

重量物持ち上げ動作における Shout 効果に関する筋電図学的研究

田中 絵梨¹⁾, 伊藤 祥史²⁾, 藤村 昌彦²⁾

¹⁾大分健生病院リハビリテーション部

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 12 月 22 日受付)

要旨：本研究は掛け声が持ち上げ動作の筋活動に及ぼす影響について筋電図を用いて明らかにすることを目的として「どっこいしょ」という掛け声を Shout しながら持ち上げる動作と、声を発しない動作について比較検証した。対象は、筋骨格系の既往がない健常女子大学生 16 名とした。

筋電図は、表面筋電計にて双極誘導にて測定した。導出筋は右側の腰部傍脊柱起立筋、腹直筋、大腿直筋の 3 筋とした。対象者の右側の肩峰、大転子、外果にマーカーを貼付し対象者の右側よりビデオカメラ撮影した。

持ち上げ方法は足幅 15~20cm になるように開脚し、足底部を完全接地させた膝関節最大屈曲位とした。終了肢位は直立位とした。動作は両肘関節完全伸展位で行い、直立後 2 秒間静止するよう指示した。持ち上げ動作は Shout の有無による 2 条件とし 5 回行った。持ち上げ動作開始から終了までを解析区間とし、筋活動量は、持ち上げ動作の初回と最終回を除外した中 3 回の平均値を算出した。持ち上げ動作の開始は重量物が離床した時点とし、動作の終了は肩峰の高さが静止立位時と同じ高さになった時点とした。また、動作時間を 100% として時間の正規化を行い、さらに 3 相に等分割して解析を行った。

その結果、声出し群において大腿直筋の筋出力増大がみられた。特に持ち上げ動作初期において有意に高値を示すことが確認された。重量物の安全な持ち上げは膝関節伸展筋を利用した Squat 法と呼ばれる方法が推奨されている。本研究において声出し効果により大腿直筋の働きが増大したことは腰痛発生予防に寄与する可能性を有すると考える。また、腰痛発生リスクの高まる持ち上げ動作初期にその傾向が大きかったことから、持ち上げ動作における声出しは有益な持ち上げ手法であることが示唆された。

(日職災医誌, 65 : 184—189, 2017)

—キーワード—

持ち上げ動作, Shout 効果, 表面筋電図

1. 緒 言

重量物持ち上げ動作（以下、持ち上げ動作）は日常生活や労働現場などで頻繁に行われる動作であり、厚生労働省¹⁾によると作業中に生じる腰痛のもっとも受傷率が高い動作であるとされている。持ち上げ動作を行う際、しばしば無意識に声を発することがある。日常生活や労働現場では、持ち上げ動作など力を必要とする場面で「どっこいしょ」などの言葉がよく使われ、耳にすることが多い。東海林は、動作のための決行声明と著書の中で述べている²⁾。さらに幅を広げると重量挙げや陸上競技におけるハンマー投げなどの投擲競技といったスポーツの分野、理学療法の手技である PNF の分野で³⁾で類似

した言葉が発せられている。特に、PNF 時に発する言葉の効果は、Shout 効果と言われており、等尺性運動を行う際に発声することで、より大きな筋力を発揮することが可能になるとされている。このように、声を発する行為は筋力発揮に何らかの影響を与えられられる。

そこで、本研究では、掛け声が持ち上げ動作の筋活動に及ぼす影響について筋電図を用いて明らかにすることを目的として、「どっこいしょ」という掛け声を発しながら持ち上げる動作と、声を発しない動作について比較検証した。

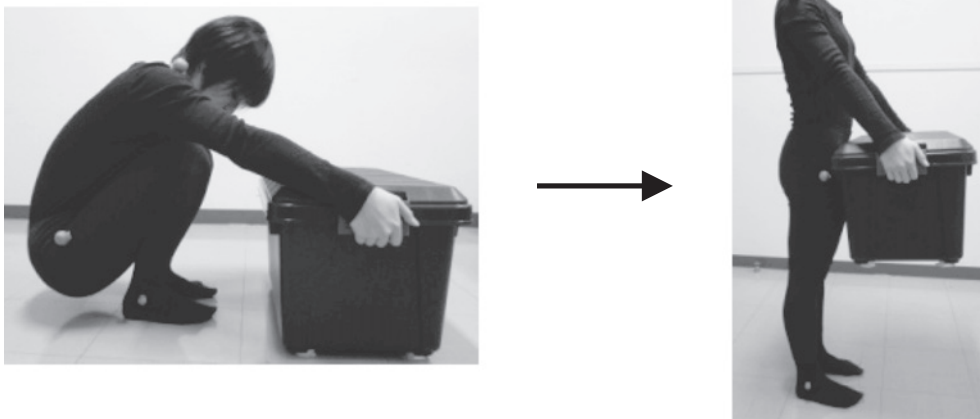


図1 持ち上げ動作の開始肢位（左）および終了肢位（右）

II. 対 象

1. 対象

対象は、筋骨格系障害の既往がない健常女子大学生 16 名（年齢： 20.6 ± 1.1 ，身長： 159.5 ± 8.3 ，体重： 54.1 ± 8.4 ）であった。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. 1121）。

III. 方 法

1. 測定条件

筋電図は表面筋電計（Noraxon 社製，Tele Myo2400，米国）を用い、双極誘導にて測定した。動作の記録には MyoVideol.5.04（Noraxon 社製）を使用した。導出されたアナログ信号は、サンプリング周波数 1.5kHz にて、パーソナルコンピュータに取り込んだ。導出筋は右側の腰部傍脊柱起立筋（Lumbar Paraspinals：以下，LP），腹直筋（Rectus Abdominis：以下，RA）大腿直筋（Rectus Femoris：以下，RF）の 3 筋とした。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、なお、皮膚前処理は、スキンプュア（日本光電社製，日本）を用いて十分に行った。重量物の質量は体重の 30% とした。重量物の底四隅に NorSwitch（Noraxon 社製）を設置し、重量物の離床を筋電図上に同期させた。表面筋電図マニュアル基礎編の方法に準じて⁴⁾、電極間距離 35mm で各導出筋の走行に沿って貼付した。アース電極は第 3 腰椎棘突起に貼付した。

対象者の右側の肩峰、大転子、外果にマーカーを貼付した。対象者の右側よりビデオカメラ（SONY 社製，日本）で撮影した。サンプリング周波数は 30Hz とした。測定を行う部屋の環境は、室温 25℃ となるようにエア・コンディショニングを設定した。

2. 測定方法

2-1. 等尺性最大随意収縮の測定

各動作間で筋活動量の比較を行うために、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⁵⁾，RA と RF は、ダニエルらの徒手筋力検査法 normal の肢位⁶⁾にて測定した。各々の測定肢位で徒手による抵抗に抗して動作させ、等尺性最大随意収縮を行わせた。各筋 1 回 5 秒間実施し、その中で最大となる 100msec.あたりの平均振幅値を 100%MIVC とした。

2-2. 持ち上げ動作

持ち上げ方法は Squat 法とした（図 1）。開始肢位は足幅 15~20cm になるように開脚し、足底部を完全接地させた膝関節最大屈曲位とした。終了肢位は直立位とした。動作は両肘関節完全伸展位で行い、直立後 2 秒間静止するよう指示した。

対象者には 2 条件の持ち上げ動作を行わせた。1 つ目の条件として重量物を持ち上げる際、対象者自身が「どっこいしょ」という掛け声を Shout しながら実施する方法（以下，S 条件）とし、声を発するタイミングは持ち上げ動作を開始する瞬間とした。2 つ目の条件として、声を発さずに実施する方法とした（以下，N 条件）。持ち上げ動作は 2 条件とも 5 回行った。2 条件の持ち上げ動作の間には十分な休憩を設け、筋疲労が生じないように配慮した。

2-3. 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形整流化した後、MIVC をもとに正規化を行った。持ち上げ動作開始から終了までを解析区間とし、筋活動量は、持ち上げ動作の初回と最終回を除外した中 3 回の平均値を算出した。持ち上げ動作の開始は重量物が離床した時点とし、動作の終了は肩峰の高さが静止立位時と同じ高さ

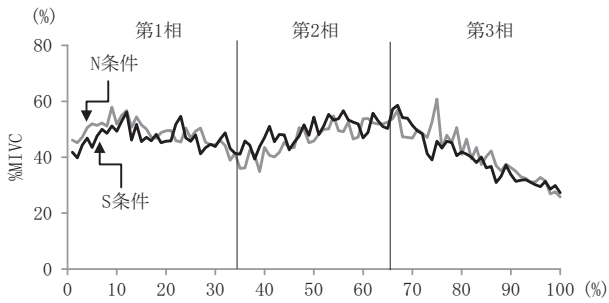


図2 LPの経時的変化

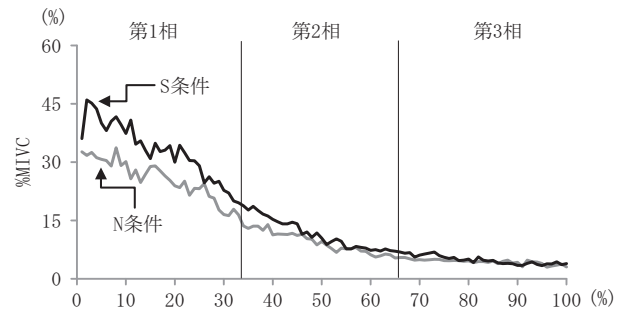


図4 RFの経時的変化

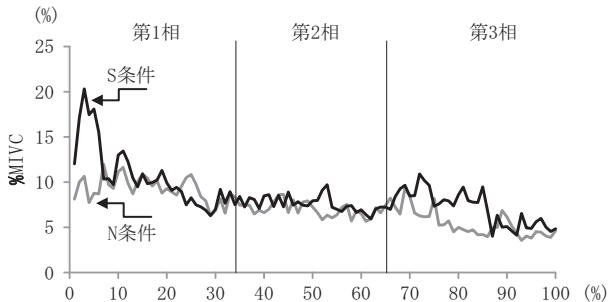


図3 RAの経時的変化

LPにおいては第1相では、N条件よりもS条件において筋活動量が低下し、第2相では、N条件よりもS条件で増加し、第3相では、N条件よりもS条件で低下したが、全ての相において有意差は認められなかった。RAにおいて有意差は認められなかったが、全ての相でN条件よりもS条件で筋活動量が大きくなった。RFにおいては第1相、第2相でS条件がN条件よりも有意に大きくなった($p < 0.05$)。特に、第1相と第2相を比較すると第1相における差が大きかった。第3相では有意差は認められなかった。

V. 考 察

猪飼ら⁷⁾は、最大筋力を左右する因子として、生理的限界と心理的限界があると報告している。生理的限界とは本来発揮しうる最大の能力であり、心理的限界とは無意識下の防衛反応としての結果、出力される能力のことである。さらに、大森⁸⁾は生理的限界と心理的限界を近づける一つの因子として、自身の声出しや周囲からの刺激があると述べている。「どっこいしょ」という言葉は広辞苑で「力を入れる時、または大儀な時の掛け声」と説明されている⁹⁾。また、「どっこいしょ」という言葉の由来について仏教用語が由来となったという説がある。厳しい修行に耐え、自身に言い聞かせるために使われていたとすれば、精神や心理面に与える影響もあることが考えられる。つまり、「どっこいしょ」という掛け声を発することが、生理的限界と心理的限界を近づけ、より大きな筋力を発揮するために行われると考えられる。これらのことから、持ち上げ動作において「どっこいしょ」という掛け声をかけることにより、LP、RA、RFにおける筋活動量が大きくなると考えた。

RFに関して第1相、第2相における平均筋活動量がS条件で有意に大きくなった。猪飼¹⁰⁾は、正常の状態では常に大脳皮質に抑制が働いているが、自発的な大声や外界からの音の刺激などによって、この抑制が除かれると述べている。今回の実験においても自ら声を出すことにより、中枢系の抑制が解かれ、興奮が高まり、運動単位の放電が増加したと考えられる。

持ち上げ動作において、藤村ら¹¹⁾は、脊柱起立筋は腰椎

になり、大転子—大腿骨外側上顆—外果が一直線となった時点とした。また、動作時間を100%として時間の正規化を行い、さらに、3相に等分割した(以下、第1相、第2相、第3相)。

統計学的処理には、JSTAT for windowsを用いた。2条件間での筋活動量の比較には、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

1. 各筋の筋活動量の経時的変化 (図2~4)

LPではN条件とS条件で筋活動量の経時的変化に差は認められなかった。RAでは、経時的変化の0%から10%にかけてN条件に比べてS条件で筋活動量が大きくなった。RFでは、経時的変化の0%から50%にかけてS条件がN条件に比べて筋活動量が大きくなった。

2. 各筋の平均筋活動量 (図5~7)

LPは、第1相(N条件 48.9 ± 5.8 , S条件 47.1 ± 5.9)、第2相(N条件 46.9 ± 3.4 , S条件 49.4 ± 4.1)、第3相(N条件 40.5 ± 4.4 , S条件 38.7 ± 3.6)であった。RAは、第1相(N条件 8.5 ± 2.0 , S条件 10.2 ± 3.4)、第2相(N条件 6.6 ± 1.7 , S条件 7.2 ± 1.9)、第3相(N条件 5.0 ± 1.2 , S条件 6.7 ± 2.9)であった。RFは、第1相(N条件 24.4 ± 3.5 , S条件 31.2 ± 5.0)、第2相(N条件 8.8 ± 1.4 , S条件 10.7 ± 1.4)、第3相(N条件 4.2 ± 1.0 , S条件 4.6 ± 0.7)であった。

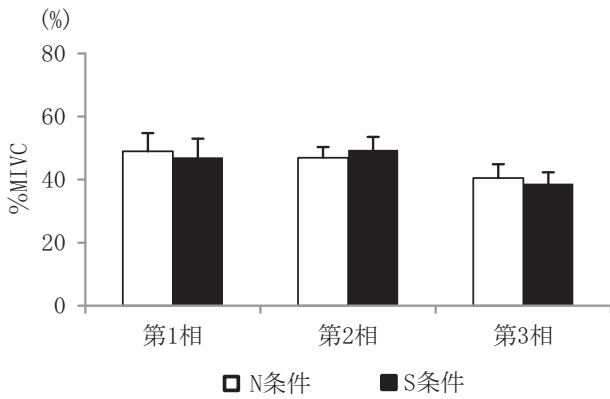


図5 LPの各相における平均筋活動量 (mean ± SE)

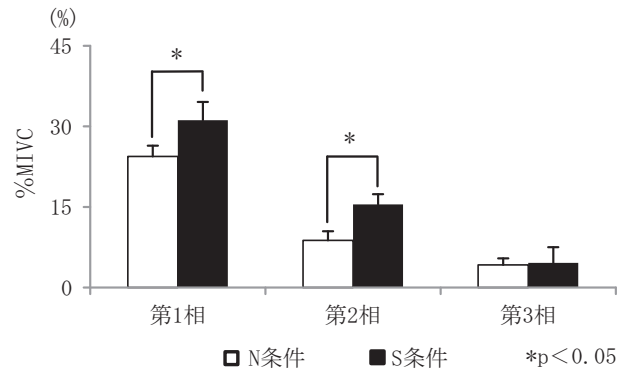


図7 RFの各相における平均筋活動量 (mean ± SE)

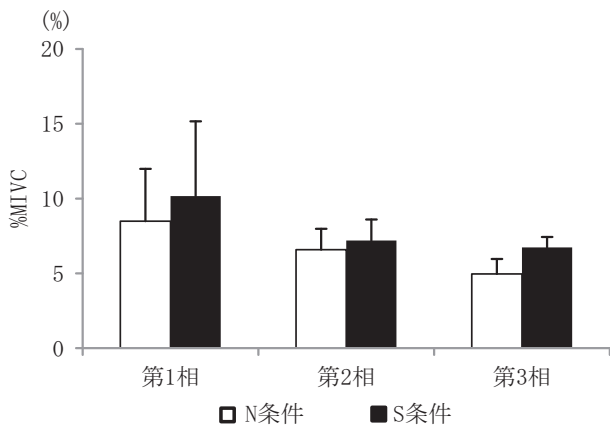


図6 RAの各相における平均筋活動量 (mean ± SE)

の正常な前彎を維持するために重要な筋であり、過剰な筋活動は、腰部組織に損傷を起こす可能性があるとしている。また、RFの筋活動量の増大がLPの過剰な筋活動を抑制し、LPの負担軽減になると述べている。よって、「どっこいしょ」という掛け声を発することで、RFの筋活動量が増大し、LPの筋活動が低下し、腰痛発生の予防につながると考えられる。RFの第1相と第2相を比較すると、特に第1相においてN条件とS条件での平均筋活動量の差が有意に大きい。急性腰痛の多くは動作初期に発生することから、第1相においてRFの筋活動量の増大が、腰痛の発生リスクが高い時期での腰部負担軽減になると考えられる。しかし、今回の実験において、LPの筋活動量はN条件とS条件で有意差は見られず、同じような経時変化を呈した。これは、RFの筋活動量が増大したことで、LPの筋活動が抑制されたが、「どっこいしょ」という掛け声を発声したことによってLPで筋活動が起き、結果としてN条件とS条件で差が生じなかったと考えられる。RAの平均筋活動量を見るとN条件とS条件で有意差は出なかったが、3相全てにおいてN条件よりもS条件で増大した。先行研究では、山口ら¹²⁾は発声時にRAの筋活動が増大すると報告している。また、Willard¹³⁾は安静呼吸時と発話呼吸時とでは同じメカニ

ズムのもとに呼吸が生じるが、発話時にはより大きな筋活動が必要となり、推測に基づくものではあるが、LPにも呼吸機能が割り当てられると述べている。つまり、発声時にはLP、RAともにより大きな筋活動が必要とされるといえる。よって、「どっこいしょ」という掛け声を発声する際にRAだけでなく、LPにおいてもより大きな筋活動が要求された結果、LPの筋活動量がN条件とS条件で変化しなかったと考えられる。

今回は、筋活動量に注目して実験を行ったが、被験者からは「声を出した方が持ち上げやすい気がした」という感想が多く聞かれた。「どっこいしょ」という言葉が精神や心理面に働きかける要素も大きいことが推測される。今後は掛け声を与える精神的な作用や持ち上げ動作における動作戦略といった運動学的な研究を行っていく必要があると考えられる。

VI. 結 語

1. 重量物持ち上げ動作における Shout 効果について検討した。
2. Shout により大腿直筋の筋出力増大がみられた。特に持ち上げ動作初期において有意に高値を示すことが確認された。
3. Shout 効果により大腿直筋の働きが増大したことは腰痛発生予防に寄与する可能性を有すると考える。

利益相反：利益相反基準に該当無し

文 献

- 1) 厚生労働省：社会福祉施設における安全衛生対策マニュアル—腰痛対策とKY活動—。2009, pp 23—96.
- 2) 東海林さだお：のほほん行進曲。東京、文春文庫、1997, pp 56—70.
- 3) 高間則昭, 山中映弘, 秋山純和, 他：PNF 促通要素とかけ声 (Shout 効果)。PNF リサーチ 3：27—31, 2003.
- 4) 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.
- 5) Kankaanpaa 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: 1069—2075, 1998.
- 6) 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 41—44. pp 207—210.
 - 7) 猪飼道夫, 石井喜八: 筋力の生理的限界と心理的限界の筋電図学的研究. 体育学研究 5: 154—165, 1961.
 - 8) 大森貴充: 筋力発揮における声出し及び声かけの効果. 香川県理学療法士学会誌 11: 48—49, 2005.
 - 9) 新村 出: 広辞苑第6版. 東京, 岩波書店, 2008, pp 1836.
 - 10) 猪飼道夫: 運動生理学入門. 東京, 杏林書院, 2003, pp 150.
 - 11) 藤村昌彦, 奈良 勲: 重量物持ち上げ動作における腰痛症発症機序に関する筋電図学的研究. 日本職業・災害医学会誌 52: 341—347, 2004.
 - 12) 山口美沙子, 竹宮孝子, 片桐佐和子, 他: 発声時の呼吸筋の動態. 日本臨床生理学会雑誌 23: 143, 1993.
 - 13) Zemlin WR: 言語聴覚学の解剖生理. 東京, 医歯薬出版, 2007, pp 72.
-
- 別刷請求先** 〒870-0935 大分市古ヶ鶴 1-1-15
大分健生病院リハビリテーション部
田中 絵梨
- Reprint request:**
Eri Tanaka
Oita Kensei Hospital, 1-1-15, Kogazuru, Oita-shi, Oita, 870-0935, Japan

Electromyographic Research on Shouting Effect in Weight Lifting Action

Eri Tanaka¹⁾, Syouji Ito²⁾ and Masahiko Fujimura²⁾

¹⁾Department of Rehabilitation, Oita Kensei Hospital

²⁾Hiroshima Cosmopolitan University Faculty of Sciences Department of Rehabilitation

The purpose of the present study is to reveal the effect of shouting on the muscle activity of lifting operation by performing the comparative verification between the lifting operation with shouting “heigh-hoh” and the operation without shouting. The subjects were 16 healthy female college students without a history of musculoskeletal system disorders.

Electromyograms were measured by bipolar lead with a surface electromyograph. Derived muscles were made to be three muscles: lumbar paraspinal erector spinae muscle in the right side, abdominal rectus muscle and rectus femoris muscle. A marker was pasted on the acromion in the right side, great trochanter and the lateral malleolus of each subject to acquire images with a video camera from the right side of the subject. The method of lifting was to make legs apart so that the leg width became 15 to 20 cm to set to the maximum bending position of the knee joint with the foot bottom completely grounded. The finishing position was made to be the upright position. The operation was instructed to perform at the position with both elbows fully extended and to rest for two seconds after the upright. The lifting operations were performed five times under two conditions: with and without shouting. The analysis period was defined from the start to the end of the lifting operation, and the muscle activity amount was calculated to be the average value of three times in the middle excluding the first and last times of the lifting operation. The start of the lifting operation was made to be the time when a heavy object was lifted from the floor, and the end of the operation was made to be the time when the height of the acromion became the same height as that at the stationary standing position. In addition, the normalization of time is performed by making the operation time as 100%, and further by dividing it equally into three phases to analyze the operation.

As a result, the muscle output of the rectus femoris muscle was found to increase in the shouting group. It was confirmed that it showed a significant high value, in particular, at the initial stage of lifting operation. For the safe lifting of a heavy object, a method called Squat method to utilize the knee joint extension muscle has been recommended. The fact that the activity of the rectus femoris muscle has been increased by the shouting effect in the present study is considered to have the possibility to contribute to prevent the occurrence of lower back pain. In addition, because the trend became greater in the initial stage of the lifting operation when the risk of causing lower back pain increased, it was suggested that shouting in the lifting operation is a useful lifting method.

(JJOMT, 65: 184—189, 2017)

—Key words—

lifting-up motion, effects of the shout, surface electromyography