

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：35309

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K19931

研究課題名（和文）腰椎骨盤の回旋因子に着目した腰痛者のための運動療法の構築

研究課題名（英文）Development of exercise therapy for people with low back pain focusing on the lumbar pelvic rotation factor

研究代表者

末廣 忠延（SUEHIRO, Tadanobu）

川崎医療福祉大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：90633850

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、腰痛者の股外転テスト時の骨盤の過剰な動きに関連する因子を明らかにし、関連が認められた因子を改善させる運動療法を構築することであった。本研究から再発性腰痛者では、股外転テスト時に骨盤挙上のタイミングや骨盤の回旋方向の動揺に左右差が大きく、股外転テスト時に腹横筋/内腹斜筋、脊柱起立筋の活動遅延が生じた。そのためこの筋活動パターン変化が腰椎骨盤の運動制御の低下の要因として考えられた。腰痛者の股関節外転運動時の腰椎骨盤の運動制御を改善させる運動療法として、視覚的フィードバックを用いた運動制御トレーニングが有用であることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、股関節外転運動時の骨盤動揺やその因子について調査した。その結果、腰痛者では股関節外転運動時の骨盤の挙上や回旋量に左右差が生じ、筋活動パターンが健常者と異なり体幹筋の活動が遅延することが示された。このような異常な筋活動パターンや骨盤の非対称な運動パターンが日常的に繰り返されることで片側への組織ストレスが増加、蓄積し腰痛の再発や悪化につながる可能性が示唆された。

また股関節外転運動時の過剰な運動パターンを改善させる方法として視覚的フィードバックを用いた運動介入を実施することで腰椎骨盤の運動制御が改善した。これは再発性腰痛者の運動プログラム作成時の一助となり学術的に意義がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to identify factors associated with excessive pelvic movement during the hip abduction test in persons with low back pain, and to construct an exercise regimen to improve the factors found to be associated. This study found that the recurrent low back pain patients showed a large difference in the asymmetry of the timing of lateral pelvic tilt and the pelvic wobble in the transverse plane, and delayed activity of the transversus abdominis/medial oblique abdominis and erector spinae muscles during the active hip abduction test. Therefore, changed muscle activity pattern was considered to be a factor in the decreased motor control of the lumbopelvic region. In addition, the results suggest that motor control training with visual feedback is useful as exercise therapy to improve the motor control of the lumbopelvic region during active hip abduction test in patients with low back pain.

研究分野：理学療法

キーワード：腰痛 筋活動 運動制御 視覚的フィードバック

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%以上の人々が経験する。また欧米の腰痛における医療費は 900 億ドルで、さらに生産性の低下によって間接的に生じる経費は、235 億ドルと試算されており、世界的に腰痛対策および予防法の確立は急務である。

腰椎骨盤の不安定性を見る検査である側臥位での自動股関節外転テスト(股外転テスト)で骨盤の過剰な回旋が生じる者は、長時間の立位で腰痛が発症すると報告されている。この腰椎骨盤の不安定性は、立位時に過剰に体幹筋を収縮させて腰椎骨盤の安定性を代償するため、腰部の筋疲労や過剰な負荷を生じさせ腰痛の原因となる。しかし、股外転テスト時に骨盤を不安定にさせる因子つまり骨盤を回旋させる因子は未解明となっている。そのため、股外転テストにて過剰な骨盤の回旋が生じる者に対し、どのような運動を行えば腰痛の予防や改善ができるかは不明となっている。そのため股外転テスト時の骨盤の回旋に関与する因子を明らかにし、腰椎骨盤の過剰な動き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、腰痛者の股外転テスト時の骨盤の過剰な動きに関連する因子を明らかにし、関連が認められた因子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る。本研究によって、腰痛者の過剰な腰椎骨盤の動きを改善する運動療法を確立し、腰痛の治療・予防に寄与することができる。

3. 研究の方法

研究 1

腰痛者では股外転テスト時に体幹筋の活動パターンが異なることで腰椎骨盤の動きに影響を与える可能性があるため、健常者と再発性腰痛者の体幹筋活動開始時間を調査した。

対象は、健常成人 17 名と再発性腰痛者 17 名とした。股外転運動は、両股関節・膝関節を伸展した側臥位となり、肩、体幹、骨盤、下肢が直線状になるようにし、上部の腕はバランスをとるのを防止するために胸の前に置いた。被験者は光刺激の後、腰椎骨盤の動きを最小にしなが可能な限り速く股関節を 30°まで外転させた。股関節外転は左右 3 回ずつ実施した。股外転テスト時の筋活動の測定は、表面筋電計を使用し、被験筋は、両側の外腹斜筋、腹横筋と内腹斜筋の重層部(腹横筋/内腹斜筋)、腰部脊柱起立筋、股関節を外転する側の中殿筋とした。筋の活動開始時間は、主動作筋である中殿筋の開始時間との差を算出した。統計解析として、群間の差を正規性に依じて対応のない t 検定もしくは Mann-Whitney U 検定にて比較した。

研究 2

健常者と腰痛者の股外転テスト時の骨盤の動揺の差と腰部の関節位置覚、体幹の筋力、筋厚との関係を調査した。

対象は、健常成人 20 名と再発性腰痛者 20 名とした。股外転テストは、両股関節・膝関節を伸展した側臥位となり、肩、体幹、骨盤、下肢が直線状になるように位置させ腰椎骨盤の動きを最小にしなが股関節を 30°まで外転させた。股外転テスト時の速度は通常速度と最大速度で外転運動を実施する 2 種類の速度で左右 3 回ずつ実施した。股関節外転中の骨盤動揺は、第 2 仙椎の高さに設置した加速度計にて計測した。骨盤の上下(挙上・下制)、前後(回旋)の動きの最大加速度と最小加速度の差を骨盤の動揺の指標として算出した。また左下肢と右下肢の股外転テスト時の骨盤動揺の左右差についても算出した。また股外転テスト時の骨盤動揺は加速度計、他動的股関節外転可動域はゴニオメーター、体幹筋の筋厚は超音波診断装置、筋力は Isoforce GT-350 を使用した。Lumbar repositioning sense test は先行研究を基に自作した機器を使用して、閉眼にて他動的に胸腰部を 10°回旋させ、その位置を再現し、胸腰部の回旋 10°と再現位置との絶対誤差を検出した。

統計解析は、健常群と再発性腰痛群の骨盤動揺と骨盤動揺の左右差について群間比較を実施し有意水準は 5%とした。また再発性腰痛者の股外転テスト時の骨盤動揺と他動的股関節外転可動域、Lumbar repositioning sense test、体幹筋の筋厚、筋力との関係をピアソンの積率相関係数を用いて検討した。

研究 3

股外転テスト時の骨盤の過剰な動きを抑制するために視覚的フィードバックを用いた運動制御トレーニングの介入効果について調査した。対象は再発性腰痛者 30 名とし視覚的フィードバックを用いて股関節外転運動を行う群(Feedback 群:以下 FB 群)15 名と視覚的フィードバックを用いず股関節外転運動を行う群(口頭指示群)15 名の 2 群に無作為に割り付けた。運動介入前のベースラインと介入後の運動制御の評価は、股外転テスト時の骨盤の動きと体幹筋の筋活動を測定することで評価した。骨盤の動きは小型無線多機能センサー(TSND151, ATR-Promotions 社製)にて、筋活動は表面筋電計にてそれぞれ計測した。運動介入に関して、FB 群では、被験者の前にモニターを設置し、仙骨後面に設置された小型無線多機能センサーのリアル

タイムの3次元動きと骨盤挙上、回旋の角度データを視覚的に確認しながら、骨盤挙上、回旋が生じないように股外転テストと同じ方法で股関節外転を5回2セット実施した。口頭指示群は、骨盤挙上や回旋が生じないように股外転テストと同じ方法で股関節外転を5回2セット行うように指示した。統計は群と介入前後の2要因で反復測定二元配置分散分析を行った。交互作用を認めた場合にBonferroni検定を用いて多重比較検定を行った。

4. 研究成果

研究1

再性腰痛群では健常群と比較して右側の股外転テストで、両側の腹横筋/内腹斜筋と対側(左側)の脊柱起立筋が有意に遅延した($p < 0.05$) (図1)。また左側の股外転テストでは、両側の腹横筋/内腹斜筋と両側の脊柱起立筋が再発性腰痛者で有意に遅延した($p < 0.05$)。その他の筋については、群間の有意差を認めなかった。

本研究では腰椎骨盤の安定性に関与する腹横筋/内腹斜筋の活動が遅延し、この活動遅延は下肢運動開始時の脊椎の分節の不安定を招き、脊椎の反復微細損傷の原因になる可能性が示唆された。また体幹全体の安定性や骨盤の側方傾斜を制御する脊柱起立筋の活動遅延は腰椎骨盤部の過剰な動きを引き起こす要因となった可能性が示唆された。

研究2

通常速度、最大速度ともに股関節外転時の骨盤動揺の程度は群間に有意差はなかった。しかしながら再発性腰痛者では、健常者と比較し通常速度(健常者/腰痛者: $114.3 \pm 97.3/239.0 \pm 154.8$ ms)・最大速度($40.3 \pm 66.6/78.0 \pm 61.4$ ms)の股外転テストで有意に骨盤挙上のタイミングに左右差が大きくなり(図3)、最大速度の股外転テストで有意に骨盤の回旋方向の動揺に左右差が大きかった($0.5 \pm 0.4/1.2 \pm 1.1$ m/s²) (図4)。再発性腰痛者では股外転テストの骨盤の動きに非対称性を示した。股外転テスト時の通常速度と最大速度での外転運動時の骨盤動揺と他動的股関節外転可動域、Lumbar repositioning sense test、体幹筋の筋厚、筋力との関係には有意な相関を示さなかった。本研究から腰痛者の股外転テスト時の他動的股関節外転可動域、Lumbar repositioning sense test、体幹筋の筋厚、筋力との直線的な相関関係は示さなかったが、腰痛寛解期の再発性腰痛者で骨盤の非対称な動きが観察され、腰部の片側への組織ストレスが増加し、このような非対称な運動パターンを日常的に繰り返すことで負荷が蓄積され腰痛の再発や悪化につながる可能性が示唆された。この結果から、再発性LBP患者に対して運動制御の早期介入の必要性が示唆された。

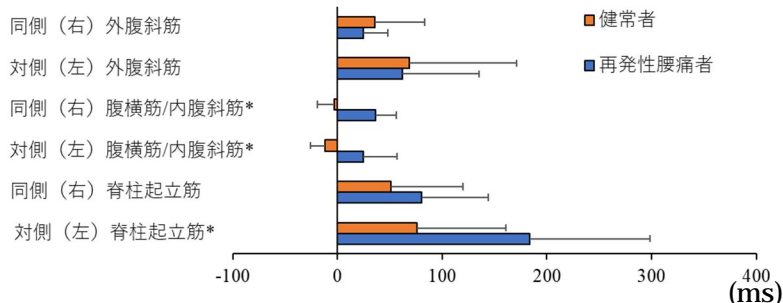


図1 右側の股外転テスト時の体幹筋活動開始時間

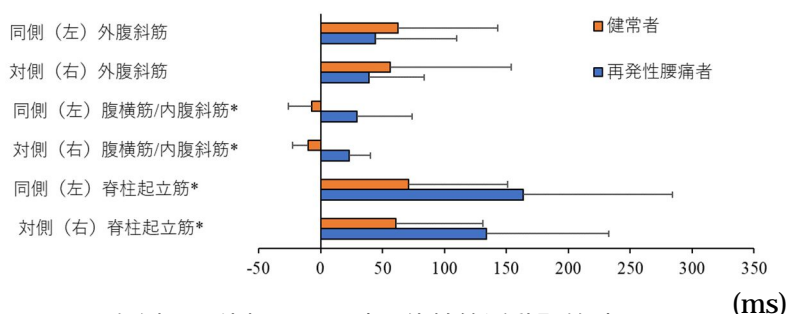


図2 左側の股外転テスト時の体幹筋活動開始時間

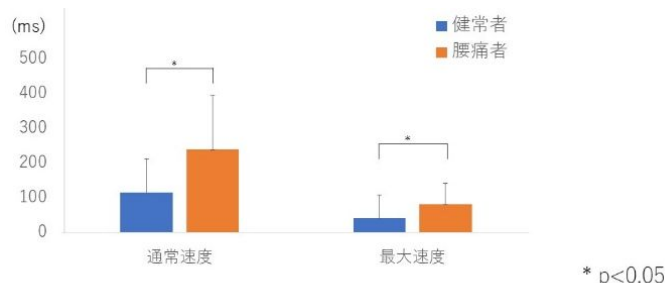


図3 股外転テスト時の骨盤挙上のタイミングの左右差 * $p < 0.05$

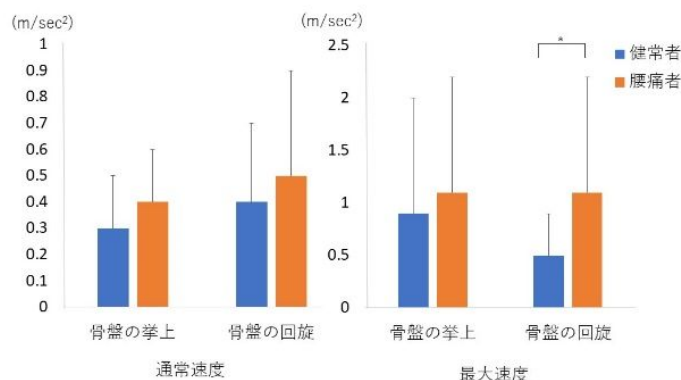


図4 股外転テスト時の骨盤動揺の左右差

研究 3

股外転テスト時の骨盤最大挙上角度，骨盤回旋量，筋活動量の結果は表 1，2 に示す。反復測定二元配置分散分析の結果，交互作用は骨盤最大挙上角度と対側の外腹斜筋と対側の内腹斜筋，同側の内腹斜筋に交互作用を認めた ($p < 0.05$)。多重比較の結果，FB 群においてのみ骨盤最大挙上角度が介入前に比べ介入後に有意に低値を示した。また FB 群のみ対側の外腹斜筋と内腹斜筋において，介入前に比べ介入後で有意に高値を示した ($p < 0.05$)。骨盤回旋量は，介入前後で有意な主効果を認め ($p < 0.05$)，交互作用は認めなかった。

本研究の結果は，再発性腰痛者においてセンサーを用いた視覚的フィードバックは即時的に骨盤の過剰な動きを抑制し運動制御の改善を示した。このことから再発性腰痛者の運動制御トレーニングとして，センサーを用いた視覚的フィードバックが有用であることが示唆された。

表1 股外転テストの所要時間と骨盤の動き

		介入前	介入後	主効果				交互作用	
				効果量 (f)	検出力	効果量 (f)	検出力	群×介入前後	効果量 (f)
股外転テストの所要時間(秒)	FB群	4.1±1.4	5.7±1.8†	0.41*	0.7	0.64**	1.00	0.50*	1.00
	口頭指示群	3.8±1.5	4.0±1.5						
骨盤最大挙上角度(°)	FB群	6.0±1.7	3.9±1.7†	0.25	0.33	0.90**	1.00	0.93**	1.00
	口頭指示群	6.0±2.5	6.0±2.8						
骨盤回旋量(°)	FB群	8.6±4.1	6.5±2.9	0.05	0.06	0.49*	1.00	0.03	0.06
	口頭指示群	8.7±2.4	6.9±2.3						

平均±標準偏差

2元配置分散分析，*： $p < 0.05$ ，**： $p < 0.01$

多重比較，†： $p < 0.01$ (介入前との比較)

表2 介入前後の筋活動量 (%MVC)

		介入前	介入後	主効果				交互作用	
				効果量 (f)	検出力	効果量 (f)	検出力	群×介入前後	効果量 (f)
同側外腹斜筋	FB群	6.5±5.2	6.5±8.0	0.29	0.44	0.25	0.75	0.23	0.70
	口頭指示群	11.8±7.6	9.7±8.8						
対側外腹斜筋	FB群	3.1±2.4	7.4±10.2†	0.08	0.08	0.29	0.87	0.39*	0.99
	口頭指示群	4.9±3.5	4.2±3.3						
同側内腹斜筋	FB群	3.8±1.7	4.0±1.6	0.53*	0.91	0.29	0.87	0.41*	0.99
	口頭指示群	8.6±5.3	7.3±5.4†						
対側内腹斜筋	FB群	4.3±4.6	7.4±9.3†	0.02	0.05	0.23	0.67	0.39*	0.99
	口頭指示群	6.5±4.9	5.7±3.8						
同側腰方形筋	FB群	16.5±8.3	14.7±8.0	0.11	0.10	0.28	0.85	0.07	0.11
	口頭指示群	19.0±11.3	16.1±11.0						
対側腰方形筋	FB群	12.5±13.6	16.9±17.4	0.24	0.31	0.16	0.40	0.32	0.92
	口頭指示群	10.1±7.5	8.7±6.0						
同側の大殿筋	FB群	20.5±7.1	20.5±8.1	0.14	0.15	0.07	0.12	0.08	0.13
	口頭指示群	23.5±10.7	22.6±10.0						

平均±標準偏差

2元配置分散分析，*： $p < 0.05$ ，

多重比較，†： $p < 0.05$ (介入前との比較)。

結論

本研究から再発性腰痛者では，股外転テスト時に骨盤挙上のタイミングや骨盤の回旋方向の動揺に左右差が大きく，股外転テスト時に腹横筋/内腹斜筋，脊柱起立筋の活動遅延が生じた。そのためこの筋活動パターン変化が腰椎骨盤の運動制御の低下の要因として考えられた。腰痛者の股関節外転運動時の腰椎骨盤の運動制御を改善させる運動療法として，視覚的フィードバックを用いた運動制御トレーニングが有用であることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Suehiro Tadanobu, Ishida Hiroshi, Kobara Kenichi, Osaka Hiroshi, Kurozumi Chiharu	4. 巻 22
2. 論文標題 Trunk muscle activation patterns during active hip abduction test during remission from recurrent low back pain: an observational study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Musculoskeletal Disorders	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12891-021-04538-5	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	4. 巻 27(1)
2. 論文標題 Relationship between lumbar proprioception, thickness of trunk muscles, and control of trunk movement during the active hip abduction test	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Kawasaki journal of medical welfare	6. 最初と最後の頁 65-73
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15112/00014874	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 Suehiro Tadanobu, Ishida Hiroshi, Kobara Kenichi, Osaka Hiroshi, Kurozumi Chiharu	4. 巻 28(1)
2. 論文標題 Asymmetrical movement patterns of the lumbopelvic region during active hip abduction test in Individuals with recurrent low back pain	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Kawasaki journal of medical welfare	6. 最初と最後の頁 21-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15112/00014964	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 末廣 忠延, 石田 弘, 小原 謙一, 大坂 裕, 黒住 千春	4. 巻 38(2)
2. 論文標題 再発性腰痛者における視覚的フィードバックが腰椎骨盤の運動制御に与える影響	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 理学療法科学	6. 最初と最後の頁 96-103
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1589/rika.38.96	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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 末廣忠延, 石田弘, 小原謙一, 大坂裕, 黒住千春
2. 発表標題 再発性腰痛者におけるActive hip abduction test 時の骨盤動揺の非対称性の検討
3. 学会等名 第29回日本腰痛学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 末廣忠延, 石田弘, 小原謙一, 大坂裕, 黒住千春
2. 発表標題 再発性腰痛者におけるActive hip abduction test時の体幹筋の活動開始時間の変化
3. 学会等名 第9回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadanobu Suehiro, Hiroshi Ishida, Kenichi Kobara, Hiroshi Osaka, Susumu Watanabe
2. 発表標題 Determination of factors involved in pelvic wobble in the transverse plane during the active hip abduction test
3. 学会等名 Asian confederation of orthopaedic manipulative physical therapy congress 2019 Tokyo (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末廣忠延, 石田弘, 小原謙一, 大坂裕, 黒住千春
2. 発表標題 再発性腰痛者における視覚的フィードバックが腰椎骨盤の運動制御に与える影響 - 即時効果の検討 -
3. 学会等名 第10回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2022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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------