

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：23401

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K17361

研究課題名（和文）応力解析による腹臥位手術の褥瘡予防に有効なマットレスの硬さと学習モデルの開発

研究課題名（英文）Development of mattress hardness and learning model effective for pressure ulcer prevention in prone position surgery using stress analysis

研究代表者

熊谷 あゆ美（Kumagai, Ayumi）

福井県立大学・看護福祉学部・准教授

研究者番号：30843916

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、はじめに腹臥位で褥瘡予防に有効なマットレスの硬さを明らかにした。次に、この硬さを基に、腹臥位で加わる外力と生理学的要因に基づいて皮膚軟部組織変形の予測因子を特定した。

褥瘡予防に有効な硬さは、87.5Nと175Nであった。皮膚軟部組織の圧縮は、左右の大転子間の距離、最大体圧、年齢が予測因子だった。軟部組織の変位は、左右の上前腸骨棘と大転子の間の距離が予測因子だった。皮膚表面の変位を予測する要因はなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、腹臥位で褥瘡予防に有効な硬さを明らかにした検討はなかった。また、腹臥位で皮膚軟部組織変形の予測因子を特定した検討もなかった。そのため、本研究は新規性がある。

臨床で簡便に使用できるこの皮膚軟部組織変形の予測モデルの活用が期待でき、腹臥位手術の褥瘡予防に貢献できると考える。

研究成果の概要（英文）： This study clarified the hardness of mattresses that can effectively prevent pressure ulcers when lying in the prone position. Subsequently, the predictors of skin and soft tissue deformation of this hardness were identified based on external force applied in the prone position and physiological factors.

The hardness of mattresses that can effectively prevent pressure ulcers was 87.5 N and 175 N. The distance between the left and right greater trochanters, maximum interface pressure, and age were the significant predictors of skin and soft tissue compression. Furthermore, the distances between the left and right anterior superior iliac spines and greater trochanters were the significant predictors of internal soft tissue displacement. Meanwhile, no factors predicted skin surface displacement.

研究分野：看護学

キーワード：褥瘡予防 腹臥位 皮膚軟部組織変形 体圧 マットレス

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

手術室の体位別褥瘡発生率は、腹臥位が 50.0-51.4%と他の手術体位と比較して、一番高い (Scarlati KC, et al. 2011; Shaw LF, et al. 2014; Celik B, et al. 2019)。そのため、腹臥位手術の褥瘡予防を図る必要がある。

腹臥位手術の褥瘡発生率が高い原因は、体位固定に使用する四点支持器[®]の特殊な形状にある (DePasse JM, et al. 2015; Schonauer C, et al. 2005)。四点支持器[®]は、体幹の左右の胸部と腸骨部を固定する 4 個の架台と架台を支えるフレームからできている。この架台は接触面積が小さく、20 度の傾斜を有する。このような四点支持器[®]の特殊な形状により、胸部や腸骨部の皮膚軟部組織は高い外力が加わり、大きく変形して、深部にまで及ぶ褥瘡 (DTI: Deep Tissue Injury) が発生する。DTI は治癒が長期化する。

NPUAP、EPUAP、PPIA の国際ガイドラインや日本褥瘡学会のガイドラインにおいては、外力を軽減するためには適切なマットレスの使用が推奨されている (NPIAP, EPUAP, PPPIA, 2019; 日本褥瘡学会, 2015)。そのため、腹臥位手術の褥瘡予防を図るには、皮膚軟部組織の変形が少ない四点支持器[®]の架台上のマットレスの検討が必要である。

自身の臨床研究において、硬さが 50N より 175N のマットレスのほうが褥瘡予防に有効であることを明らかにした (熊谷他, 2015)。そのため、マットレスの硬さに着目した。硬さの異なるマットレス上で腹臥位となり、褥瘡好発部位である腸骨部の皮膚軟部組織の変形を可視化し、その違いを検討した。可視化には、身体に侵襲の少ない磁気共鳴画像 (MRI: magnetic resonance imaging) を使用した。その結果、皮膚軟部組織の圧縮はマットレスの硬さが硬いほど大きかった。また、皮膚軟部組織の変位は四点支持器[®]の 20 度の傾斜の影響を受けていた (Kumagai A, et al. 2019)。しかし、この検討では、褥瘡予防に有効な四点支持器[®]の架台上のマットレスの硬さを明らかにできなかった。

そのため、皮膚軟部組織の変形と外力を基にさらに検討し、褥瘡予防に有効な四点支持器[®]の架台上のマットレスの硬さを明らかにする。また、この硬さを使用した場合の皮膚軟部組織変形を予測できれば、患者個々の状態に応じたケア介入が可能となり、腹臥位手術の褥瘡予防に貢献できると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、はじめに、腹臥位手術の褥瘡予防のために四点支持器[®]の架台上のマットレスの硬さを明らかにする。次に、明らかにしたマットレスの硬さを基に皮膚軟部組織変形の予測モデルを開発する。

3. 研究の方法

(1) マットレスの硬さ

MRI は金属製の四点支持器[®]を使用して撮像することはできないため、既存の大きさに合わせて、マットレスの中央の厚さを 9cm とする 20 度の傾斜がある台形長方体、マットレスの硬さは 50N、87.5N、175N、262.5N の 4 種類を準備した。

(2) 皮膚軟部組織の変形と外力

皮膚軟部組織変形は MRI で撮像し可視化した。また、皮膚軟部組織に加わる外力は体圧分布を測定した。対象は同意が得られた 20 名で、クロスオーバーデザインであった。マットレスの選択は対象者をランダムに振り分けた。

MRI の撮像は、各マットレス上に腹臥位となり、腸骨部を環状断面で撮像した。また、同様に腸骨部の体圧分布の測定も各マットレス上に腹臥位となり、マットレスとの接触面の体圧分布を 10 分間測定した。

(3) 分析

MRI は腸骨部の画像の中から上前腸骨棘部の画像を抽出し、ベースラインをもとに皮膚軟部組織の圧縮、皮膚の変位、軟部組織の変位の変形率を算出した。また、腸骨部の体圧分布はマットレスの変形が安定した後の 5 分間の体圧分布図を抽出した。各体圧分布図から、接触面積、最大体圧値、重心移動距離を算出し、接触面積と最大体圧値は平均し、重心移動距離は合計した。MRI や体圧分布図から得られた各パラメーターをマットレスの硬さ間で比較し、硬さを決定した。

この硬さのマットレスデータを基に、皮膚軟部組織変形の予測モデルを開発する。その際、外力のパラメーターに、個体要因として対象者の年齢、腸骨部の体型 (左右の上前腸骨間径、大転子間径) を追加し、検討した。

4. 研究成果

(1) 褥瘡予防のためのマットレスの硬さ

皮膚軟部組織の圧縮は硬さが柔らかいほど小さかった。皮膚や軟部組織の変位では大きな違いはなかった。

最大体圧値は硬さが柔らかいほど小さかった。接触面積と重心移動距離は、87.5N と 175N が他の硬さより小さく、また 87.5N と 175N は同等であった。そのため、この 2 つの硬さが褥瘡予防に有効であると結論付けた (図 1-3)。

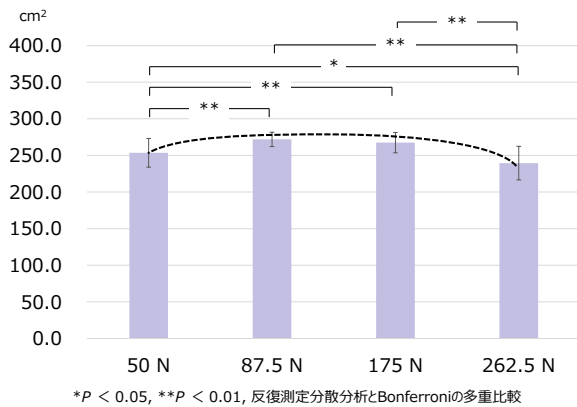


図 1. マットレスの硬さと接触面積

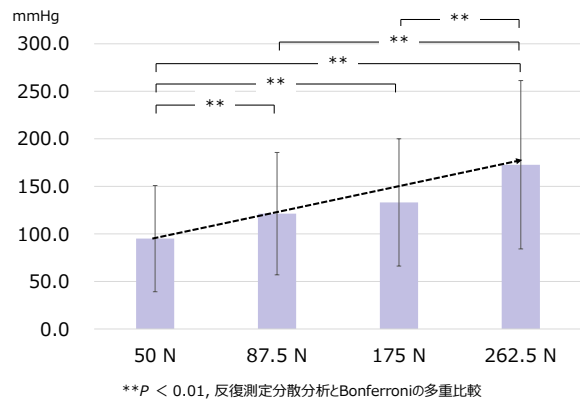


図 2. マットレスの硬さと最大体圧値

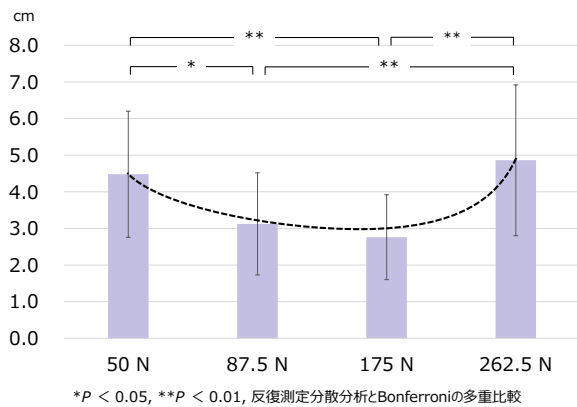


図 3. マットレスの硬さと重心移動距離

(2) 皮膚軟部組織変形の予測モデル

87.5N と 175N の硬さにおける外力のパラメーターに対象者の個体要因を追加した。皮膚軟部組織の圧縮は、左右の大転子間の長さ、最大体圧値、年齢が予測因子だった ($y = -0.431 + \text{大転子間径} \times 0.047 + \text{最大体圧値} \times -0.002 + \text{年齢} \times -0.015$)。軟部組織の変位は、左右の上前腸骨棘間と左右の大転子間の長さが予測因子だった ($y = 0.566 + \text{上前腸骨棘間径} \times -0.030 + \text{大転子間径} \times 0.010$)。このように、皮膚軟部組織変形の予測モデルを開発することができた。

今後は、この硬さのマットレスを臨床導入し、褥瘡予防の有効性を評価する。また、この予測モデルを基にデータを構築し、褥瘡発生における皮膚軟部組織変形のカットオフ値を明らかにしていく。

表 1. 皮膚軟部組織の圧縮予測

	非標準化係数	標準化係数	p	下限	上限
(定数)	-0.413		0.294	-1.200	0.374
大転子間径	0.047	0.547	0.000	0.023	0.072
最大体圧値	-0.002	-0.421	0.004	-0.003	-0.001
年齢	-0.015	-0.442	0.004	-0.026	-0.005

R2 = 0.433, ANOVA P < 0.001

表 2. 軟部組織の変位予測

	非標準化係数	標準化係数	p	下限	上限
(定数)	0.566		0.010	0.143	0.990
上前腸骨棘間径	-0.030	-0.540	0.002	-0.049	-0.012
大転子間径	0.010	0.374	0.026	0.001	0.018

R2 = 0.258, ANOVA P < 0.01

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 熊谷 あゆ美、大野 直樹、須釜 淳子	4. 巻 9
2. 論文標題 体圧分散マットレスの圧再分配機能評価法の開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 看護理工学会誌	6. 最初と最後の頁 136-142
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24462/jnse.9.0_136	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kumagai Ayumi, Ohno Naoki, Miyati Tosiaki, Sugama Junko	4. 巻 33
2. 論文標題 Prediction of tissue deformation based on mechanical and physiological factors in the prone position during surgery	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Tissue Viability	6. 最初と最後の頁 312-317
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jtv.2024.02.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Ayumi Kumagai, Junko Sugama
2. 発表標題 Investigation of the effects of mattress shape and hardness on mattress deformation in prone position using magnetic resonance imaging
3. 学会等名 The 9th Asia Pacific Enterostomal Therapy Nurse Association Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 熊谷あゆ美
2. 発表標題 腹臥位手術における褥瘡予防のためのマットレスの硬さと圧力やずれ力の関係
3. 学会等名 第52回日本創傷治癒学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 熊谷あゆ美
2. 発表標題 腹臥位における腸骨部の皮膚に加わる外力と皮膚軟部組織変形の検討
3. 学会等名 第11回看護理工学会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関