



## Tema de actualización

# Pie diabético: lo que el cirujano ortopédico debe saber

A. Pérez Fernández<sup>1,4</sup>, M. Edo Llobet<sup>1</sup>, E. Cañas Miguel<sup>1,4</sup>, R. Ureña Vicente<sup>1,4</sup>,  
O. Pablos González<sup>1</sup>, M. L. Fontalva Guerrero<sup>1</sup>, I. Oriol Bermúdez<sup>2,4</sup>,  
B. Gonzalo Villanueva<sup>3,4</sup>, S. Rioja Artal<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Pie y Tobillo. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario de Bellvitge. Hospitalet de Llobregat. Barcelona

<sup>2</sup> Servicio de Enfermedades Infecciosas. Hospital Universitario de Bellvitge. Hospitalet de Llobregat. Barcelona

<sup>3</sup> Servicio de Angiología y Cirugía Vascul. Hospital Universitario de Bellvitge. Hospitalet de Llobregat. Barcelona

<sup>4</sup> Unidad Funcional de Pie Diabético. Hospital Universitario de Bellvitge. Hospitalet de Llobregat. Barcelona

### Correspondencia:

Dr. Albert Pérez Fernández

Correo electrónico: aperez@bellvitgehospital.cat

Recibido el 24 de enero de 2026

Aceptado el 24 de enero de 2026

Disponible en Internet: junio de 2026

### RESUMEN

El conocimiento del manejo del pie diabético por parte del cirujano ortopédico es cada vez más necesario, dada la alta prevalencia de esta patología. Las 4 entidades clínicas, además del problema isquémico (úlceras, infección, deformidades y neuroartropatía de Charcot), pueden comportar graves secuelas, con alteraciones de la funcionalidad del pie, necesidad de amputación o incluso la muerte del paciente. Saber realizar una exploración básica y poder diagnosticar de forma correcta el proceso patológico que sucede en cada pie nos permitirán un enfoque terapéutico adecuado. También es importante conocer los modelos de atención y el trabajo multidisciplinar, tan necesario en esta compleja patología.

**Palabras clave:** Enfermedad de pie diabético. Úlcera neuropática. Ataque de pie diabético. Enfermedad de Charcot.

### ABSTRACT

#### Diabetic foot: what the orthopedic surgeon should know

Knowledge of diabetic foot management is increasingly essential for orthopedic surgeons given the high prevalence of this condition. The 4 clinical entities, in addition to ischemic problem (ulcers, infection, deformities, and Charcot neuroarthropathy), can lead to serious consequences, including impaired foot function, the need for amputation, or even death. Knowing how to perform a basic examination and accurately diagnose the pathological process occurring in each foot will allow for an appropriate therapeutic approach. Understanding the different care models and multidisciplinary teamwork so crucial in managing this complex condition is also important.

**Key words:** Diabetic foot disease. Neuropathic ulcer. Diabetic foot attack. Charcot disease.



<https://doi.org/10.24129/j.rpt.4001.fs2601002>

© 2026 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/)).

### Concepto

El pie diabético (PD) se define como la ulceración, infección y/o destrucción de tejidos profundos del pie, asociada a neuropatía (NP) y/o diferentes grados de enfermedad arterial periférica (EAP) en los miembros inferiores, consecuencia de la diabetes mellitus (DM). Lo hemos de entender como una enfermedad sistémica crónica (enfermedad de PD –EPD–), consecuencia de la hiperglucemia incontrolada y mantenida en el tiempo, con afectación de otros órganos (nefropatía, retinopatía, etc.)<sup>(1)</sup>. Este síndrome puede desarrollarse tanto en enfermos afectados de DM de tipo I (déficit de producción de insulina) como en el tipo II (habitualmente por resistencia adquirida a la insulina). En la actualidad se estima que hay más de 500 millones de adultos en el mundo que padecen DM (casi un 10% de la población mundial) y la previsión apunta a más de 600 millones en el 2040. En Europa la incidencia es del 9,2%, siendo España el segundo país con mayor población afecta.

Podemos diferenciar los siguientes procesos patológicos que, además de la isquemia, pueden requerir nuestra actuación<sup>(2)</sup>:

- Ulceración.
- Infección.
- Alteración mecánica (deformidades).
- Neuroartropatía (enfermedad de Charcot).

Estas entidades clínicas pueden presentarse de forma aislada o agrupadas, con diferentes cronologías.

### Patogenia

La NP y la afectación vascular del diabético afecta típicamente a las extremidades inferiores por debajo de la rodilla. Además, estos pacientes presentarán una alteración en la cicatrización de las heridas y una menor competencia inmunológica.

Con frecuencia, para el desarrollo de una lesión típica de PD hay un detonante traumático o, más habitualmente, un mecanismo repetitivo lesivo; puede ser consecuencia de un calzado incorrecto o incluso de una queratosis mal cuidada, etc. Sin una correcta prevención y tratamiento de los procesos patológicos que se puedan ir desarrollando, los resultados pueden ser catastróficos, llegando hasta la amputación del miembro e incluso el fallecimiento del paciente. Cada 30 segundos

en el mundo se lleva a cabo una amputación en el miembro inferior por culpa de la diabetes. De hecho, la diabetes es la causa más frecuente de amputación no traumática de la extremidad inferior en Europa y EE.UU. La mortalidad a los 5 años de los pacientes que han sufrido una amputación mayor por EPD es superior a la media de supervivencia de los cánceres más habituales, solo superada por la neoplasia pulmonar.

### Anamnesis

Los siguientes datos deben registrarse en la historia clínica:

- Tiempo de evolución y tratamiento de la diabetes.
- Procesos y tratamientos previos al episodio actual que se refieran a complicaciones del PD como úlceras, amputaciones o pie de Charcot.
- Complicaciones sistémicas atribuibles a la DM, como la nefropatía.
- Hemoglobina glucosilada, que representa el valor promedio de glucosa en sangre de los 3 últimos meses; valores normales por debajo del 6% (HbA1C > 7-8% indica un mal control de la diabetes).

### Exploración en descarga

#### Exploración vascular

Se palpará la presencia de pulsos a nivel femoral, poplíteo, pedio y tibial posterior. También se debe anotar el estado de los anejos cutáneos (las uñas, el vello digital...) y la presencia de lesiones (úlceras, grietas...).

### Pruebas complementarias

- **Índice tobillo-brazo (ITB):** es el cociente entre la presión sistólica máxima en el tobillo y la presión sistólica máxima en el brazo, determinado mediante tecnología de Doppler continuo.
  - El ITB es efectivo para el diagnóstico y la valoración de la isquemia de los miembros inferiores. Se considera normal entre 1,3 y 0,9. Un ITB < 0,50 nos indica que una lesión **no**

puede curar. Isquemia grave debajo de 0,4.

- De todas maneras, en los pacientes diabéticos el ITB puede no ser valorable por calcificación de las arterias.

• **Índice dedo-brazo:**

- Es el cociente entre la presión sistólica máxima en el dedo y la presión sistólica máxima en el brazo.
- El índice dedo-brazo normal es > 0,65.

• **La medición de la presión transcutánea de oxígeno u oximetría transcutánea (TcPO<sub>2</sub>):** refleja el estado metabólico tisular. Valor normal > 60 mmHg e isquemia crítica por debajo de 30 (Figura 1).

Hoy en día se considera que, ante la alteración de las pruebas vasculares mencionadas o una alta sospecha de isquemia en el PD, debemos completar el estudio con valoración mediante eco-Doppler.

Actualmente, se está extendiendo un parámetro hemodinámico de la eco-Doppler llamado tiempo de aceleración pedal (*pedal acceleration time -PAT-*), aplicado a las arterias del pie<sup>(2)</sup>. El PAT se define como el tiempo que transcurre desde el inicio de la sístole hasta el pico máximo sistólico, representado en la morfología espectral de la onda de flujo Doppler (Figura 2) y siendo una valoración en tiempo real de la morfología de esta onda arterial. En una arteria sana, donde la onda Doppler será trifásica, el tiempo de aceleración será corto, mientras que la presencia de patología arterial condicionará un ensanchamiento del espectro de la onda Doppler, con un aumento del tiempo de aceleración.

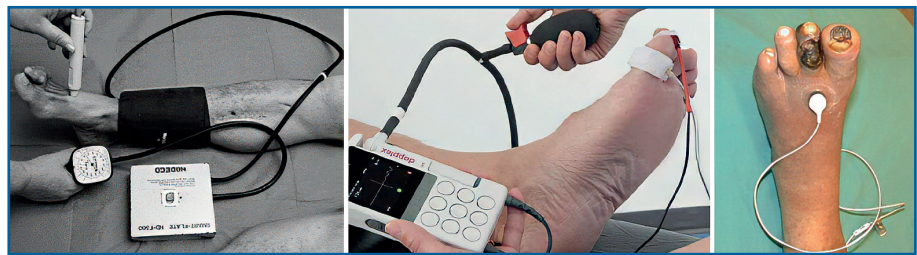


Figura 1. Exploración para calcular la presión en el tobillo (índice tobillo-brazo) y en el dedo (índice dedo-brazo). Medición transcutánea de la presión parcial de oxígeno.

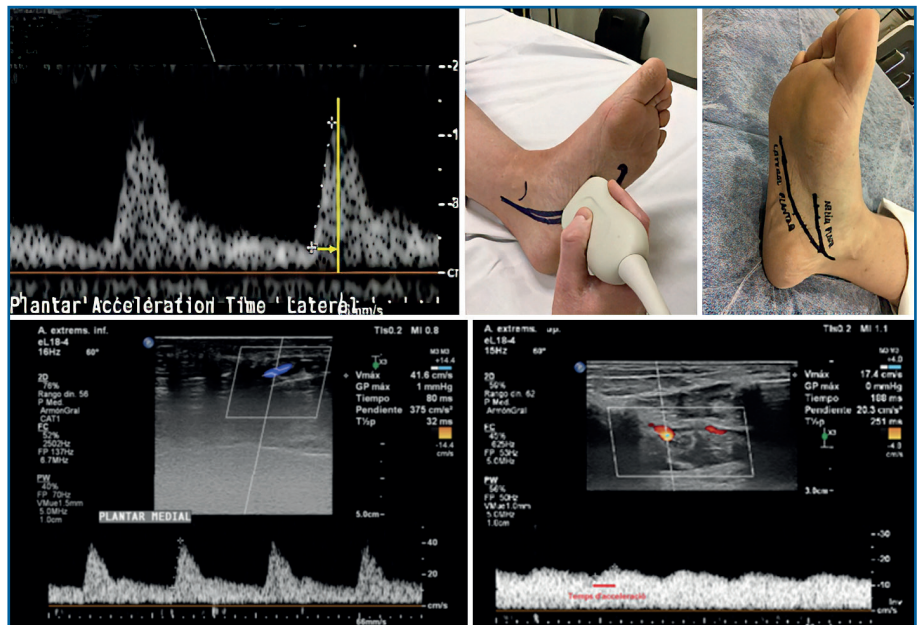


Figura 2. Arriba: tiempo de aceleración pedal, curva adecuada. Transductor Doppler en arteria plantar medial; abajo: curva en arteria sana y en arteria con patología isquémica.

Se ha confirmado la correlación entre los valores de PAT y el grado clínico de la EAP; por tanto, se trata de una prueba fiable para diagnosticar la isquemia de los miembros inferiores. De esa correlación, se ha definido una clasificación de 4 grupos de valores de PAT en función del estadio clínico (Tabla 1).

La gran ventaja del PAT es que se ha demostrado útil en el estudio de la isquemia del PD y es totalmente valorable en casos de calcificación arterial, donde los ITB no son válidos.

En caso de que el ITB y los PAT estén alterados, se debería completar el estudio vascular con una "cartografía" arterial de los miembros inferiores mediante eco-Doppler. Dicho estudio nos permite visualizar, localizar y evaluar el flujo sanguíneo de

**Tabla 1. Tiempo de aceleración pedal (PAT)**

Síntomas	Sin isquemia	Isquemia leve	Isquemia moderada	Isquemia grave
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV
	Asintomáticos	Claudicación > 2 calles	Claudicación < 2 calles	Isquemia crónica de extremidad (dolor en reposo, pérdida de tejido)
Tiempo aceleración plantar	20-120 ms	121-180 ms	181-224 ms	> 225 ms
Índice tobillo-brazo	1,3-0,90	0,89-0,69	0,58-0,50	0,49-0,00

las arterias de los miembros inferiores, identificando estenosis y oclusiones.

### Exploración nerviosa

La prueba más estandarizada para el diagnóstico de la NP es la exploración con el monofilamento de Semmes-Weinstein (habitualmente de 10 g). Los puntos básicos que se deben palpar son el pulpejo del primer dedo y la zona plantar correspondiente a las cabezas de primer, tercer y quinto metatarsianos (**Figura 3**). Valora la sensibilidad táctil profunda



**Figura 3.** Exploración de la sensibilidad profunda con el monofilamento de Semmes-Weinstein. Una prueba patológica indica pérdida de la sensibilidad de protección.

(de “protección”), que también puede analizarse con el diapason (de 128 Hz) en el ápex del *hallux*<sup>(3)</sup>.

### Úlceras y queratosis

La úlcera se define como cualquier solución de continuidad de la barrera cutánea que suele implicar a la totalidad del grosor de la dermis. Frecuentemente contaminadas,

son puerta de entrada de microorganismos que pueden comportar sobreinfecciones. Suelen ir precedidas de queratosis, que deben alertar de picos de presión y riesgo de lesión.

Las úlceras pueden ser neuropáticas (NP, las más típicas de la EPD), isquémicas o mixtas. Debemos anotar sus características: localización, tamaño, profundidad, estructuras anatómicas que afecta y si presenta necrosis y/o absceso.

Los rasgos más característicos de las úlceras NP son:

- En zona de presión (por ejemplo, bajo la cabeza de un metatarsiano).
- Circular, bien delimitada.
- Con hiperqueratosis en los bordes.
- Con frecuencia exudativa y granulación en el fondo.
- Sin dolor (o poco dolor).

### Exploración en carga

Se deberá dejar constancia de las deformidades de los pies con apoyo en el suelo. Las garras rígidas, con piel atrófica y seca son características del PD; el pie “en balancín” o deformidades graves del tobillo, con pocos síntomas acompañantes, sugieren una enfermedad de Charcot. El equinismo, por una retracción aquilea, también es muy característico de la EPD.

### Concepto de pie de riesgo

No todos los pies de los pacientes diabéticos tienen el mismo riesgo de sufrir una lesión (un 20%

**Tabla 2. Grupos de pie de riesgo. Controles clínicos**

Íntegro	Riesgo	Características	Revisión
0	Muy bajo	Sin arteriopatía (enfermedad arterial periférica –EAP–) ni pérdida de la sensibilidad de protección (PSP)	Anual. Pulsos y monofilamento
1	Bajo	Arteriopatía o PSP	Entre 6 y 12 meses
2	Moderado	EAP y/o PSP con deformidad de los pies	Entre 3 y 6 meses
3	Alto	Arteriopatía (EAP) o PSP con uno o más de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedente de úlcera crónica</li> <li>• Amputación extremidades inferiores</li> <li>• Insuficiencia renal terminal</li> </ul>	Entre 1 y 3 meses

de los diabéticos presentarán una úlcera en el pie en algún momento de su vida), en cuyo caso ya lo definiríamos como un PD *per se*. Por tanto, una vez completada la anamnesis y la exploración física, podremos catalogar el pie explorado en un “grado de complejidad” (4 grados de riesgo de lesión), que nos informa de forma rápida qué controles y cuidados precisa el paciente (Tabla 2)<sup>(4)</sup>.

## Modelos de atención

- Modelo mínimo (básico) o nivel 1.** Lo componen el médico de familia, enfermería y, de forma ideal, podólogo. Suele ubicarse en el centro de atención primaria (CAP).
- Modelo intermedio o nivel 2.** Los integrantes son endocrinólogo, cirujano (ortopédico y/o vascular y/o general), podólogo y enfermería especializada en diabetes-curas. Normalmente se encuentra en el centro hospitalario.
- Centros terciarios de referencia (nivel 3) o centros de excelencia.** Se localiza en un centro hospitalario especializado, con múltiples disciplinas dedicadas al cuidado del PD.

### Equipo multidisciplinario de referencia (nivel 3)

- **Integrantes básicos:** un endocrinólogo, un cirujano ortopédico y vascular, un radiólogo intervencionista, Servicio de Microbiología y especialista en infecciones, un podólogo y

un equipo de enfermería especializado en curas y educación para los diabéticos.

- **Gestor de casos:** coordina las visitas del paciente con su médico y otros miembros del equipo; promueve la responsabilidad y la participación del paciente en su plan de curas. También hará de enlace con atención primaria para facilitar la comunicación bidireccional entre los dos ámbitos. Suele ser de enfermería.

A continuación, desarrollamos los diferentes procesos patológicos o entidades clínicas y su tratamiento. Con frecuencia, como ya hemos dicho, en el mismo paciente concurren diferentes de ellos o pueden alternarse con diferentes cronologías.

## Úlceras

Además de anotar las características de la úlcera, se debe clasificar para poder estandarizar los resultados.

### Clasificaciones

Las más empleadas son la de la Universidad de Texas y la PEDIS. La primera diferencia los grados de 0 a 3 en función de la profundidad y las estructuras afectas, así como 4 subgrupos de A a D según presente o no infección y/o isquemia. La clasificación PEDIS incluye 5 subgrupos: perfusión, extensión, profundidad (*depth*), infección y sensibilidad (Tabla 3).

### Tratamiento genérico de las úlceras sin afectación de planos profundos

Estas lesiones son habitualmente tratadas sin cirugía y en la unidad básica de PD, de forma ambulatoria. Corresponden normalmente a lesiones superficiales sin osteomielitis (OM): Texas < III.

**Tabla 3. Clasificación de las úlceras de la Universidad de Texas**

	0	1	2	3
A	Lesiones pre- o postúlcerosas completamente epitelizadas	Herida superficial, no involucra tendón, cápsula o hueso	Herida a tendón o cápsula	Herida penetrante a hueso o articulación
B	Infectada			
C	Isquémica			
D	Infectada e isquémica			

## Descarga y curas locales

La descarga es el aspecto fundamental para favorecer la cura de la úlcera. Si bien el yeso de contacto total (YCT) es el tratamiento de referencia para las úlceras (y la enfermedad de Charcot en fase aguda), cada vez existen más dispositivos ortopédicos para conseguir una descarga selectiva<sup>(5)</sup>. Pueden ir desde un zapato de suela rígida o de talón invertido para descargar el antepié hasta las botas ortopédicas de tipo *cam walker*. Algunos estudios reportan tasas similares de curación comparando el YCT y las botas removibles. Además, compaginaremos con el uso de diferentes sistemas para descargar de forma selectiva la zona ulcerada –por ejemplo, fieltros de lana, (Figura 4)–.

La cura se basará en desbridar el tejido necrótico, evitar la progresión de la úlcera y una posible infección en profundidad, así como favorecer



**Figura 4.** Descarga con fieltro de lana. Bota ortopédica.

el cierre de esta. Para ello, además de la utilidad del desbridamiento mecánico con bisturí, existen diferentes apósitos y productos que permitirán, en un ambiente habitualmente húmedo, desbridar, desinfectar, favorecer la granulación y epidermizar.

Ante la mala evolución de una úlcera (falta de resolución con tratamiento adecuado durante 4-6 semanas) se debe sospechar principalmente inadecuada oxigenación del tejido (isquemia) y/o infección. Es prioritaria entonces la valoración vascular y una nueva toma de muestras para microbiología. Una vez descartada la EAP e infección, deberá valorarse la cirugía de descarga ortopédica.

## Cirugía ortopédica

Podemos reducir la presión debajo de la cabeza de un metatarsiano donde se generó la úlcera realizando una osteotomía de elevación. Esta cirugía es preferible hacerla de forma percutánea (*minimally invasive surgery –MIS–*) y sin mango de isquemia. También, ante un equinismo con ulceración en el antepié, se puede valorar un alargamiento del tendón aquileo o el alargamiento de los flexores a nivel distal, por úlcera en el pulpejo de un dedo trifalángico en garra.

## La infección en el pie diabético

### Introducción

La infección del PD está asociada a una elevada morbimortalidad. Por ello, es imprescindible su detección precoz basándose en la historia clínica, factores de riesgo asocia-

**Tabla 4. Clasificación de la IDSA, dentro de la PEDIS**

PEDIS	Grados	Definición
Infección (IDSA)	1	Sin signos o síntomas de infección
	2 Leve	Solamente afectos piel y tejido subcutáneo. Dos de los siguientes presentes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edema/Induración</li> <li>• Eritema &lt; 2 cm alrededor de la úlcera</li> <li>• Dolor</li> <li>• Calor local</li> <li>• Secreción purulenta</li> </ul>
	3 Moderada	Afecta planos profundos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eritema &gt; 2 cm, con uno de los criterios del grado 2</li> <li>• Absceso, osteomielitis, artritis o fascitis</li> <li>• Ausencia de síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SRIS)</li> </ul>
	4 Grave	SRIS. Al menos 2 de las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura &lt; 36 o &gt; 38 °C</li> <li>• Frecuencia cardíaca &gt; 90 ppm</li> <li>• Frecuencia respiratoria &gt; 20 respiraciones /minuto</li> <li>• PaCO<sub>2</sub> &lt; 32 mmHg</li> <li>• Leucocitos &lt; 4.000 o &gt; 12.000</li> <li>• 10% formas inmaduras (bandas)</li> </ul>

IDSA: Infectious Diseases Society of America

dos y la exploración física de las úlceras en busca de infección. Uno de los signos que debe alertar sobre la infección de una úlcera crónica es la aparición de dolor en el pie implicado. Sin embargo, los signos flogóticos y el dolor no siempre están presentes en las infecciones de estos pacientes. Por si fuera poco, hasta un 50% de las infecciones pueden presentarse sin síntomas sistémicos ni leucocitosis.

Los procesos infecciosos del PD deben tipificarse según la extensión local y la repercusión del estado general. Existen escalas validadas de clasificación y gravedad de la infección del PD. La más utilizada es la de la Infectious Diseases Society of America (IDSA), incluida en la clasificación PEDIS desarrollada por el International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF)<sup>(3)</sup>. Se diferencian 3 grados de infección: leve (afecta solamente piel y tejido subcutáneo, sin complicaciones locales o sistémicas), moderado (afectación profunda con gran eritema, dolor, supuración, absceso u OM, sin repercusión hemodinámica) y grave, cuando se añaden signos de sepsis y/o inestabilidad hemodinámica (**Tabla 4**).

También se puede tipificar el proceso infeccioso por su cronología (velocidad de progresión). De forma práctica, se puede diferenciar un proceso infeccioso agudo, con afectación importante

de partes blandas y rápido avance en profundidad, de otro más lento o larvado. El primero se denomina ataque de PD (APD) o *diabetic foot attack*. Habrá una rápida progresión de la infección en los diferentes planos anatómicos, donde la velocidad de actuación será vital para evitar una amputación (*time is tissue*). La repercusión sistémica será variable, con infección de moderada (IDSA 0 I3) a grave (I4). El segundo, más habitual, comprende las infecciones en el PD de progresión lenta y local, sin repercusión general, habitualmente leves (I2), aunque en algunos

casos pueden afectar a huesos y articulaciones (I3).

## Exploraciones y diagnóstico clínico

### Ataque de pie diabético

Este tipo infección es, junto con la isquemia aguda, uno de los procesos más graves de complicación del PD. Se debe actuar con emergencia ya que amenaza la extremidad y sus consecuencias pueden ser fatales, con peligro incluso de fallecimiento del paciente.

Además de los signos clásicos locales de inflamación, podemos objetivar fluctuación, crepitación a la palpación, mal olor, sufrimiento cutáneo e incluso fistulización. No es infrecuente la coexistencia de una úlcera, que puede actuar como puerta de entrada, así como necrosis tisular, más o menos extensa (**Figura 5**). Para el abordaje de esta patología es imprescindible realizar una historia clínica y una exploración física exhaustivas, incluyendo una valoración vascular y completarla con estudios radiográficos y una analítica sanguínea. Se debe realizar una toma correcta de hemocultivos y muestras microbiológicas de la lesión en profundidad, no de la úlcera o de otra puerta



**Figura 5.** Pie diabético con infección aguda. Absceso plantar e infección necrotizante.

de entrada, donde pueda coexistir contaminación con flora cutánea. En caso de que no exista solución de continuidad, se puede solicitar también una punción dirigida por ecografía.

## Osteomielitis

La afectación osteoarticular es un reto para el profesional. Suele coexistir con una úlcera o esta ha estado presente previamente; se debe sospechar ante una evolución tórpida de ella. Una dactilitis o dedo “en salchicha”, con edema y eritema, sugiere osteoartritis.

Una prueba objetiva de infección ósea es la palpación de hueso desde la úlcera (*probe-to-bone* –PTB–)<sup>(6)</sup> y, evidentemente, el aislamiento de un mismo microorganismo por cultivo de diferentes áreas afectas.

Aquí la evolución en las radiografías, la resonancia magnética (RM) y/o la gammagrafía (con

leucocitos marcados) nos informa de la extensión de la infección a los planos profundos y permitirá una planificación del tratamiento. Puede ser difícil diferenciar este proceso de una fase inicial de la neuroartropatía de Charcot (NAC). Es de utilidad elevar la extremidad afecta, pues los signos flogóticos tienden a ceder en el Charcot y no así en la infección.

## Microbiología

En las infecciones leves o en episodios iniciales, suelen predominar los cocos aerobios Gram positivos (CGP), tanto *Staphylococcus aureus* como estreptococos.

Las infecciones graves o más cronicadas suelen ser polimicrobianas, con presencia tanto de microorganismos aerobios como anaerobios y con un mayor protagonismo de bacilos Gram negativos (especialmente enterobacterias).

En las infecciones previamente tratadas o recidivantes en contacto con el ámbito hospitalario o sin él, pueden aparecer microorganismos seleccionados multirresistentes o de difícil tratamiento (*Pseudomonas aeruginosa*, enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido, enterococos...).

Por último, en infecciones profundas y con necrosis (isquemia) se pueden aislar anaerobios, aunque normalmente asociados a otros microorganismos aerobios (flora mixta).

## Exploraciones complementarias

- **Radiografías:** las osteólisis metafisodiafisarias son sugestivas de osteítis, especialmente en el antepié. En casos de alta sospecha, con ausencia de signos sugestivos en las radiografías iniciales, es conveniente repetir las a las 2 semanas, cuando entonces ya puede ser visible la osteólisis. Otro signo radiográfico que valorar es la presencia de gas en partes blandas. Una prueba PTB positiva con cambios sugestivos de OM en las radiografías tiene tanta sensibilidad diagnóstica como la RM.
- **RM:** no será de primera indicación, a no ser que la exploración física y las radiografías no sean concluyentes. Permite un diagnóstico

fiable de la OM, incluso diferenciable de las afectaciones de la neuroartropatía activa; por tanto, será de elección en el Charcot.

- **Ecografía:** útil en manos expertas para determinar la extensión de las lesiones menos profundas, puncionar abscesos y apreciar osteólisis cortical; por tanto, será una exploración para tener en cuenta en el pie con infección aguda o APD (urgencias).
- **Gammagrafía** con leucocitos marcados: puede ser de utilidad en casos dudosos y para delimitar una extensión anatómica concreta, especialmente la tomografía por emisión de fotón único (SPECT)-tomografía computarizada (TC)<sup>(7)</sup>.

## Tratamiento de la infección

### Pie agudo infectado o ataque de pie diabético

El APD es una emergencia. El conocimiento de los espacios anatómicos por donde puede discurrir la infección, así como las técnicas de amputación, son imprescindibles para abordar estas graves lesiones.

Debemos hacer siempre una valoración del estado vascular previo, para decidir cuál es el tratamiento más adecuado. En casos de infección grave, si queremos conservar la extremidad, se debe desbridar primero y después realizar el procedimiento de revascularización si es necesario, en las 24-48 horas posteriores, a criterio de cirugía vascular.

Una vez tomadas muestras para microbiología, se iniciará antibioticoterapia endovenosa empírica. Habitualmente se emplea amoxicilina-clavulánico asociada o no a aminoglucósidos en función de la gravedad del proceso y los factores de riesgo asociados a la colonización/infección por microorganismos multirresistentes. Otras opciones, en casos más graves, pueden ser la piperacilina-tazobactam o meropenem si sospechamos infección por *P. aeruginosa* o enterobacterias productoras de betalactamasa de espectro extendido (*beta-lactamase producing enterobacteria* -BLEE-), generando resistencia a betalactámicos. En caso de pacientes con colonización/infección previa conocida por *S. aureus* resistente a la meticilina (SARM) o situación de gravedad y factores

de riesgo asociados para SARM, se deberá asociar un tratamiento anti-SARM (glucopéptido o lipoglucopeptido) hasta disponer de los resultados de los cultivos. La duración de la antibioticoterapia dependerá del control del foco infeccioso que se realice en cada paciente. En caso de infección de planos profundos la duración mínima recomendada es de 2 semanas; no obstante, si existe afectación ósea y/o gran componente de necrosis, probablemente no sea inferior a 3-6 semanas. Además, el tiempo total de antibioticoterapia variará en función de la realización de un adecuado control quirúrgico del foco y de la presencia o ausencia de OM residual. Habitualmente, se recomiendan 2-3 semanas de tratamiento tras la amputación cuando se sospecha que existe OM residual, pudiendo prolongarse hasta 6-8 semanas en caso de persistencia macroscópica de un foco de OM. Por el contrario, puede retirarse a los 5 días en caso de amputación con correcta eliminación total del foco de OM.

## Desbridamiento y amputaciones

Deben realizarse los abordajes necesarios para desbridar todo el tejido necrótico y el contenido purulento, dejando bien drenados los diferentes espacios anatómicos. La incisión plantar debe ir desde la zona inferior al maléolo tibial hacia distal, siguiendo el trayecto de la infección, escindiendo los compartimentos afectados (central, medial o lateral). Este abordaje fue descrito por Loeffler y Ballard. También podemos iniciar el abordaje a distal y valorar la longitud de la incisión según la afectación proximal.

Ante la falta de viabilidad de un dedo o de todo un radio, podemos realizar una amputación de este. Es recomendable dejar abiertos parcialmente estos abordajes, con las estructuras nobles, como los tendones, a ser posible cubiertas.

En ciertos casos graves puede valorarse la necesidad de una amputación mayor (por encima del tobillo), pero es aconsejable realizar un desbridamiento amplio y revalorar a las 48 horas.

## Osteomielitis

En algunos casos de afectación digital o con poco componente de partes blandas, el tratamiento

será ambulatorio, si el antibiótico tiene buena disponibilidad por vía oral. En caso contrario, el tratamiento se hará hospitalizado y con el apoyo del equipo de medicina interna/infecciosas. Además, será muy importante el buen control metabólico.

### Antibioticoterapia

Aunque en muchos casos la cirugía será necesaria, en lesiones poco extensas, especialmente en el antepié (OM de una falange, por ejemplo) pueden tratarse solo con antibióticos.

### Desbridamiento y resección ósea

Las indicaciones absolutas de una cirugía serían:

- Absceso, con exposición ósea o de la cápsula articular.
- Funcionalidad del pie muy afectada.
- Riesgo mayor con antibioticoterapia o no ser efectiva ante determinado patógeno.

Los principios del tratamiento quirúrgico de la OM incluirán la resección de todo el tejido desvitalizado, pero teniendo en cuenta los conceptos mecánicos (para no generar un problema futuro en la función). En el antepié se pueden realizar resecciones óseas o artroplastia en los dedos, incluso en la primera metatarsofalángica (MTF1). En los metatarsianos centrales se puede reseca la cabeza afecta, aun con el riesgo de una metatarsalgia de trasferencia y favorecer una úlcera futura. Podemos realizar una amputación menor (de un dedo o de todo el radio) si fuera necesario.

En los casos graves o donde exista un compromiso vascular crítico, puede estar indicada una amputación a nivel del mediopié o el retropié (menores, pues conservan el tobillo y el talón). La amputación transmetatarsiana es un buen procedimiento si no es salvable el antepié. El resto de las amputaciones del pie son técnicamente exigentes, más difíciles de protetizar y, en algunos casos, menos aceptadas por el paciente. Por ejemplo, puede indicarse una amputación a través del Chopart, pero con transferencia tendinosa o mejor artrodesis de tobillo, para conseguir un apoyo plantígrado, sin equinismo. Un gran número de cirujanos, si no es factible preservar el pie, optan por amputaciones mayores (por encima del tobillo), especialmente por la infracondílea.



Figura 6. Amputación digital. Amputación de Syme.

La amputación de Syme (desarticulación del tobillo) es una alternativa, especialmente en pacientes jóvenes y para conservar mayor brazo de palanca (Figura 6).

### Alteraciones mecánicas

Son características las garras rígidas con piel seca y atrofia de la musculatura intrínseca (afectación motora de interóseos y lumbricales). Estos dedos

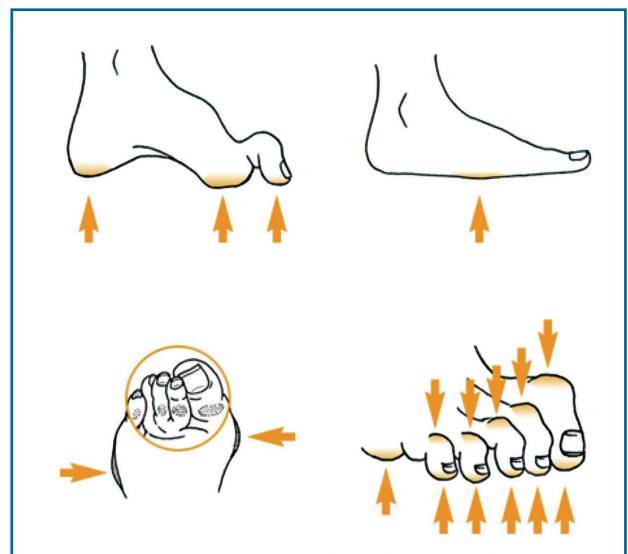


Figura 7. Zonas de mayor riesgo de ulceración en deformidades del pie<sup>(3)</sup>.

pueden presentar lesiones por fricción o apoyo incorrecto, incluso ulcerarse (**Figura 7**).

## Tratamiento

### Calzado y soportes plantares

El calzado debe ser adaptado a las deformidades, sin costuras y, en ciertos casos, a medida. Además, los soportes plantares (plantillas) bien diseñados pueden cumplir una función preventiva básica. El seguimiento del podólogo especializado en el campo del PD permitirá detectar precozmente las zonas de peligro de ulceración y modificar pertinentemente las plantillas y/o el calzado.

### Cirugía ortopédica preventiva/curativa

Si a pesar de un buen tratamiento ortopodológico, las deformidades no se controlan (progresan) y tenemos riesgo de ulceración (bursitis, eritema...), puede estar indicado un tratamiento quirúrgico ortopédico preventivo (con fines curativos). El objetivo será obtener un pie estable y con apoyo plantigrado, habitualmente mediante técnicas mínimamente invasivas. Es por ello que las técnicas percutáneas son de elección, por ejemplo, para elevar un metatarsiano descendido (antes de ulcerarse la piel bajo la cabeza de este) o realinear una garra digital con osteotomías y alargamientos tendinosos.

Evidentemente, otras técnicas pueden ser necesarias, como las artrodesis, exostectomías, artroplastia digital, tenotomía...

## La neuroartropatía de Charcot o pie neuropático

### Definición

El pie de Charcot se refiere a un trastorno articular destructivo progresivo en pacientes con alteración de la sensación de dolor y de la propiocepción.

Es aún hoy en día una complicación mal comprendida y, aunque la diabetes es la causa más frecuente, puede relacionarse con la lepra, la espina bífida, la siringomielia, el alcoholismo y la

amiloidosis, entre otras. La NP evolucionada comporta una pérdida de la sensibilidad protectora, junto a una falta de control vasomotor. Todo ello produce una respuesta patológica desmesurada con sustancias inflamatorias que favorecen la osteoclasia. Así es como en algunos pacientes se inicia un mecanismo evolutivo de fragmentación y reabsorción osteoarticular, con gran componente flogótico inicial, que puede comportar grandes deformidades del pie y del tobillo.

### Epidemiología de la neuroartropatía

Suele afectar a pacientes diabéticos con más de 10 años de evolución de su enfermedad, habitualmente entre 40 y 60 años, con polineuropatía simétrica distal.

Solo es bilateral en el 20% de los casos, pero se comporta habitualmente de forma asimétrica. Aunque muchos casos son asintomáticos, pueden presentar dolor en el pie. La zona que más se afecta es el tarso (más del 60%) y el 40% de los afectados de la neuroartropatía se ulcerarán<sup>(8)</sup>.

### Curso de la enfermedad

Los estadios de la enfermedad están descritos en la clasificación de Eichenholtz, que diferencia 3 etapas progresivas:

- Una primera (estadio I) de destrucción y fragmentación osteoarticular en la radiografía que, si no es bien controlada, puede conllevar una gran desestructuración del pie y tobillo. En la fase inicial, el pie afecto esta eritematoso con un aumento de volumen y temperatura.
- Después, una segunda fase subaguda (estadio II) de coalescencia, en la que, finalizando los fenómenos de destrucción inicial, coexisten los procesos de reparación. Empezamos a ver formación ósea perióstica y esclerosis.
- Y una última etapa (fase III), crónica o no activa, de remodelado.

Se añadió, *a posteriori*, un estadio inicial prodrómico o cero, con cambios clínicos (pie caliente, edematoso, eritematoso, dolor variable) y radiografía normal; solo los cambios en la RM darán el diagnóstico: edema óseo y microfracturas. En la fase I o activa el pie tendrá una

temperatura superior, de al menos unos 2 a 5 °C respecto al contralateral. A veces es dolorosa y obliga al diagnóstico diferencial con un proceso de infección (OM); en ausencia de úlcera, debemos desconfiar y pensar en el Charcot.

En las fases II y III, cada vez el pie está con menos signos flogóticos y el paciente con menos dolor (puede estar ausente); sin el tratamiento adecuado, el pie puede estar muy deformado y con gran desestructuración en las radiografías. El pie en balancín (convexidad de la planta) o *rock-er-bottom foot* es una alteración estructural del mediopié característica de la NAC.

De forma pragmática, solemos diferenciar un estadio inicial agudo o fase activa (equivalente al grado de Eichenholtz 0-I), de uno final o Charcot no activo (Eichenholtz III).

Además de la sospecha clínica y la exploración física, las radiografías suelen ser diagnósticas. En caso de sospecha de OM se puede solicitar una RM. Si las radiografías o la RM son equívocas, podemos solicitar una gammagrafía con leucocitos marcados.

### Clasificación topográfica

Hay diversas clasificaciones en función de la zona anatómica preferentemente afectada. Una clásica es la de Sanders, pero la más empleada actualmente es la clasificación anatómica de Brodsky. Las lesiones más frecuentes son el tipo 1 (Lisfranc y naviculocuneiformes). Peor pronóstico suelen tener las lesiones del tobillo (3A) y Chopart-subtalar (2), por su inestabilidad. El tipo 3B es calcáneo y el 5 antepié; el 4 se refiere a la afectación de varias zonas.

### Tratamiento del Charcot

#### Tratamiento ortopodológico

El tratamiento precoz en las fases iniciales (fase activa) de la neuroartropatía permitirá evitar la deformidad del pie. La descarga y la contención serán vitales y se alargarán varios meses, hasta que la enfermedad llegue a una fase III de remodelado (no activa). La contención con botas ortopédicas específicas o el YCT debe seguir un control estricto por los profesionales, para evitar el fracaso del tratamiento (**Figura 8**).



**Figura 8.** Bota CROW (Charcot restraint orthotic walker). Cortesía del Dr. Rodrigo Díaz.

#### Opciones quirúrgicas: indicaciones, técnicas, abordajes y estabilización

Si fracasa el tratamiento ortopédico, la deformidad más grave y habitual será el pie en balancín. La afectación de la zona 1 sin un correcto control en la fase activa comportará la pérdida de la bóveda plantar e incluso la inversión de esta. Es probable que dicha deformidad, aunque sea estable, no permita utilizar un calzado o favorezca la aparición de úlceras; por consiguiente, el pie en balancín obligará a una corrección quirúrgica.

Las zonas 2 y 3A suelen ser muy inestables y precisar intervención quirúrgica, debido a las graves deformidades que se producen.

Las indicaciones de la cirugía serán:

- Pie inestable a la exploración física, con zonas de compromiso cutáneo.
- Ulceración "resistente" o recidivante.
- OM.
- Pie no acomodable a un calzado.
- Deformidad progresiva.

El objetivo final es conseguir un pie estable, plantígrado (acomodable a una ortesis-calzado) y funcional.

La técnica más habitual para la reconstrucción y el salvamiento del pie será la artrodesis. Esta puede realizarse de forma percutánea o bien con incisiones regladas sobre las zonas afectas. Para conseguir unos buenos resultados, la tendencia es a utilizar unos sistemas de osteosíntesis que aporten mucha estabilidad (“superconstrucciones”)<sup>(9)</sup>, dada la consolidación retardada en estos pacientes, la osteoporosis y por las grandes deformidades que presentan.

Las “superconstrucciones” se caracterizan por extenderse a articulaciones no afectas, a veces acortando el pie y creando un sistema lo más rígido posible. Se pueden conseguir con:

- **Sistemas extramedulares** (placa plantar, placa bloqueada).
- **Sistemas endomedulares** (tornillos o bulones axiales, clavo endomedular de tobillo).

También existe la posibilidad de realizar la estabilización con osteotaxis circular, que dependerá de la “escuela” del centro hospitalario; la fijación externa puede ser de indicación principal en casos de revisión tras fracaso de una osteosíntesis (no unión), mal estado de las partes blandas, EAP grave o si existe una infección activa. Si hay infección ósea, hay que considerar un enfoque en 2 tiempos (desbridamiento primero, reconstrucción después).

Podemos asociar diferentes métodos para la artrodesis (placas y pernos, por ejemplo), incluso la fijación externa con osteosíntesis interna. Los sistemas endomedulares tienen la ventaja de favorecer el posicionamiento anatómico del pie, ofrecer más

resistencia mecánica, necesitar menor incisión y no quedar expuestos ante el fracaso cutáneo. Por otro lado, tienen poco control ante fuerzas de rotación, ciertas deformidades no permiten una fácil implantación de estos y, en caso de infección postoperatoria, su tratamiento puede ser más complejo.

En las lesiones del mediopié (zona 1), las más frecuentes, se han descrito diferentes patrones de deformidad, correlacionados con el tratamiento quirúrgico que se va a realizar<sup>(10,11)</sup>:

- **Rocker-bottom con abducción del antepié:**
  - Colapso del arco medial, gran abducción.
  - Requiere osteotomías en cuña plantar y medial para restaurar el arco y acortar la columna medial.
- **Subluxación/dislocación dorsal:**
  - El antepié se luxa dorsalmente con pérdida de contacto óseo.
  - Se requieren osteotomías y resección de segmentos de hueso superpuestos, restau-



**Figura 9.** A: pie afecto de neuroartropatía de Charcot en fase no activa con subluxación dorsal; B: reconstrucción con placa y bulones.

rando la congruencia de las articulaciones (Figura 9).

· **Aducción del antepié:**

- Menos frecuente.
- Tratada con osteotomías laterales y acortamiento de la columna lateral, combinando abordajes medial y lateral.

Otras técnicas pueden ser la exostectomía de zonas prominentes (siempre que hayamos conseguido una estabilidad del pie, por artrodesis o fusión espontánea), alargamiento del tendón aquileo, etc. La exostectomía es útil en prominencias plantares estables en la zona tarsometatarsiana; tiene mejor índice de efectividad la zona medial (> 90%) que la lateral plantar (< 35%).

### Resultados del tratamiento quirúrgico del Charcot

Es muy importante siempre hacer un estudio vascular previo y una selección del paciente, pues estos procedimientos tienen una alta morbilidad (dehiscencia o necrosis cutánea, infección, no unión...). El éxito dependerá en gran medida de la indicación y la preparación del paciente (optimización de la glucemia, parámetros nutricionales...). La consolidación se consigue en más de las dos terceras partes de los pacientes, aunque la pseudoartrosis no siempre es un fracaso, si el pie permanece estable. Puede tardar más de 6 meses y requerir después un tiempo de protección posterior (bota ortopédica). El rango de amputaciones va del 1 al 7%, pero si presenta una úlcera previa asciende hasta un 30%. Aun así, hay autores que promulgan el tratamiento quirúrgico de elección en el Charcot deformado en fase no activa, pues el índice de recurrencia de las úlceras con el tratamiento ortopodológico puede acercarse al 50%.

### Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Financiación.** Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

### Bibliografía

1. Jeffcoate WJ, Chipchase SY, Ince P, Game FL. Assessing the outcome of the management of diabetic foot ulcers using ulcer-related and person-related measures. *Diabetes Care*. 2006;29(8):1784-7.
2. Pérez Fernández A, Pedrero Elsusó S, Montero Sáez A, Murillo Rubio O, Padrós Sánchez C, Asunción Márquez J. El pie diabético: la perspectiva del cirujano ortopédico. *Rev Pie Tobillo*. 2014;28(1):7-16.
3. Sommerset J, Teso D, Feliciano B, Veá Y, Sentman M, Zimmerman N, et al. Innovative Arterial Duplex Examination: A Guide to Evaluate Flow in the Foot Using Pedal Acceleration Time. *J Vasc Ultrasound*. 2019;43(1):11-7.
4. International Working Group on Diabetic Foot. Guías del IWGDF para la prevención y el manejo de la enfermedad del pie relacionada con la diabetes 2023. Disponible en: <https://iwgdfguidelines.org/wp-content/uploads/2024/09/Guia-Espanol-IWGDF-2023.pdf>.
5. Cheer K, Shearman C, Jude EB. Managing complications of the diabetic foot. *BMJ*. 2009;339:b4905.
6. Racaru S, Bolton Saghdouei L, Roy Choudhury J, Wells M, Davies AH. Offloading treatment in people with diabetic foot disease: A systematic scoping review on adherence to foot offloading. *Diabetes Metab Syndr*. 2022;16(5):102493.
7. Lavery LA, Armstrong DG, Peters EJ, Lipsky BA. Probe-to-bone test for diagnosing diabetic foot osteomyelitis: reliable or relic? *Diabetes Care*. 2007;30(2):270-4.
8. Nawaz A, Torigian DA, Siegelman ES, Basu S, Chryssikos T, Alavi A. Diagnostic performance of FDG-PET, MRI, and plain film radiography (PFR) for the diagnosis of osteomyelitis in the diabetic foot. *Mol Imaging Biol*. 2010;12(3):335-42.
9. Dardari D. An overview of Charcot's neuroarthropathy. *J Clin Transl Endocrinol*. 2020;22:100239.
10. Pinzur MS. The Modern Treatment of Charcot Foot Arthropathy. *J Am Acad Orthop Surg*. 2023;31(2):71-9.
11. Kavarthapu V, Vris A. Charcot midfoot reconstruction—surgical technique based on deformity patterns. *Ann Joint*. 2020;5:28.