

ボディメカニクスを活用した水平移動援助動作に関する研究 — 生体データを取り入れた教材開発に向けて —

青木光子*, 野島一雄**, 門田成治**, 相原ひろみ*
関谷由香里*, 野本百合子*

A Study of Techniques in Moving Patients by Means of Body Mechanics — To Develop the Teaching Materials Based on Physiology Data —

Mitsuko AOKI, Kazuo NOJIMA, Seiji KADOTA, Hiromi AIBARA
Yukari SEKIYA, Yuriko NOMOTO

Key Words ボディメカニクス, 生体データ, 教材開発, 移動援助動作

はじめに

患者の移動や排泄・清潔などの援助は、看護者が、患者の全身あるいは身体の一部を支持しながら、長時間前傾姿勢をとるため、看護者への身体的負担となることが多い^{1),2)}。このような状況下で、腰痛などの身体的負担を軽減するためには、身体を効率よく使って最大の効果を得るためのボディメカニクスを活用した看護動作の体得が必要となる。

看護基礎教育では、基礎看護技術教育の最も初期に、看護動作の基本ともなるボディメカニクスの力学的原理やその活用方法を教授している。しかし、近年の学生は身体の柔軟性や持久力の低下といった特徴がみられ、日常生活に力学的知識を活用していくことが苦手であることが指摘されている³⁾。また、IT教育やAV機器の発展・拡充に伴い、学生は、何かを読んでイメージするという学び方ではなく、直接視覚や聴覚で捉えて学ぶことに慣れている。このような背景をもつ学生に対し、ボディメカニクスを活用した看護動作の方法のみではなく、効率的な動作の根拠として、動作に伴う生体データの変化を示すことが、ボディメカニクスの有用性の理解と意識的な活用を促進する可能性が高い。

先行研究⁴⁻⁸⁾の多くは、看護・介護の現場で用いられる動作を分析していたが、そのほとんどが腰痛防止に重点を置いており、実際の動作による身体への負荷を生体データとして示したものは僅少であった^{9,10)}。また、既製の視聴覚教材は、援助を構成する一連の看護動作を映像化しており、その根拠を映像で示したものはなかった。

そこで、生体データを示し、それを根拠としたボディメカニクスを活用した看護動作の視聴覚教材を開発する

必要があると考えた。本研究は、その第1段階として、視聴覚教材に挿入する生体データを検討するために、患者の体位変換に必要な不可欠な動作であり、ボディメカニクスの活用が必須である臥床患者の水平移動援助動作に焦点を当てる。生体データとして動作時の筋電図・体幹屈曲角度・動作の軌跡を測定し、ボディメカニクス活用の有無による相違を検討し、ボディメカニクス活用の根拠となるデータを得たので報告する。

研究方法

1. 被験者：研究協力に同意した看護学を専攻する大学2年次生4名(身長 158.5 ± 0.24 cm, 体重 52.0 ± 2.13 kg)で、19歳から20歳の女性。被験者は、移動援助動作に必要なボディメカニクスの原則・体位変換の知識を学習済みである。しかし、実習経験が少なく、ボディメカニクスを活用した動作を十分に習得できていないため、指導によるボディメカニクス活用前後の動作比較が可能であると判断し、対象者とした。
2. 実験システム：移動動作時の被験者の表面筋電図および動作軌跡を得るために実験システム(図1)を構築した。
 - 1) 筋電図測定：僧帽筋, 上腕二頭筋, 脊柱起立筋及び大腿四頭筋を被験筋とし, 筋腹に表面電極(ビトロードF NIHON KOHDEN)を装着し, 有線にて表面筋電図を生体電気用増幅器(AB-621 NIHON KOHDEN)に誘導し, 記録した。同時にパーソナルコンピュータ(FMV-BIBLO-MG50J FUJITSU)にもデータを入力し, 記録した。電極の装着位置は, 表面電極導出推奨位置¹¹⁾を参考に,

*愛媛県立医療技術大学保健科学部看護学科

**愛媛県立医療技術大学保健科学部臨床検査学科

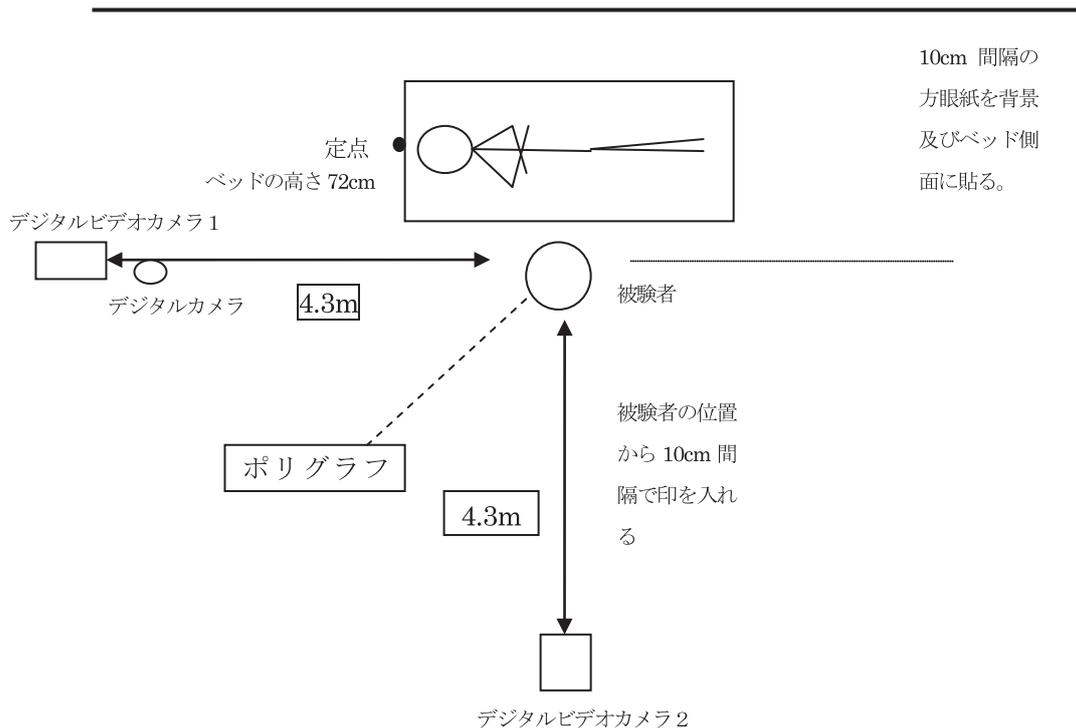


図1 実験システムの概略図

僧帽筋は第7頸椎棘突起と肩峰を結ぶ直線の中点、上腕二頭筋は肩峰と肘窩を結ぶ直線の下1/3の筋腹部、脊柱起立筋は第4-5腰椎間から外側へ3cm、上部へ4cmの位置、大腿四頭筋は上前腸骨棘と膝蓋骨を結ぶ線の中点とした。装着部位は皮膚清浄綿で十分に清拭し、電極の接着には少量のペーストを使用した。電極間の距離は2cmとし、筋線維走行に沿って装着した。

2) 画像撮影：肩峰、肘、大転子、膝、足首の5箇所にマーカーをつけ、デジタルビデオカメラ (GW-MG70 VICTOR, DCR-VX1000 SONY) により2方向から、デジタルカメラ (DS12617 CANON) (5コマ/秒) により1方向から10cm方眼を背景に撮影した。デジタルビデオカメラ位置は、被験者の動作全体が画面に入る4.3mの距離とした。模擬患者の頭側のベッド側面の中央を定点とし、患者頭部の中心がその位置と一致する状態から移動を開始した。また実施者の体幹や下肢が十分機能し、上肢の力を集中できる作業面の高さが、身長¹²⁾の45%前後であるためベッドの高さを72cm (被験者平均身長¹²⁾の45%) とした。

3. データ収集手順：

- 1) 被験者身体の基本データ収集：実験開始前に身長、体重を測定した。
- 2) 動作時の生体データ収集：測定する動作は、模擬患者を被験者側に引き寄せる水平移動動作であり、模擬患者の全身を①上半身、②腰部の2つの部分にわけ、

それぞれを引き寄せる方法とした。移動距離は、患者の腰部を被験者側に向けて25cmと規定した。具体的な移動動作は、次のとおりであった。

- (1) 模擬患者 (体重47.5kg, 身長154.5cm) のベッド上水平移動を被験者が習得したとおり自由に3回実施した。
- (2) 実施後、基礎看護学の教員が⁸⁾、ボディメカニクス^{13,14)}の原則に基づき、被験者に対して以下の点を個別に指導した。
 - ① 被験者自身が一番安定する幅で、片足を45度前方に出し、支持基底面積を広くする (図2)。

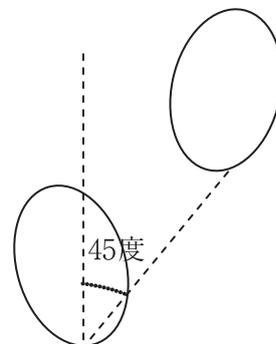


図2 足の置き方の概略
片足を45度前に出したときの位置関係

- ② 対象の体幹を前腕で支持し、対象の重心に近づく。
 - ③ 膝関節を屈曲し、重心を低くする。
 - ④ 前に出した足から後ろに置いた足へ、ほぼ100%体重を移動し、重心の移動を行う。
 - ⑤ 上肢の筋ではなく大腿四頭筋を使用して、大きい筋群で引き寄せる。
- (3) 指導した教員の目視により、被験者が上記5項目すべての条件を満たした動作を実施でき、ボディメカニクスを活用した動作の実施が可能と判断できた後、再度移動動作を3回実施した。以後、ボディメカニクスの指導前・指導後を、ボディメカニクス活用前・活用後と表現する。
- 3) 移動動作時の主観的評価：活用前・活用後それぞれの移動動作終了後に、被験者と模擬患者に対し、移動時の安楽感を5段階（とても安楽5，まあまあ安楽4，どちらとも言えない3，あまり安楽ではない2，全く安楽ではない1）で主観的に評価してもらった。なお、学生には感じたとおり評価してもらうように説明した。
4. 分析方法：被験筋の筋力は、筋電図より体重負荷割合が最も大きい腰部移動時の最大振幅値を求めた。デジタルビデオカメラの画像より各マーカーの軌跡を抽出し、模擬患者の背部に被験者の前腕を挿入した時点（以下、水平移動開始時とする）における定点から肩峰の距離、および水平移動開始時から水平移動終了時の各マーカーの移動距離を求めた。最大振幅値・距離・移動距離は、腰部を引き寄せる1動作を1データとし、4名の12データを合計して平均値を求めた。また、最大振幅値・移動距離の被験者のボディメカニクス活用前後の差はpaired t検定（有意水準：5%）を用いた。デジタルカメラの静止画像より、(a):水平移動開始時、(b):(a)(c)

の中間点、(c):水平移動終了時の3時点に関し、各箇所のマーカーを結んだスティックピクチャーを描出し、動作姿勢を分析した。さらに、ボディメカニクスの活用が最も明らかな被験者の体幹屈曲角度X(床面に対する体幹の傾斜角度)の計測を行なった(図3)。動作の主観的評価についての被験者のボディメカニクス活用前後の差は、t検定（有意水準：5%）を用いた。統計処理は、エクセル統計2008 for Windowsを用いた。

5. 倫理的配慮

被験者に、口頭と文書で、研究の目的・方法、研究への協力は自由意思であること、匿名性を保持すること、データは研究目的以外には使用しないこと、協力の可否が成績評価に影響しないことを説明し、文書に署名を得た。愛媛県立医療技術大学研究倫理委員会の承認を得た。

結 果

1. 表面筋電図の最大振幅値：各筋の最大振幅値の平均と標準偏差値を表1に示した。上腕二頭筋、大腿四頭筋は、ボディメカニクス活用後、上腕二頭筋の値は有意に減少し ($p < 0.01$)、大腿四頭筋の値は逆に有意に増加した ($p < 0.01$)。
2. 身体各箇所の移動距離：1) 水平移動開始から水平移動終了までの身体各箇所における垂直・水平方向の移動距離の平均と標準偏差値を表2に示した。肘・大転子・膝の垂直方向の移動距離は、ボディメカニクス活用後、肘の移動距離の値は有意に減少し ($p < 0.05$)、大転子・膝の移動距離の値は有意に増加した ($p < 0.01$)。肩峰・大転子・膝の水平方向の移動距離は、活用前後で有

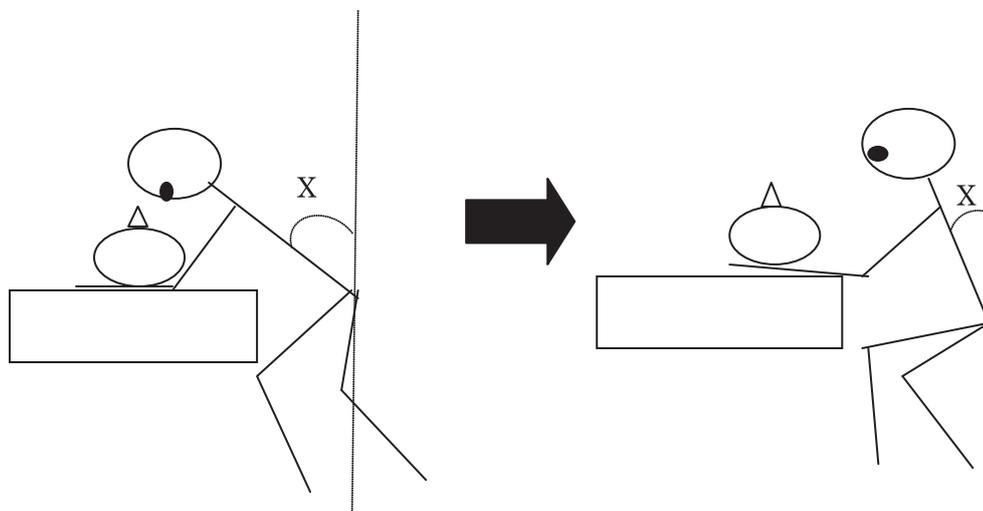


図3 臥床患者の水平移動援助動作における体幹屈曲角度
Xは体幹屈曲角度を示す。

意差が認められ、3箇所とも活用後、移動距離の値は増加した（肩峰・大転子 $p<0.01$ 、膝 $p<0.05$ ）。

2) 水平移動開始時点での定点から被験者の肩峰・肘までの距離の平均と標準偏差値を表3に示した。定点から被験者の肩峰までの距離は、活用後、距離の値は有意に減少していた（ $p<0.01$ ）。

3. 水平移動時のスティックピクチャーおよび体幹屈曲角度：被験者の動作軌跡は、ボディメカニクス活用前では身体の移動はほとんど認められず、腕のみの力で模擬患者を移動させていた。活用後はすべての被験者の動作軌跡に大きな違いは認められず屈曲した体幹を挙上するとともに、腰、膝を後方へ移動し身体全体で模擬患者を移動していた。図4に被験者Aの(a):水平移

表1 表面筋電図最大振幅値

被験筋	活用前	活用後	
僧帽筋	11.4±1.2	9.5±1.2	
上腕二頭筋	21.0±1.8	12.0±1.8	**
脊柱起立筋	10.5±0.9	10.5±0.9	
大腿四頭筋	4.7±0.9	9.8±0.9	**

** $p<0.01$

表2 身体各箇所での垂直・水平方向の移動距離（水平移動開始から水平移動終了まで）

測定方向	測定箇所	活用前	活用後	
垂直方向距離	肩峰	6.4±0.7cm	7.3±1.4cm	**
	肘	5.8±0.8cm	3.8±0.8cm	*
	大転子	2.9±0.6cm	12.8±1.3cm	**
	膝	2.4±0.6cm	11.2±1.3cm	**
	足首	4.6±1.6cm	4.8±1.1cm	
水平方向距離	肩峰	12.2±1.4cm	32.7±2.6cm	**
	肘	11.1±1.0cm	9.3±1.3cm	
	大転子	7.5±0.9cm	25.6±1.7cm	**
	膝	4.4±0.9cm	7.3±0.9cm	*

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

表3 定点から学生の肩峰・肘までの距離（水平移動開始時点）

測定箇所	活用前	活用後	
定点から学生の肩峰までの距離	51.5±0.9cm	45.4±1.9cm	**
定点から学生の肘までの距離	44.8±1.1cm	43.3±1.7cm	*

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

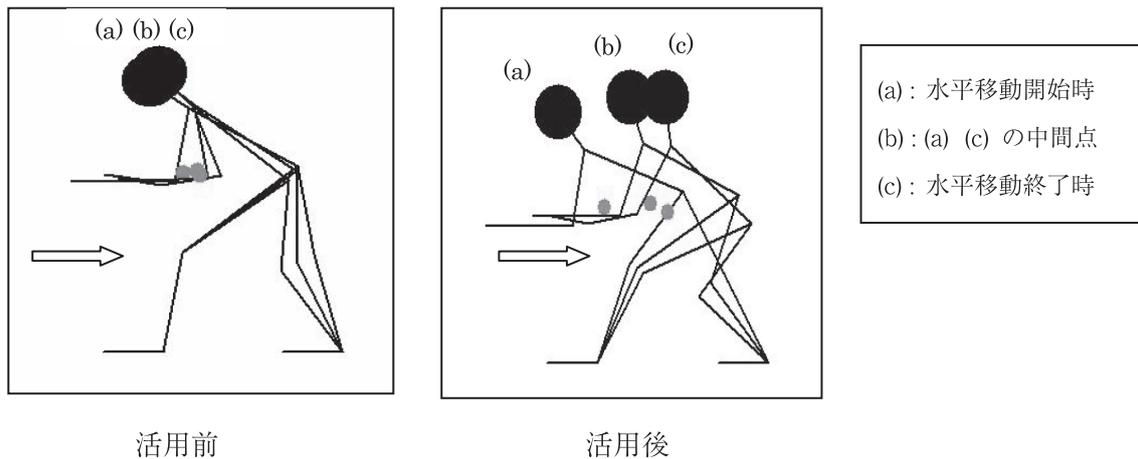


図4 被験者Aの水平移動時のスティックピクチャー

動開始時点、(b):(a)(c)の中間点、(c):水平移動終了の時点、の3時点の各箇所のマーカーを結んだスティックピクチャーを示す。また、3時点での体幹屈曲角度を測定した結果、活用前(a)60度(b)55度(c)50度、活用後(a)70度(b)65度(c)50度であり、(a)(b)時点で値は活用後の方が10度大きく上部が前傾していた。

4. 移動時の足の位置：足の位置は、ボディメカニクス活用後は開く幅が大きくなり、前に出す足を45度前に出していた。

5. 主観的評価：移動中の安楽感についての5段階評価の平均値は、模擬患者は、活用前2.75、活用後4.75、被験者は、活用前3.25、活用後5.0であった。模擬患者・被験者ともに、活用後の方が評価の値が有意に高く($p < 0.05$)、活用後の方が両者ともに安楽と感じていた。

考 察

臥床患者の水平移動に活用されるボディメカニクスの原則には、「支持基底面積を広くする」「重心に近づく」「重心を低くする」「重心移動の力で引く」「より大きい筋群を使用する」が該当する。教員の指導により、これら5原則に基づいた移動動作を実施できると判断できた学生の臥床患者の水平移動援助動作におけるボディメカニクス活用前と活用後の動作を分析した。なお、「支持基底面積を広くする」については、活用前後の水平移動時の足の位置を計測していなかったため、支持基底面積による影響は比較できなかった。

まず、ボディメカニクス活用による身体各箇所の移動距離について考察する。

被験者は、活用後、模擬患者の背部に前腕を深く挿入

して体幹を支持し、患者に近づいていたため、水平移動開始時点で、定点から被験者の肩峰までの距離が減少していた。これは、この動作が、先述した原則の一つ「対象の重心に近づく」を満たしていることを示す。また、原則「重心を低くする」に関しては、活用後、膝を屈曲し、大転子・膝の垂直方向の移動距離が増加しており、指導によりこの原則を満たしていることを示す。さらに、原則「重心移動の力で引く」に関しては、活用後、肩峰・大転子・膝の水平方向の移動距離の値が増加しており、前に出した足から後ろに置いた足へと身体の体重を移動させていると推測される。以上は、動作時の特徴を模擬患者側の定点及び被験者の肩峰・大転子・膝にマーカーをつけ、その移動距離を呈示することで、学生がボディメカニクスの動作の特徴を理解することにつながると思われる。

次に、ボディメカニクス活用による筋電図の変化について考察する。

ボディメカニクスの原則は、患者の水平移動動作時、肘関節を屈曲させて腕力で引き寄せるのではなく、被験者の「重心移動の力で引く」「より大きい筋群を使用する」としている。この原則の根拠を得るため、動作に関係する筋の表面筋電図を検討した。表面筋電図の最大振幅は活用前に比較して活用後の値が上腕二頭筋では小さく、大腿四頭筋では大きいという結果が得られた。このことは、腕力ではなく「重心移動の力で引く」という原則、また動作において筋力を効率的に使う必要性を示す「より大きい筋群を使用する」という原則の双方を満しており、筋電図から得られたデータの呈示も、学生がボディメカニクスの動作の特徴を理解することにつながると思われる。

また、体幹屈曲角度については、ボディメカニクス活用後、患者に近づくことで体幹屈曲角度が大きくなって

いた。平田¹⁵⁾の計算方法に基づくと、体幹屈曲角度が大きいほど腰部への負荷は大きく、活用後の体幹屈曲角度65度の場合、自分の体重の9倍の力が腰部にかかっていることになる。しかし、活用前の場合は、被験者の腕にかかった模擬患者の体重を主に腕の力で手前に引いているが、活用後の場合は、重心移動を利用して腕の力のみではなく大きい力が出る筋群である大腿四頭筋の力も使用している。このことは、脊柱起立筋にかかる重さは活用前と活用後では一定でない可能性を示し、体幹屈曲角度のみで腰部の負荷を推測することは適切ではないことを示唆した。今回の実験では、体幹屈曲角度について、ボディメカニクス活用の根拠となるデータを得られなかった。今後の課題は、被験者の腕の筋力の範囲を超えるような体重の重い模擬患者の場合、移動動作にどのような影響があるのか、また、脊柱起立筋にどのくらいの負担がかかるのかをさらに検証して根拠となるデータを得ることである。

安楽感に関する模擬患者と被験者の主観的な評価は、両者ともボディメカニクス活用後の方が安楽であるとした。活用前は、手掌で模擬患者の身体を支えているが、活用後は腕全体で支えているため、支持基底面積が広くなり患者の安楽につながったのではないかと考えられる。被験者も活用後のほうがより安楽感が高かったが、それは腕の筋力だけで引くのではなく、重心移動をしながら引くことで効率よい筋力を使用していることが要因だと推察される。

本研究で得られたボディメカニクス活用の有無による筋電図の変化および動作上の特徴のデータを活用することで、生体データを取り入れた教材作成の可能性が示唆された。作成した教材を供用することで、学生はボディメカニクス活用の有効性を理解し、意識的に活用していくことにつながると考える。

結 論

臥床患者の水平移動援助動作における、ボディメカニクス活用の有無による生体データを比較し、ボディメカニクスを用いることの根拠となる以下の生体データを得た。

1. 「重心移動の力で引く」「より大きい筋群を使用する」というボディメカニクスの原則の活用で、表面筋電図の最大振幅において活用前に比較して活用後の値が上腕二頭筋は小さく、大腿四頭筋は大きいという動作における筋力の使い方が効率的であることを示す結果を得た。
2. ボディメカニクスを活用後、模擬患者側の定点から被験者の肩峰までの距離は値が減少し、大転子・膝の垂直方向の移動距離の値は増加、さらに、肩峰・大転

子・膝の水平方向の移動距離の値は、増加するという生体データが得られた。

引 用 文 献

- 1) 渡辺光子, 小北ゆかり, 宇佐美弥生他(1993):看護動作における腰痛の検討—アンケート調査による実態把握と筋電図による実験を通して—, 第21回日本看護学会論文集 看護管理, 131-133.
- 2) 大久保祐子, 小長谷百絵, 小川鑛一(1996):看護労働に関するアンケート調査(第1報), 日本看護研究学会雑誌, 19, (3), 54-55.
- 3) 持永静代(1986):現代若者の特徴と基礎看護技術, 看護技術, 27, 9, 566.
- 4) 玉上麻美(1995):看護動作と姿勢 ベッドメイキングにおいて, 大阪市立大学看護学紀要, 2, (1), 57-69.
- 5) 湯海鵬, 豊島進太郎, 星川保他(2003):車椅子への移乗介助動作に関する運動学的分析研究, バイオメカニズム学会誌, 27, (1), 37-42.
- 6) 杉本吉恵, 塩川光久, 網島ひづる(2005):熟練看護師の車椅子移乗動作の分析, 広島県立保健福祉大学誌, 5, (1), 41-51.
- 7) 高柳智子, 吉川日和子(2006):ベッド—車椅子間の移乗介助における介助者・被介助者の身体負担の検討, 第37回日本看護学論文集看護教育, 348-350.
- 8) 春尾奈緒子(2008):車椅子移乗時の看護師の身体的負担と身長との関連性 ベッドからの立ち上がり動作に着目して, 長崎県看護学会誌, 5, (1), 45-52.
- 9) 志自岐康子, 水戸優子, 金壽子他(1998):基礎看護教育における「ボディメカニクス」の効果的教材の開発—車椅子→ベッド移乗動作を通して—, 東京都立医療技術短期大学紀要, 11, 241-242.
- 10) 伊丹君和, 安田寿彦, 大槻幸範(2007):看護師の腰痛予防のためのボディメカニクス自己学習支援システム開発ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステムの試作と評価, 人間看護学研究, 5, 27-37.
- 11) U. S. Department of Health and Human Services Public Health and Services Center for Disease Control National Institute for Occupational Safety and Health (1992): Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expert Perspectives, 2004; 瀬尾明彦, 小木和孝, 井谷徹訳:表面筋電図の人間工学応用, p.26-33, 労働科学研究所出版部
- 12) 阿曾洋子, 石井賢俊, 小坂橋喜久代(2002):ヘルス・ケア・ワークを支える看護の人間工学, 大河原千鶴子, 酒井一博編, p.60, 医歯薬出版
- 13) 小川鑛一, 鈴木玲子, 大久保祐子他(2008):看護動作のエビデンス, バイオメカニズム学会編, p.

4-46, 東京電機大学出版会

- 14) 小川鑛一(1999)：看護動作を助ける基礎人間工学, p.104-114, 東京電機大学出版会
- 15) 平田雅子(2002)：NEW ベッドサイドを科学する看護に生かす物理学, p.57-63, 学研

要 旨

研究目的は、生体データを取り入れた「ボディメカニクス」理解のための教材開発の第一段階として、臥床患者の水平移動援助動作におけるボディメカニクス活用の有無による生体データの比較を行い、ボディメカニクスを用いることの根拠を得ることである。臥床患者の水平移動援助動作に焦点をあて、学生4名を被験者として、筋電図測定・画像撮影を行った。その結果、「重心移動の力で引く」「より大きい筋群を使用する」というボディメカニクスの活用後、表面筋電図の最大振幅は、活用前と比較し、上腕二頭筋の値は小さく、大腿四頭筋は大きいという生体データを得た。また、ボディメカニクスを活用する動作を特徴づける身体各箇所の移動距離の生体データが得られた。これらのデータを得たことで、生体データを取り入れた教材作成の可能性が示唆された。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、実験にご協力をいただきました被験者の皆様に深く感謝いたします。