

原 著

持ち上げ動作における利き腕の影響に関する筋電図学的検討

狩生 直哉¹⁾, 波之平晃一郎²⁾, 伊藤 祥史³⁾, 藤村 昌彦³⁾¹⁾農協共済別府リハビリテーションセンターリハビリテーション科²⁾広島大学大学院保健学研究科³⁾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 26 年 2 月 25 日受付)

要旨：本研究は持ち上げ動作における利き腕の影響について筋活動の見地から検討した。対象は、筋骨格系の既往がない本学健常男子学生 12 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、腰部傍脊柱筋および大腿直筋とした。重量物の質量は体重の 20% とした。対象者の第 7 頸椎棘突起、第 5 腰椎棘突起、大転子、膝関節裂隙、外果にマーカーを貼付しビデオカメラ撮影した。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、重量物の底が台に全面接地した時点とした。重量物に対して正面に立ち、足を踏み出さずに、台の上に最短距離で持ち上げるように指示をした。重量物を持ち上げるための台の高さは被験者の身長³⁾の 3 分の 1 とした。右捻りと左捻りの持ち上げをさせ、それらのデータと比較するために、正面方向への持ち上げをさせた。動作を行う順番はランダムとし、各動作間で十分な休憩を設けた。各方法にてそれぞれ 5 回ずつ持ち上げ動作を行った。

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、動作について経時変化を調べるために、5 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、腰部傍脊柱起立筋において、動作初期では捻りを伴う持ち上げ動作で筋活動量が増加し、動作後半では減少した。特に、右捻りにおいて減少幅が大きかった。大腿直筋では左捻りにおいて筋活動量が増加した。本研究より捻りを伴う持ち上げ動作は、筋活動の見地から腰部への負担が大きくなると推察された。右利きの場合、左捻りの方が右捻りに比べて安定した持ち上げ方法といえる。しかし、捻りを一方向だけにしてしまうと局所疲労が生じてくるため、左右それぞれのバランスを考慮して作業環境を設定していく必要があると考えられる。

(日職災医誌, 62: 253—258, 2014)

—キーワード—

持ち上げ動作, 利き腕, 表面筋電図

1. 緒 言

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る。持ち上げ動作を行う際、全身の筋に大きな活動が要求され、特に脊柱基部に大きな圧迫力、張力、剪断力を生じる¹⁾。このため、持ち上げ動作は腰痛発生リスクの一因となっている。これまで持ち上げ動作に関して、重量物の質量²⁾、荷台の高さ³⁾、持ち上げ方法の違い⁴⁾、性差⁵⁾など、多くの研究がなされてきた。しかし、捻りを伴う持ち上げ動作の筋電図学的研究は少ない。松本ら⁶⁾は、運送業者、空港作業員の腰痛発生率が高い

と報告している。これらの職種の共通点として、荷物を持ち上げる際に捻りを伴いながら行うことが考えられる。厚生労働省⁷⁾は、重量物取り扱い作業時における腰痛予防の対策として、捻りを伴う動きを避けるように推奨しており、捻りを伴う持ち上げ動作の際、捻り動作が腰部への負担を変化させる可能性があると考えられる。そこで、重量物の持ち上げにおいて腰部の負担に利き手が影響を与えるのではないかと考えた。

そこで、本研究では、捻りを伴う持ち上げ動作と捻りを伴わない持ち上げ動作を行わせ、各持ち上げ動作における腰背部の筋および下肢筋の筋活動変化を比較し、捻

表 1 対象者の基本情報

年齢 (歳)	21.6 ± 0.8
身長 (cm)	168.4 ± 5.9
体重 (kg)	62.8 ± 6.1
BMI (kg/m ²)	22.2 ± 2.1

mean ± SD

りの及ぼす影響を明らかにすることおよび捻りの方向と利き手による影響を明らかにすることを目的とした。

II. 対 象

1. 対象

対象は、筋骨格障害の既往がない右利きの本学健常男子学生 12 名とした。対象者の基本情報については表 1 に示す通りである。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.1220)。

III. 方 法

1. 測定条件

筋電図は、表面筋電計 (Noraxon 社製、米国) を用い、双極誘導にて測定した。動作の記録には、MyoVideo1.5.04 (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 1,500Hz にて、パーソナルコンピュータに取り込んだ。

導出筋は、捻りの軸となる側の腰部傍脊柱筋 (Lumbar Paraspinals)、大腿直筋 (Rectus Femoris) 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⁸⁾、導出筋の走行に沿って貼付した。アース電極は第 12 肋骨とした。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。重量物の質量は体重の 20% とした。対象者をビデオカメラ (SONY 社製、日本) で撮影した。

2. 測定方法 (図 1-1, 1-2, 1-3)

重量物に対して正面に立ち、足を踏み出さずに、台の上に最短距離で持ち上げるように指示をした。重量物を持ち上げるための台の高さは被験者の身長⁹⁾の 3 分の 1 とした。これらを左側 (以下、左捻り群)、右側 (以下、右捻り群) に設置した。重量物と台の距離は被験者の足のサイズとした。また、左右のデータを比較するために、正面方向への持ち上げをさせるために、被験者の前方へも台を設置した (以下、正中群)。

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、重量物が台の上に接地した時点とした。動作を行う順番は、ランダムにし、各動作間で十分な休憩を設けた。各方法にてそれぞれ 5 回ずつ持ち上げ動作

を行った。

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 1.07.25 (Noraxon 社製) を用い、得られた波形を全波整流化した。持ち上げ動作開始から終了までを解析区間とし、持ち上げ動作の 5 回の平均値を算出した。また、1 動作の時間を 100% とし 4 相に等分割した (以下、第 1 相、第 2 相、第 3 相、第 4 相)。正中群のそれぞれの筋における 1 動作間の平均筋活動量を算出し、左捻り群および右捻り群の比較を行った。

統計学的処理には、StatView for windows5.0 (SAS 社、米国) を用いた。各方法間での筋活動量の比較には、正規性が認められた場合には対応のある t 検定を行い、正規性が認められない場合は Wilcoxon 符号付順位和検定を用いた。なお、有意水準は 5% 未満とした。

IV. 結 果

1. 正中群との比較

経時的にみると、腰部傍脊柱筋は持ち上げ動作の途中で左捻り群の方が右捻り群に比べて筋活動量が大きくなっている (図 2)。大腿直筋では経時変化の動作初期から 20% にかけては右捻り群の方が左捻り群に比べて筋活動量が大きく、50% から 90% にかけては左捻り群の方が右捻り群に比べて筋活動量が大きくなっている (図 3)。

さらに、筋活動量を詳細に調べるために動作を経過時間により第 1 相から第 4 相に分けて比較した。腰部傍脊柱筋に関しては左捻り群、右捻り群ともに第 1 相で正中群に比べて有意に大きくなったが、第 3 相および第 4 相では正中群に比べて有意に小さくなった (図 4-1, 4-2)。大腿直筋については正中群に比べて左捻り群、右捻り群ともに第 2 相、第 3 相、第 4 相で有意に大きくなった (図 5-1, 5-2)。

2. 左右捻りの比較

腰部傍脊柱筋では第 1 相、第 2 相において左捻り群と右捻り群に有意差は認められなかったが、第 3 相、第 4 相においては左捻り群の方が右捻り群に比べて有意に大きくなった。大腿直筋においても、腰部傍脊柱筋と同様に第 3 相、第 4 相で左捻り群の方が右捻り群に比べて有意に大きくなった (図 6-1, 6-2)。

3. 主観的易取り扱い感

被験者に左捻り群と右捻り群においてどちらの方が容易に行うことができるかを尋ねたところ、1 名を除いて 11 名が左捻り群の方が右捻り群に比べて行いやすいと回答した。

V. 考 察

厚生労働省によると、職場における腰痛の発生が多い作業として重量物取り扱い作業を挙げ、発生要因として



図 1-1 持ち上げ方法（左捻り群）

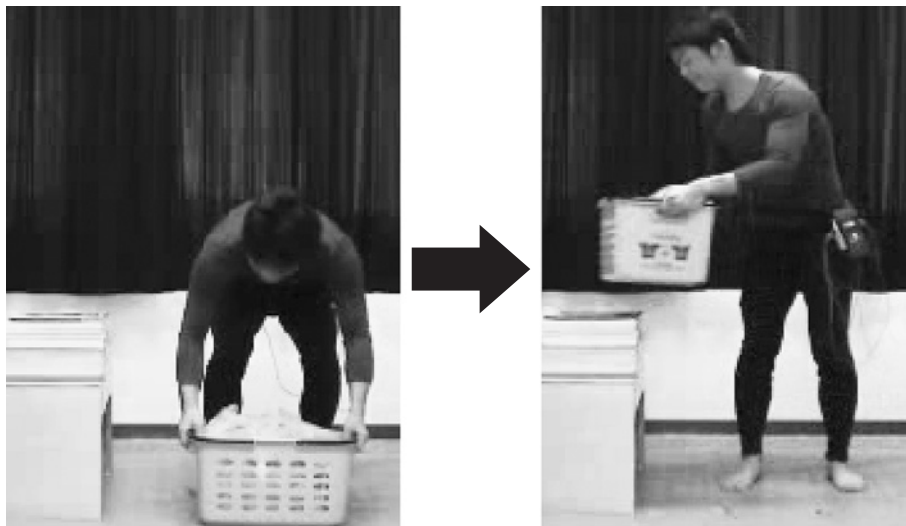


図 1-2 持ち上げ方法（右捻り群）

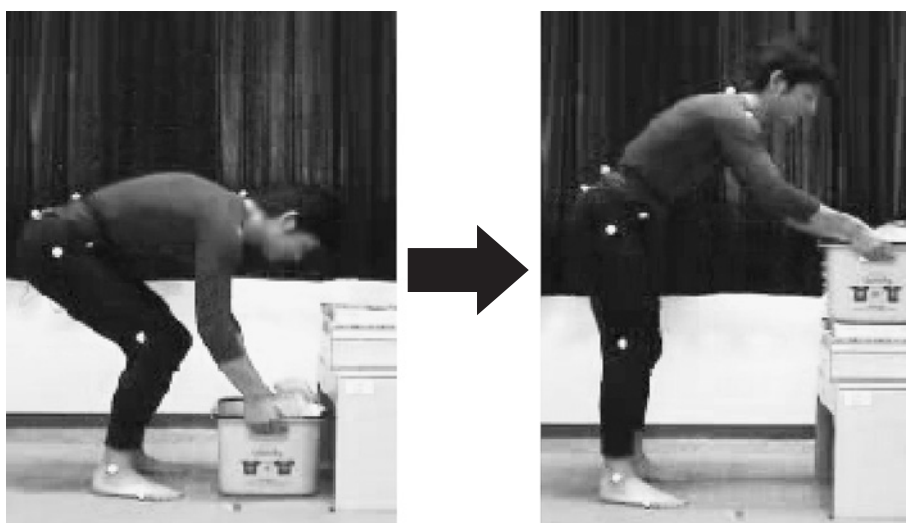


図 1-3 持ち上げ方法（正中群）

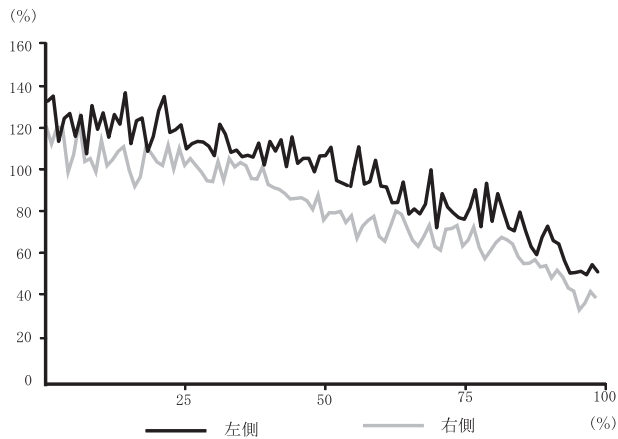


図2 腰部傍脊柱起立筋の経時的変化（正中群により正規化）

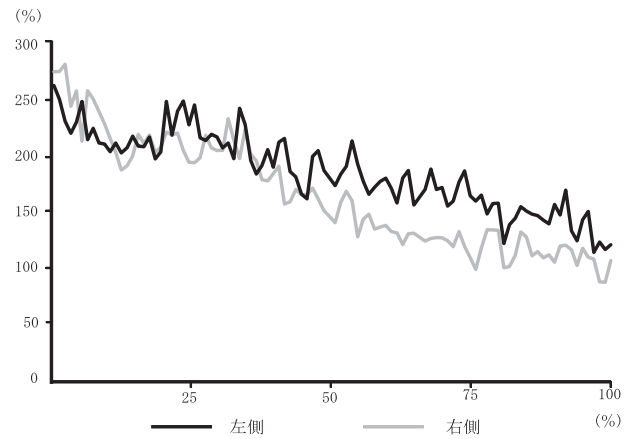


図3 大腿直筋の経時的変化（正中群により正規化）

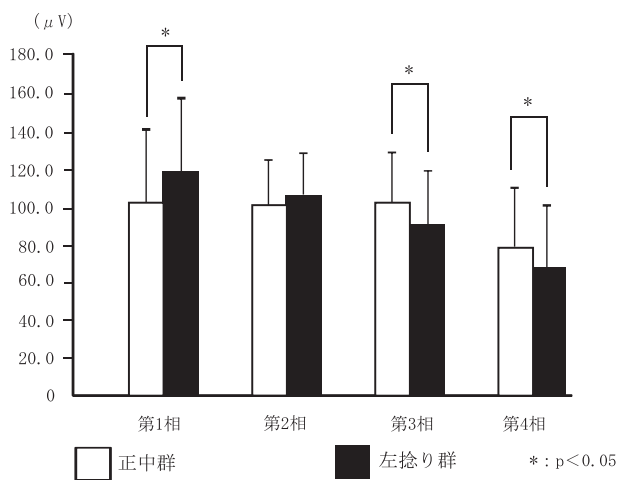


図4-1 腰部傍脊柱起立筋（左捻り群と正中群）

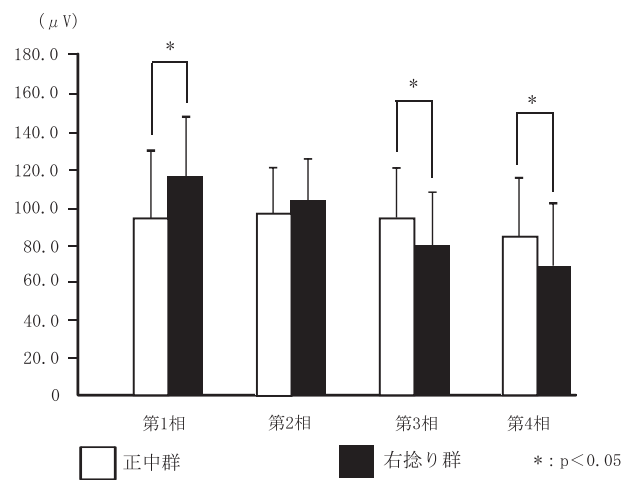


図4-2 腰部傍脊柱起立筋（右捻り群と正中群）

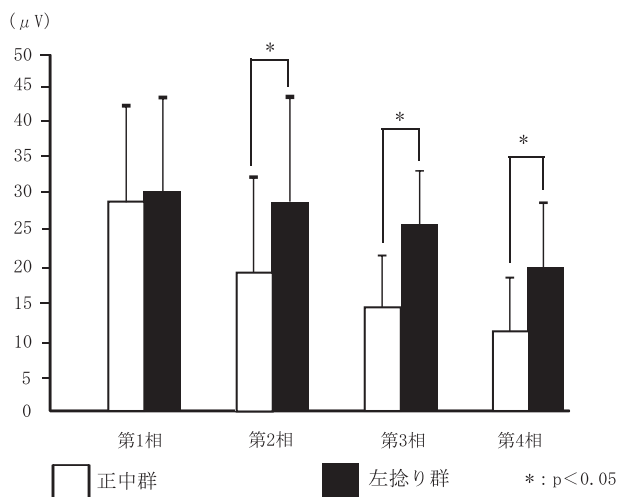


図5-1 大腿直筋（左捻り群と正中群）

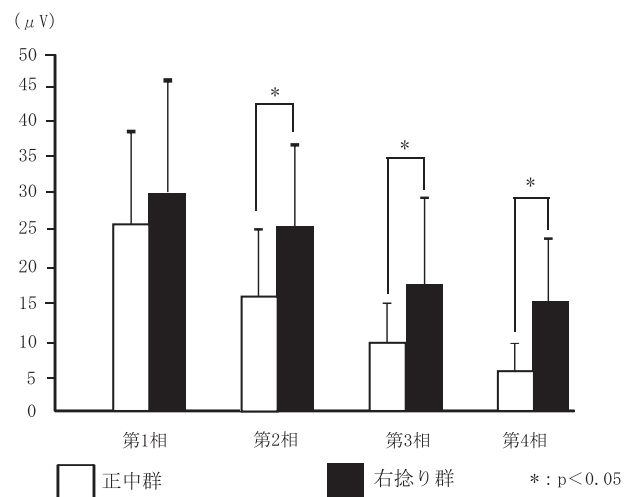


図5-2 大腿直筋（右捻り群と正中群）

動作要因(身体的負荷, 姿勢)・環境要因(振動, 寒冷)・個人要因(年齢, 性別)の3つを挙げている⁷⁾。この動作要因の中で捻りを伴う持ち上げ動作も腰痛の発生と関連があるとされている。そこで、本研究においては、腰痛

の発生リスクの高いとされている持ち上げ動作に捻りを伴うことで、どのような影響があるのかを筋電図学的に調べた。

第1相に関して、正中群に比べて左捻り群、右捻り群

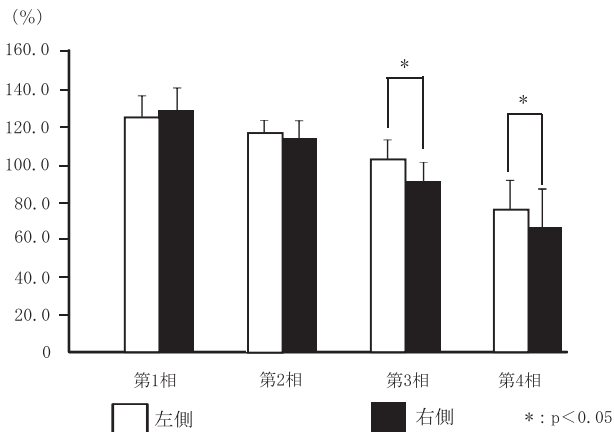


図 6-1 腰部傍脊柱起立筋 (正中群により正規化)

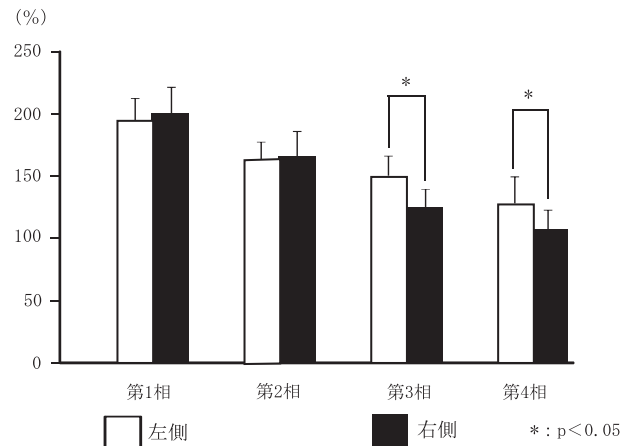


図 6-2 大腿直筋 (正中群により正規化)

ともに筋活動量が大きくなっていた。第1相は体幹が大きく前傾する姿勢のため、脊柱基部に及ぼす負荷は大きくなると推察される。急性腰痛の多くは、動作初期に発生すると報告されており⁹⁾、さらに高橋¹⁰⁾によると、急激な負荷がかかる場合、脊柱の椎間板は、破損される可能性が大きくなると報告されている。したがって、体幹前傾角度の大きい動作初期に急激に力が加わることにより、腰部への負担が増加すると考えられ、捻りを伴う持ち上げ動作の方が捻りを伴わない持ち上げ動作よりも腰部への負担が大きいと思われる。

第3相、第4相に関して、腰部傍脊柱筋の筋活動量は、正中群に比べて左捻り群、右捻り群ともに小さくなっている。正中群からの筋活動量の低下は、左捻り群の方が右捻り群に比べて小さくなっている。藤村ら²⁾によると、持ち上げ動作の後半の脊柱起立筋は体幹の支持・固定筋として補助的な役割を担っていると報告している。したがって、正中群に比べて筋活動量が大きく低下している右捻り群は、体幹の支持・固定に必要な筋活動量を得られていない可能性が懸念される。さらに、大腿直筋の筋活動量は、第3相、第4相で正中群より増加しており、その増加量は、左捻り群の方が右捻り群よりも大きくなっている。安全な持ち上げ動作を行う際には、股関節、膝関節伸筋を十分に使用することが推奨されている¹⁾。したがって、大腿直筋の筋活動量が大きい方がより安全に持ち上げ動作を行うことができると考えられ、左捻り群の方が右捻り群に比べて、より安全な持ち上げ動作であると考えることができる。以上の理由から、安定した確実な持ち上げが期待できるが、同一方向への捻り作業を反復することで筋への疲労が懸念される。

被験者の主観的易取り扱い感によると左捻り群の方が右捻り群に比べて動作を容易に行えると感じていたことから、右利きの場合、左捻り群の方が右捻り群に比べて動作が容易であり、腰部への負担も小さくなるのではないかと推察される。しかし、捻りを一方向だけにしてしまうと局所疲労が生じてくるため、左右それぞれのバ

ランスを考慮して作業環境を設定していく必要があると考えられる。

本研究の結果から、産業衛生の立場において、運送業などの荷物を持ち上げる作業を検討する際には、捻りを伴う持ち上げ動作の場合、左右におけるそれぞれの特性を考慮するべきである。腰部への負担、体幹の支持性、筋への局所疲労、作業効率などを複合的に検討して、作業現場の安全を確保する必要があると考えられる。

VI. 結 語

捻りの有無、方向の違いが持ち上げ動作に及ぼす影響について筋活動より検討した。捻りを伴う持ち上げ動作は、筋活動の見地から腰部への負担が大きくなると推察された。右利きの場合、左捻り群の方が右捻り群に比べて安定した持ち上げ方法といえる。しかし、捻りを一方向だけにしてしまうと局所疲労が生じてくるため、左右それぞれのバランスを考慮して作業環境を設定していく必要があると考えられる。

文 献

- 1) 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 314—316，361—369。
- 2) 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 50：413—418，2002。
- 3) 藤村昌彦，奈良 勲，他：重量物持ち上げ動作における荷台の高さの差が四肢体幹筋の活動量に及ぼす影響。広島大学保健学ジャーナル 2：72—77，2002。
- 4) 藤村昌彦，奈良 勲：重量物持ち上げ動作における腰痛発生機序に関する筋電図学的研究。日本職業・災害医学会会誌 52：341—347，2004。
- 5) 坂田 清，山田博之，他：若年健常者の荷物持ち上げ動作における性差についての研究。日本臨床バイオメカニクス学会誌 27：353—356，2006。
- 6) 松本 司，楠瀬浩一：職業性腰痛のマネジメント 職業

性腰痛の現状と問題点. JOURNAL OF CLINICAL REHABILITATION 8: 115—118, 1990.

- 7) 腰痛防止のために: 厚生労働省 <http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/040325-5b.pdf>
- 8) 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, 99, 107—108, 110.
- 9) 兵藤弘訓, 佐藤哲朗, 他: いわゆる「ぎっくり腰」は椎間板性疼痛か. 日本腰痛会誌 8: 106—114, 2002.
- 10) 高橋利幸: 筋骨格系と姿勢—ヒトの姿勢とその変遷—. 理学療法科 10: 149—160, 1995.

別刷請求先 〒874-8611 大分県別府市鶴見 1026—10
農協共済別府リハビリテーションセンターリハビリテーション科
狩生 直哉

Reprint request:

Naoya Kariu
Beppu Rehabilitation Center, 1026-10, Tsurumi, Beppu-shi,
Oita, 874-8611, Japan

According to Electromyogram Investigation, the Effect of Lifting a Heavy Object Using the Dominant Hand

Naoya Kariu¹⁾, Koichiro Naminohira²⁾, Syouji Ito³⁾ and Masahiko Fujimura³⁾

¹⁾Department of Rehabilitation, Nokyokyosai Beppu Rehabilitation Center

²⁾Institute of Health Sciences, Faculty of Medicine, Hiroshima University

³⁾Hiroshima Cosmopolitan University Faculty of Sciences Department of Rehabilitation

This study aimed to measure the effect of lifting motion on muscle activity in human subjects lifting a heavy object using the dominant hand. Twelve healthy male university students were selected as subjects. Surface electromyography with a bipolar lead was used to monitor muscle activity. The targeted muscles were the lumbar paraspinal muscles and the rectus femoris on both sides of the body. The weight of the object to be lifted was set at 20% of the subjects' body weight. Markers were placed over the spinous process of seventh cervical vertebra, spinous process of fifth lumbar vertebra and the greater trochanter, knee joint, and the lateral malleolus of the subjects. A video camera was used to record motions of the bodies of subjects. The start of the lifting motion was defined as the time when the heavy object was raised from the floor. The end of the lifting motion was defined as the time when the bottom of the object reached completely on a stand. The height of the stand for lifting the object was set at one-third of each subject's height. Subjects lifted the object directly in front, and data on both sides were compared. Measurements were carried out in random order, and subjects were given a break between each lift. Each trial was repeated five times.

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 five test trials, the integrated value for each interval was calculated.

This study revealed an increase in the use of the lumbar paraspinal muscles in the initial motion and a decrease in the use of the rectus femoris muscles in the final motion. When lifting occurred to the right side, activity in the lumbar paraspinal muscles greatly decreased. When lifting occurred to the left side, activity in the rectus femoris muscles increased. We can conclude from these results that a lifting motion with rotation increases the risk of lower back muscle injury. For a right-handed person, a lifting motion to the left side is safer than that to the right side. However, if rotation is made only within one side, partial fatigue will arise. When setting up an individual's work station, it is important to take into consideration these findings to avoid fatigue.

(JJOMT, 62: 253—258, 2014)