

論 文

看護者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の開発 —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—



伊丹 君和¹⁾、安田 寿彦²⁾、大槻 幸範²⁾、豊田久美子¹⁾、石田 英實¹⁾

¹⁾滋賀県立大学人間看護学部

²⁾滋賀県立大学工学部

研究の背景 高齢社会となり医療・介護現場での腰痛問題が益々深刻化することが予測される。そのような中、我々は看護者の腰痛発症を予防する方法として、看護動作時のボディメカニクス活用が有効であることを検証してきた。しかし、ボディメカニクスはその効果を十分に理解した上で実際に自らが技術を習熟し実践できなければ活かされず、自己の看護動作を客観的に評価し、個々の学習者に応じて知識および技術習得することが重要である。

研究目的 本研究では、自己の看護動作を客観的に評価するとともに腰痛予防のためのボディメカニクス活用という観点から自己学習可能な「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」を試作し、看護学生を被験者としてシステム評価実験および調査を行った。それらの結果をもとに、システムの有効性および学習効果の有無について検討した。

方法 1. システムの試作 今回試作した「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」は、被験者の片側の足首・膝・股関節および腰部に装着した関節角度のデータと、両側の腰部脊柱起立筋および片側の大腿四頭筋に装着した筋電計のデータをコンピュータに取り込み、画面上に動作時の姿勢、関節角度および筋電図波形、腰部負担度のグラフを描画し自己チェックできるものである。さらに、計測データの保存・再生機能を搭載し、自己学習を実現するための機能を備えた。

2. システムの評価方法 システムの有効性および学習効果の有無について評価するため、2006年1月、以下の実験および調査を実施した。1) 看護学生2名を被験者として「ベッドメイキング(三角コーナ作成)」を実施し、システムから得られるデータを対象としてシステム評価実験を行った。実験は、ボディメカニクス活用の有無およびベッドの高低による腰部負担の違いをみるため4パターン条件設定した。2) 看護学生22名を対象として、実験で得られたデータをもとに再生した表示画面を用いてボディメカニクス活用の模擬授業を実施し、システムの表示機能および学習効果についての調査を実施した。

結果 1. システム評価 システム表示画面上に被験者の看護動作時の姿勢、関節角度、筋電図波形、腰部負担度をリアルタイムまたは再生して顕著に示すことができ、システムの有効性が認められた。しかし、調査結果より、表示機能の評価で平均2.90点と低値のものもあり、「数値の表示の意味がわからない」などの意見も得られた。

2. システムを用いての学習効果 「ボディメカニクス活用の理解度」について5段階評定した結果は平均4.05点であり、「システムを用いて自己の動作を評価し学習したいか」では平均4.09点と高得点が得られたが、実体験した2名の得点はより高く、システムを用いて自己チェックすることによってより高い学習効果が得られることが示唆された。

結論 本システムによって、自己の看護動作をボディメカニクスの観点から客観的に評価でき、システムの有効性が認められるとともに、ボディメカニクス活用について学習効果が得られた。今後の課題として、システム表示・自己学習機能の改良の必要性が示唆された。

キーワード ボディメカニクス、腰痛予防、自己学習支援

2006年9月30日受付、2007年1月9日受理

連絡先：伊丹 君和

滋賀県立大学人間看護学部

住 所：彦根市八坂町2500

e-mail : k-itami@nurse.usp.ac.jp

I. 緒言

今や「国民病」ともいえる腰痛である¹⁾が、日常的に腰部に負担がかかる仕事、即ち看護や介護、養護や保育などの仕事に従事する者や、長時間の座位をとる運転手などが抱える腰痛は「職業性腰痛」ともいわれ、離職者防止の観点からも重要な問題となっている²⁾³⁾。

さらに、高齢社会は医療や介護の現場における腰痛問題を益々深刻化させることが予測される。看護師および介護ヘルパーや看護助手などの介護職が日々実施しているベッドメイキングや体位変換、車椅子移乗などの日常生活援助は、前傾姿勢やひねり姿勢、持ち上げ動作、左右アンバランスな筋活動や静的な動作など、腰椎や椎間板、腰部筋へ過度の負荷がかかる援助動作が多く、それを行う看護師および介護職の「職業性腰痛」の出現率は高い⁴⁾⁵⁾。

平成6年には労働省より「職場における腰痛予防対策指針」が公表されているものの、医療・介護現場において腰痛対策に取り組む職場は少ない⁶⁾。現在、腰痛発症を予防する方法として、腰痛体操などによる腹筋や背筋の筋力強化、軟性コルセット着用による腰部筋の補強、援助支援機器など、各分野からの考案・開発が進みつつあるが、実際の医療・介護現場で活用されている例は少ない⁷⁾⁸⁾。そのような中、簡便かつ確実に腰痛発症を予防する方法として、看護・介護作業時のボディメカニクス活用が推奨される⁹⁾。

ボディメカニクスは、物理学と力学の諸原理を利用した経済効率のよい動作とされ、この活用により動作を行う者の身体負担を軽減させることが実証されつつある¹⁰⁾。しかし、ボディメカニクスは看護師または介護職など、それを実践する者自身がその技術を習熟しない限り現場で活かすことはできない。我々が以前、看護師および介護職を対象に行った調査においても、ボディメカニクスに関する認知度は経験年数が高くなるほど低くなり、現場で日常生活援助を行う頻度が高い介護ヘルパーや看護助手などの職種でその認知度が低いことを認めている¹¹⁾。また、医療・介護の現場における看護・介護作業時のボディメカニクス活用状況を明らかにした研究は殆どなく、調査によって約半数の者は忙しさや人員不足などを理由にボディメカニクス活用が殆どできていないことを明らかにした¹²⁾。このような現状の中、看護や介護の仕事に従事する者に対する「腰痛予防のためのボディメカニクス活用」についての具体的な教育支援が必要と考えている。

看護基礎教育におけるボディメカニクス教育に関する研究もみられるようになったが、南ら¹³⁾による写真とグループ指導を用いた教授法によるものや、土井ら¹⁴⁾による三次元動作解析装置を用いた動作分析からの指導に

よるものなど、教育的アプローチの有効性を考察しているものにとどまっている。ボディメカニクスは、その効果を十分に理解した上で、実際に自らが技術を習熟し実践できなければ活かされない。客観的に自己の動作を評価し、個々の学習者に応じてボディメカニクスの知識および技術の習得を行うことが重要と考えるが、現在そのようなボディメカニクス活用の評価・学習システムは確立されていない。

そこで本研究では、自己の看護動作を客観的に評価するとともに腰痛予防のためのボディメカニクス活用という観点から自己学習可能な「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」を試作し、看護学生を被験者として「ベッドメイキング（三角コーナー作成）」を実施し、システム評価実験および調査を行った。それらの結果をもとに、システムの有効性、および学習効果の有無について検討するとともに、今後の課題を明らかにする。

II. 研究方法

1. システムの開発

1) 「ボディメカニクス自己学習システム」全体の概要

ボディメカニクスは、その効果を十分に理解した上で、実際に自らが技術を習熟し実践できなければ活かされない。看護師の腰痛がまだ改善されない現状では、自己の動作を客観的に評価するとともに、個々の学習者に応じてボディメカニクス学習を支援するシステムの開発が急務であり、図1に示す「ボディメカニクス自己学習システム」構築と開発を進めている。看護学生のみならず、看護および介護の仕事に従事する者全てが、腰痛予防のためのボディメカニクス活用について習熟し、実践の中で具体的に活用できる自己学習可能な「ボディメカニクス自己学習システム」を開発普及していくことは、看護基礎教育の向上のみならず、実際の医療や介護現場における看護師と介護職の生涯教育にも貢献できる。

今回試作したボディメカニクスを活用した動作の自己チェックシステムは、システム全体の中では自己の看護動作を客観的に評価判定する部分であり、その判定結果および個々の学習者の基礎的知識や、腰痛の有無などに基づいて個別学習へと進む予定である。以下に、「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」の概要について説明する。

2) 「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」の概要

今回試作した「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」は、被験者の片側の足首・膝・股関節および腰部に装着した関節角度計からのデータと、両側の腰部脊柱起立筋および片側の大腿四頭筋に装着した筋電計からのデータをコンピュータに取り込み、その画面上に

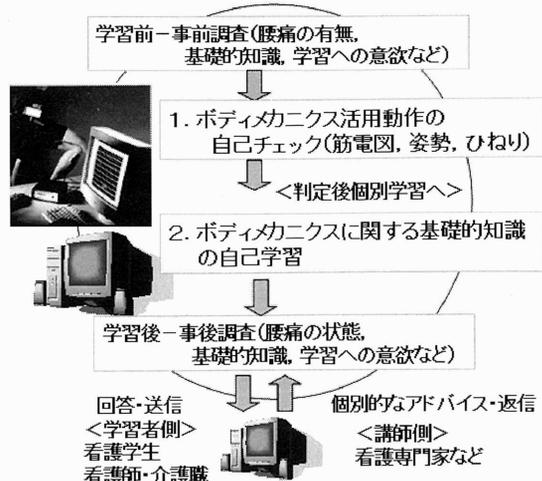


図1 「ボディメカニクス自己学習システム」全体の概要

動作時の姿勢、関節角度および筋電図波形、腰部負担度（上体が前傾したときに腰部に加わる負担度の近似値的測定値）のグラフを描画し、自己チェックできるものである。さらに、計測データの保存再生機能を搭載し、自己学習を実現するための機能を備えた。

なお、本システムは学生自らが自己の看護動作を実際に姿勢と筋活動に注目しながらチェックし学習するという新規性の高いシステムである。

① データの取得および補正

関節角度の検出用センサーとして、DKH社製のFlexible Goniometer Systemの中で関節角度アナログ計測システムを使用した。足首用としてSG110/A、膝および股関節用としてSG150を各部位の外側に装着、腰部のひねり用としてQ150を腰部中央に装着し計測を行った。また、リアルタイム計測には4chアナログアンプK100B型を使用した。

角度値のデータ補正を行うために、被験者の直立状態時を0点とした後、被験者の身長に合わせて適度な高さに調節しながら座位とし、股関節と膝の直角状態を作り出してゴニオメータの出力値を実際の90度の角度を確認しながら補正を行った。足首は静止姿勢のとりやすい30度に固定し実測値を確認してデータ補正を行った。

筋電計はDKH社製のEMGアンプSX230型を使用し、グラウンドリードにはR200を用いた。被験筋としては、看護動作時のボディメカニクス活用状況を把握するために腰部脊柱起立筋と大腿四頭筋を選択した（図2参照）。また、サンプリング周波数は機器の能力上、今回は20Hzとしたが、筋電計単独の実測値との比較確認を行い同様の傾向は得られており、データを採用することとした。

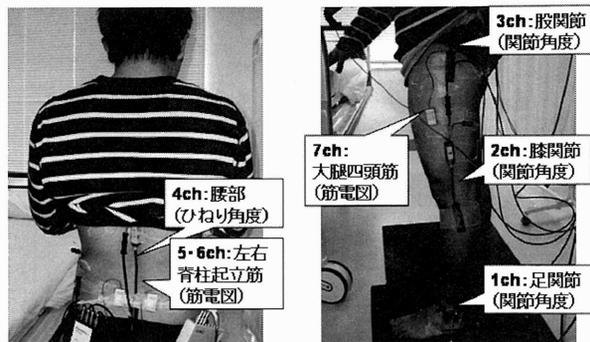


図2 データ取得のためのセンサー装置

② ハードウェアの構成

次に、ハードウェアの構成を示す。ノート型パーソナルコンピュータは、関節角度アナログ計測システムからの角度情報と筋電計からの筋電情報、または、ファイルに保存された角度情報と電圧情報を取り込み、画面上にグラフィックスおよび文字により計測結果を表示する。

関節角度アナログ計測システムの角度情報は角度に応じたアナログ電圧値として出力される。また、筋電計の筋電情報は高周波成分からなるアナログ電圧値として出力される。これらのアナログ電圧値情報は情報毎にBNCコネクタから出力され、端子台上でそれぞれに対応するチャンネルのピンに接続する。アナログ電圧値情報は端子台からケーブルを通り、パラレルI/Oの入力ポートを介してコンピュータに送られる。

アナログ情報はA/D変換器でA/D変換処理後、コンピュータ内部で角度および筋電情報として数値化処理がなされ、さらに画面への出力のための処理がされて画面へと出力される。A/D変換器にはInterface社のPCカードCBI-3133Bを使用する。配線の着脱を容易にするために68点端子台（Interface社のTRM-3100）を使用し、ケーブル（Interface社のCAB-2901）によって端子台とPCカードを接続する。

③ プログラムの概要

プログラムはMicrosoft Visual C++ 6.0を使用して作成した。

本システムでは、電圧情報は50[msec]の間に1chから4chまでの関節角度アナログ計測システムの出力と、5chから7chまでの筋電計の出力を順に取得する。これらの電圧情報はA/D変換器によってデジタル情報に変換され、プログラム内でそれぞれ決められた変数に格納される。ここまでの処理がこのプログラム内でのA/D変換処理である。

④座標等の算出および描画処理（図3参照）

A/D変換によってデジタル値となった電圧情報の中

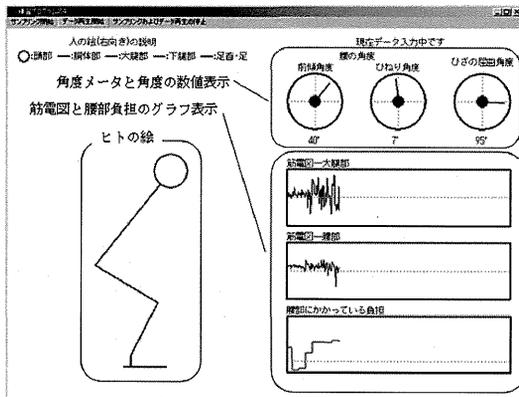


図3 開発したシステムが動作中の描画面例

で、関節角度アナログ計測システムの電圧情報に関しては、角度変化量（単位はラジアン[rad]）に計算される。算出された関節角度アナログ計測システムの角度変化量[rad]および筋電計の電圧値[V]を用いて、画面上のグラフィックスをリアルタイムに描画するために必要となる座標値の計算を行なう。

- 動作時の姿勢(ヒトの絵)** 人体の描画は簡略化するため、足部、足首部、下腿部、大腿部、頭部および胴体部の計5ヵ所のパーツで構成した。関節角度アナログ計測システムから空間内の絶対座標を取得することが不可能であるため、足部および足首部の描画部分を固定し、足首部と下腿部との間の関節点を基準点として足首の角度から下腿部と大腿部との間の関節点(膝)の座標を算出し、次に膝の座標を基準点として、膝の角度および位置から大腿部と胴体部との間の関節点(股関節)の座標を計算した。その後、股関節の座標を基準点として頭部の中心点の座標を計算することによって、動作時の姿勢をヒトの絵の動きとしてリアルタイムに描画した。
- 関節角度(角度メータ)** 角度メータは腰部の前傾角度(垂線に対する胴体部の角度)とひねり角度、膝の屈曲角度の3つの角度をヒトの絵とは別にメータとして表示するものである。また、データ取得が始まると、各メータの下に角度が数値でもリアルタイムに表示されるようにした。
- 筋電図波形グラフ** 筋電図波形グラフは筋電計の出力値の時間的変化をリアルタイムに表示するグラフである。
- 腰部負担度(近似的測定値)グラフ** 腰部負担度グラフは、垂線に対する胴体部の角度および被験者の身長と体重から算出する腰部への負担度を上体が前傾したときに生成されるモーメントを計算してその時間的変化を表示するグラフである。本システムは、上体に作用する外力を無視することが可能な動作にのみ適用可

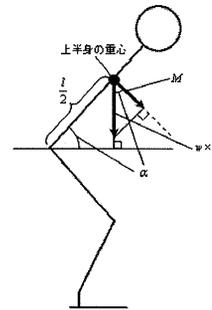


図4 腰部負担度(腰部にかかる前傾姿勢角によって決まる負担度の近似的測定値)の計算方法

能であり、上体の重量に腕の重量は含んでおらず、手に作用する外力は考慮していない。そのため、あくまで腰部に加わる負担度の近似的な測定値であり、正確に測定するためには「手に作用する外力の大きさと方向」「腕の形体」を測定する必要がある。

【上体が前傾したときに生成される腰部に加わる腰部負担度(近似的測定値)の計算方法】

腰の関節には、上半身の重心による負担がかかると考えられる。本システムでは腕の姿勢は考慮せず、上半身の重心に上半身の体重(質量)が集中しているとした。上半身には全体重の40%が集中している。上半身の長さは身長49%であり、上半身の中心に重心があると考えた。被験者の全体重の40%を [kg]、重力加速度を $(=9.8)$ [m/s²]、身長49%を [m]、水平からの上半身の角度を [rad]として腰部にかかる負担度を表すと、[N・m]となる(図4参照)。

⑤ファイル入出力処理

今回作成したシステム(プログラム)の最大の特長は、被験者が自己学習できるシステムであるということである。被験者が自己学習を行なうためには、被験者自身が自分の行なった看護動作を後から見直す必要があり、リアルタイムでの計測表示だけでは自己学習は困難である。そこで、このシステムを自己学習に役立てるための機能として、ファイル入出力機能を搭載した。これによって、いったん計測データを保存すれば、後から自分の動作を見直すことができ、自己学習につながる。

2. 「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」の評価方法

2006年1月、看護学生を対象として、今回試作した「ボディメカニクス活用技術自己チェックシステム」を用いて腰部負担がかかりやすいと予測する「ベッドメイキング(三角コーナー作成)」を取り上げ、評価実験を実施した。その後、そのデータを用いて模擬授業を行うとともに調査を実施し、システムの有効性および学習効

果の有無についての検討を行った。

なお、倫理的配慮として、対象は研究の趣旨に同意した者のみとし、研究参加に同意した後でもいつでも辞退可能であること。また、プライバシーの保護についても文書と口頭で伝えた。

1) システムの評価実験

・被験者

被験者は、作業ベッドの高さと身長との比率および倫理的配慮から、身長160cm、体重57.0kgおよび身長180cm、体重66.0kgの男子看護学生計2名とした。なお、被験者は学内演習において、ボディメカニクスおよびベッドメーカー技術は既修済みである。

・実験内容

実験は、ボディメカニクスの活用の有無およびベッドの高さの高低による腰部負担の違いをデータ上示しやすいと考える以下の4パターンを設定した。取り上げた看護動作は、動作時に腰部に負担がかかりやすいベッドメーカー（三角コーナー作成）とした。なお、低いベッドの高さは51.7cmとしたが、これは看護現場における成人ベッドの平均の高さである¹⁵⁾。また、至適ベッドの高さは今回の被験者の場合では72.0cmであり、ベッド高/身長比を45%として算出した¹⁶⁾。

実験①：低いベッド・非ボディメカニクス活用

実験②：低いベッド・ボディメカニクス活用

実験③：至適ベッド・非ボディメカニクス活用

実験④：至適ベッド・ボディメカニクス活用

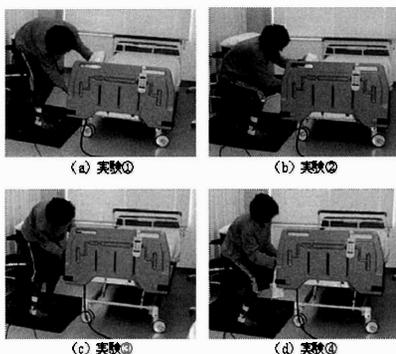


図5 システム評価実験の様子

・評価方法・内容

システム評価実験の様子を図5に示す。評価方法としては、システム画面上に被験者の看護動作時の姿勢、関節角度、筋電図波形、腰部負担度をリアルタイムまたは再生時に表示することができるかを、上記4パターンの設定によるデータ比較、および看護教員が被験者のボディメカニクス活用動作の有無をチェックすることによって、システムの有効性を評価する。なお、今回はシステムの

評価実験のため、験者側がセンサー装着およびシステム操作となったが、本来は被験者である学習者および共同学習者自身が装着操作して評価・学習するシステムとなる。

また、システムを装着し自己チェックした被験者においても、実験後再生画面を用いてボディメカニクス活用動作についての確認後、調査を実施した。調査内容は、1) 看護実習時のベッド調節の有無、2) 看護演習時のボディメカニクス活用の有無、3) システムの表示機能、4) ボディメカニクス活用の理解度、5) システムを用いて自己の動作を評価し学習したいか、6) システムへの意見とした。

2) システムを用いての模擬授業および調査

・対象

対象は、研究の趣旨に賛同した看護学生22名とした。

1) の実験で得られたデータをもとに再生した表示画面を用いて、実験実施の後日、ボディメカニクス活用の模擬授業を実施し、システムの表示機能および学習効果についての調査を実施した。

・模擬授業の内容

実験で得られたデータをもとに再生した表示画面を用いてボディメカニクス活用の模擬授業を実施した。時間は約40分であり、研究の経緯説明およびデータをもとに再生した表示画面の4パターンを提示説明し、パワーポイント2台を使用して実施した。

・評価方法・内容

模擬授業の終了後、システムの表示機能および学習効果についての調査を実施した。調査内容は、1) と同じとした。

なお、評価は5段階評定で実施し、集計後、既習のボディメカニクス活用についての浸透度、システムの有効性および学習効果の有無についての検討を行った。

III. 研究結果

1. システム評価

1) システムの有効性

被験者2名のうち1名（男子看護学生A、2回生、身長160cm、体重57kg）の実験結果について、本システムを用いて取得された4種類の実験データのシステム画面を図6に示した。各図は、各実験終了時の筋電図波形グラフおよび腰部負担度グラフを示すとともに、各動作において特徴的な姿勢（スティックピクチャー）およびそのときの各関節の角度メータ表示を示している。

尚、今回は腰部の筋肉の活用状況に明らかな左右差が認められなかったため、筋電計のデータとして取得している3種類のデータの中から、大腿部の筋電計のデータと腰部の筋電計の片方のデータを画面に出力した。

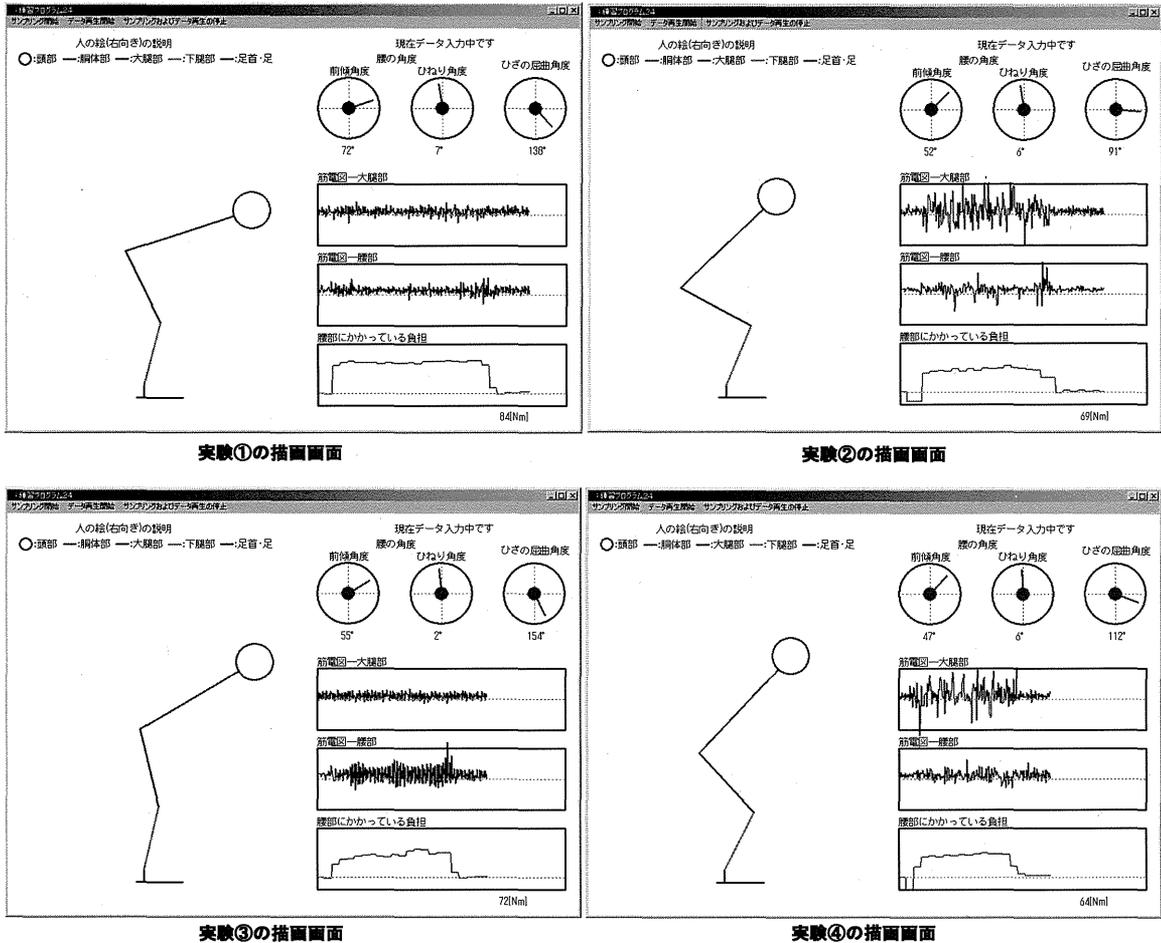


図6 実験①～④の描画面面(被験者A)

表1 各実験における前傾角度と膝の屈曲角度

	前傾角度 (平均値)		膝の屈曲角度 (平均値)	
	被験者A	被験者B	被験者A	被験者B
実験①	68°	62°	143°	120°
実験②	43°	42°	78°	93°
実験③	42°	46°	166°	139°
実験④	41°	32°	116°	120°

実験①の結果：低いベッド・非ボディメカニクス活用

上半身がかなり大きく前傾していること、膝をあまり曲げていないことがわかる。また、大腿部と腰部の両方の筋肉ともあまり使われていないことがわかる。

実験②の結果：低いベッド・ボディメカニクス活用

上半身の前傾が抑えられていること、膝の屈曲が大きいことがわかる。また、大腿部の筋肉はよく使われていて腰部の筋肉もある程度使われていることがわかる。

実験③の結果：至適ベッド・非ボディメカニクス活用

膝をあまり屈曲せず前傾姿勢をとっている様子がわかる。また、大腿部の筋肉はあまり使われず、腰部の筋肉がよく使われていることがわかる。

実験④の結果：至適ベッド・ボディメカニクス活用

膝が屈曲しており、上半身はあまり前傾していないことがわかる。また、大腿部の筋肉はよく使われていて、腰部の筋肉はあまり使われていないことがわかる。

このほか、表1に各実験の動作中における前傾角度(垂線に対する上半身の角度)の平均値と膝の屈曲角度の平均値を示した。なお、データは看護動作開始から終了までとし、時間平均値を算出したものである。今回提示した被験者Aの場合、前傾角度が41°と最も低いのは実験④の至適ベッドでボディメカニクスを活用している場合であり、前傾角度が最も高いのは実験①の低いベッ

ドでボディメカニクスを活用していない場合であった。一方、膝の屈曲角度が78°と最も低かったのは実験②の低いベッドでボディメカニクスを活用している場合であった。

また、これらの結果は、被験者B（男子看護学生2回生、身長180cm、体重66kg）においても同様の傾向が得られた。

2) システムの表示機能評価

システムの表示機能についての調査結果を5段階評定した結果を示す。最も高得点を得たのは、動作時の姿勢を「ヒトの絵」としてスティックピクチャーとして表示したものであり、5点満点で平均3.95±0.90点であった。次に、筋電図波形をリアルタイムにグラフとして表示したもので平均3.50±1.30点、同様に腰部負担度グラフの3.41±0.96点であり、関節角度などを「メータ」表示したものは得点が低く2.95±1.21点であった。

また、自由意見では、「大きな関節毎に色を変えてあるのでわかりやすい」「簡単な絵でわかりやすい」「具体的な数値があるのでわかりやすい」といった意見もみられたが、「数値の表示の意味がわからない」「数値の評価基準がないと見ただけではわからない」「モーメントの意味がわからない」などの意見も得られた。

2. システムを用いての学習効果

「ボディメカニクス活用の理解度」について5段階評定した結果は、平均4.05±0.65点であり、「システムを用いて自己の動作を評価し学習したいか」では平均4.09±1.06点と高得点が得られたが、実体験した2名の結果をみると「システムを用いて自己の動作を評価し学習したいか」では2名とも5点、「ボディメカニクス活用の理解度」においても平均4.50点と再生画面を見た学生よりも高い得点であった。

このほか、「看護演習時のボディメカニクス活用の有無」では、「活用した」「やや活用した」者が81.8%と高い一方で、「看護実習時のベッド調節の有無」では、「行った」「やや行った」が36.4%と低い傾向にあることが示された。

IV. 考 察

本研究では、自己の看護動作を客観的に評価するとともに腰痛予防のためのボディメカニクス活用という観点から自己学習可能な「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」を試作し、看護学生を被験者として「ベッドメイキング（三角コーナー作成）」を実施しシステム評価実験および調査を行った。それらの結果をもとに、システムの有効性および学習効果の有無について検討するとともに今後の課題を明らかにする。

1. システムの有効性

システム評価実験において、システム画面上に被験者の看護動作時の姿勢、関節角度、筋電図波形、腰部負担度をリアルタイムまたは再生時に明確に表示することができるかを、4パターンの設定によって比較検討し、システムの有効性について評価した。

実験①は、ベッドの高さも低くボディメカニクス活用していない設定としたが、実際の看護現場でのベッドメイキングを再現したともいえる。システムによって取得し画面上に表示されたデータを見ると、前傾角度の平均が68°であり他と比較して最も高いことが動作時の姿勢を示す「ヒトの絵」の前傾度合いをみても一目瞭然といえる。また、腰部にかかる負担度を算出しグラフとして表示したが、①の場合が最も高い値となっており、腰部にかかる負担の大きさが裏付けられた。しかし、筋電図波形グラフをみると、①では腰部、大腿部の筋電図波形振幅が小さく、筋活動が少ないという結果となっていた。ベッドが低くボディメカニクスを活用していない場合、①での動作姿勢のように膝を屈曲せず大きく前傾している棒立ち状態での看護動作となっている場合が多い。このような姿勢で静止してベッドメイキングなどの動作を行うと、筋肉での活動の範囲を超えて靭帯や椎間板などに負荷がかかることになり、このことが続くと深刻な腰痛症となることが予測される¹⁹⁾。したがって、今回の実験①で得られたデータは、現在の看護現場で職業性腰痛の要因となっている看護動作の現状をシステム画面上に、看護動作時の姿勢、関節角度、筋電図波形、腰部負担度として明確に表示したものとみえ、看護動作時にリアルタイムにシステム画面上に表示するだけではなく、再生して何度も自己の動作を確認することが可能であり、システムの有効性ととも被験者への学習効果および学習教材としても有効であると考えられた。

一方、同様にボディメカニクスを活用していない設定の実験③では、前傾角度は42°となりボディメカニクスを活用している場合と殆ど変わらない結果であった。ボディメカニクスを活用しているがベッドの高さは低い実験②と腰部負担度を比較しても大きな差は認められず、ベッドの高さを至適な身長比45%に調節することの重要性が確認された。しかし、今回の看護学生への調査結果においても、「看護演習時のボディメカニクス活用の有無」では、「活用した」「やや活用した」者が81.8%と高い一方で、「看護実習時のベッド調節の有無」では、「行った」「やや行った」が36.4%と低い傾向にあることが示されており、看護動作時にベッドを自己の身長に合った高さに調節することの意義が十分に理解されていないことが明らかとなり、学内演習の見直しおよび看護者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の開発の必要性を再確認した。

また、実験④は至適なベッド高、かつボディメカニク

スを活用している設定であり、看護動作時に腰部負担が最も少ないと予測していたが、前傾角度の平均では41°と最も低く、腰部負担度においても最も低値であり、このことが確認された。また、④ではボディメカニクスを活用しているために大腿部の筋肉を活用し腰部の負担が軽減されていることが、筋電図波形グラフにおいても示されていた。

以上、システム評価実験結果の比較検討を行ったが、ボディメカニクス活用およびベッドの高さ調節の有無によって腰部への負担が異なることを、システム画面上に表示された被験者の看護動作時の姿勢、関節角度、筋電図波形、腰部負担度によって、リアルタイムまたは再生時に確認でき、本システムを「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」として活用することは有効であると考えられた。

2. システムを用いての学習効果

ボディメカニクスはその効果を十分に理解した上で実際に自らが技術を習熟し実践できなければ活かされず、客観的に自己の動作を評価し、個々の学習者に応じてボディメカニクスの知識および技術の習得を行うことが重要と考える。今回、「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」を実際に体験して自己の動作を客観的に評価した学生は、再生したシステム画面を見ただけの学生よりも「システムを用いて自己の動作を評価し学習したいか」の設問および「ボディメカニクス活用の理解度」において高い得点であり、システムを実際に活用することの学習効果の高さが示唆された。

また、再生した表示画面を用いてボディメカニクス活用の模擬授業を実施した結果、「ボディメカニクス活用の理解度」については5段階評定で平均4.05点、「システムを用いて自己の動作を評価し学習したいか」では平均4.09点と高得点が得られ、実体験には及ばないも学内演習時などにおいてボディメカニクス活用についての学習教材として有効に活用できると考えられた。

3. 今後の課題

システムの表示機能については、動作時の姿勢を「ヒトの絵」としてスティックピクチャーとして表示したものは5点満点で平均3.95点であったが、関節角度などを「メータ」表示したものは得点が低く2.95点であり、表示方法については今後の検討課題を残すこととなった。また、評価基準を示すことや、わかりやすい説明を補足することなどの必要性を求める意見があり、自己学習システムとしての導入にあたって改良を加えていく必要性が示唆された。

また、本システム実験においてはチャンネル数の関係で、上半身の姿勢については一箇所のみ角度のみの測定となったが、看護動作時に「背を丸めた」場合にもう一箇所上部の角度測定が必要であると考えられる。今後、こ

のことも考慮して姿勢把握が行えるよう設定していきたい。

V. 結 語

今回、自己の看護動作を客観的に評価するとともに腰痛予防のためのボディメカニクス活用という観点から自己学習可能な「ボディメカニクス活用動作の自己チェックシステム」を試作し、その有効性と学習効果について確認できた。しかし、今後の課題として、システム表示・自己学習機能の改良とともに、システムの汎用性・操作の簡便性について検討していくことも必要であり、動作負担に伴う腰痛に悩む多くの人々に活用可能なシステムの早期完成に近づけていきたい。

謝 辞

本研究の実施にあたりご協力いただきました皆様、および実験機器使用にあたりご協力をいただいた(株)ディケイエイチ社様に深謝致します。

本研究は、平成17～19年度文部科学省研究費基盤研究(C)(17592217伊丹)により実施した。

文 献

- 1) 厚生労働省：平成16年度国民生活基礎調査の概況、2005.
- 2) 北西正光, 名島将浩：看護従事者における腰痛の疫学的検討, 日本腰痛誌, 1(1), 13-16, 1995.
- 3) 甲田茂樹, 久繁哲徳, 小河孝則, 他：看護婦の腰痛症発症にかかわる職業性要因の疫学的研究, 産業医学, 33, 410-422, 1991.
- 4) Philip Harber, Elizabeth Billet, Mary Cutowski, 他：Occupational Low - Back Pain In Hospital Nurses, Journal of Occupational Medicine, 27(7), 518-524, 1985.
- 5) D. A. Stubbs, P. W. Buckle, M. P. Hudson, P. M Rivers, 他：Back pain in the nursing Profession, ERGONOMICS, 26(8), 755-765, 1983.
- 6) 労働省労働衛生課：職場における腰痛予防対策マニュアル, 中央労働災害防止協会, 1996.
- 7) 井上剛伸, Geoff Fernie and P. L. Santaguida：介助用リフト使用時の腰部負担, バイオメカニクス15, 243-254, 2000.
- 8) 安田寿彦, 林 琢磨, 伊丹君和, 田中勝之, 他：自立支援型移乗介助ロボットの研究, 日本機械学会福祉工学シンポジウム, 213-216, 2005.
- 9) 師岡孝次：看護セミナーボディメカニクス—作業の動作と姿勢の工学的基礎, クリニカルスタディ, 1

- (1), 49-56, 1980.
- 10) 伊丹君和, 藤田きみゑ, 寄本明, 古株ひろみ, 横井和美, 藤迫奈々重, 田中智恵, 久留島美紀子, 北村隆子, 森下妙子: 看護作業姿勢からみた腰部負担の少ないベッドの高さに関する研究(第2報) - 作業時における教員・学生間のボディメカニクス活用の比較分析 -, 滋賀県立大学看護短期大学部学術雑誌, 5, 39-44, 2001.
 - 11) 久留島美紀子, 伊丹君和, 藤田きみゑ, 他: 看護・介護作業時のボディメカニクス活用状況に関する一考察, 滋賀県立大学看護短期大学部学術雑誌, 7, 90-96, 2003.
 - 12) 南 妙子, 岩本真紀, 近藤美月, 他: ボディメカニクス教育方法に関する検討 - 写真とグループ指導を用いた教授法の評価, 香川医科大学看護学雑誌, 6 (1), 27-35, 2002.
 - 13) 土井英子, 石本傳江, 椋代 弘: ボディメカニクス習得における視聴覚教育方法に関する検討 - 動作解析装置を用いたベッドメイキング動作の分析, 新見公立短期大学紀要, 21, 75-82, 2000.
 - 14) 淘江七海子, 堀 美紀子, 他: 看護基礎教育におけるボディメカニクスに関する研究 - ベッドメイキング時の動作分析を通して -, 日本看護学会誌, 12 (1), 68-76, 2003.
 - 15) 藤田きみゑ, 横井和美, 古株ひろみ, 伊丹君和, 他: 看護作業姿勢と腰部への負担に関する研究, 滋賀県立大学看護短期大学部学術雑誌, 3, 1-7, 1999.
 - 16) 伊丹君和, 藤田きみゑ, 寄本明, 他: 看護作業姿勢からみた腰部負担の少ないベッドの高さに関する研究, 滋賀県立大学看護短期大学部学術雑誌, 4, 21-27, 2000.
 - 17) HAROLD PORTNOY 他: Electromyographic Study of Postural Muscles in Various Positions and Movements, 122-126, 1990.

(Summary)

Development of a System to Support Self-learning of Body Mechanics for Nurses to Prevent Back Pain –Development and Validation of a Self-checking System of Movement-implementing Body Mechanics–

KIMIWA ITAMI¹⁾, TOSHIHIKO YASUDA²⁾, YUKINORI OTSUKI²⁾, KUMIKO TOYODA¹⁾, HIDEMI ISHIDA¹⁾

¹⁾School of Human Nursing, The University of Shiga Prefecture

²⁾School of Engineering, The University of Shiga Prefecture

Background With the aging of society, the problem of lower back pain in medical and nursing care environments is becoming increasingly serious. In response, we have identified that the implementation of body mechanics during caregiving procedures represents an effective way of preventing back pain in nurses. However, body mechanics cannot be fully effective unless nurses recognize and acquire the skills of movement to implement body mechanics and learn how to apply those skills when actually caring for patients. It is important for nurses to evaluate objectively how they move when caring and to learn and acquire the knowledge and skills of body mechanics according to individual requirements.

Purpose The purpose of the study was to develop a self-learnable "system for self-checking movement-implementing body mechanics", so that any individual who applies the system can objectively evaluate their movements when giving care and subsequently prevent back pain by implementing body mechanics. Nursing course students were used for experimental application and validation of the system. Based on the results, the usefulness and learning effects of the system were discussed.

Methods 1. System development: The "system for self-checking movement-implementing body mechanics" was developed so that users of the system could self-check by looking at video images

of their posture, joint angles and EMG, and the lumbar load (moment of the joint as determined by angle of anteversion of the body) displayed on the computer screen during movements. Computer images were generated by inputting data on joint angle taken from the unilateral ankle, knee, hip joint and lower back and EMG data taken from bilateral erector spinae muscles and the unilateral biceps femoris muscle. In addition, the system included a storage and playback functions for measurement data to facilitate user learning from watching the images.

2. System validation: To validate the system and learning effects, the following experiment and investigation were performed in January 2006.1) Two nursing course students performed "bed making (triangle corner setting)" and data obtained from the system was subjected to the system validation experiment. This experiment was designed to be performed under 4 different sets of conditions to compare lumbar load with or without the application of body mechanics and with beds of different height. 2) A total of 22 nursing course students participated in a model class lesson for body mechanics application using images replayed based on data obtained from the experiment, and the display function of the system and learning effect were evaluated.

Result 1. System validation: Images of posture, joint angle, EMG waves and lumbar load during caregiving movements of the subject were clearly

displayed in real time or playback on the screen and validity of the system was confirmed. The results of evaluation indicated, however, that some evaluation items scored as low as 2.90 points, with comments such as "I do not understand what the displayed numbers mean".

2. Learning effects of the system: The learning effects of the system were evaluated using a 5-point scale. Mean score was 4.04 for "Understanding the importance of application of body mechanics", and 4.09 for "Intention to evaluate and learn self movement using the system". Scores for these items by the 2 students who

actually experienced application of the system were even higher, indicating that the learning effects with self-checking using the system are likely to be high.

Conclusion Using the system, self-movement was subjectively evaluated from the perspective of body mechanics. The usefulness of the system was validated and learning effects for application of body mechanics were identified. The importance of improving the system display and learning function are suggested as future issues.

Key Words body mechanics; back pain prevention; self-learning