

図2 負荷解放後の肉眼的腫脹面積の推移
◇：圧迫群，■：ずれ群
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

階で相対的に評価した⁸⁾。さらに、表皮病変ならびに血栓形成については、切り出した組織のすべての切片を観察し、組織学的変化を起こした部位数もしくは水平方向の長さを顕微鏡下で計測した。

本実験は日本実験動物学会が提唱している「実験動物に関する指針」¹⁰⁾に準じて実施した。

結 果

1. 肉眼所見

圧迫群では肉眼的な腫脹は負荷1回終了3時間後ですでに出現し、負荷2回終了3時間後で腫脹面積がやや増加し、負荷3回終了3時間後に最大となり、負荷4回終了12時間後まで持続した。負荷4回終了24時間後には腫脹面積の縮小がみられた。

ずれ群では腫脹は負荷1回終了3時間後には圧迫群と同様に出現し、負荷2回終了3時間後に最大となり、負荷4回終了3時間後まで持続した。負荷4回終了12時間後より腫脹面積が減少し、24時間後ではさらに減少した。また、負荷1回終了3時間後をのぞき、圧迫群と比較してずれ群の腫脹面積は有意に増大していた(図2)。

両群ともに充血は、負荷1回目終了3時間後ではごく軽度であったが、負荷回数が増加するにつれ、強くなった。また、内出血は負荷2回終了3時間後までは充血が強く確認できなかったが、負荷3回終了3時間後以降は内出血が明らかとなり、負荷4回終了24時間後でも持続していた。表皮の損傷は肉眼的にはいずれの時間帯においても確認できなかった。

2. 組織学的所見

1) 表皮

組織学的変化としては空胞変性(図3a)、白血球の浸潤、表皮下水疱、表皮壊死(図3b)、潰瘍(図3c)、再生上皮(図3d)などが時間の経過とともに散在し

てみられた。以上の組織学的所見の推移を表1にて示す。

圧迫群：空胞変性は負荷1～4回終了3時間後まで多少の変動はあるものの多く観察され、負荷4回終了12時間以降では減少した。表皮壊死や潰瘍はまれにしか観察されなかったが、負荷4回終了24時間後に潰瘍がやや増加した。再生上皮は負荷4回終了12時間後よりわずかに観察され、24時間後ではやや増加した。白血球の浸潤や表皮下水疱はごくまれにみられたのみであった。

ずれ群：空胞変性は負荷1, 2回終了3時間後に多く観察されたが、負荷3回終了3時間後は圧迫群より少ない傾向となった。表皮壊死は負荷3回終了3時間後より増加し、負荷4回終了24時間後でやや減少した。表皮壊死の全長は圧迫群より多かった。潰瘍は負荷4回終了3時間後まではまれであったが、負荷4回終了12時間後で増加した。再生上皮は負荷4回終了12時間後より観察され、24時間後ではさらに増加し、圧迫群より多くみられた。白血球の浸潤は負荷1回終了3時間後、負荷4回終了24時間後をのぞき散在性にみられ、圧迫群より多かった。表皮下水疱はごくまれにみられたのみであった。

2) 真皮・皮下組織層

組織学的変化として浮腫、フィブリンの析出、白血球の血管外遊走、出血がみられた。血管の病変としては、白血球の血管内壁固着、血管壁への白血球浸潤、血管壁の壊死、血栓がみられた。以上の組織学的所見の推移を表2にて示す。

浮腫の程度は両群とも負荷1回終了3時間後には正常と比較し、表皮から軟骨までの厚さが約2.5倍まで増加し(図4a, b)、負荷回数が増すにつれわずかに増加した(図4c, d)。負荷4回終了24時間後もあまり変化がなかった。

圧迫群：真皮・皮下組織では負荷1回終了3時間後ではフィブリンの析出がわずかにみられたのみであったが、負荷2回終了3時間後にフィブリンの析出の増加と白血球の血管外遊走、出血が観察され、時間経過とともにわずかに変動するもののすべての時間帯で観察された。血管では白血球の血管内壁固着、血管壁への白血球浸潤、血管壁の壊死は負荷1回終了3時間後ではわずかであったが、負荷2回終了3時間後から増加し、負荷4回終了12時間後に血管壁への白血球浸潤と血管壁の壊死の増強がみられたのをのぞいて、すべての時間帯でわずかに変動したのみであった。血栓形成はまれで、負荷4回終了3時間後のみ多くみられた。

ずれ群：真皮・皮下組織では負荷1回終了3時間後からフィブリンの析出とともに、白血球の血管外遊走、

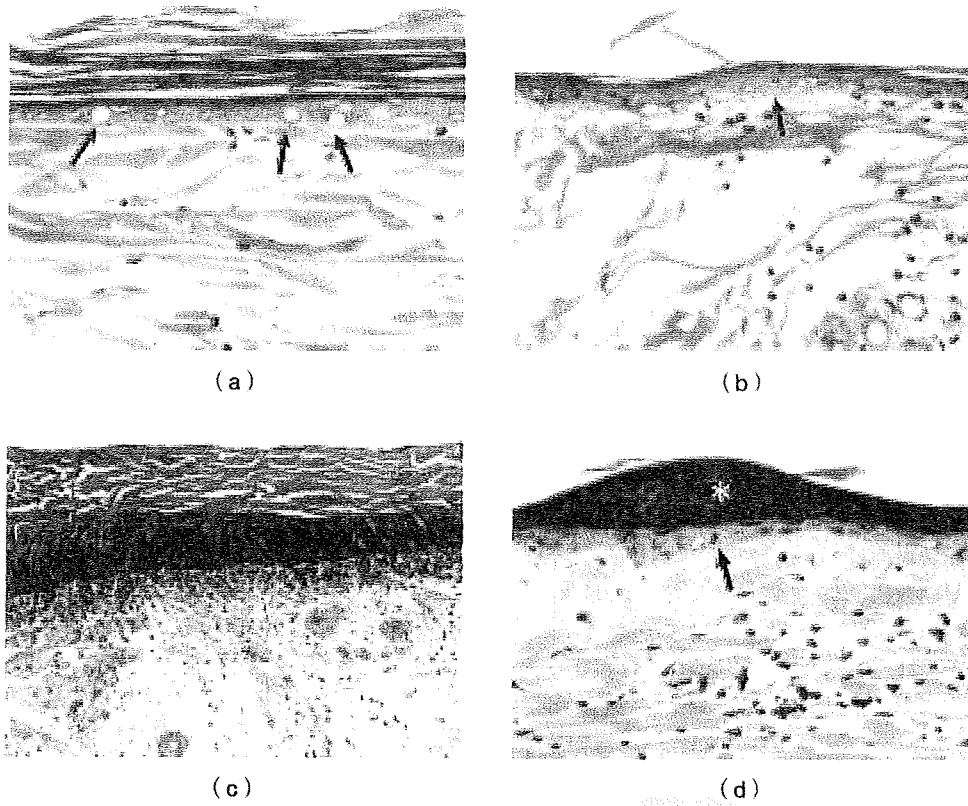


図3 表皮の組織像

- (a) 空胞変性：ずれ群負荷1回終了3時間後 (HE染色 200倍)
表皮細胞の空胞化 (矢印)
- (b) 表皮壊死：ずれ群負荷4回終了3時間後 (HE染色 200倍)
表皮細胞核の消失 (矢印)
- (c) 潰瘍：ずれ群負荷4回終了12時間後 (HE染色 100倍)
表皮・真皮の壊死, 壊死の境界域に白血球の集簇がみられる。
- (d) 再生上皮：ずれ群負荷4回終了24時間後 (HE染色 200倍)
痂皮 (*) の下に表皮細胞の核分裂像 (矢印) がみられる。

表1 表皮の組織学的所見

屠殺時間		空胞変性	表皮壊死の全長	潰瘍の全長	再生上皮の全長	白血球浸潤
		細胞数	(mm)	(mm)	(mm)	部位数
圧迫群	負荷1回 3時間後	79.0 ± 22.1	0.04 ± 0.08	0.04 ± 0.08	0.00	0.0
	負荷2回 3時間後	36.3 ± 10.8	0.07 ± 0.12	0.05 ± 0.09	0.00	1.3 ± 1.9
	負荷3回 3時間後	51.8 ± 51.3	0.18 ± 0.35	0.37 ± 0.74	0.26 ± 0.51	0.8 ± 1.5
	負荷4回 3時間後	96.0 ± 113.9	0.00	0.00	0.00	0.0
	負荷4回 12時間後	3.5 ± 3.9	0.00	0.59 ± 1.19	0.91 ± 1.29	0.8 ± 1.0
	負荷4回 24時間後	1.0 ± 2.0	0.02 ± 0.03	2.24 ± 3.71	1.76 ± 2.05	0.0
ずれ群	負荷1回 3時間後	78.3 ± 24.9	0.19 ± 0.25	0.00	0.00	0.0
	負荷2回 3時間後	74.8 ± 24.5	0.44 ± 0.16	0.15 ± 0.21	0.10 ± 0.19	2.0 ± 2.7
	負荷3回 3時間後	25.3 ± 27.8	2.02 ± 2.67	0.00	0.04 ± 0.07	8.8 ± 8.1
	負荷4回 3時間後	54.3 ± 46.0	1.82 ± 1.08	0.18 ± 0.21	0.16 ± 0.21	2.8 ± 3.6
	負荷4回 12時間後	20.3 ± 7.3	1.34 ± 1.11	1.33 ± 2.01	2.63 ± 2.43	4.0 ± 5.4
	負荷4回 24時間後	0.0	0.31 ± 0.55	1.85 ± 3.70	10.27 ± 10.99	0.0

n=4. Mean ± SD

表2 真皮・皮下組織層の組織学的所見

屠殺時間		真皮・皮下組織			血管			
		白血球 血管外 遊走	出血	フィブリン の析出	白血球		血管壁 の壊死	血栓数
					血管内 壁固着	血管壁 浸潤		
圧迫群	負荷 1 回 3 時間後	0.0	0.0	0.25	0.25	0.25	0.25	1.5
	負荷 2 回 3 時間後	1.5	1.0	1.0	1.25	0.75	1.0	0.5
	負荷 3 回 3 時間後	1.75	1.5	0.75	1.0	1.0	1.25	0.75
	負荷 4 回 3 時間後	1.25	1.25	1.0	1.0	1.25	1.5	5.25
	負荷 4 回 12 時間後	1.5	1.5	1.75	1.25	2.25	2.0	0.5
	負荷 4 回 24 時間後	2.0	2.0	1.25	1.0	1.0	1.25	1.25
ずれ群	負荷 1 回 3 時間後	0.5	0.25	0.75	0.75	0.5	0.75	0.5
	負荷 2 回 3 時間後	2.0	1.75	1.75	2.0	1.5	1.25	0.0
	負荷 3 回 3 時間後	2.25	2.0	1.25	1.25	1.25	1.5	0.25
	負荷 4 回 3 時間後	2.0	2.0	2.25	1.75	2.5	2.5	0.5
	負荷 4 回 12 時間後	2.5	2.0	2.25	1.75	2.5	2.75	0.0
	負荷 4 回 24 時間後	2.0	2.0	2.5	1.0	1.75	1.5	6.5

n=4. 平均得点

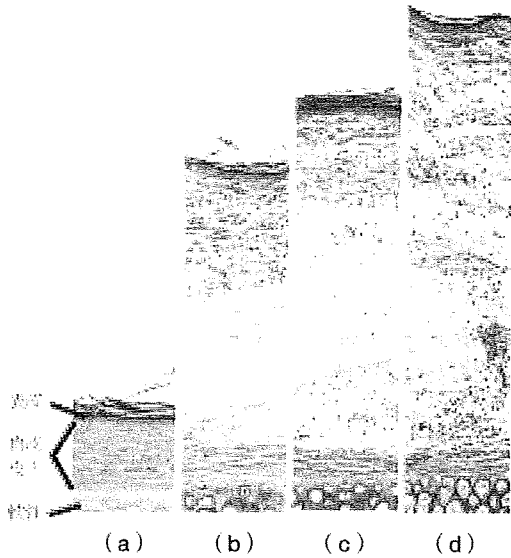


図4 表皮から軟骨までの組織像 (HE染色 100倍)

- (a) 正常
- (b) ずれ群負荷1回終了3時間後
- (c) ずれ群負荷2回終了3時間後
- (d) ずれ群負荷4回終了3時間後

出血がわずかに観察され、負荷2回終了3時間後以降圧迫群よりも強くみられ、時間経過とともにわずかに変動したのみであった。血管では白血球の血管内壁固着、血管壁への白血球浸潤、血管壁の壊死は負荷1回終了3時間後では圧迫群と同様にわずかであったが、負荷2回終了3時間後に圧迫群よりも強くみられ、血管壁への白血球浸潤と血管壁の壊死は負荷4回終了3時間後、12時間後に増強がみられた。血栓形成はまれで、負荷4回終了24時間後に出現数が増加した。

考 察

本研究ではウサギの耳介を用い、臨床における背上げの現状^{12,15)}を考慮して2時間ごとに圧迫のみ、または、圧迫とずれ力を繰返し加え、負荷回数や負荷後の経時的変化を検討した。その結果、以下の2点が明らかになった。①両群とも負荷1回目では肉眼的には軽度な充血と腫脹、組織学的には浮腫を主体とする軽微な傷害であり、Witkowskiら¹⁶⁾の「消退する紅斑」と類似した病理組織学的所見を示していた。しかし、負荷が繰返されることで腫脹面積の拡大、真皮・皮下組織への白血球の遊走、出血、血管の損傷などの傷害が進行し、負荷2回目以降では、組織学的にはWitkowskiら¹⁶⁾の「消退しない紅斑」と類似した褥瘡へと重症化した。②ずれ力を加えると圧迫とずれ力を連続8時間負荷したモデル⁸⁾と同様に、圧迫のみ加えた場合よりも表皮の変性、壊死、潰瘍などが多数観察され、表皮の傷害が重症化した。

①の繰返し圧迫を加えたときの影響についてPeirceら¹⁷⁾は、ラットの背部に50mmHgを10時間連続で圧迫したものと2時間の圧迫を繰返したもの(負荷回数5回、負荷間隔30分間)を比較検討している。彼らは繰返し圧迫した場合、連続圧迫より壊死範囲が大きく、白血球の血管外遊走が激しくなることや、圧迫を繰返すごとに、退色する紅斑、斑状出血、組織壊死と傷害が重症化したと報告している。Tsujiら¹⁸⁾はマウスの背部を用いて、500mmHgを連続8時間圧迫したものと、2時間の圧迫を繰返したもの(負荷回数4回、負荷間隔1時間)を検討しており、繰返し圧迫は連続圧迫と比較して、微小循環傷害を増強すると述べてい

るが、組織学的所見などの詳細については報告していない。また、両者とも連続もしくは繰返しの圧迫終了後の傷害の程度をみているのみで、負荷1回ごとの傷害の変化について詳細に報告していない。Peirceら¹⁷⁾が述べているように虚血再灌流による傷害が繰返されたことで、連続圧迫より繰返し圧迫に傷害の増強がみられたのではないかと考えられる。本研究において繰返しの負荷が連続負荷より重症化しなかったのは、使用した実験動物の組織耐久性の違いや、上記の報告^{17),18)}より負荷間隔が2時間と長かったことにより、負荷解放時に組織傷害がある程度回復したからではないかと考えられた。

褥瘡予防として2時間ごとの体位変換^{19),20)}が推奨され、経管栄養注入時の背上げ時間²¹⁾を考慮して本研究の負荷間隔を2時間に設定した。しかしながら、2時間の負荷間隔でも前述したごとく負荷による組織傷害からの回復は十分に図れず、初回負荷の「退色する紅斑」のような、褥瘡の範疇に入らない変化でも、繰返されることで組織傷害の回復が不可逆的となり、「退色しない紅斑」のStage I褥瘡になったと考えられた。単純に2時間ごとに体位変換をするのではなく、軽微な傷害であっても傷害が回復するまでは圧迫やずれ力が軽減できる体圧分散寝具の使用や体位などの工夫が必要と思われる。NPUAP分類¹⁹⁾では「消退しない紅斑」であるStage Iを褥瘡の前駆症状とし、「消退する紅斑」は褥瘡の範疇から外され、あまり重要視されていない向きがある。しかし、本研究の結果からも「消退する紅斑」の状態から、間歇的な負荷であっても、繰返されることで重症化していることから、「消退する紅斑」も褥瘡と捉えて褥瘡発症時と同等に対処していく必要があると考えられた。

②のずれ力を加えたときの影響について、武田⁶⁾はウサギの第3転子部に370mmHgの高圧と反復の摩擦・ずれ(振幅1cm, ずれ力は不明)を頻回に加えて検討している。彼は摩擦・ずれを加えた場合は圧迫のみより傷害が強くなり、表皮および真皮の壊死や多発性血栓がみられたと報告している。Goldsteinら⁷⁾はブタを用いて1Hzの往復方向のずれを繰返し加えて検討しており、ずれ力が皮膚の傷害を増強すると述べているが、詳細については検討していない。武田⁶⁾も述べているようにウサギの第3転子部の可動性の皮膚(loose skin)が負荷装置と一緒に動くため、表皮はずれ力の影響を受けにくく、変形の強い深部の血管に剪断応力が働き、血栓形成などを起こしたのではないかと考えられる。本研究では、ベッド上での背上げを想定してヒトの皮膚と同様に皮筋がなく、可動性が少ない(fixed skin)ウサギ耳介に一定方向のずれを持続的に加えて検討した。その結果、圧迫にずれ力が加わ

ることで、負荷部位だけでなく周囲の血管にも剪断応力が働き、多くの血管の血流が障害されて、圧迫群よりも負荷2回目以降の腫脹面積が有意に増大したと考えられた。これは8時間連続負荷したモデル⁸⁾と同様の結果を示しており、連続または繰返しでもずれ力が加わることで、負荷部位を含めた周囲の血管血流が低下し、組織傷害が広範囲になったと考えられた。負荷部位は組織学的に8時間連続負荷したモデル⁸⁾と同様に、繰返しの負荷においてもずれ群に表皮の変性、表皮壊死、潰瘍などの表皮の傷害が多くみられた。最近、杉山らは、有限要素法を用いた応力解析の結果、圧迫にずれ力を加えた場合に、皮膚近傍に強い応力の集中がみられたと報告している。本研究においてずれ群に表皮の傷害が強く出現したことは、上記のようにずれ力が表皮に強く作用したことが原因と考えられた。また、繰返し負荷したモデルで潰瘍が形成された原因は、繰返し負荷した場合、ずれ力の作用により軽度でも傷害された表皮は脆弱化し、再びずれ力が加わることで潰瘍化したと考えられた。

ベッドの背上げによるずれが関与している褥瘡は、浅い褥瘡が多く観察されており²¹⁾、ずれによる褥瘡モデルとして適当であると考えられた。一方、高齢者のように皮膚がたるんでおり深部組織の可動性が高い場合は、武田⁶⁾が述べているように深部組織にずれ力が働き、傷害が深部にも強く現れる可能性が考えられる。

謝 辞

本研究にご協力いただきました渡辺洋子様、竹氏ちえ子様、谷あゆみ様に深謝いたします。

文 献

- 1) Reichel SM: Shearing force as a factor in decubitus ulcers in paraplegics. J Am Med Assoc, 166(7): 762-763, 1958.
- 2) 大浦武彦: 褥瘡の発生要因. わかりやすい褥瘡予防・治療ガイド, 14-21. 照林社, 東京, 2000.
- 3) Bennett L, Kavner D, Lee BK, et al: Shear vs pressure as causative factors in skin blood flow occlusion. Arch Phys Med Rehabil, 60(7): 309-314, 1979.
- 4) 片倉久美子, 武田利明, 石田陽子, ほか: ずれの作用がウサギの皮膚血流動態に及ぼす影響. 褥瘡会誌, 8(4): 572-578, 2006.
- 5) 作田讓, 高橋誠: 血流量測定による褥瘡発生因子としての圧力とずれ力の相互作用. 生体医工学, 44(1): 101-106, 2006.
- 6) 武田利明: 褥瘡発生における摩擦・ずれの作用に関する実験的研究. 褥瘡会誌, 3(1): 38-43, 2001.

- 7) Goldstein B, Sanders J : Skin response to repetitive mechanical stress-A new experimental model in pig. Arch Phys Med Rehabil, 79(3) : 265-272, 1998.
- 8) 押本由美, 森將晏 : 持続的なずれが褥瘡形成に与える影響－ウサギ耳介を用いた組織学的検討－. 褥瘡会誌, 9(4) : 528-534, 2007.
- 9) 岩脇陽子 : 活動と運動の援助. 新体系看護学全書第12巻基礎看護学③基礎看護技術Ⅱ (深井喜代子編集), 94-96, メヂカルフレンド社, 東京, 2007.
- 10) 藤島一郎 : 摂食・嚥下障害のリハビリテーションアプローチ. 脳卒中の摂食・嚥下障害, 76-80, 医歯薬出版株式会社, 東京, 1994.
- 11) Ofelia C T, Larry J A, Richard B, et al : Guidelines for preventing health-care – associated pneumonia, 2003. MMWR, 53(3) : 1-36, 2004.
- 12) 萩あや子, 押本由美, 遠藤明美, ほか : ギャッチベッドによる背上げ行為に関する実態調査. 岡山県立大保健福祉紀, 13 : 1-11, 2007.
- 13) 平田雅子 : ファウラー位, セミファウラー位を力学的に考えると?. ベッドサイドを科学する 看護に生かす物理学, 184-188, 学習研究社, 東京, 1995.
- 14) 日本実験動物学会 : 動物実験に関する指針. [http://www.soc.nii.ac.jp/jalas/law-guide/law_04.html], 2007/08/01.
- 15) 森將晏, 遠藤明美, 押本由美 : 背上げ時における殿部の圧迫を軽減するクッションの作成とその効果の検討. 褥瘡会誌, 11(1) : 40-46, 2009.
- 16) Witkowski J A, Parish L C : Histopathology of the decubitus ulcer. J Am Acad Dermatol, 6(6) : 1014-1021, 1982.
- 17) Peirce SM, Skalak TC, Rodeheaver GT : Ischemia-reperfusion injury in chronic pressure ulcer formation : a skin model in the rat. Wound Repair Regen, 8(1) : 68-76, 2000.
- 18) Tsuji S, Ichioka S, Sekiya N, et al : Analysis of ischemia-reperfusion injury in a microcirculatory model of pressure ulcers. Wound Repair Regen, 13(2) : 209-215, 2005.
- 19) The national pressure ulcer advisory panel : Statement on pressure ulcer prevention. [<http://www.npuap.org>], 2008/08/01.
- 20) 日本褥瘡学会 : 看護計画のとらえ方. 褥瘡対策の指針, 27, 照林社, 東京, 2002.
- 21) 福井基成 : 褥瘡治療の前にすべきこと. 決定版褥瘡治療マニュアル, 19-23, 照林社, 東京, 2000.

上敷型体圧分散ウレタンマットレス使用時の背上げ
方法の検討

遠藤明美^{1,3)}、森 将晏²⁾

¹⁾ 岡山県立大学大学院保健福祉学研究科

²⁾ 岡山県立大学保健福祉学部

³⁾ 玉野総合医療専門学校

Backrest elevation of bed while using a urethane
foam overlay mattresses

Akemi Endo, MSN, RN^{1,3)}, Masaharu Mori, MD²⁾

¹⁾ Graduate School of Health and Welfare Science,
Okayama Prefectural University

²⁾ Department of Nursing, Faculty Health and
Welfare Science, Okayama Prefectural University

³⁾ Tamano Institute of Health and Human Services

キーワード：ウレタンマットレス、背上げ、臥床位置、
ずれ、背部荷重値

Keywords : urethane foam mattresses, backrest
elevation, lying location, shear force,
load of back

はじめに

臨床では治療や日常生活拡大など多くの目的で仰臥位から坐位への援助を行う。対象者の状態によっては、背部の挙上（背上げ）や膝部の挙上（膝上げ）ができるギャッチベッドを用いる。ギャッチベッドで背上げを行うと、身体のマットレス接触部に圧迫やずれ力が発生し、褥瘡が発生しやすくなる^{1、2)}といわれ、背上げ過程における身体接触部への圧迫やずれの影響について研究が行われてきた³⁻⁸⁾。大久保ら³⁾は、ベッドの背上げ時には重力による体のずり落ちとは逆方向の力が働き、このずれ力は身体の屈曲点とベッドの屈曲点が異なることにより生じると報告している。そこで、我々はベッドでの臥床位置について検討し、上半身への負荷と仙骨部のずれ力軽減のためには上前腸骨棘がベッド屈曲点からやや頭側になるように臥床させることが重要であり^{4、5)}、大浦²⁾の推奨する仙骨部を屈曲点と合わせることにほぼ一致すると報告した。三村ら⁶⁾や大浦ら⁷⁾もベッド操作時の体圧とずれ力の変動を測定し、臥床位置やずれ力の方向、さらに体格の影響や残留ずれ力について報告している。また、ずれ量やずれ力はシーツと寝衣間の摩擦係数に影響されること^{4、8)}なども報告されているが、これらはいずれも、標準的なマットレスを使用したものであった。

しかし、ギャッチベッドでの背上げが必要な患者は、活動性や可動性が低下していることが多く、褥瘡の危険性も高くなるため、予防や治療として様々な体圧分散マットレスが用いられている。日本褥瘡学会の調査⁹⁾によると、褥瘡対策未実施減算後の体圧分散寝具としては、ウレタンマットレスが約2倍と大きく増加

しており、臨床において広く活用されていることがうかがえる。岡ら¹⁰⁾は、体圧分散マットレス使用者でも自力動作も可能な場合は、沈み込みが大きく筋活動量も大きくなるエアマットレスより、沈み込みが小さく筋活動量も小さいウレタンフォームマットレスの使用が望ましいとも報告している。この体圧分散ウレタンマットレスには、標準マットレスの上に追加して用いる上敷型のものや交換型のものなど標準マットレスに比べ厚さが厚いものも多い。三村ら⁶⁾は、マットレスの厚みなどにより臥床位置が異なるとも報告している。このマットレスの厚さによる影響についてシミュレーションによると、マットレスが厚ければ厚いほど臥床者へのずれと圧迫が大きくなる¹¹⁾と報告されている。

そこで、上敷型体圧分散ウレタンマットレス使用時の背上げによるずれ量・ずれ力・荷重値・ピーク圧力を測定し、臥床位置と膝上げ方法について標準マットレスと比較し、背上げ方法について検討したので報告する。

研究方法

1. 対象者

特別な基礎疾患や運動機能上の問題のない健常成人50名。対象者には体の力をぬいて、できるだけ自発的には動かないよう説明した。

2. 実験方法

標準マットレスとの比較を考え、標準マットレスを使用した実験時⁵⁾と同様に以下のように設定した。

1) 測定環境

実験室を使用し、室温 $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 10\%$ に空調にてコントロールし、対象者に寒暖と発汗の有無を確認しながら実施した。ギャッチベッドは、ベッドボトムの基本動きは3分割または4分割のギャッチベッドと考えられ、パラマウント K A 5240 ベッド（ボトムは4分割、頭側より 78cm、29cm、39cm、49cm）を用いた。マットレスはパラケアマットレス KE-601 厚さ 7cm の上に上敷型体圧分散ウレタンマットレス（ソフトナーピンク）厚さ 6cm を敷き、厚さ合計 13 cm のマットレス（以下、体圧分散マットレス）とした。この体圧分散マットレスの上に体圧分布測定システム BIG-MAT（ニッタ）をセットし、綿平織りシートでベッドメイキングした。病衣は、病衣として広く用いられている綿平織りを使用した。

2) 測定内容と測定部位および測定機器

頭部ずれ量は乳様突起下端、足部ずれ量は外踝部をマークし、移動量をシートに貼付したメジャーで測定した。

ずれ力は、仰臥位での接触部位である肩甲部、仙骨部、大腿後面に簡易式体圧・ずれ力同時測定器プレディア（モルテン）を貼付し測定した。肩甲部および大腿後面に関しては BIG-MAT で圧力の高い部位を確認し貼付部位とした。

体圧分布と背部荷重値および背部接触ピーク圧力（以下、ピーク圧力）は、背部のシート下に敷いた BIG-MAT で測定した。背部荷重値は、背部がマットレスに接触している部位にかかる荷重値の合計、背部接触ピーク圧力は背部がマットレスに接触している部位の中で最も高い値とした。

3) 測定方法

対象者は、病衣を着用後、肩甲部・仙骨部・大腿後面にプレディアを貼付し、上前腸骨棘を指標とした次の3位置に臥床した。

- ① 頭側：上前腸骨棘が背ボトム屈曲点より 10cm 頭側
- ② 屈曲点：上前腸骨棘が背ボトム屈曲点上
- ③ 足側：上前腸骨棘が背ボトム屈曲点より 15cm 足側
(ベッド臀部ボトムほぼ中央)

背上げ角度は、自力での坐位が困難な対象者への食事介助時などの坐位までの背上げを考え、今回使用したベッドの背上げの最大角度(73度)とした。背上げ速度は、電動ベッドキューマライン(パラマウント)とほぼ同速度(約40秒で73度挙上)とし、この速度となるメトロノームのリズムに合わせて手動で挙上した。前述の臥床位置で仰臥位を保った後、次の3過程の背上げ・膝上げを実施した。

- ① 膝上げ無：背上げ 73度 → 背抜き → 背下げ
- ② 膝先上げ：膝上げ 20度 → 背上げ 73度 → 背抜き → 背下げ → 膝下げ
- ③ 膝後上げ：背上げ 73度 → 膝上げ 20度 → 背抜き → 膝下げ → 背下げ

ずれ力、体圧分布、背部荷重値およびピーク圧力は経時的に測定し、ずれ量は背上げおよび膝上げの前後に測定した。1パターンが終了する毎に、仰臥位になりローリングさせ、残留ずれ力を排除した。

ベッド臥床3位置と膝上げ方法3過程を組み合わせた9パターンの測定の順序は、乱数表に基づいて無作為的に行った。

3. 分析方法

- 1) ずれ量(cm)は、背上げ過程開始前の値と背上げ終了時の値とし、足側から頭側方向へのずれを+と

した。

2) ずれ力 (N) は、背上げ過程開始時から終了後 10 秒間までの最大ずれ力とした。足側から頭側方向へのずれ力を + とした。

3) 背部荷重値変化率は、背部とベッドの接触部の荷重値 (N) を算定し、背上げによる変化率 (%) として、下記の方法で算出した。

$$\text{* 背部荷重値変化率 (\%)} = \frac{\text{背上げ過程終了後 10 秒間の最大荷重値 (N)}}{\text{背上げ過程開始時の荷重値 (N)}} \times 100$$

4) ピーク圧力 (mmHg) は背上げ過程開始前の値および終了時の値を測定した。

5) 検定は、ずれ量、ずれ力、背部荷重値変化率およびピーク圧力各々について、臥床位置および膝上げ方法毎に t 検定を行い、Bonferroni の方法で多重比較を行った。

4. 倫理的配慮

研究協力の依頼は、研究の目的・意義、方法、さらに参加・中断の自由、プライバシー保護およびデータの匿名性と保管について明記した文書の配布と共に口頭にて説明し、後日、自発的参加者を募り、同意書にて承諾を得た。実施にあたっては、再度、研究に対する疑問・質問等の確認と実験中断の自由を伝え、プライバシー保護に努めた。

結 果

対象者 50 名は、全員女性、年齢 21.5 ± 2.7 歳、身長 157.5 ± 5.4 cm、体重 50.1 ± 4.9 kg、BMI 20.2 ± 1.4 であった。

1. ずれ量

図 1 に、背上げによるずれ量を示す。臥床位置の違いについてみると、膝上げ無の場合、頭部のずれ量は、頭側臥床では -1.9cm と足側に移動するが、屈曲点臥床では 2.3cm 、足側臥床では 5.8cm と頭側に移動し、頭側臥床におけるずれ量が小さく、3 臥床位置間で有意な差がみられた。足部のずれ量は、頭側臥床では -23.5cm 、屈曲点臥床では -16.3cm 、足側臥床では -10.4cm といずれも足側に移動し、頭部とは反対に足側臥床におけるずれ量が小さく、3 臥床位置間で有意な差がみられた。この臥床位置の違いによる頭部と足部のずれ量の傾向は、膝先上げおよび膝後上げにおいても同様であった。膝上げ方法の違いについてみると、頭部のずれ量は、頭側臥床ではどの方法でも -2.0cm 以内と小さく有意な差はみられなかったが、屈曲点臥床と足側臥床では膝先上げが、各々 3.2cm と 8.6cm と他の膝上げ方法より有意に大きかった。足部のずれ量は、どの臥床位置においても、膝先上げが他の臥床位置より有意に小さかった。

2. ずれ力

図 2 に背上げによるずれ力を示す。有効分析数は 42 であった。肩甲部のずれ力について述べる。臥床位置の違いについてみると、膝上げ無の場合、頭側臥床でのずれ力は 0.6N と頭側向きに働くが、屈曲点臥床では -1.6N 、足側臥床では -3.2N と、頭部のずれの方向とは反対方向に働いていた。そして、その力は頭側臥床が最小で、屈曲点臥床、足側臥床の順に大きくなり、3 臥床位置間で有意な差がみられた。この臥床位置の違いによる肩甲部のずれ力の傾向は、他の膝上げ方法でも同様であった。膝上げ方法の違いによる差異は少な

く、どの臥床位置においても有意な差はみられなかった。

仙骨部のずれ力について述べる。臥床位置の違いについてみると、屈曲点臥床では、どの膝上げ方法も4N弱と他の臥床位置の約2/3と小さく、屈曲点臥床と足側臥床の膝先上げ以外では有意な差がみられた。膝上げ方法の違いによる差異は少なく、どの臥床位置においても有意な差はみられなかった。

大腿後面のずれ力について述べる。臥床位置の違いについてみると、膝上げ無は屈曲点臥床で大きく足側臥床とは有意な差がみられ、膝先上げは頭側臥床で小さく屈曲点臥床とは有意な差がみられた。膝後上げは膝上げ無と同様の傾向であったが有意な差は見られなかった。膝上げ方法の違いについてみると、膝先上げは頭側臥床と屈曲点臥床では他の膝上げ方法より小さく、頭側臥床では膝後上げと有意な差がみられた。しかし、膝先上げは足側臥床では反対に他の膝上げ方法より大きかったが有意な差はみられなかった。大腿後面のずれ力は、臥床位置、膝上げ方法ともに肩甲部ずれ力や仙骨部ずれ力のような特定の傾向は示さなかった。

3. 背部の体圧の変化

図3に、屈曲点臥床における背上げによる背部の体圧分布の変化を示す。標準マットレスでの背上げ前、つまり仰臥位では両肩甲部から腰部にかけての体型が明瞭で両肩甲部と背部中央に圧の集中を認めしたが、背上げを行うと接触面が縮小するとともに肩甲部から背部中央に圧力の高い部位の面積が増加した。一方、体圧分散マットレスでは背上げ前は標準マットレスに比べ接触面は広く、圧力は背部全体に分散されていた。

背上げ後は、標準マットレス同様に接触面は縮小するが軽度であり標準マットレスに比べると広がった。背部下方に圧力の高い部分がみられるものの全体的には圧力は低下し分散されていた。

図4に背上げによる背部荷重値変化率を示す。臥床位置の違いについてみると、頭側臥床では背上げ前に比べ70～80%に減少し、屈曲点臥床では100～120%と背上げによる変化はほとんどなく、足側臥床では160～210%の増大となり、3臥床位置間で有意な差がみられた。膝上げ方法の違いについてみると、膝先上げによる背部荷重値変化率は、頭側臥床ではどの膝上げ方法より有意に大きく、屈曲点臥床でも膝上げ無より有意に大きかった。足側臥床では、膝上げ無による背部荷重値変化率(160%)よりも膝先上げおよび膝後上げでは210%前後と2倍以上の増大となり、膝上げ無と有意な差がみられた。

図5に背上げ前後のピーク圧力を示す。背上げ前のピーク圧力は、臥床位置や膝上げ方法に関わらず、体圧分散マットレスでは23mmHg前後、標準マットレスでは47mmHg前後であった。背上げ後のピーク圧力は、臥床位置の違いについてみると、体圧分散マットレスの場合、頭側臥床では20～24mmHgと変化は少ないが、屈曲点臥床では27～32mmHgに少し上昇し、足側臥床では37～51mmHgと背上げ前の2倍程度に上昇した。このピーク圧力は、3臥床位置において膝上げ方法にかかわらず有意な差がみられた。標準マットレスの場合でも、ピーク圧力は頭側臥床では低く、足側臥床では2倍弱と上昇し、体圧分散マットレスと同様に3臥床位置間で有意な差がみられた。膝上げ方法の違いについてみると、体圧分散マットレスの場合、膝先上げ

は頭側臥床では 23.7 mmHg となり膝上げ無より有意に高く、屈曲点臥床では 32.0 mmHg に上昇し膝上げ無および膝後上げより有意に高かった。足側臥床での膝先上げは 50.6 mmHg で他の膝上げ方法より有意に高かった。また、膝後上げも 46.8 mmHg 上昇し膝上げ無より有意に高かった。このピーク圧力の傾向は、標準マットレスでも同様で、膝先上げはどの臥床位置においても他の膝上げ方法より高く、頭側臥床では有意な差はないものの、屈曲点臥床では膝上げ無および膝後上げと有意な差がみられ、足側臥床では膝先上げおよび膝後上げが膝上げ無より有意に高かった。

考 察

私達は、ベッドの背上げ方法について、背上げによる身体接触部への影響を、上半身は頭部ずれ量・肩甲部ずれ力及び背部荷重値変化率の3指標で、また下半身は足部ずれ量及び大腿後面ずれ力を用いて検討⁵⁾してきた。今回は、体圧分散マットレス使用による身体接触部への影響を検討するために、背部接触ピーク圧力も指標として加えた。また、ギャッチベッドによる背上げのシミュレーション¹¹⁾により、臥床位置とともにマットレスが厚いほどずれが強くなると考えられたため、本研究では、標準マットレス(7cm)のみの場合⁵⁾と上敷型体圧分散ウレタンマットレス(6cm)を加えた計13cmの場合を比較検討した。

まず、臥床位置については、上半身への影響を示す頭部ずれ量・肩甲部ずれ力・背部荷重値変化率およびピーク圧力は、足側臥床ほど有意に増大した。下半身への影響を示す足部ずれ量及び大腿後面ずれ力は、上

半身への影響とは反対に頭側臥床ほど増大したが、上半身への影響の増加に比べ軽度であった。仙骨部ではずれ力が屈曲点臥床で他位置の約2/3と有意に少なかった。これらの傾向は、先に報告した標準マットレスでの結果⁵⁾とほぼ同様で、体圧分散マットレス使用でも臥床位置によりずれや体圧の差異は大きく、背上げの援助を行うには適切な位置へ臥床することが重要と考えられる。

膝上げ方法についても同様に臥床位置によるずれや体圧の差異が大きい。上半身への影響を示す頭部ずれ量と肩甲部ずれ力は頭側臥床では膝上げによる差異は見られなかった。また、仙骨部ずれ力も膝上げによる差異は見られなかった。しかし、背部荷重値変化率およびピーク圧力は、背上げ前に膝上げする膝先上げが膝上げ無や膝後上げより高くなる傾向にあり、上半身への影響が大きく、肩甲部から背部中央へかけての苦痛につながると考えられる。一方、下半身への影響を示す足部ずれ量及び大腿後面ずれ力は、足側臥床での大腿後面ずれ力を除き、上半身への影響とは反対に、膝先上げが膝上げ無や膝後上げより少なくなる傾向にあった。しかし、これらの傾向も、先に報告した標準マットレスでの結果⁵⁾とほぼ同様で、背上げより先に膝を上げるよりも膝上げ無や後から膝を上げるほうが上半身への影響が少なく苦痛も少ないと考えられる。

次に、マットレスによる差異をみると、頭側臥床での頭部ずれ量や3部位のずれ力はほとんど変わりがなかった。しかし、屈曲点臥床での頭部ずれ量は体圧分散マットレスのほうが標準マットレス⁵⁾よりやや少なくなり、足側臥床では標準マットレスでは8~12cm⁵⁾であるのに対し、体圧分散マットレスでは6~9cm

となり、上半身の移動は標準マットレスより少なかった。これはギャッチベッドによる背上げのシミュレーションでのマットレスが厚いほどずれが大きくなること¹¹⁾と相違している。ずれ量が少ないということはずれ力やそこにかかる圧力が大きくなることが考えられる。ずれ力と背部荷重値変化率について検討してみると、標準マットレスの場合の足側臥床での肩甲部ずれ力 $-2.5 \sim -4.2 \text{ N}^5)$ に対し、体圧分散マットレスでは $-3.2 \sim -4.1 \text{ N}$ であり、ずれ力には大差がなかった。背部荷重値変化率は、頭側臥床や屈曲点臥床では両マットレスに大差はなかった。しかし、足側臥床の場合、標準マットレスが $140 \sim 170\%^5)$ の増大に対し、体圧分散マットレスは $160 \sim 210\%$ と標準マットレス以上に増大していた。特に、膝先上げや膝後上げという膝上げを行った場合の変化率が大きかった。ピーク圧力は、標準マットレスと体圧分散マットレスともに、背上げ前に比べ背上げ後は2倍程度の増加であり、背部荷重値変化率ほどの差異はみられなかった。そこで、背部の体圧分布の変化をみると、標準マットレスでは背上げ後には接触面が縮小し肩甲部から背部中央に圧が集中にしていた。これは、森らの報告⁴⁾にある体がベッド挙上に対し突っ張る形を示しており、肩甲部周囲に圧は集中するが背部下方は圧が抜けた状態となっていると考えられる。これに対し、体圧分散マットレスの場合、背上げ後の背部の体圧分布は背上げ前より両肩峰部がやや不明瞭となり接触面は若干縮小するが、背部全体は明瞭で接触面は広く、圧力は背部全体に分散されていた。この分散マットレスでの背部接触面の広さや背部全体への分散体圧は、標準マットレスのような上半身を肩で突っ張る状態とは異なり、上半

身は柔らかなマットレスに沈み込むような状態となり、マットレスが身体を包みこむように接触しているため広い面積で保持することとなっていると考えられる。対象者からもマットレスに沈み込むようだという声があった。

つまり、上敷型体圧分散マットレスを使用しマットレスの厚さが増したとしても、体圧分散マットレスは沈み込み包み込むような状況となり接触面積を広げることで体圧を分散する効果を発揮していると考えられる。これにより、足側臥床において背部荷重値が増大したとしても、ピーク圧力はその割合ほど高くなることもなく、ずれ量が少ないにもかかわらずずれ力を増大させることなく、ベッドの背上げ時にかかる身体接触部への負担を軽減していると考えられる。

また、頭側臥床での仙骨部ずれ力は、標準マットレスの場合 $7.0 \sim 8.0 \text{ N}^5)$ 程度であるのに対して、体圧分散マットレスの場合 $5.7 \sim 6.5 \text{ N}$ 程度と小さくなっていった。これも体圧分散マットレスの沈み込みにより、体圧を分散させて身体を支持しようとする効果と考えられる。

この体圧分散マットレスの沈み込みによる接触面積の拡大と体圧分散の効果を保持しつつ、背上げ時にマットレスに深く沈み込むよりも上半身がスムーズに上方に移動できれば、背部荷重値の変化率やピーク圧力の上昇は少なくなり、身体接触部への影響はより少なく安楽であると考えられる。そのためには、体圧分散マットレス使用時にも、摩擦係数の少ない寝衣⁶⁾やリネン⁴⁾の活用が有効となると考えられる。

以上より、マットレスの厚さが増す上敷型体圧分散ウレタンマットレスを使用しても、マットレスは沈み

込みにより接触面積を広げ体圧分散の効果を發揮していると考えられる。このマットレスの沈み込みによる接触面積の拡大は、背上げ時の荷重値を増大させるものの、体圧を分散させることとなり、ピーク圧力の上昇を防止している。さらに、マットレスの沈み込みは、背上げをしてもずれ量が少ない、つまり身体の移動を少なく保持しており、そこに発生するずれ力も増大させず、ギャッチベッドでの背上げ時にかかる身体接触部への負担を緩和し安楽にしていると考えられる。

しかし、この体圧分散マットレス使用においても、臥床位置は重要なポイントとなる。ベッド背上げの援助を行うには適切な位置に臥床させる、つまり上半身への負荷と仙骨部のずれ力軽減のために上前腸骨棘がベッド屈曲点からやや頭側になるように臥床者を誘導または移動することが重要で、ギャッチベッドでの背上げの影響を軽減する第一となると考えられる。

謝 辞

本研究にあたり、実験にご協力を頂きました対象者の皆様、実験を手伝って頂いた渡辺洋子様には感謝申し上げます。

文 献

- 1) Reichel SM: Shearing force as a factor in decubitus ulcers in paraplegics. JAMA, 166(7): 762-763, 1958.
- 2) 大浦武彦: わかりやすい褥瘡予防・治療ガイド. 14-21, 照林社, 東京, 2001.

- 3) 大久保祐子, 小長谷百絵, 小川鑛一: ベッドの背を上げ下げする時の身体への影響. 日本褥瘡学会誌, 2(1): 45-50, 2000.
- 4) 森將晏, 遠藤明美, 小山恵美子, ほか: ベッドの背上げ時に働く力の臥床位置による差異について. 日本褥瘡学会誌, 6(4), 587-592, 2004.
- 5) 遠藤明美, 奥山真由美, 村上生美, ほか: ギャッチベッドの背上げにおける援助方法の検討 - 臥床位置と膝上げ方法から考える -. 日本看護研究学会雑誌 28(5), 47-54, 2005.
- 6) 三村真季, 岡崎秀和, 梶原隆司, ほか: ベッド操作時の体圧とずれ力の変動 - 第1報 - 体格とベッド操作の影響 -, 日本褥瘡学会誌, 9(1): 11-20, 2007.
- 7) 大浦武彦, 高橋誠, 三村真季, ほか: ベッド操作時の体圧とずれ力の変動 - 第2報 - ベッドアップ角度の影響と残留ずれ力 -, 日本褥瘡学会誌, 9(1): 21-27, 2007.
- 8) 大久保祐子, 小長谷百絵, 小川鑛一: ベッドの背上げ背下げが身体に与える影響 - 寝衣、リネンによる差異 -. 財団法人木村看護教育振興財団看護研究集録, 9, 13-19, 2002.
- 9) 日本褥瘡学会調査委員会: 褥瘡対策未実施減算導入後における褥瘡対策委員会と体圧分散寝具の実態, 日本褥瘡学会誌, 8(2): 216-223, 2006.
- 10) 岡みゆき, 阿曾洋子, 伊部亜希, ほか: ADLの維持と褥瘡予防を両立させるための体圧分散マットレスの評価 - マットレス上での起き上がり動作時の沈み込み, 筋活動量, 動きやすさの観点から -. 日本褥瘡学会誌, 9(1): 81-86, 2007.
- 11) 森將晏, 遠藤明美, 押本由美, ほか: ずれや圧迫