

# Pesquisa de descoberta de factos relacionados com a pressão e a força de cisalhamento no calcanhar usando um sensor táctil de três eixos

## SUMÁRIO

**Objetivos** Investigamos as alterações na pressão e na força de cisalhamento no calcanhar causadas pela elevação da cabeceira da cama e após o alívio da pressão do calcanhar.

**Métodos** Os dados sobre a pressão do calcanhar e a força de cisalhamento foram recolhidos a partir de 26 indivíduos saudáveis com idade >30 anos utilizando um sensor táctil de três eixos em cada ângulo formado à medida que os corpos superiores dos participantes eram levantados de uma posição supina. Os dados foram recolhidos e comparados após a libertação de pressão do pé esquerdo ou direito.

**Resultados** A idade média dos participantes foi de 45,1 ( $\pm 11,1$ ) anos. A pressão e a força de cisalhamento ântero-posterior sobre o calcanhar aumentaram com a elevação. Estes aumentos eram especialmente proeminentes quando o ângulo de elevação era 30°. Nas inclinações subsequentes 45° e 60°, a pressão corporal e a força de cisalhamento aumentaram ligeiramente mas não significativamente. A pressão e a força de cisalhamento eram libertadas elevando a extremidade inferior de cada vez que a cabeceira da cama era elevada. No entanto, outras elevações resultaram num aumento da pressão e da força de cisalhamento, particularmente a força de cisalhamento lateral. A pressão e a força de cisalhamento não mudaram significativamente quando os membros inferiores foram elevados.

**Conclusão** A elevação recomendada da cabeceira da cama para não mais do que 30° produziu grandes mudanças. A elevação da perna aliviou o calcanhar da pressão contínua e da força de cisalhamento, enquanto aumentava a pressão e a força de cisalhamento lateral. Embora a elevação das pernas seja uma componente diária dos cuidados de enfermagem, é importante investigar tais intervenções de enfermagem utilizando dados objetivos.

**Palavras-chave** lesão por pressão do calcanhar, descompressão, força de cisalhamento, elevação da cabeceira da cama

**Para referência** Murooka Y and Ishii HN. Fact-finding survey of pressure and shear force at the heel using a three-axis tactile sensor. WCET<sup>®</sup> Journal 2022;43(1):20-27

**DOI** <https://doi.org/10.33235/wcet.43.1.20-27>

Enviado a 28 de Março de 2022, Aceite a 31 de Agosto de 2022

## INTRODUÇÃO

Para além da relação entre a intensidade da pressão e o tempo, é evidente que as forças friccionais e de cisalhamento ocorrem como forças externas a um corpo vivo. As forças de cisalhamento obstruem o fluxo sanguíneo no tecido, resultando em isquemia do tecido<sup>1</sup>. No Japão, as lesões por pressão tendem frequentemente a desenvolver-se em idosos acamados e com proeminências ósseas. Eles são especialmente

suscetíveis à fricção e às forças de cisalhamento, devido à secura e à reduzida elasticidade da pele<sup>2,3</sup>. Por este motivo, recomenda-se um reposicionamento regular para reduzir a pressão e a força de cisalhamento na pele<sup>4</sup>.

A prevenção de lesões por pressão requer não apenas uma redução sistémica da pressão corporal, mas também uma despressurização local e a redução da força de cisalhamento. Quando a cabeceira da cama de um paciente é elevada, o sacro e o cóccix são submetidos a uma forte pressão e a forças de cisalhamento, com alterações específicas na pressão e força de cisalhamento relatadas na região sacral<sup>5</sup>. Na prática clínica, estes problemas são abordados por meio da despressurização, que inclui dispositivos de redistribuição de pressão e a prestação de cuidados diários de enfermagem. Quando a cama de um doente é elevada ou baixada, duas dessas formas de cuidados de enfermagem para despressurização são a *senuki* (literalmente 'omissão nas costas') e a *ashinuki* (literalmente 'omissão nas pernas'). *Senuki* significa o cuidador levantar a parte superior do corpo do paciente e inserir a mão entre a cama e as costas do paciente para separar o corpo da cama quando ele é elevado, eliminando assim a fricção e a força de cisalhamento entre a pele do paciente e a sua roupa de cama.

### Yoko Murooka\*

RN, PhD, WOCN  
Faculdade de Enfermagem, Universidade de Ciências da Informação de Tóquio,  
4-1 Onaridai, Wakaba-ku, Chiba, 265-8501 Japão  
Email [myoko0913@gmail.com](mailto:myoko0913@gmail.com)

### Hidemi Nemoto Ishii

RN, MSN, ET/WOCN  
Divisão de Tratamento de Feridas e Ostomias,  
ALCARE Co. Ltd., Sumida-ku, Tóquio, Japão

\*Autor correspondente

*Ashinuki* significa o cuidador elevar as pernas do paciente para eliminar a força de cisalhamento que de outra forma ocorreria desde a anca até à superfície posterior da coxa e calcanhar quando a cama é elevada ou baixada<sup>6</sup>.

Quando uma cama é elevada, fatores como a concentração de pressão nas nádegas e o deslizamento do corpo para baixo criam força de cisalhamento. Portanto, ao elevar a cama de um paciente, os enfermeiros fornecem várias formas de cuidados, tais como elevar primeiro as pernas, posicionar o paciente utilizando vários métodos, tais como inserir uma almofada debaixo dos joelhos para evitar o deslizamento e elevar a parte superior do corpo do paciente<sup>7-9</sup>. No entanto, estas intervenções de enfermagem foram relatadas em estudos que examinaram o sacro; poucos forma os estudos que examinaram alterações na pressão ou na força de cisalhamento no calcanhar<sup>10,11</sup>.

Na posição supina, o calcanhar é sujeito a uma pressão contínua, tornando-o vulnerável a lesões teciduais e de pressão. As lesões por pressão no calcanhar são relatadas como sendo responsáveis por um quarto de todas as lesões por pressão nos hospitais e lares americanos<sup>12-15</sup>. Os efeitos da elevação do leito e de outros fatores tornam o calcanhar suscetível à fricção<sup>16</sup>. Para reduzir esta fricção, são aplicados pensos preventivos<sup>17</sup>.

O presente estudo examinou a pressão e a força de cisalhamento no calcanhar utilizando um sensor tátil de três eixos. Além disso, o objetivo era o de confirmar alterações na pressão e na força de cisalhamento no calcanhar após a elevação da cabeceira das camas dos pacientes, seguida da elevação dos membros inferiores dos pacientes.

## MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO

### Desenho do estudo

Um estudo quase-experimental.

### Seleção dos participantes e período de estudo

Foram recrutados voluntários saudáveis com idade >30 anos nas universidades e hospitais dos investigadores. O número de experiências clínicas dos participantes não foi considerado importante no desenho deste estudo. Cartazes para a cooperação na investigação foram afixados num quadro de avisos nas instalações de forma a solicitar a participação. O autor principal fez anúncios verbais e eletrónicos para divulgar o mesmo, e utilizou documentos para explicar as especificações da pesquisa a indivíduos que desejavam participar. Os indivíduos assinaram um termo de consentimento para confirmar a participação.

Os critérios de inclusão exigiam que os participantes não apresentassem feridas nos calcanhares. Vermelhidão temporária foi considerada hiperemia reativa e esses participantes foram incluídos.

### Tamanho da amostra

Quando G\*Power<sup>18</sup> foi utilizado para analisar o tamanho da amostra com um efeito de tamanho de 0,8,  $\alpha$  de 0,05 e um poder estatístico de 0,8, o tamanho da amostra foi calculado como sendo  $n=15$ . Devido à possibilidade de um efeito de medição insuficiente em alguns dos participantes, definimos o tamanho da amostra como sendo 20. O número objetivo de 20 participantes foi fixado em 15 para contabilizar as desistências durante a recolha de dados. Contudo, nenhum participante cumpriu os critérios de exclusão e todos foram incluídos.

## Recolha de dados

Os dados foram recolhidos entre Outubro de 2018 e Março de 2019.

## Ambiente de medição

A roupa de cama mais comumente utilizada foi selecionada para as medições. No entanto, para conveniência de reprodutibilidade, não foram utilizadas almofadas. Outro equipamento incluído:

- Cama elétrica: Cama Paramount KA-5000 (tipo 4-split) (Paramount Bed Corporation, Tóquio, Japão).
- Colchão de base: Everfit KE-521Q (Paramount Bed Corporation, Tóquio, Japão); colchão estático de 10cm de espessura.
- Lençol de cama: lençol de algodão de tecido liso. Os lençóis foram dobrados quando as camas foram feitas.
- Dispositivo de medição: Sensor tátil de três eixos (ShokacChip™ T08, Touchence Inc., Tóquio, Japão) 9 mm × 9 mm × 5 mm. Os eixos x, y e z do sensor de três eixos foram definidos de acordo com a pressão, força de cisalhamento ântero-posterior e força de cisalhamento lateral, respetivamente (Figuras 1a & b).

## Procedimento de medição

Foram conduzidas duas experiências. A Experiência 1 mediu a

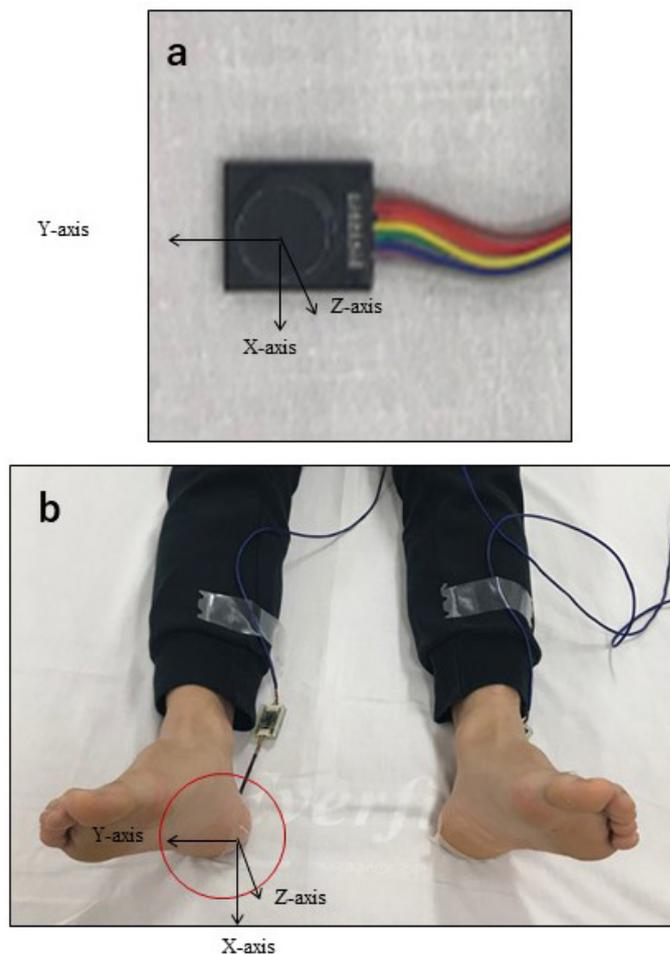


Figura 1. Um sensor tátil tri-axial foi fixado à área de contacto com a pele entre o calcanhar e a cama e foi coberto com um penso. Foram medidas três direções - força de cisalhamento ântero-posterior (eixo x), força de cisalhamento lateral (eixo y) e pressão (eixo z)

pressão e a força de cisalhamento no calcanhar. A Experiência 2 mediu as alterações na pressão do calcanhar e a força de cisalhamento com e sem elevação dos membros inferiores.

#### *Experiência 1: Alterações na pressão do calcanhar e na força de cisalhamento ao elevar a cabeceira da cama*

Os participantes abriram ligeiramente os seus membros inferiores num estado relaxado e colocaram-se numa posição supina com a sua coluna ilíaca superior anterior alinhada com o ponto de flexão da cama. O sensor de três eixos foi aplicado no ponto central de onde o calcanhar esquerdo ou direito tocava a cama; o penso de filme foi aplicado por cima (Figuras 1a e b). O calcanhar esquerdo ou direito foi selecionado aleatoriamente e as seguintes séries de dados foram recolhidas:

1. Depois de confirmar que o corpo do participante estava imóvel, os dados para o calcanhar foram recolhidos durante um período de 20 segundos com a cama em posição supina.
2. Após 20 segundos, a parte superior do corpo do participante foi elevada do ponto de flexão da cama para um ângulo 30°, medido com um goniómetro (Figura 2).
3. Após a elevação da parte superior do corpo do participante, os dados para o calcanhar foram recolhidos, enquanto o paciente permaneceu imóvel durante 20 segundos.
4. A parte superior do corpo do participante foi então elevada a 45° e os dados foram recolhidos da mesma forma.
5. Após a recolha de dados para a elevação de 60°, a cama foi baixada para uma posição supina e os dados foram medidos durante 20 segundos, concluindo-se a experiência.

#### *Experiência 2: Alterações na pressão do calcanhar e na força de cisalhamento, com e sem elevação dos membros inferiores*

Tal como na Experiência 1, o membro inferior esquerdo ou direito foi selecionado aleatoriamente e foram repetidos os passos de recolha de dados 1-3 da Experiência 1. Na Experiência 2, a partir desse estado foram realizadas as seguintes intervenções.

4. Após 20 segundos, o joelho e o tornozelo esquerdo ou direito do participante foram segurados, levantados da anca e mantidos nessa posição durante 5 segundos (Figura 3).
5. Após a descida do membro inferior, este foi imediatamente elevado a um ângulo 45°, tendo sido recolhidos dados para o calcanhar enquanto o participante permaneceu imóvel durante 20 segundos.
6. Semelhante ao Passo 5 da Experiência 1, depois de o membro inferior ter sido rebaixado e a cabeceira da cama ter sido elevada a 60°, a mesma medição foi realizada.



Figura 2. Deitado na cama (no momento da elevação da cabeceira da cama)

7. Por fim, a cabeceira da cama foi baixada para uma posição supina, os dados foram recolhidos durante 20 segundos e a experiência foi concluída.

O investigador, um enfermeiro especialista certificado em feridas, ostomia e continência realizaram as Experiências 1 e 2 neste estudo.

#### **Análise dos dados**

Os dados foram analisados estimando a média dos pontos de observação em 18 segundos sem considerar os segundos antes e depois; foi também tida em consideração a influência dos dados do movimento ântero-posterior dos 20 segundos medidos para cada ângulo de elevação. Os cálculos foram efetuados considerando a média dos pontos de observação sem os segundos antes e depois. No início da medição, o valor inicial dos dados foi calibrado para zero e medido duas vezes. Os dados obtidos a partir dos sensores foram analisados ao longo do eixo x (força de cisalhamento ântero-posterior), eixo y (força de cisalhamento lateral) e eixo z (pressão). A pressão e a força de cisalhamento, com e sem pressão de descarga do calcanhar em cada um dos ângulos, foram analisadas utilizando um software de dados dedicado e foi realizada uma ANOVA bidirecional. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando SPSS 23.0 para Windows (IBM Corp. Armonk, N.Y., EUA) e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

#### **Considerações éticas**

O estudo foi aprovado pelo Comité de Revisão Ética da Escola de Medicina da Universidade de Jikei, Tóquio (9212). Os participantes foram informados do estudo oralmente e por escrito, incluindo as instruções para o estudo. O estado de saúde dos participantes foi sempre observado durante a medição dos dados. Foram informados de que o procedimento seria interrompido se sentissem desconforto. Após a recolha de dados, foram investigadas quaisquer condições adversas, tais como indentação da pele causada pela aplicação do sensor no calcanhar do participante ou descamação epidérmica causada pela aplicação do material do penso.

## **RESULTADOS**

#### **Atributos do assunto**

O estudo foi realizado com 26 participantes (11 homens e 15 mulheres) com uma idade média de 45,1 ( $\pm 11,1$ ) anos e um IMC médio de 22,2 ( $\pm 3,2$ ) anos. Nenhum participante preencheu os critérios de exclusão e não ocorreram acontecimentos adversos.



Figura 3. Levantamento dos membros inferiores

### Experiência 1: Alterações na pressão do calcanhar e na força de cisalhamento ao elevar a cabeceira da cama

A variação da pressão no calcanhar tendeu a aumentar e a manter o seu valor à medida que a cabeceira da cama foi levantada (Figura 4a). Em particular, a pressão aumentou significativamente quando a cabeceira da cama foi elevada da posição supina para 30°. Posteriormente, os valores de pressão foram mantidos para os ângulos de elevação de 45° e de 60°; não foi observado qualquer aumento significativo. No entanto, foi observada uma diferença significativa quando o ângulo foi alterado de 60° para a posição supina. A pressão inicialmente diminuiu, mas não regressou à pressão inicial, que diminuiu ainda mais.

A força de cisalhamento na direção frente-atrás tendeu a aumentar com o ângulo de elevação. De forma semelhante aos valores de pressão encontrados, o valor aumentou significativamente no ângulo de elevação 30°, tendo sido observada uma diferença significativa. Após os 45°, a força de cisalhamento ântero-posterior foi mantida, mas não aumentou significativamente quando o ângulo foi elevado da posição supina para 60°. No entanto, quando o ângulo foi alterado de 60° para a posição supina, foi adicionada força de cisalhamento na direção oposta, tendo sido observada uma diferença significativa (Figura 4b).

Embora a força de cisalhamento lateral tenha aumentado à medida que a cabeceira da cama foi elevada, esta não se alterou tanto como a força de cisalhamento ântero-posterior. Foi observada uma diferença significativa quando a cama foi baixada de um ângulo de 60° para uma posição supina. No entanto, as grandes alterações que ocorreram na força de cisalhamento ântero-posterior não ocorreram no caso da força de cisalhamento lateral (Figura 4c).

### Experiência 2: Alterações na pressão do calcanhar e na força de cisalhamento, com e sem elevação dos membros inferiores

Os exames das alterações de pressão com e sem elevação dos membros inferiores não mostraram diferenças significativas na pressão, na força de cisalhamento ântero-posterior, ou na força de cisalhamento lateral (Figura 5). No entanto, tal como

nas medições feitas com a elevação simples da cabeceira da cama, mesmo quando a pressão e a força de cisalhamento foram descarregadas, a elevação da cabeceira da cama levou à reaplicação da força externa. Além disso, enquanto a força de cisalhamento ântero-posterior era grande quando unicamente a cabeceira da cama era elevada, a força de cisalhamento lateral aumentava na elevação dos membros inferiores. Um exemplo de elevação da cabeceira da cama é aqui apresentado para explicar estas mudanças.

Quando a cabeceira da cama foi elevada a 30°, a elevação dos membros inferiores descarregou temporariamente a pressão sobre o calcanhar. Enquanto que a elevação da cama mais uma vez aumentou a pressão sobre o calcanhar, a elevação dos membros inferiores tendeu a inibir os aumentos subsequentes na pressão (Figura 6a).

Quando os membros inferiores não foram elevados, a força de cisalhamento ântero-posterior aumentou ligeiramente quando a cabeceira da cama foi elevada a 30°. Por outro lado, quando os membros inferiores foram elevados, não ocorreu uma alteração significativa (Figura 6b).

Da mesma forma, a força de cisalhamento lateral aumentou sem a elevação do membro inferior quando a cabeceira da cama foi elevada para 30°. Na elevação adicional da cabeceira da cama, a força de cisalhamento lateral aumentou na ausência de elevação dos membros inferiores. A maior alteração ocorreu quando a cama voltou para a posição supina. Quando o membro inferior foi elevado, a força de cisalhamento lateral foi temporariamente descarregada. No entanto, elevar novamente a cabeceira da cama criou uma força de cisalhamento lateral. Embora a diferença de força de cisalhamento lateral quando a cama regressou à posição supina fosse menor do que a diferença observada sem a elevação do membro inferior, os resultados demonstraram a ocorrência de força de cisalhamento lateral associada à descarga temporária de força (Figura 6c).

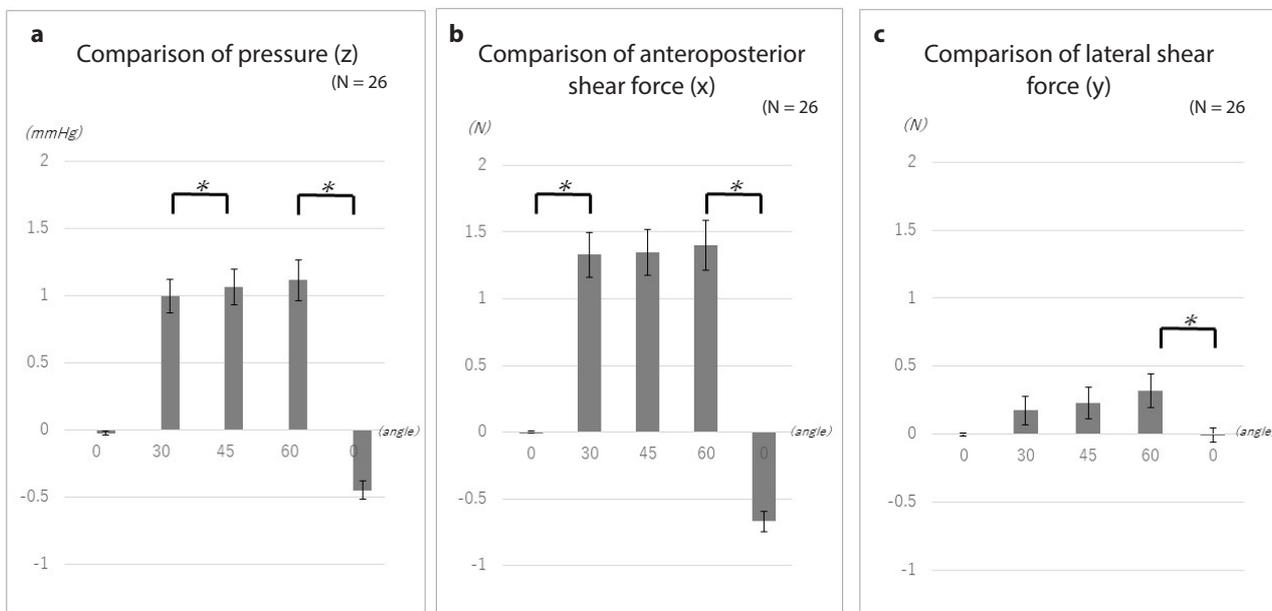


Figura 4. Mudanças na pressão do calcanhar e na força de cisalhamento ao elevar a cabeceira da cama

(\*p<0.05)

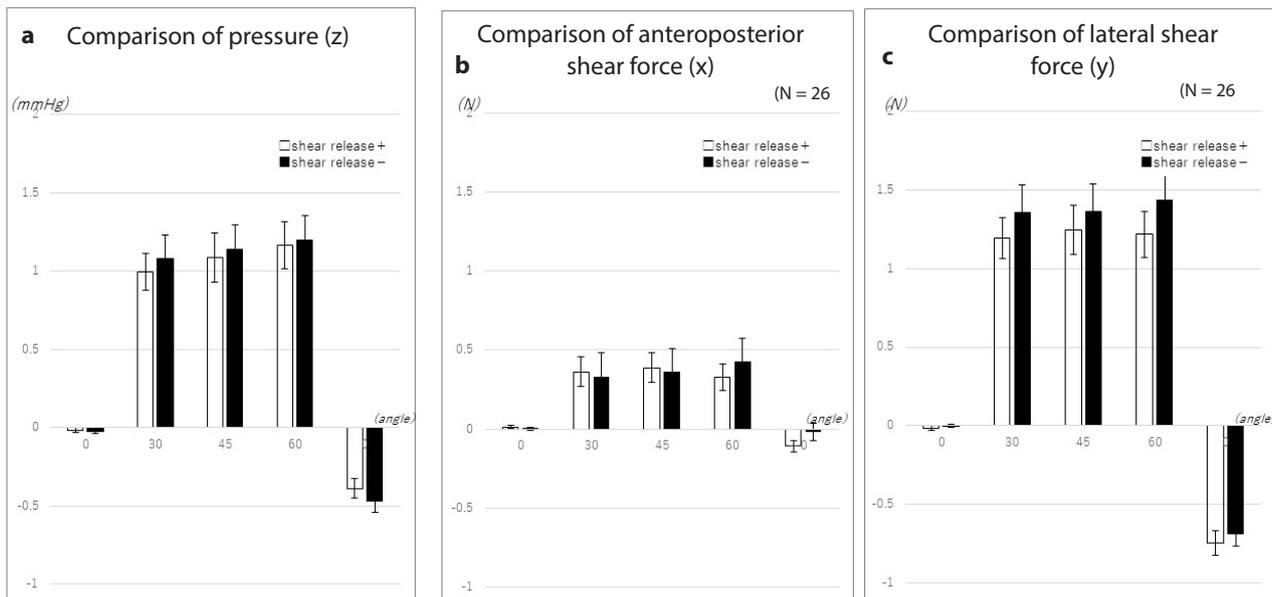


Figura 5. Alterações na pressão do calcanhar e na força de cisalhamento, com e sem elevação dos membros inferiores

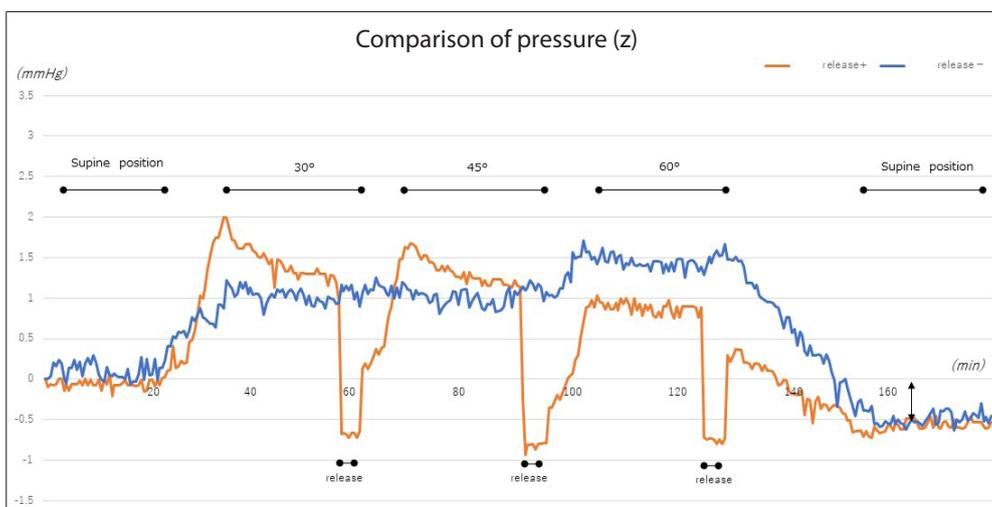


Figura 6a. Alterações na pressão do calcanhar, com e sem elevação da extremidade inferior (exemplo)

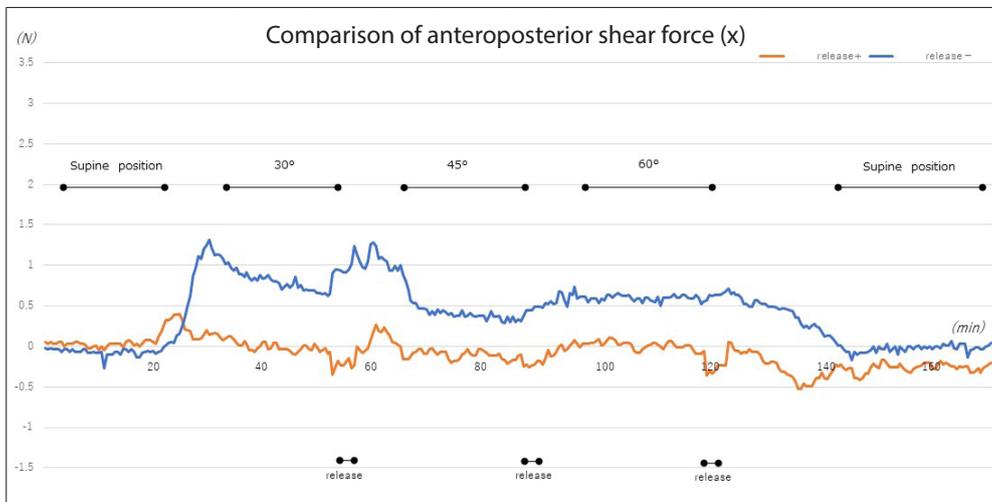


Figure 6b. Alterações na força de cisalhamento ântero-posterior no calcanhar, com e sem elevação do membro inferior (exemplo)

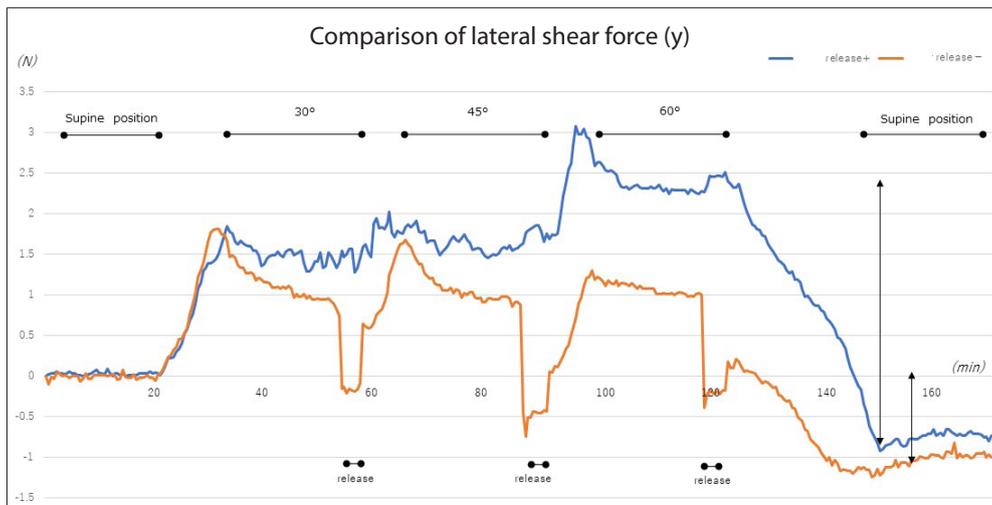


Figure 6c. Alterações na força de cisalhamento lateral no calcanhar, com e sem elevação do membro inferior (exemplo)

## DISCUSSÃO

Os resultados experimentais revelaram que a pressão e a força de cisalhamento no calcanhar aumentaram com a elevação da cabeceira da cama. Em particular, a taxa de alteração dos valores foi elevada no ângulo de elevação 30°. Tal como anteriormente relatado, isto é atribuído ao efeito do deslocamento do centro de gravidade e ao deslizamento para baixo da parte superior do corpo devido à elevação da cabeceira<sup>17-19</sup>. Do ponto de vista da prevenção de lesões por pressão nas nádegas, é desejável que o ângulo de elevação da cabeceira da cama seja de 30° ou menor<sup>20</sup>. Embora a “regra 30°” (30° lateral supina, elevando a cabeceira da cama em 30°) tenha sido amplamente utilizada no posicionamento para evitar lesões por pressão, também tem sido relatado que esta abordagem atrasa a cicatrização em pacientes com lesões por pressão nos glúteos<sup>21</sup>. Portanto, a 4ª edição das Diretrizes para a Prevenção e Gestão das Úlceras de Pressão afirma que outros posicionamentos para além das posições laterais e supinas 30° podem ser realizados<sup>22</sup>.

O calcanhar é um local comum de lesões por pressão. Mesmo que uma avaliação visual não identifique problemas, podem ocorrer lesões nos tecidos, levando a lesões profundas nos tecidos (DTI) devido a alterações no interior dos tecidos. Quando lesões por pressão são detetadas por um médico, a pele apresenta-se frequentemente descolorada e lesionada, tendo o DTI já ocorrido<sup>16</sup>. Como o calcanhar é conhecido por ter uma menor concentração de melanócitos, a resposta dos tecidos ao stress e à lesão tecidual é difícil de detetar com base nas alterações da cor da pele<sup>23</sup>. Além disso, enquanto a epiderme pode ser espessa na face lateral da sola do calcanhar, a pele do calcanhar posterior é relativamente fina. Em adultos idosos e pacientes com pele frágil, a densidade capilar é baixa e a massa é reduzida em todo o tecido mole na região posterior do calcanhar, afetando negativamente a ligação entre a epiderme e as junções cutâneas<sup>24</sup>, aumentando de forma apreciável o risco de lesões por pressão. Resultados semelhantes foram observados entre os participantes do presente estudo, apesar de apresentarem um IMC médio de 22,2 (±3,2) e um tipo de corpo padrão. O IMC dos participantes levou a alterações na massa em todo o tecido mole na região posterior do calcanhar. É concebível que o IMC e a geometria do osso do calcanhar também tenham afetado a ligação entre a epiderme e as junções da pele, sugerindo um efeito também sobre a pressão e sobre a força de cisalhamento.

As presentes experiências demonstraram que a pressão forte e a força de cisalhamento ocorrem quando a cabeceira de uma cama hospitalar é elevada para o ângulo recomendado de 30°. Na medição inicial, a cabeceira da cama foi elevada com a coluna ilíaca anterior superior do participante alinhada com o ponto de flexão da cama para evitar que o corpo deslizesse para baixo. No entanto, como os joelhos não estão elevados e os calcanhares não estão apoiados, a tensão contínua nos tecidos moles leva a lesões teciduais<sup>25</sup> e à trombose múltipla<sup>26</sup>, causando frequentemente DTI. De facto, demonstrou-se que esta tensão atuava como força de cisalhamento ântero-posterior e lateral devido à elevação da cabeceira da cama hospitalar, à elevação dos membros inferiores e a outros atos de cuidados de enfermagem. Embora os membros inferiores sejam elevados como forma de cuidado preventivo, aprendemos que esta elevação não elimina totalmente a força externa. Esta descoberta sugere a necessidade de mais medidas preventivas com base em dados objetivos.

Foi relatado que a aplicação de espuma de poliuretano/ espuma de silicone suave no calcanhar reduz o atrito e a força de cisalhamento no calcanhar, resultando na prevenção de lesões por pressão<sup>27,28</sup>. A pele dos adultos mais idosos é seca, resultando em fricção, mesmo quando dormem em lençóis. A aplicação de um hidratante, particularmente a utilização de formulações contendo ceramidas, para hidratar diariamente a pele seca é relatada como sendo uma intervenção de enfermagem eficaz<sup>29</sup>; por conseguinte, esta intervenção é também importante para ser incorporada. As diretrizes do Painel Consultivo Europeu sobre Úlceras de Pressão também recomendam a utilização de lençóis feitos de seda ou de outro material similar em vez de algodão ou de misturas de algodão, para reduzir a fricção e a força de cisalhamento<sup>30</sup>.

Considerando os avanços nos dispositivos de redistribuição da pressão corporal, é relatado que o reposicionamento em intervalos convencionais de 2 horas não difere do reposicionamento em intervalos de 3 ou 4 horas<sup>31</sup>. Quando o corpo de um paciente é reposicionado (ou a sua postura é mantida), ele é apoiado com almofadas e travesseiros. Embora este estudo tenha utilizado camas hospitalares de quatro secções, os dados nas experiências em causa foram recolhidos para o calcanhar, sendo apenas os corpos superiores dos participantes elevados e sem elevação do membro inferior. No entanto, utilizando-se uma cama que permite a elevação dos

membros inferiores, o posicionamento convencional requer a elevação da extremidade inferior da cama para evitar o colapso da postura e reduzir a pressão sobre as nádegas associada ao deslizamento para baixo da parte superior do corpo; a eliminação da força externa através de meios como a elevação dos membros inferiores pode, portanto, ser necessária. Os corpos dos pacientes são reposicionados para mudarem regularmente a sua posição reclinada e assim deslocarem a força externa, que de outra forma continuaria a atuar no mesmo local.

No entanto, apesar de o movimento voluntário ser também importante, por vezes é difícil para os pacientes que têm dificuldade em mover-se de forma autónoma. No Japão, estão a ser realizados estudos sobre 'pequenas alterações', que consistem num método de dispersão da pressão corporal que envolve a utilização de uma pequena almofada. Pequenas alterações" refere-se a um método em que uma pequena almofada é deslocada a intervalos regulares para o ombro, anca ou para a extremidade inferior de um lado do corpo para alterar o local onde a pressão atua e assim redistribuir a pressão. Este método tem sido relatado como forma de reduzir a incidência de lesões por pressão<sup>32,33</sup>. Além disso, foi desenvolvido um colchão de ar equipado com um sistema de mudança tão pequeno, suportado por um estudo que relatou a sua eficácia na prevenção de lesões por pressão<sup>34</sup>.

Juntamente com as medidas acima descritas para prevenir lesões por pressão no calcanhar, a ecografia está também a ser utilizada para detetar lesões por pressão numa fase precoce, sem depender de uma avaliação visual<sup>35</sup>. A aquisição de dados mais básicos, tais como os obtidos na presente experiência, pode ser necessária.

São necessários mais comentários sobre o que é atualmente conhecido sobre intervenções de enfermagem, tais como o reposicionamento, a frequência de reposicionamento para reduzir a pressão, a força de cisalhamento e de fricção e a utilização da capacidade das camas para dobrar ou elevar o joelho ou de dispositivos simples como almofadas, etc., para aliviar a pressão de cisalhamento e a fricção do calcanhar.

### Limitações do estudo e desafios futuros

Neste estudo, a faixa etária alvo era relativamente jovem. A sua estrutura cutânea na região dos calcanhares difere da dos adultos mais idosos, que são mais propensos a lesões por pressão, existindo limitações quando comparados com os pacientes mais propensos a lesões por pressão. Foi utilizado um colchão de uretano, o qual é utilizado para evitar lesões por pressão; por conseguinte, é necessário no futuro examinar os efeitos da utilização de outros materiais, tais como um colchão de ar.

Com base nestes resultados, pretendemos no futuro considerar métodos de posicionamento e de redistribuição de pressão mais clinicamente relevantes. Além disso, gostaríamos de verificar as alterações que ocorrem não apenas na região do calcanhar, mas também na região sacral e em outros locais de protrusão óssea e recolher dados para fornecer evidências para a prática de enfermagem.

### CONCLUSÕES

Quando foi realizada a elevação, a pressão e a força de cisalhamento no calcanhar aumentaram significativamente aos 30°. A elevação dos membros inferiores levou a uma descarga de pressão contínua e a uma força de cisalhamento no calcanhar, embora as diferenças não fossem significativas.

No entanto, notámos que a pressão e a força de cisalhamento ocorreram ao elevar a cabeceira da cama e determinámos que a elevação dos membros inferiores, um ato típico em cuidados de enfermagem, não impede a aplicação da força de cisalhamento. Um exame mais aprofundado com dados mais objetivos será realizado, de forma a examinar as intervenções preventivas de enfermagem.

### AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos os participantes no estudo pela sua cooperação. Gostaríamos também de agradecer à Editage ([www.editage.com](http://www.editage.com)) pela edição em língua inglesa.

### CONFLITO DE INTERESSES

Não existem conflitos de interesse a declarar.

### DECLARAÇÃO ÉTICA

O estudo foi aprovado pelo Comité de Revisão Ética da Escola de Medicina da Universidade de Jikei, Tóquio (9212).

### FINANCIAMENTO

Este estudo recebeu uma bolsa de investigação da Escola de Enfermagem, a Escola de Medicina da Universidade de Jikei. No entanto, não estiveram envolvidos em nenhum aspeto do conteúdo do estudo, incluindo a conceção do estudo, a recolha de dados e a análise ou interpretação dos dados; apenas forneceram financiamento.

### REFERÊNCIAS

1. Manorama A, Meyer R, Wiseman R, Bush T. Quantifying the effects of external shear loads on arterial and venous blood flow: implications for pressure ulcer development. *Clin Biomech* 2013;28(5):574–78.
2. Leyva-Mendivil MF, Lengiewicz J, Page A, et al. Skin microstructure is a key contributor to its friction behaviour. *Tribol Lett* 2017;65(1):12.
3. Vianna V, Broderick L, Cowan L. Pressure injury related to friction and shearing forces in older adults. *J Dermatol & Skin Sci* 2021;3(2):9–12.
4. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: clinical practice guideline. The International Guideline. Emily Heasler, editor. EPUAP/NPIAP/PPPIA 2019.
5. Mimura M, Okazaki H, Kajiwara T, et al. Variation of body pressure and shear force during bed manipulation (Part 1): effect of body shape and bed manipulation. *J Jap Soc Bedsores* 2007;9:11–20 (in Japanese).
6. Ishikawa H, Hata M, Kondo Y. The effect of back-pulling during head-up and head-down. *Asahikawa Red Cross Hosp Med J* 2011;31–33 (in Japanese).
7. Mori M, Endo A, Oshimoto Y. Fabrication of a cushion to reduce pressure on the buttocks during back elevation and a study of its effectiveness. *J Jap Soc Bedsores* 2010;12:509–12 (in Japanese).
8. Y, Otsuka N, Ibe F, et al. Relationship of 45° head-side up and knee elevation and local pressure at the sacral region. *Jap J PU* 2009;11(1):40–6.
9. Harada C, Shigematsu T, Hagsawa S. The effect of 10-degree leg elevation and 30-degree head elevation on body displacement and sacral interface pressures over a 2-hour period. *J WOCN* 2002;29(3):143–48.
10. Lippoldt J, Pernicka E, Staudinger T. Interface pressure at different degrees of backrest elevation with various type of pressure-redistribution surfaces. *Am J Crit Care* 2014;23(2):119–26.

11. Defloor T. The effect of position and mattress on interface pressure. *Appl Nurs Res* 2000;13(1):2–11.
12. Anderwee K, Clark M, Dealey C, et al. Pressure ulcer prevalence in Europe: a pilot study. *J Eval Clin Pract* 2007;13(2):227–35.
13. VanGilder C, Macfarlane GD, Meyer S. Results of nine international pressure ulcer prevalence surveys: 1989 to 2005. *Ostomy Wound Manage* 2008;54(2):40–54.
14. VanGilder C, Amlung S, Harrison P, Meyer S. Results of the 2008–2009 International Pressure Ulcer Prevalence Survey and a 3-year, acute care, unit specific analysis. *Ostomy Wound Manage* 2009;55(11):39–45.
15. VanGilder C, Lachenbruch C, Algrim-Boyle C, Meyer S. The International Pressure Ulcer Prevalence Survey 2006–2015: a 10-year pressure injury prevalence and demographic trend analysis by care setting. *J WOCN* 2017;44(1):20–8.
16. Gefen A. Why is the heel particularly vulnerable to pressure ulcers? *Br J Nurs* 2017;26(Sup20):S62–S74.
17. Nakagami G, Sanada H, Konya C, et al. Comparison of two pressure ulcer preventive dressings for reducing shear force on the heel. *J WOCN* 2006;33(3):267–72.
18. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39:175–91.
19. Okubo Y, Kohase M, Ogawa KI. Influence of raising and lowering the back of the bed on the body. *J Jap Soc Bedsores* 2000;2:45–50 (in Japanese).
20. Grey JE, Harding KG, Enoch S. Pressure ulcers. *BMJ* 2006;332:472–75.
21. Okuwa M, Sugama J, Sanada H, et al. Measuring the pressure applied to the skin surrounding pressure ulcers while patients are nursed in the 30 degree Position. *J Tissue Viab* 2005;15(1):3–8.
22. The Japanese Society of Pressure Ulcers Guideline Revision Committee. JSPU guidelines for the prevention and management of pressure ulcers (4th ed.). *Jpn J PU* 2015;17(4):487–557.
23. McCreath HE, Bates-Jensen BM, Nakagami G, et al. Use of Munsell Color Charts to objectively measure skin color in nursing home residents at risk for pressure ulcer development. *J Adv Nurs* 2016;72(9):2077–85.
24. Gefen A. Tissue changes in patients following spinal cord injury and implications for wheelchair cushions and tissue loading: a literature review. *Ostomy Wound Manage* 2014;60(2):34–45.
25. Takahashi M, Shimomichi M, Ohura T. Effects of pressure and shear force on blood flow in the radial artery and skin capillaries. *J Jap Soc Bedsores* 2012;14:547–52 (in Japanese).
26. Takeda T. An experimental study on the effects of friction and displacement on the occurrence of bed sore. *J Jap Soc Bedsores* 2001;3:38–43 (in Japanese).
27. Santamaria N, Gerdtz M, Sage S, et al. A randomised controlled trial of the effectiveness of soft silicone multi-layered foam dressings in the prevention of sacral and heel pressure ulcers in trauma and critically ill patients: the border trial. *Int Wound J* 2013;12(3):302–8.
28. Ferrer Solà M, Espauella Panicot J, Altimires Roset J, et al. Comparison of efficacy of heel ulcer prevention between classic padded bandage and polyurethane heel in a medium-stay hospital: randomized controlled trial. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2013;48(1):3–8.
29. Takeshi K, Yoshiki M, Makoto K. Clinical significance of the water retention and barrier function: improving capabilities of ceramide-containing formulations: a qualitative review. *J Dermatol* 2021;48(12):1807–16.
30. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Ulcer Advisory Panel, Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and treatment of pressure ulcers: quick reference guide. Available from: <http://tinyurl.com/yck2mmr6>
31. Moore Z, Cowman S, Conroy RM. A randomized controlled clinical trial of repositioning, using the 30° tilt, for the prevention of pressure ulcers. *J Clin Nurs* 2011;20(17–18):2633–44.
32. Brown MM, Boosinger J, Black J, et al. Nursing innovation for prevention of decubitus ulcers in long term care facilities. *Plast Surg Nurs* 1985;5:57–64.
33. Smith AM, Malone JA. Preventing pressure ulcers in institutionalized elders: assessing the effects of small, unscheduled shifts in body position. *Decubitus* 1990;3:20–4.
34. Dai M, Yamanaka T, Matsumoto M, et al. Effectiveness of the air mattress with small change system on pressure ulcer prevention: a pilot study in a long-term care facility. *J Jap WOCM* 2018;22(4):357–62.
35. Nagase T, Koshima I, Maekawa T, et al. Ultrasonographic evaluation of an unusual peri-anal induration: a possible case of deep tissue injury. *J Wound Care* 2007;16(8):365–7.