pacientes que por su estado general o por un accidente vascular encefálico previo no deambulan, la conservación de la rodilla es menos importante, teniendo prioridad la posibilidad de cicatrización primaria, por lo que frecuentemente son amputados por encima de la rodilla. Cuando existe en el preoperatorio una deformidad con la rodilla fijada en flexión a más de 40°, no tiene indicación una amputación por debajo de la rodilla, ya que en esta situación es imposible colocar una prótesis, teniendo además una mayor incidencia de lesiones por apoyo en el extremo del muñón⁽⁵⁾.

Las amputaciones a nivel del pie, fundamentalmente digitales, son las realizadas con mayor frecuencia, teniendo la clara ventaja de que en general no determinan ninguna limitación funcional, no necesitando de prótesis para la deambulación. En este nivel se señala un porcentaje de cicatrización primaria global entre 58% y 75%⁽¹¹⁻¹³⁾, cifra que llega a 98% cuando existen pulsos palpables en el pie⁽¹³⁾. Aunque una perfusión adecuada es indispensable para el éxito de la amputación, a este nivel tiene gran importancia la presencia de infección, su extensión y su manejo inicial, fundamentalmente en el paciente diabético. Con frecuencia estos pacientes son tratados en forma incompleta en primera instancia, y la progresión de la infección, que sobrepasa los límites de una resección conservadora, obliga a una amputación mayor, aun frente a un pie bien vascularizado.

Varios factores han demostrado tener influencia en la cicatrización. En un estudio sobre 626 amputaciones infracondíleas, Keagy⁽³⁾ encontró que la cicatrización fue mayor en pacientes de raza negra que en blancos (85% contra 76%, $p=0,007$); en pacientes sin cardiopatía previa que en aquellos portadores de afecciones cardíacas crónicas o agudas (84% contra 74%, $p=0,001$); en pacientes en los que no se había realizado cirugía vascular previa que en los que habían sido operados (83% contra 73%, $p=0,03$) y en los diabéticos comparados con los no diabéticos (88% contra 70%, $p<0,001$).

Este resultado más favorable de las amputaciones en los diabéticos probablemente esté relacionado con una distribución preferencial de las lesiones vasculares obstructivas en los troncos arteriales distales, así como un número significativo de amputaciones por infección sin isquemia⁽³⁾.

La influencia de una cirugía previa sobre el resultado de la amputación es un aspecto controversial, señalando algunos autores⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ que luego de un intento fallido de revascularización pue-

de ser necesaria una amputación a un nivel más alto que el propuesto inicialmente. Esta opinión no es compartida por otros^(13,17) que, destacando el gran progreso en los procedimientos de revascularización, sostienen que no se debe privar al paciente de la oportunidad de una operación, que con frecuencia obtiene altos porcentajes de salvataje de extremidades. Analizando la evolución de amputaciones digitales, Byrne⁽¹¹⁾ encuentra que se obtuvo la cicatrización en 82% de los pacientes revascularizados (cifra que llega a 93% si se consideran aquellos con bypass permeables a 3 meses) y sólo en 48% de los que tenían una situación vascular no reconstruible.

En este punto discutible creemos de importancia la opinión de Malone⁽⁵⁾, quien concluye que "una reconstrucción distal al nivel de la femoral profunda sólo se debe realizar si las posibilidades de éxito son razonablemente altas y si un procedimiento exitoso eliminará la necesidad de una amputación mayor".

Si se realiza una reconstrucción vascular por debajo de la rodilla, la incisión utilizada para el abordaje de la poplítea distal o los vasos de pierna debe emplazarse sobre la línea del colgajo de piel posterior que podría ser requerido para una amputación de pierna subsiguiente.

Con relación a la cirugía de revascularización, debe recordarse que existen pacientes en los cuales no es posible evitar la amputación, pero en los cuales un procedimiento de cirugía vascular puede permitir descender el nivel de amputación, conservando la rodilla por ejemplo, y posibilitar la rehabilitación.

Tomando en cuenta todos los factores analizados, la selección preoperatoria del nivel de amputación se basa fundamentalmente en la valoración de la circulación, especialmente de la piel, en el sitio propuesto. Esta estimación, y por lo tanto la predicción de las posibilidades de cicatrización, representa un serio reto para el cirujano vascular. Solo mediante una adecuada selección del nivel es que podremos mejorar los resultados de las amputaciones y brindar a los pacientes una posibilidad de recuperación digna.

Las limitaciones de la clínica para la predicción del éxito de una amputación han llevado a que se desarrollaran numerosos métodos paraclinicos para estimar las posibilidades de cicatrización. Su amplia variedad es lamentablemente la evidencia más clara de que ninguno de ellos ha logrado ser lo suficientemente preciso o aplicable para permitir una adecuada selección del nivel de amputación.

Clínica

La determinación del nivel de amputación basada en hallazgos clínicos logra la cicatrización primaria en 90% de las amputaciones supracondíleas y entre 75% y 80% de las amputaciones de pierna ^(5,13,18)

Los datos aportados por el examen físico permiten pronosticar que una amputación no cicatrizará a determinado nivel, fundamentalmente cuando existe eritromelia declive en el nivel propuesto; sin embargo su ausencia no asegura un buen resultado de la amputación ⁽⁵⁾. La existencia de claros elementos de isquemia a ese nivel, como necrosis cutánea, rigidez muscular o déficit neurológico, obviamente imponen un nivel más alto.

La presencia de edema, tanto por isquemia prolongada como por una trombosis venosa profunda asociada, también es un factor de mal pronóstico ⁽¹⁹⁾.

Una regla tradicionalmente aceptada es la de realizar la amputación a un nivel inmediatamente por debajo del último pulso palpable. Si bien esta conducta virtualmente asegura la cicatrización primaria del muñón, lo logra a costa de un número inaceptablemente alto de amputaciones en muslo, ya que en la práctica un gran número de amputaciones de pierna tiene éxito a pesar de la ausencia de pulso poplíteo ⁽²⁰⁾.

La decisión final sobre el nivel de amputación con frecuencia se toma en el transcurso de la amputación, basándose en la calidad del sangrado muscular y de los colgajos cutáneos. Si bien la demostración de un sangrado pulsátil, con necesidad de múltiples ligaduras arteriales satisface al cirujano, se trata de un hecho completamente subjetivo, imposible de controlar y de escaso valor predictivo ⁽¹⁹⁾.

Arteriografía

El otro elemento con el que en general cuenta el cirujano a la hora de decidir una amputación es la arteriografía. Sin embargo ningún estudio ha demostrado que la arteriografía sea de utilidad para predecir la cicatrización del muñón. En general la arteriografía en esta situación de isquemia severa tiende a sobreestimar la obstrucción vascular, no demostrando vasos que se encuentran permeables como se demuestra con el Doppler, y por lo tanto puede llevar a descartar innecesariamente una amputación de pierna ⁽¹⁸⁻²⁰⁾

La necesidad de métodos más sensibles y objetivos para la selección preoperatoria del nivel de amputación ha llevado al desarrollo de numerosas técnicas no invasivas para determinar la calidad del flujo sanguíneo cutáneo.

Métodos no invasivos:

1. Medición del flujo sanguíneo total de la extremidad
Doppler— índice tobillo – brazo
– presiones segmentarias
– pletismografía
2. Medición del flujo sanguíneo cutáneo.
Temperatura cutánea.
Arteriografía con fluoresceína.
Medición del flujo con Doppler de rayo láser.
Aclaramiento de Xenón–133.
3. Medición de la presión de perfusión cutánea.
Fotopletismografía.
Aclaramiento de isótopos.
Doppler de luz láser.
- 4 Medición del metabolismo cutáneo.
Medición transcutánea de pO₂.
Medición transcutánea de pCO₂.

Doppler

El procedimiento no invasivo más fácilmente disponible es el estudio Doppler, valorando la presencia y calidad de las señales arteriales, las presiones segmentarias y el índice tobillo/brazo.

Aunque se señalan resultados razonables con este método para la decisión de amputación supra e infracondílea, su valor es claramente menor para las amputaciones a nivel del pie ⁽³⁾.

En su forma más sencilla la valoración de la calidad de las señales puede ser de ayuda; la auscultación de señales pulsátiles en general se asocia con una circulación adecuada y un buen resultado de una amputación a ese nivel. A nivel del pie, la presencia de señales pulsátiles a nivel digital y la demostración de una arcada plantar permeable permite pronosticar con razonable certeza el éxito de una amputación digital, mientras que para una amputación transmetatarsiana es necesario por lo menos una señal pulsátil de buena calidad en el cuello de pie. Por el contrario, en ausencia de señales en el cuello del pie habitualmente fracasa una amputación de pierna ⁽²⁾.

Mediante la medición de presiones segmentaria e índices se pretende obtener un dato más objetivo de la perfusión, estableciendo valores mínimos que se correlacionen con la posibilidad de cicatrización. Los resultados obtenidos por varios autores son muy variables, señalándose cifras entre 35 y 60 mmHg de presión en tobillo para la cicatrización de una amputación transmetatarsiana ^(12,13) y entre 40 y 70 mmHg de presión en pierna para una amputación infracondílea ^(1,21). Cuando se toman en cuenta los índices tobillo/brazo, se encuentra que también existe una amplia variación, con valores entre 0,25 y 0,5 considerados como límite inferior para la cicatrización de una amputa-

ción de pierna ^(1,13). La dificultad para tomar un valor como límite se explica porque si bien el método tiene una sensibilidad aceptable, su especificidad es muy baja, es decir que puede predecir con exactitud casi todas las amputaciones que cicatrizarán, pero sugiere erróneamente que un número de amputaciones de pierna no tendrán éxito. Por lo tanto, confiando exclusivamente en este método, se realizará un número excesivo de amputaciones de muslo. Aun tomando como límites inferiores para la cicatrización de una amputación de pierna valores tan bajos como una presión en tobillo de 40 mm Hg o un índice tobillo brazo de 0,25 se encuentra que para una sensibilidad de 94%, la especificidad es sólo de 25%, con un valor predictivo positivo de 89% y un valor predictivo negativo de 40% ⁽²¹⁾

Uno de los mayores problemas con este método es que la medición de presiones puede resultar falsamente aumentada debido a calcificación de la pared arterial, especialmente en arterias de pierna en diabéticos. En estos casos son necesarios otros métodos como la pletismografía digital para valorar adecuadamente la circulación distal.

Estas limitaciones del Doppler probablemente estén determinadas por el hecho de que el método evalúa la circulación en su sector troncular, lo que no siempre se correlaciona con la perfusión tisular real, fundamentalmente a nivel cutáneo. Debido a esto se han desarrollado otros métodos de estudio que buscan valorar precisamente la circulación cutánea en el sitio propuesto para la amputación ⁽²²⁾.

Medidas del flujo sanguíneo cutáneo

Captación de fluoresceína

Luego de una inyección intravenosa la fluoresceína difunde libremente en el fluido extracelular de los tejidos perfundidos. Frente a la exposición de la piel a luz ultravioleta se produce una fluorescencia amarillo-verdosa que puede ser cuantificada, lo que es proporcional a la cantidad de flujo sanguíneo cutáneo. Tomando medidas en diferentes lugares de la extremidad y comparándolas con la captación del fármaco en lugares de referencia como el antebrazo, se puede calcular un índice, mediante el cual se puede predecir el sitio más distal en el cual cicatrizará una amputación. Los reportes iniciales señalan que con un índice de 44 se puede predecir la cicatrización con una precisión de 93%, teniendo las amputaciones que cicatrizaron un índice medio de 94, mientras que en las que fallaron el índice medio fue de 29 ^(18,21).

Flujometría con Doppler láser

La magnitud del efecto Doppler de un haz de luz

láser reflejado en la piel es proporcional al flujo en la microcirculación cutánea. Si bien en reposo los valores obtenidos son similares en sujetos normales y en pacientes con arteriopatía obstructiva, luego de un calentamiento de la piel a 44°C durante 10 minutos en los individuos normales se observa una respuesta hiperémica que es francamente mayor que en los pacientes con enfermedad arterial. Utilizando este método para predecir la evolución de una amputación, se encontró que todas las amputaciones que cicatrizaron tuvieron una respuesta hiperémica adecuada, mientras que las que fallaron tuvieron una respuesta disminuida ^(13,18).

Medición isotópica del flujo sanguíneo cutáneo

La velocidad de aclaramiento de un isótopo radioactivo inyectado intradérmico es proporcional al flujo sanguíneo cutáneo. Utilizando inyecciones de Xenón 133 o Iodo 125-antipirina en distintos lugares de la extremidad y midiendo con una gammacámara la desaparición del isótopo se puede valorar el flujo sanguíneo cutáneo en el sitio propuesto para la amputación ⁽²³⁾. El método de la inyección de Xenón 133 ha sido estudiado extensamente por Malone ⁽²⁴⁾, quien señala que permite predecir la cicatrización de 83% de las amputaciones digitales, 93% de las de pierna y 100% de las de muslo. Sin embargo estos resultados no han podido ser reproducidos universalmente, existiendo dificultad en determinar el valor límite a considerar para garantizar el éxito de una amputación.

Medición de la temperatura cutánea

Aunque el examen clínico de la temperatura de la piel no es un dato fiable, las técnicas de medida objetiva de la temperatura cutánea pueden aportar datos válidos para la selección preoperatoria del nivel de amputación. El mapeo termográfico de la extremidad puede discriminar con 90% de precisión entre los niveles de pierna y muslo, y tiene buena correlación con las medidas isotópicas de flujo sanguíneo cutáneo. Este método tiene la ventaja de ser fácil de realizar y puede brindar un mapa isotérmico de la extremidad que puede ser útil en el diseño de los colgajos cutáneos ^(13,21).

Medidas de la presión de perfusión cutánea

Mediante fotopletismografía, aclaramiento de isótopos inyectados intradérmicos o Doppler de luz láser se puede estimar cuál es la presión de

perfusión cutánea. Con estas técnicas se aplica una presión sobre la piel, por ejemplo con un manguito neumático; al disminuir gradualmente la presión se determina por cualquiera de estos métodos la presión a la cual se inicia el flujo capilar. La técnica de fotopletismografía descrita por van der Broek es sencilla y se pueden realizar múltiples medidas en distintos sitios. Según este autor el nivel crítico de perfusión cutánea medido por pletismografía que permite una cicatrización adecuada es de 21 mmHg, obteniendo con este valor una sensibilidad de 100% (5,13,18,25)

Medidas de pO₂ y pCO₂ transcutánea

El desarrollo de electrodos adecuados permite la medida transcutánea de la presión parcial de O₂ y de CO₂, que tienen una buena correlación con la perfusión cutánea. Luego del calentamiento de la piel a 44°C se logra una buena permeabilidad de la piel al oxígeno y una vasodilatación máxima, por lo que si la perfusión es normal los valores transcutáneos de oxígeno se aproximan a los valores arteriales. En los miembros isquémicos, sin embargo, hay una disminución en la presión de perfusión y en el flujo sanguíneo cutáneo, por lo que el aporte de oxígeno (que depende del flujo sanguíneo y del contenido arterial de oxígeno) se acerca a las demandas tisulares de oxígeno y disminuye la medida transcutánea del oxígeno. Cuando el aporte de O₂ es equivalente al consumo metabólico de la piel, no se detectará el oxígeno arterial con el electrodo transcutáneo, aun cuando el flujo sanguíneo cutáneo esté presente (18).

La medición transcutánea de O₂ está afectada por factores sistémicos dependientes de la ventilación, de la hemoglobina y del gasto cardíaco, para no tomarlos en cuenta se ha utilizado la relación entre la medida transcutánea en el pie y en el tórax (13).

Aunque el oxígeno transcutáneo tiene una relación bastante lineal con respecto al flujo sanguíneo cutáneo, en la isquemia severa y shunts arteriovenosos asociados el oxígeno transcutáneo puede descender desproporcionadamente con respecto al flujo cutáneo. Además existen factores locales que pueden limitar la confiabilidad de la medida transcutánea de O₂, como ser aumento del espesor de la piel, edema o celulitis, reduciendo todos ellos la difusión de oxígeno (18).

El anhídrido carbónico tiene mayor transmisibilidad a través de la piel que el oxígeno, por lo que es menos afectado por los factores locales descritos.

En un estudio sobre 51 amputaciones, Malone encuentra un excelente resultado con estos métodos, señalando que todos los sitios de amputación con valores de oxígeno transcutáneo mayores o

iguales a 20 torr cicatrizaron, mientras que ninguno con valores inferiores a 20 torr cicatrizó (22).

Conclusiones

Las amputaciones no deben ser consideradas como una operación de demolición, sino como la primera etapa en la rehabilitación del paciente.

Es por eso que dicha rehabilitación debe ser realizada a un ritmo que permita obtener resultados adecuados, en el más corto plazo posible, a efectos de motivar el interés del paciente y del equipo médico actuante.

Es internacionalmente aceptado que el tratamiento y el seguimiento de estos enfermos debe ser realizado por un equipo multidisciplinario. En este equipo, el cirujano vascular juega un papel fundamental ya que es él quien mejor conoce la naturaleza y el curso de la enfermedad vascular subyacente.

En los medios donde se siguen estos principios y en los cuales se selecciona el nivel de amputación por algunos de los métodos antes descritos, los resultados —si bien variables— muestran una baja mortalidad, aun en las reamputaciones; alto índice de rehabilitación completa y lo más notorio, un índice muy semejante de cicatrización en las amputaciones de muslo y de pierna.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en nuestro medio, debemos destacar:

- 1) Alto índice de mortalidad.
- 2) Excesivo número de amputaciones en muslo.
- 3) Alto índice de reamputaciones cuando el nivel de pierna fue seleccionado (33%).

Debemos destacar que el índice de rehabilitación es muy bajo en el medio hospitalario en nuestro país, ya que de 100 pacientes amputados sólo se logró la rehabilitación de 32% pero en los niveles 2 y 3 de Russek aunque en las series con pacientes seleccionados, provenientes de policlínicas especializadas, los resultados mejoran.

Es muy importante señalar que en estas series nacionales se empleó principalmente el criterio clínico para seleccionar el nivel de amputación.

Pensamos que uno de los elementos que pueden hacer mejorar nuestros resultados, es ajustar los criterios de selección utilizando los métodos objetivos que están a nuestro alcance. Entre estos métodos destacamos el Doppler y la fotopletismografía.

En las tablas 6, 7 y 8, tomadas de Durham (13), se detallan los resultados obtenidos en otros medios utilizando distintos métodos objetivos para la selección de niveles de amputación en pie y pierna. Sabemos que existen diferencias en los resultados según los distintos autores, por lo cual esto no pretende ser más que una visión panorá-

Tabla 6. Amputaciones digitales.

Criterio de selección	Porcentaje de éxito (%)
Empírico	75
Presencia de pulso en cuello de pie	98
Presión Doppler digital > 30 mmHg	78
Presión Doppler en tobillo > 35 mmHg	96
Fotopleletismografía digital > 20 mmHg	100

Tabla 7. Amputaciones de ante y retropie.

Criterios de selección	Porcentaje de éxito (%)
Empírico	46
Presión Doppler digital > 30 mmHg	80
Presión Doppler en tobillo > 70 mmHg	75
Índice tobillo/brazo > 0,45 (no diabéticos) > 0,50 (diabéticos)	97
Fotopleletismografía digital > 55 mmHg	100
Medida transcutánea de pO ₂ > 28 mmHg	100
Medición isotópica de flujo cutáneo > 8 ml/min	100

Tabla 8. Amputaciones de pierna.

Criterios de selección	Porcentaje de éxito (%)
Empírico	82
Presión Doppler en tobillo > 30 mmHg	94
Presión Doppler en pierna > 50 mmHg	100
Presión Doppler en muslo > 100 mmHg	100
Medición pO ₂ transcutánea > 35 mmHg	100

mica de lo que se puede esperar de los diferentes métodos.

Proponemos, entonces, que se establezca un algoritmo para la selección del nivel de amputación, basado en el juicio clínico y en la aplicación de los métodos objetivos disponibles en nuestro medio.

De esta manera esperamos:

- 1) Obtener niveles de amputación más distales, con mejor pronóstico funcional, disminuyendo así las amputaciones en muslo.
- 2) Mejorar el índice de cicatrización primaria, evitando las fallas y las reamputaciones.
- 3) Disminuir el índice de mortalidad.
- 4) Mejorar el índice y la calidad de la rehabilitación.

Bibliografía

1. De Frang RD, Taylor LM, Porter JM. Basic data related to amputations. *Ann Vasc Surg* 1991; 5: 202-7.
2. Yao JS. Choice of amputation level. *J Vasc Surg* 1988; 8: 544-5.
3. Keagy BA, Schwartz JA, Kotb M, Burnham SJ, Johnson G. Lower extremity amputation: the control series. *J Vasc Surg* 1986; 4: 321-6.
4. Gregory-Dean A. Amputations: statistics and trends. *Ann R Coll Surg Engl* 1991; 73: 137-42.
5. Malone J, Goldstone J. Lower extremity amputation. In: Moore W. *Vascular Surgery*. 2nd. ed. New York: Grune & Stratton, 1986.
6. Croci F, Gastambide C, Perrier JP, Ríos M, Pérez Penco E, Gateño N. Evolución de las amputaciones de miembros inferiores. *Cir Uruguay* 1983; 53: 44-6.
7. Henderson E, Balboa O, Castro D, Bisio H. Análisis sobre niveles de amputación. Estudio retrospectivo. *Cir Uruguay* 1986; 56: 40-3.
8. Henderson E, Schimchak M. Estudio prospectivo de amputaciones del miembro inferior. *Cir Uruguay* 1988; 58: 13-6.
9. Burgess E. Amputations. *Surg Clin North Am* 1984; 64: 743-64.
10. Michaels JA. The selection of amputation level: an approach using decision analysis. *Eur J Vasc Surg* 1991; 5: 451-7.
11. Byrne RL, Nicholson ML, Woolford TJ, Callum KG. Factors influencing the healing of distal amputations performed for lower limb ischaemia. *Br J Surg* 1992; 79: 73-5.
12. Welch GH, Leiber DP, Pollock JG, Angerson W. Failure of Doppler ankle pressure to predict healing of conservative forefoot amputations. *Br J Surg* 1985; 72: 888-91.
13. Durham JR. Lower extremity amputation levels: indications, methods of determining appropriate level, technique, prognosis. In: Rutherford RB. *Vascular Surgery*. 3er. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1989.
14. Haimovici H. Failed grafts and level of amputation. *J Vasc Surg* 1985; 3: 371-4.
15. Kazmers M, Satiani B, Evans WE. Amputation level following unsuccessful distal limb salvage operations. *Surgery* 1980; 87: 683-7.
16. Evans WE, Hayes JP, Vermilion BD. Effect of a failed distal reconstruction on the level of amputation. *Am J Surg* 1990; 160: 217-20.
17. Bloom RJ, Stevick CA. Amputation level and distal bypass salvage of the limb. *Surg Gynecol Obstet* 1988; 166: 1-5.
18. Sarin S, Shami S, Shields DA, Scurr JH, Coleridge Smith PD. Selection of amputation level: a review. *Eur J Vasc Surg* 1991; 5: 611-20.
19. Clyne CA. Selection of level for lower limb amputation in patients with severe peripheral vascular disease. *Ann R Coll Surg Engl* 1991; 73: 148-51.
20. Dwars BJ, van den Broek TA, Rauwerda JA, Bakker FC. Criteria for reliable selection of the lowest level of amputation in peripheral vascular disease. *J Vasc Surg* 1992; 15: 536-42.
21. Wagner WH, Keagy BA, Kotb MM, Burnham SJ, Johnson G. Noninvasive determination of healing of major lower extremity amputation: the continued role of clinical judgment. *J Vasc Surg* 1988; 8: 703-10.
22. Malone JM, Anderson GG, Lalka SG, Hagaman RM, Henry R, McIntyre KE et al. Prospective comparison of noninvasive techniques for amputation level selection. *Am J Surg* 1987; 154: 179-84.
23. Moore WS, Henry RE, Malone JM, Daly MJ, Patton D, Childers SJ. Prospective use of Xenon Xe 133 clearance for amputation level selection. *Arch Surg* 1981; 116: 86-8.
24. Malone JM, Leal JM, Moore WS, Henry RE, Daly MJ, Patton DD et al. The "Gold Standard" for amputation level selection: Xenon-133 clearance. *J Surg Res* 1981, 30: 449-55.
25. Malvezzi L, Castronuovo J, Swayne LC, Cone D, Trivino JZ. The correlation between three methods of skin perfusion pressure measurement: radionuclide washout, laser Doppler flow and photoplethysmography. *J Vasc Surg* 1992; 15: 823-30.