

原 著

リュックサックの肩ベルトの長さに関する筋電図学的考察 —立ち上がり動作におよぼす影響—

岡田 隆子¹⁾, 伊藤 祥史²⁾, 藤村 昌彦²⁾¹⁾リハビリデイパーム舞松原²⁾広島都市学園大学健康科学部リハビリテーション学科

(平成 28 年 2 月 12 日受付)

要旨: リュックサックは、普通の肩がけカバンよりも身体の左右バランスが均衡に保持できる長所があり、また手提げカバンと比較しても両手が自由に使える利点もあり日常生活の場で広く使われている。本研究はリュックサックの肩ベルトの長さによる影響について表面筋電図を用いて検証した。対象は健常男子大学生 12 名とした。導出筋は、右側の腰部脊柱起立筋、大腿直筋、内側広筋、大殿筋とした。肩ベルトの長さは長短の 2 条件とした。肩ベルトが短い条件 (以下、S 群) はリュックサックの上部が第 2 胸椎の高さ、長い条件 (以下、L 群) はリュックサックの上部が第 12 胸椎の高さとした。リュックサックに入れる重量物の質量は、対象者の体重の 10% とした。各方法にて 6 回立ち上がり動作を行った。筋電図の解析は、得られた波形を全波整流化した後、等尺性最大随意収縮時の筋活動量を基に正規化を行った。持ち上げ動作開始から終了までを解析区間とし平均積分値を算出した。次に、動作について経時的变化を調べるために 6 回の平均値データを用いて 1 動作を 100% とし 4 相に等分割して区間毎の積分値を算出した。

その結果、内側広筋において S 群が L 群に比べて筋活動量が大きくなった。リュックサックを身体に密着させた S 群に比べて、L 群では肩ベルトの長さの影響により膝関節伸展筋の働きが十分発揮できず、他の筋による代償または立ち上がり動作に変化が生じたと考えられる。S 群は重量物持ち上げ動作にみられる Squat 法に準じた方法であり膝関節伸展筋の機能を活用しているが、L 群は膝関節伸展筋群を十分に活用しない Stoop 法に類似する方法と考える。Stoop 法は腰椎骨盤運動リズムから逸脱し脊柱可動部の異常をきたす可能性を指摘されている。そのことにより腰背部への傷害リスクが懸念されるため、長時間使用するリュックサックの肩ベルトは身体に密着するように調節すべきであると考ええる。

(日職災医誌, 64: 265—270, 2016)

—キーワード—

持ち上げ動作, リュックサック, 表面筋電図

I. 緒 言

我々は、日常生活で効率の良い持ち運びを行うため、かばんやリュックサック (図 1) などをよく使用する。その中でもリュックサックは日常生活において使用頻度の高い道具である。木岡らの報告¹⁾によるとリュックサックを利用する主な理由は「両手の自由の確保」であり、なかでも高齢者においては「転倒に備えて両手を空けておく」という特有の理由もある。梅本ら²⁾は傍脊柱筋に関連した筋・筋膜性の腰痛症に対して、体幹の前方に荷物を保持するより、リュックサックを背中に背負う方が腰痛再発の危険性は低く、安全であると報告している。しか

しながら、リュックサックの使用方法、特に装着方法に関しては個々人で異なっており、中学生や高校生など若者は肩ベルトを長くして、緩く装着する方法を「ファッション的見地」から概して好むようである。そこで、本研究では日常生活におけるリュックサックの装着位置 (肩ベルトの長さ) が異なることによる身体への負担を、表面筋電図を用いて腰背筋群や膝関節伸展筋群の筋活動を測定し、比較検討することを目的とした。

II. 対 象

対象は、腰痛の既往がない等、本動作に影響を及ぼす要因をもたない健常男子大学生 12 人 (年齢 21.3 ± 1.5 歳、



図1 リュックサック



図2 持ち上げ方法 (左: S 群, 右: L 群)

身長 170.6 ± 8.6 cm, 体重 60.2 ± 8.3 kg) とした。対象者には, 測定前に研究の内容および方法について十分説明し, 書面にて同意を得た。なお, 本研究を行うにあたり, 広島大学大学院保健学研究科心身機能生活制御科学講座倫理委員会の承認を得た (No. 1023)。

III. 方 法

III-1. 測定条件

筋電図は, TeleMyo2400 (Noraxon 社製, 米国) を使用し, 双極誘導にて測定した。サンプリング周波数は 1.5 kHz とした。動作の記録には MyoVideo1.5.04 (Noraxon 社製) を使用した。導出筋は, 右側の腰部脊柱起立筋 (Lumbar Paraspinals: 以下, LP), 大腿直筋 (Rectus Femoris: 以下, RF), 内側広筋 (Vastus Medialis: 以下, VM), 大殿筋 (Gluteus Maximus: 以下, GM) の 4 筋とした。貼付位置は, 表面筋電図マニュアル基礎編の方法に準じ³⁾, 電極間距離 35mm で導出筋の走行に沿って貼付した。アース電極は, 肋骨に貼付した。電極は, 表面電極 (Ambu 社製, ブルーセンサー M-00-S, デンマーク) を用いた。皮膚前処理は, スキンピュア (日本光電社製, 日本) を用いて十分に行った。

肩ベルトの長さは以下の 2 条件に設定した。肩ベルトが短い条件 (以下, S 群) はリュックサックの上部が第 2 胸椎の高さとし, 長い条件 (以下, L 群) はリュックサックの上部が第 12 胸椎の高さとした (図 2)。リュックサックに入れる重量物の質量は, 対象者の体重の 10% とした。画像解析に必要なマーカーは対象者の右側の大転子に貼付した。また, 対象者の右側よりビデオカメラ (SONY 社製, 日本) で筋電図解析に用いる動画を撮影した。なお, ビデオカメラのサンプリング周波数は 30Hz

とした。

III-2. 測定方法

III-2-1. 等尺性最大随意収縮の測定

筋活動電位の正規化を図るために, 各筋の等尺性最大随意収縮時の筋活動電位 (Maximum Isometric Voluntary Contraction: 以下, MIVC) を測定した。LP は, 腰背部筋の評価として用いられる Sorensen の trunk holding test の肢位⁴⁾, その他の筋については, ダニエルらの徒手筋力検査法のテストにおける Normal の肢位⁵⁾で徒手による抵抗に抗して保持させ, 等尺性最大随意収縮をさせた。測定は, 各筋 1 回 5 秒間実施し, その中で最大となる瞬間を 100% MIVC として用いた。

III-2-2. シャガみ込み姿勢からの立ち上がり動作 (以下, 立ち上がり動作)

立ち上がり動作は, 重量物を入れた市販のリュックサックを装着し, 動作に影響を及ぼさないようにするため両腕を胸の前で組み, 足を肩幅に開いて動作を行った。

開始肢位は, 床面に足底を全面接地した状態の膝関節最大屈曲位とし, 終了肢位は, 大転子が最大の高さになった時点とした。動作の途中で足底面が離床しないように指示を与えた。動作を行う順番は, ランダムとなるようにし, 各動作間で十分な休憩を設けた。各方法にて 6 回立ち上がり動作を行った。

III-3. 解析および統計学的処理

筋電図の解析は, 表面筋電図解析ソフト MyoResearch 2.11.15 (Noraxon 社製) を用い, 得られた波形を全波整流化した後, MIVC を基に正規化を行った。膝関節最大屈曲位から直立かつ大転子が最大の高さまでを解析区間とし, 初回と最終回を除外した 4 回の平均値を算出した。また, 一動作中の開始肢位である膝関節最大屈曲位を

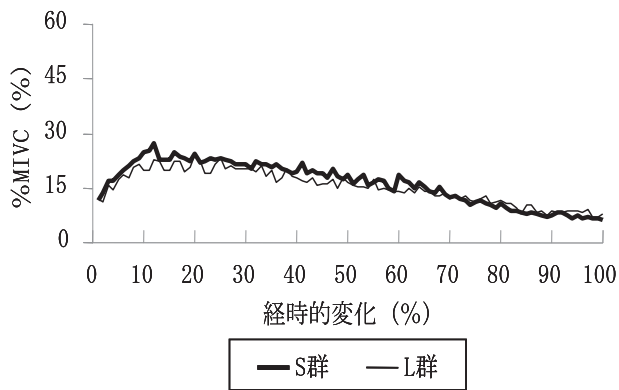


図3 LPの経時的変化

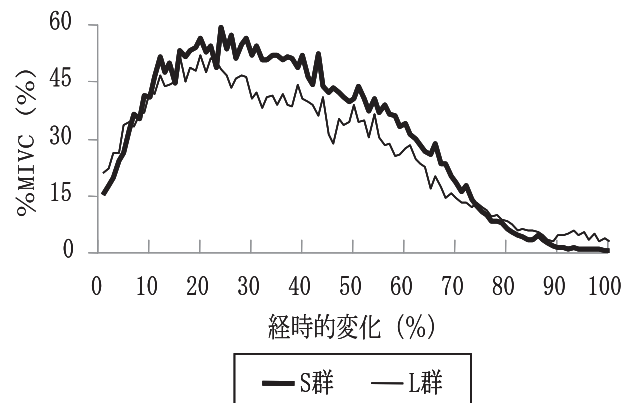


図5 VMの経時的変化

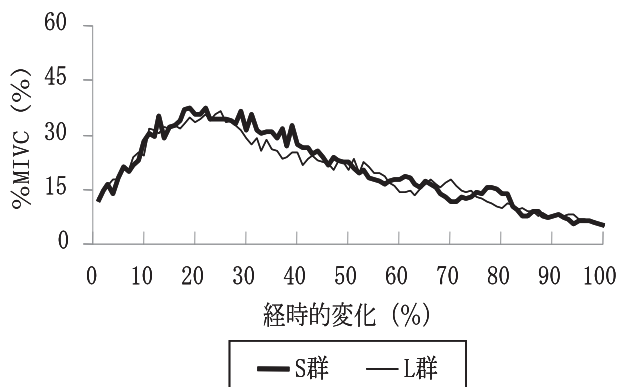


図4 RFの経時的変化

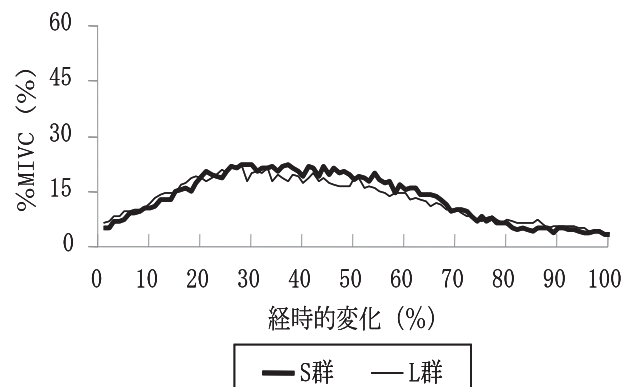


図6 GMの経時的変化

0%, 最終肢位である大転子が最大の高さにあるときを100%として百分の一ごとの平均筋活動量を算出し、4相に分割した。各々0~25%を第1相、26~50%を第2相、51~75%を第3相、76~100%を第4相とした。先行研究により動作の中期に影響を大きく受けると考えられたため、本研究では第2相と第3相に着目して解析を実施した。

統計学的処理は、JSTAT for windowsを用いた。リュックサックの肩ベルトの長さの異なるS群とL群の間の筋活動で対応のあるt検定を行った。なお、有意水準は5%未満とした。正規性が認められた場合は対応のあるt検定を用い、正規性の認められない場合はWilcoxon符号付順位検定を用いた。なお、有意水準は5%未満とした。

IV. 結 果

IV-1. 各筋の筋活動量の経時的変化 (図3~6)

VMでは20%から70%にかけてS群がL群に比べて筋活動量が大きくなった。その他の筋ではS群とL群の筋活動量に変化がなかった。

IV-2. 各筋の平均筋活動量 (図7, 8)

VMの第2相のS群では $55.6 \pm 22.8\%$ であり、L群では $45.7 \pm 18.2\%$ で、S群に比べL群で有意に低かった(p

< 0.05)。第3相のS群では $47.5 \pm 19.2\%$ であり、L群では $39.1 \pm 15.0\%$ で、S群に比べL群で有意に低かった($p < 0.05$)。VMを除く筋は2群間で有意差がなかったものの、第2相と第3相でL群がS群に比べて全ての筋において筋活動は低かった。

V. 考 察

本研究において、肩ベルトの長い方がリュックサックを含む上半身重心位置と支点となる腰椎までの距離であるモーメントアームが長くなることから、LPの収縮力が増大すると推察した。しかし、採取した筋電位からはS群とL群間に有意な差を確認することはできなかった。先行研究では、標準的なリュックサックを装着した際のLPの筋活動量は、重量物の重量および矢状面での装着位置による影響はなかったと報告し、肩ベルトの長さ条件によるLPの筋活動量には影響を及ぼさない可能性を示唆している⁶⁾。本研究におけるLPの筋活動量に差がみられなかったことは過去の報告に追随する結果となった。リュックサックを装着して立ち上がるときは、垂直方向の移動が主体となり、矢状面内の変位が少なかったこと、すなわち体幹前屈が少ない動作であったことがひとつの要因と考える。

膝関節伸展筋に関しては、第2相と第3相においてS

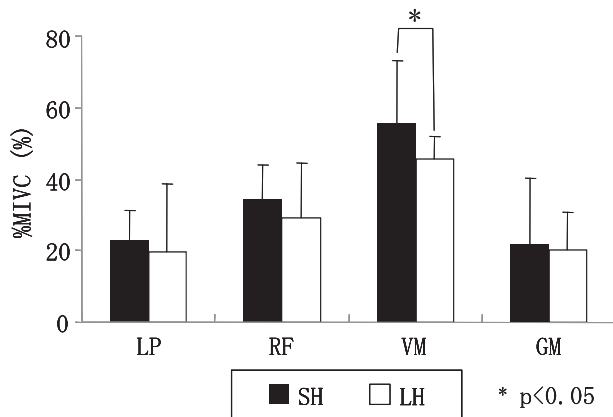


図7 第2相における各筋の平均筋活動量

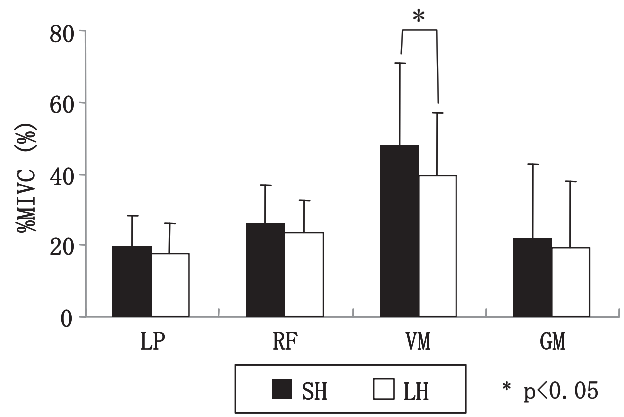


図8 第3相における各筋の平均筋活動量

群の筋活動はL群に比べて大きかった。先行研究では、しゃがみ込み姿勢からの立位において膝関節屈曲角度75度以上であるとき筋活動量は大きく、平均筋活動はVMで45~70%MIVC、RFで20~40%MIVCであったと報告している⁷⁾。本研究において、第2相および第3相前半のVMの筋活動は、膝関節屈曲角度が大きくなり筋活動量が大きくなったと推察される。したがって、リュックサックを身体に密着させたS群に比べてL群では、肩ベルトの長さの影響により膝関節伸展筋の働きが十分発揮できず、他の筋による代償または戦略変化が行われたと考えられる。VMで有意な差がみられたが、同様の機能を有する膝伸展筋であるRFにおいて有意な差がみられなかったことは、足幅の広さ、つま先の向きの影響を受けたと推察する。VMは膝関節伸展機能に加えて、筋の走行上、下腿の内旋、内転機能も有している。そのため、足幅を広げつま先は外側に向けた場合、膝関節外反位のワイドスタンス・スクワットスタイルとなり内側広筋の緊張は高まる。逆に、ナロースタンス・スクワットで実施すれば、RAの緊張が高まるようになる。本研究では、被験者に対して自然体の立ち上がり動作を再現させるため、開始肢位は床面に足底を全面接地した状態の膝関節最大屈曲位とだけ指示して、足幅の広さ、つま先の向きは被験者の任意とした。その結果、膝関節伸展時に力を発揮しやすい膝関節外反位を選択し、内側広筋を中心とした動作になったと思われる。本研究において詳細な関節角度を収集していないので、今後の研究では足幅の広さ、つま先の向きに関しても留意したい。

次にS群とL群を膝関節の働きから動作から分類すると、S群は膝関節伸展筋群を利用した動作、すなわち持ち上げ動作にみられるSquat法に準じた方法とみることができる。Squat法は、膝関節伸展筋は安全に大きな力を発揮できるため、スポーツのみならず日常生活においても積極的に活用すべき方法とされている⁸⁾。他方、L群は膝関節伸展筋群を十分に活用しないStoop法に類似する方法といえる。Stoop法は腰椎椎間板のストレス

が増大する。そのことにより腰背部への傷害リスクが懸念されるため^{9)~11)}、肩ベルトを長くして長時間使用するリュックサックには何らかの配慮が必要だと考える。

本研究の測定課題時間は短く、長時間の負荷による筋疲労の影響については調べていない。測定回数が少なかったこと、さらに健常対象者の適応性により、リュックサックの装着方法の差による影響が減少したことも否めない。また、今回の研究では、しゃがみ込み姿勢のときに、足関節に大きな背屈位が必要なため、関節の関節可動域制限によって影響を受けた可能性も考えられる。本研究結果を踏まえて、被験者に課す重量物を大きくする、動作の頻度を増やすなど、安全性や筋疲労に関しても検討していく必要があると考えられる。その上で、リュックサックは多様な使用場面が想定されるので、歩行、走行、ジャンプ、体幹前屈位など具体的な状況下で検証を加えたいと考える。

VI. 結 語

1. 肩ベルトの長さが異なるリュックサック装着時の筋活動を調べた。
2. 内側広筋においてS群がL群に比べて筋活動量が大きくなった。
3. 肩ベルトを長くして使用するリュックサックは腰背部への配慮が必要である。

利益相反：利益相反基準に該当無し

文 献

- 1) 木岡悦子, 森 由紀, 大村知子: 中高年にみるリュックサックの有用性について. 日本家政学会誌 50 (1): 37—49, 1999.
- 2) 梅本かほり, 高田和哉, 柴野和人, 他: 骨盤位が立位姿勢の体幹筋活動に及ぼす影響の筋電図学的考察. 北海道リハビリテーション学会雑誌 29 (1): 29—34, 2001.
- 3) 下野俊哉: 表面筋電図マニュアル 基礎編 SEMG Basic Manual. 酒井医療, 2004, pp 83, pp 99, pp 107—108, pp 110.

- 4) Kankaanpää M, Laaksonen D, Taimela S, et al: Related Articles Age, sex, and body mass index as determinants of back endurance test. Arch Phys Med Rehabil 79 (9): 1069—2075, 1998.
 - 5) Hislop HJ, Montgomery J: 新・徒手筋力検査法 原著 第7版. 東京, 協同医書, 2003, pp 194, pp 221, pp 226.
 - 6) Neumann DA: 筋骨格系のキネシオロジー. 嶋田智明, 平田総一郎監訳. 東京, 医歯薬出版, 2007, pp 338.
 - 7) 鈴木博行, 吉村茂和, 鮫島菜穂子: シャガみ込み動作における膝関節周囲筋の活動. 理学療法進歩と展望 16 (1): 37—41, 2002.
 - 8) 藤村昌彦, 奈良 勲: 持ち上げ動作における重量物の大きさと脊柱起立筋に関する筋電学的研究. 日本職業・災害医学会会誌 50 (6): 413—418, 2002.
 - 9) 山川隆由, 平田総一郎, 水野耕作, 棚瀬嘉宏: 体幹前屈運動における腰部脊柱起立筋の動作筋電図学的研究 腰痛発生との関連について. 神戸大学医学部紀要 61 (1): 49—54, 2000.
 - 10) 労働省労働衛生課編: 腰痛予防対策マニュアル. 東京, 中央労働災害防止協会, 1999, pp 53—61.
 - 11) 河端正也: 腰痛テキスト. 東京, 南江堂, 1998, pp 11—26.
-

別刷請求先 〒813-0042 福岡市東区舞松原 1—1—9
リハビリデイパーム舞松原
岡田 隆子

Reprint request:

Ryuuko Okada
Rehabili-day Palm Maimatsubara, 1-1-9, Maimatsubara,
Higashi-ku, Fukuoka, 813-0042, Japan

Electromyographic Consideration on the Lengths of Backpack Shoulder Straps —The Effects on Arising Movement—

Ryuuko Okada¹⁾, Syouji Ito²⁾ and Masahiko Fujimura²⁾

¹⁾Rehabili-day Palm Maimatsubara

²⁾Hiroshima Cosmopolitan University Faculty of Sciences Department of Rehabilitation

Backpack, compared to regular shoulder bags, have an advantage of enabling you to keep left and right balance of your body better, and compared to hand bags, they have a benefit that allows you to use both hands, and thus, they are commonly used in our daily lives.

This research examined the effects of the length of backpack' shoulder straps on muscles using surface electromyography. The subjects of this research were a total of 12 healthy male college students. It measured the response of the right side lumbar paraspinals, the rectus femoris muscle, the vastus medialis, and the gluteus maximus muscle. It provided two patterns for backpack' shoulder straps short and long straps. In the case of short straps, or S-group, the top part of the backpack was placed at the same height level with the second thoracic vertebra, while in the case of long straps, or L-group, the top of the backpack was placed at the same height level with the twelfth thoracic vertebra. The load of the backpack weighed 10 percent of each subject's body weight. Subjects in each Group performed a total of six stand-up movements.

After full-wave rectification of the obtained waveform of the motions, an electromyographic analysis was performed to normalize the movement on the basis of the amount of human muscle activity at maximal isometric voluntary contraction. Interval analysis was set from the start to completion of the lifting motion, after which the mean integrated value was calculated. To monitor changes in movement over the duration of the testing, the time taken to perform one cycle of lifting motion was regarded as 100% and was divided into four equal intervals. On the basis of data indicating the mean value of the lifting time in six test trials, the integrated value for each interval was calculated.

The results of this test found that the muscle activity of the vastus medialis was more intense among subjects in S-group than L-group. This was apparently because S-group subjects attached their backpack more closely to themselves than their L-group counterparts, who were not able to make full use of their knee extensor muscles because of the longer straps and who were therefore considered to compensate this weakness with other muscles or perform a "strategic" muscle change. S-group is based on the Squat method that is observed in the movement of lifting heavy items, and it is using the functions of the knee extensors. On the other hand, L-group is thought to be similar to the Stoop method that does not use the knee extensor as much. It is pointed out that the Stoop method could deviate from the rhythm of the lumbo-pelvic movements, and cause abnormality in the flexible regions in the spinal column. As that could harm one's back, the shoulder belts of a backpack, when used in extended period of time, should be adjusted to tightly attach to the body.

(JJOMT, 64: 265—270, 2016)

—Key words—

lifting-up motion, backpack, surface electromyography