

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：35309

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16454

研究課題名(和文)腰痛者のための新しい運動療法の構築～筋活動の周波数特性に着目して～

研究課題名(英文) Establishment of an exercise program for correcting the altered trunk muscle activation patterns in individuals with low back pain

研究代表者

末廣 忠延 (Suehiro, Tadanobu)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・講師

研究者番号：90633850

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、健常者と腰痛者の持ち上げ動作時に体幹筋の筋活動に差があるかを検討し、異常な筋活動を改善させる運動療法を構築することであった。結果から再発性腰痛者は、健常者と比較して持ち上げ動作時の腹横筋と内腹斜筋の重層部、腰部多裂筋の活動が遅延し、腰部多裂筋と腰部脊柱起立筋の過剰な筋活動が生じることが明らかとなった。また再発性腰痛者に腹部引き込み運動による運動介入を実施することにより、介入前に比べて腹横筋と内腹斜筋の重層部と腰部多裂筋の活動開始時間が改善し、腰部多裂筋と腰部脊柱起立筋の過剰収縮が改善された。このことから腹部引き込み運動を実施することで異常な筋活動が改善することが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

腰痛者の筋活動は、四肢運動中の筋活動について調査されていたが、腰痛のリスクファクターである持ち上げ動作では検討されていなかった。本研究では、持ち上げ動作時においても深部筋である腹横筋と内腹斜筋の重層部と腰部多裂筋の活動が遅延すること、表在筋である腰部脊柱起立筋の過活動が生じることが明らかとなった。これらの異常な筋活動は、腰部の圧迫負荷の増大や早期の筋疲労を誘発すると考えられ、腰痛の再発の因子になり得るためこの発見は意義深いと考える。

また持ち上げ動作時の異常な筋活動を改善させる方法として腹部引き込み運動が有益である知見を得ることができた。これは再発性腰痛者の治療の一助となり学術的意義がある。

研究成果の概要(英文)：The study aimed to identify the alterations in muscle recruitment patterns during lifting that are associated with recurrent low back pain (LBP) and to clarify whether exercise could correct the altered trunk recruitment patterns in individuals with recurrent LBP. The onsets of the multifidus and transversus abdominis/internal abdominal oblique (TrA/ IO) activities were delayed; moreover, the lumbar erector spinae and multifidus were greater in individuals with recurrent LBP. No differences in the electromyography (EMG) frequency of the trunk muscles were found between LBP group and healthy subjects. After performing the abdominal drawing-in exercise, the onset of multifidus and TrA/ IO activation occurred earlier and the EMG amplitude of multifidus and erector spinae decreased compared with the pre-exercise data during lifting task. These results suggest that performing the abdominal drawing-in exercise can correct the altered trunk muscle activation patterns during lifting tasks.

研究分野：理学療法

キーワード：腰痛 筋電図 再発 腹部引き込み運動 運動療法

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

腰痛は、生涯で80%以上の人々が経験し、全国で腰痛患者数は約2800万人と報告されている。また医療費や就業困難による生産性の低下や経済的損失は莫大であり、世界的に腰痛対策および予防法の確立は急務である。

腰部の安定性の低下は腰痛の原因の一つとして報告され、これには異常な筋の活動パターンが関与している。また腰痛者は表在筋である外腹斜筋や脊柱起立筋の過剰な活動が生じることが報告されている。このような深部筋の活動遅延や表在筋の過活動といった異常な筋の活動パターンは腰部の不安定性の増大や脊椎の圧迫負荷の増強を招く。そして腰痛者の異常な筋の活動パターンは、疼痛が軽減しても持続し、腰痛の再発の原因となる。したがって、このような異常な筋活動パターンを改善させる運動療法が求められる。しかしながら腰痛者の異常な筋の活動パターンは、筋の活動量や活動開始時間といった側面では研究されているものの、動作時に遅筋と速筋がどの割合で活動しているかといった周波数特性の検討はなされていない。そのため異常な筋活動パターンの改善を目的に健常者と腰痛者の動作時に体幹筋の周波数特性に差があるかを解明する必要がある。また腰痛者の筋活動パターンの検討では、腰痛のリスクファクターである持ち上げ動作といった機能的な動作の筋活動パターンについては調査されておらず、機能的な動作での腰痛者の筋活動パターンを明らかにし、その異常な筋活動パターンを改善させる運動療法を構築する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、健常者と腰痛者の持ち上げ動作時の体幹筋の活動パターンに差があるかを検討し、異常な筋活動パターンを改善させる運動療法を構築し効果を検証することであった。具体的に以下の3つの研究を実施した。

研究1目的：健常者と再発性腰痛者の持ち上げ動作時の体幹筋の活動パターンの差を明らかにすること

研究2目的：筋活動の遅延は、当該筋を選択的に活動させることで改善することが報告されている。しかしながら、腹横筋を選択的に収縮させることは腰痛者において困難であるため、フィードバック方法を用いて腹横筋を選択的に活動させる方法を明らかにすること

研究3目的：再発性腰痛者の持ち上げ動作時の異常な筋活動パターンが腹部引き込み運動による運動介入で改善することができるかを明らかにすること

### 3. 研究の方法

#### 研究1

被験者は健常者20名、再発性腰痛者20名であった。持ち上げ動作時の筋活動を表面筋電計にて計測した。被験筋は、三角筋、外腹斜筋、腹横筋/内腹斜筋、脊柱起立筋、多裂筋であった。持ち上げ動作は、立位でテーブルに置いた5kgの箱を肩屈曲90°まで持ち上げる動作とした。持ち上げ動作時の筋活動として、三角筋に対する相対的な筋開始時間を算出し、筋活動量は体重にて正規化した。また体幹筋の周波数解析として、拳上後の3秒間の筋電位を125msごとにwavelet解析を実施し、その後加算平均を行い体幹筋の平均周波数を算出した。持ち上げ動作時の筋活動開始時間、筋活動量、平均周波数の群間比較を実施した。

#### 研究2

20名の健常成人男性を被験者とした。腹部引き込み動作時にフィードバックを実施した条件と実施しなかった条件での側腹筋の筋厚を背臥位、座位、立位で計測した。フィードバックの方法は、腹部にテープメジャーを巻いた状態でテープメジャーを被験者に持たし引き込み動作時の腹囲をフィードバックさせた。被験者は腹囲が極力細くなるように腹部引き込み動作を実施した。側腹筋(腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋)の筋厚の計測は、超音波診断装置で実施し、安静背臥位を基準とした変化率を計測した。フィードバックの有無と肢位との影響(2条件×3肢位)を2元配置分散分析にて検討した。

#### 研究3

再発性腰痛者15名を被験者とした。腹部引き込み運動前後に持ち上げ動作時の筋活動開始時間、筋活動量を計測した。持ち上げ動作の方法や筋開始時間、筋活動量の計測は研究1に準じた方法で実施した。腹部引き込み運動は、10秒間の運動を10回3セット実施した。腹部引き込み運動は、膝を立てた背臥位で下腹部を引き込む運動とし、超音波診断装置を用いて腹横筋の収縮を確認した。運動前後の体幹筋の活動開始時間と筋活動量の差を対応のあるt検定にて検討した。

## 4. 研究成果

### 研究 1

#### 筋活動開始時間について

再発性腰痛者では、健常者と比較して持ち上げ動作時の腹横筋と内腹斜筋の重層部と腰部多裂筋の筋活動開始時間が有意に遅延した。外腹斜筋、脊柱起立筋の筋活動開始時間は有意差を認めなかった。(図 1)

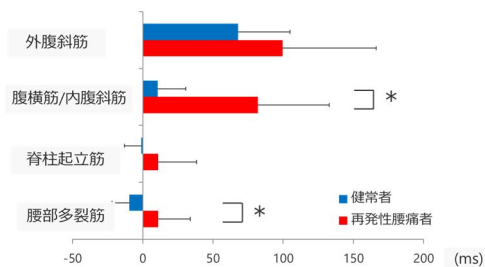


図 1 体幹筋の活動開始時間 \* p<0.05

#### 筋活動量について

再発性腰痛者では、健常者と比較して持ち上げ動作時の脊柱起立筋の筋活動量が有意に増加した。外腹斜筋、脊柱起立筋の筋活動量は有意差を認めなかった。(図 2) また腹筋群全体の筋活動と背筋群全体の筋活動は、健常者と比較して再発性腰痛者で有意に高値を示した。

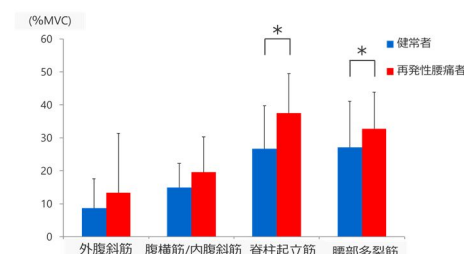


図 2 体幹筋の活動量 \* p<0.05

#### 周波数解析について

持ち上げ動作時の平均周波数はすべての筋で群間の有意差を認めなかった。(図 3)

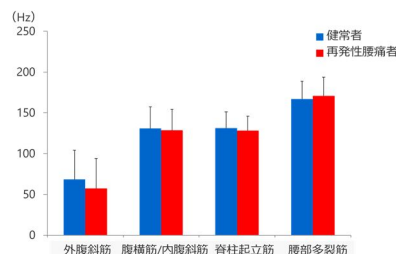


図 3 体幹筋の平均周波数

### 研究 1 結論

研究 1 の結果から、再発性腰痛者は、健常者と比較して腹横筋と内腹斜筋の重層部と腰部多裂筋が遅延し、脊柱起立筋、腹筋群全体、背筋群全体の活動が増加し、健常者と異なる筋活動パターンを示した。これらの結果は、再発性腰痛者では持ち上げ動作時の筋活動動態が変化することを示した。

### 研究 2

二元配置分散分析の結果、腹横筋のフィードバックの有無で主効果を認めた。内腹斜筋、外腹斜筋は、フィードバックの有無による主効果を認めなかった。事後検定にて、腹横筋はコントロール条件よりもテープメジャー条件で有意に厚かった。内腹斜筋は姿勢で主効果を認めた。腹横筋、外腹斜筋は、姿勢で主効果を認めなかった。事後検定にて、腹部引き込み運動の間、内腹斜筋の変化率は背臥位、座位よりも立位で有意に厚かった。(表 1)

表 1

腹部引き込み運動の間のテープメジャーを用いたフィードバック条件とコントロール条件の側腹筋の筋厚の変化率

変化率 (%)	コントロール条件		テープメジャー条件	
	コントロール条件	テープメジャー条件	コントロール条件	テープメジャー条件
<b>腹横筋 *</b>				
背臥位	74.1 ± 43.3	92.5 ± 43.9	74.1 ± 43.3	92.5 ± 43.9
座位	71.3 ± 48.0	94.4 ± 52.1	71.3 ± 48.0	94.4 ± 52.1
立位	89.6 ± 57.2	105.0 ± 59.1	89.6 ± 57.2	105.0 ± 59.1
<b>内腹斜筋</b>				
背臥位	19.1 ± 15.4	11.7 ± 15.7	19.1 ± 15.4	11.7 ± 15.7
座位	23.0 ± 31.0	21.9 ± 24.0	23.0 ± 31.0	21.9 ± 24.0
立位 †	35.3 ± 31.0	35.6 ± 29.3	35.3 ± 31.0	35.6 ± 29.3
<b>外腹斜筋</b>				
背臥位	2.7 ± 13.6	-0.2 ± 23.8	2.7 ± 13.6	-0.2 ± 23.8
座位	-1.4 ± 26.9	1.9 ± 26.2	-1.4 ± 26.9	1.9 ± 26.2
立位	5.0 ± 19.7	12.0 ± 28	5.0 ± 19.7	12.0 ± 28

平均 ± 標準偏差.

\* 事後検定にて、腹横筋の筋厚はコントロール条件と比較してテープメジャー条件にて有意に厚かった(p<0.001).

† 腹部引き込み運動の間、内腹斜筋の変化率は背臥位、座位よりも立位で有意に厚かった(p<0.05).

### 研究 2 結論

腹部引き込み運動中にテープメジャーを使用したフィードバックは、フィードバックなしの引き込み運動よりもすべての肢位でより効果的に腹横筋の選択的収縮の促進が可能となる。

### 研究 3

#### 筋活動開始時間について

腹部引き込み運動介入後に持ち上げ動作の腹横筋と内腹斜筋の重層部と腰部多裂筋の筋活動開始時間が、介入前と比較して有意に早く活動した。(図 4)

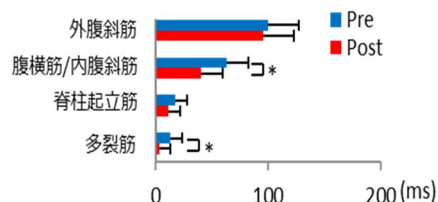


図 4 持ち上げ動作時の筋活動開始時間

### 筋活動量について

腹部引き込み運動介入後に持ち上げ動作の腹横筋と内腹斜筋の重層部の筋活動量が増加し、脊柱起立筋、腰部多裂筋の筋活動量が低値を示した。

(図5)

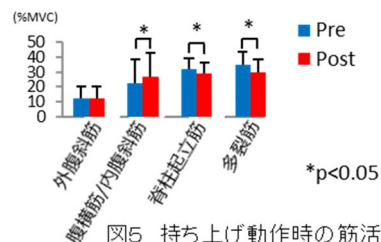


図5 持ち上げ動作時の筋活動量

### 研究3 結論

本研究結果は、再発性腰痛者に腹部引き込み運動を実施することによって、変化した筋活動動態を改善することを示唆した。

### 総合考察

本研究から持ち上げ動作時においても深部筋である腹横筋と内腹斜筋の重層部と腰部多裂筋の活動が遅延すること、表在筋である腰部脊柱起立筋の過活動が生じることが明らかとなり、このような異常な筋活動パターンは脊椎の圧迫負荷の増大や早期の筋疲労を誘発しさらなる損傷の可能性や腰痛の再発の因子になり得るため、この発見は意義深いと考える。また再発性腰痛者の異常な筋活動は、腹横筋を選択的に活動させる腹部引き込み運動を実施することで持ち上げ動作時の筋活動パターンも改善することが明らかとなった。腹部引き込み運動の介入効果としては、腰痛のリスクファクターであり機能的な運動である持ち上げ動作時の筋活動パターンを改善させることを明らかとしたことは、腰痛患者の治療プログラムを発展させる上で非常に有益であったと考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Suehiro Tadanobu, Ishida Hiroshi, Kobara Kenichi, Fujita Daisuke, Osaka Hiroshi, Watanabe Susumu	4. 巻 30
2. 論文標題 Tape measure-based real-time feedback during the abdominal draw-in maneuver facilitates isolated transverse abdominal contraction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 1081～1085
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） <a href="https://doi.org/10.1589/jpts.30.1081">https://doi.org/10.1589/jpts.30.1081</a>	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tadanobu Suehiro, Hiroshi Ishida, Kenichi Kobara, Hiroshi Osaka, Susumu Watanabe	4. 巻 39
2. 論文標題 Altered trunk muscle recruitment patterns during lifting in individuals in remission from recurrent low back pain.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electromyography and Kinesiology	6. 最初と最後の頁 128-133
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jelekin.2018.02.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Tadanobu Suehiro, Hiroshi Ishida, Kenichi Kobara, Hiroshi Osaka, Susumu Watanabe
2. 発表標題 Influence of different feedback methods on lateral abdominal muscle thickness
3. 学会等名 12th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 末廣忠延, 石田弘, 小原謙一, 大坂裕, 渡邊進
2. 発表標題 寛解期における再発性腰痛者の持ち上げ動作時の体幹筋の活動パターンの変化
3. 学会等名 第5回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 末廣忠延, 石田弘, 小原謙一, 黒住千春, 大坂裕, 渡邊進
2. 発表標題 再発性腰痛者における持ち上げ動作時の体幹筋の活動パターンに対する腹部引き込み運動の即時的効果
3. 学会等名 第56回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----