



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 11, pp. 60448-60452, November, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25797.11.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

USO DE TECNOLOGIAS PARA O MONITORAMENTO DO PÉ DIABÉTICO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Renilson Douglas Fernandes Ferreira^{1,*}, Nathalia Kelly da Silva², Risoneide Bezerra da Silva³
and Rejiane Vieira Cavalcanti³, Letícia de Sousa Eduardo⁴; Ana Paula dos Santos Silva⁵; Polyana
Alves Bernardino³; Cristiane Ribeiro Veloso da Silva⁶; José William Araújo do Nascimento^{3,4};
Dário César de Oliveira Conceição⁴

¹Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos (PB), Brasil, 58704-000; ²Centro Universitário Facisa (UNIFACISA), Campina Grande (PB), Brasil, 58408-326; ³Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Recife (PE), Brasil, 50050-900; ⁴Universidade Federal de Campina Grande (UFCG -CFP), Campina Grande (PB), Brasil, 58429-900; ⁵Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife (PE), Brasil, 50740-560; ⁶Universidade de Pernambuco (UPE), Recife (PE), Brasil, 52171-011

ARTICLE INFO

Article History:

Received 02nd September, 2022

Received in revised form

11th September, 2022

Accepted 06th October, 2022

Published online 30th November, 2022

Key Words:

Extremidade Inferior;

Pé Diabético;

Revisão Acadêmica.

*Corresponding author:

Renilson Douglas Fernandes Ferreira

ABSTRACT

Objetivo: Analisar o uso de tecnologias para o monitoramento do pé diabético, reunindo evidências científicas acerca da prevenção e tratamento dessas lesões. **Método:** Trata-se de uma revisão sistemática realizada por meio do método PRISMA, nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scopus e Web of Science, por meio dos seguintes descritores: “diabetes mellitus”, “foot ulcer”, “plantar wound”, “diabetic foot ulcer”, “digital health”, “mobile applications”, “temperature sensor” e “wearable pressure sensor”. **Resultados:** Verificou-se que dos oito artigos analisados, quatro eram estudos clínicos piloto, com nível de evidência III (moderado). Verificou-se que os estudos abordaram duas modalidades de tecnologias de monitoramento do pé diabético: 1) dispositivos que medem temperatura (tapete termométrico; meias sensorizadas; palmilhas inteligentes; balança de termografia); 2) dispositivos que medem pressão plantar (palmilhas inteligentes; meias sensorizadas). **Conclusão:** As tecnologias emergentes para o monitoramento do pé diabético podem permitir aos profissionais de saúde monitorar de perto a mudança de risco dessas lesões e fornecer uma intervenção oportuna. Uma abordagem integrada usando todas essas tecnologias deve ser promovida e pode levar a um melhor resultado de prevenção e gerenciamento dessas úlceras.

Copyright © 2022, Renilson Douglas Fernandes Ferreira et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Renilson Douglas Fernandes Ferreira, Nathalia Kelly da Silva, Risoneide Bezerra da Silva and Rejiane Vieira Cavalcanti et al. “Uso de tecnologias para o monitoramento do pé diabético: uma revisão sistemática”, *International Journal of Development Research*, 12, (11), 60448-60452.

INTRODUCTION

As úlceras de pé diabético (UPDs) estão entre as complicações mais comuns de pacientes com diabetes mellitus (DM) não controlada. Geralmente é o resultado de mau controle glicêmico, neuropatia subjacente, doença vascular periférica ou cuidados inadequados com os pés. É também uma das causas mais comuns de osteomielite do pé e amputação de extremidades inferiores (Nascimento *et al.*, 2019). Globalmente, estima-se que 18,6 milhões de diabéticos tenham atualmente uma UPD ativa; um adicional de 131 milhões (1,77% da população global) tem fatores de risco precursores no desenvolvimento de uma UPD sem intervenção. Estima-se que um terço de todos os custos relacionados ao DM sejam gastos em cuidados com o pé diabético, com dois terços desses custos incorridos em ambientes de internação, constituindo um custo substancial para a

sociedade (Barshes *et al.*, 2013; Zhanget *et al.*, 2020). Uma vez que uma pessoa desenvolve uma úlcera no pé, sua chance de recorrência é de 40% no primeiro ano, aumentando para quase 100% em 10 anos (Armstrong *et al.*, 2017). A prevenção da úlcera e de sua recorrência é considerada de extrema importância no cuidado ao paciente diabético, uma vez que pelo menos 70% das amputações são potencialmente evitáveis (Rogers *et al.*, 2010). Pesquisas têm demonstrado que as UPDs são evitáveis quando se controla os principais fatores de risco reversíveis, usando intervenções como cuidados apropriados com os pés, calçados, monitoramento diário da temperatura plantar e tratamento clínico com médico vascular e enfermeiro estomatoterapeuta (Gollidge *et al.*, 2020; van Netten *et al.*, 2020). Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais que façam o monitoramento dos pés de indivíduos diabéticos podem ser uma estratégia benéfica de prevenção de uma UPD ou de sua recorrência.

Essas tecnologias incluem medições da pressão plantar, monitoramento diário da temperatura, saturação de oxigênio e presença de bactérias nas úlceras (Armstrong *et al.*, 2017). Desta forma, este estudo objetivou analisar o uso de tecnologias para o monitoramento do pé diabético, reunindo evidências científicas acerca da prevenção e tratamento dessas lesões.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática realizada por meio do método Preferred Reporting Items for Systematic Reviews e Meta-Analysis (PRISMA) (Moher *et al.*, 2015). A questão norteadora desta pesquisa incide em: “Quais as principais tecnologias utilizadas para o monitoramento do pé diabético?” Para a condução do estudo foi tomado como base as seguintes etapas idealizadas por Pati and Lorusso (2018): 1) Definição da questão norteadora e objetivos da pesquisa; 2) Estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão/amostragem dos estudos; 3) Busca na literatura; 4) Categorização e análise dos estudos; 5) Apresentação e discussão dos resultados da amostra e; 6) Apresentação e síntese do conhecimento. A investigação dos estudos ocorreu nas bases de dados eletrônicas - Nacional Institute of Medicine (NIH-PubMed), Scopus e Web of Science, no período de setembro a outubro de 2022. As bases de dados foram selecionadas pela sua grande abrangência de estudos. Para as buscas foram utilizados os seguintes descritores extraídos do Medical Subject Headings (MeSH): “diabetes mellitus”, “foot ulcer”, “plantar wound”, “diabetic foot ulcer”, “digital health”, “mobile applications”, “temperature sensor” e “wearable pressure sensor”. Foram utilizados os operadores booleanos “AND” e “OR” para o cruzamento dos descritores, com aplicações específicas para cada base de dados, conforme demonstrado na Tabela 1. Os artigos selecionados atenderam aos seguintes critérios de inclusão: textos completos, disponíveis em português, inglês ou espanhol, publicados entre janeiro de 2017 a agosto de 2022; estudos clínicos com participantes com idade ≥ 18 anos, diagnóstico de DME com histórico ou risco de ulceração. Foram excluídos artigos duplicados nas bases de dados (duplicatas), estudos de revisão, editoriais, artigos de opinião, dissertações e teses e pesquisas com temática não relevante a questão norteadora da pesquisa. Referente às características dos participantes, foram excluídos estudos que incluíssem indivíduos com disfunções musculoesqueléticas, uma vez que os resultados de uso das tecnologias poderiam estar enviesados, de modo que essas condições alteram a biomecânica da marcha e do pé.

Para garantir o registro conjunto de informações relevantes ao tema, foi utilizado o instrumento proposto por Nascimento *et al.* (2021), adaptado para este estudo com as seguintes variáveis: dados de identificação (título, autores, periódico, ano de publicação, país de origem do estudo, fator de impacto segundo o Journal Citation Reports – JCR, qualis e base de dados), delineamento metodológico (tipo/abordagem do estudo e nível de evidência) e principais resultados (número de participante dos estudos, idade e tecnologias utilizadas para o monitoramento dos pés). Após a aplicação dos filtros de pesquisa nas bases de dados, inicialmente foram encontrados 590 artigos. Os artigos duplicados (126) foram registrados apenas uma vez, totalizando em 464 para leitura dos títulos e resumos. Nesta etapa foram excluídas 372 publicações que não tinham abordagem relevante a temática deste estudo, 33 estudos de revisão e 10 artigos de opinião, dissertações ou diretrizes clínicas. Sendo assim, 49 publicações foram selecionadas para leitura na íntegra, porém 41 foram excluídas após aplicação dos critérios de elegibilidade. Desta forma, 08 artigos constituíram a amostra final desta revisão, conforme explicitado na Figura 1. Os artigos selecionados foram submetidos à classificação do nível de evidência, a partir do instrumento de Classificação Hierárquica das Evidências para Avaliação dos Estudos (Stillwell *et al.*, 2010). Segundo esta classificação, os níveis I e II são considerados evidências fortes, III e IV moderadas e V a VII fracas. Salienta-se que este estudo preservou os aspectos éticos de tal forma que todos os autores das publicações analisadas foram referenciados apropriadamente, mediante a Lei de Direitos Autorais nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 (Brasil, 1998).

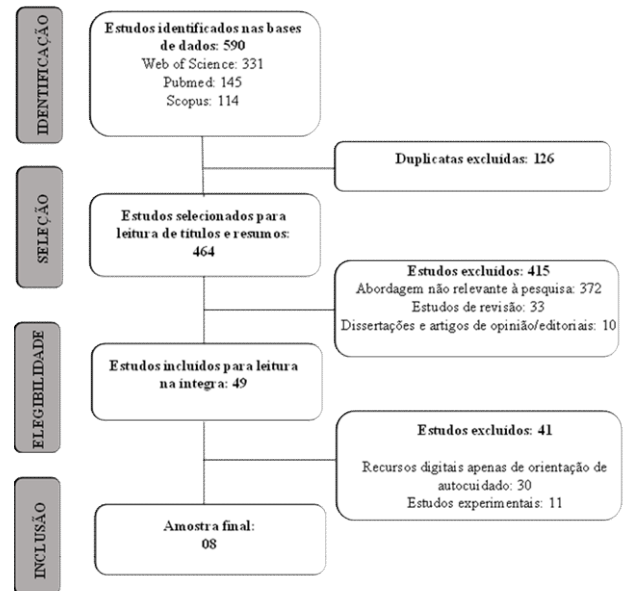


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos, Brasil, 2022

Base de dados (artigos recuperados)	Estratégia de busca
PubMed (145)	(((((diabetes mellitus) AND (diabetic foot ulcer)) OR (plantar wound)) AND (mobile applications)))
Scopus (114)	(((((diabetes mellitus) AND (diabetic foot ulcer)) OR (foot ulcer)) AND (temperature sensor)) OR (wearable pressure sensor))
Web of Science (331)	((((((diabetes mellitus) AND (diabetic foot ulcer)) OR (foot ulcer)) OR (plantar wound)) AND (temperature sensor)) OR (wearable pressure sensor)) AND (digital health))

RESULTADOS

08 artigos compuseram a amostra final deste estudo, onde observa-se por meio da Tabela 2, maior frequência de publicação no ano de 2017 (n: 03) e maior produção dos EUA (n:04). Em relação aos Qualis dos periódicos da amostra, quatro artigos são classificados como A1 pela CAPES. Quanto ao fator de impacto destes periódicos, a Lancet Digital Health apresentou o fator mais elevado (36.615). Em relação à abordagem dos artigos encontrados, verifica-se que a maior parte utilizou o estudo clínico piloto (n: 04), ou seja, o nível de evidência mais comum foi o III (moderado), embora apenas um estudo tenha sido classificado com um nível de evidência II (forte), mediante a classificação utilizada para análise. Por meio da Tabela 3 é possível analisar algumas informações importantes acerca dos estudos realizados. No total, 429 pacientes diabéticos (com UPDs ou em risco de tê-las) participaram dos estudos analisados. A idade média desses indivíduos foi de 59,3 anos (idade mínima: 50; idade máxima: 65,3). Verificou-se que os estudos abordaram duas modalidades de tecnologias de monitoramento do pé diabético: 1) dispositivos que medem temperatura (tapete termométrico; meias sensorizadas; palmilhas inteligentes; balança de termografia – ID01, ID09, ID07 e ID08); 2) dispositivos que medem pressão plantar (palmilhas inteligentes; meias sensorizadas – ID02, ID03, ID05, ID06 e ID07). Com base nos testes de validação realizados, foi possível identificar que todos os estudos incluídos indicaram que os sistemas desenvolvidos apresentaram excelente desempenho na detecção de temperatura e/ou pressão plantar no calçado. Todos os sistemas são considerados confiáveis por terem desempenho constante em atividades estáticas e dinâmicas, de modo que os sistemas sem fio forneceram análises de dados precisas, atualizadas e remotas.

Tabela 2. Caracterização dos artigos da amostra final, Brasil, 2022

ID	Autoria/ ano	País	Periódico (Qualis/JCR)	Design do estudo (NE)*	Objetivo
01	Frykberg <i>et al.</i> / 2017	EUA	Diabetes Care (A1 - 17.155)	Coorte prospectivo multicêntrico (III)	Realizar uma avaliação multicêntrica de um sistema de monitoramento remoto da temperatura do pé para caracterizar sua precisão na previsão de UPDs.
02	Najafiet <i>et al.</i> / 2017a	EUA	Journal of diabetes science and technology (B1 - 2.677)	Coorte prospectivo (III)	Examinar a adesão a dicas baseadas em alerta para descarga de pressão plantar em pacientes com UPD.
03	Najafiet <i>et al.</i> / 2017b	EUA	Journal of diabetes science and technology (B1 - 2.677)	Coorte prospectivo (III)	Validar um tecido inteligente baseado em fibra óptica para medição simultânea de temperatura plantar, pressão e ângulos articulares em pacientes com neuropatia periférica diabética.
04	Reyzelmanet <i>et al.</i> / 2018	EUA	Journal of medical Internet research (A1 - 7.077)	Clínico piloto (III)	Avaliar a precisão dos sensores usados em meias de uso diário.
05	Lee <i>et al.</i> / 2019	Cingapura	Gait & Posture (A1 - 2.746)	Clínico piloto (III)	Comparar, em pacientes com UPD, a confiabilidade teste-reteste das medidas de pressão plantar das diversas regiões do pé entre os pés ulcerados e não ulcerados.
06	Abbot <i>et al.</i> / 2019	Reino Unido	Lancet Digital Health (36.615) ⁺	Ensaio Clínico Randomizado Prospectivo (II)	Investigar o efeito de um sistema de palmilha ativa quanto à sua eficácia na prevenção da recorrência de UPDs.
07	Moulaei <i>et al.</i> / 2021	Irã	International Journal of Medical Informatics (A1 - 4.730)	Clínico piloto (III)	Desenvolver um dispositivo vestível inteligente para monitorar parâmetros de prevenção de UPDs.
08	Arts <i>et al.</i> / 2022	Bélgica	International Journal of Lower Extremity Wounds (B2 - 1.922)	Clínico piloto prospectivo (III)	Validar a eficácia de um dispositivo de termometria em pacientes diabéticos.

Notas: *Nível de Evidência; ⁺Nenhum Qualis através da Capes.

Tabela 3. Principais tecnologias utilizadas para o monitoramento do pé diabético, Brasil, 2022

ID	Amostra: idade média	Tecnologias utilizadas
01	129; 61,8 anos	Tapete termométrico doméstico, sem fio: o sistema inclui um tapete de chão sem fio de uso diário com uma série de sensores de temperatura sob uma capa resistente à água. O sistema identificou corretamente 97% das UPDs observadas, com um lead time médio de 37 dias e uma taxa de falso-positivo de 57%.
02	17; 62 anos	Sistema de palmilha inteligente com sensor de pressão e um dispositivo de exibição de smartwatch: as palmilhas coletam informações de pressão da superfície plantar do pé e transmitem sem fio essas informações para o smartwatch usado no pulso do diabético. Os participantes que receberam pelo menos um alerta a cada duas horas foram mais aderentes ao descarregamento plantar do que os participantes que receberam menos alertas (52,5 ± 4,1% vs 24,7 ± 22,4%, p = 0,043).
03	33; 58 anos	Par de meias sensorizadas feitas de fibra óptica altamente flexível: um algoritmo foi projetado para estimar temperatura, pressão e amplitude de movimento do dedo do pé a partir do comprimento de onda óptica. Foi encontrada uma correlação significativa para o perfil de pressão em diferentes regiões anatômicas de interesse entre SmartSox e F-Scan (p < 0,050), bem como entre termografia e SmartSox (p < 0,050).
04	35; 62 anos	Par de meias sensorizadas interconectada a um aplicativo móvel: seis sensores fazem medições de temperatura na parte inferior dos pés do usuário (hálux; pontos metatarsais; mediopé; e calcanhar). O aplicativo móvel é programado para gerar alertas quando os pés do usuário apresentarem aumentos de temperatura que podem ser um sinal de alerta de uma possível úlcera. As temperaturas medidas pelos sensores autônomos estavam dentro de 0,2°C do padrão de referência. Nas meias incorporadas ao sensor, em várias medições para cada um dos seis sensores, foi observada uma alta concordância entre as temperaturas medidas e o padrão de referência.
05	23; 56,7 anos	Sistema de medição de pressão plantar no sapato Pedar ®: sistema de pressão plantar no sapato compreendendo 99 sensores capacitivos embutidos em uma palmilha fina e flexível, amostrada a 50 Hz. No geral, a confiabilidade teste-reteste foi excelente (0,82 a 0,95) para todas as variáveis de pico de pressão.
06	90; 59,1 anos	Sistema de palmilhas inteligentes SurroSense Rx: o sistema detecta a pressão plantar excedendo a pressão de perfusão capilar (> 35 mm Hg) em tempo real e integra esses dados de pressão ao longo do tempo. As leituras de pressão são transmitidas sem fio para um smartwatch. Observou-se uma redução de 71% na incidência de úlcera no grupo de intervenção em comparação com o grupo controle (incidência razão de taxa 0,29, IC95%, 0,09-0,93; p=0,037).
07	05; 50 anos	Sistema de palmilhas inteligentes integrado a um aplicativo móvel: o sistema é dotado de sensores de pressão, temperatura e umidade. Além de monitorar esses parâmetros, o aplicativo avisa os pacientes se necessário e recomenda as ações cabíveis. O desempenho dos sensores de temperatura em sapatos inteligentes foi confirmado por pequenas diferenças em relação aos termômetros.
08	97; 65,3 anos	Balança de termografia – ThermoScale: balança que mede o peso e o percentual de gordura corporal (por medição de impedância indireta), bem como a temperatura individual do pé esquerdo e direito. Verificou-se que o dispositivo, como teste de diagnóstico, é razoavelmente preciso. A diferença de temperatura de 15 °C correspondeu a uma sensibilidade de 88,9% e uma especificidade de 61,5%.

Todos os dispositivos apresentaram valores diagnósticos próximos aos padrões de referência, com elevada eficácia, sensibilidade e aderência dos pacientes diabéticos.

DISCUSSÃO

Esta revisão reúne evidências científicas acerca das principais tecnologias utilizadas para o monitoramento do pé de indivíduos diabéticos. Destaca-se que a saúde digital é um campo vasto e crescente, abrangendo vários aspectos da gestão da saúde. Com o advento da Internet das Coisas e da Internet das Coisas Médicas, juntamente com dispositivos inteligentes, o potencial de melhoria do atendimento domiciliar para aplicações médicas está rapidamente se tornando uma realidade. Tais dispositivos podem facilitar o gerenciamento de condições crônicas no ambiente domiciliar, incluindo o gerenciamento eficaz e oportuno de UPDs (Lung *et al.*, 2020). À luz dos resultados analisados nessa revisão sistemática, verificou-se duas grandes categorias de monitoramento de UPDs: avaliação da temperatura e monitoração da pressão plantar. Nesta perspectiva, salienta-se que a avaliação da temperatura da pele em pessoas com DM é uma ferramenta valiosa para avaliar a inflamação nos pés diabéticos, bem como sua resolução (Frykberg *et al.*, 2017). O monitoramento da temperatura domiciliar demonstrou ser uma abordagem eficaz como um sistema de alerta precoce, para fornecer aos pacientes um feedback objetivo para que eles possam modificar sua atividade e proteger seus pés antes que as úlceras se desenvolvam; isso é importante porque muitos pacientes diabéticos com neuropatia podem não sentir a dor associada à inflamação até que a úlcera se desenvolva, devido a danos nos nervos associados à neuropatia. Tal monitoramento está incluído nas diretrizes de prática clínica do International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) (Schaper *et al.*, 2020). Tradicionalmente, grandes diferenças de temperatura entre um local e seu homônimo contralateral correspondente (assimetria de temperatura) têm sido usadas para indicar risco elevado de complicações iminentes nos pés. A abordagem mais comum inicia os cuidados preventivos quando um paciente é observado com assimetria superior a 2,2°C por pelo menos dois dias consecutivos entre qualquer um dos seis locais de "ponto-chave" plantares contralateralmente associados: o hálux; 1°, 3° e 5° metatarsais; mediopé; e calcanhar (Wang *et al.*, 2019).

Embora o monitoramento de temperatura seja tecnicamente um tratamento padrão de cuidados, não há ferramentas fáceis de utilizar no mercado. A temperatura é considerada um dos melhores testes de diagnóstico para determinar se um pé pode ou não ter uma úlcera. No entanto, o monitoramento da temperatura não é atualmente uma rotina no cuidado do pé diabético, o que pode ser porque há falta de acesso à tecnologia ou porque o custo-benefício dessas tecnologias não é conhecido (Buset *et al.*, 2019). Ainda à luz dos resultados, outra grande categoria de tecnologias para monitoramento de UPDs se refere a pressão plantar, onde cinco estudos avaliaram exclusivamente dispositivos com essa finalidade (Najafi *et al.*, 2017a; Najafi *et al.*, 2017b; Abbot *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2019; Moulaci *et al.*, 2021). Essas tecnologias levam em consideração que a maioria das úlceras nos pés ocorre devido a traumas repetitivos nos pontos de pressão da sola por vários dias (Golledge *et al.*, 2020). Devido ao trauma repetitivo não controlado, o estresse do tecido plantar aumenta na área do pé exposta a alta pressão. Esse estresse representa vários fatores mecânicos, incluindo pressão plantar, tensão de cisalhamento e tempo gasto sem calçados protegidos (aderência). Um nível de estresse plantar persistentemente elevado pode resultar em inflamação subdérmica e, eventualmente, uma UPD (Najafiet *et al.*, 2020). A avaliação desse estresse do tecido plantar é atualmente baseada em placas de pressão ou palmilhas com sensores de pressão. A inovação tecnológica consiste nas palmilhas inteligentes, projetadas com sensores que monitoram remotamente a pressão plantar contínua e fornecem ao usuário um feedback baseado em alerta quando as pressões plantares são muito elevadas (Moulaci *et al.*, 2021). Os sistemas de monitoramento proativo e contínuo encontrados em um sistema de palmilha inteligente fornecem uma alternativa potencial para a redistribuição passiva da carga plantar alcançada por meio de

calçados personalizados. Uma palmilha que pode monitorar ativamente a pressão plantar e fornecer alertas quando essas pressões são muito elevadas pode reduzir o risco de ulceração do pé e auxiliar os pacientes a evitar as repercussões prejudiciais às quais as ulcerações geralmente ocasionam (Khandakar *et al.*, 2022).

CONCLUSÃO

Verificou-se que as principais tecnologias associadas à monitoração de UPDs estão relacionadas a dispositivos que fazem o monitoramento de temperatura e pressão plantar dos pés de indivíduos diabéticos, incluindo tapetes termométricos, meias sensorizadas e palmilhas inteligentes. O crescente desenvolvimento e uso da tecnologia em todos os aspectos da sociedade atual representam uma oportunidade para soluções criativas para prevenir ou gerenciar melhor os problemas do pé diabético. Em particular, os recentes avanços em tecnologias de saúde vestíveis e móveis parecem ser promissores na medição e modulação da pressão e inflamação nos pés para prolongar a remissão e melhorar a qualidade de vida desses pacientes mais complexos. Porém, é necessário que estudos mais robustos, incluindo ensaios clínicos randomizados, sejam realizados afim de conferir maior confiabilidade dos dados e segurança aos profissionais de saúde e pacientes diabéticos.

REFERÊNCIAS

- Abbott, C.A., Chatwin, K.E., Foden, P., Hasan, A.N., Sange, C., Rajbhandari, S.M., *et al.* (2019) Innovative intelligent insole system reduces diabetic foot ulcer recurrence at plantar sites: a prospective, randomised, proof-of-concept study. *Lancet Digit Health*. 1(6), pp. e308-e318.
- Armstrong, D.G., Boulton, A.J.M., Bus, S.A. (2017) Diabetic foot ulcers and their recurrence. *N Engl J Med*. 376, pp. 2367-2375.
- Barshes, N.R., Sigireddi, M., Wrobel, J.S., Mahankali, A., Robbins, J.M., Koungias, P., *et al.* (2013) The system of care for the diabetic foot: Objectives, outcomes, and opportunities. *Diabet. Foot Ankle*. 4, pp. 21847.
- Bus, S., Lavery, L., Monteiro-Soares, M., Rasmussen, A., Raspovic, A., Sacco, I.C.N., *et al.* (2019) IWGDF guideline on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes; 2019.
- Frykberg, R.G., Gordon, I.L., Reyzelman, A.M., Cazzell, S.M., Fitzgerald, R.H., Rothenberg, G.M., *et al.* (2017). Feasibility and Efficacy of a Smart Mat Technology to Predict Development of Diabetic Plantar Ulcers. *Diabetes Care*. 40(7), pp. 973-980.
- Golledge, J., Fernando, M., Lazzarini, P., Najafi, B., Armstrong, D. (2020) The Potential Role of Sensors, Wearables and Telehealth in the Remote Management of Diabetes-Related Foot Disease. *Sensors*. 20(16), pp. 4527.
- Khandakar, A., Mahmud, S., Chowdhury, M.E.H., Reaz, M.B.I., Kiranyaz, S., Mahbub, Z.B., *et al.* (2022) Design and Implementation of a Smart Insole System to Measure Plantar Pressure and Temperature. *Sensors (Basel)*. 22(19), pp. 7599.
- Lee, P.Y., Kong, P.W., Pua, Y.H. (2019) Reliability of peak foot pressures in patients with previous diabetic foot ulceration. *Gait Post*. 70, pp. 6-11.
- Lung, C.W., Wu, F.L., Liao, F., Pu, F., Fan, Y., Jan, Y.K. (2020) Emerging technologies for the prevention and management of diabetic foot ulcers. *J Tissue Viability*. 29(2), pp. 61-68.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M.; Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., *et al.* (2015) Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst. Rev*. 4(1), pp. 1-9.
- Najafi, B., Ron, E., Enriquez, A., Marin, I., Razjouvan, J., Armstrong, D.G. (2017a) Smarter sole survival: Will neuropathic patients at high risk for ulceration use a smart insole-based foot protection system? *J Diab Sci Technol*. 11(4), pp. 702-707.
- Najafi, B., Mohseni, H., Grewal, G.S., Talal, T.K., Menzies, R.A., Armstrong, D.G. (2017b) An optical-fiber-based smart textile (Smart Socks) to manage biomechanical risk factors associated with diabetic foot amputation. *J Diabetes Sci Technol*. 11(4), pp. 668-67713.

- Najafi, B., Reeves, N.D., Armstrong, D.G. (2020) Leveraging smart technologies to improve the management of diabetic foot ulcers and extend ulcer-free days in remission. *Diabetes Metab. Res. Rev.* 36(1), pp. e3239.
- Nascimento, J.W.A., Santos, R.S., Santos, T.M.R., Silva, A.L.B., Rodrigues, L.D.C., Silva, V.W., *et al.* (2021) Complications associated with intimate partner violence in pregnant women: a systematic review. *Int. J. Dev. Res.* 11(7), pp. 48924-48928.
- Nascimento, J.W.A., Silva, E.C.S., Ferreira Junior, M.L., Jesus, S.B. (2019) Construção e validação de um manual de detecção do pé diabético para Atenção Primária. *Enferm. Foco.* 10(6), pp. 85-91.
- Pati, D., Lorusso, L.N. (2018) How to Write a Systematic Review of the Literature. *HERD.* 11(1), pp. 15-30.
- Reyzelman, A.M., Koelewyn, K., Murphy, M., Shen, X., Yu, E., Pillai, R., *et al.* (2018) Continuous temperature-monitoring socks for home use in patients with diabetes: observational study. *J Med Int Res.* 20(12), pp. e12460.
- Rogers, L.C., Andros, G., Caporusso, J., Harkless, L.B., Mills, J.L., Armstrong, D.G. (2010) Toe and flow: Essential components and structure of the amputation prevention team. *J. Vasc. Surg.* 52(3), pp. 23S–27S.
- Schaper, N.C., van Netten, J.J., Apelqvist, J., Bus, S.A., Hinchliffe, R.J., Lipsky, B.A., *et al.* (2020) Practical Guidelines on the prevention and management of diabetic foot disease (IWGDF 2019 update). *Diabetes Metab Res Rev.* 36(1), pp. e3266.
- Stillwell, S., Fineout-Overholt, E., Melnyk, B.M. & Williamson, K.M. (2010) Evidence– based practice: step by step. *Am J Nurs.* 110(5), pp. 41-47.
- van Netten, J.J., Raspovic, A., Lavery, L.A., Monteiro-Soares, M., Rasmussen, A., Sacco, I.C.N., *et al.* (2020) Prevention of foot ulcers in the at-risk patient with diabetes: A systematic review. *Diabetes Metab. Res. Rev.* 36(1), pp. e3270.
- Wang, L., Jones, D., Chapman, G.J., Siddle, H.J., Russell, D.A., Alazmani, A., *et al.* (2019) A review of wearable sensor systems to monitor plantar loading in the assessment of diabetic foot ulcers. *IEEE Trans Biomed Eng PP.* 67(7).
- Zhang, Y., Lazzarini, P.A., McPhail, S.M., van Netten, J.J., Armstrong, D.G., Pacella, R.E. (2020) Global Disability Burdens of Diabetes-Related Lower-Extremity Complications in 1990 and 2016. *Diabetes Care.* 43, pp. 964–974.
