

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 13 日現在

機関番号：27501

研究種目：科学研究費補助金（基盤研究（C））

研究期間：平成 21 年度～平成 23 年度

課題番号：21592716

研究課題名（和文）

生理学・バイオメカニクスの視点から分析する効率的な力発揮の介助動作の開発

研究課題名（英文）

Development of an effective method for physiological analysis of the elbow joint during movement assistance: a biomechanical perspective

研究代表者 藤内 美保 (TONAI MIHO)

大分県立看護科学大学 看護学部 教授

研究者番号：60305844

研究成果の概要（和文）：

「生理学的・バイオメカニクスの観点」から介助者の身体的負担や力発揮の効率の変化を検証し、介助動作の提言を目的とした。研究 1 は、上肢伸展時に 110° の肘関節角度が最も効率がよく、上肢屈曲時は 90° の肘関節角度が最も効率が良いことを明らかにした。研究 2 は、研究 1 の結果を臨床で応用するため、看護師群を被検者とし、模擬患者に対して介助動作を行う実験を行った。研究 3 は、一般女性を被検者とし、研究 2 と同様の方法で行った。看護師群は、上腕三頭筋や上腕二頭筋の負担が軽減し、脊柱起立筋や僧帽筋の負担も軽減できる。一般女性では、効果は認められなかった。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to develop an effective method for physiological analysis of the elbow joint during movement assistance. Changes in the physical burden placed on the person receiving assistance and the relationship between elbow joint angle and muscle activity were examined from the perspective of biomechanics. In the first experiment, we identified that 110 degrees of elbow joint extension and 90 degrees of elbow joint flexion were the most biomechanically efficient angles for strength production in elbow joint extension and flexion, respectively. In the second experiment, these results were applied clinically in a trial of movement assistance for a simulated patient using a group of nurses as subjects. An angle meter was attached to the elbow joint of the subjects and elbow angles were measured during movement assistance. Electromyography was used to assess the action potential of the triceps brachii, biceps brachii, erector spinae, and trapezius muscles during movement assistance, and the relationship between elbow angle and the action potential of these muscles was determined. In the third experiment, a group of healthy volunteer women who were not nurses provided performed movement assistance for a simulated patient as in the second experiment, and the same measurements were performed. The results demonstrated that nurses were able to reduce the burden on the triceps brachii, biceps brachii, erector spinae, and trapezius muscles by maintaining an appropriate elbow angle during movement assistance. However, this effect was not observed in non-nurses.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
21年度	1,100,000	330,000	1,430,000
22年度	1,000,000	300,000	1,300,000
23年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：看護学 基礎看護学

キーワード：看護技術、介助動作、力発揮、関節角度、バイオメカニクス

1. 研究開始当初の背景

看護師自身が健康的かつ継続的に看護職を全うするためには、身体負担を軽減する介助動作の看護技術の開発は必須研究課題である。

(1) 従来のボディメカニクスとは異なる視点からの介助動作改良の必要性

実際、これまでもボディメカニクス(力学)を考慮した介助姿勢の改良を試み(梅本・藤内 2007, 石井・藤内 2005, 前島・宮腰 2004), 研究が進められている。ボディメカニクスの原理に基づく介助動作は物理学や力学の原理(テコの原理など)を介助者および介助される側の姿勢や動作に応用する技術であり、重心や支持基底面等を考えて利用することで、力発揮を効率的に行うものである。しかしながら、ボディメカニクスに精通した看護師においても腰痛を発症することが多いことから、異なる学術的視点から介助動作の改良が必要だと考えられる。

(2) 生理学的・バイオメカニクスの視点の導入

そもそも介助動作時において身体的負担を減らすということは、「筋収縮(力発揮)効率を高め、筋疲労を軽減する」ことを意味する。起き上がり介助動作では、上腕二頭筋が主働筋の一つである。上腕二頭筋は筋が二つに分離されており、筋収縮時には別々のベクトル方向の力を発揮する(バイオメカニクスの観点)。さらに、筋収縮は、アクチン-ミオシンの架橋形成によって成立するため、筋収縮開始前の関節角度がその後の筋収縮力に大きく影響する。このような2つの観点はこれまでの介助動作の開発・改良の過程において、考慮されたことはなく、今後このようなバイオメカニクスおよび生理学的観点を導入すれば、更に負担度の少ない介助動作

が開発できると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、生理学的・バイオメカニクスの視点から、力発揮を効率的にする負担度の少ない新しい介助動作の開発に取り組むことを目的とした。

3. 研究の方法

研究1～研究3の3段階で研究を構成した。研究1

被験者は健康な若齢者男女(22.3±1.8歳)7名とした。実験1では、肘関節角度の違いによる最大随意等尺性収縮(MVC)への影響について調べた。肘関節角度を60°, 70°, 90°, 110°, 130°, 150°に設定し、各角度に固定した状態で、屈曲時と伸展時それぞれのMVCを2回ずつ測定した。筋電図を導入し、肘屈曲動作に関連する筋である上腕二頭筋(長頭・短頭)、上腕三頭筋(長頭・外側頭)、腕橈骨筋、三角筋、僧帽筋に電極を装着し、最も力を発揮できている時の筋の活動状況を記録した。実験2では、肩を挙上した状態と挙上していない状態で、手首に10kgの錘をつけ、一定時間肘関節角度が90°になるよう維持してもらった。このときも実験1と同じ部位に電極を装着して実験開始直後、15秒後、30秒後の筋の活動状況を記録した。

研究2

臥床患者の上方移動動作における、肘関節角度と筋電図(EMG)による筋活動量を測定する実験を関節角度計と携帯型表面筋電計を用いて行った。被検者は、女性看護師6名(30.2±3.3歳)全介助レベルの模擬患者は女子学生(150.0cm、45.5kg)である。介助

者は上方移動動作を 3 つの動作で実施した。動作 A：上腕三頭筋を主動筋とし、理想角度 110° で臥床患者の肩部と腰部の下に上肢を伸展させながら入れる動作。動作 B：上腕二頭筋を主動筋とし、理想角度 90° で臥床患者の身体を手前に引き寄せる動作。動作 C：上腕二頭筋を主動筋とし、理想角度 90° で臥床患者の身体を枕（右）側に移動する動作。各動作は理想角度を指定する場合としない場合を各 2 回行った。被検筋は右の上腕二頭筋・上腕三頭筋・僧帽筋・左右の脊柱起立筋であり、各被検筋の最大随意筋力 (MVC) を測定した。各動作 A・B・C 中の平均の筋活動量が MVC の何% (%EMGmax) かを算出し、%EMGmax を平均の肘関節角度 ( $\alpha$ ) によって分類した。「効率的力発揮角度群」：動作 A ( $107^\circ \leq \alpha \leq 113^\circ$ )、動作 B・動作 C ( $85^\circ \leq \alpha \leq 95^\circ$ )。「非効率的力発揮角度群」：動作 A ( $\alpha \leq 105^\circ, 115^\circ \leq \alpha$ )、動作 B・動作 C ( $\alpha \leq 70^\circ, 110^\circ \leq \alpha$ )。各被検筋の %EMGmax の有意差の有無を対応のない t 検定によって判定した。

### 研究 3

研究 2 と同様の実験を一般女性 5 名 (32.0 ± 4.7 歳) を被検者として行った。これは、研究 2 の介助動作を日常的に行っている看護師と、介助動作の経験の少ない一般女性で差があるかどうかを検討するためである。

## 4. 研究成果

### 研究 1

実験 1 において、屈曲動作では肘関節角度が 90° で最も力発揮できていた。90° に比べ 60° と 150° は有意 ( $p < 0.05$ ) に低くなった。屈曲時の主動筋の上腕二頭筋 (長頭・短頭) の筋放電は 130° と 150° の間に大きな差がなかったのに対して、150° で力の値が極端に下がり大きな差が生じていた。次に、伸展動作では、110° のときに最も力発揮できていた。角度が 130° 以上になると力発揮の値が下がり、110° との間に有意差が見られた。上腕三頭筋長の筋放電はどの角度も大きな差はなかったが、130° 以上の角度になると力を発揮できなくなっていた。このことから筋の形状により同じ筋放電の量でも力発揮に大きな影響が出ることが示唆される。筋放電が高いのに力がでていないのは、エネルギーを多く使っているにも関わらず不効率的な力発揮になっていることを示している。屈曲・伸展どちらも主動筋に収縮するゆとりのある状態が効率よく力発揮できる角度であ

ると考えられる。実験 2 では、肩を挙上した時の僧帽筋の筋放電が有意に高くなっていた。他の筋で有意差はなかった。肩を挙上させるために僧帽筋が働いたため、僧帽筋の筋放電が高くなったと考えられる。上肢を維持するときの主動筋である上腕二頭筋は肩甲骨につながっているため、肩を挙上させることで筋が伸ばされ、効率よく力を発揮できなくなると考えられる。肩を挙上せずに援助することで、僧帽筋への負荷を軽減でき効率よく力発揮できることが示唆される。

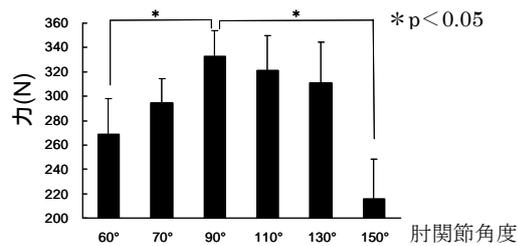


図 1 屈曲時の力発揮

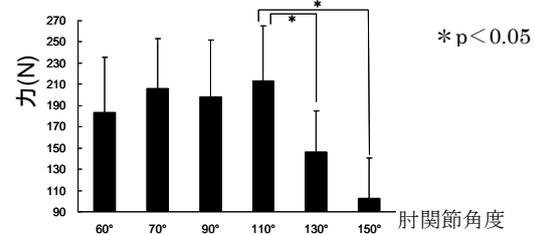


図 2 伸展時の力発揮

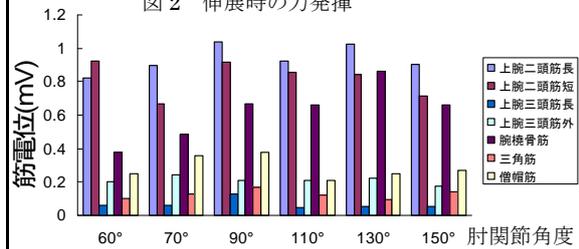


図 3 屈曲時の筋放電

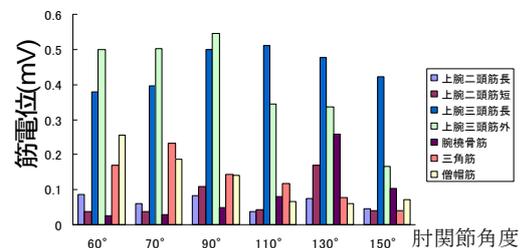


図 4 伸展時の筋放電

### 研究 2

看護師群では各 ABC の動作で有意差が見られた。看護師群は肩関節を下げた状態で、動作を行ったためと考えられる。上腕三頭筋や上腕二頭筋の筋頭は、肩甲骨や肩関節に接合

しており、肩関節の影響を受け、肩関節が上がった状態より下がった状態の方が上肢の屈曲運動で効率的な力発揮ができるという報告からも裏付けられる。

動作 A では上腕三頭筋と上腕二頭筋の効率的力発揮角度に指定した群は%EMGmax が有意に小さかった。これは肘関節角度の違いで筋の形状（架橋形成による筋の厚み）が変化したことによると考えられる。

看護師群の動作 B（図 5）では主動筋である上腕二頭筋では有意差はないものの、ほぼ全ての被検筋で「効率的力発揮角度群」が「非効率的力発揮角度群」の約半分の%EMGmax であり、右の脊柱起立筋で有意に小さかった。これは模擬患者を手前に引きよせる際に肘関節が理想角度の 90° に近づくことにより、介助者と模擬患者の身体が近づき、重心が近くなったことでボディメカニクスの原理が働いたためであると考えられる。

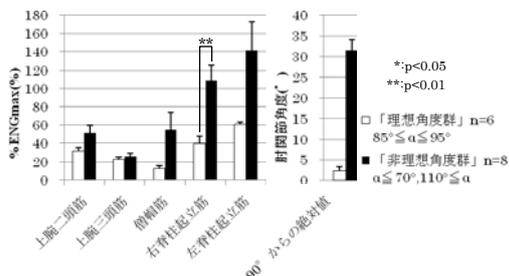


図 5. 看護師群の手前に引きよせる動作の筋活動量と肘関節角度

全ての動作において脊柱起立筋の%EMGmax が他の被検筋より相対的に大きかった。介助動作において腰部を大きく傾ける程、腰部負担が大きくなると報告あり、介助動作を行う際に腰部の前屈姿勢を維持する状態が続いたためと考えられる。

### 研究 3

一般女性群では有意差が一つも認められなかった。これは技術や経験の差で、一般者群は肩に力が入り、肩関節が上がった状態で動作を行ったためと考えられる。

一般女性群も全ての動作において脊柱起立筋の%EMGmax が他の被検筋より相対的に大きかったことは看護師群と同様の結果であった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

山田剛弘、藤内美保、介助動作の身体負担軽減のための効率の良い上肢の力発揮の検証-生理学的視点からの改良- 看護実践の科学、査読有、37 (5), 73-80, 2012.

〔学会発表〕(計 2 件)

山田剛弘、藤内美保、介助動作の身体負担軽減のための効率の良い上肢の力発揮の検証、第 30 回日本看護科学学会学術集会講演集、2010/12/3, 札幌

藤内美保、生理学的バイオメカニクスの観点からの介助動作、第 31 回日本看護科学学会学術集会講演集、2011/12/2, 高知

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者 藤内美保

(TONAI MIHO)

大分県立看護科学大学・看護学部・教授

研究者番号：60305844

(2) 研究分担者：吉武 康栄

(YOSHITAKE YASUhide)

鹿屋体育大学・体育学部・講師

研究者番号：70318822