

Trabajo original

Angioplastia infrapoplítea: correlación entre el vaso tratado y el angiosoma lesionado

Dra. Ana Lorena Ferrufino-Mérida,* Dr. Juan Miguel Rodríguez-Trejo,*

Dr. Ignacio Escotto-Sánchez,* Dr. Neftalí Rodríguez-Ramírez*

RESUMEN

Introducción: Las lesiones isquémicas del pie pueden conducir a pérdida de la extremidad. Tienen pocas posibilidades de curación, a pesar de revascularizaciones quirúrgicas o endovasculares exitosas, si las arterias que irrigan las zonas-diana donde asientan las lesiones no se revascularizan o existe una incorrecta conexión vascular entre la arteria revascularizada y la zona isquémica local.

Objetivo: Determinar si la revascularización directa de los angiosomas específicos es determinante en la cicatrización de la herida y el alivio del dolor. Determinar la arteria más afectada y la revascularizada con mayor frecuencia. Comparar la media del tiempo transcurrido hasta la cicatrización completa de la herida. Determinar porcentaje de amputación mayor o menor y si éste se relaciona con el angiosoma lesionado y el vaso revascularizado.

Material y métodos: Estudio observacional, transversal, correlacional, descriptivo y prospectivo. Se incluyeron pacientes del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE, con isquemia crítica de la extremidad inferior sometidos a procedimientos endovasculares exitosos en el sector infrapoplíteo y que cumplieron con los criterios de inclusión entre enero 2011 a marzo 2012. Se hizo el seguimiento posterior en Clínica de Heridas y Consulta Externa. Se juzgó significancia estadística cuando $p < 0.05$.

Resultados: Se evaluaron 32 pacientes, la edad media fue de 68.31 años (DE 8.74; rango 52-82), 18 varones (56.2%) y 43.8% mujeres ($n = 14$), relación hombre:mujer de 1.3:1. Del total, 84.38% diabéticos ($n = 27$) y 87.5% hipertensos ($n = 28$); 56.25% con ex tabaquismo frente a 6.25% con tabaquismo activo y 43.75% con cardiopatía isquémica ($n = 14$). Sólo 12.5% tenía como antecedente EPOC. Se clasificaron las extremidades en los dos grupos de estudio, de manera que en 23 (72%) se llevó a cabo una revascularización directa (RD) y las restantes nueve extremidades (28%) se sometieron a revascularización indirecta (RI) de los angiosomas isquémicos. Las arterias tibial anterior y posterior fueron las más lesionadas (43.75% en ambos casos); el angiosoma más revascularizado fue el tibial anterior (34.38%), en muchos casos por ser el único tronco distal permeable. Al comparar el índice tobillo-brazo (ITB) medio entre los grupos RD y RI mediante χ^2 se obtuvo significancia estadística: $p = 0.013$ en el caso de revascularización directa para la mejoría del ITB. La cicatrización completa se alcanzó en 27 extremidades (84.37%) con una media de 37.48 días, desviación estándar de 41.51 (mínimo 12, máximo 150). La tasa de cicatrización (RD 100% frente a RI 44.44%) mediante la prueba exacta de Fisher y χ^2 fue altamente significativa ($p = 0.00010$). La media del tiempo transcurrido hasta la cicatrización completa (RD 21.17 días frente a RI 131.25 días) mediante ANOVA de un factor mostró $p = 0.0000001$. La proporción acumulada libre de amputación mostró $p = 0.00032$. Se obtuvieron como valores z : 3.35 y $p = 0.001$, para la relación de tipo de revascularización y alivio del dolor. En el análisis de regresión logística se detectaron como factores importantes de riesgo en el proceso de cicatrización la edad y el ex tabaquismo (IC 95% 0.38-0.74).

Conclusiones: La curación de las úlceras isquémicas o salvamento de extremidad no sólo dependen de revascularizaciones exitosas, sino también del tratamiento directo y adecuado de las arterias que irrigan directamente la zona lesional, optimizar los cuidados clínicos y avanzados de las heridas que son la clave en el pronóstico de los pacientes.

Palabras clave: Angioplastia, angiosoma, revascularización directa, revascularización indirecta.

* Servicio de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE.

ABSTRACT

Introduction: Ischemic lesions of the foot can lead to loss of the limb and often have little chance of healing, despite surgical or endovascular revascularization successful, if the arteries that supply-target areas where the injury is settled or there revascularizan incorrect connection between the revascularized artery vascular and local ischemic zone.

Objective: To determine if the direct revascularization of the specific angiosomas is determinant in the wound healing and pain relief. To determine the artery most affected and most frequently revascularized. To compare the average time until complete healing of the wound. To determine percentage of major amputation or less and if it relates to the injured and the vessel angiosome revascularized.

Material and methods: Observational, cross correlation, descriptive, prospective study. Patients were included National Medical Center 20 November, ISSSTE, with critical ischemia of the lower extremity underwent successful endovascular infrapopliteal sector that met the inclusion criteria for the period January 2011 to March 2012. It was the subsequent follow Wound Clinic and Outpatient our institution. It was considered statistically significant when $p < 0.05$.

Results: We evaluated 32 patients, the mean age of patients was 68.31 (SD 8.74, range 52-82) years, 18 (56.2%) were male and 43.8% ($n = 14$) were women, with relationship male: women of 1.3:1. Of the total, 84.38% ($n = 27$) were diabetic and 28 (87.5%) had hypertension, 56.25% had ex-smoking compared to 6.25% had active smoking and 43.75% ($n = 14$) suffered ischemic heart disease. Only 12.5% had EPOC. The limbs were classified in the two study groups, so that in 23 (72%) was carried out a direct revascularization (RD) and the remaining 9 limbs (28%) were subjected to indirect revascularization (RI) of the angiosomes ischemic. The anterior and posterior tibial artery was injured the most corresponding to a 43.75% in both cases, in the same way the angiosoma more revascularized was the tibialis anterior corresponding to 34.38% in many cases be the only trunk distal permeable. When comparing index ankle arm (ITB) halfway between the RD and RI groups by the χ^2 test was obtained statistical obtaining significance $p = 0.013$ for direct revascularization for the improvement of the ITB. Complete healing was achieved in 27 limbs (84.37%) with an average of 37.48 days, obtaining a standard deviation of 41.51 (minimum 12, maximum 150). The rate of healing (RD 100% vs. 44.44% RI) by Fisher's exact test and χ^2 was highly significant ($p = 0.00010$). The average time until healing (21.17 RD days vs. RI 131.25 days) with a factor ANOVA showed $p = 0.0000001$. The cumulative proportion free amputation showed $p = 0.00032$. Values were obtained as z : 3.35 y $p = 0.001$ for the relationship between type of revascularization and relief of pain. In the logistic regression analysis were detected as important risk factors in the process of healing the age and the ex-smoking (95% CI 0.38-0.74).

Conclusions: Best results on the healing of ischemic ulcers or limb salvage and pain relief, not only depend on more or less successful revascularization, but also direct and appropriate treatment of the arteries irrigating directly lesional area, must be optimized and advanced clinical care of wounds, ultimately, may be the key to the prognosis of patients with IC, so that teams require trained, experienced and multidisciplinary.

Key words: Angioplasty, angiosome, direct revascularization, indirect revascularization.

INTRODUCCIÓN

Los avances en la revascularización distal de la extremidad inferior han revolucionado el salvamento de la extremidad isquémica. Una estrategia intensiva de revascularización incluye técnicas endovasculares.^{1,2}

La mayoría de los pacientes tienen múltiples comorbilidades; someterlos a un procedimiento como bypass distal, se asocia a tasas de mortalidad de 2-8% y una morbilidad de 20-50%.³

Los procedimientos endovasculares, fundamentalmente la angioplastia, inicialmente se utilizaron en el sector distal, pero casi siempre en lesio-

nes cortas, aisladas y cercanas al origen de los troncos distales.¹ Sólo en los últimos años, con la experiencia acumulada en otros sectores y con la nueva tecnología de los materiales, se ha expandido su uso, tratando lesiones más complejas (obstrucciones largas, múltiples y distales),^{2,4-6} incluso es posible tratar arterias a nivel inframaleolar.

Una de las ventajas del tratamiento endovascular sobre la cirugía convencional es que permite elegir el tronco distal que hay que revascularizar, incluso se puede intentar recanalizar el más conveniente o incluso varios en el mismo acto.⁶

Sin embargo, las lesiones isquémicas del pie pueden conducir a pérdida de la extremidad y muchas veces tienen pocas posibilidades de curación, a pesar de revascularizaciones quirúrgicas o endovasculares exitosas, si las arterias que irrigan las zonas diana donde asientan las lesiones no se revascularizan o existe una incorrecta conexión vascular entre la arteria revascularizada y la zona isquémica local.^{7,8}

Manchot, en 1889, describió por primera vez los territorios cutáneos de irrigación arterial. En 1893 Spalteholz dividió la circulación de la piel entre vasos directos e indirectos. Salmón, en 1936, diferenció 80 territorios y clasificó la piel según densidad y tamaño vascular en zonas hipovasculares (piel fija) e hipervasculares (piel móvil).

En 1987 Taylor y Palmer desarrollaron una división anatómica del cuerpo en territorios vasculares tridimensionales irrigados por arterias específicas y drenados por venas específicas (angiosomas).^{9,10}

La teoría del angiosoma explica las variaciones anatómicas entre los vasos de diferentes regiones del cuerpo; ayuda a entender los aportes de sangre a la piel y estructuras adyacentes para planificar incisiones y colgajos. Asimismo, proporciona la base para interpretar el retardo de la cicatrización o las necrosis de los colgajos.

En 1998 Taylor y Pan¹¹ describieron por primera vez los cinco angiosomas de la pierna, sin mencionar los angiosomas del pie. Fue Attinger, en 2001, quien dividió el pie en cinco angiosomas con el fin de evaluar su vascularización y colateralización antes de planificar amputaciones o reconstrucciones. El mismo autor, en 2006, redescubrió y dividió el pie en seis angiosomas.¹²

Es hasta 2008 cuando se incorporó el modelo de angiosoma en la estrategia de revascularización de los miembros inferiores a partir de la primera publicación de Alexandrescu.¹³

Los angiosomas de la pierna son: poplíteo, genicular descendente o safeno, sural, peroneo, tibial anterior y posterior. A nivel del tobillo la pierna queda dividida por tres angiosomas: tibial posterior, tibial anterior y peroneo. En el pie se incorporan los angiosomas plantar lateral y plantar medial.⁷⁻¹⁵ El tobillo y el pie, incluidos los dedos, están compuestos por cinco angiosomas a partir de las arterias principales de la pierna y sus ramas; el sistema arterial establece numerosas anastomosis arterioarteriales que permiten rutas alternativas al flujo sanguíneo y son:

- **Angiosoma de la tibial posterior:** arterias calcánea medial (cara interna del tobillo y talón medial y plantar), plantar medial (arco plantar medial) y plantar lateral (arco plantar lateral).

En el pie, ramas distales de la tibial posterior se anastomosan directamente con ramas distales de la tibial anterior.

- **Angiosoma de la tibial anterior:** único, abarca el dorso del pie; en el tobillo sus ramas forman anastomosis con las ramas distales de la peronea y la tibial posterior.
- **Angiosomas de la peronea:** único, irriga la cara posterolateral de la pierna. Ramas: perforante anterior (cara anterolateral del tobillo) y calcánea lateral (planta lateral del talón)

Los angiosomas¹⁶ están delimitados y a la vez unidos a otros angiosomas adyacentes por anastomosis verdaderas (vasos del mismo calibre que las arterias principales) y por vasos de choque, anastomosis de reducido calibre que conectan angiosomas entre sí en el seno de los tejidos, sobre todo musculares, formando una red continua compensatoria entre diferentes territorios del pie.

Los vasos de choque permanecen colapsados cuando las arterias están sanas, pero se abren parcialmente en situaciones de isquemia crónica y compensan notablemente la clínica, evitan la expansión de lesiones isquémicas y favorecen su cicatrización cuando aparecen. Estos vasos de choque son importantes circuitos de seguridad. Cuando un angiosoma adyacente alcanza condiciones de isquemia, el gradiente de presión provoca que el flujo, a través de los vasos de choque, se derive hacia el territorio isquémico. Con el tiempo esos vasos de choque se convierten en auténticas colaterales.¹⁶⁻¹⁸

Dependiendo de la dominancia del sistema plantar o dorsal, los dedos reciben su aporte de la plantar lateral, plantar medial o pedial.

La interconexión más importante que se debe evaluar es la que tiene lugar entre la circulación plantar y dorsal. Si el flujo al pie depende de una sola arteria, entonces el flujo global a la planta o al dorso dependerá de la permeabilidad y calidad de las interconexiones, lo que tiene importancia capital a la hora de predecir la curación de las lesiones.

Suele ser suficiente revascularizar una arteria distal para que cicatricen las heridas del pie y del tobillo; es lógico que para que la herida cicatrice el flujo sanguíneo nuevo debe llegar en una cantidad adecuada para que se produzca la cicatrización.

Desde el reconocimiento de que la perfusión del pie tiene una distribución segmentaria repartida en angiosomas, distintos grupos destacan la preferencia y necesidad de recanalizar la arteria distal que alimenta directamente la parte del pie en donde se asienta la lesión isquémica.¹⁷⁻¹⁸ Si las conexiones arteriales no son las adecuadas es posible que la herida no tenga muchas oportunidades de cicatrizar.

OBJETIVOS

Determinar si la revascularización directa de los angiosomas específicos es determinante en la cicatrización de la herida y alivio del dolor. Determinar la arteria más afectada y la revascularizada con mayor frecuencia. Comparar la media del tiempo transcurrido hasta la cicatrización completa de la herida.

Determinar porcentaje de amputación mayor o menor, y si éste se relaciona con el angiosoma lesionado y con el vaso revascularizado en el periodo enero 2011 a marzo 2012.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio fue observacional, transversal, correlacional, descriptivo y prospectivo. Muestreo por conveniencia.

Se incluyeron los pacientes del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre con isquemia crítica y lesión dérmica distal de extremidad inferior, sometidos a procedimientos de revascularización de la extremidad mediante técnica endovascular en el sector infrapoplíteo entre enero 2011 a marzo 2012.

Tras la terapia endovascular se realizaron revisiones sistemáticas por parte del personal médico; las heridas se trataron con los cuidados tópicos y empleo de presión negativa (VAC), hasta desarrollo de tejido de granulación. Se dio seguimiento a las mismas en Clínica de Heridas de la institución a cargo del Servicio de Angiología y Cirugía Vascular.

Se revisaron los expedientes médicos hospitalarios y se recogieron los antecedentes patológicos comórbidos en cada paciente para compararlos después.

Aparte de los típicos factores de riesgo vascular (tabaquismo, hipertensión arterial y diabetes mellitus), se recopilaron datos de episodios previos agudos coronarios (cardiopatía isquémica). La presencia de tabaquismo incluyó tanto a fumadores activos como a ex fumadores. También se consideró enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Se registraron los datos en una hoja de recolección de datos en formato especial.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con isquemia crítica de extremidad inferior con herida distal; sometidos a revascularización mediante técnicas endovasculares en el sector infrapoplíteo y que contaran con expediente completo y asistieran a la consulta subsecuente de seguimiento y a la Clínica de Heridas a cargo del Servicio.

Los datos se analizaron mediante medidas de resumen estadístico: moda, media, mediana, rango, rango intercuartílico, desviación estándar. La asociación de las variables de estudio se investigó a través

de pruebas de independencia χ^2 y exacta de Fisher. Las proyecciones de las frecuencias observadas se realizaron a través de intervalos de confianza de 95%. La comparación de promedios se realizó con ANOVA de un factor. La sobrevida libre de amputación se analizó con métodos de Kaplan-Meier. Los factores de riesgo importantes de detectaron mediante análisis de regresión logística. Para la comparación de proporciones se empleó la prueba Z. Se juzgó significancia estadística cuando $p < 0.05$.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio se evaluaron 32 pacientes sometidos a revascularización endovascular en el sector infrapoplíteo.

La edad media de los pacientes fue de 68.31 años (DE 8.74; rango 52-82) (*Figura 1*), 18 varones (56.2%) y 14 mujeres (43.8%), relación hombre:mujer de 1.3:1 (*Figura 2*).

Del total, 84.38% eran diabéticos ($n = 27$) y 87.5% hipertensos ($n = 28$), 56.25% con ex tabaquismo vs. 6.25% con tabaquismo activo y 43.75% con cardiopatía isquémica ($n = 14$). Sólo 12.5% con antecedente de EPOC (*Figura 3*).

Se clasificaron las extremidades en los dos grupos de estudio, de manera que en 23 (72%) se llevó a cabo una revascularización directa (RD) y las restantes nueve extremidades (28%) se sometieron a revascularización indirecta (RI) de los angiosomas isquémicos (*Figura 4*).

Se realizó un análisis comparativo de los factores de riesgo según el tipo de revascularización (*Cuadro I*), la HTA y la DM II se presentaron en ambos grupos de revascularización. La HTA y DM II en 86.96% en RD, en la RI la HTA 88.89% de los pacientes y la DM II en 77.78%.

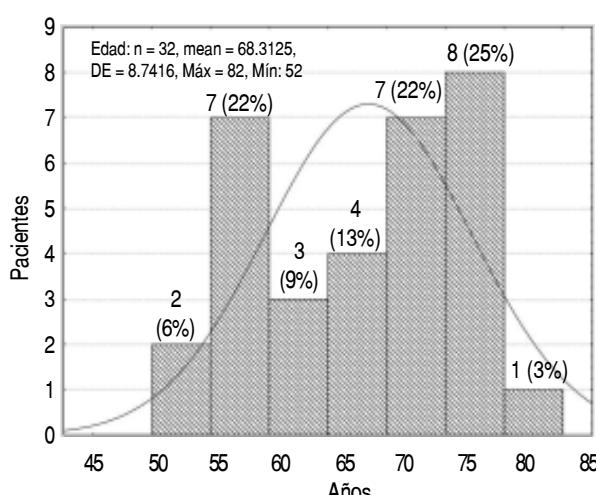
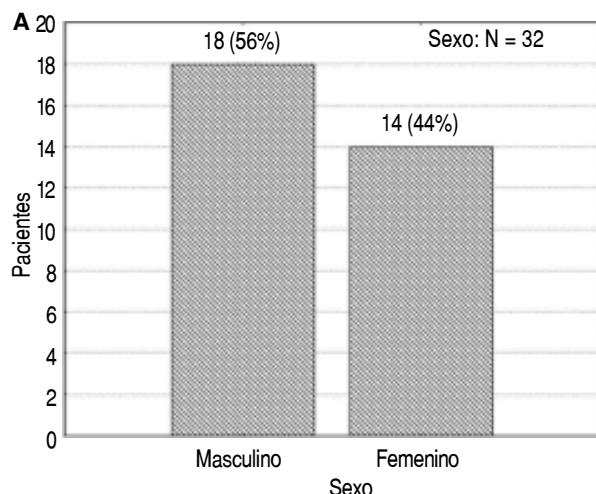


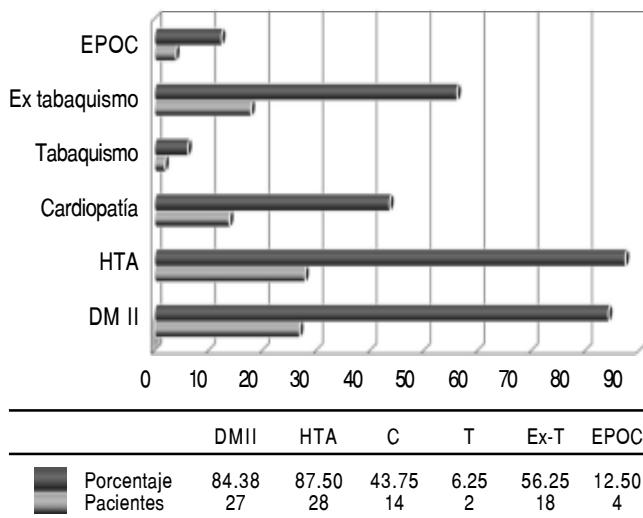
Figura 1. Relación de edad (años).



B

Categoría	Total	Total acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Masculino	18	18	56.25000	56.2500
Femenino	14	32	43.75000	100.0000
Faltantes	0	32	0.00000	

Figura 2. A. Relación de grupo etario (n = 32). B. Grupo etario y porcentaje (angiosoma 1).

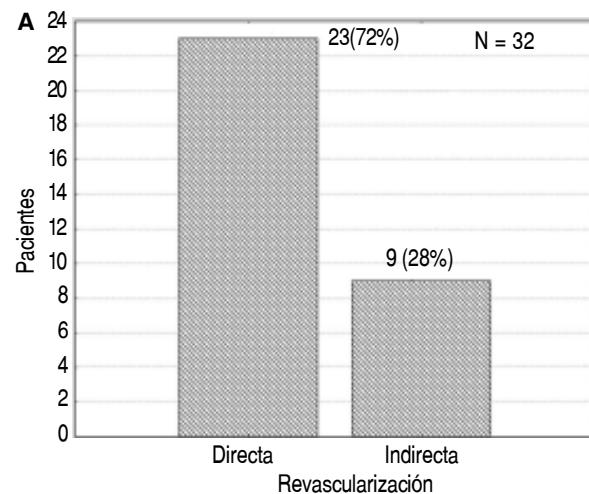


C: Cardiopatía. T: Tabaquismo. Ex-T:Ex-tabaquismo.

Figura 3. Comorbilidades, n (%).

La correlación entre el angiosoma lesionado y el revascularizado con mayor frecuencia se resumen en el cuadro II; las arterias tibial anterior y posterior fueron las más lesionadas (43.75% en ambos casos), del mismo modo el angiosoma más revascularizado fue el tibial anterior (34.38%), en muchos casos por ser el único tronco distal permeable (*Figura 5*).

En cuanto al factor hemodinámico, el ITB medio del grupo total antes del tratamiento resultó en



B

Categoría	Total	Total acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Directa	23	23	71.87500	71.8750
Indirecta	9	32	28.12500	100.0000
Faltantes	0	32	0.00000	100.0000

Figura 4. A. Tipo de revascularización (n = 32). B. Porcentajes segun tipo de revascularización (angiosoma 1).

CUADRO I Análisis comparativo de los factores de riesgo

Factor de riesgo	Revascularización	
	Directa (n = 23)	Indirecta (n = 9)
Factor de riesgo	Frecuencia (%)	Frecuencia (%)
Grupo etario (≥ 60 años)	16 (69.57)	7 (77.78)
HTA	20 (86.96)	8 (88.89)
DM II	20 (86.96)	7 (77.78)
Cardiopatía isquémica	11 (47.83)	3 (33.33)
Tabaquismo activo	2 (8.70)	0 (0)
Ex tabaquismo	13 (56.52)	5 (55.56)
EPOC	4 (17.39)	0 (0)
Claudicación pre-Qx	15 (65.22)	4 (44.44)

0.4-0.6 (28.1%), tras la revascularización en el grupo total ascendió a 0.8-1.0 (31.2%). En el grupo RD el ITB medio antes del tratamiento era 0.6-0.8 (30.43%) y tras el procedimiento endovascular 0.8-1.0 (43.48%). El ITB medio en el grupo RI previo al procedimiento era 0.4-0.6 (44.44%) y tras el tratamiento 0.6-0.8 (33.33%). Al comparar el ITB medio entre los grupos RD y RI mediante la prueba χ^2 sí se obtuvo significancia estadística, obteniendo $p = 0.013$ en el caso de la revascularización directa (*Cuadro III*).

Ha de tenerse en cuenta que 14 casos (43.75%) presentaron calcinosis arterial y, por tanto, el ITB no era valorable, por lo que no se tuvieron en cuenta en el cálculo de las medias.

La cicatrización completa se alcanzó en 27 extremidades (84.37%) con una media de 37.48 días, obteniendo una desviación estándar de 41.51 (mínimo 12, máximo 150) (*Figura 6*). Al comparar en ambos grupos la tasa de cicatrización (RD 100% frente a RI 44.44%) mediante la prueba exacta de Fisher y χ^2 se obtuvieron diferencias altamente significativas

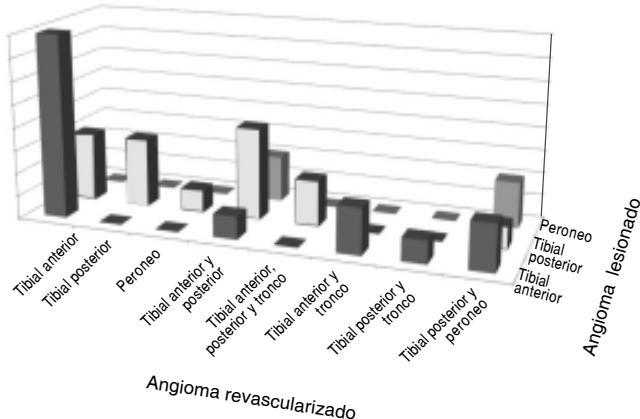


Figura 5. Correlación entre angiosoma lesionado vs. revascularizado.

CUADRO III			
Significancia estadística del ITB vs. tipo de revascularización			
Análisis estadístico	χ^2	df	P
Pearson χ^2	25.49714	12	0.01264
M-L χ^2	33.06591	12	0.00095

Estadística: ITB pre-QX (5) x ITB pos-Qx (4). Datos angiosoma 1. Revascularización directa.

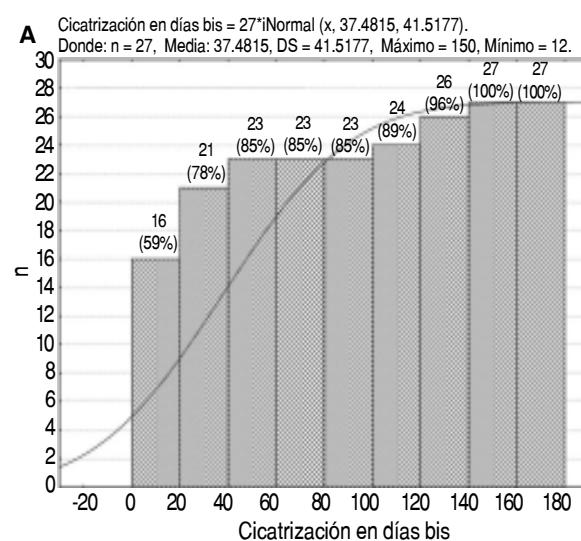


Figura 6. Media de cicatrización en días bis. Datos de angiosoma 1 27v*32c.

CUADRO II
Correlación entre angiosoma lesionado y angiosoma revascularizado (porcentajes observados)

Angiosoma lesionado	Angiosoma revascularizado									Total
	Tibial anterior	Tibial posterior	Peroneo	Tibial anterior, y posterior	Tibial anterior, posterior y tronco	Tibial anterior y tronco	Tibial posterior y tronco	Tibial posterior y peroneo		
• Tibial anterior (n = 32)	8	0	0	1	0	2	1	2	14	
Porcentaje marginal por renglón	72.73	0	0	14.29	0	100	100	40		
Porcentaje marginal por columna	57.14	0	0	7.14	0	14.29	7.14	14.29		
Porcentaje respecto al total	25.00	0	0	3.13	0	6.25	3.13	6.25	43.75	
• Tibial posterior (n = 32)	3	3	1	4	2	0	0	1	14	
Porcentaje marginal por renglón	27.27	100	100	57.14	100	0	0	20		
Porcentaje marginal por columna	21.43	21.43	7.14	28.57	14.29	0	0	7.14		
Porcentaje respecto al total	9.38	9.38	3.13	12.50	6.25	0	0	3.13	43.75	
• Peroneo (n = 32)	0	0	0	2	0	0	0	2	4	
Porcentaje marginal por renglón	0	0	0	28.57	0	0	0	40		
Porcentaje marginal por columna	0	0	0	50	0	0	0	50		
Porcentaje respecto al total	0	0	0	6.25	0	0	0	6.25	12.50	
Total	11	3	1	7	2	2	1	5	32	
	34.38	9.38	3.13	21.88	6.25	6.25	3.13	15.6		

($p = 0.00010$). La tasa de curación de ambos grupos se presenta en la figura 7.

Al comparar la media del tiempo transcurrido

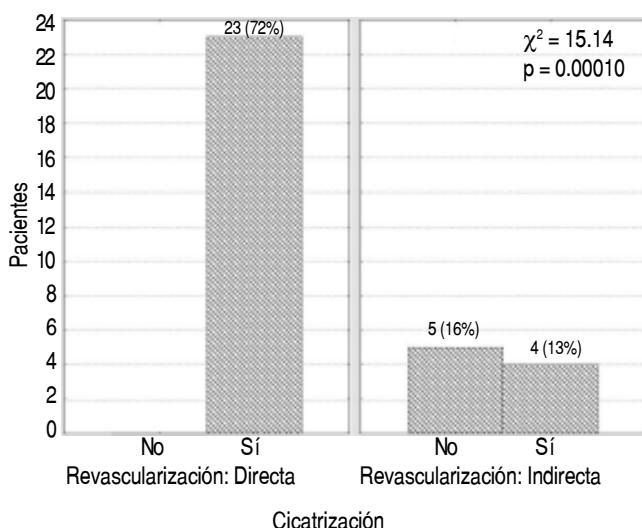
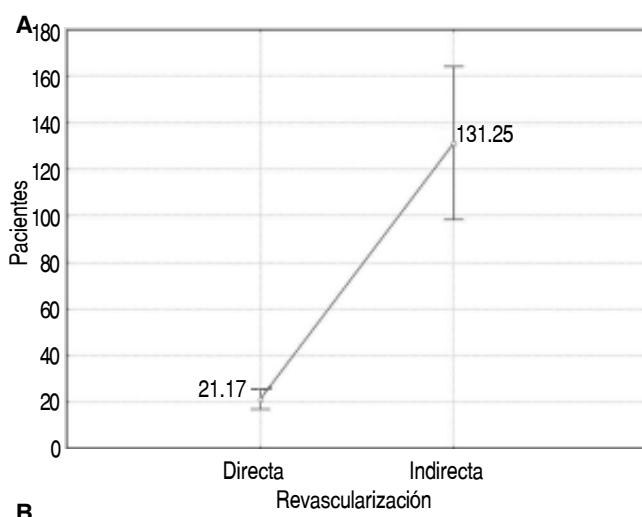


Figura 7. Correlación entre tipo de revascularización vs. cicatrización ($n = 32$).



* Cicatrización en días BIS.

Figura 8. A. Media de días vs. cicatrización vs. revascularización (CI 95.00%). **B.** Medidas de resumen estadístico para alcanzar la cicatrización (días). **C.** Significancia estadística de días de cicatrización.

hasta la cicatrización completa mediante la prueba ANOVA de un factor se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las extremidades sometidas a RD frente a las sometidas a RI (RD 21.17 días frente a RI 131.25 días; $p = 0.0000001$) (Figura 8).

En cinco extremidades las heridas no curaron, dos (6.25%) precisaron la amputación mayor y en cinco pacientes (15.62%) se efectuó una amputación menor; ambos grupos correspondieron a los de RI (Figura 9). Al comparar las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier para el salvamento de extremidad se observa significancia estadística en la proporción acumulada libre de amputación con una $p = 0.00032$ (Figura 10).

Respecto al alivio del dolor se estudió de manera detenida su relación con el tipo de revascularización y la cicatrización de la herida. Se compararon proporciones y se obtuvo que 100% ($n = 23$) de los pacientes sometidos a RD presentaron cicatrización de las lesiones dérmicas distales y alivio del dolor

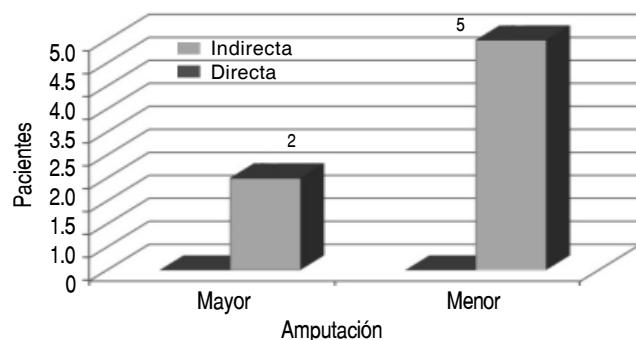


Figura 9. Correlación entre revascularización y amputación.

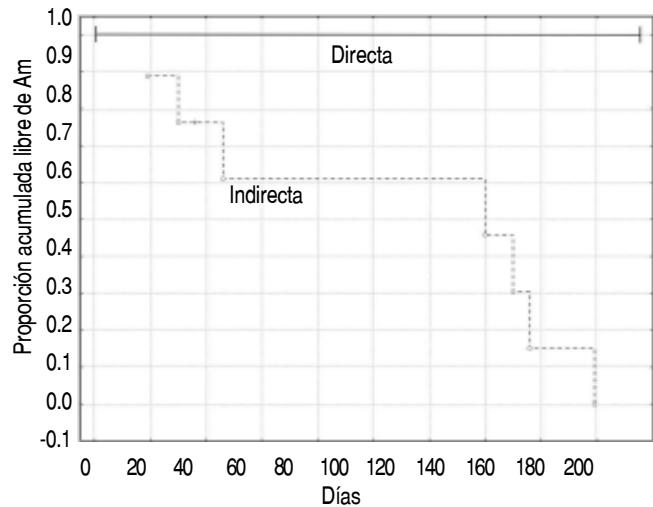


Figura 10. Proporción acumulada libre de amputación. Kaplan-Meier: $p = 0.00032$). Indirecta+ Directa.

en comparación con los sometidos a RI 44.4% ($n = 4$). No presentaron alivio del dolor ni cicatrización distal de las lesiones tróficas 22.2% ($n = 2$) de los sometidos a RI. Se obtuvieron como valores z : 3.35 y $p = 0.001$ (*Figura 11*).

Se realizó análisis comparativo de los resultados del tratamiento empleado según el tipo de revascularización recibido, demostrando que 52.17% de los pacientes sometidos a RD ($n = 12$) tuvieron mejoría del ITB (IC 95% 0.75-0.98) (*Cuadro IV*).

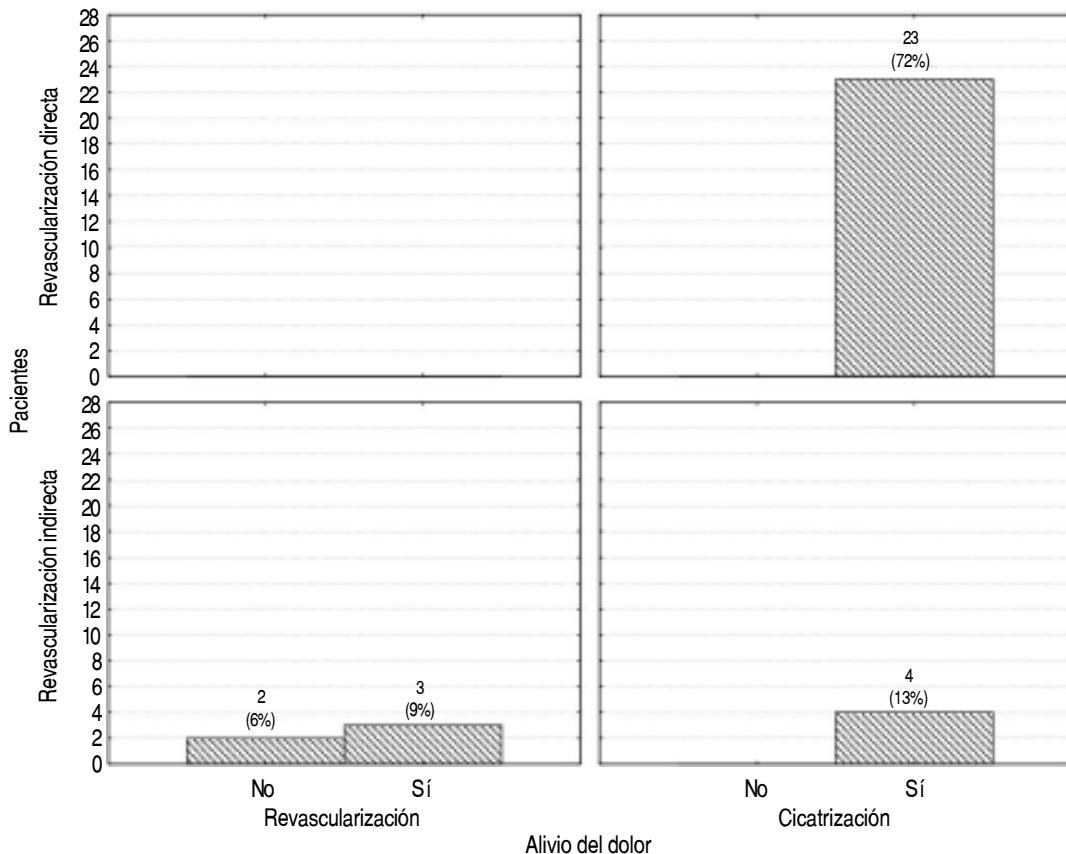
En el análisis de regresión logística se detectaron como factores importantes de riesgo en el proceso de cicatrización la edad y el ex tabaquismo (IC 95% 0.38-0.74) (*Cuadros V y VI*).

CUADRO IV

Análisis comparativo de los resultados del tratamiento empleado según el tipo de revascularización

	Revascularización Directa ($n = 23$)	Revascularización Indirecta ($n = 9$)
	Frecuencia (%)	Frecuencia (%)
Amputación mayor	0	2 (22.2)
Amputación menor	0	5 (55.56)
Amputación	0	7 (77.78)
Alivio del dolor	23 (100)	7 (77.78)
Claudicación posquirúrgica	4 (17.39)	1 (11.11)
Cicatrización	23 (100)	4 (44.44)
Mejoría del ITB	12 (52.17)	4 (44.44)

A



B

Revascularización	Cicatrización	No Frecuencia (%)	Sí Frecuencia (%)	Total	Análisis estadístico	Prueba z	Valor p
Directa	No	0 (na)	0 (na)	0	Z = 3.35	0.001	
	Sí	0	23 (100)	23			
	Total	0	23 (100)	23			
Indirecta	No	2 (22.2)	3 (33.3)	5			
	Sí	0	4 (44.4)	4			
	Subtotal	2 (22.2)	7 (77.8)	9			
	Total	2 (6.3)	30 (93.75)	32			

Figura 11. A. Correlación entre tipo de revascularización, cicatrización y alivio del dolor. B. Correlación entre tipo de revascularización, cicatrización y alivio del dolor.

CUADRO V
Análisis de regresión logística

Logistic regression		Number of obs = 20 LR χ^2 (2) = 0.37 Prob > χ^2 = 0.8332 Pseudo R2 = 0.0281			
Log likelihood =	-6.3191553				
Cicatrización Ex tabaquismo	Odds Ratio 2.25	Std. Err. 3.467987	z	p > z Logistic regression LR χ^2 (2) = 0.37 Prob > χ^2 = 0.8332 Pseudo R2 = 0.0281	[95% Conf. Interval]
Log likelihood =	-6.3191553				
Cicatrización Ex tabaquismo Grupo etario	Odds Ratio 2.25 1.833333	Std. Err. 3.467987 2.824522	z 0.53 0.39	p > z 0.599 0.694	[95% Conf. Interval] 46.14906 37.55293

CUADRO VI
Frecuencia observada e intervalos de confianza del 95% de las variables estudiadas

Variable	n	Frecuencia	Proporción observada	IC (95%)	Límite inferior	Límite superior
Ex tabaquismo	32	18	0.56	0.38	0.74	
Cicatrización	32	27	0.84	0.67	0.95	
Revascularización directa	32	23	0.72	0.53	0.86	
Revascularización indirecta	32	9	0.28	0.14	0.47	
Alivio del dolor	32	30	0.94	0.79	0.99	
Amputación	32	7	0.22	0.09	0.4	
Mejoría ITB	32	29	0.91	0.75	0.98	
Claudicación post-Qx	32	6	0.19	0.07	0.36	
DM II	32	27	0.84	0.67	0.95	
HTA	32	28	0.88	0.71	0.96	
Tabaquismo actual	32	2	0.06	0.01	0.21	
EPOC	32	4	0.13	0.04	0.29	

DISCUSIÓN

Las recientes publicaciones acerca del tratamiento endovascular (TEV) en la isquemia crítica (IC) de los miembros inferiores aportan resultados óptimos sobre la curación de las lesiones isquémicas, preservación de la extremidad y recuperación funcional, comparándolas con la cirugía convencional.¹⁸⁻²¹

La IC es causada por arteriopatía en múltiples niveles, pero invariablemente afecta a las arterias más distales de la extremidad que son las que determinan el pronóstico. Aunque la angioplastia distal ofrece una tasa de permeabilidad moderada a mediano plazo, la baja tasa de complicaciones y de morbilidad, disponible para pacientes añosos o de alto riesgo y la posibilidad de repetir los proce-

dimientos parecen razones de peso para indicar como primera opción el TEV.²¹⁻²²

En el presente estudio se demostró que la mayor proporción de pacientes tenían edad de 68.31 años (rango: 52-82); asimismo, con significancia estadística se observó que eran pacientes de alto riesgo con antecedente de HTA, DM II, así como cardiopatía isquémica (87.5%, 84.38% y 43.75%, respectivamente).

La angioplastia distal ofrece la posibilidad de recanalizar múltiples arterias (lo que no consigue la cirugía) con tasas de rescate de extremidad comparables o mejores a la revascularización quirúrgica, pero menos invasiva, ideal cuando existen úlceras en la pierna y con estancias hospitalarias más cortas.²³⁻²⁵

Actualmente no se cuenta con reportes de cuál es la arteria o angiosoma que se lesionó con mayor

frecuencia. En el presente estudio se encontró que la arteria tibial anterior y la posterior fueron las más lesionadas según el angiosoma de la lesión isquémica distal con 43.75%.

Para obtener resultados clínicos óptimos²⁶ es esencial familiarizarse con la técnica angiográfica, la anatomía vascular normal del pie, las variantes anatómicas más frecuentes y la distribución angiosómica.

Obtener un flujo directo al pie a través de un vaso tibial o peroneo es imprescindible si se desea curar una lesión isquémica. En el presente estudio en 100% de los pacientes revascularizados de manera directa el angiosoma lesionado tuvo una cicatrización completa de la herida distal con una media de 21.17 días ($p = 0.0000001$).

La angioplastia permite la revascularización de múltiples arterias además de llegar a zonas muy distales del pie, donde la cirugía arterial directa no llega, recanalizando territorios que dependen directamente de arterias troncales o abriendo colaterales. Como a este nivel son muy frecuentes las variables anatómicas,²⁷ el tratamiento endovascular debería orientarse a recanalizar el vaso dominante donde asiente la lesión²⁸ o conectar las anastomosis entre las arterias plantar medial y pedia, basándose en la prevalencia angiográfica del flujo arterial hacia el dorso o la planta del pie.²⁸ Nuestra experiencia demostró que la arteria más revascularizada fue la tibial anterior en 34.38% en muchas ocasiones por el ser el único tronco permeable distalmente.

Hay pacientes en los que a pesar de revascularizaciones exitosas (ya sean derivaciones a vasos tibiales o revascularizaciones distales extensas, incluso con pulsos palpables) determinadas lesiones isquémicas del pie no cicatrizan y conducen a la amputación, porque la colateralización del pie es pobre.

Cuando un angiosoma se revasculariza indirectamente y va a recibir sangre a través de vasos colaterales, las posibilidades de curación de una lesión pueden disminuir. Es por eso que en nuestro estudio se demostró que la revascularización indirecta llevó a una tasa de amputación más elevada que la revascularización directa. Es decir, una revascularización satisfactoria puede ser más compleja que restaurar sólo la circulación de una arteria específica.^{16,28}

Neville¹⁶ fue el primer autor que publicó tasas de curación de 91% con tasas de amputación sólo de 9% cuando se revasculariza directamente el angiosoma donde asienta la lesión, frente a tasas de curación de 62% y de amputación de 38% cuando la revascularización es indirecta. Nuestras tasas de curación en la RD fueron de 100% frente a 44.4% de RI con $p = 0.00010$, valor altamente significativo.

Iida²⁹ definió claramente la superioridad de la revascularización directa del angiosoma sobre los porcentajes de curación de lesiones isquémicas, salvamento de extremidad (86% vs. 69%), aparición de eventos isquémicos adversos y supervivencia libre de amputación, tanto a mediano como a largo plazo.^{30,31}

Alexandrescu³² publicó sus resultados respecto a curación de lesiones (85, 81 y 73% a 12, 24 y 36 meses) y salvamento de extremidad (91, 88 y 84% en los mismos intervalos) si la angioplastia distal sigue el modelo angiosómico (MA), siendo evidente y estadísticamente significativa la diferencia a favor del éxito para ambos criterios si se siguió dicho modelo. Nuestros resultados presentaron una proporción acumulada libre de amputación con $p = 0.00032$ para el grupo de RD.

El MA,³³ necesario para planificar angioplastias que intenten llevar flujo arterial directo al pie, aunque válido, sugiere también que el éxito de la angioplastia no es sólo recanalizar arterias del pie, sino aquéllas que irriguen directamente la zona lesional.¹⁸ Y esto puede conseguirse con recanalizaciones directas, pero también a través de colaterales: el flujo principal a una zona del pie puede restaurarse a partir de arterias que no son de su angiosoma original.³⁴

Al comparar el ITB medio entre los grupos RD y RI se obtuvo significancia estadística: $p = 0.013$ en el caso de la revascularización directa (IC 95% 0.75-0.98).

En relación con los datos reportados en la literatura nacional y mundial, el presente estudio obtuvo un alivio del dolor de 100% en relación con el tipo de revascularización, obteniendo valores de $z: 3.35$ y $p = 0.001$.

Este cambio propone plantear intervenciones endovasculares para hacer frente a oclusiones arteriales más graves, extensas y distales, incorporando habilidades, técnicas y materiales de última generación. Es decir, cuanto más distal y específica sea la revascularización, mayor será la probabilidad de restablecer un adecuado aporte arterial a la zona de tejido afectado. Esta evolución hacia revascularizaciones cada vez más desafiantes requiere el uso de abordajes anterógrados, catéteres largos, rígidos y reforzados, balones de angioplastia específicos y adaptados al territorio distal, microdisecciones arteriales, abordajes ultradistales para recanalizaciones retrógradas o combinadas, técnicas de enlace pedio-plantar.

Nuestro resultado clínico se consideró exitoso en los casos en los que se logró la curación de las lesiones y la desaparición del dolor.

CONCLUSIONES

La angioplastia primaria infrapoplítea representa un método de revascularización eficaz y menos agresivo que la cirugía arterial abierta. Sin embargo, los mejores resultados respecto a la curación de las úlceras isquémicas o salvamento de extremidad, así como el alivio del dolor, no sólo dependen de revascularizaciones más o menos exitosas, sino también del tratamiento directo y adecuado de las arterias que irrigen directamente la zona lesional, se deben optimizar los cuidados clínicos y avanzados de las heridas que pueden ser la clave del pronóstico de los pacientes, por lo que se requieren equipos entrenados, experimentados y multidisciplinarios.

REFERENCIAS

1. Ouriel K. Peripheral arterial disease. *Lancet* 2001; 358: 1257-64.
2. Faglia F, Dalla Paola L, Clerici G, Clerissi J, Graziani L, Fusaro M, et al. Peripheral angioplasty as the first choice revascularization procedure in diabetic patients with critical limb ischemia: prospective study of 903 consecutive patients hospitalized and followed between 1999 and 2003. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005; 29: 620-7.
3. DeRubertis BG, Faries PL, McKinsey JF, Chaer RA, Pierce M, Karwowsky J, et al. Shifting paradigms in the treatment of lower extremity vascular disease. A report of 1000 percutaneous interventions. *Ann Surg* 2007; 246: 415-24.
4. Bosiers M, Hart JP, Deloose K, Verbist J, Peeters P. Endovascular therapy as the primary approach for limb salvage in patients with critical limb ischemia: experience with 443 infrapopliteal procedures. *Vascular* 2006; 14: 63-9.
5. Faglia E, Clerici G, Clerissi J, Gabrielli L, Losa S, Mantero M, et al. Early and five year amputation and survival rate of diabetic patients with critical limb ischemia: data of a cohort study of 564 patients. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; 32: 484-90.
6. Sigala F, Menenakos CH, Sigalas P, Baunach CH, Langer S, Papalambros E, et al. Transluminal angioplasty of isolated crural arterial lesions in diabetics with critical limb ischemia. *Vasa* 2005; 34: 186-91.
7. Attinger CE, Evans KK, Bulan E, Blume P, Cooper P. Angiosomes of the foot and ankle and clinical implications for limb salvage: reconstruction, incisions, and revascularization. *Plast Reconstr Surg* 2006; 117: S261-s293.
8. Faglia E, Clerici G, Clerissi J, Mantero M, Caminiti M, Quarantiello A, et al. When is a technically successful peripheral angioplasty effective in preventing above the ankle amputation in diabetic patients with critical limb ischemia? *Diabet Med* 2007; 24: 823-9.
9. Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Br J Plast Surg* 1987; 40: 1113-41.
10. Taylor GI. The angiosomes of the body and their supply to perforator flaps. *Clin Plastic Surg* 2003; 30: 331-42.
11. Arvela E, Venermo M, Soderstrom M, Korhonen M, Halmesmaki K, Alback A, et al. Infrainguinal percutaneous transluminal angioplasty or bypass surgery in patients aged 80 years and older with critical leg ischaemia. *Br J Surg* 2011; 98: 518.
12. Taylor G, Pan W. Angiosomes of the Leg: Anatomic Study and Clinical Implications. *Plast Reconstr Surg* 1998; 102: 599-616.
13. Alexandrescu VA, Hubermont G, Philips Y, Benoit G, Guillaume B, Ngongang G, et al. Primary Angioplasty Following an Angiosome Model of Reperfusion in the Treatment of Wagner 1-4 Diabetic Foot Lesions: Practice in a Multidisciplinary Diabetic Limb Service. *J Endovasc Ther* 2008; 15: 580-93.
14. Attinger C, Cooper P, Blume P, Bulan E. The safest surgical incisions and amputations applying the angiosome principles and using the Doppler to assess the arterial-arterial connections of the foot and ankle. *Foot Ankle Clin N Am* 2001; 6: 745-99.
15. Setacci C, De Donato G, Setacci F, Chisi E. Ischemic foot: definition, etiology and angiosome concept. *J Cardiovasc Surg* 2010; 51: 223-31.
16. Neville RF, Attinger CE, Bulan EJ, Ducic I, Thomassen M, Sidawy AN. Revascularization of a specific angiosome for limb salvage: does the target artery matter? *Ann Vasc Surg* 2009; 23: 367-73.
17. Vaquero LF, Alvarez SA, Vicente SM, Ramos GM, Vallina VM. Tratamiento endovascular en lesiones complejas en troncos distales: experiencia inicial. *Angiología* 2009; 61: 21-7.
18. Tefera G, Hoch J, Turnipseed WD. MD limb salvage angioplasty in vascular surgery practice. *J Vasc Surg* 2005; 41: 988-93.
19. Eskelinen E, Lepantalo M. Role of infrainguinal angioplasty in the treatment of critical limb ischemia. *Scand J Surg* 2007; 96: 11-6.
20. Dosluoglu HH, Lall P, Cherr GS, Harris LM, Dryjski ML. Superior limb salvage with endovascular therapy in octogenarians with critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2009; 50: 305-16.
21. Romiti M, Albers M, Brochado Neto FC, Durazzo AE, Pereira CA, De Lucia N. Meta-analysis of infrapopliteal angioplasty for chronic critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2008; 47: 975-81.
22. Faglia E, Mantero M, Caminiti M, Caravaggi C, De Giglio R, Pritelli C, et al. Extensive use of Peripherals angioplasty, particularly infrapopliteal, in the treatment of ischemic diabetic foot ulcers: clinical results of a multicentric study of 221 consecutive diabetic subjects. *J Intern Med* 2002; 252: 225-32.
23. Lipsitz EC, Ohki T, Veith FJ, Suggs WD, Wain RA, Cyriamon J, et al. Does subintimal angioplasty have a role in the treatment of severe lower extremity ischemia? *J Vasc Surg* 2003; 37: 386-91.
24. Blevins WA, Schneider PA. Endovascular Management of critical limb ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010; 39: 756-61.
25. Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, Bell J, Bradbury AW, Forbes JF, et al; BASIL trial participants. Bypass versus angioplasty in severe ischemia of the leg (BASIL): multi-centre, randomized controlled trial. *Lancet* 2005; 366: 1925-34.
26. Dick F, Diehm N, Galimaris A, Husmann M, Schmidli J, Baumgartner I. Surgical or endovascular revascularization in patients with critical limb ischemia: influence of diabetes mellitus on clinical outcome. *J Vasc Surg* 2007; 45: 751-61.
27. Manzi M, Cester G, Palena LM, Alek J, Candio A, Ferraresi R. Vascular imaging of the foot: the first step toward endovascular recanalization. *Radiographics* 2011; 31: 1623-36.
28. Faglia E, Dalla L, Clerici G, Clerissi J, Graziani L, Fusaro M, et al. Peripheral Angioplasty as the First choice Revascularization Procedure in Diabetic Patients with Critical Limb Ischemia: Prospective Study of 993 Consecutive Patients Hospitalized and Followed Between 1999 and 2003. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2005; 29: 620-7.

29. Iida O, Nanto S, Uematsu M, Ikeoka K, Okamoto S, Dohi T, et al. Importance of the angiosome concept for endovascular therapy in patients with critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010; 75: 830-6.
30. Iida O, Soga Y, Hirano K, Kawasaki D, Suzuki K, Miyashita Y, et al. Long term results of direct and indirect endovascular revascularization based on the angiosome concept in patients with critical limb ischemia presenting with isolated below the knee lesions. *J Vasc Surg* 2012; 55: 363-70.
31. Iida O, Uematsu M, Soga Y, Suzuki K, Yokoi H, Nobuyoshi M, et al. Impact of angiosome in endovascular therapy on the limb salvage for the patients with Critical limb ischemia presenting with isolated infrapopliteal lesions. *JACC* 2011; 57: 14.
32. Alexandrescu V, Vincent G, Azdad K, Hubermont G, Ledent G, Ngongang C, et al. A reliable approach to diabetic neuroischemic foot wounds: below the knee angiosome-oriented angioplasty. *J Endovasc Ther* 2011; 18: 376-87.
33. Agnew SP, Dumanian GA. Angiosomes of the calf, ankle and foot. Anatomy, physiology and implications. En: Kelikian AS (ed.). Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle. Descriptive, Topographic, Functional. Philadelphia: Lippincott; 2011, p. 668-77.
34. Terashi H, Iwayama T, Iida O, Kitano I, Tsuji Y. Dynamic skin perfusion pressure: a new measure of assessment for wound healing capacity and alternative angiosome in critical limb ischemia. *Plast Reconstr Surg* 2010; 126: 215e-218e.

Correspondencia:

Dra. Ana Lorena Ferrufino-Mérida
Yacatas, Núm. 58, Int. 101
Col. Narvarte Poniente
Del. Benito Juárez
C.P. 03020, México, D.F.
Tel.: 5530-2939
Correo electrónico:
loreferrufino@hotmail.com