

表面筋電位による介護座り直し時の腰部負担評価

Evaluation of Lumbar Burden during Assistance of reseating motion by using EMG

○武藤敬大（北見工大院） 鈴木聡一郎（北見工大） 赤間光代（日赤看護大）

星野洋平（北見工大） 曹羸（北見工大） 楊亮亮（北見工大）

Takahiro MUTO, Graduate school of Engineering, Kitami Institute of Technology
 Soichiroh SUZUKI, Kitami Institute of Technology
 Mituyo AKAMA, Japanese Red Cross Hokkaido College of Nursing
 Yohei HOSHINO, Kitami Institute of Technology
 Ying CAO, Kitami Institute of Technology
 Liangliang YANG, Kitami Institute of Technology

Abstract: Low back pain of caregivers is serious problem in welfare field. Transfer motion is a main cause of the low back pain, and it is necessary to reduce the lumbar burden during a transfer. In our previous study, it has been demonstrated that dynamic lumbar burden of a transfer motion can be evaluated by the EMG of Erector spine muscle. This paper focuses on lumbar burden of caregivers during assistant of reseating motion, and aims to reduce the lumbar burden. The reseating motion is that the caregiver changes the cared person after the transfer to wheelchair. In this study, novel reseating motion is proposed cooperative research with Japanese Red Cross Hokkaido College of Nursing. Finally, the effectiveness of the proposed motion is verified by measuring EMG of the Erector spine muscle.

Key Words: Transfer Motion, Lumbar Burden, EMG, Erector Spine Muscle

1. 緒言

超高齢社会を迎えた近年の日本の介護現場では、要介護者数の増加に伴う介護士の身体的負担の増加が大きな問題となっている。特に移乗動作が原因とされる介護士の腰痛発生が問題となっており、腰痛を防ぐために腰部負担の軽減が求められることから、腰部負担の定量化が重要となる。

腰部負担の定量化手法として、これまでに腰部モーメントや椎間板圧縮力から評価する手法⁽¹⁾が提案されているが、動的な評価に対応していないことや介護現場での計測が困難であることなどの理由から、実用的な評価手法として確立されていないのが現状である。そこで本研究では、被験者から直接計測可能であり、介護現場で動的な評価が可能である、表面筋電計を用いた腰部負担の定量的な評価手法について検討を行ってきた。これまでに移乗動作を持ち上げ動作・回旋動作・降ろし動作の3つの動作に分割し、それぞれの動作において表面筋電位による腰部負担の定量的な評価手法について検討を行った⁽²⁾⁽³⁾。その結果、脊柱起立筋の表面筋電位から腰部負担の定量的な評価ができ、動的な評価も可能であることを示した。

本報では、移乗動作の中で負担が大きいとされる座り直し動作に着目し、腰部負担の軽減を試みる。従来の動作と提案する動作について脊柱起立筋の表面筋電位を用いて腰部負担を比較し評価を行う。

2. 表面筋電位による腰部負担評価手法

本研究では、腰部負担の実用的な評価手法として、脊柱起立筋の表面筋電位による手法を提案している。先行研究では、移乗動作を持ち上げ動作・回旋動作・降ろし動作の3つの基本的な動作に分割して検討した。持ち上げ動作について、実験的に与えた負荷と脊柱起立筋の表面筋電位の相関を調べ、さらに、脊柱起立筋の表面筋電位と腰部モーメントならびに椎間板圧縮力の間の相関を調べた。その結果を図1および図2に示す。図1より、負荷の増加に伴い、脊柱起立筋の表面筋電位のRMS値も増加し、相関係数

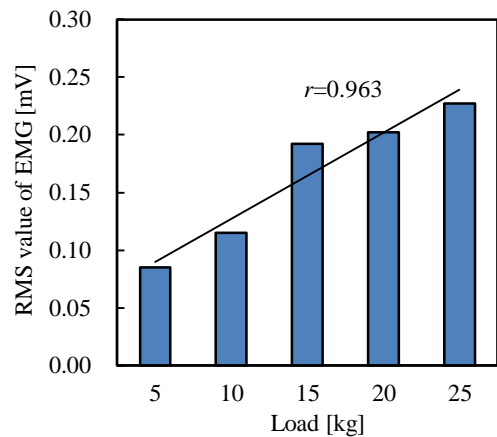


Fig.1 Relationship between EMG and Load

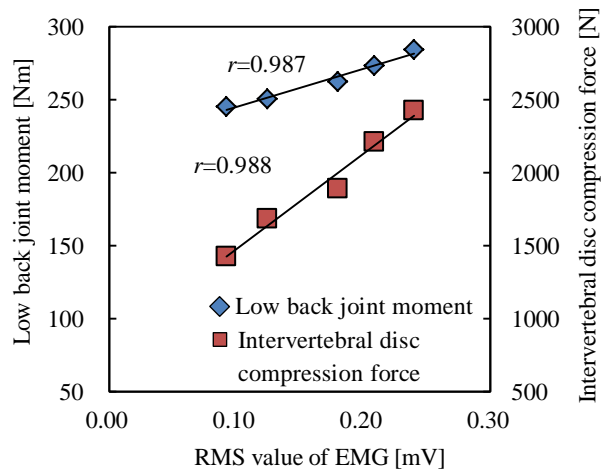


Fig.2 Relationship between EMG, Low back joint moment and Intervertebral disc compression force

$r=0.963$ の高い正の相関を示すことが認められた. このことから, 脊柱起立筋の表面筋電位から保持した負荷の定量化ができることが明らかとなった. また, 図 2 より, これまでに提案されてきた腰部モーメントや椎間板圧縮力と脊柱起立筋の表面筋電位の間に強い正の相関が認められた. このことから, 脊柱起立筋の表面筋電位から従来の評価手法と同様に腰部負担の評価ができることを示した. また, 回旋動作と降ろし動作についても, 負荷と脊柱起立筋の表面筋電位の相関を調べた結果, 持ち上げ動作同様に, 強い正の相関が認められた. 以上の結果から, 腰部モーメントや椎間板圧縮力と同様に脊柱起立筋の表面筋電位から腰部負担の定量的な評価ができることが明らかになった.

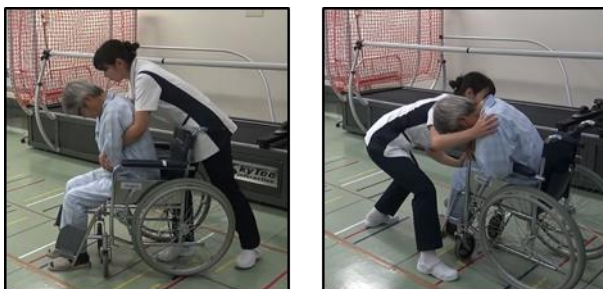
3. 膝押し動作の腰部負担の検討

3.1 座り直し動作

被介護者をベッドから車椅子に移乗させる際, 一度の動作で車椅子に深く座らせることは困難である. そのため, 移乗後の浅く座った姿勢の被介護者を深く座った姿勢に座り直しさせる動作が必要となる. この動作が座り直し動作であり, 一般的に行われている被介護者を引き上げることによる座り直し動作の動作姿勢を図 3(a)に示す. この引き上げ動作は, 被介護者の身体を車椅子座面からわずかに浮かせることで座り直しさせていることから, 介護者の腰部への負担が大きくなることが予想される. そこで, 日本赤十字北海道看護大学との共同研究により, 図 3(b)に示す動作を提案する. この動作は, 被介護者の膝を前から押すことによって座り直しさせる動作であり, 被介護者の身体を浮かせる必要がないため, 腰部負担の軽減が期待できる.

3.2 膝押し動作時の腰部負担

腰部負担に直接影響を与える要因は, 腰部にかかるモーメントであることが示されている⁽¹⁾ため, 膝押し動作時の腰部モーメントについて検討していく. 膝押し動作時の腰部モーメント増大の 1 つ目の要素は, 上体の前傾により, 介護者の上半身の自重から発生する腰部モーメントである. この場合, 上体の前傾角度によって上半身の重心と腰部回転中心の水平距離であるモーメントアームが変化するため, 腰部モーメントを増大させる. この上体の前傾角度を前傾角と定義する. また, 膝押し動作時の腰部モーメント増大の 2 つ目の要素は, 押す動作時に必要となる荷重を介護者が発生した場合に腕に作用する膝からの反力により発生する腰部モーメントである. 膝押し動作の場合, 被介護者に作用する鉛直方向荷重と摩擦係数が変化しないため, 反力は一定とみなすことができる. よって, 膝を押す手の高さの変化によりモーメントアームが変化し, 結果的に反力による腰部モーメントが変化する. この反力による腰部モーメントのモーメントアームをアーム長と定義する.



(a) Conventional motion (b) Proposed motion
Fig.3 Reseat motion

以上の前傾角とアーム長の 2 つの要素が膝押し動作時の腰部モーメント発生 of 要因となり, 腰部負担を増加させる可能性があるため, 腰部負担への影響を実験的に評価する.

3.3 実験方法

上体の前傾角とアーム長の変化が膝押し動作時の腰部モーメントに与える影響を調べる. 被験者は健康な男子学生 1 名で, 一定の高さに設置した 20 kg のおもりを負荷とし, 肘・膝を曲げずに上半身を前傾させることで負荷を 10 cm 前方へ押し出す動作を行う. 動作開始時の上体の前傾角度は 0,24,48 deg の 3 段階に設定し, 負荷の高さは, 股関節中心を基準とし, その高さから鉛直上向きに 0,10,20,30 cm の 4 段階に設定することでアーム長を変化させる. 前傾角度とアーム長の変化の組み合わせ 12 種類の条件で動作を行う. 動作中の脊柱起立筋の表面筋電位を計測し, 前傾角およびアーム長が腰部負担に与える影響を評価する.

3.4 計測条件

表面筋電位は, ロジカルプロダクト社製の 3 極乾式ワイヤレス筋電センサで計測する. 電極は, 脊椎の L4-L5 付近の左右の脊柱起立筋に貼り付け, 得られた表面筋電位から 0.05 秒ごとの RMS 値を求め, 動作中の平均値を算出し, その左右合計値から各条件が表面筋電位に与える影響を評価する.

3.5 実験結果

押す動作時の上体の前傾角およびアーム長の変化に伴う脊柱起立筋の表面筋電位の RMS 値を図 4 に示す. この結果から, 上体の前傾角の増加に伴い脊柱起立筋の表面筋電位が増加していることがわかる. 前傾角の違いによる筋電位への影響は, 各アーム長における最大値と最小値の差をとると, 0.036~0.052 mV の範囲で変化している. それに対して, 各前傾角におけるアーム長の変化の範囲をみると, 0.009~0.028 mV の範囲で変化している. このことから, 押す動作時の腰部モーメントは, 反力による腰部モーメントに比べ, 上体の前傾による腰部モーメントの影響が大きいことが示された. 以上のことから, 上体の前傾角度が増加すると腰部負担も増加する可能性が考えられるため, 押す動作時は上体の前傾角度を減らすことで腰部負担の軽減が実現できる可能性が示された.

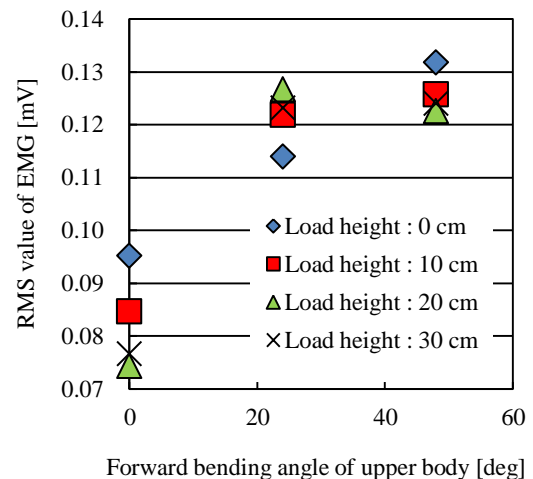


Fig.4 Change of EMG in various forward bending angle and load height

4. 座り直し動作時の腰部負担と前傾角による影響

4.1 実験方法

3.3 節の結果を踏まえ、実際の座り直し動作時の腰部負担を脊柱起立筋の表面筋電位を用いた手法により検討を行い、提案する膝押し動作の有効性と前傾角の影響を評価する。図 5(a) に提案する膝押し動作による座り直し、(b)に上体の前傾角を減らすよう意識した膝押し動作による座り直しの様子をそれぞれ示す。被験者を介護者役に介護経験者 1 名、被介護者役に男子学生 1 名とし、従来の引き上げ動作による座り直しと上記(a)(b)の 3 つの動作を行う。3 章同様に左右の脊柱起立筋に電極を貼り付け、動作中の表面筋電位を計測し、各動作 3 回行い、平均値を算出する。動作の違い、前傾角の違いによる腰部負担への影響について比較検討を行う。また、介護動作のしやすさの観点から、明確な前傾角度は指示しないこととする。

4.2 実験結果

図 6 に従来の引き上げ動作による座り直し、提案する膝押し動作による座り直し、前傾角を減らすよう意識した膝押し動作による座り直しにおける左右の脊柱起立筋の表面筋電位の RMS 値を示す。各動作における左右の筋電位を比較すると従来の動作は左側の筋電位が高く、これに対し提案動作は前傾角の意識の有無に関係なく右側の筋電位が高い値を示している。持ち上げ動作時の下肢姿勢が脊柱起立筋の表面筋電位に与える影響を検討した先行研究では、足を後退させた側の脊柱起立筋の表面筋電位が増加することを示した。従来の動作において左側の筋電位が大きな値を示したのは、この下肢姿勢の影響が表れているためと考えられる。また、回旋動作における脊柱起立筋の表面筋電位を検討した先行研究では、回旋側の脊柱起立筋の表面筋電位の値が増加することを示した。提案動作には、膝を押す際に右回りの回旋動作が含まれているため、右側の筋電位が高い値を示したと考えられる。筋電位の左右合計値について比較すると、従来の動作は 0.312 mV に対し、提案動作は 0.233mV と小さな値を示している。このことから、被介護者の身体を浮かせる引き上げ動作をなくし、膝押し動作による座り直しによって、腰部負担を軽減できる可能性を示した。さらに膝押し動作を行う提案動作について、上体の前傾角の影響を比較すると、前傾角を減らすよう意識した場合の動作において、左右の筋電位は減少がみられ、合計値も 0.166 mV と小さな値を示している。従来の動作と比較すると約 47%低減している。以上の結果から、前傾角を減らすことで腰部負担を軽減できる可能性を示した。

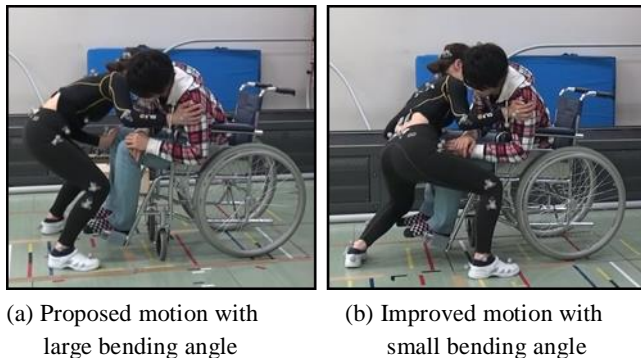


Fig.5 Proposed motion with different bending angles of upper body

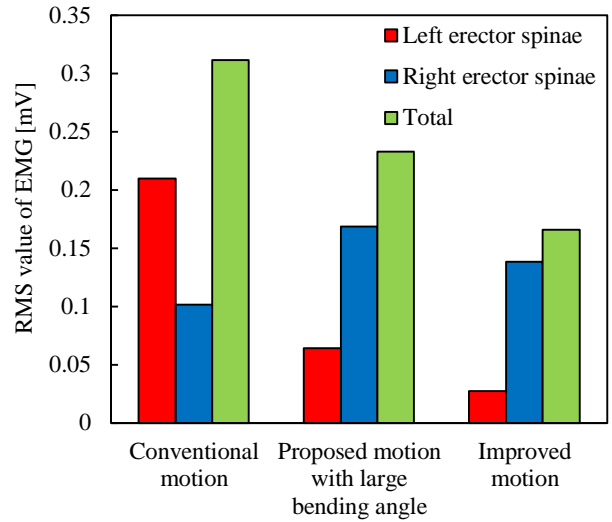


Fig.6 Comparison of EMG in three types of reseating motion

5. 結言

本研究では、被介護者を車椅子に移乗させた後の浅く座った姿勢から、深く座り直す介助である、座り直し動作に着目し、本研究で提案する脊柱起立筋の表面筋電位による手法を用いて腰部負担の評価を行った。現在介護の現場で一般的に行われている座り直し動作の中の、被介護者の身体を車椅子座面から浮かせるための引き上げ動作をなくし、膝を押す動作によって座り直す動作を提案した。その結果、動作によって使う筋肉が違うため、下肢姿勢や左右の筋電位への影響を考慮する必要があるものの、膝押し動作による提案動作で腰部負担を軽減できる可能性が示された。また、動作時に働く腰部モーメントが腰部負担に与える影響を実験的に検討した。その結果、負荷を押す際の反力による腰部モーメントの変化に比べ、上体の前傾による腰部モーメントの変化が大きいことを明らかにした。この結果を踏まえ、提案動作時に上体の前傾角を減らすことで、更なる腰部負担の軽減ができる可能性を示した。

謝辞

本研究は日本赤十字北海道看護大学の協力を得て行われました。実験にあたり協力してくださりました日本赤十字北海道看護大学の山本美紀教授、山川京子教授、ならびに学生の皆様方に対してこの場を借りて心からお礼を申し上げます。

参考文献

- (1) 山崎信寿, 山本真路, 井上剛信, 移乗介助動作の計測と腰部負担の評価, SOBIM, 第16巻, pp. 195-205, 2002.
- (2) 小泉忠理, 鈴木聡一郎, 移乗介助における腰部負担の定量的評価に関する実験的検討, SOBIM, 第27巻, pp. 63-64, 2013.
- (3) 鈴木聡一郎, 武藤敬大, 星野洋平, 移乗動作における腰部負担軽減のための表面筋電計を用いた動的評価法に関する実験的検討, 日本機械学会2015年度年次大会講演論文集, No.J2410101, 2015.