

# Enquête exploratoire sur la pression et la force de cisaillement au niveau du talon à l'aide d'un capteur tactile à trois axes

## RÉSUMÉ

**Objectifs** Nous avons étudié les changements de pression et de force de cisaillement au niveau du talon provoqués par la surélévation de la tête de lit et après avoir déchargé la pression du talon.

**Méthodes** Des données sur la pression du talon et la force de cisaillement ont été recueillies auprès de 26 personnes en bonne santé âgées de plus de 30 ans à l'aide d'un capteur tactile à trois axes positionné à chaque angle formé lorsque le haut du corps des participants était relevé à partir d'une position couchée. Les données après relâchement de la pression du pied gauche ou du pied droit ont été recueillies et comparées.

**Résultats** L'âge moyen des participants était de 45,1 ( $\pm 11,1$ ) ans. La pression et la force de cisaillement antéropostérieure sur le talon augmentent avec l'élévation. Ces augmentations étaient particulièrement marquées lorsque l'angle d'élévation était de 30°. Avec des inclinaisons ultérieures de 45° et 60°, la pression corporelle et la force de cisaillement ont légèrement augmenté, mais pas de manière significative. La pression et la force de cisaillement ont été relâchées en soulevant le membre inférieur chaque fois que la tête de lit était relevée. Cependant, des surélévations plus importantes ont entraîné une augmentation de la pression et de la force de cisaillement, en particulier de la force de cisaillement latérale. La pression et la force de cisaillement n'ont pas changé de manière significative lorsque les membres inférieurs étaient soulevés.

**Conclusion** L'élévation recommandée de la tête de lit à 30° maximum a entraîné des changements majeurs. La surélévation de la jambe a soulagé le talon d'une pression et d'une force de cisaillement continues tout en augmentant la pression et la force de cisaillement latérale. Bien que soulever des jambes fasse partie des soins infirmiers quotidiens, il est important d'étudier ces interventions infirmières à l'aide de données objectives.

**Mots clés** traumatisme crural, décompression, force de cisaillement, surélévation de la tête de lit

**Pour les références** 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>

*Soumis le 28 mars 2022, Accepté le 31 août 2022*

## INTRODUCTION

Outre la relation entre l'intensité de la pression et le temps, il est clair que les forces de frottement et de cisaillement sont des forces externes à l'organisme vivant. Les forces de cisaillement entravent la circulation sanguine dans les tissus, ce qui entraîne une ischémie tissulaire<sup>1</sup>. Au Japon, les lésions de pression tendent à se développer fréquemment chez les personnes âgées alitées présentant des proéminences osseuses. Elles sont particulièrement

sensibles aux forces de frottement et de cisaillement en raison de la sécheresse et de l'élasticité réduite de la peau<sup>2,3</sup>. Un repositionnement régulier est donc recommandé pour réduire la pression et la force de cisaillement sur la peau<sup>4</sup>.

La prévention des lésions de pression nécessite non seulement une réduction systémique de la pression corporelle, mais aussi une dépressurisation locale et une réduction de la force de cisaillement. Lorsque la tête du lit d'un patient est relevée, le sacrum et le coccyx sont soumis à une pression et à une force de cisaillement importantes, avec des changements particuliers de la pression et de la force de cisaillement signalés dans la région sacrée<sup>5</sup>. Dans la pratique clinique, ces problèmes sont résolus par la dépressurisation, qui comprend des dispositifs de redistribution de la pression et des soins infirmiers quotidiens. Deux formes de soins infirmiers pour la dépressurisation lorsque le lit d'un patient est relevé ou abaissé sont le *senuki* (littéralement "omission du dos") et l' *ashinuki* (littéralement "omission des jambes"). Le *senuki* implique que le soignant soulève le haut du corps du patient et insère sa main entre le lit et le dos du patient pour séparer le corps du lit lorsqu'il est relevé, éliminant ainsi la friction et la force de cisaillement entre la peau du patient et les draps. L'*Ashinuki*

### Yoko Murooka\*

RN, PhD, WOCN

Faculté des soins infirmiers, Université des sciences de l'information de Tokyo,

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

Courriel [myoko0913@gmail.com](mailto:myoko0913@gmail.com)

### Hidemi Nemoto Ishii

RN, MSN, ET/WOCN

Wound & Ostomy Care Division, ALCARE Co. Ltd, Sumida-ku, Tokyo, Japon

\* Auteur correspondant

consiste pour le soignant à soulever les jambes du patient afin d'éliminer la force de cisaillement qui se produirait sinon de la hanche à la surface postérieure de la cuisse et du talon lorsque le lit est relevé ou abaissé<sup>6</sup>.

Lorsque le lit est relevé, des facteurs tels que la concentration de la pression dans les fesses et le glissement du corps vers le bas créent une force de cisaillement. Par conséquent, lorsqu'ils relèvent le lit d'un patient, les infirmières et infirmiers prodiguent diverses formes de soins, notamment en soulevant d'abord les jambes, en positionnant le patient de plusieurs façons, par exemple en insérant un coussin sous ses genoux pour éviter qu'il ne glisse, et en soulevant le haut du corps du patient<sup>7-9</sup>. Cependant, ces interventions infirmières ont été rapportées dans des études portant sur le sacrum ; peu d'études ont examiné les changements de pression ou de force de cisaillement sur le talon<sup>10,11</sup>.

En position couchée, le talon est soumis à une pression continue, ce qui le rend vulnérable aux lésions tissulaires et aux lésions de pression. Les lésions de pression au niveau du talon sont identifiées comme comptant pour un quart de toutes les lésions de pression dans les maisons de retraite et les hôpitaux américains<sup>12-15</sup>. Les effets de la surélévation du lit et d'autres facteurs rendent le talon sensible à la friction<sup>16</sup>. Pour réduire cette friction, des pansements préventifs sont appliqués<sup>17</sup>.

La présente étude a examiné la pression et la force de cisaillement sur le talon à l'aide d'un capteur tactile à trois axes. En outre, l'objectif était de confirmer les changements de pression et de force de cisaillement sur le talon après la surélévation de la tête de lit des patients, suivie de l'élévation des membres inférieurs des patients.

## MÉTHODES DE RECHERCHE

### Modèle de l'étude

Une étude quasi-expérimentale.

### Sélection des participants et période d'étude

Des volontaires en bonne santé âgés de plus de 30 ans ont été recrutés dans les universités et les hôpitaux des chercheurs. Le nombre d'expériences cliniques des participants n'avait pas d'importance dans ce modèle d'étude. Des affiches pour la coopération en matière de recherche ont été placées sur un tableau d'affichage dans les établissements afin d'encourager la participation. L'auteur principal a fait des annonces verbales et par courrier électronique, puis utilisé des documents pour expliquer les spécifications de la recherche aux personnes qui souhaitaient y participer. Ces personnes ont signé un formulaire de consentement pour confirmer leur participation.

Les critères d'inclusion exigeaient que les participants n'aient pas de lésions aux talons. Une rougeur temporaire a été considérée comme une hyperémie réactive et ces participants ont été inclus.

### Taille de l'échantillon

Lorsque G\*Power<sup>18</sup> a été utilisé pour analyser la taille de l'échantillon avec une taille d'effet de 0,8, un  $\alpha$  de 0,05 et une puissance statistique de 0,8, la taille de l'échantillon a été calculée comme étant  $n=15$ . En raison de la possibilité d'un effet de mesure insuffisant chez certains participants, nous avons fixé la taille de l'échantillon à 20. Le nombre cible de 20 participants a été ramené à 15 pour tenir compte des abandons au cours de la collecte des données. Cependant, aucun participant ne répondait aux critères d'exclusion et tous ont été inclus.

## Collecte des données

Les données ont été collectées entre octobre 2018 et mars 2019.

## Environnement de mesure

Une literie d'usage courant a été sélectionnée pour les mesures. Toutefois, pour des raisons de reproductibilité, aucun oreiller n'a été utilisé. Autres équipements inclus :

- Lit électrique : Lit Paramount KA-5000 (type 4 sections) (Paramount Bed Corporation, Tokyo, Japon).
- Matelas de base : Everfit KE-521Q (Paramount Bed Corporation, Tokyo, Japon) ; matelas statique de 10 cm d'épaisseur.
- Drap de lit : drap 100% coton tissé. Les draps étaient bordés lorsque les lits étaient faits.
- Dispositif de mesure : Capteur tactile à trois axes (ShokacChip™T08, Touchence Inc., Tokyo, Japon) 9 mm × 9 mm × 5 mm. Les axes x, y et z du capteur à trois axes ont été réglés en fonction de la pression, de la force de cisaillement antéro-postérieure et de la force de cisaillement latérale, respectivement (figures 1a et b).

## Procédure de mesure

Deux expériences ont été menées. L'expérience 1 a mesuré la pression et la force de cisaillement sur le talon. L'expérience 2 a

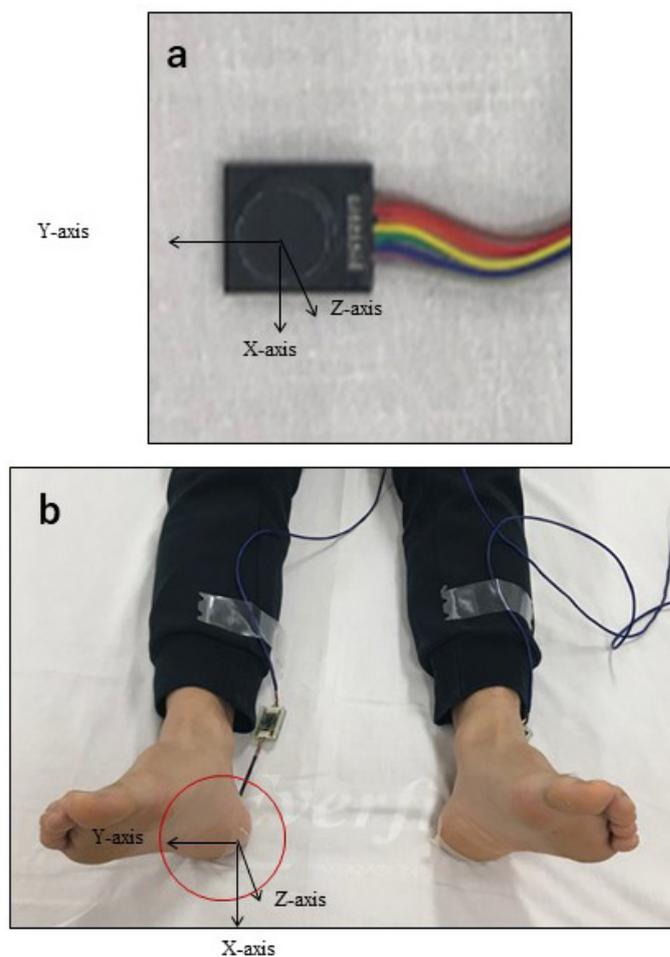


Figure 1. Un capteur tactile triaxial a été fixé sur la zone de contact cutané entre le talon et le lit et a été recouvert d'un pansement. Trois directions ont été mesurées : la force de cisaillement antéro-postérieure (axe x), la force de cisaillement latérale (axe y) et la pression (axe z)

mesuré les changements de la pression du talon et de la force de cisaillement avec et sans surélévation du membre inférieur.

### *Expérience 1 : Changements dans la pression du talon et la force de cisaillement lors de la surélévation de la tête de lit*

Les participants ont légèrement ouvert leurs membres inférieurs dans un état de relaxation et se sont allongés en position couchée, la colonne vertébrale iliaque antéro-supérieure alignée sur le point de flexion du lit. Le capteur à trois axes a été appliqué au point central où le talon gauche ou droit touchait le lit ; le film du pansement a été appliqué par le haut (figures 1a et b). Le talon gauche ou droit a été choisi au hasard et les séries de données suivantes ont été collectées :

1. Après avoir confirmé que le corps du participant était immobile, les données relatives au talon ont été recueillies sur une période de 20 secondes, le lit étant en position couchée.
2. Après 20 secondes, le haut du corps du participant a été relevé à partir du point de flexion du lit jusqu'à un angle de 30° mesuré à l'aide d'un goniomètre (figure 2).
3. Après avoir relevé le haut du corps du participant, les données relatives au talon ont été recueillies pendant que le patient restait immobile pendant 20 secondes.
4. Le haut du corps du participant a ensuite été relevé à 45° et les données ont été recueillies de la même manière.
5. Après la collecte des données pour la surélévation de 60°, le lit a été abaissé en position couchée et les données ont été mesurées pendant 20 secondes, concluant ainsi l'expérience.

### *Expérience 2 : Changements de la pression du talon et de la force de cisaillement avec et sans surélévation du membre inférieur*

Comme dans l'expérience 1, le membre inférieur gauche ou droit a été choisi au hasard, et les étapes 1 à 3 de la collecte de données de l'expérience 1 ont été répétées. Dans l'expérience 2, les interventions suivantes ont été effectuées à partir de cet état.

4. Après 20 secondes, le genou et la cheville gauche ou droite du participant ont été saisis, soulevés à partir de la hanche et maintenus dans cette position pendant 5 secondes (figure 3).
5. Une fois le membre inférieur abaissé, il a été immédiatement relevé à un angle de 45° et les données ont été recueillies pour le talon pendant que le participant restait immobile pendant 20 secondes.
6. Comme à l'étape 5 de l'expérience 1, la même mesure a été effectuée après que le membre inférieur a été abaissé et que la tête de lit a été relevée à 60°.



Figure 2. Couché sur le lit (au moment de surélever la tête de lit)

7. Enfin, la tête du lit a été abaissée en position couchée, les données ont été recueillies pendant 20 secondes et l'expérience s'est achevée.

La chercheuse, une infirmière experte certifiée en plaies, stomies et continence, a mené les expériences 1 et 2 de cette étude.

### **Analyse des données**

Les données ont été analysées en estimant la moyenne des points d'observation à 18 secondes sans tenir compte des secondes précédentes et suivantes ; l'influence des données du mouvement antéropostérieur des 20 secondes mesurées pour chaque angle d'élévation a également été prise en compte. Les calculs ont été effectués en faisant la moyenne des points d'observation sans les secondes précédentes et suivantes. Au début de la mesure, la valeur initiale des données a été calibrée à zéro et mesurée deux fois. Les données obtenues à partir des capteurs ont été analysées selon l'axe x (force de cisaillement antéropostérieure), l'axe y (force de cisaillement latérale) et l'axe z (pression). La pression et la force de cisaillement, avec et sans décharge de la pression du talon à chaque angle, ont été analysées à l'aide d'un logiciel de données dédié et une ANOVA à deux voies a été réalisée. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de SPSS 23.0 pour Windows (IBM Corp. Armonk, N.Y., USA), et le seuil de signification a été fixé à 5 %.

### **Considérations éthiques**

L'étude a été approuvée par le comité de révision éthique de la faculté de médecine de l'université Jikei, à Tokyo (9212). Les participants ont été informés de l'étude oralement et par écrit, y compris des instructions relatives à l'étude. L'état de santé des participants est toujours resté sous observation pendant la mesure des données. Ils ont été informés que la procédure serait interrompue s'ils ressentaient une détresse. Après la collecte des données, nous avons recherché d'éventuelles conditions défavorables, telles qu'une indentation de la peau causée par l'application du capteur sur le talon du sujet ou une desquamation de l'épiderme causée par l'application du matériau du pansement.

## **RÉSULTATS**

### **Attributs du sujet**

L'étude a été menée auprès de 26 participants (11 hommes et 15 femmes) d'un âge moyen de 45,1 ( $\pm 11,1$ ) ans et d'un IMC moyen de 22,2 ( $\pm 3,2$ ). Aucun participant ne répondait aux critères d'exclusion et aucun événement indésirable n'est survenu.



Figure 3. Surélévation les membres inférieurs

### Expérience 1 : Changements dans la pression du talon et la force de cisaillement lors de la surélévation de la tête de lit

La variation de la pression au niveau du talon a eu tendance à augmenter et à maintenir sa valeur au fur et à mesure que la tête de lit était relevée (figure 4a). En particulier, la pression a augmenté de manière significative lorsque la tête de lit a été relevée de la position couchée à 30°. Par la suite, les valeurs de pression se sont maintenues pour les angles de surélévation de 45° et 60° ; aucune augmentation significative n'a été observée. Cependant, une différence significative a été observée lorsque l'angle est passé de 60° à la position couchée. La pression a d'abord baissé, mais n'est pas revenue à la pression de départ, et a continué à diminuer.

La force de cisaillement dans la direction avant-arrière tend à augmenter avec l'angle de surélévation. Comme pour les valeurs de pression constatées, la valeur a augmenté de manière significative avec l'angle de surélévation de 30°, et une différence significative a été observée. Après 45°, la force de cisaillement antéropostérieure s'est maintenue mais n'a pas augmenté de manière significative lorsque l'angle a été augmenté de la position couchée à 60°. Cependant, lorsque l'angle est passé de 60° à la position couchée, une force de cisaillement dans la direction opposée s'est ajoutée et une différence significative a été observée (figure 4b).

Bien que la force de cisaillement latérale ait augmenté avec la surélévation de la tête de lit, elle n'a pas changé aussi fortement que la force de cisaillement antéropostérieure. Une différence significative a été observée lorsque le lit a été abaissé d'un angle de 60° à la position couchée. Cependant, les changements importants qui se sont produits dans la force de cisaillement antéropostérieure ne se sont pas produits dans le cas de la force de cisaillement latérale (figure 4c).

### Expérience 2 : Changements de la pression du talon et de la force de cisaillement avec et sans surélévation du membre inférieur

L'examen des variations de pression avec et sans surélévation des membres inférieurs n'a pas montré de différences significatives de pression, de force de cisaillement antéropostérieure ou de force de cisaillement latérale (figure 5). Cependant, comme pour les mesures prises avec une simple surélévation de la tête de lit, même

lorsque la pression et la force de cisaillement ont été déchargées, la surélévation de la tête du lit a conduit à la réapplication de la force externe. En outre, alors que la force de cisaillement antéropostérieure était importante lorsque seule la tête de lit était surélevée, la force de cisaillement latérale augmentait lors de la surélévation des membres inférieurs. Un exemple de surélévation de la tête de lit est présenté ici pour expliquer ces changements.

Lorsque la tête de lit a été relevée à 30°, la surélévation des membres inférieurs a temporairement déchargé la pression sur le talon. Alors qu'une nouvelle surélévation du lit augmentait à nouveau la pression sur le talon, la surélévation des membres inférieurs tendait à inhiber les augmentations ultérieures de la pression (figure 6a).

Lorsque les membres inférieurs n'étaient pas soulevés, la force de cisaillement antéropostérieure augmentait légèrement lorsque la tête de lit était relevée à 30°. En revanche, lorsque les membres inférieurs étaient soulevés, aucun changement significatif ne s'est produit (figure 6b).

De même, la force de cisaillement latérale a augmenté sans élévation du membre inférieur lorsque la tête de lit a été relevée à 30°. Lors d'une nouvelle surélévation de la tête de lit, la force de cisaillement latérale a augmenté en l'absence de surélévation des membres inférieurs. Le changement le plus important s'est produit lorsque le lit est revenu en position couchée. Lorsque le membre inférieur était soulevé, la force de cisaillement latérale était temporairement déchargée. Cependant, la surélévation de la tête de lit a de nouveau créé une force de cisaillement latérale. Bien que la différence de force de cisaillement latérale lorsque le lit est revenu en position couchée soit plus faible que la différence observée sans surélévation du membre inférieur, les résultats ont démontré l'apparition d'une force de cisaillement latérale associée à une décharge temporaire de la force (figure 6c).

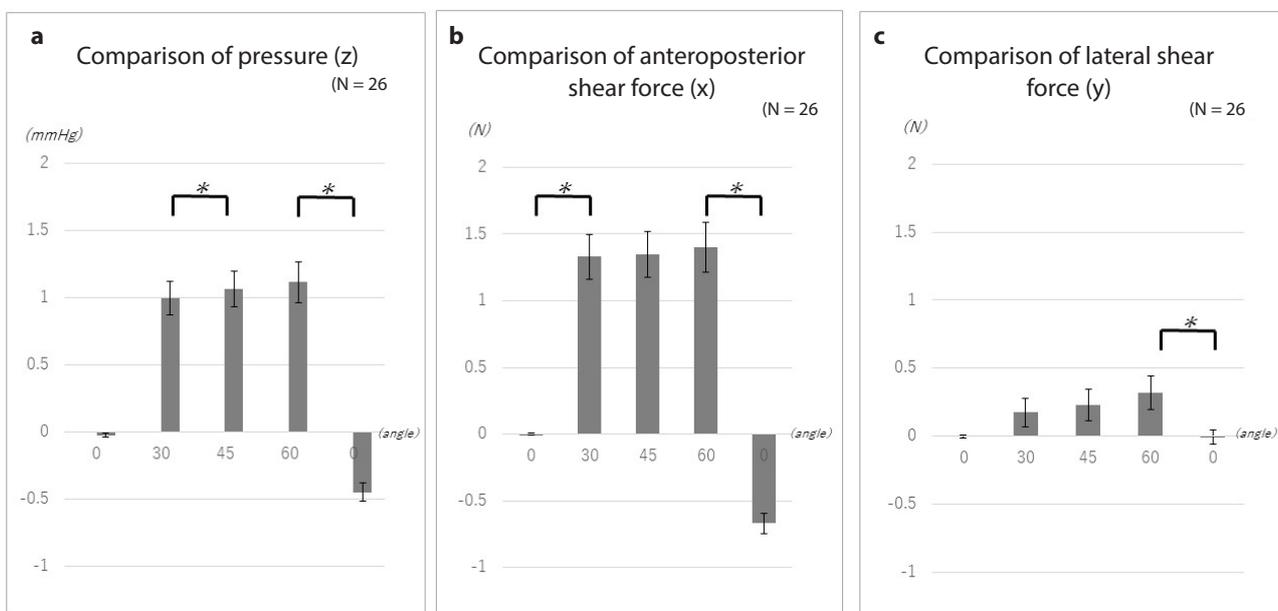


Figure 4. Changements dans la pression du talon et la force de cisaillement lors de la surélévation de la tête de lit

(\*p<0.05)

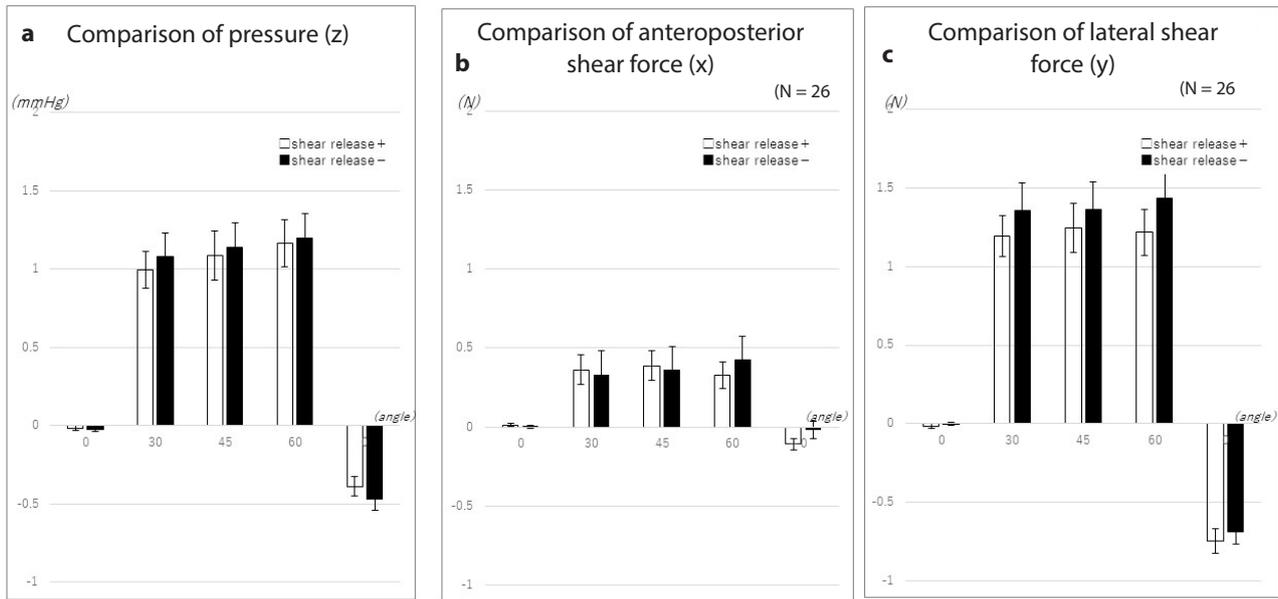


Figure 5. Changements de la pression du talon et de la force de cisaillement avec et sans surélévation du membre inférieur

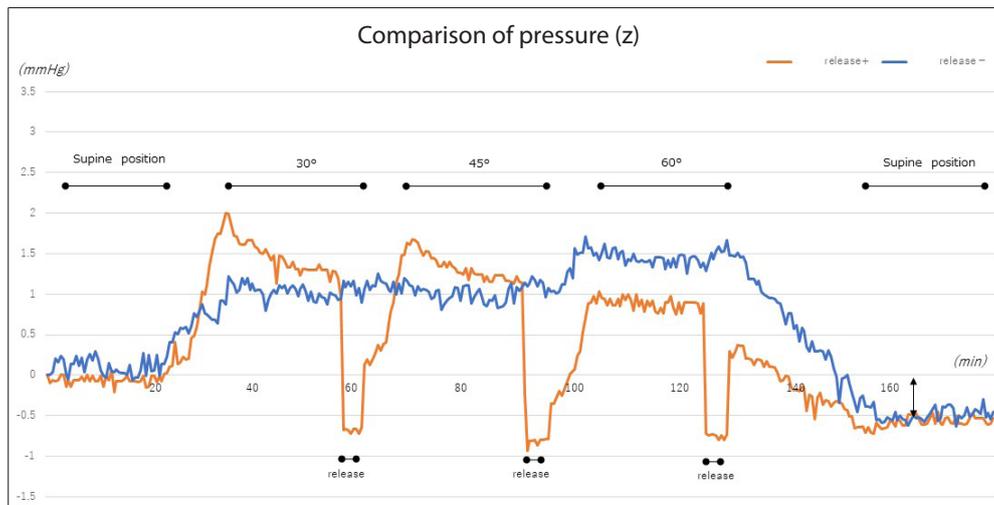


Figure 6a. Changements dans la pression du talon avec et sans surélévation du membre inférieur (exemple)

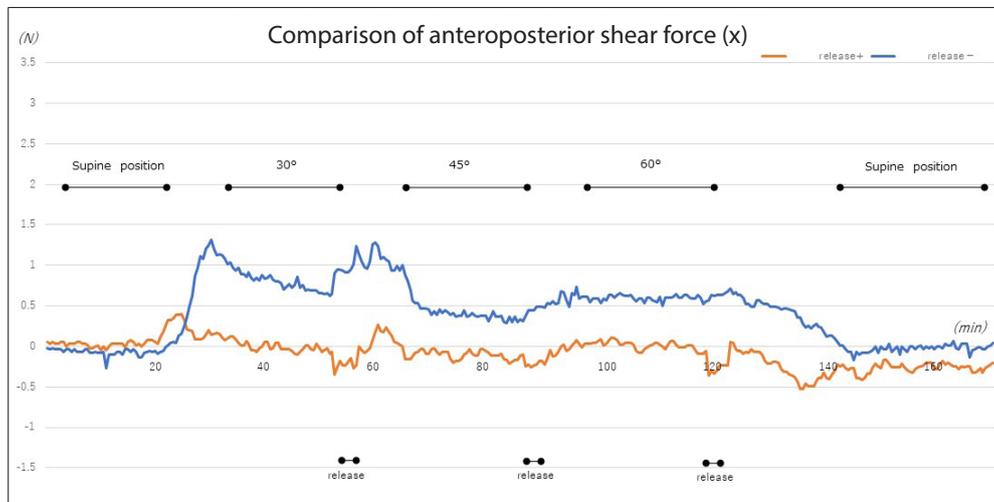


Figure 6b. Variations de la force de cisaillement antéro-postérieure au niveau du talon avec et sans surélévation du membre inférieur (exemple)

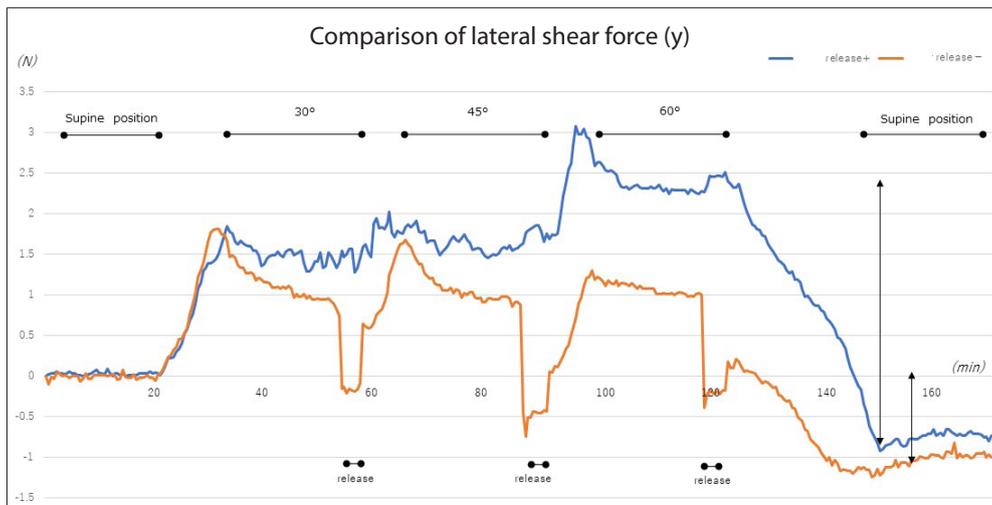


Figure 6c. Variations de la force de cisaillement latérale au niveau du talon avec et sans surélévation du membre inférieur (exemple)

## DISCUSSION

Les résultats expérimentaux ont révélé que la pression et la force de cisaillement au niveau du talon augmentaient avec la surélévation de la tête de lit. En particulier, le taux de variation des valeurs était important à l'angle de surélévation de 30°. Comme indiqué précédemment, ce phénomène est attribué à l'effet du déplacement du centre de gravité et du glissement du haut du corps vers le bas en raison de la surélévation de la tête<sup>17-19</sup>. Afin de prévenir les lésions de pression au niveau des fesses, il est souhaitable que l'angle de surélévation de la tête de lit soit inférieur ou égal à 30°<sup>20</sup>. Bien que la règle des 30° (décubitus latéral de 30°, surélévation de la tête de lit de 30°) ait été largement utilisée dans le positionnement pour prévenir les lésions de pression, il a également été rapporté qu'elle retardait la guérison chez les patients souffrant de lésions de pression au niveau des fesses<sup>21</sup>. Par conséquent, la 4e édition des Directives pour la prévention et la prise en charge des ulcères de pression indique que des positions autres que les positions 30° en décubitus latéral et 30° en décubitus dorsal peuvent être effectuées<sup>22</sup>.

Le talon est un site fréquent de lésions de pression. Même si une évaluation visuelle n'identifie aucun problème, des lésions tissulaires se produisent, entraînant des lésions tissulaires profondes (LTP) dues à des changements à l'intérieur des tissus. Lorsque des lésions de pression sont détectées par un médecin, la peau est souvent décolorée et blessée, les LTP étant déjà présentes<sup>16</sup>. Le talon étant connu pour avoir une plus faible concentration de mélanocytes, la réponse des tissus au stress et les lésions tissulaires sont difficiles à détecter sur la base des changements de couleur de la peau<sup>23</sup>. En outre, alors que l'épiderme peut être épais dans la partie latérale de la plante du talon, la peau de la du talon postérieur est relativement fine. Chez les personnes âgées et les patients à la peau fragile, la densité capillaire est faible et la masse est réduite dans l'ensemble des tissus mous du talon postérieur, ce qui affecte négativement le lien entre l'épiderme et les jonctions cutanées<sup>24</sup>, augmentant probablement le risque de lésions de pression. Des résultats similaires ont été observés chez les participants à la présente étude, malgré un IMC moyen de 22,2 (±3,2) et un type corporel standard. L'IMC des participants a entraîné des changements de masse dans les tissus mous du talon postérieur. On peut imaginer que l'IMC et la géométrie de l'os du talon ont également affecté le lien entre l'épiderme et les jonctions cutanées, ce qui suggère un effet sur la pression et la force de cisaillement.

Les présentes expériences ont démontré qu'une pression et une force de cisaillement importantes se produisent lorsque la tête d'un lit d'hôpital est relevée à l'angle recommandé de 30°. Lors de la mesure initiale, la tête de lit a été relevée, l'épine iliaque supérieure antérieure du participant étant alignée sur le point de flexion du lit afin d'éviter que le corps ne glisse vers le bas. Cependant, comme les genoux ne sont pas surélevés et que les talons ne sont pas soutenus, la tension continue exercée sur les tissus mous entraîne des lésions tissulaires<sup>25</sup> et des thromboses multiples<sup>26</sup>, souvent à l'origine de LTP. En fait, il a été démontré que cette contrainte agit comme les forces de cisaillement antéropostérieures et latérales dues à la surélévation de la tête du lit d'hôpital, à la surélévation des membres inférieurs et à d'autres actes de soins infirmiers. Bien que les membres inférieurs soient surélevés à titre préventif, nous avons appris que cette surélévation n'élimine pas totalement la force extérieure. Cette constatation suggère la nécessité de mesures préventives supplémentaires basées sur des données objectives.

L'application de mousse de polyuréthane/mousse de silicone souple sur le talon a permis de réduire la friction et la force de cisaillement sur le talon, permettant de prévenir les lésions de pression<sup>27,28</sup>. La peau des personnes âgées est sèche, ce qui entraîne des frictions même lorsqu'elles dorment sur des draps. L'application d'une crème hydratante, en particulier l'utilisation de formules contenant des céramides, pour hydrater quotidiennement la peau sèche, est considérée comme une intervention infirmière efficace<sup>29</sup> ; il est donc également important d'intégrer cette intervention. Les directives du Groupe consultatif européen sur les ulcères de pression recommandent également l'utilisation de draps en soie ou dans un autre matériau similaire plutôt qu'en coton ou en coton mélangé, afin de réduire la friction et la force de cisaillement<sup>30</sup>.

Compte tenu des progrès réalisés dans le domaine des dispositifs de redistribution de la pression corporelle, le repositionnement à des intervalles conventionnels de 2 heures est décrit comme n'étant pas différent du repositionnement à des intervalles de 3 ou 4 heures<sup>31</sup>. Lorsque le corps d'un patient est repositionné (ou que sa posture est maintenue), il est soutenu par des coussins et des oreillers. Bien que cette étude ait utilisé des lits d'hôpital à quatre sections, les données des présentes expériences ont été recueillies pour le talon avec uniquement le haut du corps des participants surélevé et sans surélévation du membre inférieur. Cependant,

avec un lit qui permet de surélever les membres inférieurs, le positionnement conventionnel nécessite de surélever le côté de l'extrémité inférieure pour éviter l'affaissement de la posture et réduire la pression sur les fesses associée au glissement vers le bas du haut du corps ; l'élimination de la force externe par des moyens tels que la surélévation des membres inférieurs peut donc s'avérer nécessaire. Le corps des patients est repositionné de manière à modifier régulièrement leur position allongée et à déplacer la force externe qui, sinon, continuerait à agir sur le même site.

Cependant, bien que le mouvement volontaire soit également important, il est parfois difficile pour les patients qui ont des difficultés à se déplacer seuls. Au Japon, des études sont menées sur les "petits changements", une méthode de dispersion de la pression corporelle impliquant l'utilisation d'un petit oreiller. Les "petits changements" désignent une méthode consistant à déplacer un petit coussin à intervalles réguliers vers l'épaule, la hanche ou l'extrémité inférieure d'un côté du corps afin de modifier le site sur lequel la pression agit et de redistribuer ainsi la pression. Cette méthode a permis de réduire l'incidence des lésions de pression<sup>32,33</sup>. En outre, un matelas pneumatique équipé d'un tel système de petit changement a été mis au point, et une étude a montré son efficacité dans la prévention des lésions de pression<sup>34</sup>.

Outre les mesures décrites ci-dessus pour prévenir les lésions de pression au niveau du talon, l'échographie est également utilisée pour détecter les lésions de pression à un stade précoce sans avoir recours à l'évaluation visuelle<sup>35</sup>. Acquérir d'autres données de base, comme celles obtenues dans la présente expérience, pourrait être nécessaire.

Des commentaires supplémentaires sont nécessaires sur les connaissances actuelles concernant les interventions infirmières telles que le repositionnement, la fréquence de repositionnement pour réduire la pression, la force de cisaillement et la friction, et sur l'utilisation de la possibilité de plier ou relever des genoux des lits ou de dispositifs simples tels que des oreillers, etc. pour atténuer la pression de cisaillement et de friction du talon.

### Limites de l'étude et défis futurs

Dans cette étude, le groupe cible était d'âge relativement jeune. La structure cutanée dans la région du talon diffère de celle des adultes plus âgés, qui sont plus sujets aux lésions de pression, et la comparaison avec des patients plus sujets aux lésions de pression présente des limites. Le matelas utilisé était un matelas en uréthane, qui est utilisé pour prévenir les lésions de pression ; par conséquent, les effets de l'utilisation d'autres matériaux, tels qu'un matelas pneumatique, devront être examinés dans le futur.

Sur la base de ces résultats, nous avons l'intention d'envisager à l'avenir des méthodes de positionnement et de redistribution de la pression plus pertinentes d'un point de vue clinique. En outre, nous aimerions vérifier les changements qui se produisent non seulement dans la région du talon, mais aussi dans la région sacrale et dans d'autres sites de protrusion osseuse, afin de collecter des données probantes pour la pratique infirmière.

### CONCLUSIONS

Lors de la surélévation, la pression et la force de cisaillement sur le talon ont augmenté de manière significative à 30°. La surélévation des membres inférieurs a entraîné une décharge de la pression continue et de la force de cisaillement sur le talon, bien que les différences ne soient pas significatives. Cependant, nous avons noté la pression et la force de cisaillement qui se sont produites lors de la surélévation de la tête de lit et avons déterminé que la

surélévation des membres inférieurs, un acte typique des soins infirmiers, n'empêche pas l'application d'une force de cisaillement. Un examen plus approfondi avec des données plus objectives sera effectué pour examiner les interventions infirmières préventives.

### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous les participants à l'étude pour leur coopération. Nous tenons également à remercier Editage ([www.editage.com](http://www.editage.com)) pour la révision de la langue anglaise.

### CONFLIT D'INTÉRÊT

Il n'y a pas de conflits d'intérêts à déclarer.

### DÉCLARATION D'ÉTHIQUE

L'étude a été approuvée par le comité de révision éthique de la faculté de médecine de l'université Jikei, à Tokyo (9212).

### FINANCEMENT

Cette étude a bénéficié d'une subvention de recherche de l'école d'infirmières de la faculté de médecine de l'université Jikei. Cependant, elle n'a participé à aucun aspect du contenu de l'étude, y compris la conception de l'étude, la collecte des données, l'analyse ou l'interprétation des données ; elle a uniquement fourni le financement.

### RÉFÉRENCES

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 bedsores. *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.