

# AMPUTACIONES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR EN EL PACIENTE DIABÉTICO

D. Poggio Cano, R. García Elvira

*Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Unidad de Pie y Tobillo.  
Hospital Clínic de Barcelona. Universidad de Barcelona*

9

## Introducción

La incidencia de diabetes mellitus (DM), especialmente la de tipo 2, está aumentando en el mundo desarrollado. La estimación del aumento en su prevalencia y los altísimos costes generados son o deberían ser un motivo de gran preocupación para los profesionales y las instituciones sanitarias.

Junto con el ojo y el riñón, el pie es una de las localizaciones más frecuentes de las complicaciones crónicas inducidas por la diabetes. En el caso de los pies, esta complicación ha estado desatendida y aún continúa estándolo en muchos ámbitos.

Se estima que la DM supone un riesgo 15-20 veces superior de sufrir una amputación mayor de la extremidad inferior (supra- o infracondílea) y entre el 5 y el 15% de los diabéticos sufrirán una amputación a lo largo de su vida<sup>(1)</sup>.

El objetivo de este capítulo es enfatizar la importancia de reconocer los factores de riesgo para amputación, las consecuencias de esta y, finalmente, tratar de aportar los datos extraídos del conocimiento actual para minimizar el impacto de una amputación en el paciente diabético.

## Consideraciones generales

La gravedad de las complicaciones de la diabetes en el pie no está relacionada necesariamente con la severidad de la enfermedad y, además, la mayoría de las complicaciones ocurren en pacientes con formas moderadas de la enfermedad, muchas veces con DM de tipo 2, lo cual supone un enorme número de pacientes en riesgo.



<https://doi.org/10.24129/j.mact.1001.fs1805010>

© 2018 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® ([www.fondoscience.com](http://www.fondoscience.com)).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND ([www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/](http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

Las condiciones de la extremidad inferior relacionadas con la diabetes que aumentan el riesgo de amputación son la neuropatía periférica, la vasculopatía periférica y la infección<sup>(2)</sup>.

Una amputación mayor supone una reducción en la esperanza de vida del paciente diabético y en algunas series tan solo la mitad de los pacientes serán capaces de volver a caminar posteriormente (con o sin prótesis)<sup>(3)</sup>. Por el contrario, una amputación distal (transmetatarsiana o mediotarsiana) permite preservar la capacidad de deambular hasta en un 92% de los casos curados<sup>(4)</sup>. Por ello, muchos de los esfuerzos actuales se dirigen a encontrar estrategias de tratamiento para convertir lo que en el pasado terminaba siendo una amputación infracondílea en una amputación parcial del pie distal al nivel transmetatarsiano, localización esta que preserva una biomecánica más favorable para el paciente.

La vasculopatía, en su forma macro- o microangiopática, es determinante en el pronóstico de la extremidad. Sin embargo, el papel de la neuropatía periférica, en forma de neuroartropatía, supone un factor detonante de deformidades y con ello de ulceraciones e infecciones en el pie diabético.

### Tipos de amputaciones más frecuentes

A pesar de las múltiples opciones de que disponemos, debe resaltarse que prácticamente cualquier amputación altera la marcha de forma drástica. Por ejemplo, es conocido que una simple pérdida de las metatarsofalángicas (MTF) produce un gran efecto negativo<sup>(5)</sup>.

### Amputaciones del dedo gordo

Puede realizarse a través de una desarticulación MTF si bien, siempre que sea posible y aunque técnicamente es un poco más demandante, creemos que es preferible conservar la base de la falange proximal. La ventaja potencial de su conservación es mantener parcialmente los mecanismos biomecánicos y funcionales del primer radio a través de la inserción de la fascia plantar y el flexor *hallucis brevis*.

Aunque es una amputación bien tolerada, debe decirse que la alteración de la fase propulsi-

va de la marcha es importante y existen estudios que resaltan cómo la amputación del dedo gordo contribuye a generar deformidades secundarias de los dedos vecinos y con ello nuevas úlceras<sup>(6)</sup>.

### Amputación de los dedos menores

De la misma forma que en el *hallux*, es preferible, cuando es factible, mantener un remanente de dedo sobre la desarticulación. En este caso, la ventaja es que el dedo remanente actúa como separador, impidiendo la desviación de los dedos vecinos.

### Amputación del primer radio

Conceptualmente se trata de la amputación del dedo gordo junto con parte del primer metatarsiano. Es un tipo de amputación fácil de protetizar y calzar, si bien no está exenta de problemas derivados de la falta de función del primer radio y las transferencias de cargas que de ello se derivan. La tendencia a recurrencias de úlceras es por tanto alta y debe realizarse, por ello, un control y tratamiento ortopodológico cercano.

### Amputación transmetatarsiana

Es una amputación técnicamente sencilla que, como su nombre indica, se realiza a través de la paleta metatarsal intentando mantener una parrábola. Es una amputación muy funcional, ya que mantiene intactos el tendón de Aquiles, el tibial anterior (TA) y el posterior (TP), y los tendones peroneos, fundamentalmente el peroneo *brevis* (PB). Por ello, se mantiene la dorsiflexión activa y el equilibrio entre flexores y extensores, inversores y eversores. No obstante y a pesar de los potenciales beneficios biomecánicos en comparación con otros niveles distales, se ha objetivado que las amputaciones transmetatarsianas no pueden generar momentos de fuerzas flexores de tobillo normales, por lo que se precisa una inusual activación de los flexores de cadera para suplir este déficit, traccionando la extremidad hacia delante<sup>(4)</sup>.

En caso de objetivarse un Aquiles acortado, es fundamental su elongación para obtener buenos resultados y evitar nuevas ulceraciones. Las amputaciones transmetatarsianas presentan una



**Figura 1.** Amputación transmetatarsiana. Nótese la gran superficie plantar preservada que permite una buena distribución de cargas. La preservación del equilibrio tendinoso permite un muñón estable y funcional.

tasa de curación que varía según las series entre el 72 y el 43% (Figura 1).

### Amputación de Lisfranc (tarsometatarsiana)

Desde este nivel distal hacia posterior se ha constatado de forma genérica una pérdida del brazo de palanca del antepié, así como una sustancial reducción de la superficie de carga plantar (mayor presión por superficie), una pérdida de pronación y supinación, y la ausencia de periodo propulsivo efectivo (*push-off*)<sup>(7)</sup>.

Este nivel de amputación supone la desinserción del TA y del PB, por lo que para obtener buenos resultados es esencial rebalancear las fuerzas musculares reimplantando estos tendones. De la misma forma, es preceptivo el alargamiento del Aquiles (sobre todo en diabéticos). Si no se consigue este equilibrio, existe riesgo de nuevas úlceras postamputación (Figura 2).

### Amputación de Chopart (transtarsiana)

Es la competencia más directa de la amputación de Syme. Esta amputación se realiza a través de la articula-

ción naviculocuneiforme y cuboideo-metatarsiana.

A su favor tiene la facilidad técnica y no producir acortamiento de la extremidad. Frente a amputaciones más proximales como la infracondílea, se añade una ventaja más, que es el conservar la almohadilla plantar natural del talón.

No obstante, este nivel deja pocas opciones de protetización funcional. Las ortesis son básicamente estéticas y de relleno acomodativo, pero no permiten dotar a la extremidad de efectos biomecánicos eficientes para la marcha (Figura 3).

Además, el desequilibrio generado entre fuerzas flexoras y extensoras facilita la subsiguiente deformidad del muñón, aumentando el riesgo de nuevas úlceras.

### Amputación de Syme

Se trata de una desarticulación del tobillo. Una de sus ventajas iniciales era una menor tasa de



**Figura 2.** Amputación de Lisfranc. Un equinismo residual tras una amputación de Lisfranc puede llevarnos a nuevas úlceras.



**Figura 3.** La amputación de Chopart evoluciona habitualmente hacia un equinismo que puede generar nuevos problemas y dificultad de protetización.

mortalidad que la amputación infracondílea. Esta ventaja ya no se contempla debido a que las posibilidades de protetización en amputaciones infracondíleas han mejorado mucho.

Actualmente, su ventaja fundamental es la de compartir el reparto de cargas entre la parte distal de la amputación y la cara anterior de la tibia mediante prótesis especialmente diseñadas para este fin. No obstante, estas prótesis no son capaces hoy por hoy de generar un efecto biomecánico tan avanzado como las prótesis infracondíleas.

Una potencial desventaja de esta amputación en el grupo de diabéticos es que está sujeta a nuevas úlceras de presión por el remanente peroneal y, en caso de deficiente perfusión por una vasculopatía, existe un riesgo incrementado de complicaciones cutáneas secundarias.

A pesar de tener muchos detractores, este nivel de amputación sigue teniendo su apoyo en la bibliografía médica. Así, en 2003, Pinzur *et al.* publicaron un artículo reportando los resultados en 97 pacientes con amputaciones de Syme con un 85% de curación de la herida<sup>(8)</sup>. El artículo conclu-

ye que, en comparación con controles históricos de amputaciones infracondíleas, los pacientes con un Syme parece que son capaces de caminar mejor y viven más.

### **Amputación de Pirogoff**

Es una variante de la amputación de Syme, en la cual se conserva la tuberosidad posterior del calcáneo, que se voltea y se fija al tobillo mediante fijación interna. De esta forma, se mantiene mayor longitud de la extremidad y a la par se disminuyen los problemas por presión maleolar en el apoyo de la amputación de Syme. El contrapunto negativo es que técnicamente se aumenta la complejidad y, además, se requiere un mayor colgajo cutáneo viable para la cobertura. Tampoco la protetización y la biomecánica de esta amputación es más favorable que una infracondílea (Figura 4).

### **Amputación infracondílea**

Aunque existen variantes múltiples dentro de este concepto, nos limitaremos a la más frecuente, que es la amputación por debajo de la rodilla. Se considera que la localización ideal es a más de 15 cm por debajo de la interlínea articular. A mayor longitud de la tibia conservada, mayor palanca y fuerza de la musculatura. No obstante, la longitud debe concretarse con el protésico de cara a la manufactura de la ortesis posterior. Nosotros preferimos la cobertura con un colgajo posteroanterior, si bien puede realizarse el cierre mediante 2 colgajos laterales. Es a este nivel donde hemos asistido a mayores avances biomecánicos en su protetización. Hoy existen prótesis infracondíleas con tobillos articulados y con excelentes mecanismos de acumulación de energía y respuesta dinámica. Estos avances han hecho que un buen nivel de amputación infracondíleo sea preferible, en términos de recuperación de un patrón de marcha eficiente, a los niveles proximales (Syme,



**Figura 4.** La amputación de Pirogoff aporta estabilidad y mantiene longitud. No obstante, su protetización sigue sin ser tan funcional como las prótesis infracondíleas actuales.

Pirogoff, etc.) y a la amputación transmetatarsiana.

## Discusión

Cualquier cirujano que se enfrente habitualmente a las complicaciones del pie diabético ha tenido que aceptar, muy a su pesar, que no todos los pacientes con diabetes y no todas las úlceras de la extremidad inferior son susceptibles de procedimientos de conservación de la extremidad.

Cuando la conservación de la extremidad no es viable, la amputación puede mejorar la vida del paciente. Sin embargo, un gran número de factores deben ser considerados antes de decidir cuándo y cuánto amputar.

Los diferentes niveles de amputación presentan ventajas e inconvenientes, como se ha reseñado previamente, pero la decisión final dependerá de factores clínicos individuales y de las preferencias del paciente.

Algunos de estos factores incluyen el estado vascular, la presencia de osteomielitis o la per-

fusión del colgajo cutáneo vista intraoperatoriamente<sup>(3)</sup>.

## Las úlceras

Las úlceras en el pie diabético preceden en un 70-80% a las amputaciones<sup>(9)</sup>. Las úlceras con un origen isquémico suelen estar precedidas por pequeños traumas (a veces desapercibidos). Sin embargo, la úlcera neuropática se asocia a una hiperpresión mantenida, por lo que se acompaña de hiperqueratosis y generalmente un halo eritematoso. La infección es siempre un problema sobreañadido agravante.

Es de vital importancia curar estas úlceras, ya sea mediante medidas conservadoras como yesos de contacto total o con cirugía. A veces, pequeños gestos quirúrgicos que entrañan un mínimo riesgo, como una resección de una cabeza metatarsiana, pueden curar una úlcera de años de evolución en días y mejorar mucho la calidad de vida del paciente.

El médico o cirujano debe tener siempre en mente que la úlcera plantar del diabético es el resultado de una alteración sensitiva junto con una prominencia ósea subyacente que produce presión. Dado que la neuropatía actualmente apenas puede ser modificada, el tratamiento debe orientarse a reducir la presión local (**Figura 1**).

La aparente simplicidad de este concepto básico debe matizarse con variables como la magnitud de las fuerzas ejercidas, el número de repeticiones de las fuerzas, etc. En este sentido, estudios recientes han aportado información fascinante sobre la disfunción muscular en los pacientes diabéticos y su influencia en el patrón de marcha y en la distribución de presiones. Así, por ejemplo, se ha mostrado un retraso en la activación del tibial anterior, lo cual reduce el control del contacto del pie<sup>(10)</sup>.

A todo ello deben añadirse los trastornos en la propiocepción y en la visión. Así como afirmaba Bloom, “el paciente diabético de edad avanzada a menudo se divorcia de sus pies; una mala visión le impide verlos y la pérdida de la sensibilidad no le permite sentirlos”.

Si las úlceras son un factor de riesgo de primer orden para acabar en amputación, quizá la cirugía profiláctica para limitar el riesgo de ulceración pueda tener su papel. No obstante, esta debe ser una decisión meditada cuidadosamente y consensuada con un equipo multidisciplinar, ya que se conoce que, en caso de neuropatía sensitivomotora de la extremidad inferior, la cirugía ortopédica entraña gran riesgo, pudiendo incluso el trauma quirúrgico inducir un empeoramiento de la enfermedad de Charcot.

### Repercusión de las amputaciones

El coste real de una amputación es siempre elevado, tanto en términos de salud como económicos. Por lo tanto, la decisión de amputar tiene enormes implicaciones, para el paciente, el médico y el sistema de salud.

La incidencia de amputaciones a nivel transmetatarsiano es 8 veces mayor en pacientes diabéticos. Y 1 de cada 4 pacientes amputados precisará una amputación del miembro contralateral o una reamputación<sup>(11)</sup>.

Conceptualmente, es importante tener en consideración que el objetivo de una amputación no es mejorar la función de la extremidad intervenida sino la calidad de vida del paciente.

Las amputaciones no solo afectan la calidad de vida y la salud psicológica, sino que también afectan al pronóstico de vida. Se estima que, tras una amputación mayor, la tasa de mortalidad en los siguientes 3 años es del 20 al 50% y alcanza un 70% en 5 años<sup>(12)</sup>.

El impacto negativo sobre la calidad de vida de los pacientes tras una amputación es elevado y es conocido como el perfil de impacto de la enfermedad (*sickness impact profile*), el cual es mayor cuanto más proximal es la amputación<sup>(13)</sup>.

Es conocido que el gasto energético necesario para la deambulación se incrementa a medida que el nivel de amputación es más proximal<sup>(14)</sup>. Si bien debe matizarse que las actuales prótesis infra- y supracondíleas han revertido este efecto.

Se sabe que los pacientes con comorbilidades tienen un consumo energético basal mayor y, a su vez, menos reservas energéticas, lo cual se traduce en un remanente de energía menor para realizar las actividades cotidianas. Esto puede incluso impedir que el paciente sea capaz de poder

asumir el esfuerzo que supone adaptarse a una prótesis de la extremidad inferior, con su consiguiente periodo de rehabilitación.

Esta es una buena razón para intentar conservar la longitud del miembro y no privar al paciente de mayor reserva energética<sup>(15)</sup>, en pacientes con debilidad generalizada y pocas posibilidades de concluir exitosamente un periodo de adaptación y rehabilitación complejo como el de una amputación infra- o supracondílea.

Las amputaciones pueden tener un desencadenante vascular, pueden deberse a las complicaciones de la neuroartropatía o, lo que es más frecuente, a ambas. Casi siempre en la secuencia de eventos aparecerán úlceras crónicas incurables o complicadas con procesos sépticos que no responden a antibióticos<sup>(16)</sup>. No obstante, las indicaciones siguen teniendo gran variabilidad entre distintos centros, siendo las aún imprecisas en algunos casos.

En un estudio de Toursarkissian de 113 pacientes amputados (75% de ellos diabéticos), solo el 65% seguían vivos a los 10 meses y un 17% precisó una amputación del miembro contralateral durante el seguimiento<sup>(12)</sup>. Otro estudio llevado a cabo en Texas reportó unas tasas acumulativas de reamputaciones en 277 pacientes diabéticos de hasta el 60,7% a los 5 años<sup>(17)</sup>. Los pacientes independientes para las actividades de la vida diaria (IAVD) antes de una amputación retornaron a su nivel previo de independencia más frecuentemente en las amputaciones menores que en las mayores (93 vs. 61%). Los pacientes con amputaciones menores caminaron antes y más. Mientras que las amputaciones mayores tienen una mayor tasa de mortalidad, las menores tienen la misma tasa de reamputaciones y un potencial de rehabilitación mayor<sup>(18)</sup>.

El paciente amputado tiene un riesgo un 30-50% mayor de sufrir una segunda amputación en los siguientes 5 años.

### Cuándo amputar

Pinzur *et al.* publicaron un artículo sugiriendo 4 fases para guiar la decisión de a qué nivel amputar<sup>(19)</sup>:

- Primero: ¿La conservación de la extremidad será superior en resultados a una amputación o un miembro protésico?

- Segundo: ¿Cuál es el final razonablemente esperado para una estrategia de conservación de la extremidad o para una amputación?

- Tercero: ¿Cuáles son los costes de la conservación de la extremidad, en términos no solo financieros sino de sufrimiento y consumo del tiempo del paciente?

- Cuarto: ¿Cuáles son los riesgos asociados al tratamiento elegido?

Otros criterios que pueden ayudar a decidir cuándo parar los intentos de preservación de la extremidad son la presencia de una infección incontrolable que amenaza la vida del paciente, la existencia de una deformidad no reconstruible o en casos donde no puede restaurarse una circulación suficiente.

Algunas pruebas sugieren que el paciente sedentario evolucionará mejor con estrategias de preservación de la extremidad y/o niveles bajos de amputación. Sin embargo, los pacientes más activos podrían tener un resultado funcional mejor con amputaciones mayores más precoces<sup>(20)</sup>.

### Elegir el nivel de amputación

No solo existe imprecisión sobre cuándo amputar, sino también acerca de por dónde amputar. Se han sugerido múltiples criterios clínicos para decidir el nivel de amputación. Se han propuesto criterios basados en el potencial de rehabilitación del paciente y otros criterios basados en el potencial biológico del miembro a amputar. Este último criterio se basa en datos como la perfusión o el estado vascular, el estado inmunitario o la presencia de infección y su extensión.

Se habla de nivel biológico como el nivel funcional más distal, compatible con un razonable potencial de cicatrización del muñón. La revascularización del miembro puede permitir que el nivel de amputación sea más bajo.

Se han descrito diversos factores predictivos de necesidad de una amputación mayor. En un reciente metaanálisis de 101 publicaciones, los factores predictivos más importantes fueron 4: hipertensión, cardiopatía isquémica, enfermedad vascular cerebral y vasculopatía periférica<sup>(2)</sup>.

También la presencia de valores de hemoglobina glicosilada (HbA1c) elevados de forma sostenida se ha constatado como un factor de riesgo de amputación<sup>(21)</sup>.

### Razones para intentar la amputación más distal posible

Es conocido que el gasto energético necesario para la deambulación se incrementa a medida que el nivel de amputación es más proximal.

Por esta razón, algunos autores defienden que cuanto más distal la amputación, mejor<sup>(22)</sup>. Esto viene refrendado por los datos arrojados por diversas publicaciones donde se concluye que una amputación distal al tobillo (transmetatarsiana o mediotarsiana) permite preservar la capacidad de deambular hasta en un 92% de los casos curados.

La tendencia actual de muchos grupos, que viene marcada por los datos anteriormente reseñados, es a realizar esfuerzos terapéuticos de cara a evitar amputaciones más proximales. Stone *et al.* muestran unos resultados alentadores rescatando amputaciones transmetatarsianas fallidas con amputaciones transtarsianas (Lisfranc o Chopart), consiguiendo evitar amputaciones infracondíleas en un 62% de los pacientes.

La necesidad de varios procedimientos quirúrgicos dentro de un protocolo de tratamiento conservador de la extremidad ha mostrado una tasa de mortalidad aceptable de alrededor del 5%<sup>(23)</sup>.

Dada la importancia de amputar lo más distal posible, debe conocerse que la revascularización del miembro puede permitir que el nivel de amputación sea más bajo<sup>(24)</sup>.

Algunas series afirman que, en pacientes con amputaciones distales (transmetatarsianas, Lisfranc), hasta un 88% de los pacientes es capaz de deambular tras 2 años.

Diferentes grupos han demostrado cómo la participación activa de un equipo multidisciplinar es capaz de reducir las tasas de amputación hasta un 63%<sup>(25)</sup>.

La reconversión de una amputación transmetatarsiana fallida a amputación infracondílea se asocia con pobres resultados<sup>(26)</sup>.

### Razones en contra de la preservación de longitud

Algunos factores están en contra de la idea “intuitiva” de que más distal es mejor. Algunos estudios han puesto en tela de juicio la utilidad de los esfuerzos de conservación de la extremidad por debajo de la rodilla en pacientes de edad avanzada,

dado que su capacidad de deambulaci3n ulterior es muy baja y la tasa de conversiones necesarias a amputaciones por encima de la rodilla es cercana al 20%<sup>(27)</sup>.

Por otro lado, hay cierta evidencia que apoya una amputaci3n mayor en casos donde la rehabilitaci3n se prevé infructuosa para conseguir la deambulaci3n, debido a factores de salud o edad del paciente.

Asimismo, los pacientes con enfermedades renales graves que precisan diálisis presentan unos resultados decepcionantes en los intentos de salvar el pie y, en estos casos, solo deberá intentarse una amputaci3n distal en casos con mínima afectaci3n tisular distal, ausencia de infecci3n y vascularizaci3n pedia normal. En este escenario debe evitarse el esfuerzo terapéutico para salvar el pie, dado el sombrío pronóstico del mismo, y deberá indicarse de entrada la amputaci3n infracondílea. Sin embargo, los intentos de mantener la máxima longitud de extremidad son aconsejados por algunos autores incluso en situaciones desfavorables y con altas tasas de complicaciones, como la enfermedad renal en estadios avanzados o la enfermedad vascular periférica. Evans *et al.* consiguen la conservaci3n del miembro con amputaciones muy distales en este grupo de pacientes en un 59 y un 54%, respectivamente.

A modo de reflexi3n, debemos considerar, antes de obstinarnos en preservar la longitud, que cada procedimiento quirúrgico es un riesgo ańadido que deberíamos evitar. Por otro lado, el nivel de amputaci3n mejor será, por norma general, aquel que ocupe el menor tiempo posible de la vida que le queda al paciente haciendo tratamientos médicos.

### Conclusiones

Las amputaciones afectan no solo a la calidad de vida sino también al pronóstico de vida.

Sería razonable mantener los esfuerzos terapéuticos para conservar la máxima longitud de la extremidad siempre que el paciente esté en situaci3n de ser posteriormente rehabilitado para deambular utilizando la extremidad conservada. La evidencia actual apunta que esto podría minimizar su impacto. La amputaci3n distal que mejor parece preservar la biomecánica y presentar menor riesgo de reamputaciones y reulceraciones

es la transmetatarsiana. La amputaci3n infracondílea en pacientes activos presenta buenas alternativas de protetizaci3n.

Continúa existiendo imprecisi3n sobre cuándo y dónde amputar; por eso, es fundamental encontrar el nivel biológico idóneo. El nivel biológico puede mejorarse mediante revascularizaci3n previa.

### Bibliografía

1. Moss SE, Klein BE. The 14-year incidence of lower extremity amputations in diabetic population: the Wisconsin Epidemiological study of diabetic retinopathy. *Diabetes Care*. 1999;22:951-9.
2. Shin JY, Roh SG, Sharaf B, Lee NH. Risk of major limb amputation in diabetic foot ulcer and accompanying disease: a meta-analysis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2017 Dec;70(12):1681-8.
3. Davis BL, Kuznicki J, Praveen SS, Sferra JJ. Lower-extremity amputations in patients with diabetes: pre and post-surgical decisions related to successful rehabilitation. *Diabetes Metab Res Rev*. 2004;20(Suppl 1):S45-S50.
4. Mueller MJ, Salsich GB, Bastian AJ. Differences in the gait characteristics of people with diabetes and transmetatarsal amputation compared with age-matched controls. *Gait Posture*. 1998;7(3):200-6.
5. Marks RM, Long JT, Exten EL. Gait abnormality following amputation in diabetic patients. *Foot Ankle Clin*. 2010;15(3):501-7.
6. Quebedeaux TL, Lavery LA, Lavery DC. The development of foot deformities and ulcers after great toe amputation in diabetes. *Diabetes Care*. 1996;19(2):165-7.
7. Michael J. Partial foot and similar amputations: focus on hindfoot and midfoot amputations. *O&P Business News*; 2003. Disponible en: [http://www.oandpbusinessnews.com/view.aspx?rid=57810\[3/14/2012](http://www.oandpbusinessnews.com/view.aspx?rid=57810[3/14/2012)
8. Pinzur MS, Stuck RM, Sage R, Hunt N, Rabinovich Z. Syme ankle disarticulation in patients with diabetes. *J Bone Joint Surg Am*. 2003 Sep;85-A(9):1667-72.
9. McCabe CJ, Stevenson RC, Dolan AM. Evaluation of a diabetic foot screening and protection program. *Diabet Med*. 1998 Jan;15(1):80-4.
10. Abboud RJ, Rowley DI, Newton RW. Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2000 Jan;15(1):37-45.
11. Johannesson A, Larsson GU, Ramstrand N, Turkiewicz A, Wiréhn AB, Atroshi I. Incidence of lower-limb am-



- putation and the diabetic and nondiabetic general population: a 10-year population-based cohort study of initial unilateral and contralateral amputations and reamputations. *Diabetes Care*. 2009;32(2):275-80.
12. Toursarkissian B, Shireman PK, Harrison A, D'Ayala M, Schoolfield J, Sykes MT. Major lower extremity amputations: contemporary experience in a single Veterans Affairs institution. *Am Surg*. 1999;68(7):606-10.
  13. Pinzur MS, Bowker JH, Smith DG, et al. Amputation surgery in peripherals vascular disease. AAOS Instructional Course Lecture. 1999;48.
  14. Waters R, Perry J, Antonelli D, Hislop H. Energy cost of walking amputees: the influence of level of amputation. *J Bone Joint Surg Am*. 1976 Jan;58(1):42-6.
  15. Reiber GE, William RL. Epidemiology of diabetic foot ulcers and amputation: evidence for prevention. En: Williams R, Kinmonth AL, Wareman JJ (eds.). *The evidence base for diabetes care*. Indianapolis, IN: John Wiley and Sons; 2010.
  16. Faglia E, Clerici G, Clerissi J, Gabrielli L, Losa S, Mantero M, et al. Long term prognosis of diabetic patients with critical limb ischemia: a population based cohorte study. *Diabetes Care*. 2009;32(5):822-7.
  17. Izumi Y, Satterfield K, Lee S, Harkless LB. Risk of reamputation in diabetic patients stratified by limb and level of amputation: a 10-year observation. *Diabetes Care*. 2006;29(3):566-70.
  18. Larsson J, Agardh CD, Apelqvist J, Stenström A. Long-term prognosis after healed amputation in patients with diabetes. *Clin Orthop Relat Res*. 1998; May(350):149-58.
  19. Pinzur MS. Outcomes-oriented amputation surgery. *Plast Reconstr Surg*. 2011;127(Suppl 1):241S-247S.
  20. Attinger CE, Brown BJ. Amputation and ambulation and diabetic patients: function is the goal. *Diabetes Metab Res Rev*. 2012;28(Suppl 1):S93-S96.
  21. Zhou ZY, Liu YK, Chen HL, Yang HL, Liu F. HbA1c and Lower Extremity Amputation Risk in Patients With Diabetes: a Meta-Analysis. *Int J Low Extrem Wounds*. 2015 Jun;14(2):168-77.
  22. Evans KK, Attinger CE, Al-Attar A, Salgado C, Chu CK, Mardini S, Neville R. The importance of limb preservation in the diabetic population. *J Diabetes Complications*. 2011 Jul-Aug;25(4):227-31.
  23. Peters E, Childs MR, Wunderlich RP, Harkless LB, Armstrong DG, Lavery LA. Functional status of persons with diabetes-related lower extremity amputations. *Diabetes Care*. 2001; 24(10):1799-804.
  24. Stone PA, Back MR, Armstrong PA, Flaherty SK, Keeling WB, Johnson BL, et al. Midfoot amputations expand limb salvage rates for diabetic foot infections. *Ann Vasc Sur*. 2005;19:805-11.
  25. Krishnan S, Nash J, Baker N, Fowler D, Rayman G. Reduction in diabetic amputations over 11 years in a defined U.K. population: benefits of multidisciplinary team work and continuous audit. *Diabetes Care*. 2008;31(1):99-101.
  26. Thomas SR, Perkins JM, Magee TR, Galland RB. Transmetatarsal amputation: an 8-year experience. *Ann R Coll Surg Engl*. 2001;83:164-6.
  27. Nehler MR, Coll JR, Hiatt WR, Regensteiner JG, Schnickel GT, Klenke WA, et al. Functional outcome in contemporary series of major lower extremities amputations. *J Vasc Surg*. 2003 Jul;38(1):7-14.