

Artigo Original

## Microclima da pele em calcâneos: ensaio clínico randomizado autocontrolado\*

*Skin microclimate on heels: a within-person randomized clinical trial*  
*Microclima de la piel de los talones: ensayo clínico aleatorizado y autocontrolado*

Rhea Silvia de Avila Soares<sup>I</sup> , Suzinara Beatriz Soares de Lima<sup>I</sup> ,  
Paulo Jorge Pereira Alves<sup>II</sup> , Thaís Dresch Eberhardt<sup>III</sup> ,  
Lidiana Batista Teixeira Dutra Silveira<sup>I</sup> ,  
Karla Priscilla Paulino dos Santos<sup>I</sup> 

<sup>I</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

<sup>II</sup> Universidade Católica Portuguesa (UCP), Lisboa, Portugal

<sup>III</sup> Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil

\* Extraído da tese "Eficácia da espuma multicamada de poliuretano com silicone comparada ao filme transparente de poliuretano na prevenção de lesão por pressão: ensaio clínico randomizado (Pressure Ulcer Prevention Trial - PUPT)", Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal de Santa Maria (UFMS, RS), 2019

### Resumo

**Objetivo:** avaliar o microclima da pele em calcâneos de pacientes hospitalizados em unidade de tratamento intensivo, usando espuma multicamadas de poliuretano com silicone comparada ao filme transparente de poliuretano. **Método:** ensaio clínico paralelo randomizado autocontrolado de superioridade. Cada paciente recebeu a intervenção experimental (espuma multicamadas de poliuretano com silicone) e a intervenção controle (filme transparente de poliuretano), totalizando 184 sítios cutâneos (92 pacientes). O estudo foi desenvolvido em um hospital universitário do interior do estado do Rio Grande do Sul, no período de julho de 2017 a março de 2018. **Resultados:** não se identificou diferença estatisticamente significativa quanto à temperatura da pele dos calcâneos que desenvolveram lesão por pressão (LP), bem como dos calcâneos em uso do filme transparente de poliuretano entre a avaliação inicial e final. **Conclusão:** o microclima da pele sofre alterações em seus valores quando em uso de coberturas para prevenção de LP.

**Descritores:** Úlcera por Pressão; Microclima; Pele; Bandagens; Ensaio Clínico

### Abstract

**Objective:** To evaluate the skin microclimate on the heels of patients hospitalized in an intensive care unit, using multi-layer polyurethane foam with silicone compared to transparent polyurethane film. **Method:** a within-person, parallel, randomized, clinical trial of superiority. Each patient received the experimental intervention (multi-layer polyurethane foam dressing with soft silicone) and the control intervention (transparent polyurethane film dressing), totaling

184 cutaneous sites (92 patients). The study was conducted in a university hospital in Santa Maria, Rio Grande do Sul State, from July 2017 to March 2018. **Results:** No statistically significant difference was identified regarding the temperature of the skin of the heels that developed pressure injuries (PIs), as well as of the heels using transparent polyurethane film between the initial and final assessment. **Conclusion:** The skin microclimate undergoes changes in its values when using dressings for PI prevention.

**Descriptors:** Pressure Ulcer; Microclimate; Skin; Bandages; Clinical Trial

## Resumen

---

**Objetivo:** evaluar el microclima de la piel de los talones de pacientes hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos, utilizando espuma de poliuretano multicapa con silicona en comparación con película de poliuretano transparente. **Método:** ensayo clínico paralelo, aleatorizado y autocontrolado de superioridad. Cada paciente recibió la intervención experimental (espuma de poliuretano multicapa con silicona) y la intervención de control (película de poliuretano transparente), totalizando 184 sitios de piel (92 pacientes). El estudio se realizó en un hospital universitario del interior del estado de Rio Grande do Sul, de julio de 2017 a marzo de 2018. **Resultados:** no se identificó diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la temperatura de la piel de los talones que desarrollaron lesiones por presión (LP), así como los tacones utilizando película de poliuretano transparente entre la evaluación inicial y final. **Conclusión:** el microclima de la piel sufre cambios en sus valores cuando se utilizan fundas para prevenir la IP.

**Descriptores:** Úlcera por Presión; Microclima; Piel; Vendajes; Ensayo Clínico

## Introdução

As lesões por pressão (LP) são um dano localizado na pele e/ou no tecido mole subjacente, causadas pela pressão prolongada e/ou intensa em associação com o cisalhamento<sup>1</sup> consideradas um problema de saúde pública com altos custos para o sistema de saúde.<sup>2</sup> A identificação da presença de LP é realizada por meio de avaliação da pele. No entanto, essas alterações dependem de manifestações em sua superfície, como a presença de eritema não branqueável. Assim, é preocupante quando os danos emergem das camadas mais profundas – lesão por pressão tissular profunda, pois quando se tornam evidentes pode ser mais difícil de evitar a lesão.<sup>3</sup>

O avanço do conhecimento sobre LP e sua etiologia tem sido notável, e o microclima da pele emergiu como um fator de destaque nesse contexto. Em 1970, pesquisadores mencionaram pela primeira vez o conceito de microclima da pele,<sup>4</sup> que atualmente é compreendido como um componente crucial na prevenção de LP.<sup>5</sup> O microclima da pele influencia a tolerância dos tecidos moles à pressão e ao cisalhamento, desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento dessas lesões.<sup>6</sup>

O termo “Microclima” refere-se à temperatura e umidade da pele e as condições de umidade na interface pele-superfície.<sup>6</sup> Também, pode ser definido como o clima em uma determinada região que difere da região circundante – ambiente, este conceito está presente em disciplinas científicas, como botânica, zoologia, arquitetura e aeronáutica. No contexto da prevenção de LP, o microclima próximo a superfície da pele é de particular relevância,<sup>5</sup> alterações nas suas características potencializam o risco de desenvolvimento de LP.<sup>7</sup> A temperatura e a umidade afetam a estrutura e função da pele,<sup>5</sup> assim a manutenção do microclima equilibrado é um componente importante da capacidade da pele e tecido mole subjacente para suportar o estresse prolongado provocado pela pressão.<sup>7</sup>

A pele dos calcâneos é relatada na literatura como uma das áreas mais acometidas pelas Lp,<sup>5,8</sup> são frequentemente graves e difíceis de curar e ainda podem apresentar diversas complicações. As principais causas são fatores como pressão, cisalhamento e fricção. Também a vulnerabilidade do calcanhar a danos por pressão é aumentada pela imobilidade, estado da pele do paciente, presença de LP anteriores e/ou tecido cicatricial e perfusão tecidual abaixo do ideal.<sup>8</sup>

É importante destacar que existe uma escassez de evidências de alta qualidade para identificar fatores de risco associados ao desenvolvimento de LP no calcanhar. Imobilidade, diabetes, doença vascular, nutrição prejudicada, problemas de perfusão, ventilação mecânica, cirurgia e subescalas de Braden foram identificados como fatores de risco potenciais para o desenvolvimento de LP no calcanhar.<sup>9</sup>

Nesta perspectiva, métodos alternativos precisam ser colocados em prática para avaliar os pacientes em risco de desenvolver LP. Portanto, considera-se a análise do microclima uma importante estratégia na avaliação precoce destas lesões, uma vez que a pele se adapta a diferentes condições de temperatura e umidade e variações extremas nestas medidas afetam negativamente a proteção da pele. Os parâmetros específicos do microclima ideal e possíveis limiares superior e inferior ainda são desconhecidos, representando uma lacuna no conhecimento científico produzido.<sup>5</sup>

A introdução de coberturas para prevenção de LP tem níveis de evidência elevados,<sup>1</sup> contudo, sabe-se que as mesmas influenciam o microclima da pele (temperatura e umidade),<sup>5</sup> sendo necessários estudos para determinar de que forma

estas duas variáveis influenciam positiva ou negativamente o risco de desenvolvimento de LP. Uma vez que os curativos profiláticos são adições relativamente novas as ações de prevenção, algumas questões fundamentais sobre seu efeito, particularmente do ponto de vista do microclima, permanecem sem resposta.<sup>10</sup>

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o microclima da pele em calcânêos de pacientes hospitalizados em unidade de tratamento intensivo, usando espuma multicamadas de poliuretano com silicone comparada ao filme transparente de poliuretano.

## **Método**

Ensaio clínico aberto paralelo randomizado e autocontrolado de superioridade com taxa de alocação 1/1,<sup>11</sup> norteado pela ferramenta CONSORT, realizado na unidade de tratamento intensivo (UTI) de um Hospital Universitário do interior do Rio Grande do Sul/Brasil, de julho de 2017 a março de 2018. A abordagem autocontrolada empregada neste estudo, permite eliminar a interferência de fatores variáveis entre indivíduos, ao avaliar locais simétricos do corpo. O objetivo é comparar a eficácia ou resultados entre os locais avaliados. Essa metodologia proporciona uma avaliação mais precisa das intervenções, minimizando as influências individuais e destacando os efeitos específicos das variáveis de interesse.<sup>11</sup>

A população do estudo foi composta por pacientes internados na UTI. Foram incluídos no estudo: pacientes com idade maior ou igual a 18 anos, com risco alto (escore de 10 a 12) ou muito alto (escores iguais ou menores que 9) de desenvolver LP a partir da escala de Braden e com o par de calcânêos sem LP no momento da primeira avaliação. Foram excluídos: pacientes com amputação de um dos membros inferiores, sem possibilidade de acesso aos calcânêos (tala gessada, ferimento), sem responsável legal para consentir a participação do familiar nas primeiras 24 horas de internação. Os pacientes que atenderam aos critérios de elegibilidade formaram um único grupo que recebeu as duas intervenções, uma em cada calcânêo.

Para o cálculo amostral foi utilizado o programa Epi Info™ versão 7.2, considerado um poder estatístico de 80%, um nível de significância de 95% ( $\alpha < 0,05$ ), tamanho populacional de 227 pacientes (número de pacientes internados na UTI no ano de 2015), frequência esperada de lesão por pressão de 40%<sup>12</sup> e margem de erro de 5

pontos percentuais, totalizando 141 indivíduos. A este valor, foi acrescentado 30% para possíveis perdas, totalizando 183 indivíduos.

Desta forma, a amostra final foi constituída por 184 sítios cutâneos, pois como foram avaliados e randomizados os calcâneos a amostra foi dividida por dois, ou seja, foram incluídos 92 pacientes que totalizaram 184 sítios cutâneos, sendo 92 calcâneos alocados para o grupo intervenção e 92 para o grupo controle.

Utilizou-se como ferramenta para coleta de dados o manual do coletador, sendo que o treinamento da equipe teve início com a capacitação sobre os procedimentos operacionais padrão (POPs) que se fizeram necessários para a entrada no campo de pesquisa. Após a equipe foi treinada para seleção dos participantes da pesquisa, aplicação da escala de Braden, abordagem do familiar para obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, randomização, alocação e preenchimento do formulário eletrônico de coleta de dados, elaborado no programa Epi Info™ versão 7.2. A equipe também foi capacitada para o uso dos dispositivos utilizados para coleta das variáveis do microclima: termógrafo infravermelho, analisador de pele por bioimpedância elétrica e termohigrômetro, além da utilização das intervenções.

Realizam-se visitas diárias à UTI para recrutamento dos pacientes elegíveis nas primeiras 24 horas de internação. Todos os pacientes da pesquisa encontravam-se sedados, o convite foi realizado ao familiar ou cuidador legal, na própria unidade, após o horário de visita.

Por meio do site: <http://stattrek.com/statistics/random-number-generator.aspx> foi gerada uma sequência de números, com o número mínimo de um e o máximo de dois. Posteriormente, se realizou o sigilo da alocação (*allocation concealment*) para que os pesquisadores responsáveis pelo recrutamento não tivessem conhecimento dos grupos aos quais os participantes poderiam ser alocados. Assim, para a randomização, os números foram colocados dentro de envelopes opacos e lacrados, ordenados por fora de um a 92.

Os grupos formados foram: grupo intervenção (EMPS) e grupo controle (FTP). O número um foi considerado grupo intervenção (GI) e o número dois, grupo controle (GC). A randomização foi realizada sempre para o calcâneo direito. Se houvesse o número 1 dentro do envelope, o calcâneo direito participaria do GI. Se fosse o número 2, o calcâneo direito participaria do GC. Assim, o calcâneo esquerdo, automaticamente, fez

parte do grupo inverso. O envelope foi aberto por um membro da equipe de enfermagem da UTI.

A EMPS foi mantida por no máximo cinco dias, conforme recomendação do fabricante, após este período foi substituída, ou sempre que necessário. A EMPS foi retirada do calcâneo para mensuração das variáveis e, após, recolocada, uma vez que a tecnologia do produto permite sua reutilização para mais de uma aplicação. O FTP permite uma única aplicação, com troca foi diária devido a necessidade de avaliar o microclima da pele, mas os motivos foram registrados, uma vez que também foram identificadas outras razões para não manter o filme.

Destaca-se que as variáveis do microclima da pele foram coletadas no dia 1 (*baseline*) sem o uso de coberturas, após foi realizada aplicação das coberturas nos calcânêos, para isso a pele foi previamente preparada por meio de limpeza com solução fisiológica 0,9% e seca em seguida, para receber as coberturas. Todos os pacientes incluídos no estudo receberam as medidas de prevenção do protocolo do hospital: colchão pneumático, avaliação diária do risco de desenvolver LP por meio da escala de Braden, alternância de decúbito a cada 2 horas, uso de hidratante na pele e manutenção da pele seca.

O período de seguimento (*follow-up*) foi no máximo de 15 dias. Os pacientes foram acompanhados desde o momento da inclusão, até o surgimento de LP (*endpoint*) ou por critérios de descontinuidade: alta hospitalar, alta para unidade, óbito, estar sem a cobertura no momento da avaliação, Braden > 12 em 24 horas. Ressalta-se que a presença de LP foi identificada e classificada de acordo com as diretrizes internacionais.<sup>6</sup>

A variável temperatura da pele foi mensurada por meio de um termômetro digital infravermelho (62 MAX, *Fluke Corporation, Everett, Washington, Estados Unidos*). A distância do termômetro da pele foi de 7cm, de acordo com estudo semelhante realizado na Indonésia.<sup>13</sup> A variável umidade da pele foi mensurada por meio de bioimpedância elétrica (*Skin Analyser SKN1501, Skin Up Beauty Devices*). Ambas as mensurações foram realizadas no centro dos calcânêos e do dorso dos pés (região de controle das variáveis).

A escolha pelo dorso do pé justifica-se com estudo realizado com o objetivo de avaliar a temperatura da pele de pacientes voluntários em 25 áreas corporais diferentes, comparando o lado direito com o esquerdo, faixas etárias e sexo. A partir deste estudo

foi possível identificar que o dorso do pé é a área corporal com temperatura mais próxima à temperatura do calcâneo.<sup>14</sup>

As variáveis temperatura e umidade do ambiente foram mensuradas por meio de um termohigrômetro (modelo 7663.02.0.00, Cotronic Technology Ltd, China). As condições de temperatura e umidade do ambiente foram controladas e eram estáveis nos momentos de aferição. Todos os dispositivos foram calibrados antes do início da coleta de dados.

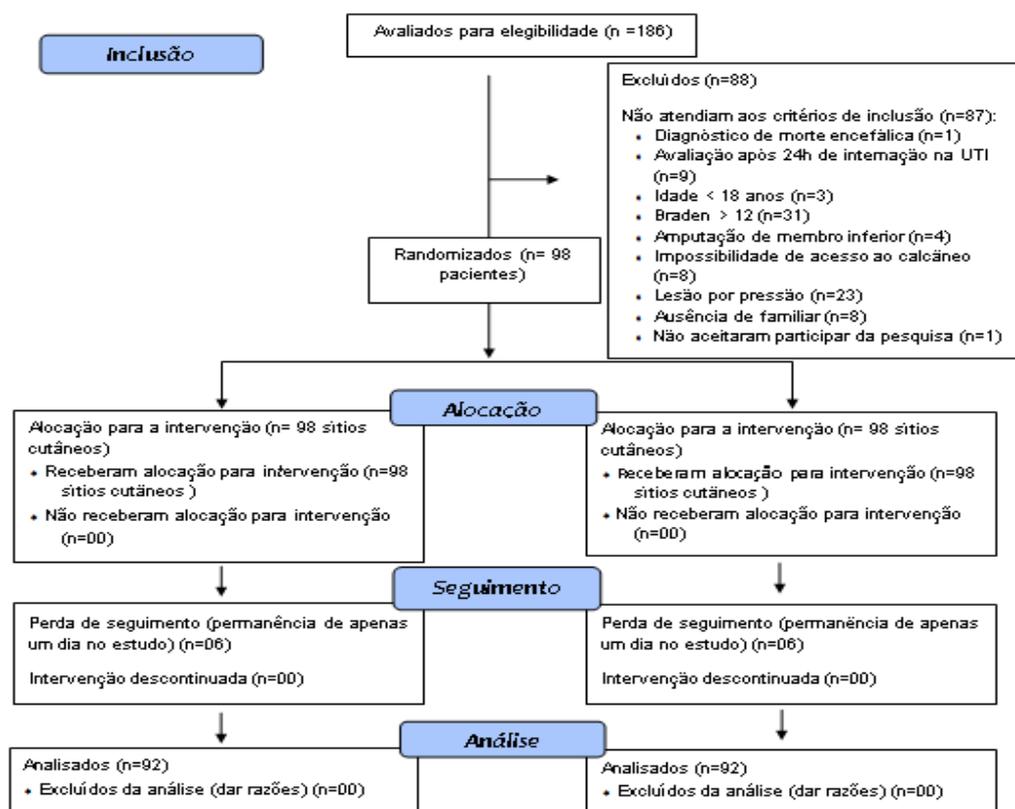
Foi realizada análise descritiva das variáveis qualitativas por meio de frequência absoluta (n) e relativa (%); e as variáveis quantitativas por meio de medidas de tendência central (média ou mediana) e de dispersão (desvio padrão – DP ou intervalo interquartil – IQ), teste de Shapiro-Wilk, a fim de avaliar a normalidade dos dados das variáveis quantitativas. Para as variáveis entre os grupos *baseline* (primeira mensuração, sem uso das coberturas) e *end* (última mensuração), foi realizado teste de Wilcoxon (dados pareados, ausência de normalidade).

Para analisar as variáveis de desfecho entre os grupos com desenvolvimento de LP e sem desenvolvimento de LP, realizou-se teste t de Student (dados com distribuição normal) ou teste U de Mann-Whitney (ausência de normalidade). Para analisar a correlação entre as variáveis quantitativas, utilizou-se correlação de Spearman (ausência de distribuição normal). Considerou-se como uma correlação muito alta quando se obtiveram valores de r de 0,90 a 1,00; alta de 0,70 a 0,90; moderada de 0,50 a 0,70; baixa de 0,30 a 0,50; e insignificante de 0,00 a 0,30.<sup>15</sup> Adotou-se o nível de significância de 5%.

A pesquisa foi conduzida de acordo com os padrões éticos exigidos a partir das resoluções 466/2012, 510/2016 e 580/2018, do Ministério da Saúde. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Maria sob o número do Parecer: 1.966.620 e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 63998117.9.0000.5346. Também foi aprovada pelo Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob o registro RBR-4s8qjx.

## Resultados

Ao todo, 186 pacientes foram considerados elegíveis para o estudo. No entanto, 88 pacientes foram excluídos, resultando em 98 pacientes que foram randomizados. Ao final da análise, 92 pacientes (184 calcâneos) foram incluídos, conforme ilustrado na Figura 1.



**Figura 1** - Fluxograma da seleção dos participantes conforme enunciado CONSORT para intervenções não-farmacológicas. Santa Maria, RS, Brasil, 2018

A média de idade dos participantes foi 58,3 anos. A maioria dos participantes da pesquisa era do sexo masculino (n=52; 56,5%) e se autodeclararam como sendo da raça branca (n=81; 88,0%). Dos 184 sítios cutâneos (calcânêos) avaliados, 20 desenvolveram LP, mas não há diferença ( $p=0,052$ ) na temperatura do calcâneo entre a primeira (*baseline*) e a última mensuração (*end*). Entretanto, foi encontrada diferença na umidade ( $p=0,001$ ) do calcâneo entre a primeira e a última mensuração – Tabela 1.

**Tabela 1** - Comparação das variáveis do microclima (temperatura e umidade) da pele dos calcânêos na primeira e última mensuração. Santa Maria, RS, Brasil, 2018. n=184

Variáveis do microclima da pele	Primeira mensuração ( <i>baseline</i> )	Última mensuração ( <i>end</i> )	p-valor <sup>†</sup>
	Mediana (IQ <sup>*</sup> )	Mediana (IQ)	
Temperatura do calcâneo (°C)	29,8 (3,8)	30,7 (3,1)	0,006
Umidade do calcâneo (%)	16,2 (10,4)	29,5 (18,4)	<0,001

Nota:\* IQ=intervalo interquartil, †Teste de Wilcoxon. p-valor significativo a um nível de significância de 5%

Ao avaliar as variáveis do microclima da pele nos calcâneos que não desenvolveram LP, identificou-se um média de 30,6°C (IC 95% 30,1-31,1) na temperatura e de 28,9% (IC 95% 26,1-31,7) na umidade da pele. Ainda, verificou-se diferença na temperatura ( $p=0,025$ ) e umidade ( $p<0,001$ ) entre *baseline* e *end*, o mesmo foi observado no grupo intervenção (EMPS). Em relação ao microclima da pele nos calcâneos que desenvolveram LP, verificou-se uma média na temperatura de 31,9°C (IC 95% 31,0-32,8) e de 34,3% (24,6-44,1) na umidade. Não foi identificada diferença significativa ( $p=0,052$ ) na temperatura da pele, entre *baseline* e *end*, o mesmo foi observado no grupo controle (FTP) – Tabela 2.

**Tabela 2** – Relação entre as variáveis do microclima da pele e o desenvolvimento de lesões por pressão. Santa Maria, RS, Brasil, 2018.  $n=184$

Variáveis do microclima da pele	Grupo intervenção (EMPS <sup>*</sup> )	Grupo controle (FTP <sup>†</sup> )
	Mediana (IQ <sup>‡</sup> )	Mediana (IQ)
Temperatura do calcâneo no dia 1 ( <i>baseline</i> ) (°C)	29,6 (3,8)	29,9 (3,7)
Temperatura do calcâneo no último dia ( <i>end</i> ) (°C)	30,7 (3,1)	30,8 (3,1)
p-valor <sup>§</sup>	0,038	0,080
Umidade do calcâneo no dia 1 ( <i>baseline</i> ) (%)	16,5 (10,8)	15,8 (10,2)
Umidade do calcâneo no último dia ( <i>end</i> ) (%)	25,2 (15,1)	33,8 (20,4)
p-valor <sup>§</sup>	<0,001	<0,001
Variáveis do microclima da pele	Desenvolveram LP <sup>  </sup> (n=20)	Não desenvolveram LP (n=164)
	Mediana (IQ)	Mediana (IQ)
Temperatura do calcâneo no dia 1 ( <i>baseline</i> ) (°C)	29,7 (5,1)	29,8 (6,7)
Temperatura do calcâneo no último dia ( <i>end</i> ) (°C)	32,0 (2,6)	31,0 (5,2)
p-valor <sup>§</sup>	0,052	0,025
Umidade do calcâneo no dia 1 ( <i>baseline</i> ) (%)	10,8 (2,3)	11,5 (8,2)
Umidade do calcâneo no último dia ( <i>end</i> ) (%)	31,9 (43,5)	23,5 (25,7)
p-valor <sup>§</sup>	0,001	<0,001

Nota: \* EMPS=espuma multicamadas de poliuretano com silicone, † FTP=filme transparente de poliuretano, ‡ IQ=intervalo interquartil, § Teste de Wilcoxon. p-valor significativo a um nível de significância de 5%. || LP=lesão por pressão

A Tabela 3 apresenta a análise univariada realizada entre os fatores de risco e o desenvolvimento de LP, não havendo diferença entre os grupos. No entanto, mesmo não havendo diferença estatística significativa, existe uma tendência de relação entre a temperatura do ambiente ( $p=0,081$ ) e a umidade do ambiente ( $p=0,095$ ) com o desenvolvimento de LP.

**Tabela 3** – Análise univariada de fatores de risco para o desenvolvimento de lesões por pressão. Santa Maria, RS, Brasil, 2018.  $n=184$

Nota: \* LP=lesão por pressão

Fator de risco	Desenvolveram LP* (n=20)	Não desenvolveram LP* (n=164)	p-valor <sup>‡</sup>
	Mediana (IQ <sup>†</sup> )	Mediana (IQ <sup>†</sup> )	
Temperatura do calcâneo no dia 1 (baseline) (°C)	29,7 (5,1)	29,8 (6,7)	0,603
Temperatura do calcâneo no último dia (end) (°C)	32,0 (2,6)	31,0 (5,2)	0,169
Diferença entre a temperatura do calcâneo do dia 1 e do último dia (°C)	2,1 (4,6)	0,6 (5,1)	0,322
Umidade do calcâneo no dia 1 (baseline) (%)	10,8 (2,3)	11,5 (8,2)	0,477
Umidade do calcâneo no último dia (end) (%)	31,9 (43,5)	23,5 (25,7)	0,351
Diferença entre a umidade do calcâneo do dia 1 e do último dia (%)	15,7 (42,0)	9,5 (23,8)	0,197
Temperatura do ambiente (°C)	24,4 (1,2)	23,8 (1,4)	0,081
Umidade do ambiente (%)	57,0 (9,7)	60,0 (8,7)	0,095
Temperatura corporal (°C)	36,7 (1,1)	36,8 (0,8)	0,308

Fator de risco	Desenvolveram LP* (n=20)	Não desenvolveram LP* (n=164)	p-valor <sup>  </sup>
	Média±DP <sup>§</sup>	Média±DP <sup>§</sup>	
Diferença entre a temperatura do calcâneo e a região de controle (dorso do pé) (°C)	0,8±2,8	0,9±1,8	0,868
Diferença entre a umidade do calcâneo e a região de controle (dorso do pé) (°C)	6,9 (9,5)	5,2 (9,9)	0,496

† IQ=intervalo interquartil, ‡ Teste de Mann-Whitney. p-valor significativo a um nível de significância de 5%. § DP=desvio padrão, || Teste t de Student. p-valor significativo a um nível de significância de 5%.

A Tabela 4 apresenta a correlação entre as variáveis do microclima com relação aos calcâneos e o dorso do pé. Observou-se que houve uma forte correlação positiva ( $r=0,876$ ;  $p<0,001$ ) entre a temperatura da pele nos calcâneos e a temperatura do dorso do pé.

**Tabela 4** – Análise univariada de fatores de risco para o desenvolvimento de lesões por pressão. Santa Maria, RS, Brasil, 2018.  $n=184$

Variáveis	Calcâneos				Dorso do pé			
	Temperatura		Umidade		Temperatura		Umidade	
	r*	p-valor <sup>†</sup>	R	p-valor <sup>†</sup>	R	p-valor <sup>†</sup>	r*	p-valor <sup>†</sup>
Temperatura do ambiente	0,042	0,567	0,048	0,518	-0,027	0,720	-0,140	0,059
Umidade do ambiente	0,110	0,137	0,168‡	0,022	0,061	0,411	0,175‡	0,018
Temperatura corporal	0,019	0,799	-0,171‡	0,021	0,026	0,724	0,130	0,078
Temperatura do calcâneo	1	-	-0,001	0,990	0,876‡	<0,001	0,103	0,165
Umidade do calcâneo			1	-	-0,065	0,380	0,255‡	<0,001
Temperatura do dorso do pé					1	-	0,063	0,399
Umidade do dorso do pé							1	-

Nota: \* r=coeficiente de correlação, † Teste de correlação de Spearman, ‡p-valor significativo a um nível de significância de 5%

## Discussão

Nos últimos anos, as alterações no microclima da pele e sua relação com o desenvolvimento de LP têm se destacado. Observa-se que os curativos preventivos induzem alguma oclusão física à pele e, portanto, podem interferir nas condições de microclima, uma vez que o calor pode ser acumulado entre o curativo e a pele coberta. Alterações na temperatura e umidade da pele são quase inevitáveis em pacientes gravemente enfermos em ambientes clínicos e tais condições devem ser gerenciadas para proteger os tecidos. Embora o conceito de microclima e seus efeitos nos riscos de LP estejam ganhando cada vez mais destaque de clínicos e pesquisadores, o conhecimento ainda é incipiente.<sup>5</sup>

A pressão prolongada provoca aumento na temperatura da pele e eritema na região dos calcâneos.<sup>16</sup> Observa-se que os extremos de temperatura e de umidade da pele parecem potencializar os efeitos da pressão, cisalhamento e atrito. Isto sugere que o objetivo de gerenciar o microclima deve estar relacionado a evitar extremos de temperatura ou de umidade da pele.<sup>5-6</sup>

Com relação a umidade da pele, quando essa aumenta contribui para a maceração e ruptura da pele, uma vez que o estrato córneo se torna mais fraco o que conduz a danos na pele, pois o tecido fica mais vulnerável às forças externas.<sup>13,17</sup> A pele pode ser considerada um material viscoelástico, de modo que suas características físicas podem influenciar o comportamento do atrito da pele por meio de alterações na elasticidade da pele, bem como na quantidade de tecido adiposo e muscular sob a camada da derme.<sup>18</sup>

A temperatura do corpo humano se adapta quando exposta a mudanças de temperatura causadas por fatores internos ou externos. Para manter uma temperatura constante a vasodilatação ou a vasoconstrição são desencadeadas protegendo a integridade normal da pele. Uma revisão sistemática examinou as evidências sobre o efeito da temperatura da pele na degradação dos tecidos, os resultados indicam que existe uma clara correlação entre a temperatura elevada da pele e os efeitos prejudiciais na pele, tanto a curto como a longo prazo.<sup>19</sup> Os achados desta revisão apoiam o monitoramento contínuo da temperatura da pele em pacientes com risco de LP, pois pode contribuir para a detecção precoce das LPs, permitindo o tratamento imediato para evitar piora.

O cisalhamento é considerado um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de LP de origem isquêmica. No entanto, as variáveis do microclima – temperatura e umidade da pele – tem se evidenciado, como coadjuvantes para detectar o risco de LP, uma vez que mudanças localizadas na temperatura da pele podem sugerir mudanças de temperatura em regiões mais profundas.<sup>20</sup>

A resposta térmica da superfície da pele a um estresse de resfriamento foi calculada para a inflamação do tecido profundo e isquemia profunda do tecido e, em seguida, comparada com a temperatura computadorizada da pele do tecido saudável. Neste contexto, o aumento da temperatura intra-sujeito entre 0,25 C e 0,9 C foi

associado a processos de inflamação, considerando que a diminuição da temperatura intra-sujeito entre  $-0,2\text{ C}$  e  $-0,5\text{ C}$  foi associada com isquemia local, ou seja, em ambos os casos - de inflamação e isquemia - as diferenças de temperatura intra-sujeito estavam dentro de uma fração de  $1\text{ C}$ .<sup>21</sup>

Neste estudo, ocorreu um aumento significativo na temperatura e umidade do calcâneo dos pacientes entre a primeira avaliação (*baseline*) e a última avaliação (*end*), e houve diferença significativa para todos os itens da espuma multicamadas de poliuretano com silicone. No FTP, não houve diferença significativa no item temperatura, mantendo-se a diferença para umidade.

Portanto, os achados sugerem que a espuma gerenciou a temperatura da pele ( $p=0,006$ ), pois o mesmo se verifica nos pacientes que não desenvolveram LP ( $p=0,025$ ), no qual, ocorreu um aumento significativo da temperatura. No entanto, para os calcâneos em que foi aplicado o FTP, não houve diferença entre o *baseline* e *end* ( $p=0,080$ ). Ao avaliar a temperatura do *baseline* e *end* entre os calcâneos que desenvolveram LP, a diferença não foi significativa ( $p=0,052$ ). Logo, há um indicativo de que a espuma pode ter gerenciado a temperatura na presença de LP. Porém, neste estudo não foi possível estabelecer relação entre essas variáveis.

Estudo que avaliou as respostas da pele à aplicação de curativos com e sem pressão na região dos calcâneos e sacra sugere que o curativo contribui para proteção da pele, um curativo não causa irritação adicional ou alterações na pele durante a pressão. Sabe-se que o aumento da temperatura superficial da pele e a hidratação do estrato córneo acompanham o aumento do risco de UP. No entanto, talvez o curativo compense esses efeitos indesejados entre a interface pele-curativo, fornecendo redução adicional de fricção (e cisalhamento) na superfície externa do curativo em contato com a superfície de suporte e dentro dos materiais internos do curativo.<sup>16</sup>

Pesquisadores<sup>22</sup> realizaram um estudo usando imagens térmicas como um complemento às técnicas de avaliação visual da pele em pacientes recém-admitidos na UTI e uma das constatações deste estudo identificou, claramente, no calcanhar esquerdo uma área de inflamação, com um aumento de temperatura versus pele normal adjacente de  $+2,0\text{ C}$ . Essa alteração térmica observada na admissão, evoluiu para uma LP Tissular Profunda no dia 4, logo alterações da temperatura da pele podem

ser utilizadas para identificar o risco de desenvolvimento de LP superficial da pele<sup>13</sup> e profunda.<sup>22</sup>

Logo, o estabelecimento de parâmetros clnicos sobre as variáveis – temperatura e umidade – devem ser instituídos. Assim, destaca-se estudo que teve como objetivo identificar a temperatura da pele em diferentes áreas corporais de indivíduos hospitalizados em unidade cirúrgica, sem risco de desenvolver LP, com uma média de temperatura ambiente e umidade, de 23,9 °C e 63,4%, respectivamente. Os resultados sugerem que a temperatura dos calcâneos destes indivíduos apresenta correlação com a temperatura e umidade do ambiente e apresentam uma média da temperatura dos calcânhares em adultos de 28,0°C.<sup>23</sup>

Neste estudo, ao avaliar os 20 calcâneos que desenvolveram LP, não se identificou diferença significativa entre a temperatura no primeiro (29,7°C) e no último dia (32,0°C) - (p=0,006). Entretanto, ao avaliar os 164 calcâneos que não desenvolveram LP, observou-se diferença estatisticamente significativa entre a temperatura no primeiro (29,8°C) e no último dia (31,0°C) – p=0,025.

Estudo conduzido em um hospital no Japão, com o objetivo de avaliar se o microclima é um fator de risco independente para o desenvolvimento de LP, por meio das medidas contínuas da temperatura da pele, transpiração e pressão da interface, conclui que a mudança na temperatura da pele para um nível mais alto é um fator de risco importante para o desenvolvimento de LP.<sup>17</sup>

Com relação a umidade, que fornece parâmetros da hidratação da pele, medida por meio da impedância bioelétrica, houve diferença significativa entre o primeiro e o último dia, apresentando uma variação maior da umidade no grupo que desenvolveu LP.

A avaliação da umidade da pele em humanos por meio de bioimpedância ou impedância bioelétrica se constitui em um método eficaz que não promove dor. As mudanças fisiopatológicas que ocorrem com a pele nas LP, podem ser verificadas por alterações na bioimpedância. Assim, o uso de dispositivo que avalia a impedância bioelétrica pode revelar-se como uma informação clínica útil com relação a prevenção de LP.<sup>24</sup>

No estudo desenvolvido por pesquisadores alemães foram avaliadas 20 mulheres saudáveis que seguiram um protocolo de imobilização de 90 e 150 min em decúbito sendo avaliadas as variáveis: temperatura da pele, hidratação do estrato

córneo, perda de água transepidérmica e eritema nas regiões sacral e do calcâneo. Houve aumento da temperatura da superfície da pele e eritema na pele da região sacral e do calcanhar. A hidratação do estrato córneo e a perda de água transepidérmica aumentaram no calcanhar, mas não na região sacral.<sup>25</sup>

A temperatura da pele avaliada por meio da termografia infravermelha na região das nádegas de mulheres saudáveis, em decúbito dorsal, com e sem uso de coberturas adicionais para prevenção de LP, mostrou que após uma hora deitado em posição de Fowler foi suficiente para causar um aprisionamento de calor considerável (~ 3 °C ascensão) entre a pele e a superfície de suporte.<sup>10</sup>

Considerando as variáveis do microclima como fatores de risco, não houve diferença estatística significativa, no entanto, existe uma tendência com relação ao aumento da temperatura do ambiente ( $p=0,081$ ) e redução da umidade do ambiente ( $p=0,095$ ) e o desenvolvimento de LP. Sobre os calcâneos, percebe-se que existe uma correlação positiva da umidade com relação a umidade do ambiente e uma correlação negativa entre a umidade do calcâneo e a temperatura corporal.

Com os extremos de temperatura ambiente, a temperatura de núcleo exige uma demanda metabólica maior por oxigênio. Assim, a pele e os tecidos moles que estão sob efeito da pressão acabam sofrendo uma redução no suprimento de sangue e oxigênio.<sup>6</sup>

Estudo semelhante sugere que o aumento da temperatura corporal é significativamente maior nos pacientes com LP ( $p=0.042$ ),<sup>13</sup> outro estudo revela que não foi possível medir a umidade da pele devido a alta umidade (60-80%) e alta temperatura ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) na unidade.<sup>17</sup>

Sobre o dorso do pé, existe correlação positiva da temperatura do dorso com a temperatura do calcâneo. Logo, sugere-se com base neste resultado que, se ao longo do tempo, a temperatura do dorso se mantiver nos parâmetros e a temperatura do calcâneo sofrer alterações em seus valores, esta situação pode ser considerada um sinal de alerta para o desenvolvimento de LP. A região periumbilical foi utilizada como controle em estudo realizado em um hospital da Indonésia, cujo objetivo foi avaliar o microclima e o desenvolvimento de LP e as alterações superficiais da pele. O estudo indica a monitorização da temperatura da pele pode ser realizada comparando a outra região de controle.<sup>13</sup>

A evidência encontrada neste estudo sugere que a temperatura e umidade da pele dos calcânêos podem ser úteis como parâmetros clínicos para estabelecer cuidados preventivos, uma vez que sofrem alterações nos seus valores quando em uso de coberturas. No entanto, é necessário estabelecer valores destas variáveis considerados dentro da normalidade, o que se identifica neste estudo nos valores de *baseline*, sem uso de coberturas.

A pesquisa apresenta como limitações a ausência de cegamento e a verificação das variáveis em um horário muito amplo, o que pode influenciar os resultados.

Os achados deste estudo sugerem alterações das variáveis temperatura e umidade da pele de pacientes críticos em uso de coberturas. Apresenta resultados que podem contribuir na construção de parâmetros clínicos dos valores de microclima da pele, a partir das evidências encontradas, contribuindo para o gerenciamento da prática clínica. Ainda, destaca-se a importância com relação a classificação das LP de estágio I e suspeita de lesão de tecido profundo em indivíduos com pele de pigmentação escura. Uma vez que, a avaliação da temperatura da pele, umidade subepidérmica, mudança na consistência do tecido e presença de dor na pele, em vez da identificação de eritema é uma recomendação da *Guideline* de prevenção e tratamento de lesões por pressão da *European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel e Pan Pacific Pressure Injury Alliance*.<sup>9</sup>

## **Conclusão**

Este estudo proporciona uma compreensão das variações do microclima da pele, especificamente em relação à temperatura e umidade, quando se utiliza coberturas para prevenção de LP. O uso de diferentes coberturas está associado a modificações no microclima cutâneo, destacando-se a tendência de aumento na umidade da pele em determinados cenários.

Não se verificou diferença significativa nas temperaturas da pele dos calcânêos que desenvolveram LP. Com relação a comparação das variáveis do microclima, verificou-se diferença na temperatura e umidade entre *baseline* e *end*, no grupo intervenção (EMPS), no entanto, não foi identificada diferença significativa na

temperatura da pele, entre *baseline* e *end*, no grupo controle (FTP), na variável umidade houve diferença significativa.

A partir dessas constatações, emerge a inquietação sobre a real interpretação do gerenciamento do microclima cutâneo. A ausência de evidências que definam faixas "normais" para a temperatura e umidade da pele impulsiona a utilização do dorso do pé como um ponto comparativo para tais avaliações. Portanto, instiga-se a necessidade premente de uma revisão sistemática que busque estabelecer esses parâmetros clínicos do microclima cutâneo, especialmente em contextos de UTI e outros setores de internação.

## Referências

1. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel and Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevenção e tratamento de úlceras/lesões por pressão: guia de consulta rápida. Ed. Port. Bras. Emily Haesler: EPUAP/NPIAP/PPPIA; 2019.
2. Araujo MT, Castanheira LS, Guimarães MCS, Silva YOW. Análise de custo da prevenção e do tratamento de lesão por pressão: revisão sistemática. 2019 set 25;89(27). doi: 10.31011/reaid-2019-v.89-n.27-art.47
3. Jia J, Li Z, Peng L. Early detection methods of deep tissue pressure injuries: a systematic review. J Shanghai Jiaotong Univ (Sci). 2022 nov 12;28:526-35. doi: 10.1007/s12204-022-2518-2
4. Roaf R. The causation and prevention of bed sores. J Tissue Viability. 2006;16(2):6-8. doi: 10.1016/s0965-206x(06)62002-0
5. Schwartz D, Gefen A. An integrated experimental-computational study of the microclimate under dressings applied to intact weight-bearing skin. Int Wound J. 2020;17(3):562-77. doi: 10.1111/iwj.13309
6. National Pressure Injury Advisory Panel (NPIAP). National Pressure Injury Advisory Panel (NPIAP) announces a change in terminology from pressure ulcer to pressure injury and updates the stages of pressure injury [Internet]. National Pressure Ulcer Advisory Panel: Washington (DC); 2016 [cited 2021 Apr 08]. Available from: <http://www.npuap.org/national-pressure-ulcer-advisory-panel-npuap-announces-a-change-in-terminology-from-pressure-ulcer-to-pressure-injury-and-updates-the-stages-of-pressure-injury/>
7. Wounds International. International review: Pressure ulcer prevention: pressure, shear, friction and microclimate in context: a consensus document [Internet]. London (UK): Wounds International ; 2010 [cited 2010 nov 21]. Available from: <https://www.woundsinternational.com/resources/details/international-review-pressure-ulcer-prevention-pressure-shear-friction-and-microclimate-context>

8. Greenwood C. Heel pressure ulcers: understanding why they develop and how to prevent them. *Nurs Stand*. 2022 Feb;37(2):60-6. doi: 10.7748/ns.2021.e11740 Epub 2021 Dec 13 PMID: 34898093
9. Dube A, Sidambe V, Verdon A, Phillips E, Jones S, Lintern M, et al. Risk factors associated with heel pressure ulcer development in adult population: a systematic literature review. *J Tissue Viability* 2022 Feb;31(1):84-103. doi: 10.1016/j.jtv.2021.10.007
10. Amrani G, Peko L, Hoffer O, Ovadia-Blechman Z, Gefen A. The microclimate under dressings applied to intact weight-bearing skin: infrared thermography studies. *Clin Biomech*. 2020;75:104994. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2020.104994
11. Hochman B, Nahas FX, Oliveira-Filho RS, Ferreira LM. Desenhos de pesquisa. *Acta Cir Bras*. 2005;20(Supl 2):2-9. doi: 10.1590/S0102-86502005000800002
12. Bernades RM, Caliri MHL. Pressure ulcer prevalence in emergency hospitals: a cross-sectional study. *Online Braz J Nurs*. 2016;15(2):236-44. doi: 10.17665/1676-4285.20165391
13. Yusuf S, Okuwa M, Shigeta Y, Dai M, Iuchi T, Rahman S, et al. Microclimate and development of pressure ulcers and superficial skin changes. *Int Wound J*. 2015;12(1):40-6. doi: 10.1111/iwj.12048
14. Niu HH, Lui PW, Hu JS, Ting CK, Yin YC, Lo YL, et al. Thermal symmetry of skin temperature: normative data of normal subjects in Taiwan. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei)*. 2001 Aug;64(8):459-68 PMID: 11720145
15. Mukaka MM. A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J [Internet]*. 2012 [cited 2020 Jan 21];24(3):69-71. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3576830>
16. Lichterfeld-Kottner A, Vogt A, Tomova-Simitchieva T, Blume-Peytavi U, Kottner J. Effects of loading and prophylactic dressings on the sacral and heel skin: an exploratory cross-over trial. *Int Wound J*. 2021;18(6):909-22. doi: 10.1111/iwj.13596
17. Yoshimura M, Nakagami G, Iizaka S, Yoshida M, Uehata Y, Kohno 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 Regen*. 2015;23(6):939-47. doi: 10.1111/wrr.12340
18. Temel M, Johnson AA, Lloyd AB. Evaluating the repeatability of friction coefficient measurements and tactile perceptions in skin-textile interactions across body regions. *Tribol Lett [Internet]*. 2022 Jan;70(23). doi: 10.1007/s11249-021-01560-5
19. Mifsud T, Modestini C, Mizzi A, Falzon O, Cassar K, Mizzi S. The effects of skin temperature changes on the integrity of skin tissue: a systematic review. *Adv Skin Wound Care*. 2022 Oct 01;35(10):555-65. doi: 10.1097/01.ASW.0000833612.84272.da Epub 2022 Jul 04

20. Gefen A, Cohen LP, Amrani G, Hoffer O, Ovadia-Blechman Z. The roles of infrared thermography in pressure ulcer research with focus on skin microclimate induced by medical devices and prophylactic dressings. *Wounds Int [Internet]*. 2019 [cited 2023 mai 29];10(1):8-15. Available from: <https://woundsinternational.com/wp-content/uploads/sites/8/2023/02/5f958a872d64bd831beff058a6ac9b36.pdf>
21. Bhargava A, Chanmugam A, Herman C. Heat transfer model for deep tissue injury: a step towards an early thermographic diagnostic capability. *Diagn Pathol*. 2014 Feb;20(9):36. doi: 10.1186/1746-1596-9-36
22. Tarigan S, Yusuf S, Syam Y. Effect of interface pressure and skin surface temperature on pressure injury incidence: a turning schedule pilot study. *J Wound Care*. 2021 Aug 02;30(8):632-41. doi: 10.12968/jowc.2021.30.8.632 PMID: 34382846
23. Soares RS, Lima SB, Eberhardt TD, Rodrigues LR, Martins RS, Silveira LB, et al. Skin temperature as a clinical parameter for nursing care: descriptive correlational study. *J Wound Care*. 2019;28(12):835-41. doi: 10.12968/jowc.2019.28.12.835
24. Moore Z, Patton D, Rhodes SL, O'Connor T. Subepidermal moisture (SEM) and bioimpedance: a literature review of a novel method for early detection of pressure-induced tissue damage (pressure ulcers). *Int Wound J*. 2017;14(2):331-7. doi: 10.1111/iwj.12604
25. Kottner J, Dobos G, Andruck A, Trojahn C, Apelt J, Wehrmeyer H, et al. Skin response to sustained loading: a clinical explorative study. *J Tissue Viability*. 2015;24(3):114-22. doi: 10.1016/j.jtv.2015.04.002

## **Contribuições de autoria**

### **1 – Rhea Silvia de Avila Soares**

Autor Correspondente

Enfermeira, Doutora – rheasilviasoares@yahoo.com.br

Concepção e/ou desenvolvimento da pesquisa e/ou redação do manuscrito

### **2 – Suzinara Beatriz Soares de Lima**

Enfermeira, Doutora – suzibslima@yahoo.com.br

Revisão e aprovação da versão final

### **3 – Paulo Jorge Pereira Alves**

Enfermeiro, Doutor – pjpalves@gmail.com

revisão e aprovação da versão final

### **4 – Thaís Dresch Eberhardt**

Enfermeira, Doutora – thaiseberhardt@gmail.com

Concepção e/ou desenvolvimento da pesquisa e/ou redação do manuscrito

### **5 – Lidiana Batista Teixeira Dutra Silveira**

Enfermeira, Mestre – lidianadutrasilveira@gmail

Concepção e/ou desenvolvimento da pesquisa e/ou redação do manuscrito

**6 – Karla Priscilla Paulino dos Santos**

Enfermeira – karla21santos@gmail.com

Concepção e/ou desenvolvimento da pesquisa e/ou redação do manuscrito

**Editora Científica Chefe:** Cristiane Cardoso de Paula

**Editora Associada:** Rosângela Marion da Silva

**Como citar este artigo**

Soares RSA, Lima SBS, Alves PJP, Eberhardt, TD, Silveira LBTD, Santos KPP. Skin microclimate on heels: a within-person randomized clinical trial. Rev. Enferm. UFSM. 2024 [Access at: Year Month Day]; vol.14, e11:1-20. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179769285035>