

Encuesta de investigación de la presión y la fuerza de cizallamiento en el talón mediante un sensor táctil de tres ejes

RESUMEN

Objetivos Investigamos los cambios en la presión y la fuerza de cizallamiento en el talón causados por la elevación de la cabecera de la cama y después de descargar la presión del talón.

Métodos Se recogieron datos sobre la presión del talón y la fuerza de cizallamiento de 26 individuos sanos de >30 años utilizando un sensor táctil de tres ejes en cada ángulo formado al elevar la parte superior del cuerpo de los participantes desde una posición supina. Se recogieron y compararon los datos tras la liberación de la presión del pie izquierdo o derecho.

Resultados La edad media de los participantes era de 45,1 ($\pm 11,1$) años. La presión y la fuerza de cizallamiento anteroposterior en el talón aumentaban con la elevación. Estos aumentos eran especialmente destacados cuando el ángulo de elevación era de 30°. En las inclinaciones posteriores de 45° y 60°, la presión corporal y la fuerza de cizallamiento aumentaron ligeramente, pero no de forma significativa. La presión y la fuerza de cizallamiento se liberaban elevando la extremidad inferior cada vez que se elevaba la cabecera de la cama. Sin embargo, mayores elevaciones provocaron un aumento de la presión y de la fuerza de cizallamiento, en particular de la fuerza de cizallamiento lateral. La presión y la fuerza de cizallamiento no cambiaron significativamente cuando se elevaron las extremidades inferiores.

Conclusión La elevación recomendada de la cabecera de la cama a no más de 30° produjo cambios importantes. Elevar la pierna aliviaba el talón de la presión continua y la fuerza de cizallamiento, al tiempo que aumentaba la presión y la fuerza de cizallamiento lateral. Aunque la elevación de las piernas es un aspecto de los cuidados diarios de enfermería, es importante investigar dichas intervenciones de enfermería utilizando datos objetivos.

Palabras clave lesión por presión del talón, descompresión, fuerza de cizallamiento, elevación de la cabecera de la cama

Como referencia Murooka Y and Ishii HN. Fact-finding survey of pressure and shear force at the heel using a three-axis tactile sensor. WCET[®] Journal 2022;43(1):20-27

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

Presentado 28 Marzo 2022, Aceptado 31 agosto 2022

INTRODUCCIÓN

Además de la relación entre la intensidad de la presión y el tiempo, está claro que las fuerzas de fricción y cizallamiento se producen como fuerzas externas al cuerpo vivo. Las fuerzas de cizallamiento obstruyen el flujo sanguíneo en el tejido, lo que provoca isquemia tisular¹. En Japón, las lesiones por presión tienden a desarrollarse con frecuencia en adultos mayores encamados con prominencias óseas. Son especialmente susceptibles a las fuerzas de fricción y

cizallamiento debido a la sequedad y a la menor elasticidad de la piel^{2,3}. Por lo tanto, se recomienda cambiar regularmente de posición para reducir la presión y la fuerza de cizallamiento sobre la piel⁴.

La prevención de las lesiones por presión requiere no sólo la reducción sistémica de la presión corporal, sino también la despresurización local y la reducción de la fuerza de cizallamiento. Cuando se eleva la cabecera de la cama de un paciente, el sacro y el cóccix se ven sometidos a una fuerte presión y fuerza de cizallamiento, con cambios particulares de presión y fuerza de cizallamiento registrados en la región sacra⁵. En la práctica clínica, estos problemas se abordan mediante la despresurización, que incluye dispositivos de redistribución de la presión y la prestación de cuidados diarios de enfermería. Dos de estas formas de cuidados de enfermería para la despresurización cuando se eleva o se baja la cama de un paciente son *senuki* (literalmente "omisión de la espalda") y *ashinuki* (literalmente "omisión de las piernas"). *Senuki* consiste en que el cuidador levante la parte superior del cuerpo del paciente e introduzca la mano entre la cama y la espalda del paciente para separar el cuerpo de la cama cuando

Yoko Murooka*

RN, PhD, WOCN

Facultad de Enfermería, Universidad de Ciencias de la Información de Tokio,

4-1 Onaridai, Wakaba-ku, Chiba, 265-8501 Japón

Email myoko0913@gmail.com

Hidemi Nemoto Ishii

RN, MSN, ET/WOCN

Wound & Ostomy Care Division, ALCARE Co. Ltd., Sumida-ku, Tokio, Japón

* Autor correspondiente

esté elevada, eliminando así la fricción y la fuerza de cizallamiento entre la piel del paciente y su ropa de cama. El *ashinuki* consiste en que el cuidador eleve las piernas del paciente para eliminar la fuerza de cizallamiento que, de otro modo, se produciría desde la cadera hasta la superficie posterior del muslo y el talón al elevar o bajar la cama⁶.

Cuando se eleva una cama, factores como la concentración de presión en las nalgas y el deslizamiento hacia abajo del cuerpo crean una fuerza de cizallamiento. Por lo tanto, al elevar la cama de un paciente, las enfermeras proporcionan diversas formas de cuidado, como elevar primero las piernas, colocar al paciente en múltiples métodos, como insertar un cojín bajo sus rodillas para evitar deslizamientos, y elevar la parte superior del cuerpo del paciente⁷⁻⁹. Sin embargo, estas intervenciones de enfermería se comunicaron en estudios que examinaron el sacro; pocos estudios han examinado los cambios en la presión o la fuerza de cizallamiento en el talón^{10,11}.

En posición supina, el talón está sometido a una presión continua, lo que lo hace vulnerable a lesiones tisulares y lesiones por presión. Según los informes, las lesiones por presión en el talón representan una cuarta parte de todas las lesiones por presión en los hospitales y residencias de ancianos estadounidenses¹²⁻¹⁵. Los efectos de la elevación de la cama y otros factores hacen que el talón sea susceptible a la fricción¹⁶. Para reducir esta fricción, se aplican apósitos preventivos¹⁷.

El presente estudio examinó la presión y la fuerza de cizallamiento en el talón utilizando un sensor táctil de tres ejes. Además, el objetivo era confirmar los cambios en la presión y la fuerza de cizallamiento en el talón tras elevar las cabeceras de las camas de los pacientes, seguido de la elevación de las extremidades inferiores de los pacientes.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Diseño del estudio

Un estudio cuasiexperimental.

Selección de los participantes y periodo de estudio

Se reclutaron voluntarios sanos de más de 30 años en las universidades y hospitales de los investigadores. El número de experiencias clínicas de los participantes no importaba en el diseño de este estudio. En un tablón de anuncios de las instalaciones se expusieron carteles para la cooperación en la investigación con el fin de llamar a la participación. El autor principal hizo anuncios verbales y por correo electrónico de la misma, y utilizó documentos para explicar las especificaciones de la investigación a las personas que deseaban participar. Las personas firmaron un formulario de consentimiento para confirmar su participación.

Los criterios de inclusión exigían que los participantes no tuvieran heridas en los talones. El enrojecimiento temporal se consideró hiperemia reactiva y se incluyó a dichos participantes.

Tamaño de la muestra

Cuando se utilizó G*Power¹⁸ para analizar el tamaño de la muestra con un tamaño del efecto de 0,8, α de 0,05 y una potencia estadística de 0,8, se calculó que el tamaño de la muestra era $n=15$. Debido a la posibilidad de un efecto de medición insuficiente en algunos participantes, fijamos el tamaño de la muestra en 20. El número objetivo de 20 participantes se fijó en 15 para tener en

cuenta los abandonos durante la recogida de datos. Sin embargo, ningún participante cumplió los criterios de exclusión y todos fueron incluidos.

Recogida de datos

Los datos se recopilaron entre octubre de 2018 y Marzo de 2019.

Entorno de medición

Para las mediciones se seleccionó ropa de cama de uso común. Sin embargo, para facilitar la reproducibilidad, no se utilizaron almohadas. Otros equipos incluidos:

- Cama eléctrica: Cama Paramount KA-5000 (tipo 4-split) (Paramount Bed Corporation, Tokio, Japón).
- Colchón base: Everfit KE-521Q (Paramount Bed Corporation, Tokio, Japón); colchón estático de 10 cm de grosor.
- Sábana bajera: sábana de algodón de tejido liso. Las sábanas estaban recogidas cuando se hacían las camas.
- Dispositivo de medición: Sensor táctil de tres ejes (ShokacChip™T08, Touchence Inc., Tokio, Japón) 9 mm × 9 mm × 5 mm. Los ejes x, y y z del sensor de tres ejes se ajustaron en función de la presión, la fuerza de cizallamiento anteroposterior y la fuerza de cizallamiento lateral, respectivamente (figuras 1a y b).

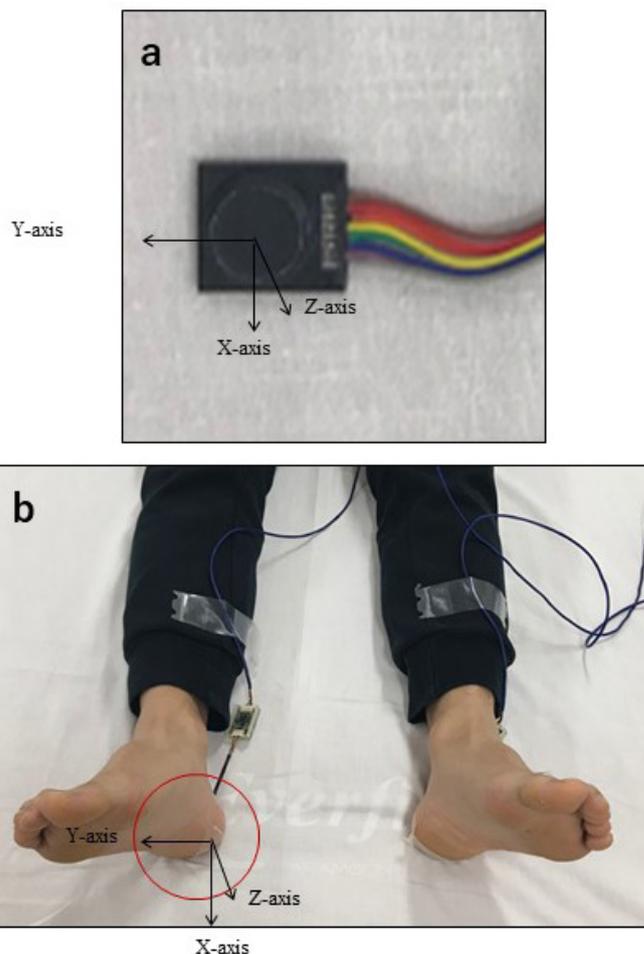


Figura 1. Se colocó un sensor táctil triaxial en la zona de contacto de la piel entre el talón y la cama y se cubrió con un apósito. Se midieron tres direcciones: fuerza de cizallamiento anteroposterior (eje x), fuerza de cizallamiento lateral (eje y) y presión (eje z)

Procedimiento de medición

Se realizaron dos experimentos. El experimento 1 midió la presión y la fuerza de cizallamiento en el talón. El experimento 2 midió los cambios en la presión del talón y la fuerza de cizallamiento con y sin elevación de las extremidades inferiores.

Experimento 1: Cambios en la presión del talón y la fuerza de cizallamiento al elevar la cabecera de la cama

Los participantes abrieron ligeramente las extremidades inferiores en estado de relajación y se tumbaron en decúbito supino con la espina iliaca anterosuperior alineada con el punto de flexión de la cama. El sensor de tres ejes se aplicó en el punto central donde el talón izquierdo o derecho tocaba la cama; el apósito de película se aplicó desde arriba (Figuras 1a y b). Se seleccionó al azar el talón izquierdo o derecho y se recogieron las siguientes series de datos:

1. Tras confirmar que el cuerpo del participante estaba quieto, se recogieron los datos del talón durante un periodo de 20 segundos con la cama en posición supina.
2. Tras 20 segundos, se elevó la parte superior del cuerpo del participante desde el punto de flexión de la cama hasta un ángulo de 30° medido con un goniómetro (Figura 2).
3. Tras elevar la parte superior del cuerpo del participante, se recogieron los datos del talón mientras el paciente permanecía inmóvil durante 20 segundos.
4. A continuación, se elevó la parte superior del cuerpo del participante a 45° y se recogieron los datos de la misma manera.
5. Tras la recogida de datos para la elevación de 60°, se bajó la cama a posición supina y se midieron los datos durante 20 segundos, con lo que concluyó el experimento.

Experimento 2: Cambios en la presión del talón y la fuerza de cizallamiento con y sin elevación de la extremidad inferior

Como en el Experimento 1, se seleccionó aleatoriamente la extremidad inferior izquierda o derecha, y se repitieron los pasos 1-3 de recogida de datos del Experimento 1. En el Experimento 2, se realizaron las siguientes intervenciones a partir de ese estado.

4. Después de 20 segundos, se sujetaban la rodilla y el tobillo izquierdo o derecho del participante, se levantaban desde la cadera y se mantenían inmóviles en esa posición durante 5 segundos (Figura 3).
5. Tras bajar la extremidad inferior, se elevó inmediatamente hasta un ángulo de 45° y se recogieron los datos del talón mientras el participante permanecía quieto durante 20 segundos.
6. De forma similar al Paso 5 del Experimento 1, después de bajar

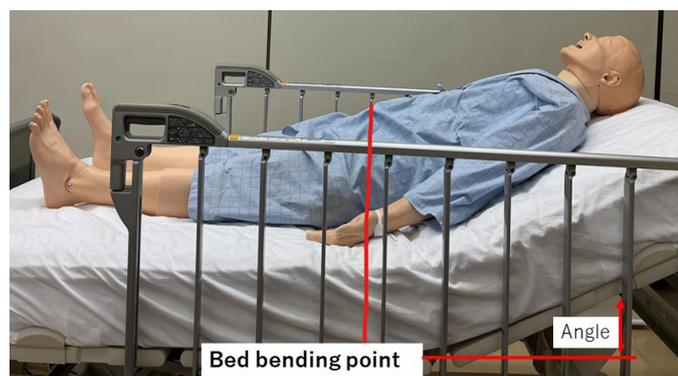


Figura 2. Tumbado en la cama (en el momento de elevar la cabecera de la cama)

la extremidad inferior y elevar la cabecera de la cama a 60°, se realizó la misma medición.

7. Por último, se bajó la cabecera de la cama hasta la posición supina, se recogieron datos durante 20 segundos y se dio por concluido el experimento.

La investigadora, enfermera experta certificada en heridas, ostomía y continencia, llevó a cabo los experimentos 1 y 2 de este estudio.

Analisis de datos

Los datos se analizaron estimando la media de los puntos de observación a los 18 segundos sin tener en cuenta los segundos anteriores y posteriores; también se tuvo en cuenta la influencia de los datos del movimiento anteroposterior de los 20 segundos medidos para cada ángulo de elevación. Los cálculos se realizaron promediando los puntos de observación sin los segundos anteriores y posteriores. Al comienzo de la medición, el valor inicial de los datos se calibró a cero y se midió dos veces. Los datos obtenidos de los sensores se analizaron a lo largo de los ejes x (fuerza de cizallamiento anteroposterior), y (fuerza de cizallamiento lateral) y z (presión). La presión y la fuerza de cizallamiento, con y sin descarga de presión del talón en cada ángulo, se analizaron mediante un software de datos específico y se realizó un ANOVA de dos vías. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS 23.0 para Windows (IBM Corp. Armonk, N.Y., EE. UU.), y el nivel de significación se fijó en el 5%.

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Revisión Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Jikei de Tokio (9212). Los participantes fueron informados del estudio oralmente y por escrito, incluidas las instrucciones para el estudio. Siempre se observó el estado de salud de los participantes durante la medición de los datos. Se les informó de que el procedimiento se interrumpiría si experimentaban angustia. Tras la recogida de datos, se buscó cualquier condición adversa, como la indentación de la piel causada por la aplicación del sensor en el talón del sujeto o la descamación epidérmica causada por la aplicación del material de vendaje.

RESULTADOS

Atributos temáticos

El estudio se realizó con 26 participantes (11 hombres y 15 mujeres) con una edad media de 45,1 ($\pm 11,1$) años y un IMC medio de 22,2 ($\pm 3,2$). Ningún participante cumplió los criterios de



Figura 3. Elevación de los miembros inferiores

exclusión y no se produjeron acontecimientos adversos.

Experimento 1: Cambios en la presión del talón y la fuerza de cizallamiento al elevar la cabecera de la cama

El cambio de presión en el talón tendía a aumentar y mantener su valor a medida que se elevaba la cabecera de la cama (figura 4a). En particular, la presión aumentó significativamente cuando la cabecera de la cama se elevó desde la posición supina hasta 30°. Posteriormente, los valores de presión se mantuvieron para los ángulos de elevación de 45° y 60°; no se observó ningún aumento significativo. Sin embargo, se observó una diferencia significativa cuando se cambió el ángulo de 60° a la posición supina. La presión descendió inicialmente, pero no volvió a la presión inicial, que siguió disminuyendo.

La fuerza de cizallamiento en la dirección delante-detrás tendía a aumentar con el ángulo de elevación. De forma similar a los valores de presión encontrados, el valor aumentó significativamente en el ángulo de elevación de 30°, observándose una diferencia significativa. Después de 45°, la fuerza de cizallamiento anteroposterior se mantuvo y no aumentó significativamente cuando se elevó el ángulo desde la posición supina hasta 60°. Sin embargo, cuando se cambió el ángulo de 60° a la posición supina, se añadió fuerza de cizallamiento en la dirección opuesta y se observó una diferencia significativa (Figura 4b).

Aunque la fuerza de cizallamiento lateral aumentó al elevar la cabecera de la cama, no varió tanto como la fuerza de cizallamiento anteroposterior. Se observó una diferencia significativa cuando se bajó la cama desde un ángulo de 60° hasta la posición supina. Sin embargo, los grandes cambios que se produjeron en la fuerza de cizallamiento anteroposterior no se produjeron en el caso de la fuerza de cizallamiento lateral (Figura 4c).

Experimento 2: Cambios en la presión del talón y la fuerza de cizallamiento con y sin elevación de la extremidad inferior

Los exámenes de los cambios en la presión con y sin elevación de las extremidades inferiores no mostraron diferencias significativas

en la presión, la fuerza de cizallamiento anteroposterior o la fuerza de cizallamiento lateral (Figura 5). Sin embargo, al igual que en las mediciones realizadas con la simple elevación de la cabecera de la cama, incluso cuando se descargaban la presión y la fuerza de cizallamiento, la elevación de la cabecera de la cama provocaba la reaplicación de la fuerza externa. Además, mientras que la fuerza de cizallamiento anteroposterior era grande cuando sólo se elevaba la cabecera de la cama, la fuerza de cizallamiento lateral aumentaba al elevar las extremidades inferiores. A continuación se presenta un ejemplo de elevación de la cabecera de la cama para explicar estos cambios.

Cuando la cabecera de la cama se elevó a 30°, la elevación de las extremidades inferiores descargó temporalmente la presión sobre el talón. Aunque una mayor elevación de la cama volvió a aumentar la presión sobre el talón, la elevación de las extremidades inferiores tendió a inhibir los aumentos posteriores de la presión (Figura 6a).

Cuando las extremidades inferiores no estaban elevadas, la fuerza de cizallamiento anteroposterior aumentaba ligeramente cuando la cabecera de la cama se elevaba a 30°. Por otro lado, cuando se elevaron las extremidades inferiores, no se produjo ningún cambio significativo (Figura 6b).

Del mismo modo, la fuerza de cizallamiento lateral aumentó sin elevación de la extremidad inferior cuando la cabecera de la cama se elevó a 30°. Al elevar más la cabecera de la cama, la fuerza de cizallamiento lateral aumentaba en ausencia de elevación de las extremidades inferiores. El mayor cambio se produjo cuando la cama volvió a la posición supina. Cuando se elevaba la extremidad inferior, se descargaba temporalmente la fuerza de cizallamiento lateral. Sin embargo, la elevación de la cabecera de la cama volvió a crear una fuerza de cizallamiento lateral. Aunque la diferencia en la fuerza de cizallamiento lateral cuando la cama volvió a la posición supina fue menor que la diferencia observada sin elevación de la extremidad inferior, los resultados demostraron la aparición de la fuerza de cizallamiento lateral asociada a la descarga temporal de la fuerza (Figura 6c).

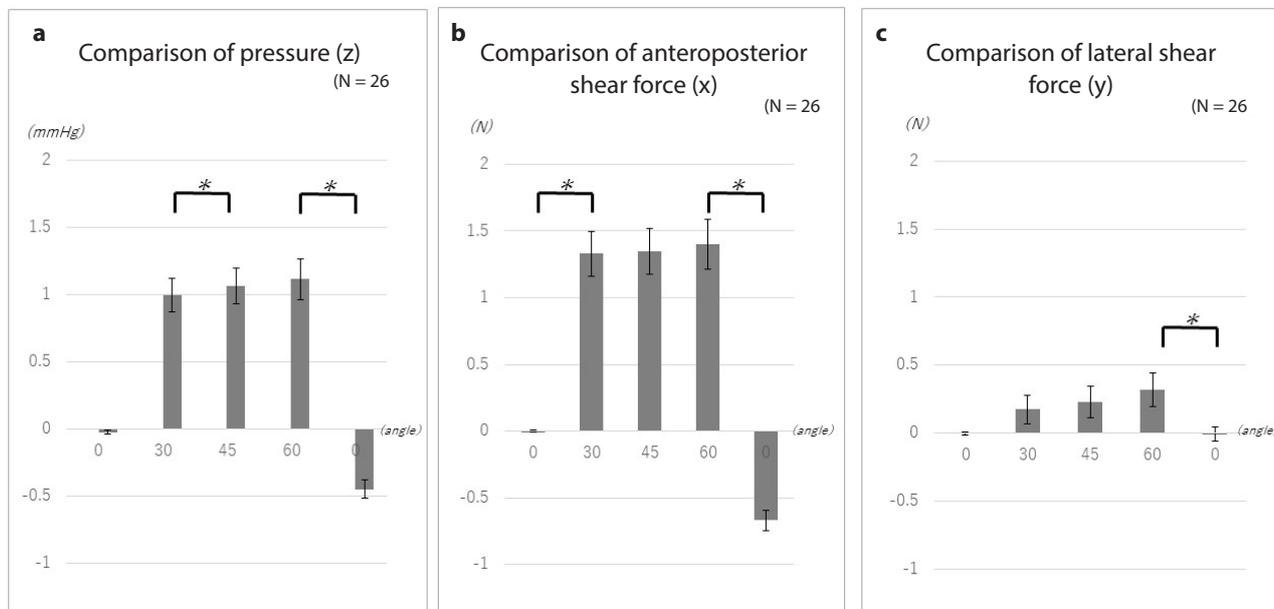


Figura 4. Cambios en la presión del talón y la fuerza de cizallamiento al elevar la cabecera de la cama

(*p<0.05)

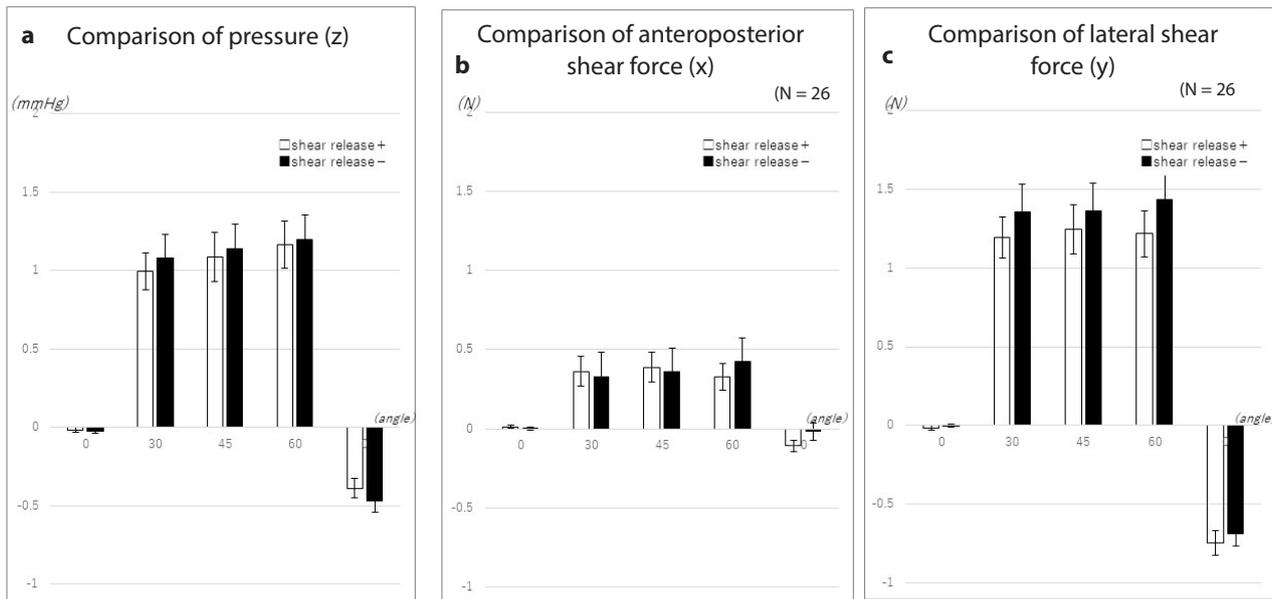


Figura 5. Cambios en la presión del talón y la fuerza de cizallamiento con y sin elevación de la extremidad inferior

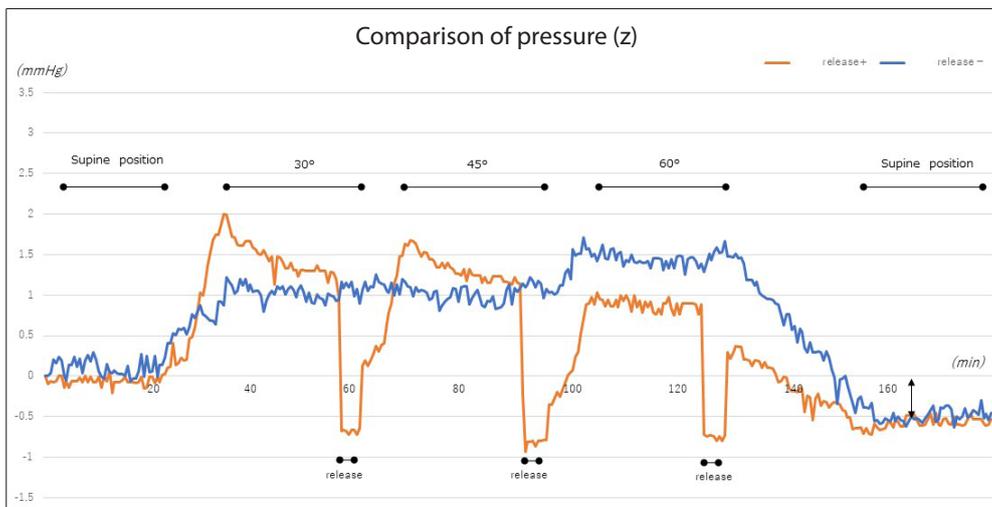


Figura 6a. Cambios en la presión del talón con y sin elevación de la extremidad inferior (ejemplo)

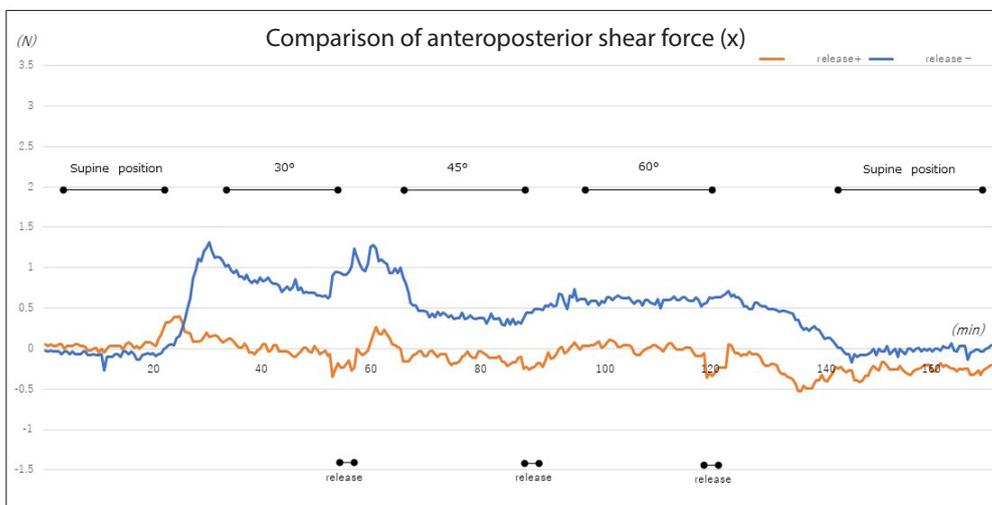


Figura 6b. Cambios en la fuerza de cizallamiento anteroposterior en el talón con y sin elevación de la extremidad inferior (ejemplo)

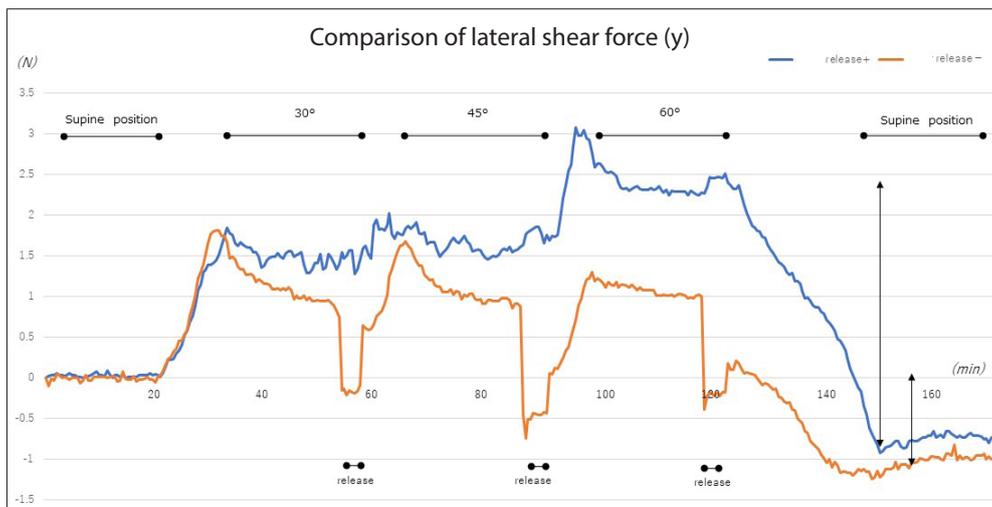


Figura 6c. Cambios en la fuerza de cizallamiento lateral en el talón con y sin elevación de la extremidad inferior (ejemplo)

DISCUSION

Los resultados experimentales revelaron que la presión y la fuerza de cizallamiento en el talón aumentaban al elevar la cabecera de la cama. En particular, la tasa de cambio de los valores fue grande en el ángulo de elevación de 30°. Como ya se ha informado anteriormente, esto se atribuye al efecto del desplazamiento del centro de gravedad y el deslizamiento hacia abajo de la parte superior del cuerpo debido a la elevación de la cabeza¹⁷⁻¹⁹. Desde el punto de vista de la prevención de lesiones por presión en las nalgas, es deseable que el ángulo de elevación de la cabecera de la cama sea de 30° o menos²⁰. Aunque la "regla de los 30°" (30° de decúbito supino lateral, elevando la cabecera de la cama 30°) se ha utilizado ampliamente en el posicionamiento para prevenir las lesiones por presión, también se ha informado de que retrasa la curación en pacientes con lesiones por presión en las nalgas²¹. Por lo tanto, la 4ª edición de las Directrices para la prevención y el tratamiento de las úlceras por presión establece que se pueden realizar posicionamientos distintos a las posiciones de 30° en decúbito lateral y 30° en decúbito supino²².

El talón es un lugar habitual de lesiones por presión. Incluso si una evaluación visual no identifica ningún problema, se produce una lesión tisular que da lugar a una lesión tisular profunda (DTI) debido a cambios en el interior del tejido. Cuando el médico detecta lesiones por presión, la piel suele estar descolorida y lesionada, y ya se ha producido la DTI¹⁶. Como se sabe que el talón tiene una menor concentración de melanocitos, la respuesta del tejido al estrés y las lesiones tisulares son difíciles de detectar basándose en los cambios de color de la piel²³. Además, mientras que la epidermis puede ser gruesa en la cara lateral de la planta del talón, la piel del talón posterior es relativamente fina. En los adultos mayores y en los pacientes con piel frágil, la densidad capilar es baja y la masa se reduce en todo el tejido blando de la parte posterior del talón, lo que afecta negativamente a la unión entre la epidermis y las uniones cutáneas²⁴, aumentando posiblemente el riesgo de lesiones por presión. Se observaron resultados similares entre los participantes del presente estudio, a pesar de tener un IMC medio de 22,2 ($\pm 3,2$) y un tipo de cuerpo estándar. El IMC de los participantes provocó cambios en la masa de todo el tejido blando de la parte posterior del talón. Es concebible que el IMC y la geometría del hueso del talón también afectarían a la unión entre la epidermis y las uniones cutáneas,

lo que sugiere un efecto también sobre la presión y la fuerza de cizallamiento.

Los presentes experimentos demostraron que se produce una fuerte presión y fuerza de cizallamiento cuando la cabecera de una cama de hospital se eleva hasta el ángulo recomendado de 30°. En la medición inicial, la cabecera de la cama se elevó con la espina ilíaca anterior superior del participante alineada con el punto de flexión de la cama para evitar que el cuerpo se deslizara hacia abajo. Sin embargo, como las rodillas no están elevadas y los talones no están apoyados, la tensión continua sobre los tejidos blandos provoca lesiones tisulares²⁵ y trombosis múltiples²⁶, que a menudo causan DTI. De hecho, se demostró que esta tensión actúa como las fuerzas de cizallamiento anteroposterior y lateral debidas a la elevación de la cabecera de la cama del hospital, la elevación de las extremidades inferiores y otros actos de los cuidados de enfermería. Aunque los miembros inferiores se elevan como forma de cuidado preventivo, aprendimos que esta elevación no elimina por completo la fuerza externa. Este hallazgo sugiere la necesidad de nuevas medidas preventivas basadas en datos objetivos.

Se ha descrito que la aplicación de espuma de poliuretano/ espuma de silicona blanda en el talón reduce la fricción y la fuerza de cizallamiento en el talón, lo que resulta en la prevención de lesiones por presión^{27,28}. La piel de los adultos mayores está seca, lo que provoca roces incluso cuando duermen sobre sábanas. La aplicación de cremas hidratantes, en particular el uso de fórmulas que contengan ceramidas, para hidratar la piel seca a diario se considera una intervención de enfermería eficaz²⁹; por lo tanto, también es importante incorporar esta intervención. Las directrices del Grupo Consultivo Europeo sobre Úlceras por Presión también recomiendan el uso de sábanas de seda u otro material similar en lugar de algodón o mezclas de algodón para reducir la fricción y la fuerza de cizallamiento³⁰.

Teniendo en cuenta los avances en los dispositivos de redistribución de la presión corporal, se ha informado de que el reposicionamiento a intervalos convencionales de 2 horas no difiere del reposicionamiento a intervalos de 3 ó 4 horas³¹. Cuando se reposiciona el cuerpo de un paciente (o se mantiene su postura), se le apoya con cojines y almohadas. Aunque en este estudio se utilizaron camas de hospital de cuatro secciones, los datos de los presentes experimentos se recogieron para el talón

con sólo la parte superior del cuerpo de los participantes elevada y sin elevación de la extremidad inferior. Sin embargo, con una cama que permite la elevación de las extremidades inferiores, el posicionamiento convencional requiere la elevación del lado de las extremidades inferiores de la cama para evitar el colapso postural y reducir la presión sobre las nalgas asociada con el deslizamiento hacia abajo de la parte superior del cuerpo; por lo tanto, puede ser necesaria la eliminación de la fuerza externa a través de medios tales como la elevación de las extremidades inferiores. Los cuerpos de los pacientes se reposicionan para cambiar regularmente su posición recostada y desplazar la fuerza externa que, de otro modo, seguiría actuando en el mismo sitio.

Sin embargo, aunque el movimiento voluntario también es importante, a veces resulta difícil para los pacientes que tienen problemas para moverse por sí mismos. En Japón se están realizando estudios sobre los "pequeños cambios", un método de dispersión de la presión corporal que implica el uso de una pequeña almohada. Por "pequeños cambios" se entiende un método en el que se desplaza una pequeña almohada a intervalos regulares hasta el hombro, la cadera o la extremidad inferior de un lado del cuerpo para cambiar el lugar sobre el que actúa la presión y redistribuir así la presión. Se ha demostrado que este método reduce la incidencia de lesiones por presión^{32,33}. Además, se ha desarrollado un colchón de aire equipado con un sistema de cambio tan pequeño, y un estudio ha informado sobre su eficacia para prevenir las lesiones por presión³⁴.

Junto con las medidas descritas anteriormente para prevenir las lesiones por presión en el talón, también se está utilizando la ultrasonografía para detectar lesiones por presión en una fase temprana sin depender de la evaluación visual³⁵. Puede ser necesario adquirir datos más básicos, como los obtenidos en el presente experimento.

Se necesitan más comentarios sobre lo que se sabe actualmente acerca de las intervenciones de enfermería, como el reposicionamiento, la frecuencia de los reposicionamientos para reducir la presión, la fuerza de cizallamiento y la fricción, y el uso de reposapiernas o de la capacidad de elevación de las rodillas de las camas o de dispositivos sencillos como almohadas, etc. para aliviar la presión de cizallamiento y fricción de los talones.

Limitaciones del estudio y retos futuros

En este estudio, el grupo de edad objetivo era relativamente joven. Su estructura cutánea en la región del talón difiere de la de los adultos mayores, que son más propensos a sufrir lesiones por presión, y existen limitaciones a la hora de comparar con pacientes más propensos a sufrir lesiones por presión. El colchón utilizado era de uretano, que se emplea para prevenir las lesiones por presión; por tanto, en el futuro habrá que examinar los efectos del uso de otros materiales, como un colchón de aire.

Basándonos en estos resultados, pretendemos considerar en el futuro métodos de posicionamiento y redistribución de la presión más relevantes desde el punto de vista clínico. Además, nos gustaría comprobar los cambios que se producen no sólo en la región del talón, sino también en la región sacra y en otros lugares de protrusión ósea, y recopilar datos para aportar pruebas a la práctica enfermera.

CONCLUSIONES

Cuando se realizó la elevación, la presión y la fuerza de

cizallamiento en el talón aumentaron significativamente en 30°. La elevación de las extremidades inferiores provocó una descarga de la presión continua y de la fuerza de cizallamiento en el talón, aunque las diferencias no fueron significativas. Sin embargo, observamos la presión y la fuerza de cizallamiento que se producían al elevar la cabecera de la cama y determinamos que la elevación de las extremidades inferiores, un acto típico de los cuidados de enfermería, no evita la aplicación de fuerza de cizallamiento. Se realizarán nuevos exámenes con datos más objetivos para analizar las intervenciones preventivas de enfermería.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los participantes en el estudio por su colaboración. También queremos dar las gracias a Editage (www.editage.com) por la edición en inglés.

CONFLICTO DE INTERESES

No hay conflictos de intereses que declarar.

DECLARACIÓN ÉTICA

El estudio fue aprobado por el Comité de Revisión Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Jikei de Tokio (9212).

FINANCIACIÓN

Este estudio recibió una beca de investigación de la Escuela de Enfermería de la Facultad de Medicina de la Universidad Jikei. Sin embargo, no participaron en ningún aspecto del contenido del estudio, incluidos el diseño del estudio, la recogida de datos, el análisis o la interpretación de los datos; sólo aportaron financiación.

REFERENCIAS

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, Hagiwara 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, Gertz 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/yck2mnr6>
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.