

## ESTRATEGIAS QUIRÚRGICAS EN EL PIE DIABÉTICO TRATADO CON OXÍGENO HIPERBÁRICO

**Alberto Teme**

**Centro de Medicina Hiperbárica**  
Córdoba, República Argentina

Publicado en  
Teme AR, Subotina N, Halabi A.  
Pie diabético de riego.  
Recursos fotográficos, Ed., Córdoba, Argentina, 2005  
Capítulo 11, pag. 175-188. ISBN 987 22348 0 9  
Reproducido con licencia de la editorial  
Recibido: 4-dic-2007 - Insertado: 9-feb-2008 - Actualizado:

La incorporación del oxígeno hiperbárico (OHB) a la práctica habitual en el tratamiento del pie diabético (PD), implementada hace aproximadamente 10 años por nuestro grupo, nos fue brindando una experiencia innovadora como especialistas en cirugía vascular, que paulatinamente modificó la actitud quirúrgica frente al PD en riesgo.

Los beneficios que brinda el OHB al tratamiento de las distintas presentaciones del PD, indujeron a agrupar la presentación de los distintos problemas terapéuticos en una clasificación (ver tabla 1).

### **Estrategias quirúrgicas**

Se analizaron las diferentes formas de presentación del pie diabético (PD), y en base a esta clasificación se realizó un análisis de los resultados en pacientes con diabetes mellitus que fueron sometidos a diferentes protocolos terapéuticos con OHB y estrategias quirúrgicas para cada caso en particular.

### **Isquémicos revascularizables**

En este grupo de pacientes, que presentan excelentes condiciones de ser revascularizados, ya sea por medios quirúrgicos o angioplastia transluminal percutánea (ATP), se aconseja la utilización del OHB en casos de una infección necrotizante de partes blandas (indicación del OHB independientemente de si es un pie diabético o no), lo que permitirá un seguro desbridamiento y un eficaz tratamiento con antibióticos en un medio isquémico, como lo es el de estos pacientes con enfermedad arterial obstructiva. Por otra parte, permite acortar el tiempo de espera entre la resolución de la infección y la revascularización. En estos

casos, en que el paciente presenta un pie severamente infectado e isquémico, no se puede intervenir hasta que el riesgo de contaminación del campo operatorio sea mínimo.

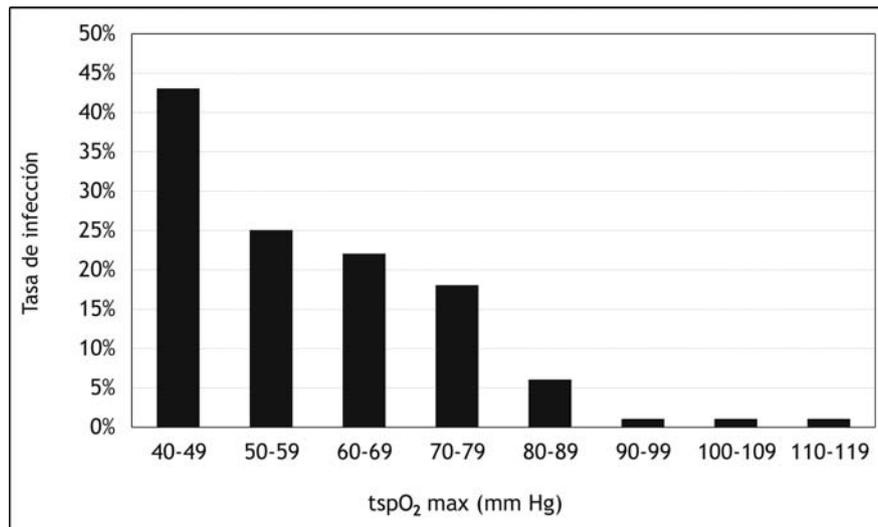
**Tabla 1. Clasificación del pie diabético en riesgo y sus complicaciones**

1. Isquémicos revascularizables
  - a. No infectados
  - b. Infectados
2. Isquémicos no revascularizables
3. Revascularizados refractarios
4. Neuropáticos
  - a. Refractarios
  - b. Con osteomielitis
  - c. Con infecciones necrotizantes
5. Complicaciones del pie diabético Independiente de la enfermedad de base
  - a. Úlceras por vasculitis
  - b. Erisipelas sobre úlceras venosas
  - c. Necrobiosis lipóidica ulceradas, etc.
6. Complicaciones quirúrgicas
  - a. Post-cirugía vascular
  - b. Post-cirugía cardíaca
  - c. Post-cirugía ortopédica
7. Muñones de amputación complicados
  - a. Por isquemia.
  - b. Por infección.

En ocasiones, este tiempo puede prolongarse demasiado, permitiendo la extensión del componente isquémico, hasta convertirlo en un PD irrecuperable. En estas circunstancias es menester no olvidar que muchos de estos puentes se realizan sobre arterias del tobillo o del pie, muy próximos a úlceras o lesiones infectadas, y que una de las mayores complicaciones es la irrupción de microorganismo dentro del área quirúrgica, comprometiendo partes blandas y el puente, con los consecuentes resultados adversos. En una reciente publicación<sup>1</sup> fueron analizados 1.032 puentes arteriales de miembros inferiores, realizados en 1.000 pacientes. De ellos, el 92% de los puentes arteriales se efectuó en pacientes con diabetes mellitus, observándose una incidencia de un 2% de infecciones severas de la herida operatoria. Considerando que el 29,3% de los pacientes operados presentaba lesiones infectadas, este hallazgo revelaría que aproximadamente es el 10% de los pacientes sometidos a puentes arteriales con lesiones tróficas más complicaciones infecciosas sobreagregadas, se infecta la herida operatoria.

Otro dato que corrobora lo que se expone precedentemente, son los resultados obtenidos mediante el sensado de  $pO_2$  en tejido celular subcutáneo de heridas pos-cirugía, al correlacionarlo con la incidencia de infecciones. Mediante el análisis de estos resultados, se puede objetivar una relación inversa entre el descenso de la  $pO_2$  y el incremento de infecciones. Este argumento sería uno de todos los existentes que nos permiten verificar los beneficios del OHB en estos pacientes<sup>2</sup>. (ver caso práctico PDIR 1 en capítulo 12)

Por lo tanto, al comparar los resultados de estos estudios, se explicaría la importancia del tratamiento con OHB en aquellos pacientes que serán sometidos a cirugía de revascularización por arteriopatía periférica y que presentan lesiones tróficas infectadas.



Cuadro 1. Relación de la tasa de infección de la herida según la pO<sub>2</sub> en el tejido celular subcutáneo en pacientes sometidos a varios procedimientos quirúrgicos. El porcentaje de infecciones fue inversamente proporcional a la pO<sub>2</sub> sensada. Tomado de Hopf HW, Hunt TK, West JM, Blomquist P et al. Wound tissue oxygen tension predicts the risk of wound infection in surgical patients. Archives of Surgery, 1997; 1342: 997-1005.

### Isquémicos no revascularizables

Se trata de pacientes que presentan un avanzado y complejo deterioro de sus arterias, lo que imposibilita un procedimiento de revascularización electivo, o de aquellos otros pacientes que se beneficiaron de un puente vascular, y que ulteriormente presentaron una trombosis extensa sobre el lecho distal.

Esta contingencia conlleva al cirujano a una decisión dramática: indicar la amputación mayor del miembro inferior.

Protocolo de trabajo (ver algoritmos al final del capítulo):

La realización los estudios evaluatorios de rigor, invasivos y/o no invasivos, como Doppler, tcpO<sub>2</sub> y angiografía.

Los resultados, se evalúan según los criterios expresados en capítulos anteriores, y se decide entre dos difíciles posibilidades:

- a. Pacientes con lesiones circunscriptas al pie.
- b. Pacientes con lesiones en el pie irrecuperables, avizorándose la posibilidad de amputación a nivel del muslo.

En el primer caso, se debería iniciar el tratamiento con OHB en forma conjunta con antibioticoterapia y desbridamientos mínimos circunscriptos, a los fines de preservar el apoyo plantar y reseca sólo el tejido necrótico e infectado. En estos casos, las amputaciones se limitan a dedos o metatarso, iniciando el protocolo de tratamiento simultáneo con OHB durante un período de 5 a 10 días, con el propósito de delimitar la viabilidad de los tejidos, disminuir el edema, resolver la infección y permitir la reoxigenación de las células no necrosadas que se encuentran en la zona de transición de la isquemia.

Esta estrategia permitirá una segunda exploración quirúrgica con el propósito de observar *in situ* los resultados del tratamiento con OHB. En los casos en que no se obtuvieron resultados satisfactorios, se debería considerar una amputación mayor, no sin antes haber brindado al paciente todas las herramientas disponibles para salvaguardar su miembro inferior en riesgo.

En los casos del segundo grupo, por lo general se realizan amputaciones infrapatelares, incluso en aquellos pacientes en los que la arteriografía revela una pobre vascularización del área en riesgo o incidentes en que la extensión de la infección del pie ha llegado a un grado mayor de compromiso, y en los que por intermedio del OHB se pueda lograr una adecuada cicatrización del muñón y la segura utilización de una prótesis. El método de selección de los pacientes es mediante la determinación de  $tcpO_2$ , además del uso del criterio propio. Cuando las mediciones de la  $tcpO_2$  son de  $<10$  mm Hg pero  $>0$  mm Hg, estos pacientes son considerados con riesgo alto de fracaso del muñón<sup>3</sup>, y se los podría calificar como adecuados para ser sometidos a tratamiento con OHB.

En el capítulo de casos prácticos, los pacientes incluidos en esta categoría son un claro ejemplo de esta disciplina terapéutica. Se observan casos con lesiones mínimas, con malos parámetros de perfusión observada con la utilización de estudios como Doppler,  $TcPO_2$  y arteriografía, a quienes se indica tratamiento con OHB por la refractariedad de la lesión, con el propósito de no permitir el progreso de estas lesiones, en áreas con muy mala vascularización.

En el caso PDINR 3, se visualiza cómo en un miembro inferior se ha logrado convertir una úlcera extensa y dolorosa, a una pequeña úlcera indolora, permitiéndole al paciente utilizar ese miembro para la marcha. En el miembro inferior contralateral, se le realizó amputación infrapatelar por fallo al tratamiento ordenado. En este caso, tan exigua era su vascularización que indujo a una dehiscencia del muñón. Con la continuación del tratamiento con OHB, se logró cicatrizar el muñón y la posibilidad de utilización de una prótesis. En este paciente con diabetes mellitus, enfermedad renal crónica y coronaria sobreagregada y una inevitable corta expectativa de vida, se logró prevenir la amputación mayor en un miembro y preservar la movilidad de la rodilla en el otro, lo que le permitió la ejecución de la marcha por sí mismo. Este grupo de pacientes, en el que la tasa de amputación es mayor, es el que más se beneficia con la OHB.

### **Revascularizados refractarios**

En este grupo de pacientes se encuentran aquéllos que fueron sometidos a un procedimiento de revascularización, ya sea por vía quirúrgica o cateterismo (angioplastia percutánea). Esta observación fue comprobada por Arora y cols<sup>4</sup> en un estudio realizado en pacientes con diabetes mellitus complicada con pie isquémico y neuropático. La metodología del trabajo se centró en el análisis de reactividad de la microcirculación, en un grupo de pacientes con pie diabético isquémico y neuropático, antes y después del procedimiento de revascularización, comparados con otro grupo control de pacientes diabéticos con neuropatía y vascularización normal. De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos, se concluyó que los pacientes diabéticos con neuropatía en las extremidades inferiores que experimentan una isquemia funcional, al efectuárseles la correspondiente

revascularización se objetiva una ligera mejoría pero con valores circulatorios ostensiblemente menores a los encontrados en un paciente diabético sin neuropatía.



Figura 1. Paciente isquémico, con puente fémoro-distal obstruido. La exploración quirúrgica fue negativa para realizar un nuevo puente. Amputaciones de tercer y cuarto dedo; lesiones por decúbito en maléolo externo. La fotografía fue obtenida tras 20 sesiones de OHB, observándose granulación de lechos de la herida, desaparición del dolor de reposo. La eritrocianosis del quinto dedo obligará su amputación. Caso típico de isquemia severa con resultado favorable.

En el capítulo 12 (sobre casos prácticos), los casos PDRR 1, 2, 3, 4, 5 y 6 corresponden a este grupo y se podrán objetivar los resultados obtenidos con la utilización del OHB.

### Neuropáticos

En este grupo encontramos 3 escenarios en los que indicamos OHB: Pacientes con **osteomielitis**; pacientes **refractarios**; pacientes con **infecciones necrotizantes** de tejidos blandos (PDN 2); las indicaciones por osteomielitis e infecciones necrotizantes no tendrían que entrar en discusión, puesto que son incluidas independientemente de si el paciente es diabético o no.

Con respecto a PD que son registrados como **refractarios**, se especula que el OHB no va a dar ventajas sobre un trastorno de apoyo plantar, hasta que éste no sea corregido por cirugía u ortesis adecuada. No obstante, el OHB, permite solucionar en forma simultánea, trastornos ortopédicos e infecciosos severos, incluso en urgencia, como se observa en los casos prácticos PDN 1, 3, 4 y 6.

Un pie de Charcot como el caso PDN 5, con osteomielitis de tarso expuesta por la cara plantar y dorsal del pie, que desarrolla una osteomielitis crónica pese a un largo tratamiento con antibiótico, fue tratado con OHB. De acuerdo a observaciones hechas en nuestro servicio, en casos de drenajes plantares extensos, lo que implica una resección amplia

( $\leq 80\%$ ) de la superficie plantar, lo que en muchos centros se considera indicación de amputación del pie, hoy para nuestro grupo es una cirugía que no tememos, pues conocemos la capacidad regenerativa que el OHB aporta a estos pacientes.

Al respecto, sobre este grupo de pacientes existen estudios que definen claramente los beneficios del OHB<sup>5</sup>.

### **Trastornos del PD independientes de la enfermedad de base**

La condición de enfermedad diabética no exime al paciente de padecer otras enfermedades vasculares de presentación inusual en la diabetes mellitus. Por el contrario, los pacientes con diabetes presentan una tendencia aumentada a desarrollar este género de complicaciones o lesiones, como se observa en los casos prácticos PDIEB 1, 2, 3 y 4. En estos casos que presentaban lesiones refractarias, algunos por enfermedad microvascular y otros por infecciones de gran envergadura en un huésped inmunocomprometido, se consideró adecuado indicar OHB en un intento extremo de conservar la integridad del miembro inferior enfermo.



Figura 2. Resección en placa de gran parte de la superficie plantar y cara lateral interna del pie, por infección necrotizante, profuso sangrado, en pie diabético neuropático (Gentileza del Dr. R Zalazar).

### **Complicaciones pos-quirúrgicas**

No obstante tratarse de un grupo muy reducido, las complicaciones por infección o dehiscencia por isquemia, suelen desarrollar desde una pequeña úlcera refractaria hasta la pérdida del miembro comprometido. El caso práctico CCV 2, en el que se realizó una cirugía de revascularización en miembro inferior, durante el pos-operatorio se infectó, generando una enorme úlcera en la cara interna de la pierna, siendo horadado el puente con sangrado súbito por acción erosiva de la infección. Este caso se benefició con un protocolo de tratamiento con OHB, con ulterior cicatrización de la úlcera, además de su lesión plantar, no obstante la obstrucción del puente por ligadura de éste.

El caso práctico CCC1 es una clásica complicación de la herida por extracción de vena safena en un paciente sometido a cirugía de revascularización coronaria, generalmente debido a tejidos mal irrigados por una arteriopatía diabética no valorada correctamente en los exámenes prequirúrgicos.

Estos pacientes tienen una evolución desfavorable de sus lesiones tróficas, mientras que el procedimiento de revascularización tuvo resultados satisfactorios, observándose incremento de las presiones de perfusión, a valores aceptables para una normal cicatrización y resolución del cuadro infeccioso. Estos hallazgos son comúnmente encontrados en pacientes diabéticos con patología macrovascular, conjuntamente a una manifiesta neuropatía, asociada a severas alteraciones de la microcirculación.

Las cirugías ortopédicas, especialmente en el pie de Charcot que se asocia con enfermedad vascular, pueden generar durante el pos-operatorio, un defecto en la consolidación ósea o de cicatrización de la herida operatoria con exteriorización del hueso. Estos casos están publicados usualmente en la bibliografía mundial.



*Figura 3. Evolución de herida operatoria, de un puente fémoro-tibial posterior con vena safena in situ. Inicio del cuadro con celulitis de todo el miembro, seguido de necrosis extensa de los bordes de la herida. Peligrosa complicación, más frecuente de lo que se piensa, que el OHB puede evitar, o minimizar sus secuelas.*

### Muñones de amputación complicados

Como los casos del grupo anterior, se tratan de una complicación pos-quirúrgica de similares características fisiopatológicas, que prevalecen por infección y/o dehiscencia por isquemia. Se los transfiere a otra categoría, ya que es muy importante agotar los esfuerzos por preservar la rodilla del paciente, con el propósito de lograr un muñón apto para el uso de una prótesis.

Los porcentajes de infección del muñón de amputación oscilan aproximadamente entre el 12 y el 28%<sup>5</sup>. Cuando es realizada en dos tiempos se ha observado un porcentaje menor. Para este tipo de complicación se considera una formal indicación el tratamiento con OHB

Estudios recientes han demostrado los resultados obtenidos en pacientes con amputación del miembro inferior con relación a la marcha. De los pacientes con un muñón infrapatelar, el 30% no vuelve a caminar, comparado con aquéllos con muñón suprapatelar, de los que el 70% no lo hace<sup>6-7</sup>.

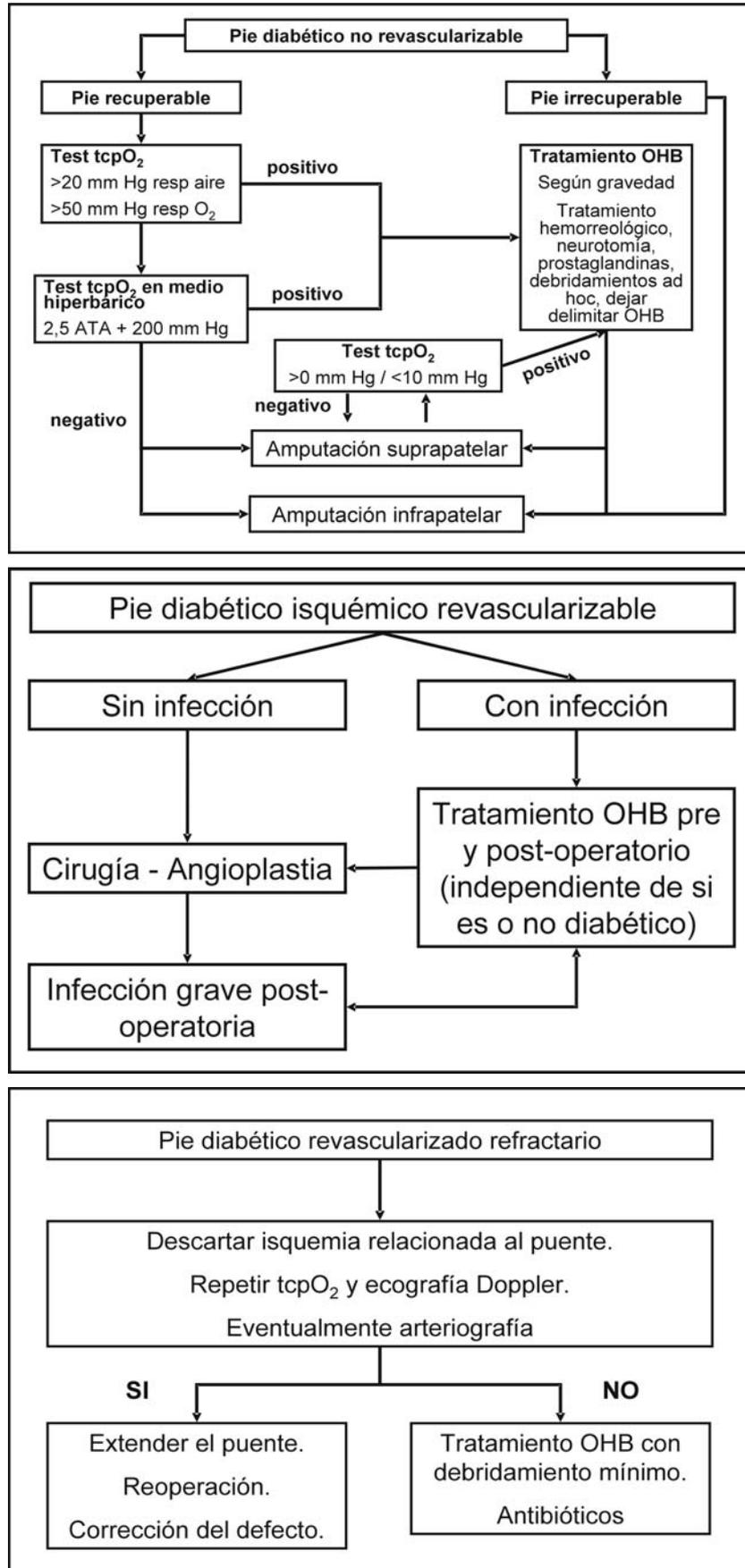
Repetimos este concepto por la importancia que significa.

Orden	Presentación	N	Amputaciones (%)
1	Isquémicos revascularizables (PDIR)	12	
2	Isquémicos no revascularizables (PDINR)	59	33,9
3	Revascularizados refractarios (PDRR)	14	14,3
4	Neuropáticos (PDN)		12,0
	<i>Refractarios</i>	5	
	<i>Con osteomielitis</i>	19	
	<i>Con infecciones necrotizantes</i>	26	
5	PD independientes de la enf. de base (PDIEB)	0	
	<i>Úlceras por vasculitis</i>	7	
	<i>Erisipelas sobre úlceras venosas</i>	4	
	<i>Necrobiosis lipóidicas ulceradas</i>	1	
6	Complicaciones pos-quirúrgicas (CC)		
	<i>Pos-cirugía vascular</i>	8	
	<i>Pos-cirugía cardíaca</i>	2	
	<i>Pos-cirugía ortopédica</i>	1	
7	Muñones de amputación complicados (M)		7,7
	<i>Por isquemia</i>		6,0
	<i>Por infección</i>		7,0

### Experiencia del servicio de OHB

Desde junio de 1997 a diciembre de 2004 fueron tratados en el servicio con OHB un total de 171 pacientes con enfermedad de pie diabético. Del total general, fueron excluidos 19 pacientes que no completaron el tratamiento; 15 de ellos por abandono y 4 por fallecimiento por causas no relacionadas. En el grupo 1 - PDIR fueron incluidos 12 pacientes y a todos ellos se les realizó una cirugía de revascularización. Uno de ellos presentó una infección de la herida operatoria, motivo por el cual se lo incluyó en el grupo de complicaciones pos-quirúrgicas. En el grupo 2 - PDINR, de 59 pacientes ingresados en el protocolo de OHB, en 39 (66%) se logró evitar una amputación mayor conservando apoyo plantar. En el resto de los pacientes se realizó una amputación infrapatelar. Indiscutiblemente, éste fue el grupo que más se benefició con el tratamiento con OHB, ya que se trataban pacientes que fueron derivados a nuestro centro con una indicación previa de amputación a nivel de la pierna. En el grupo 3 - PDRR, de un total de 14 pacientes, 2 (14%) fueron amputados a nivel infrapatelar. De un total de 50 pacientes del grupo 4 - PDN, 6 (12%) fueron amputados, por infecciones refractarias al tratamiento con antibióticos. De los 12 pacientes del grupo 5 - PDIEB, todos evolucionaron favorablemente. En los casos del grupo 6-CC (11 pacientes), a sólo 2 (3,3%) pacientes se les realizó una amputación. De los trece pacientes del grupo 7 (M), 1 (7%) debió ser reamputado a nivel del muslo, y 4 fueron reintervenidos para resecaer tejido necrótico e infectado, con resección ósea parcial, a los fines de adaptar los tejidos blandos a una geometría complaciente al tejido residual. Todos los pacientes que recibieron OHB por su pie diabético fueron considerados al cotejar los resultados coadyuvantes con OHB, ya que se pensó que la estimación de los resultados terapéuticos del PD considerándolo como única entidad, podría ser el origen de las confusiones y la amplia disparidad de criterios para la elección de un gesto terapéutico adecuado que existe en el presente.

Algoritmos de inclusión en OHB de pacientes con PD en riesgo



## BIBLIOGRAFIA

1. Pomposelli FB, Kansal N, Hamdan AD, Belfield A, Sheahan M, Campbell DR, Skillman JJ, Logerfo FW. A decade of experience with dorsalis pedis artery bypass: Analysis of outcome in more than 1,000 cases. J Vasc Surg 2003;37:307-15.
2. Hopf HW, Hunt TK, West JM, Blomquist P et al. Wound tissue oxygen tension predicts the risk of wound infection in surgical patients. Arch Surg 1997; 1342: 997-1005.
3. Arora S, Pomposelli F, Logerfo F, Veves A. Cutaneous microcirculation in the neuropathic diabetic foot improves significantly but not completely after successful lower extremity revascularization. J Vasc Surg 2002;35:501-5.
4. Kessler L, Bilbault P, Stephan D y col. Hyperbaric Oxygenation Accelerates the Healing rate of Non-Ischemic Chronic Diabetic Foot Ulcers. Diabetes Care 2003; 26: 2378-2382.
5. McIntyre KE Jr, Bailey SA, Malone JM, et al: Guillotine amputation in the treatment of nonsalvageable lower-extremity infections. Arch Surg 119:450, 1984.
6. Luther M. Surgical treatment of chronic critical leg ischemia a 5 year follow-up of socioeconomic outcome. Eur L Vasc Endovasc Surg 1997;13 :452-459.
7. Krupski WC. Overview of extremity amputations. In Vascular Surgery. Ed Robert Rutherford. 2000; Saunders Co.

*Dirección para correspondencia :*

Dr. Alberto Teme  
Córdoba, República Argentina  
E-Mail: [a\\_teme2000@hotmail.com](mailto:a_teme2000@hotmail.com)

---

Este documento procede de la REVISTA VIRTUAL DE MEDICINA HIPERBARICA editada por CRIS-UTH (Barcelona) y el CCCMH de España. Prohibida su copia y difusión sin citar la filiación completa de los autores del artículo y su procedencia

