



Artículo original

## TERAPIA HIPERBÁRICA, EFECTIVIDAD EN EL TRATAMIENTO DE PIE DIABÉTICO

Hyperbaric therapy, effectiveness in the treatment of diabetic foot

Viviana Margarita Espinel Jara<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0001-9903-8794>; Fernando Rodrigo Noboa Proaño<sup>2</sup> <http://orcid.org/0000-0002-1415-5076>; María Ximena Tapia Paguay<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0003-0092-7159>; María Paola Chalá Minda<sup>3</sup> <http://orcid.org/0000-0001-7450-0583>; Rocío Elizabeth Castillo Andrade<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0001-5047-2071>; Reyes López Lyther Galo<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0002-5125-1614>; Cando Rendón Maila Milisenjoset <http://orcid.org/0000-0002-1340-16341>

<sup>1</sup>Docentes, Carrera de Enfermería, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica del Norte.

<sup>2</sup>Jefe de Gestión de Riesgos DIRDAE, Fuerza Aérea Ecuatoriana, Quito-Ecuador

<sup>3</sup>Ministerio de Salud Pública; Distrito 10D01 - Salud

Espinel, M; Noboa, F; Tapia, M; Chalá, M; Castillo, R; Cando, M. *Terapia hiperbárica, efectividad en el tratamiento de pie diabético. Enferm Inv. 2020;5(3):27-31*

2477-9172 / 2550-6692 Derechos Reservados © 2020 Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Enfermería. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons, que permite uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original es debidamente citada.

### Historia:

Recibido: 01 marzo 2020

Aceptado: 24 junio 2020

**Palabras Claves:** Diabetes mellitus; Oxigenoterapia; Pie diabético; Terapia Hiperbárica.

**Keywords:** Diabetes mellitus; Oxygen therapy; Diabetic foot; Hyperbaric Therapy

### Resumen

**Introducción:** La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2), enfermedad de alta incidencia. Un 15% de diabéticos presentan úlceras y lesiones en miembros inferiores cuyos tratamientos son dolorosos, largos y caros.

**Objetivo:** determinar la efectividad de la terapia hiperbárica en el tratamiento del pie diabético.

**Métodos:** Estudio no experimental, descriptivo, observacional y longitudinal, incluyó 160 pacientes, se aplican terapias de 30' a 45' minutos, cada 10 días durante 2 meses o más, evaluadas en fichas de seguimiento.

**Resultados:** Pacientes con más de 6 años de diagnóstico de DM2, mayores de 40 años; 60% femenino; lesiones 70% tipo II y IV según Clasificación Meggitt-Wagner. Bacterias encontradas 40% Enterococcus spp., 25%, Staphylococcus aureus, 20%, Streptococcus pyogenes y 15% Corynebacterium spp. 85% de lesiones sin infección luego de 3 sesiones, en un 95% la epitelización y cicatrización inicia luego de 6 sesiones.

**Conclusiones:** Altas concentraciones tisulares de oxígeno reducen el tiempo de eliminación de infecciones. Tratamiento más económico. Disminuyen procedimientos quirúrgicos de amputación.

### Abstract

**Introduction:** Type 2 Diabetes Mellitus (DM2), a high incidence disease. 15% of diabetics have ulcers and lesions in the lower limbs whose treatments are painful, long and expensive.

**Objective:** to determine the effectiveness of hyperbaric therapy in the treatment of diabetic foot.

**Methods:** Non-experimental, descriptive, observational and longitudinal study; included 160 patients, therapies were treated from 30' to 45' minutes, every 10 days for 2 months or more, evaluated in follow-up cards.

**Results:** Patients with more than 6 years of DM2 diagnosis, older than 40 years; 60% female; 70% type II and IV injuries according to the Meggitt-Wagner classification. Bacteria found 40% Enterococcus spp., 25%, Staphylococcus aureus, 20%, Streptococcus pyogenes and 15% Corynebacterium spp. 85% of lesions without infection after 3 sessions, in 95% epithelialization and healing started after 6 sessions.

**Conclusions:** High tissue oxygen complications reduce infection clearance time. Cheaper treatment. Decrease surgical amputation procedures.

**Autor de correspondencia:** Lic. Mg. Viviana Margarita Espinel. Docente Carrera de Enfermería, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. E-mail: [vmespinel@utn.edu.ec](mailto:vmespinel@utn.edu.ec)

## Introducción

La Diabetes es una enfermedad crónica causada por la incapacidad del páncreas para producir insulina suficiente para mantener regulada la glucosa en la sangre; para el año 2016 la Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que el 9 % de los adultos tenían diabetes, aproximadamente 1,5 millones de personas fallecieron por diabetes como causa directa y más del 80% de estas muertes se produjeron en países de ingresos bajos y medios (1,2) En Ecuador la prevalencia de Diabetes Mellitus Tipo2 (DM2) es de 4,1 a 5% (2), con una incidencia anual de 115,19 casos por 100.000 habitantes. Aproximadamente el 15% de diabéticos se complican con úlceras y lesiones en miembros inferiores, esto puede conllevar a la amputación del pie o de la pierna, con pérdida de calidad de vida en pacientes diabéticos (3,4).

La Diabetes Mellitus es la primera causa de amputación no traumática, y en ocasiones representa en torno al 60%-80% de las amputaciones del miembro inferior (5,6). En el 85% de los casos, la amputación está precedida de una úlcera en el pie. Los tratamientos convencionales de pie diabético son dolorosos, largos y tienen retraso para cicatrizar evolucionando a gangrena, incluso hasta la amputación (7,8).

Clasificación de Meggitt-Wagner, se la considera la descripción las detallada y extendida de los estadios de lesiones de pie diabético, se menciona el grado, detalla la lesión como las características de estas de la siguiente forma (9,10):

Clasificación de Meggitt-Wagner		
Grado	Lesión	Características
0	Ninguna, pie de riesgo	Callos gruesos, cabeza de metatarsos prominentes, dedos de garra, deformaciones óseas, úlcera cicatrizada, presencia de deformidad ósea.
I	Úlceras superficiales	Destrucción del espesor total de la piel, úlceras superficiales sin compromiso del tejido celular subcutáneo (TCS).
II	Úlceras profundas	La lesión penetra la piel, el TCS, el tejido blando. Puede o no haber exposición ósea, de tendones, ligamentos o hasta cápsula articular.
III	Úlceras profundas más absceso (osteomielitis)	Presencia de herida extensa y profunda con secesiones y mal olor; puede evidenciarse osteítis, abscesos u osteomielitis.

IV	Gangrena limitada	Presencia ya de necrosis en una parte del pie sea en los dedos, talón o planta. La gangrena es evidente en de dígito (localizada compromete solo antepié)
V	Gangrena extensa	Todo el pie está afectado y muchas veces la gangrena se extiende más allá, se evidencian efectos sistémicos.

Fuente: Júbiz Y, Márquez G, Márquez Á, Brigés J. Guías Colombianas para la prevención, diagnóstico y tratamiento de pie diabético. Guía. Bogotá: Grupo Colombiano de Pie Diabético; 2016

La terapia hiperbárica es un tratamiento en el cual un paciente respira oxígeno al 100% de una manera continua o intermitente dentro de una cámara, a una presión en el interior mayor a 1.4 atmósferas absolutas (11,12) el 97% del oxígeno sanguíneo es transportado por la hemoglobina y el 3% restante es transportado en forma diluida en el plasma sanguíneo y que de esa forma es captado por los tejidos (13). Gracias a la aplicación de las leyes de los gases, se entiende que el oxígeno, al ser respirado y encontrarse en una zona de interfase de la membrana alvéolo-capilar, la cantidad de oxígeno puede diluirse en el plasma e incrementarse hasta 21 veces más; cantidad suficiente para cubrir los requerimientos basales normales del organismo sin la necesidad de utilizar el oxígeno transportado por la hemoglobina (14). En el pie diabético el tejido infectado y periférico se encuentra en estado hipóxico debido a la infección. La presencia de bacterias compite por el oxígeno tisular con el tejido sano, provocando su pérdida (15). El oxígeno hiperbárico restablece el estado oxémico a nivel tisular, llegando a medirse en algunas ocasiones hasta 300-400 mmHg (normal 50-60 mmHg) (16,17)

## Objetivos

Determinar la efectividad de la terapia hiperbárica en el tratamiento del pie diabético

## Materiales y métodos

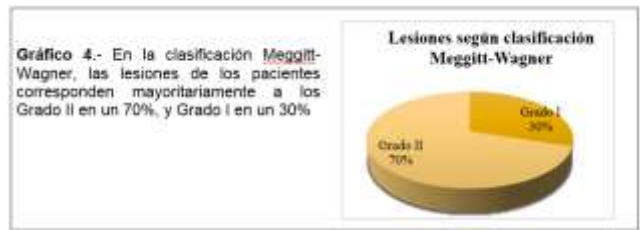
Se trata de un estudio no experimental, descriptivo, observacional y longitudinal. El universo del estudio fueron los 120 pacientes diagnosticados con Diabetes Mellitus tipo 2, más complicación de pie diabético, que acudieron a un centro asistencial de la ciudad de Quito. La muestra fue constituida por 48 pacientes con los siguientes criterios de inclusión: úlceras grados I y II de acuerdo con la clasificación Meggitt-Wagner, que presentaban pulso pedial; para identificar agente causal de las infecciones se realizó cultivo y antibiograma de exudados de las lesiones.

Para el proceso de toma de muestra previo al debridamiento inicial de la lesión en la zona del fondo de la herida, se utilizó la Técnica Levine: consiste en rotar la torunda de algodón a través de un área de 1 cm<sup>2</sup> de la úlcera durante 5 segundos, ejerciendo la presión suficiente para extraer fluido (exudado) del lecho de

lesión, o de los tejidos perilesionales, se utilizó el medio de transporte Stuart. El procesamiento de las muestras se hizo mediante métodos microbiológicos estándares, fueron cultivadas en agar Mac Conkey, agar sangre de carnero al 5% y agar chocolate, el método de siembra utilizado fue por agotamiento, la identificación de género y especie se realizó por pruebas bioquímicas convencionales

La oxigenoterapia hiperbárica se aplicó durante tres meses, con una dosis por sesión de 2,8 atmósferas absolutas, cada 10 días de intervalo y con una duración de 30' a 45' minutos por sesión, luego de cada sesión se valoró el avance del tratamiento en una ficha de seguimiento, en la cual se registraba la medición de largo, ancho y profundidad de las lesiones, estas mediciones se las hacía con la ayuda de cintas métricas para largo y ancho y de aplicadores que eran señalados y medidos para establecer la profundidad.

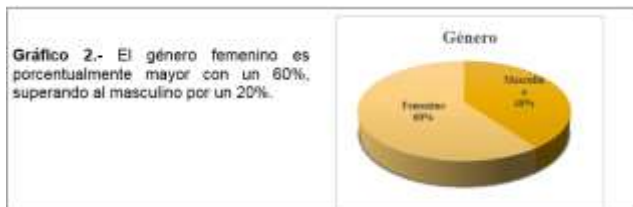
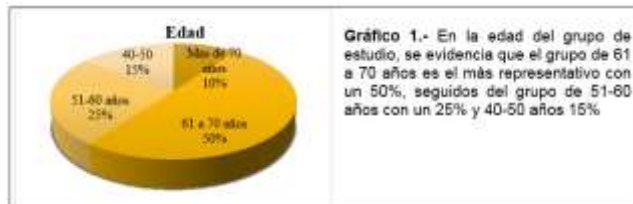
Aspectos éticos: Estudio aprobado por el Comité de Ética de la Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica del Norte, además se informó a los pacientes sobre los fines del estudio y firmaron un consentimiento para su participación en el mismo



Semanas	Avances	Desinflamación	Debridación	Ausencia de infección	Granulación	Epitelización	Cicatrización
Semana 1	X		X				
Semana 2		X	X				
Semana 3					X		
Semana 4					X	X	
Semana 5					X	X	X
Semana 6						X	X

**Tabla 1.** Correlaciona el tiempo con los avances registrados en cada una de las semanas de tratamiento, lo que se fundamenta en el principio del hiperbarismo que restablece el estado oxémico a nivel tisular.

## Resultados



## Discusión

Los datos demográficos como la edad y sexo del grupo de la investigación son similares a los resultados establecidos por Júbiz y col. y Mansilha y col. (10,18). Además, en el estudio de Schwartz y col (19), se estableció que la edad avanzada es uno de los factores predisponentes, en pacientes con DM2 para adquirir algún tipo de lesiones en los pies, al mismo tiempo no se descarta la presencia de estas lesiones en personas de entre 40 y 60 años (19-21). Como principales patologías asociadas se encontraron a la obesidad, aterosclerosis, retinopatías e hipertiroidismo, datos que se correlacionan con un estudio epidemiológico del paciente diabético realizado en por Mansilha A. en España (18). El tipo de lesiones fueron catalogadas según Clasificación Meggitt-Wagner, en la mayoría corresponden al grado II, considerando la profundidad, el tipo de tejido afectado (20,21).

Los agentes causales de las infecciones son básicamente Enterococcus spp., Staphylococcus aureus, Streptococcus pyogenes y Corynebacterium spp., similar a lo establecido en la investigación de Yovera y col. y Corra y col. (22,23) en los que se mencionan que las bacterias producen enzimas que destruyen los tejidos en bajas concentraciones de oxígeno en las zonas afectadas (24,25). Como respuesta al tratamiento se observó eliminación de infección en las lesiones en el 85%, luego de las 3 primeras sesiones al concluir el primer mes y en el 95% de los pacientes se empezó a observar la presencia de tejido de epitelización e inicia la cicatrización luego de las 6 sesiones al culminar el segundo mes de tratamiento (28-31). Durante el tiempo de estudio ningún

paciente requirió de hospitalización ni fue sometido a cirugías de amputación (26).

## Conclusiones

El presente estudio demuestra que la terapia hiperbárica:

- Reduce del tiempo de eliminación de las infecciones al provocar concentraciones tisulares de oxígeno sobre los valores del 100 mmHg, lo que impide a las bacterias multiplicarse.
- Incrementa significativamente los niveles de oxígeno en los tejidos, actividad que interviene en la resolución de las lesiones del pie diabético en menor tiempo.
- Por último, se establece que la terapia hiperbárica es un tratamiento más barato que estándar, al reducir los días de estancia hospitalaria, minora el uso de medicamentos enterales, parenterales y tópicos y disminuyó los procedimientos quirúrgicos de amputación.
- Es una investigación realizada por enfermeras, lo que probablemente estimule a otras colegas a trabajar en esta línea de investigación.
- A futuro se deben efectuar nuevos estudios adicionales para confirmar lo referido en la presente investigación

## Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

## Financiación

Autofinanciado.

## Agradecimientos

A los pacientes y a HIPERBÁRICA S.A. (Quito), por permitir la realización del presente estudio.

## Referencias

1. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. [Online].; 2016 [cited 2019 02 16]. Disponible en : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>.
2. García Velasquez J, Brito D, Santos B. La educación del paciente diabético con pie de riesgo. Acta Médica del Centro. 2018 abril; 12(1).
3. Barrios J, Bernardino D, Chanis G. Características clínicas e imagenológicas de los pacientes con úlcera por pie diabético con tratamiento endovascular de la enfermedad periférica arterial. Academia Panameña de Medicina y Cirugía. 2017; 37(3).
4. Martínez-Pizarro S. Membrana placentaria en el tratamiento de las úlceras del pie diabético. Enfermería Investiga. 2020; 5(2): p. 4-6.
5. Organización Panamericana de la Salud. Organización Panamericana de la Salud. [Online].; 2016 [cited 2019 02 19]. Disponible en: [http://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1400:la-diabetes-un-problema-prioritario-de-salud-publica-en-el-ecuador-y-la-region-de-las-americas&Itemid=360](http://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1400:la-diabetes-un-problema-prioritario-de-salud-publica-en-el-ecuador-y-la-region-de-las-americas&Itemid=360).
6. Jiménez Blanco L. Tratamiento de úlceras en el pie diabético. Revisión. Revista Internacional de Ciencias Podológicas. 2017 noviembre; 11(2).
7. Cueva Recalde J. Vvalidación de una nueva puntuación de riesgo para el pie diabético en Quito (Ecuador). Revista Médica Vozandez. 2010 Enero Marzo; 21(1).
8. Verdager L, Muguercia J, Ayala D. Experiencias en el tratamiento con Heberprot-P® en pacientes con pie diabético. MEDISAN. 2017 Agosto; 21(8).
9. Martínez I, Agramonte I, Broche M, Yordy A. Impacto de la administración intralesional del Heberprot-p en úlceras del pie diabético. In XVIII Congreso de la Sociedad Cubana de Enfermería 2019; 2019; La Haban. p. 214 - 222.
10. Júbiz Y, Márquez G, Márquez Á, Brigés J. Guías Colombianas para la prevención, diagnóstico y tratamiento de pie diabético. Guía. Bogotá: Grupo Colombiano de Pie Diabético; 2016.
11. Luna Rodríguez C. Fundamenro científico de la oxigenoterapia hiperbárica en le tratamiento del pie diabético infectado grave en medicina basada en la evidencia. Medicina Interna de México. 2010 julio Agosto; 26(4).
12. Llop I. Cura de heridas y Oxigenoterapia Hiperbárica: Revisión de la literatura. Madrid: Universitat Jaume I; 2019.
13. Martinelli B. Cambios cardiorrespiratorios en pacientes sometidos a oxigenoterapia hiperbárica. Revista de la Escuela de Enfermería de la USP. 2019 Sep; 53.
14. Castro G, Liceaga G, Arriola A. Guía Clínica basada en la evdencia para el manejo del pie diabético. Medicina Interna de México. 2009 noviembre - diciembre; 25(6).
15. Jorge M, Ríos L, Merbilhaa O, Portas M. EVIDENCIA DEL TRATAMIENTO DE OXIGENACIÓN HIPERBÁRICA EN LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS SANITARIOS. Revista Argentina de Medicina. 2019 Diciembre; 7(4).
16. Cannellotto M, Romero D, Pascuccio M, Jarda L. Aplicaciones médicas de las cámaras de oxigenación hiperbárica de nueva generación. Revista de la Asociación Médica Argentina. 2018; 131(4).
17. Andrade S, Santos I, Ramos C. La oxigenoterapia hiperbárica para cuidado de heridas. Revista Gaúcha de Enfermagem. 2018 Julio; 37(2).
18. Mansilha A. Tratamiento y gestión del pie diabético. Angiología. 2017 Enero - Febrero; 69(1).
19. Fernández C, Rumbo-Prieto J. Riesgo de pie diabético y déficit de autocuidados en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2. Enfermería universitaria. 2018 Ene mar; 15(1).
20. Molero MdM, Pérez-Fuentes MdC, Gázquez J, Barragán A. Salud y cuidados durante el desarrollo: ASUNIVEP; 2017.
21. Huchim O, Tivas-Sosa F, Rivera-Canul N. 350 años de la medicina hiperbárica: aspectos históricos, fisiopatogénicos y terapéuticos. Gaceta Médica de México. 2017; p. 938-944.
22. Yovera M, Rodríguez A, Vargas M. Resistencia bacteriana y factores asociados en pacientes con pie diabético infectado sin desenlace de amputación mayor en un hospital nacional peruano. Acta Médica Peruana. 2017 Jul sep; 34(3).
23. Carro G, Saurral G, Salvador F, Witman E. Pie diabético en pacientes internados en hospitales de Latinoamérica. Revista Medicina (Buenos Aires). 2018; 78(4).
24. Meireles S, Ramos I. Oxigenoterapia hiperbárica para el cuidado de hered. Revista Gaúcha de Enfermagem. 2016 Julio; 37(2).
25. Lázaro JL, Tardáguila A, García J. Actualización diagnóstica y terapéutica en el pie diabético complicado con osteomielitis. Endocrinología, Diabetes y Nutrición. 2017 Febrero; 64(2).
26. Travieso M, Villarreal S, Iglesias M. Impacto social del Servicio de Oxigenación Hiperbárica en Barinas. Revista Humanidades Médicas. 2019; 19(2).
27. García S, González-Moncayo J, Sanz I. Complicaciones asociadas a la terapia de presión negativa en el tratamiento de las úlceras de pie diabético: serie de casos retrospectiva. Revista Española de Podología. 2017 July - december; 28(2).

- 28 Mendoza C, Yagual O, Macas C, Naranjo M. Tratamiento integral . de pie diabético. *Revista Científica de Investigación Actualización del Mundo de las Ciencias*. 2019; 3(2).
  - 29 Schwartz A, Rivera H, Blanche T. Ozonoterapia en el tratamiento . del pie diabético neuroinfeccioso. Reporte de caso. *Ozone Therapy Global Journal*. 2019; 9(1).
  - 30 González J, Machado F, Casanova C. Pie diabético: una puesta al . día. *Revista Universidad Médica Pinareñ*. 2019 Enero Abril; 15(1).
  - 31 Fernández L, Remon R, Fernández S, Baldor Y. Factores . epidemiológicos asociados al pie diabético en pacientes atendidos en el Hospital Celia Sánchez Manduley. *Revista Médica Multimed*. 2016 Mayo Junio; 20(3).
-