

A CONTRIBUIÇÃO DE FATORES MICROCLIMÁTICOS EM ÚLCERAS POR PRESSÃO: UMA REVISÃO

RESUMO

A úlcera por pressão (UP) ocorre na pele por pressão ou cisalhamento combinado, sendo uma doença evitável. Sua etiologia está relacionada à tolerância da pele com características individuais do organismo do paciente e fatores ambientais externos. O microclima epitelial é um fator externo composto por temperatura, umidade e fluxo de ar local. O microclima tem sido associado como fator de risco para UP. Este estudo tem como objetivo analisar a influência do microclima nas UP, contribuindo para estratégias práticas de prevenção. Foi realizada revisão de literatura nas bases de dados eletrônicas BIREME, Cochrane, LILACS, SciELO e PubMed utilizando os termos “microclima” e “úlceras de pressão”, no período de 2003 a 2019. Os artigos encontrados foram lidos e incluídos ou excluídos, e foram coletados dados sobre suas características. Foram encontrados 79 artigos e 17 foram selecionados para este artigo. Onze artigos estavam preocupados com sistemas de testes e correlação microclimática. Tais tecnologias incluem modelos matemáticos, colchões e tecidos com capacidade microclimática. No entanto, eles tinham uma pequena escala de participantes para teste. Conclui-se que o aumento da temperatura da pele, a elevada umidade local e a diminuição do fluxo aéreo estiveram relacionadas a fatores de risco para lesões. Os valores limites do microclima que contribuem para o desenvolvimento da UP permanecem desconhecidos.

Palavras-chave: Úlcera por pressão. Microclima. Anormalidades da pele. Fator de risco. Prevenção primária.

THE CONTRIBUTION OF MICROCLIMATIC FACTORS IN PRESSURE ULCERS: A REVIEW

ABSTRACT

Pressure ulcer (PU) occurs on the skin due to pressure or combined shear, being a preventable disease. Its etiology is related to skin tolerance with individual characteristics of the patient's organism and external environmental factors. The epithelial microclimate is an external factor composed of temperature, humidity, and local airflow. The microclimate has been associated as a PU risk factor. This study aims to analyze the influence of the microclimate on PU, contributing to practical prevention strategies. A literature review was carried out in BIREME, Cochrane, LILACS, SciELO and PubMed electronic databases using the terms “microclimate” and “pressure ulcers”, from 2003 to 2019. The articles found were read and either included or excluded, and data on their characteristics were collected. Seventy-nine articles were found, and 17 were selected for this paper. Eleven articles were concerned about systems for testing and microclimate correlation. Such technologies include

mathematical models, mattresses and fabrics with microclimatic capacity. However, they had a small scale of participants for testing. The conclusion is that the increase in skin temperature, high local humidity, and airflow decrease were related to injury risk factors. The microclimate boundary values that contribute to the development of PU remain unknown.

Key words: Pressure ulcer. Microclimate. Skin abnormalities. Risk factor. Primary prevention.

1. INTRODUÇÃO

A úlcera por pressão (UP) é definida como uma lesão subjacente na pele ou tecidos, geralmente localizada em uma proeminência óssea devido à pressão ou pressão com cisalhamento (EPUAP *et al.*, 2019).

Sua incidência e prevalência ainda são incertas. Nos hospitais, a prevalência varia de 0,3% a 46%, e a incidência, de 0,8% a 34% (HAHNEL *et al.*, 2017). O custo diário do tratamento da UP (de 1,71€ a 470,49€) é muito superior ao da prevenção em doentes com risco de desenvolvimento (de 2,65€ a 87,57€) (DEMARRÉ *et al.*, 2015). Como a UP é evitável, é um desafio aos profissionais de saúde minimizar o risco de seu surgimento e à administração hospitalar, reduzir os custos que poderiam ser evitados.

A etiologia da UP está relacionada a dois fatores: pressão e tolerância do tecido cutâneo. A força aplicada perpendicularmente à superfície define a pressão, e o tempo de sua aplicação no tecido é um agravante da lesão. Por outro lado, fatores intrínsecos e extrínsecos influenciam a tolerância do tecido cutâneo (BERGSTROM, 1987). O microclima (MC) é uma condição extrínseca que contribui para o desenvolvimento de lesões (CLARK *et al.*, 2010).

O MC pode ser definido como o clima presente em uma região local específica que difere do clima da região específica – o clima ambiental, envolvendo um conjunto composto por temperatura, umidade e fluxo de ar na área (EDSTRÖM *et al.*, 1948). A pele com MC inadequado tende a ter risco de UP aumentado (COLEMAN *et al.*, 2013), conforme diretrizes de prevenção de sociedades internacionais (EPUAP *et al.*, 2019).

O MC contribui para UPs surgirem devido à resposta causada quando o corpo perde sua interface com o meio ambiente e é substituído pela interface pele-superfície. Normalmente, o corpo produz uma certa quantidade de calor e umidade que flui consistentemente da pele para o meio ambiente (FRANKENFIELD *et al.*, 2005). Quando os pacientes se sentam ou se deitam sobre uma superfície de apoio, esse fluxo natural é interrompido pela presença do assento ou colchão. Conforme calor e umidade se acumulam na interface, a pele acaba aquecendo e umedecendo. Estudos demonstraram que a necessidade metabólica aumenta conforme aumenta o aquecimento da pele. Rapidamente, o tecido normal torna-se hipóxico sob determinada carga, tornando-o mais vulnerável à ruptura (KOKATE *et al.*, 1995). O aquecimento da pele

incita a sudorese local (HOSHOWSKY; SCHRAMM, 1994), aumentando assim o umedecimento e o atrito na região, diminuindo a resistência mecânica (PARK; BADDIEL, 1972).

Embora o MC seja aceito como um fator contribuinte para o desenvolvimento de UP, desconhecem-se os níveis ideais e a obtenção do MC ideal para a superfície da pele como forma de prevenção primária (EPUAP *et al.*, 2019). Não há consenso para precisar como o MC afeta as propriedades da pele e sua relação com as UPs (CLARK *et al.*, 2010).

Este estudo objetiva relatar a influência efetiva dos fatores microclimáticos nas UPs, contribuindo para a formulação de estratégias práticas para a prevenção primária dessas lesões.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão da literatura envolveu a consulta a bases de dados eletrônicas indexadas aceitas por entidades médicas (BIREME, Cochrane, LILACS, SciELO e PubMed). A busca considerou os períodos de janeiro de 2003 a dezembro de 2019, com os descritores “microclima” e “úlceras por pressão”, em português e inglês.

A seleção demandou leitura crítica dos resumos de cada artigo, restringindo-se à relação com o MC na UP. Foram excluídos estudos que discutiam (i) dispositivos médicos na formação de UP não correlacionados com fatores microclimáticos e (ii) curativos para feridas que não abordavam o MC. Após, as informações de cada artigo foram comparadas.

Os dados obtidos incluíram título, nome do autor, periódico, ano de publicação, tema e principais achados, que foram categorizados para demonstração das principais características.

3. RESULTADOS

Foram recuperados 79 artigos: 36 na PubMed, 34 na BIREME, 9 na Cochrane, 0 na LILACS e 0 na SciELO. Foram excluídas da análise 41 duplicatas. Dos 38 artigos restantes, 21 foram excluídos durante a seleção crítica dos resumos. A seleção teve 17 artigos da PubMed, com a seguinte qualidade: Qualis Capes A1 (64,7%), A2 (11,8%), A3 (11,8%) e B2 (11,8%); e Scopus Q1 (25%, Q2 (62,5%) e Q3 (12,5%). Outras métricas (máx./média/mín.) da seleção: fator de impacto (3,401/2,580/0), Scopus Journal Ranking (0,737/0,525/0) e índice-h (142/61/0). Somente um artigo selecionado está em publicação não qualificada (WILLIAMSON *et al.*, 2013).

O número de publicações/ano nas bases de dados cresceu de 2,5 entre 2003 e 2016 para 14,67 entre 2017 e 2019. A maioria são Pesquisas Clínicas (8 artigos, 47,05%), em comparação com Pesquisas Epidemiológicas, Básicas e Secundárias (3 artigos cada, 17,65%).

A leitura proporcionou observar duas perspectivas analíticas de estudos abordando o MC e seus diferentes subtemas. A Tabela 1 apresenta artigos de teste e avaliação de desenvolvimento de UP (64,7%) e a Tabela 2, de investigação de parâmetros de MC (35,3%).

Tabela 1 – Síntese de artigos sobre sistemas de teste e avaliação de desenvolvimento de UP

Subtema (Referência)	Principais achados
Modelo matemático para análise dos efeitos do MC na tolerância cutânea e aplicação têxtil (GEFEN, 2011)	Aumentaram o risco de UP: aumento da temperatura cutânea, do ambiente, umidade relativa e a pressão exercida sobre a pele; diminuição da permeabilidade de materiais em contato.
Roupas de cama e colchões em superfície com baixa perda de ar (WILLIAMSON <i>et al.</i> , 2013)	A dispersão de calor e a redução da umidade foram significativas nas combinações de 5/8 e 6/8 de linho, respectivamente. Inclusão de pastilhas plásticas prejudicou a dissipação térmica e evaporação.
Colcha para evitar o aumento do calor e umidade (COLLIER <i>et al.</i> , 2014)	Os participantes relataram benefício no uso do sistema. Houve rápida melhora nas condições cutâneas.
Tecido espaçado e algodão na resposta cutânea (SCHARIO <i>et al.</i> , 2017)	Os resultados do tecido espaçado foram melhores em relação ao algodão. Parece haver uma interação entre as propriedades da pele e dos tecidos, especialmente temperatura e umidade.
Colcha para circulação de ar entre pele e superfície adjacente (FORRIEZ <i>et al.</i> , 2017)	Diminuição rápida e sustentada (6% a 15%) da umidade da pele, exceto na região occipital; redução de 1% da temperatura cutânea no local das escápulas; relatos de que o dispositivo foi eficaz.
Tecido para prevenção de UP em pacientes de alto risco em UTIs (FREEMAN <i>et al.</i> , 2017)	O uso de camas especiais e técnicas padronizadas para prevenção de UP pode ajudar pacientes de alto risco em UTIs.
Modelo de elementos finitos para avaliar a temperatura média da pele como preditor de UP (ZEEVI <i>et al.</i> , 2018)	Aumento térmico tecidual elevou o risco de UP. Na região sacral, a temperatura média foi boa preditora para risco de UP. Aumento de 1°C implica risco 14x maior que aumento de pressão de 1 mmHg.
Comparação de MCs em assentos com ou sem cinto perfurado ou sólido (OLNEY <i>et al.</i> , 2018)	Após a transferência para fora, a temperatura máxima da superfície do assento com cinto sólido foi menor (-1,21 °C), sem diferença significativa entre temperatura e umidade relativa da interface.
Colchão para prevenção de UP em residentes de asilos (VAN LEEN <i>et al.</i> , 2018)	Não houve diferença significativa entre o sistema e a espuma viscoelástica com lençóis de algodão para desenvolver UP.
Colchão fluidizado com ar para detectar diminuição da hidratação da pele (DENZINGER <i>et al.</i> , 2020)	A hidratação do estrato córneo diminuiu no leito fluidizado em relação ao convencional. Alterações na hidratação no MC foram detectadas após curto período de incubação.
Colchões com capacidade microclimática e baixa perda hídrica transepidermica (DENZINGER <i>et al.</i> , 2019)	Perda hídrica prejudica a função de barreira cutânea. Colchões com sistemas de capacidade microclimática melhoram a função de barreira; logo, é importante escolher o colchão/cama hospitalar.

MC – microclima; UP – úlcera por pressão.

Fonte: Autores.

Tabela 2 – Síntese de artigos abordando parâmetros de MC no desenvolvimento de UP

Subtema (Referência)	Principais achados
MC na interação tecido-pele (ZHONG <i>et al.</i> , 2006)	Interações têxteis na pele podem causar sérios problemas. Há pouca comunicação entre pesquisadores da dermatologia e da indústria têxtil.
MC na prevenção de UP (DEALEY <i>et al.</i> , 2015)	As estratégias de prevenção de UP da maioria dos dispositivos médicos padrão não são eficazes nessa intenção. Curativos modernos são citados como uma possível estratégia preventiva adicional.
Preditores microclimáticos na UP (YUSUF <i>et al.</i> , 2015)	A diferença na temperatura cutânea parece ser um preditor do desenvolvimento de UP e alterações superficiais na pele.
Variação térmica como fator de risco para UP (YOSHIMURA <i>et al.</i> , 2015)	Variação térmica da pele para valor mais alto é fator de risco independente para UPs e tal alteração tem 1,44x mais chances de desenvolver a lesão durante a cirurgia usando a posição lateral oblíqua.
MC na prevenção de UP (KOTTNER <i>et al.</i> , 2018)	Extremos de temperaturas e umidade afetam negativamente o MC com maior risco de UP. A redução das deformações mecânicas é a principal característica de sucesso na prevenção de UP.
Resfriamento local para reduzir a hiperemia (TZEN <i>et al.</i> , 2019)	O resfriamento da região tem um efeito positivo para reduzir o estresse celular causado pela isquemia durante a sessão normal.

MC – microclima; UP – úlcera por pressão.

Fonte: Autores.

4. DISCUSSÃO

Embora a maioria dos estudos selecionados trate da construção de sistemas de teste e avaliação da influência do MC em UP, não é possível inferir seus valores numéricos limítrofes para prevenção adequada. Assim, os valores limites de temperatura, umidade e fluxo de ar local são desconhecidos, o que é plausível dado os poucos estudos sobre características microclimáticas durante a UP. Há poucas provas de que os valores limítrofes de cada componente do MC influenciem o desenvolvimento da UP (DEALEY *et al.*, 2015; YUSUF *et al.*, 2015; ZHONG *et al.*, 2006). Pode-se esperar que os valores limiares ideais estejam correlacionados à especificidade da população e às características da área da pele (KOTTNER *et al.*, 2018). Porém, as características do MC já foram listadas como fatores de risco para UP, como aumento da temperatura da pele, maior umidade local e diminuição do fluxo de ar (DENZINGER *et al.*, 2020; FREEMAN *et al.*, 2017; OLNEY *et al.*, 2018; YUSUF *et al.*, 2015).

Em relação à temperatura, alterações na superfície da pele serviram de sinais precoces na prevenção de UP pela diferença térmica local entre pacientes com e sem desfecho de UP (YUSUF *et al.*, 2015). Yoshimura *et al.* (2015) concluíram que uma mudança na temperatura da pele para um valor mais elevado seria um fator de risco independente para o desenvolvimento de UP durante a cirurgia na posição lateral oblíqua.

Zeevi *et al.* (2018) determinaram o comportamento biotérmico e biomecânico das nádegas de uma pessoa em decúbito dorsal

deitado em diferentes superfícies de suporte considerando mapas de temperatura, estresse e pontuação de danos a um modelo. À medida que aumentava a temperatura média do tecido epitelial, o risco de desenvolver UP aumentava exponencialmente. Cada aumento de 1 °C levou a um risco cerca de 14 vezes maior do que um aumento de pressão de 1 mmHg. Porém, há ressalvas uma vez que o modelo não considerou muitos voluntários com diferentes quantidades de partes moles, ósseas e gordurosas, nem variações quando há compressão e força de cisalhamento nas interações térmico-estruturais no organismo.

Todos os artigos consultados colaboram sobre a importância de novos dispositivos de prevenção de UP focando na diferença de temperatura ao invés de apenas aumentar a pressão local. Eles destacam uma vantagem significativa das superfícies de suporte controladas termicamente para avaliar danos epiteliais em pacientes com risco de desenvolver UP (YOSHIMURA *et al.*, 2015; YUSUF *et al.*, 2015; ZEEVI *et al.*, 2018). Este é um grande avanço nas medidas atualmente adotadas para prevenção de lesões por pressão em dispositivos de suporte e medidas manuais de alívio de pressão, como reposicionamento, uma vez que também poderiam minimizar a temperatura.

Tzen *et al.* (2019) observaram um efeito significativamente positivo da diminuição da temperatura na redução do estresse celular causado pela isquemia durante a posição sentada em um assento padrão. Esse fato patológico corrobora os resultados quantitativos de outros estudos sobre temperaturas cutâneas elevadas, indicando risco aumentado de UP, pois alteraria o MC local, diminuindo a integridade da pele e os

demais fatores. O número de voluntários com LM foi pequeno (N=23) e restrito a essa população, excluindo outras condições que demandam prevenção, como pessoas sem LM acamadas em hospitais ou instituições de longa permanência e situações de mobilidade reduzida. No entanto, são necessárias pesquisas adicionais em larga escala sobre o efeito do controle de temperatura na prevenção de UP para aplicar com segurança esta teoria aos dispositivos de prevenção e na prática diária.

Em relação à umidade da pele, valores extremos de umidade estão negativamente associados à saúde da pele (KOTTNER *et al.*, 2018), correlação que também se aplica à temperatura epitelial (YOSHIMURA *et al.*, 2015; YUSUF *et al.*, 2015; ZEEVI *et al.*, 2018). Denzinger *et al.* (2019) compararam diferentes colchões e descobriram que uma perda significativa de água transepidérmica (um aumento na umidade local) está relacionada a uma barreira cutânea prejudicada. Pode alterar a integridade da pele e facilitar o desenvolvimento da UP. Observaram que a terapia com ar fluidizado diminui a hidratação da pele e pode prevenir UPs associadas à umidade. Alterações na hidratação da pele puderam ser detectadas após um curto período de posicionamento do voluntário nos diferentes colchões antes do aparecimento do eritema (primeiro estágio da UP). Este é um achado importante para dispositivos que atuam na prevenção, pois poderiam ampliar seus esforços também para manter a hidratação adequada da pele e, conseqüentemente, minimizar as UPs.

Tais achados destacam a vantagem da utilização de superfícies de apoio com controle

de MC e a necessidade de melhor avaliação dos prováveis danos que um MC com traços não controlados pode causar em pacientes com risco de desenvolver UP.

Onze sistemas de testes e correlação microclimática foram analisados, devido a seu potencial em fornecer informações quantitativas sobre os limites de influência do MC. Essas novas tecnologias incluíam modelos matemáticos (GEFEN, 2011; ZEEVI *et al.*, 2018), colchões e tecidos com capacidade microclimática (COLLIER *et al.*, 2014; DENZINGER *et al.*, 2020; DENZINGER *et al.*, 2019; FORRIEZ *et al.*, 2017; FREEMAN *et al.*, 2017; OLNEY *et al.*, 2018; SCHARIO *et al.*, 2017; VAN LEEN *et al.*, 2018; WILLIAMSON *et al.*, 2013).

Um dos modelos matemáticos propostos por Gefen (2011) identificou fatores que diminuem a tolerância da pele que potencializam UPs superficiais, como aumento da temperatura da pele e do ambiente, da umidade, da pressão de contato da interface superfície-suporte da pele e diminuição da permeabilidade dos materiais em contato com o tecido epitelial. Já o modelo de Zeevi *et al.* (2018) permitiu concluir que o risco de UP aumentou exponencialmente à medida que a temperatura média da pele aumentou, e que a temperatura média da pele na região sacral prediz aumento do risco de UP. Enquanto o primeiro considerou apenas um estágio da UP, o segundo não se limitou aos estágios da lesão. Porém, este último tem limitações quanto à interação da temperatura da pele no mundo real. Embora não seja possível extrapolar para toda a população devido à falta de testes com muitos participantes, esses modelos podem auxiliar na definição de

parâmetros microclimáticos para desenvolver um sistema de prevenção de UP mais adequado.

Estudos envolvendo colchões microclimáticos investigaram os seguintes aspectos: 2 envolveram o fator umidade para controle adequado (DENZINGER *et al.*, 2020; DENZINGER *et al.*, 2019), 1 avaliou temperatura, umidade e fluxo de ar em conjunto (VAN LEEN *et al.*, 2018), 1 testou temperatura e umidade em conjunto (COLLIER *et al.*, 2014) e 1 analisou o fluxo de ar (FORRIEZ *et al.*, 2017).

Dois colchões tiveram resultados significativos, incluindo aqueles que abordaram a umidade (DENZINGER *et al.*, 2019) e o conjunto de temperatura e umidade (COLLIER *et al.*, 2014). Este dado possivelmente se deve à pequena escala de testes e às limitações de projeto ainda em sua fase inicial. Embora desenvolvidos para determinados fatores, alguns artigos descreveram alterações em outras condições microclimáticas não objetivas (COLLIER *et al.*, 2014; DENZINGER *et al.*, 2020; FORRIEZ *et al.*, 2017). O sistema temperatura-umidade de Collier *et al.* (2014) é composto de três camadas: (i) tecido permeável ao vapor, impermeável e revestida com tratamento antimicrobiano, (ii) espuma que permite a passagem do vapor e (iii) uma camada impermeável a ele. Um dispositivo de fluxo de ar negativo se conecta à camada intermediária para puxar a espuma. Para três pacientes com UP, houve diminuição do eritema ao longo das semanas. Denzinger *et al.* (2019) avaliaram a umidade do MC na pele de 25 sujeitos em colchão (i) convencional e (ii) com gerenciamento de MC. Embora não tenha havido diferença no eritema entre os casos, a hidratação

do estrato córneo diminuiu sem o colchão fluidizado com ar em comparação ao colchão convencional. Isso sugere uma compreensão parcial sobre a influência de cada fator sobre o MC e a relação entre fatores ainda parcialmente desconhecidos, como temperatura-umidade, temperatura-fluxo de ar e umidade-fluxo de ar.

Em estudos que testaram têxteis com propriedades microclimáticas (FREEMAN *et al.*, 2017; OLNEY *et al.*, 2018; SCHARIO *et al.*, 2017; WILLIAMSON *et al.*, 2013), houve interação entre a interface pele-tecido. Esse achado indicou a importância das características têxteis na prevenção de UP. Essas características podem ser a permeabilidade ao vapor para evitar o acúmulo de umidade e a consequente perda da integridade da pele, a dissipação de calor para não afetar a integridade epitelial e o alto coeficiente de atrito para evitar o cisalhamento com o paciente e as consequentes dobras de tecidos moles com fluxo sanguíneo prejudicado. Não se pode inferir conclusões mais significativas nesta área uma vez que todos os artigos revistos se basearam em testes com tecidos únicos sem explicar a exclusividade têxtil de cada um, limitando potenciais deduções.

Os dispositivos de superfície para prevenção de UP podem ajudar a identificar o MC ideal e os danos precoces à pele relacionados à pressão e à tolerância tecidual antes do aparecimento das manifestações clínicas (eritema). Porém, a qualidade dos estudos com colchões e tecidos microclimáticos até o momento impede a recomendação do uso desses dispositivos, pois testaram poucos participantes e o desenho da fase inicial não corresponde a um produto que possa ser disponibilizado em larga

escala com comprovada segurança e eficácia. Assim, justificam-se mais pesquisas nesta área.

Tecnologias que possam identificar os danos cutâneos causados por um MC inadequado têm implicações significativas para a prática clínica e para a prevenção primária, uma vez que as UPs são evitáveis. É necessário um trabalho em grande escala para avaliar melhor a eficácia e a viabilidade destes sistemas revistos no contexto das medidas preventivas, da qualidade de vida dos pacientes, da diminuição da incidência e da prevalência e, conseqüentemente, da redução dos custos de saúde. Mais estudos são necessários para quantificar os valores mínimos e máximos de um MC ideal para prevenção de UP, interferindo na aplicabilidade e interpretação de novos sistemas e tecnologias já utilizados.

A mudança de temperatura, umidade e fluxo de ar local são essenciais para compreender a influência do MC nas UPs. Se estes fatores forem aumentados ou diminuídos para além do que é apropriado para um paciente, isto aumentará a demanda metabólica. No caso de pessoas cuja pele e perfusão estejam comprometidas como acamadas, com LM ou baixa mobilidade, essa aparente e pequena variação pode aumentar as chances de isquemia e danos aos tecidos mesmo que a pressão local não seja tão alta e prejudicial.

Desta forma, conhecer os valores limítrofes do MC pode contribuir posteriormente para o desenvolvimento de sistemas de prevenção e tratamento, bem como para a melhoria dos existentes, vestuário de segurança para as necessidades do paciente e suportes que otimizem os fatores microclimáticos.

O principal ponto forte deste estudo é a revisão que combina os três componentes do MC (temperatura, umidade e fluxo de ar local) no desenvolvimento de UP. Pesquisamos em cinco grandes bases de dados e em um período de 17 anos, o que facilita e instiga novas pesquisas e desenvolvimento de dispositivos de prevenção de UP focados não apenas na redução de pressão, mas também no controle de um delta de temperatura, umidade e fluxo de ar local. No entanto, este trabalho tem a limitação de que outros estudos compatíveis com o objetivo proposto não foram recuperados por persistirem em outras bases de dados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresenta diferentes sistemas propostos para encontrar a real contribuição dos fatores microclimáticos nas úlceras por pressão. As evidências encontradas em nossa revisão apoiam algumas opções de sistema em futuros desenvolvimentos práticos para fins de prevenção primária, como aqueles em que um dos fatores microclimáticos é monitorado (temperatura, umidade e fluxo de ar local) juntamente com a diminuição da pressão.

Embora o microclima ideal ainda seja desconhecido, é possível reconhecer que os extremos de temperatura, umidade e fluxo de ar influenciam negativamente a saúde do tecido epitelial. Tais dados podem contribuir para que as superfícies de prevenção de úlceras por pressão também abordem características microclimáticas adequadas para uma população específica, além de diminuir a pressão local.

Assim, enfatiza-se a importância do conhecimento científico para impulsionar novas pesquisas e avanços na prevenção, ampliar a compreensão do microclima ideal, realizar medidas mais adequadas e concretas para a prevenção primária do desenvolvimento de UP e proporcionar melhor qualidade de vida aos propensos pacientes.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro recebido.

REFERÊNCIAS

- BERGSTROM, N. The Braden Scale for predicting pressure sore risk. **Nursing Research**, v. 36, n. 4, p. 205-210, 1987.
- CLARK, M.; ROMANELLI, M.; REGER, S.I.; RANGANATHAN, V.K. *et al.* Microclimate in context. In: MACGREGOR, L. (Ed.). *International Review. Pressure ulcer prevention: pressure, shear, friction and microclimate in context. A consensus document*: Wounds International, 2010. v. 19, p. 25.
- COLEMAN, S.; GORECKI, C.; NELSON, E.A.; CLOSS, S.J. *et al.* Patient risk factors for pressure ulcer development: systematic review. **International Journal of Nursing Studies**, v. 50, n. 7, p. 974-1003, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2012.11.019>
- COLLIER, M.; POTTS, C.; SHAW, E. Use of a coverlet system for the management of skin microclimate. **British Journal of Nursing**, v. 23, n. Sup15, p. S28-S35, 2014. <https://doi.org/10.12968/bjon.2014.23.Sup15.s28>
- DEALEY, C.; BRINDLE, C.T.; BLACK, J.; ALVES, P. *et al.* Challenges in pressure ulcer prevention. **International Wound Journal**, v. 12, n. 3, p. 309-312, 2015. <https://doi.org/10.1111/iwj.12107>
- DEMARRÉ, L.; VAN LANCKER, A.; VAN HECKE, A.; VERHAEGHE, S. *et al.* The cost of prevention and treatment of pressure ulcers: A systematic review. **International Journal of Nursing Studies**, v. 52, n. 11, p. 1754-1774, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2015.06.006>
- DENZINGER, M.; KRAUSS, S.; HELD, M.; JOSS, L. *et al.* A quantitative study of hydration level of the skin surface and erythema on conventional and microclimate management capable mattresses and hospital beds. **Journal of Tissue Viability**, v. 29, n. 1, p. 2-6, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2019.12.001>
- DENZINGER, M.; ROTHENBERGER, J.; HELD, M.; JOSS, L. *et al.* A quantitative study of transepidermal water loss (TEWL) on conventional and microclimate management capable mattresses and hospital beds. **Journal of Tissue Viability**, v. 28, n. 4, p. 194-199, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2019.06.002>
- EDSTRÖM, G.; LUNDIN, G.; WRAMNER, T. Investigations into the effect of hot, dry microclimate on peripheral circulation, etc., in arthritic patients. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 7, n. 2, p. 76, 1948. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1011622/>.
- EPUAP; NPIAP; PPIA. Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: Quick reference guide. 2019. Disponível em: <https://www.epuap.org/wp-content/uploads/2016/10/quick-reference-guide-digital-npuap-epuap-pppia-jan2016.pdf>.
- FORRIEZ, O.; MASSELINE, J.; COADIC, D.; DAVID, V. *et al.* Efficacy and safety of a new coverlet device on skin microclimate management: a pilot study in critical care patients. **Journal of Wound Care**, v. 26, n. 2, p. 51-57, 2017. <https://doi.org/10.12968/jowc.2017.26.2.51>
- FRANKENFIELD, D.; ROTH-YOUSEY, L.; COMPHER, C.; GROUP, E.A.W. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. **Journal of the American Dietetic association**, v. 105, n. 5, p. 775-789, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.005>
- FREEMAN, R.; SMITH, A.; DICKINSON, S.; TSCHANNEN, D. *et al.* Specialty linens and pressure injuries in high-risk patients in the intensive care unit. **American Journal of Critical Care**, v. 26, n. 6, p. 474-481, 2017. <https://doi.org/10.4037/ajcc2017530>
- GEFEN, A. How do microclimate factors affect the risk for superficial pressure ulcers: A mathematical modeling study. **Journal of Tissue Viability**, v. 20, n. 3, p. 81-88, 2011. <http://doi.org/10.1016/j.jtv.2010.10.002>

HAHNEL, E.; LICHTERFELD, A.; BLUME-PEYTAU, U.; KOTTNER, J. The epidemiology of skin conditions in the aged: a systematic review. **Journal of Tissue Viability**, v. 26, n. 1, p. 20-28, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2016.04.001>

HOSHOWSKY, V.M.; SCHRAMM, C.A. Intraoperative pressure sore prevention: an analysis of bedding materials. **Research in Nursing & Health**, v. 17, n. 5, p. 333-339, 1994. <https://doi.org/10.1002/nur.4770170504>

KOKATE, J.Y.; LELAND, K.J.; HELD, A.M.; HANSEN, G.L. *et al.* Temperature-modulated pressure ulcers: a porcine model. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 76, n. 7, p. 666-673, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(95\)80637-7](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(95)80637-7)

KOTTNER, J.; BLACK, J.; CALL, E.; GEFEN, A. *et al.* Microclimate: a critical review in the context of pressure ulcer prevention. **Clinical Biomechanics**, v. 59, p. 62-70, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.09.010>

OLNEY, C.M.; SIMONE, A.; HANOWSKI, K.; RECTOR, T.S. *et al.* Microclimate evaluation of strap-based wheelchair seating systems for persons with spinal cord injury: A pilot study. **Journal of Tissue Viability**, v. 27, n. 3, p. 181-187, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2018.06.001>

PARK, A.C.; BADDIEL, C.B. Rheology of stratum corneum-I: A molecular interpretation of the stress-strain curve. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 23, p. 3-12, 1972. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=73cab4a781f04abe85b817a14f1ff27e2a45294>.

SCHARIO, M.; TOMOVA-SIMITCHIEVA, T.; LICHTERFELD, A.; HERFERT, H. *et al.* Effects of two different fabrics on skin barrier function under real pressure conditions. **Journal of Tissue Viability**, v. 26, n. 2, p. 150-155, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2016.10.003>

TZEN, Y.-T.; BRIENZA, D.M.; KARG, P.E. Implementing local cooling to increase skin tolerance to ischemia during normal seating in people with spinal cord injury. **Journal of Tissue Viability**, v. 28, n. 4, p. 173-178, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2019.09.006>

VAN LEEN, M.; HALFENS, R.; SCHOLS, J. Preventive effect of a microclimate-regulating system on pressure ulcer development: a prospective, randomized controlled trial in Dutch nursing homes. **Advances in Skin & Wound Care**, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2018.

<https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000527288.35840.0a>

WILLIAMSON, R.; LACHENBRUCH, C.; VANGILDER, C. A laboratory study examining the impact of linen use on low-air-loss support surface heat and water vapor transmission rates. **Ostomy Wound Management**, v. 59, n. 8, p. 32-41, 2013. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/23934376>.

YOSHIMURA, M.; NAKAGAMI, G.; IIZAKA, S.; YOSHIDA, M. *et al.* Microclimate is an independent risk factor for the development of intraoperatively acquired pressure ulcers in the park-bench position: a prospective observational study. **Wound Repair and Regeneration**, v. 23, n. 6, p. 939-947, 2015. <https://doi.org/10.1111/wrr.12340>

YUSUF, S.; OKUWA, M.; SHIGETA, Y.; DAI, M. *et al.* Microclimate and development of pressure ulcers and superficial skin changes. **International Wound Journal**, v. 12, n. 1, p. 40-46, 2015. <https://doi.org/10.1111/iwj.12048>

ZEEVI, T.; LEVY, A.; BRAUNER, N.; GEFEN, A. Effects of ambient conditions on the risk of pressure injuries in bedridden patients—multi-physics modelling of microclimate. **International Wound Journal**, v. 15, n. 3, p. 402-416, 2018. <https://doi.org/10.1111/iwj.12877>

ZHONG, W.; XING, M.M.Q.; PAN, N.; MAIBACH, H.I. Textiles and human skin, microclimate, cutaneous reactions: an overview. **Cutaneous and Ocular Toxicology**, v. 25, n. 1, p. 23-39, 2006. <https://doi.org/10.1080/15569520500536600>

Amanda Wilceki

Médica, pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Residente médica em Pediatria pelo Hospital Pequeno Príncipe (HPP).

Guilherme Nunes Nogueira Neto

Doutor em Engenharia Elétrica, área de Engenharia Biomédica, pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor Adjunto da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), em Curitiba, Paraná.

Percy Nohama

Doutor em Engenharia Elétrica, área de Engenharia Biomédica, pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

(PUCPR), em Curitiba, Paraná.
