

# Uso da oxigênio terapia hiperbárica no tratamento de úlcera diabética

## Use of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of diabetic ulcers

## Uso de la oxigenoterapia hiperbárica en el tratamiento de las úlceras diabéticas

**Mirelli Katzuk de Carvalho Rocha<sup>1</sup>, Lucas Zappa Monte Lima Silveira<sup>2</sup>, Anna Clara Martinelli de Souza<sup>3</sup>, Gabriela de Oliveira Cunha<sup>4</sup>, Tatiana Mara dos Santos Azevedo Grunewald<sup>5</sup>, Barbara da Silva Soares Telles<sup>6</sup>**

**Como citar esse artigo.** Rocha, MKC. Silveira, LZML Souza, ACM. Cunha, GO. Grunewald, TMSA. Telles, BSS. Uso da oxigênio terapia hiperbárica no tratamento de úlcera diabética. Rev Pró-UniversUS. 2025; 16(1):78-85.



### Resumo

O Diabetes Mellitus (DM) é uma patologia crônica de alta prevalência e impacto deletério na saúde, caracterizado pela hiperglicemia causada por resistência à insulina. Dentre suas diversas complicações, tem-se a úlcera diabética, condição isquêmica e infectada, de difícil controle, que se apresenta em membros inferiores, e em seu pior desfecho, pode culminar em amputação. A oxigenoterapia hiperbárica é considerada uma terapia adjuvante benéfica no tratamento do distúrbio, uma vez que reduz a resposta inflamatória, elimina bactérias e promove neovascularização na área, de modo a acelerar a cura da lesão. Para a elaboração da revisão, foi realizada uma busca por trabalhos prévios nas bases de dados PubMed e Portal Regional da BVS, onde um total de 25 artigos científicos foram incluídos após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, afim de selecionar dados relevantes ao tema abordado. Nesta pesquisa, os artigos pontuaram que a terapia é eficaz na redução do tempo de cicatrização, a partir da aceleração do reparo tecidual, no entanto, reforçaram que ainda são necessários estudos mais substanciais acerca do processo terapêutico para garantir de fato sua eficácia.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus; Hiperbárica; Terapia.

### Abstract

Diabetes Mellitus (DM) is a chronic condition with a high prevalence and deleterious impact on health, characterized by hyperglycemia caused by insulin resistance. Among its many complications is the diabetic ulcer, an ischemic and infected condition that is difficult to control, which occurs in the lower limbs and, in its worst case, can culminate in amputation. Hyperbaric oxygen therapy is considered a beneficial adjuvant therapy in the treatment of the disorder, since it reduces the inflammatory response, eliminates bacteria and promotes neovascularization in the area, in order to speed up the healing of the lesion. To prepare the review, a search was carried out for previous works in the PubMed and VHL Regional Portal databases, where a total of 25 scientific articles were included after applying inclusion and exclusion criteria, in order to select data relevant to the topic addressed. In this research, the articles pointed out that the therapy is effective in reducing healing time, by accelerating tissue repair, however, they reinforced that more substantial studies are still needed on the therapeutic process to really guarantee its effectiveness.

**Key words:** Diabetes Mellitus; Hyperbarica; Therapy.

### Resumen

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica de elevada prevalencia e impacto deletéreo sobre la salud, caracterizada por la hiperglucemia causada por la resistencia a la insulina. Una de sus muchas complicaciones son las úlceras diabéticas, una afección isquémica e infecciosa de difícil control que se produce en las extremidades inferiores y cuyo peor desenlace es la amputación. La oxigenoterapia hiperbárica se considera una terapia coadyuvante beneficiosa en el tratamiento del trastorno, ya que reduce la respuesta inflamatoria, elimina las bacterias y promueve la neovascularización de la zona, con el fin de acelerar la curación de la lesión. Para elaborar la revisión, se realizó una búsqueda de trabajos anteriores en las bases de datos PubMed y Portal Regional de la BVS, donde se incluyeron un total de 25 artículos científicos tras aplicar criterios de inclusión y exclusión, con el fin de seleccionar datos relevantes para el tema abordado. En esta investigación, los artículos señalaron que la terapia es eficaz en la reducción del tiempo de cicatrización al acelerar la reparación tisular, sin embargo, enfatizaron que aún son necesarios estudios más substanciales sobre el proceso terapéutico para realmente garantizar su eficacia.

**Palabras clave:** Diabetes Mellitus; Hiperbárica; Terapia.

#### Afiliação dos autores:

<sup>1</sup>Discente do curso Medicina da Universidade de Vassouras, Miguel Pereira, Rio de Janeiro, Brasil. Email: mirellikatzuk@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2577-1815>

<sup>2</sup>Discente do curso Medicina da Universidade de Vassouras, Miguel Pereira, Rio de Janeiro, Brasil. Email: zappaxlucas@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1617-1826>

<sup>3</sup>Discente do curso Medicina da Universidade de Vassouras, Miguel Pereira, Rio de Janeiro, Brasil. Email: annaclaramartinellis@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7100-3228>

<sup>4</sup>Discente do curso Medicina da Universidade de Vassouras, Miguel Pereira, Rio de Janeiro, Brasil. Email: gocunha123@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7237-7941>

<sup>5</sup>Discente do curso Medicina da Universidade de Vassouras, Miguel Pereira, Rio de Janeiro, Brasil. Email: tatigrune@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3968-5418>

<sup>6</sup>Docente do Curso Medicina da Universidade de Vassouras, Miguel Pereira, Rio de Janeiro, Brasil. Email: barbara.telles@univassouras.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6322-5106>

\* E-mail de correspondência: mirellikatzuk@hotmail.com

Recebido em: 13/09/24 Aceito em: 06/03/25

## Introdução

O Diabetes Mellitus é uma doença metabólica, cuja etiologia consiste em hiperglicemia, mediante baixa produção, ou ineficácia da ação da insulina<sup>1</sup>. O distúrbio crônico hiperglicemiante é progressivo, e estima-se que é responsável por aproximadamente 12,2% de mortes no mundo<sup>2</sup>.

Pacientes diabéticos estão constantemente expostos ao risco de desenvolver complicações significativas, comprometendo a qualidade de vida e aumentando o risco prematuro de mortalidade<sup>3</sup>. Dentre essas complicações, está o pé diabético, condição caracterizada por úlceras no membro, decorrente de distúrbios inerentes à doença, como neuropatia e doença arterial periférica<sup>4</sup>. Uma vez instalada, a lesão causa resposta inflamatória, com presença de eritema, edema, calor e dor<sup>5</sup>. Dessa forma, tem-se como opções de tratamento o desbridamento cirúrgico, a aplicação de curativos para controle de exsudato e, em casos mais graves, a amputação do membro<sup>2</sup>.

A oxigenoterapia hiperbárica, vem como uma opção adjuvante do tratamento do pé diabético. Nela, o paciente é exposto a altas concentrações de oxigênio, viabilizando processos de angiogênese e permitindo a regeneração da área ulcerada, por meio do aumento da oxigenação tecidual, diminuição do edema e da eliminação de bactérias anaeróbias<sup>6</sup>. Estudos indicam que, a diante do vigésimo dia de tratamento, foi possível perceber uma redução significativa no tamanho da úlcera em até 51,8% dos pacientes expostos a oxigenoterapia hiperbárica, a partir do aumento de fatores de crescimento endoteliais e vasculares (VEGF), ao oposto de tratamentos padrões, que, por sua vez, não apresentaram mudanças relevantes<sup>2</sup>. Além disso, mais estudos traçam a comparação entre a oxigenoterapia hiperbárica e a adoção de tratamentos já preconizados para a doença, sendo eles o debridamento cirúrgico, o uso de antibióticos para a infecção e o controle da glicemia. Neles, destaca-se o paralelo entre a cura completa da ferida, onde 148 pacientes em 321, que fizeram o uso da hiperbárica apresentaram resultados positivos, em contrapartida aos 75/323 em diabéticos que passaram pelo tratamento padrão. Em termos de amputação do membro, os resultados foram 27/232 para a hiperbárica e 46/231 para o tratamento padrão. E, por fim, quanto a mortalidade obteve-se um quantitativo de 8/126 para hiperbárica e 15/126 para o tratamento padrão<sup>4</sup>. Reforçando assim que, ainda que apenas um tratamento adjuvante, e com poucos estudos acerca do tema, a oxigenoterapia hiperbárica tem demonstrado potenciais comprobatórios de eficácia importantes para a sinalização da necessidade de elaboração de mais pesquisas afim de elucidar mais sobre seus efeitos, e talvez assim viabilizar cada vez mais a adoção do tratamento para pacientes diabéticos.

Dessa forma, o artigo prevê a exploração da terapia hiperbárica como adição ao tratamento do reparo tecidual em lesões crônicas causadas pelo Diabetes Mellitus.

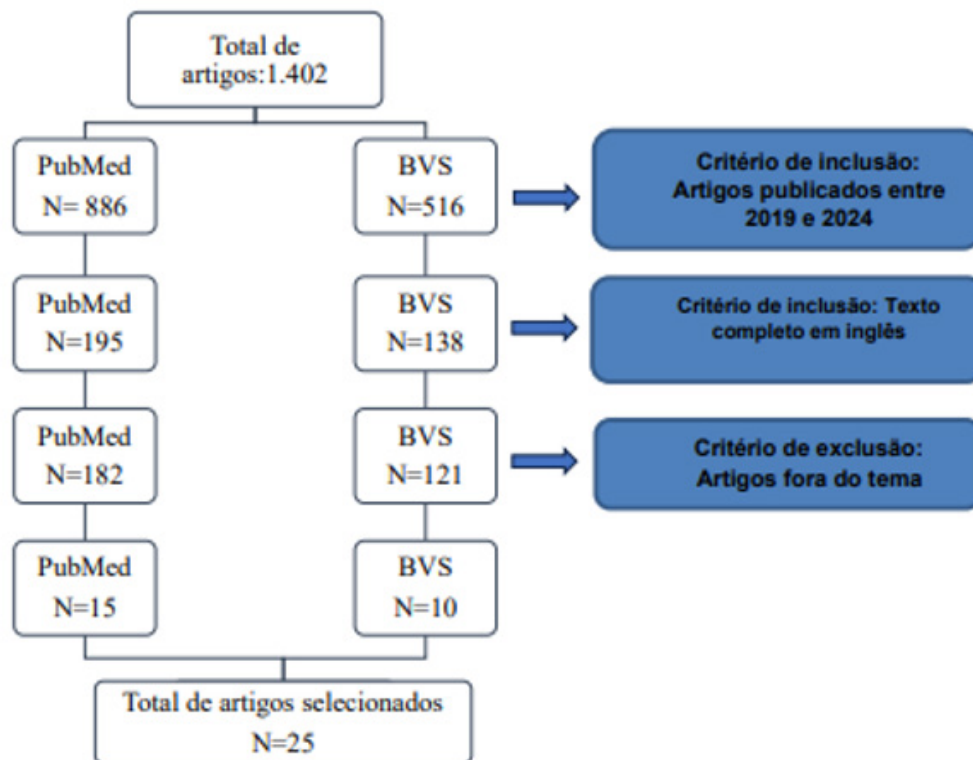
## Metodologia

Trata-se de um estudo descritivo executado por meio de uma revisão integrativa da literatura. As bases de dados utilizadas foram o Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (PR-BVS) e a National Library of Medicine (PubMed). A busca pelos artigos foi realizada considerando os descritores “diabetes mellitus”, “hyperbaric”, “therapy” encontrados no Descritores em Ciência da Saúde (DeCs), utilizando o operador booleano “AND”. A revisão de literatura foi realizada seguindo as seguintes etapas: estabelecimento do tema, definição dos critérios de inclusão e exclusão, análise e verificação das publicações nas bases de dados de acordos com critério acima. Foram incluídos no estudo artigos publicados nos últimos 5 anos (2019-2024); com texto completo em inglês. Foram excluídos os artigos que não tinham definição clara e embasamento teórico e temático alinhado aos objetivos do estudo.

## Resultados

A busca resultou num total de 1.402 trabalhos. Foram encontrados 886 artigos na base de dados PubMed e 516 artigos na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 15 artigos na base de dados PubMed e 10 artigos no BVS, conforme apresentado na Figura 1.

Foram selecionados 25 estudos para a elaboração da revisão de literatura, conforme detalhado no quadro 1, dentre os quais, quatro evidenciaram que a eficácia do tratamento é inconclusiva, se fazendo necessária a elaboração de mais estudos afim de determinar o êxito da terapêutica. Sete estudos salientaram os efeitos positivos da técnica hiperbárica, e a redução considerável do risco de amputação de membros inferiores. Um estudo abordou estratégias pró-angiogênicas, e como estas auxiliam no processo de cura de feridas e na prevenção de demais complicações da doença. Outros dois artigos abordaram o aspecto temporal da hiperbárica, e sua eficácia terapêutica a longo prazo. Também foi enfatizado por dois artigos a relação entre a oxigenoterapia e a redução de glicemia em pacientes diabetes tipo 2, atuando no controle metabólico. Em contrapartida, um artigo aponta a falta de estudos clínicos em humanos, de forma que torna-se inviável, até o momento, comprovar a eficácia da terapia, demonstrando pesquisas cujos resultados foram inconclusivos e controversos. Há também um protocolo



**Figura 1.** Fluxograma de identificação e seleção dos artigos selecionados nas bases de dados PubMed e BVS.

Fontes. Autores, 2024.

elaborado com o objetivo de explorar o tratamento da úlcera diabética, onde a oxigenoterapia hiperbárica é indicada como um tratamento adjuvante, benéfico e útil, associado à diminuição da glicemia e demais efeitos colaterais. Um artigo aborda a fisiopatologia da úlcera diabética no tecido, concluindo que a oxigenoterapia contribui para o aumento de VEGF, e a diminuição de TNF-alfa, fatores importantes para o reparo tecidual. Um artigo revisa as Guidelines de 2012 elaborados pela Sociedade de Doenças Infecciosas da América, acerca do manejo de feridas infectadas em pacientes com diabetes mellitus. Foi identificado um artigo que aponta que uma sessão de tratamento hiperbárico com 100% de O<sub>2</sub> é capaz de promover um rápido aumento da sensibilidade à insulina, além de melhorar a funcionalidade mitocondrial em tecidos, atividades importantes na prevenção de maiores prejuízos causados pelo diabetes. Por fim, uma revisão aborda perspectivas de tratamento para pacientes com úlcera isquêmica, cuja terapia padrão de revascularização é impossibilitada.

De forma geral, todos os artigos referem a necessidade da elaboração de mais estudos acerca do tema, uma vez que ainda não existem evidências suficientes para comprovar aspectos importantes a respeito da adoção do tratamento hiperbárico em pacientes diabéticos.

## Discussão

As publicações de embasamento do estudo, em sua maioria, preveem uma associação positiva entre a oxigenoterapia hiperbárica e o tratamento de úlceras diabéticas.

O diabetes mellitus tipo 2 é definido como um distúrbio hiperglicemiante metabólico crônico, onde, uma vez mal controlado, prenuncia acometimento em membros inferiores através da formação de uma úlcera infectada, caracterizada pela presença de neuropatia e/ou doença arterial periférica<sup>4,7</sup> com sinais de inflamação, como eritema, edema, calor, dor, e secreção purulenta, sendo estes sintomas norteadores do diagnóstico clínico<sup>5</sup>. A neuropatia, por sua vez, acompanha sinais de queimação, dor em facada e câimbra simétrica e bilateral, resultando em uma diminuição significativa da qualidade de vida do paciente<sup>7</sup>. No entanto, é conhecido que, geralmente, a doença pode se manter assintomática por muito tempo até o diagnóstico, sendo passível, assim, de maiores complicações e sequelas<sup>8</sup>, além de contribuir significativamente para o risco de amputação<sup>9</sup>, infecção e hospitalização<sup>10</sup>.

A úlcera, condição determinada por um processo de cura lento ou ineficiente<sup>11</sup>, de uma ferida crônica e dolorosa, é associada a danos em nervos e vasos sanguíneos<sup>15</sup>, prejuízos nas percepções de dor, temperatura e vibração, causadas por danos em fibras

**Quadro 1.** Caracterização dos artigos conforme nome do autor, ano de publicação, título e principais conclusões.

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Principais Conclusões</b>
Jiang F, Zhang Y, et al. 2024	Quality of evidence supporting the role of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers.	O estudo tem um posicionamento pessimista em relação a terapia hiperbárica, com falta evidências suficientes para garantir sua eficácia.
Chen, Pam et al. 2024	Effectiveness of interventions to enhance healing of chronic foot ulcers in diabetes: A systematic review.	A publicação refere a oxigenoterapia hiperbática como uma boa opção de tratamento, indicando cura completa de feridas, abrangendo o tempo de cicatrização, redução de área da úlcera e diminuição do risco de amputação.
Demirkol D, Erol Çiğdem Selçukcan, Tannier X, Özcan T, Aktaş Ş 2024	Prediction of amputation risk of patients with diabetic foot using classification algorithms: A clinical study from a tertiary center.	O estudo descreve a utilização de algoritmos capazes de identificar possíveis riscos de amputação de membros em pacientes diabéticos.
Oyebode, Olajumoke Arinola; Jere, Sandy Winfield; Houreld, Nicolette Nadene. 2023	Current Therapeutic Modalities for the Management of Chronic Diabetic Wounds of the Foot.	O estudo enfatiza a gravidade da cronicidade da úlcera diabética, e reafirma a importância da combinação de recursos terapêuticos afim de minimizar o risco de amputação e maiores desenvolvimentos de comorbidades.
Karahan HG, Çetin O, et al. 2023	The effect of comorbid factors and amputation level on mortality in geriatric patients with diabetic foot.	O estudo investiga os efeitos a longo prazo das comorbidades do diabetes. Também, indica a persistência de altos índices de mortalidade, associados à amputação de membros.
C a n h a , Fatigracy; Soares, Raquel. 2023	The use of innovative targeted angiogenic therapies for ischemic diabetic foot ulcer repair: From nanomedicine and microRNAs toward hyperbaric oxygen therapy.	O estudo tem o enfoque em estratégias pró angiogênicas na cura de feridas, abordando a importância da adoção de medidas alternativas efetivas afim de prevenir maiores complicações da doença.
Chen, Hut-Qin, et al. 2022	Effect of hyperbaric oxygen combined therapy on endothelial cell function in patients with chronic type 2 diabetes mellitus complications.	A publicação sugere que, ainda que existam indícios que a oxigenoterapia hiperbárica seja um bom tratamento adjuvante para pacientes diabéticos, os estudos acerca do tema são limitados.
Zhang C, Zhang D, Wang H, et al 2022	Hyperbaric oxygen treatment improves pancreatic $\beta$ -cell function and hepatic gluconeogenesis in STZ-induced type-2 diabetes mellitus model mice.	O artigo aborda o mecanismo da apoptose da célula beta pancreática, importante na patogenicidade do diabetes.

**Quadro 1 (cont.).** Caracterização dos artigos conforme nome do autor, ano de publicação, título e principais conclusões.

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Principais Conclusões</b>
Zhang Z, et al. 2022	Efficacy of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers: An updated systematic review and meta-analysis.	O artigo indica que a terapia hiperbárica demonstra benefícios na melhora clínica da úlcera diabética em membros inferiores, além de atuar ativamente na diminuição do risco de amputação.
Moreira DA Cruz DL, Oliveira-Pinto J, Mansilha A. 2022	The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials on limb amputation and ulcer healing.	O estudo demonstra os benefícios da terapia hiperbárica na mitigação do risco de amputação de membros inferiores acometidos pela úlcera diabética, assim como a otimização do processo de cura.
Ruemenapf G, Morbach S, Sigl M. Therapeutic 2022	Therapeutic Alternatives in Diabetic Foot Patients without an Option for Revascularization: A Narrative Review.	A revisão aborda alternativas de tratamento para pacientes com úlcera isquêmica, onde a terapia padrão de revascularização é impossibilitada.
Pasek J, Szajkowski S, Oleś P, Cieślar G. 2022	Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers.	O artigo demonstra que o tratamento com a hiperbárica é eficiente na redução da área da ferida, sendo benéfica na diminuição da dor.
Sarabhai T, et al. 2022	Hyperbaric oxygen rapidly improves tissue-specific insulin sensitivity and mitochondrial capacity in humans with type 2 diabetes: a randomised placebo-controlled crossover trial.	O estudo aborda detalhadamente o processo da sessão de tratamento hiperbárico, e as suas repercussões na melhora da funcionalidade mitocondrial no tecido.
Teguh DN, Bol Raap R. 2021	Hyperbaric oxygen therapy for nonhealing wounds: Treatment results of a single center.	O estudo indica melhora significativa no processo de cura das feridas, assim como redução considerável do risco de amputação de membros.
Sharma R, Sharma SK 2021	Efficacy of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcer, a systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials.	A meta análise afere que a terapia hiperbárica apresenta efeitos positivos na redução do índice de amputações maiores de membros.
Baitule S, Patel AH, Murthy N, et al. 2021	A Systematic Review to Assess the Impact of Hyperbaric Oxygen Therapy on Glycaemia in People with Diabetes Mellitus.	A revisão sistemática propõe a ideia de que a terapia hiperbárica impacta positivamente na redução da glicemia em pacientes com diabetes tipo 2.

**Quadro 1 (cont.).** Caracterização dos artigos conforme nome do autor, ano de publicação, título e principais conclusões.

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Principais Conclusões</b>
Edgar J. G. Peters, et al. 2020	Interventions in the management of infection in the foot in diabetes: a systematic review.	O artigo propõe intervenções no manejo de infecções no pé de pacientes diabéticos, evidenciando a mortalidade, a piora na qualidade de vida e os riscos consideráveis de amputação de membros inferiores.
Wilkinson David, et al. 2020	Assessment of insulin sensitivity during hyperbaric oxygen treatment.	A publicação aborda estudos comparativos, onde nota-se uma melhora nos efeitos da terapia hiperbárica no aumento da sensibilidade à insulina.
Vinkel J, Holm NFR, Jakobsen JC, Hyldegaard O. 2020	Effects of adding adjunctive hyperbaric oxygen therapy to standard wound care for diabetic foot ulcers: a protocol for a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis.	A meta análise elabora um protocolo afim de explorar o tratamento de úlcera diabética em membro inferior, onde a oxigenoterapia hiperbárica é indicada como um tratamento adjuvante benéfico e útil, associado a diminuição da glicemia e demais efeitos colaterais.
Al-Rawahi A, et al. 2020	Role of Hyperbaric Oxygen Therapy on Microvascular Diabetic Complications and Metabolic Profile among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus.	O artigo enfatiza a falta de estudos clínicos em humanos comprobatórios da real eficiência da terapia hiperbárica, demonstrando resultados inconclusivos e controversos na literatura.
Tchero Kangambega H, P, Fluieraru S, et al. 2020	Management of infected diabetic wound: a scoping review of guidelines.	O artigo revisa guidelines de 2012 da Sociedade de Doenças Infecciosas da América, acerca do manejo de feridas infectadas em pacientes com diabetes mellitus.
Nik Hisamuddin NAR, Wan Mohd Zahiruddin WN, Mohd Yazid B, Rahmah S. 2019	Use of hyperbaric oxygen therapy (HBOT) in chronic diabetic wound - A randomised trial.	O estudo aborda o aspecto temporal da cura de feridas de úlceras diabéticas, onde indica a falta de dados acerca dos efeitos a longo prazo do tratamento hiperbárico.
Gerry Rayman, Prashanth Vas, Ketan Dhatariya, et al. 2019	Guidelines on use of interventions to enhance healing of chronic foot ulcers in diabetes (IWGDF 2019 update).	A publicação consiste em um guideline que compreende intervenções adjuvantes na terapia da úlcera diabética.
Semadi, Nyoman I, et al. 2019	The Role of VEGF and TNF-Alpha on Epithelialization of Diabetic Foot Ulcers after Hyperbaric Oxygen Therapy.	O artigo conclui que a administração da terapia hiperbárica possibilita o aumento de VEGF, e a diminuição de TNF-alfa, fatores importantes no reparo tecidual na úlcera diabética.

**Quadro 1 (cont.).** Caracterização dos artigos conforme nome do autor, ano de publicação, título e principais conclusões.

Autor	Título	Principais Conclusões
Löndahl, Magnus; Boulton, Andrew J M. 2019	Hyperbaric oxygen therapy in diabetic foot ulceration: Useless or useful? A battle.	O artigo propõe o questionamento da adoção da oxigenoterapia hiperbárica em detrimento da revascularização, reconhecido como tratamento padrão nesse tipo de ferida.

Fontes. Autores, 2024.

sensitivas, que tem como principal consequência o aparecimento de micro lesões, inicialmente não perceptíveis<sup>11</sup>, que rapidamente podem evoluir para uma ferida inflamada e infectada<sup>12</sup>. É prevalente em 15% dos pacientes diabéticos no mundo, precede em até 85% das amputações associadas à doença<sup>13</sup>, e está intimamente relacionada à fatores de risco como obesidade, tabagismo, etilismo, negligência em cuidados com o pé, falta de higiene e uso de calçados impróprios<sup>14</sup>.

Os tratamentos para a úlcera diabética têm como objetivo diminuir a dor, prevenir infecções, minimizar o risco de amputação, manter a funcionalidade e o movimento de membros inferiores e melhorar a qualidade de vida do paciente<sup>15</sup>. Para isso, além de uma regulação glicêmica satisfatória, podem se fazer necessários recursos de antibióticos para prevenir e tratar infecções, debridamento da úlcera, descarregamento do membro afetado, e/ou revascularização, afim de melhorar o fluxo sanguíneo deficiente no local<sup>6</sup>.

Em concomitância ao tratamento padrão, tem-se a oxigenoterapia hiperbárica, tratamento que promove uma inalação de 100% de O<sub>2</sub>, perpassando por vias aéreas e sanguíneas, à uma pressão variante entre 2 e 2,5 ATA, em sessões de 90 minutos, em uma câmara hiperbárica<sup>16</sup>. Por sua vez, ao aumentar os níveis de oxigênio tecidual, acelera o processo de cura da ferida<sup>17</sup>, reduz o edema e elimina bactérias anaeróbicas que colonizam a úlcera<sup>18</sup>. Adicionalmente, tem a capacidade de aumentar a expressão de fatores de crescimento vascular, assim como impulsionar o processo de angiogênese, proliferação de fibroblastos, reduzir o processo inflamatório através da diminuição da expressão de citocinas inflamatórias<sup>19</sup>, além de promover neovascularização, osteogênese, estimular o colágeno tecidual, reduzir a hipóxia na úlcera<sup>20</sup>, favorecer o reparo tecidual<sup>21</sup>, e ainda aumentar a função imune do paciente<sup>22</sup>. A longo prazo, é capaz de reduzir a hiperglicemia, e contribuir para um aumento da sensibilidade à insulina<sup>23</sup>, onde estudos demonstram que uma única sessão já é suficiente para diminuir os níveis glicêmicos, tendo seu efeito perdurando por até 5,5 horas<sup>24</sup>. É importante salientar que trata-se de um tratamento seguro, quando aplicados de acordo com o

protocolo correto, mediante avaliação prévia ao início do procedimento, e cuidadosa monitoração na câmara durante a sessão. Os efeitos colaterais são raros, sendo o principal deles, o barotrauma na orelha média<sup>19</sup>.

Dessa forma, estudos enfatizam a importância da oxigenoterapia hiperbárica como um tratamento adjuvante para pacientes diabéticos com acometimento de úlceras em membro inferior, ressaltando a possibilidade de melhora absoluta na cura dessas feridas em comparação aos tratamentos convencionais<sup>25</sup>, ao abordarem a fisiopatologia da lesão, bem como os mecanismos de atuação da terapêutica. No entanto, de forma geral, é constantemente reforçado que ainda não existem comprovações científicas suficientes para determinar a eficácia real desse método, e que se fazem necessários mais estudos acerca do tema.

## Conclusão

Conclui-se que a terapia hiperbárica tem grande impacto em pacientes com diabetes, uma vez que tratamento responde bem a cicatrização das feridas das úlceras diabéticas, reduzindo significativamente complicações e sequelas como, e melhorando a qualidade de vida dos pacientes. A terapia ajuda na redução da hiperglicemia, aumentando a sensibilidade da insulina, e melhorando os níveis glicêmicos do paciente. Apesar da terapêutica ter bons resultados, é um tratamento adjuvante que necessita ser associado a outros fatores para solucionar o problema. Sendo necessário mais estudos que possam comprovar o êxito da técnica.

## Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse de nenhuma natureza.

## Referências

- Zhang C, Zhang D, Wang H, Lin Q, Li M, Yuan J, Gao G, Dong J. Hyperbaric oxygen treatment improves pancreatic  $\beta$ -cell function and hepatic gluconeogenesis in STZ-induced type-2 diabetes mellitus model

- mice. *Mol Med Rep.* 2022 Mar;25(3):90.
2. Canha F, Soares R. The use of innovative targeted angiogenic therapies for ischemic diabetic foot ulcer repair: From nanomedicine and microRNAs toward hyperbaric oxygen therapy. *Porto Biomed J* 8(1): e187.
  3. Oyebo OA, Jere SW, Houeild NN. Current Therapeutic Modalities for the Management of Chronic Diabetic Wounds of the Foot. *J Diabetes Res.* 2023 Feb 10; 2023:1359537.
  4. Sharma R, Sharma SK, Mudgal SK, Jelly P, Thakur K. Efficacy of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcer, a systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. *Sci Rep.* 2021 Jan 26;11(1):2189.
  5. Tchero H, Kangambega P, Fluieraru S, Bekara F, Teot L. Management of infected diabetic wound: a scoping review of guidelines. *F1000Res.* 2019 May 24; 8:737.
  6. Semadi NI. The Role of VEGF and TNF-Alpha on Epithelialization of Diabetic Foot Ulcers after Hyperbaric Oxygen Therapy. *Open Access Maced J Med Sci* 2019.Oct 7(19): 3177-3183.
  7. Vinkel J, Holm NFR, Jakobsen JC, Hyldegaard O. Effects of adding adjunctive hyperbaric oxygen therapy to standard wound care for diabetic foot ulcers: a protocol for a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *BMJ Open.* 2020 Jun 29;10(6): e031708.
  8. Karahan HG, Çetin O, Gök M, Akın HF, Vural A, Kayalı C. The effect of comorbid factors and amputation level on mortality in geriatric patients with diabetic foot. *Jt Dis Relat Surg.* 2023;34(1):115-120.
  9. Peters EJG, Lipsky BA, Senneville É, Abbas ZG, Aragón-Sánchez J, Diggle M, et al. Interventions in the management of infection in the foot in diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020 Mar 36 Suppl 1: e3282.
  10. Jiang F, Zhang Y, Cheng S, Yang X, Bai M, Zhang M. Quality of evidence supporting the role of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers. *Int Wound J.* 2024 Apr;21(4): e14530.
  11. Pasek J, Szajkowski S, Oleś P, Cieślak G. Local Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Aug 24;19(17):10548.
  12. Demirkol D, Erol ÇS, Tannier X, Özcan T, Aktas S. Prediction of amputation risk of patients with diabetic foot using classification algorithms: A clinical study from a tertiary center. *Int Wound J.* 2024 Jan; 14556–6.
  13. Moreira DA Cruz DL, Oliveira-Pinto J, Mansilha A. The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials on limb amputation and ulcer healing. *Int Angiol.* 2022 Feb;41(1):63-73.
  14. Pasek J, Szajkowski S, Oleś P, Cieślak G. Local Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Aug 24;19(17):10548.
  15. Ruemenapf G, Morbach S, Sigl M. Therapeutic Alternatives in Diabetic Foot Patients without an Option for Revascularization: A Narrative Review. *J Clin Med.* 2022 Apr 12;11(8):2155.
  16. Löndahl M, Boulton AJM. Hyperbaric oxygen therapy in diabetic foot ulceration: Useless or useful? A battle. *Diabetes Metab Res Rev.* 2020. Jan 3233.
  17. Rayman G, Vas P, Dhatriya K, Driver V, Hartemann A, Londahl M, et al. Guidelines on use of interventions to enhance healing of chronic foot ulcers in diabetes (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* Mar; 3283–3.
  18. Baitule S, Patel AH, Murthy N, Sankar S, Kyrou I, Ali A, Randeve HS, Robbins T. A Systematic Review to Assess the Impact of Hyperbaric Oxygen Therapy on Glycaemia in People with Diabetes Mellitus. *Medicina (Kaunas).* 2021 Oct 19;57(10):1134.
  19. Al-Rawahi A. Role of Hyperbaric Oxygen Therapy on Microvascular Diabetic Complications and Metabolic Profile among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Oman Med J.* 2020 Jun 1;35(3):e129. doi: 10.5001/omj.2020.47.
  20. Teguh DN, Bol Raap R, Koole A, Knippenberg B, Smit C, Oomen J, van Hulst RA. Hyperbaric oxygen therapy for nonhealing wounds: Treatment results of a single center. *Wound Repair Regen.* 2021 Mar;29(2):254-260. doi: 10.1111/wrr.12884. Epub 2020 Dec 30.
  21. Chen HQ, Peng Y, Huang XM, Ge ZM. Effect of hyperbaric oxygen combined therapy on endothelial cell function in patients with chronic type 2 diabetes mellitus complications. *Asian J Surg.* 2022 Jun; 1299–300.
  22. Zhang Z, Zhang W, Xu Y, Liu D. Efficacy of hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers: An updated systematic review and meta-analysis. *Asian J Surg.* 2022 Jan;45(1):68-78.
  23. Wilkinson D, Szekely S, Gue B, Tam CS, Chapman I, Heilbronn LK. Assessment of insulin sensitivity during hyperbaric oxygen treatment. *Diving Hyperb Med.* 2020 Set; 50(3): 238-243.
  24. Sarabhai T, Mastroiuto L, Kahl S, Bönhof GJ, Jonuscheit M, Bobrov P, Katsuyama H, Guthoff R, Wolkersdorfer M, Herder C, Meuth SG, Dreyer S, Roden M. Hyperbaric oxygen rapidly improves tissue-specific insulin sensitivity and mitochondrial capacity in humans with type 2 diabetes: a randomised placebo-controlled crossover trial. *Diabetologia.* 2023 Jan;66(1):57-69.
  25. Chen P, Vilorio NC, Dhatriya K, Jeffcoate W, Lobmann R, McIntosh C, et al. Effectiveness of interventions to enhance healing of chronic foot ulcers in diabetes: A systematic review. *Diabetes Metab Res Rev.* 2024 Mar; 40(3): e3786.