

Universidad de Zaragoza
Escuela de Enfermería de Huesca

Trabajo Fin de Grado

Influencia de la neuropatía diabética y enfermedad vascular periférica en la biomecánica del pie diabético

Autor:

Encarnación Carrera Ruibal

Director:

Ana M^a Calvo Gascón

CONTENIDO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	7
METODOLOGÍA.....	7
DESARROLLO	11
CONCLUSIONES	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18
ANEXO 1	21

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AGE	Productos de Glicación Avanzada
AMTF	Articulación Metatarsofalángica
ASA	Articulación Subastragalina
ATPA	Articulación Tibioperoneoastragalina
DFU	Úlcera Diabética Neuropática
DM	Diabetes Mellitus
EAP	Enfermedad vascular periférica
FID	Federación Internacional de Diabetes
NA	Neuropatía Autonómica
ND	Neuropatía Diabética
PD	Pie Diabético
PP	Presión Plantar

RESUMEN

La diabetes mellitus es considerada en la actualidad una epidemia mundial, afectando a 1 de cada 10 adultos en el mundo. La neuropatía diabética y la enfermedad arterial periférica son dos grandes complicaciones que afectan a estos pacientes, siendo las principales responsables de la aparición de alteraciones biomecánicas e isquémicas causantes del aumento del riesgo de ulceración en el pie diabético, que en el 60% de los casos deriva en infección con un riesgo de amputación del 14% al 24%. La prevención y tratamiento con un enfoque multidisciplinar puede llegar a disminuir hasta en un 78% la incidencia de amputaciones mayores y hasta en un 80% con una atención temprana y un tratamiento oportuno.

Palabras clave: Pie diabético, paciente diabético, diabetes mellitus, enfermedad vascular periférica, neuropatía diabética, paso, amputación.

ABSTRACT

Diabetes mellitus is currently considered a global epidemic, affecting 1 in 10 adults worldwide. Diabetic neuropathy and peripheral arterial disease are two major complications that affect these patients, being the main ones responsible for the appearance of biomechanical and ischemic alterations that cause an increased risk of ulceration in the diabetic foot, which in 60% of cases leads to infection with a risk of amputation of 14% to 24%. Prevention and treatment with a multidisciplinary approach can reduce the incidence of major amputations by up to 78% and by up to 80% with early care and timely treatment.

Keywords: Diabetic foot, diabetic patient, diabetes mellitus, peripheral vascular disease, diabetic neuropathy, gait, amputation.

INTRODUCCIÓN

Según datos estadísticos de la Federación Internacional de Diabetes (FID), la diabetes mellitus (DM) afecta a 1 de cada 10 adultos en el mundo. En el año 2011 el número de adultos con diabetes ascendía a 366 millones. En el año 2021 esta cifra ha alcanzado los 536 millones de personas, y se prevé que en el año 2045 el número de personas con diabetes supere los 783 millones¹.

En España, en el año 2021, la cifra asciende a más de 5 millones de personas con diabetes¹.

Este aumento en el número de casos se ha visto acelerado principalmente por el cambio en el estilo de vida de la sociedad actual, siendo la alimentación y el sedentarismo los factores predisponentes de mayor peso².

La DM es un trastorno metabólico cuya principal consecuencia es la hiperglucemia. La hiperglucemia crónica contribuye a la aparición de complicaciones micro y macrovasculares².

La neuropatía diabética (ND) es una de las principales complicaciones microvasculares que afecta al 50% de los pacientes con DM de larga evolución³. Provoca un déficit sensitivo-motor con atrofia de la musculatura intrínseca del pie y deformidad de las estructuras osteoarticulares produciendo una alteración biomecánica del mismo. Como consecuencia, durante la marcha, los puntos de presión plantar (PP) se ven desplazados y la almohadilla grasa disminuida, favoreciendo la aparición de zonas isquémicas.

Por otro lado, la anhidrosis secundaria a la neuropatía autonómica (NA) favorece la sequedad de la piel, que unido a la alteración de las zonas de PP se traduce en la aparición de hiperqueratosis plantares en dichas zonas.

La enfermedad vascular periférica (EAP) se considera una complicación macrovascular que compromete el aporte sanguíneo periférico.

La sinergia de ND y/o EAP aumenta el riesgo de presentar ulceraciones en los pies⁴.

Se estima que aproximadamente el 25% de los diabéticos van a presentar, en algún momento de su vida, una úlcera, con un riesgo de amputación del 14 a 24% por la úlcera desarrollada o por ulceraciones subsiguientes^{3,5}.

La tasa de amputación es de 3 de cada 1.000 personas con diabetes en España, abarcando la DM tipo 2 el 95% de los casos de amputaciones menores⁶.

Actualmente, las amputaciones debidas a complicaciones por diabetes constituyen entre el 50-75% de las amputaciones no traumáticas a nivel mundial.

El control de la diabetes, la educación del paciente y los tratamientos farmacológicos unidos al estudio de la biomecánica del pie y a la redistribución de los puntos de presión favorecería la reducción de la incidencia de ulceras y el riesgo de amputación.

La mayoría de los estudios existentes de las complicaciones del PD están realizados desde un enfoque preventivo y etiopatogénico.

Son escasos los estudios que relacionan las complicaciones de la DM con la alteración de la biomecánica siendo este un punto de intervención para disminuir el riesgo de ulceración, infección y amputación.

Por ello, el objetivo de la siguiente revisión es analizar el alcance de la alteración de la biomecánica y cambios estructurales del pie diabético (PD) y su relación con la aparición de ulceras diabéticas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar una revisión bibliográfica con la finalidad de analizar el alcance de la alteración de la biomecánica y cambios estructurales del PD y su relación con la aparición de ulceras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las complicaciones neuro-vasculares de la diabetes que afectan al PD.
- Analizar los cambios biomecánicos y estructurales del PD relacionados con las complicaciones neuro-vasculares.
- Describir las complicaciones principales del pie de riesgo.

METODOLOGÍA

La realización del trabajo se ha efectuado mediante una revisión bibliográfica basada en un análisis crítico de la información consultada, con el fin de analizar el alcance de las alteraciones biomecánicas del PD debidas a las complicaciones neuropáticas y vasculares de la DM y su relación con la aparición de úlceras. La búsqueda se realizó durante los meses de noviembre y diciembre del 2022 y enero del 2023.

La información consultada se obtuvo consultando la base de datos PudMed, la guía de prácticas clínicas Fisterra, la biblioteca electrónica Scielo, a través de la cual se accedió a Elsevier, Acces Medicina y el motor de búsqueda Google académico.

Se han utilizado los siguientes términos MeSH, "Diabetic Foot", "Diabetes Mellitus", "Peripheral Vascular Diseases", "Diabetic Neuropathies", "Gait", combinándolos con el operador booleano AND.

Se consultaron revistas científicas de las cuales se extrajeron diversos artículos utilizando las siguientes palabras clave: pie diabético, paciente diabético, neuropatía diabética y enfermedad vascular periférica.

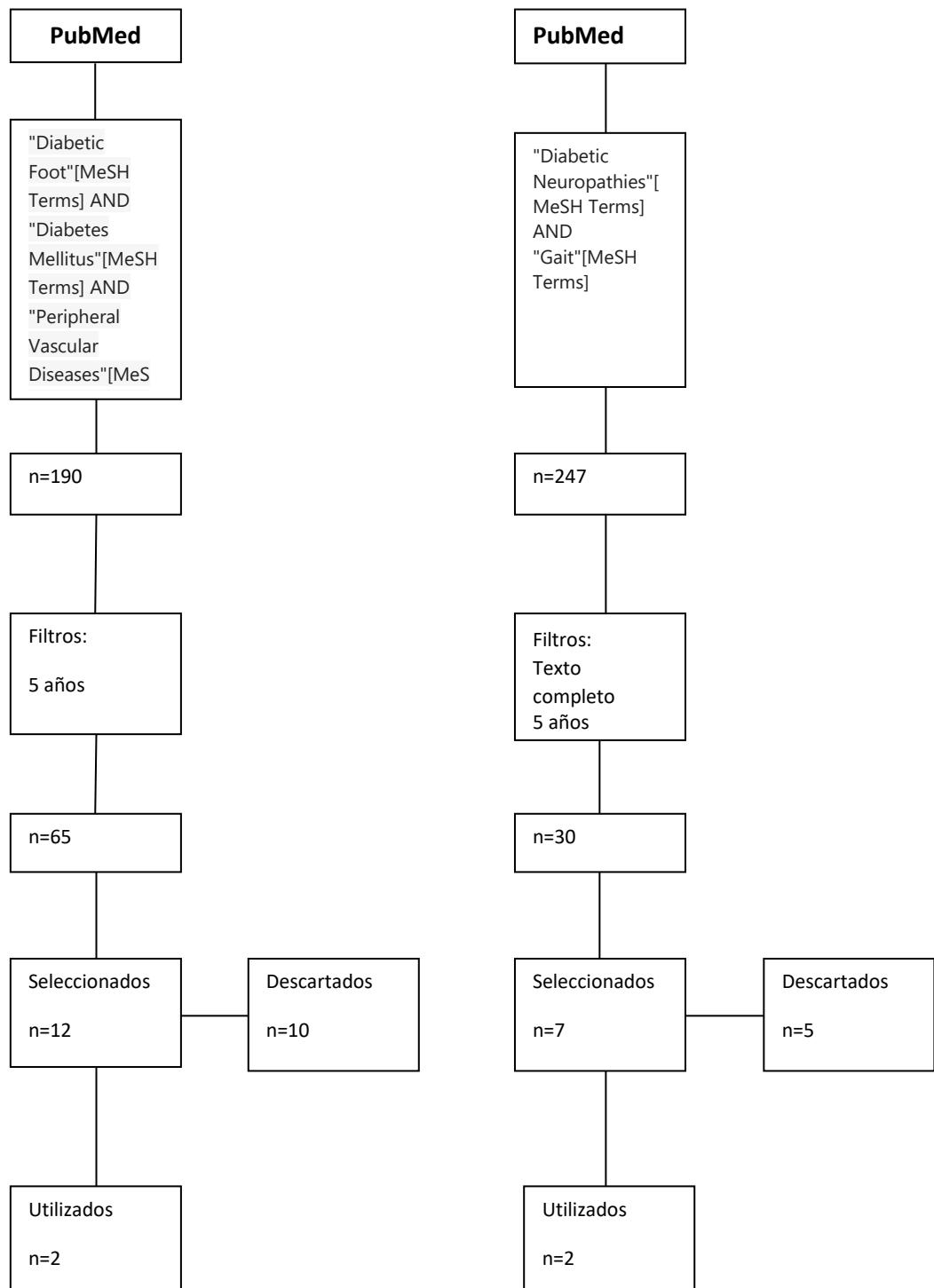
Otra fuente de información ha sido literatura gris, con la lectura crítica de tesis doctorales.

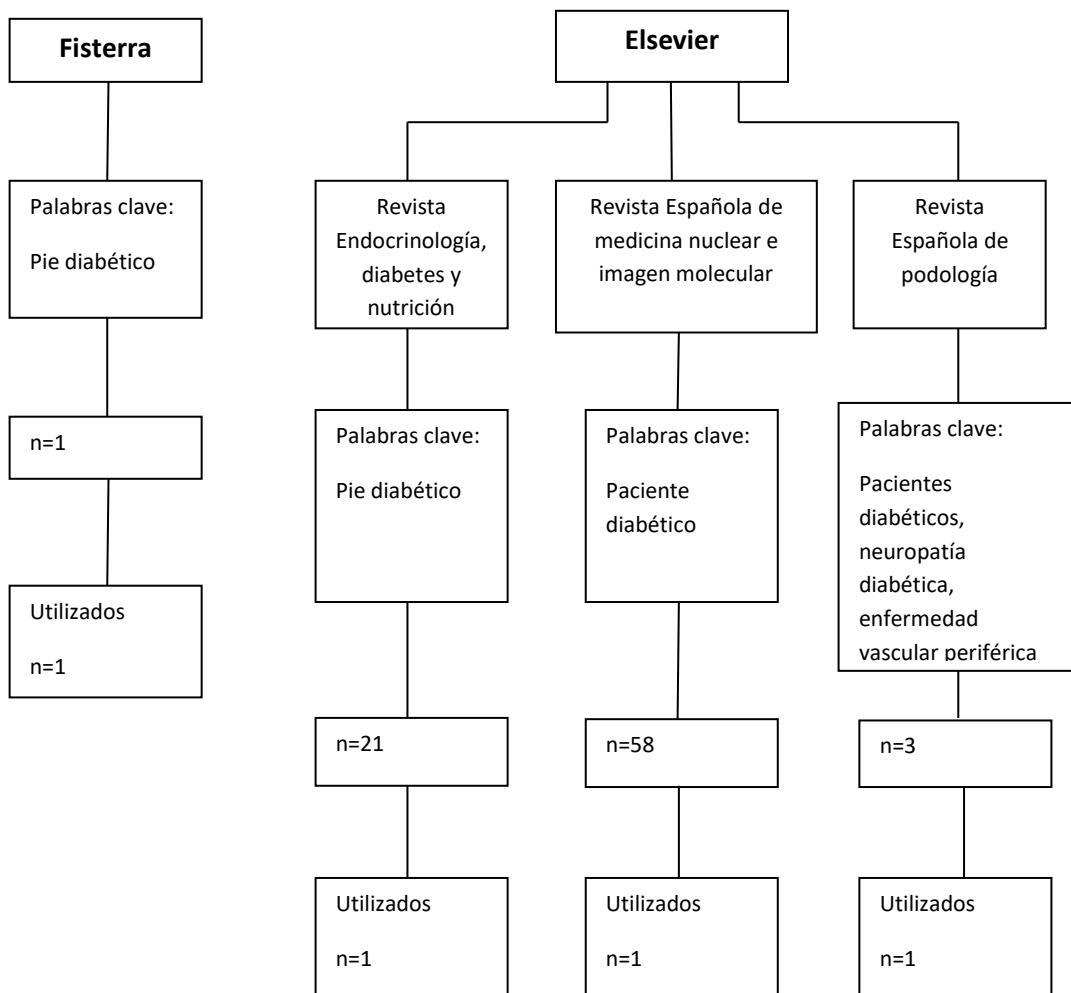
Finalmente se utilizaron 20 artículos referentes al tema de estudio para la realización de la revisión bibliográfica.

Se solicitaron artículos a texto completo a Bibliosalud.

Criterios de inclusión: diabetes mellitus, pie diabético, neuropatía diabética, enfermedad arterial periférica, amputaciones pie diabético, biomecánica paciente diabético, úlcera diabética.

Criterios de exclusión: Pie de Charcot, Covid-19, revascularización, tratamiento farmacológico, programa de ejercicios, entrenamiento, caídas.





DESARROLLO

Las principales complicaciones relacionadas con la DM son las complicaciones microvasculares y macrovasculares, que provocan alteraciones fisiopatológicas secundarias en diversos órganos y sistemas y desencadenan complicaciones que contribuyen al aumento de la morbi-mortalidad, siendo una de las más frecuentes el PD, que afecta entre el 3-4% de las personas con este padecimiento en todo el mundo⁷.

La ND y la EAP son los principales factores causales de este síndrome.

El Consenso del pie diabético de la Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular, define el PD como "la alteración de base neuropática, inducida por la hiperglucemia, en la que con o sin coexistencia de isquemia, se produce, previo desencadenante traumático, la lesión y/o ulceración a nivel del pie"⁸.

El Documento de Consenso Internacional de Pie Diabético del año 2007 define PD como "la ulceración, infección o destrucción de tejidos profundos asociada a neuropatía y/o enfermedad arterial periférica en las extremidades inferiores de las personas con diabetes"⁸.

La ND es la complicación más frecuente de la DM y la principal causa del PD, relacionada con el tiempo de evolución de la enfermedad y el control metabólico de la misma. Afecta al 25% de las personas con diabetes, y al 50% de los pacientes con una evolución de la enfermedad de más de 15 años. Provoca deformidades, alteración de la biomecánica y el riesgo de padecer úlceras en pacientes con neuropatía es 3 veces mayor que aquellos pacientes diabéticos sin neuropatía debido a la disfunción de fibras nerviosas⁵.

La ND puede presentarse como polineuropatía distal simétrica sensitivo-motora, manifestándose con o sin sintomatología. Es la forma más frecuente y la afectación neurológica implica tanto afectación de terminaciones nerviosas que influyen en las alteraciones de la sensación de dolor, térmica, propioceptiva, vibratoria y de presiones como afectación motora por la pérdida del equilibrio entre la musculatura intrínseca y

extrínseca del pie favoreciendo la alteración de la biomecánica del pie. La sintomatología que puede aparecer es hiperalgesia, adormecimiento, hormigueo o sensación de quemazón entre otros. Esta sintomatología evoluciona hasta poder desaparecer, pero persistiendo un déficit sensitivo y motor⁵.

Otra manifestación de la ND es la NA, relacionada con una disfunción del sistema nervioso simpático y que afecta al sistema sudo-motor, provocando anhidrosis de las piernas y los pies⁵.

Dicha alteración incrementa el riesgo de sequedad y de aparición de grietas y soluciones de continuidad de la piel.

La EAP es en mayor medida la responsable de las alteraciones isquémicas en el PD. Afecta al 50% de las personas con DM^{7,9}.

Menevska estudió la perfusión del tejido-músculo de los miembros inferiores en 24 pacientes no diabéticos y diabéticos mediante gammagrafía reposo-dipiramidol con ^{99m} Tc-MIBI, concluyendo que la perfusión en pacientes diabéticos era significativamente menor respecto a pacientes sin diabetes, siendo útil incluso en pacientes con EAP en su forma asintomática¹⁰.

La arterioesclerosis, principalmente tibial anterior y femoral superficial, es el principal desencadenante de dicha macroangiopatía.

La afectación de pequeños vasos no conduce directamente a la aparición de una lesión isquémica en el PD, sino más bien va a ser responsable de una alteración funcional, favoreciendo la aparición de Schunts arteriovenosos con el consiguiente desvío del flujo sanguíneo, impidiendo así el intercambio de nutrientes y la oxigenación tisular en tejidos de zonas distales.

La glicosilación no enzimática del colágeno tipo 1 provoca el depósito de productos de glicación avanzada (AGE) produciendo afectación del tejido conectivo periarticular. Esto provoca una reducción de la movilidad articular principalmente de las articulaciones tibioperoneoastragalina (ATPA), subastragalina (ASA) y metatarsofalángica (AMTF) que cursa con rigidez articular y deformidades del pie^{11,12}.

Durante el proceso de la marcha el cuerpo se desplaza en sentido longitudinal, hacia delante y siguiendo la línea sagital media del cuerpo. Ambas extremidades inferiores participan en el ciclo de la marcha mediante las fases de apoyo y de oscilación.

La fase de apoyo se inicia con supinación de la ASA para conseguir un contacto postero lateral externo del talón y continuar con una pronación de dicha articulación hasta llegar a su neutralidad a la vez que se alcanza el apoyo medio del pie. El eje de gravedad del cuerpo se desplaza hacia delante simultáneamente. Cuando el eje de gravedad atraviesa el eje vertical del cuerpo se inicia la fase de despegue. Las cargas se desplazan hacia el antepie, produciéndose la elevación del talón y la flexión de las AMTF para finalizar el despegue con la superficie plantar del primer dedo siguiendo el eje del 1º y 2º metatarsiano.

El pie soporta toda la carga corporal, y el desplazamiento del eje de gravedad del cuerpo durante el ciclo de la marcha implica una distribución de las PP. Las zonas de mayor presión son aquellas de máximo apoyo, el talón, las cabezas metatarsianas y el primer dedo. Por otro lado, durante la marcha, la musculatura intrínseca y la musculatura extrínseca del pie se encuentran compensadas.

El PD presenta múltiples alteraciones debidas tanto al componente neuropático como vascular y osteoarticular que modifican la biomecánica y la marcha y por consiguiente un cambio en los puntos de apoyo y un aumento de presión en la zona plantar del antepié y retropié, favoreciendo la redistribución de la almohadilla grasa plantar de las cabezas metatarsales ^{12,13}.

La confluencia de estos factores puede alterar la capa epidérmica en las zonas de mayor presión, favoreciendo la aparición de queratopatías, responsables de producir tensiones en el tejido tisular que comprometen su integridad.

La neuropatía motora ha sido considerada según la literatura como responsable de la descompensación de la musculatura extrínseca e

intrínseca del pie por debilitamiento e hipertrofia muscular, conduciendo a alteraciones osteoarticulares.

Cao Z et al., mediante un estudio de medición de PP durante la marcha realizado a 112 individuos sin y con ND y/o EAP, concluyen que las presiones máximas en el antepié son significativamente mayores en pacientes con ND y ND/EAP en comparación con pacientes sin ND/EAP, con un aumento más notable en la ND vs EAP¹⁴.

A su vez, Gnanasundaram S et al., a través de un estudio del perfil dinámico realizado mediante análisis de la PP en durante la marcha a 53 individuos, de los cuales fueron 15 pacientes diabéticos sin ND, 24 pacientes diabéticos con ND pero sin alteraciones estructurales y 14 controles sanos, demuestran que antes de haber aparecido deformidades y alteraciones morfológicas en los pies y degeneración del tejido blando plantar, existe aumento en las PP y variaciones en sus distribuciones¹³.

Sin embargo, Bueno Fermoso R, et al. concluyen con la no relación entre ND y alteraciones biomecánicas¹².

Los cambios en la biomecánica y la marcha del paciente diabético se traducen en una alteración de la integral presión/tiempo que favorece la aparición de ulceraciones^{11,13}.

Wang Z et al., basándose en la realización del metanálisis Gait Parameters and Peripheral Neuropathy in Patients With Diabetes: A Meta-Analysis, donde se incluyeron 21 estudios con una n=1.066 pacientes diabéticos con/sin ND revela que en los pacientes con ND la velocidad de la marcha es significativamente menor, el tiempo de zancada significativamente mayor y la longitud de zancada es más corta respecto a pacientes diabéticos sin ND¹⁵.

La disminución y repartición de las presiones en el PD con afectación neuropática mediante la aplicación de sistemas de descargas previene la aparición de ulceraciones además de ser considerado como un método de abordaje en el tratamiento de las mismas^{7,16}.

Por otro lado, las deformidades digitales, en especial los dedos en garra no solamente suponen un cambio de las PP, sino que también originan un punto de fricción de la cara superior de la articulación interdigital proximal con el calzado¹⁶.

La úlcera del PD afecta aproximadamente al 19-34% de los pacientes con DM⁷.

El estudio Long term outcomes after incident diabetic foot ulcer: Multicenter large cohort prospective study concluye que el 22% de pacientes con úlcera diabética neuropática (DFU) murieron a los 5 años y el 22% a los 10 años en comparación con el 3% y el 5% en el grupo no DFU. El 29,3% de los pacientes tuvieron amputaciones de extremidades inferiores. La duración de la diabetes y la amputación mayor predijeron mortalidad¹⁷.

La ND asociada a la presencia de EAP aumenta el riesgo de ulceración del PD, siendo en la actualidad las úlceras neuroisquémicas las más frecuentes^{18,19}.

Actualmente se considera que la EAP es una de las principales causas de la aparición de ulceraciones en el PD debido a la isquemia y está presente en el 50%-65% de los casos^{3,18}.

La isquemia aumenta el riesgo de infección y favorece un peor pronóstico¹⁹.

La disminución de la función granulocítica y la disminución de la adherencia leucocitaria en dichos pacientes se asocian a cuadros más graves y a una diseminación más rápida debido a la inmunopatía que presentan. La infección es una complicación grave de las úlceras del PD, ocurre en el 60% de los casos y se considera la principal causa de amputación⁷.

La úlcera en el PD es responsable del 85% de las amputaciones de miembros inferiores en pacientes diabéticos^{6,13}.

Los pacientes con DM tienen entre un 20-30% más de riesgo de sufrir una amputación en miembros inferiores que una persona sin diabetes²⁰.

Según Marco M et al., las personas con diabetes y EAP que han desarrollado una úlcera en el pie tienen una tasa de mortalidad del 50% a los 5 años⁹.

Es de gran importancia la exploración del PD con el fin de preservar la integridad de la piel.

El objetivo del tratamiento de la úlcera debe ser su cierre completo³.

Realizar una correcta anamnesis, cribado vascular y neuropático, así como valorar la presencia de deformidades en el pie y asegurar una correcta derivación según el riesgo del paciente y la complicación detectada es imprescindible para valorar el riesgo de ulceración y como acción preventiva⁷.

Debido a la complejidad del PD, para prevenir la ulceración e infección y reducir las amputaciones derivadas de dichas complicaciones, es imprescindible abogar por una prevención y tratamiento con un enfoque multidisciplinario⁴.

Según José Luis Lázaro Martínez et al. "el éxito para la prevención y el tratamiento de la enfermedad de pie diabético depende de un equipo bien organizado, que utilice un enfoque holístico en el que la úlcera se vea como un signo de enfermedad multiorgánica y que integre las diversas disciplinas involucradas"⁷.

Un abordaje multidisciplinario disminuye hasta en un 78% la incidencia de amputaciones mayores en pacientes diabéticos, según un estudio retrospectivo de Larsson y cols¹⁸.

El 80% de las amputaciones por PD pueden prevenirse con una atención temprana y un tratamiento oportuno²⁰.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la DM contribuye a la aparición de complicaciones como la ND y la EAP.

Ambas complicaciones pueden derivar en alteraciones no solo fisiológicas sino también funcionales del pie, que en el contexto de la biomecánica conducen a una alteración de la marcha y de la distribución de las PP, aumentando el riesgo de aparición de ulceraciones y futuras amputaciones.

A nivel estructural el depósito de AGE producidos por glicosilación no enzimática del colágeno tipo 1 provoca una reducción de la movilidad articular de la ATPA, ASA y AMTF que cursa con rigidez articular y deformidades del pie.

La afectación de pequeños vasos conduce a una alteración funcional en tejidos de zonas distales siendo la EAP la principal responsable de las alteraciones isquémicas en el PD, principalmente por la arteriosclerosis de la arteria tibial anterior y femoral superficial.

Estudios mediante gammagrafía de perfusión de miembros inferiores demuestran que los pacientes diabéticos tienen una perfusión del tejido y del músculo significativamente menor respecto a pacientes sin diabetes.

En la actualidad la ND es considerada la complicación más frecuente y principal responsable del PD.

Diversos autores consideran que la ND o la confluencia de ND/EAP provoca modificación de la marcha con un aumento de la presión en el antepié y una modificación de las zonas de presión.

Sin embargo, otros autores revelan la no relación entre ND y alteraciones biomecánicas.

No obstante, se ha observado coincidencia en cuanto que los cambios en la marcha alteran la integral presión/tiempo de la fase de apoyo, con un aumento del tiempo en estos pacientes, aumentando así el riesgo de ulceraciones.

La ND asociada a la presencia de EAP aumenta el riesgo de ulceración del PD, siendo en la actualidad las úlceras neuroisquémicas las más frecuentes.

La úlcera del PD se identifica como un factor de riesgo de sufrir una amputación en miembros inferiores.

La duración de la diabetes, el desarrollo de una úlcera y la amputación mayor son predictores de mortalidad.

La disminución y repartición de las presiones mediante la aplicación de sistemas de descargas previene la aparición de ulceraciones además de ser considerado como un método de abordaje en el tratamiento de las mismas.

Debido a la controversia encontrada entre diversos autores respecto a la relación o no relación de la ND con la modificación de la biomecánica, no es posible concluir con una afirmación al respecto.

En la actualidad sigue siendo objeto de estudio sin unas conclusiones unánimes.

La siguiente revisión bibliográfica se ha visto limitada por la falta de estudios longitudinales con pacientes seleccionados y estudiados antes y después de haber desarrollado la enfermedad.

Por otro lado, en los estudios encontrados no se consideran la retinopatía diabética ni la inestabilidad como factores que pueden contribuir a la modificación de la marcha.

Sería necesario abrir futuras líneas de investigación con estudios longitudinales teniendo en cuenta variables como retinopatía diabética o afectación del sistema nervioso central.

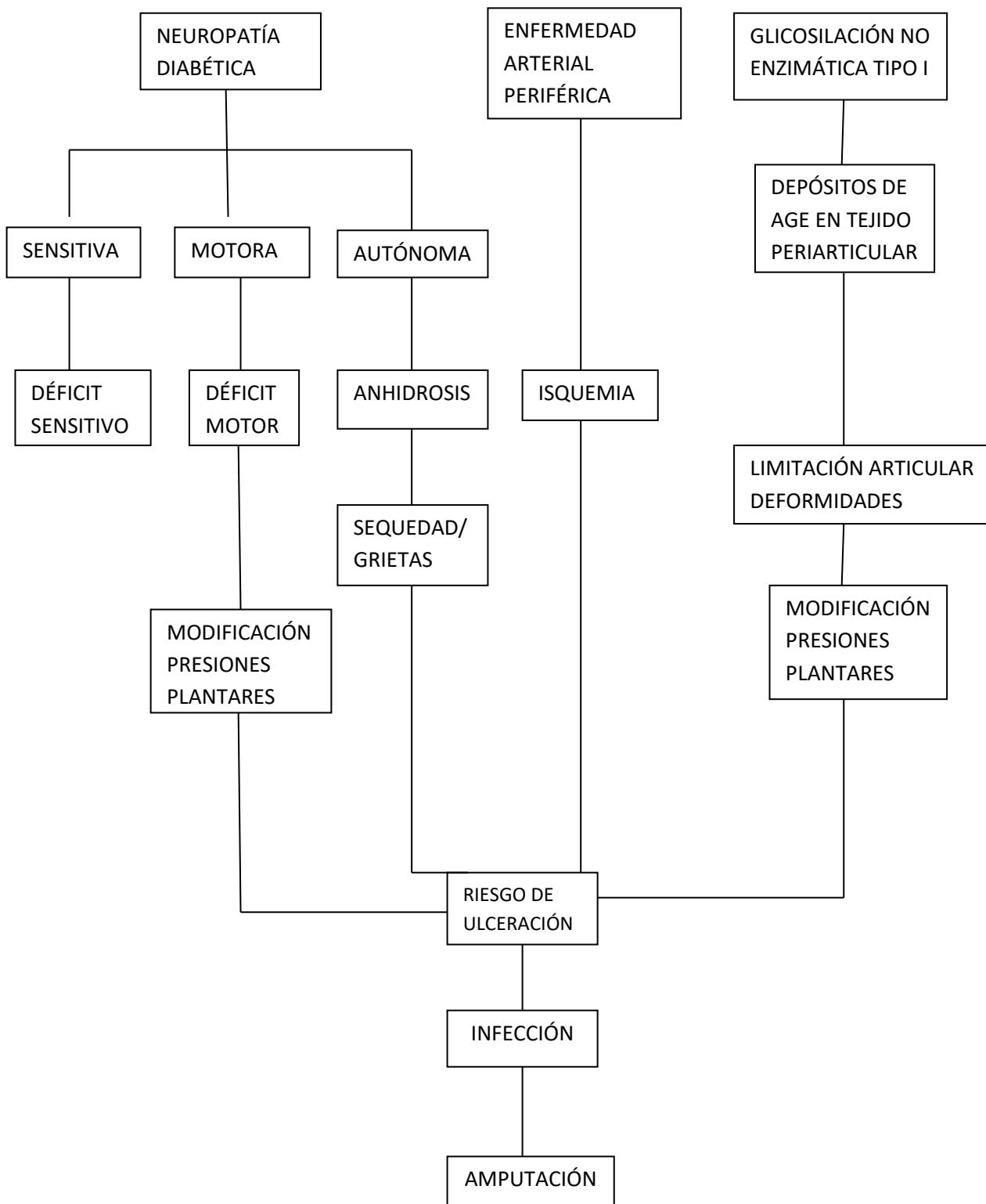
BIBLIOGRAFÍA

1. Atlas de la Diabetes de la FID 10^a Edición [Internet]. [citado 11 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://diabetesatlas.org/data/en/>
2. Diabetes mellitus: diagnóstico, clasificación y fisiopatología | Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical [Internet]. [citado 5 de enero de 2023]. Disponible en: <https://accessmedicina-mhmedical-com.ar-bvsalud.a17.csinet.es/content.aspx?bookid=2461§ionid=213018745>
3. Fernández Montells Rodríguez R, Núñez Vázquez A, Fernández Gallego X. Guía clínica de Pie diabético - Fisterra [Internet]. 2022 [citado 5 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www-fisterra-com.ar-bvsalud.a17.csinet.es/guias-clinicas/pie-diabetico/>
4. Slahor L, Iselin L. [Diabetic foot syndrome]. Ther Umsch [Internet]. 1 de septiembre de 2020 [citado 11 de febrero de 2023];77(7):339-46. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32996425/>
5. Diabetes mellitus: complicaciones | Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical [Internet]. [citado 5 de enero de 2023]. Disponible en: <https://accessmedicina-mhmedical-com.ar-bvsalud.a17.csinet.es/content.aspx?bookid=2461§ionid=213019000>
6. De Sanidad M. Abordaje del pie diabético Estrategia de Diabetes del Sistema Nacional de Salud INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN 2022. [citado 7 de abril de 2023]; Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/47430881/Abordaje_del_pie_diabetico_PDF_Accesible.pdf/ae94c10b-5075-3fee-c1b5-50208cccf0ca?t=1652963608319
7. Lázaro Martínez JL, Almaraz MC, Álvarez Hermida Á, Blanes Mompó I, Escudero Rodríguez JR, García Morales EA, et al. Documento de consenso sobre acciones de mejora en la prevención y manejo del pie diabético en España. Endocrinol Diabetes Nutr [Internet]. 1 de agosto de 2021 [citado 11 de febrero de 2023];68(7):509-13. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-diabetes-nutricion-13-articulo-documento-consenso-sobre-acciones-mejora-S2530016420302093>
8. de La Torre HG, Fernández AM, Lorenzo MLQ, Perez EP, Montesdeoca MDPQ. Classifications of injuries on diabetic foot: A non-solved problem. Gerokomos [Internet]. 2012 [citado 12 de febrero de 2023];23(2):75-87. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2012000200006&lng=en&nrm=iso&tlng=en
9. Marco M, Valentina I, Daniele M, Valerio DR, Andrea P, Roberto G, et al. Peripheral Arterial Disease in Persons with Diabetic Foot Ulceration: a Current Comprehensive Overview. Curr Diabetes Rev [Internet]. 2 de octubre de 2021 [citado 11 de febrero de 2023];17(4):474-85. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33023453/>
10. Manevska N, Stojanovski S, Pop Gjorceva D, Todorovska L, Vavlukis M, Majstorov V. Perfusion tissue-muscle evaluated by protocol of a day of gamma-angiography with 99m Tc-MIBI in non-diabetic and diabetic patients. Rev Esp Med Nucl Imagen Mol [Internet]. 1 de mayo de 2018 [citado 12 de febrero de 2023];37(3):141-5. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2253654X17301208>
11. Labovitz JM, Day D. The Biomechanics of Diabetes Mellitus and Limb Preservation. Clin Podiatr Med Surg. 1 de enero de 2020;37(1):151-69.

12. Bueno Fermoso R, García Álvarez Y, Lázaro Martínez JL, Cecilia Matilla A, Molines Barroso RJ, Álvaro Alfonso FJ. Estudio comparativo de las alteraciones biomecánicas en pacientes diabéticos con neuropatía y enfermedad vascular periférica. Revista Española de Podología [Internet]. 1 de julio de 2012 [citado 17 de febrero de 2023];23(4):126-31. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-podologia-224-articulo-estudio-comparativo-de-las-alteraciones-X0210123812502529>
13. Gnanasundaram S, Ramalingam P, Das BN, Viswanathan V. Gait changes in persons with diabetes: Early risk marker for diabetic foot ulcer. Foot and Ankle Surgery. 1 de febrero de 2020;26(2):163-8.
14. Cao Z, Wang F, Li X, Hu J, He Y, Zhang J. Characteristics of Plantar Pressure Distribution in Diabetes with or without Diabetic Peripheral Neuropathy and Peripheral Arterial Disease. J Healthc Eng [Internet]. 2022 [citado 3 de abril de 2023];2022. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35707567/>
15. Wang Z, Peng S, Zhang H, Sun H, Hu J. Gait Parameters and Peripheral Neuropathy in Patients With Diabetes: A Meta-Analysis. Front Endocrinol (Lausanne) [Internet]. 1 de junio de 2022 [citado 3 de abril de 2023];13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35721708/>
16. Bus SA, David J, Armstrong G, Gooday J, Catherine, Jarl G, Caravaggi CF, et al. Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 update). 2020 [citado 12 de febrero de 2023]; Disponible en: <https://doi.org/10.1002/dmrr.3274>
17. Rastogi A, Goyal G, Kesavan R, Bal A, Kumar H, Mangalanadanam, et al. Long term outcomes after incident diabetic foot ulcer: Multicenter large cohort prospective study (EDI-FOCUS investigators) epidemiology of diabetic foot complications study: Epidemiology of diabetic foot complications study. Diabetes Res Clin Pract [Internet]. 1 de abril de 2020 [citado 11 de febrero de 2023];162. Disponible en: <http://www.diabetesresearchclinicalpractice.com/article/S0168822720303636/fulltext>
18. Simón Pérez E, Sanz Mellado MÁ, Rodríguez Mateos JI, Alonso Peña D, Simón Pérez C, Miñón Santamaría C. Abordaje multidisciplinar de úlceras neuroisquémicas; a propósito de un caso. Revista Española de Podología [Internet]. 2020 [citado 15 de enero de 2023];31. Disponible en: <http://plataforma.revesppod.com/fichaArticulo.aspx?iarf=220680769-747232416276>
19. Lipsky BA, Senneville É, Abbas ZG, Aragón-Sánchez J, Diggle M, Embil JM, et al. Guidelines on the diagnosis and treatment of foot infection in persons with diabetes (IWGDF 2019 update) on behalf of the International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). 2020 [citado 12 de febrero de 2023]; Disponible en: <http://www.iwgdfguidelines.org>
20. Castellanos MÁR, Rebolledo FA. Clasificaciones y técnicas para evaluar lesiones del pie diabético. Recomendaciones: Parte 1 de 5. Plasticidad y Restauración Neurológica [Internet]. 24 de enero de 2022 [citado 12 de febrero de 2023];8(2):102-9. Disponible en: www.medigraphic.com/prn

Anexo 1

Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia