

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：32206

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11392

研究課題名(和文)慢性腰痛の感受性改善効果に有効な理学療法の開発 - 有酸素運動と電気刺激の併用効果 -

研究課題名(英文) Development of effective physiotherapy for improving sensitivity to chronic low back pain - Effects of combined aerobic exercise and electrical stimulation

研究代表者

高野 吉朗 (Yoshio, Takano)

国際医療福祉大学・福岡保健医療学部・教授

研究者番号：20439574

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、慢性腰痛者に対し、客観的な知覚・痛覚分析検査、運動機能検査、心理面検査などを行い、疼痛関連因子を明らかにすることである。その後、有酸素運動、電気刺激療法などを長期介入で行い変化を検証する。結果、慢性腰痛者は、全身の疼痛感受性閾値が健常者より低かった。心理面においては、うつ傾向が見られ、ADLやQOLが低かった。運動により、慢性腰痛者の疼痛感受性を低下させることが明らかになった。ウォーキングの有酸素運動は有効であったが、電気刺激療法は有意な改善は認められなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

腰痛が3か月以上持続する慢性腰痛は、疼痛の原因が不明であり、予防や治療が確立されていない。特に疼痛は主観的な訴えである為に客観的な診断が困難である。本研究は、海外で普及している客観的な知覚・痛覚分析検査(PPT・CPM)を用いて、疼痛の感受性を計測した結果、慢性腰痛者は疼痛の感受性閾値が低かった。その後、有効な治療法の確立の為に、有酸素運動のウォーキングを長期で行い検証した。結果、疼痛が緩和されたことで、運動は疼痛に対する治療法の一手段になりえることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to identify pain-related factors by conducting objective perceptual and pain analysis tests, motor function tests, and psychological tests on chronic low back pain patients. Subsequently, aerobic exercise, electrical stimulation therapy, and other long-term interventions will be used to verify changes. Results showed that chronic low back pain patients had a lower general pain sensitivity threshold than normal subjects. Psychologically, they showed a tendency toward depression and had lower ADL and QOL. Exercise was found to reduce pain sensitivity in chronic low back pain patients. Walking aerobic exercise was effective, but electrical stimulation therapy did not show significant improvement.

研究分野：Physical Therapy

キーワード：慢性疼痛 腰痛症 PPT CPM QST 有酸素運動 電気刺激療法

1. 研究開始当初の背景

生涯における腰痛罹患率は 60~80%といわれている。腰痛が原因による離職者も多く、2020 年度厚生労働省の業務上疾病発生状況調査によると、4 日以上休業しなければならない災害性腰痛が全休業者の 60%以上も占め経済的損失も大きい。一般に腰痛がおおむね 3 か月以上持続すると、慢性腰痛と定義されることが多いが、腰痛の原因は複数の要因が組み合わされることで、確定診断が容易ではない為に、予防や治療が確立されていない。近年では、痛みの定義と分類が変更され、明確な組織損傷による侵害受容器を活性化させる原因や神経損傷も無いにも関わらず、痛みの知覚異常や過敏による疼痛を呈する「痛覚変調性疼痛」も提唱されている。この疼痛は、脳や脊髄の神経不全が原因と考えられており、治療の長期化を呈する。

理学療法の主たる治療である運動療法の効果について、慢性腰痛症の RCT 研究では、運動療法が腰椎可動域、機能障害、疼痛、運動機能、健康状態、筋力および持久力などにおいて改善した報告は多い。また「腰痛診療ガイドライン 2019」においても、治療の一つでもある運動療法は、慢性腰痛には強く推奨されている。中でも、全身運動の有酸素運動の一つであるウォーキング運動は、特別な機器を用いずどこでも行えるために、取り組みやすい。加えて疼痛軽減に関する報告も多く、国内外の疼痛ガイドラインで推奨されている。しかしながら、運動強度が低いために、体幹筋の筋力は改善が望めない。一方の臨床現場において、慢性疼痛に対して、物理療法や装具療法が処方されることが多い。しかしながら、上記ガイドラインに従うと、それらの有用性はエビデンスも限定的で弱く、明確な推奨はされていない。中でも、電気刺激療法の一つである、経皮的電気刺激 (TENS) は、疼痛の軽減には有効である可能性が高いにも関わらず、RCT などが少ない為に推奨とする十分なエビデンスが無く、推奨されていない。

これらの背景を踏まえ、本研究は慢性腰痛者における有効な理学療法を確立に貢献する重要な取り組みである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、慢性腰痛者に対し、客観的な知覚・痛覚分析検査 (QST) (自覚的疼痛閾値検査: PPT、条件刺激性疼痛調査: CPM)、運動機能検査、心理面検査などを行い、疼痛関連因子を明らかにした後、長期間の異なる有酸素運動、電気刺激療法を用いた筋力訓練法などの介入を行い、腰痛を軽減させる有効な理学療法を検討することである。

3. 研究の方法

(1) 腰痛者而非腰痛者 (健常者) の末梢圧痛閾値比較の検証

腰痛者 67 名および非腰痛者 78 名の合計 145 名を対象に、全身 7 か所 (左下腿三頭筋、左肩甲骨上角と脊柱の midpoint、脊柱とヤコビーの交点、左第 2 指の爪、左第 2 中手骨、左第 1 背側骨間筋、左第 1 足趾の爪) の末梢圧痛閾値 (Force One, Wagner 社) を 2 回測定して、平均値を採用した。他に、心理面評価 (うつ性自己評価尺度: SDS、腰痛者の ADL、QOL 評価に特化した: RDQ)、身体機能評価 (長座体前屈、握力、BMI) を測定した。各 2 群を統計的に比較した。

(2) 腰痛者に対する有酸素運動の長期効果検証

腰痛者 8 名を対象に自転車エルゴメータ運動を週 2 回 8 週間行った。運動負荷強度の設定は、有酸素運動を 20 分間継続できるように、AT 時の心拍数および Borg 指数 12~13 を指標とした。介入前後と介入後 8 週間後に、上記 (1) の方法にて末梢圧痛閾値と心理面評価、身体機能評価を介入前、介入後、介入 8 週間に行った。介入前後の評価は、反復測定一元配置分散分析を用い検定を行った。

(3) 有酸素運動後の末梢圧痛閾値変化の即時的変化の検証

腰痛者 6 名をと健常者 6 名を対象に自転車エルゴメータ運動を 30 分間 (ウォーミングアップとクールダウンは各 5 分とサイクリング運動 20 分間) 行った。運動負荷強度の設定は、最大酸素摂取量の 50% および AT 時の心拍数および Borg 指数 12~13 を指標とし、ペダル回転数は 1 分間で 50~60 の間で調整した。運動前に、上記 (1) の方法にて全身 7 部位の末梢圧痛閾値検査を行った。運動後 15 分、60 分後、24 時間後、72 時間後にも圧痛検査を行い経時的な検証を行った。

(4) 電気刺激を併用したウォーキング運動の長期介入の効果検証

慢性腰痛者 15 名を無作為に、電気刺激運動を併用したウォーキング運動と通常のウォーキング運動を各 4 週間行うクロスオーバー試験とした。電気刺激は腹部と腰部の 4 か所 (腹横筋、腹斜筋、腸筋) に電極を貼付し、筋収縮を誘発させた。運動前後において、上記 (1) の方法にて末梢圧痛閾値検査の PPT や痛みの定量的感覚検査である CPM を行い、群間の比較検証を行った。加えて、心理社会的要因の影響を明らかにする目的にて、アンケート調査も行った。

4. 研究成果

(1) 腰痛者と非腰痛者（健常者）の末梢圧痛閾値比較の検証

PPT は全部位において、慢性腰痛群が健常群に比べ低値を示し、左肩甲骨上角と脊柱の midpoint 以外の 6 ヶ所に有意差を認めた。SDS、RDQ はともに慢性腰痛群が低値を示し、有意差を認めた。身体機能の BMI は、慢性腰痛群が高値を示し、有意差を認めた。長座体前屈と握力は有意差を認めなかった。本研究の結果から、慢性腰痛群には PPT、SDS、RDQ、BMI が関連している可能性が示唆された。慢性腰痛群は、患部以外の上肢・下肢の PPT も有意差を認めたことから、健常者に比べ、全身の疼痛感受性が亢進している可能性が考えられる。また、慢性腰痛者はうつ状態や BMI が特に関与している可能性が考えられ、柔軟性や筋力は、慢性腰痛との関連性は乏しいことが明らかになった。

(2) 腰痛者に対する有酸素運動の長期効果検証

介入前後と介入後 8 週目の PPT および VAS の変化を以下の表に示す。介入前後で比較した結果、PPT すべての測定部位において、介入後に有意な増加が認められた。介入前と介入後 8 週目を比較した結果、下腿三頭筋、左肩甲骨上角と脊柱の midpoint、左第 1 背側骨間筋、左第 1 足趾の爪において介入後 8 週目で有意な向上が認められた。介入後と介入後 8 週目を比較した結果、すべての部位において有意差な差は認められなかった。VAS は介入後のみ有意差を認めた。心理検査では、転倒恐怖感（TSK）と疼痛検査（SF-MPQ）が有意な改善を認めた。

本研究の結果、長期間の低強度有酸素運動は限定的であるが、痛みと心理社会的要因の改善に有効であることが示唆された。

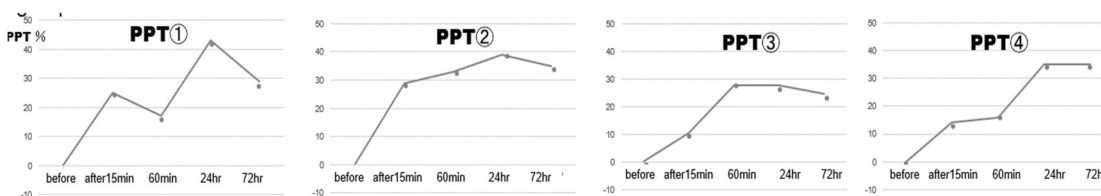
表 1 PPT, VAS の変化

	介入前 (0 週目)	介入後 (8 週目)	介入後 8 週間 (16 週目)
左下腿三頭筋 (bf/cm ²)	3.50 (2.22-7.79)	5.72 (4.06-10.92) *	5.95 (4.51-11.23) †
左肩甲骨上角と脊柱の midpoint (bf/cm ²)	4.63 (1.40-13.75)	6.26 (4.65-15.43) *	6.70 (5.06-14.20) †
脊柱とヤコビー線の交点 (bf/cm ²)	3.75 (2.02-5.07)	6.36 (4.04-11.29) *	6.91 (2.57-12.84)
左第 2 指爪 (bf/cm ²)	3.05 (1.54-5.29)	6.78 (3.28-9.30) *	7.21 (2.97-11.00)
左第 2 中手骨 (bf/cm ²)	2.02 (0.85-3.81)	5.60 (3.53-8.42) *	5.78 (2.85-7.34)
左第 1 背側骨間筋 (bf/cm ²)	2.14 (0.98-4.46)	5.44 (2.91-8.83) *	5.62 (3.48-7.70) †
左第 1 足趾爪 (bf/cm ²)	3.24 (1.59-5.56)	8.66 (3.16-10.89) *	8.21 (3.47-9.54) †
VAS (mm)	52 (23-85)	23 (7-38) *	20 (8-77)

中央値 (最小 - 最大)。PPT : 疼痛閾値, VAS : Visual Analog Scale. * : 0~8 週目に有意差あり, † : 0~16 週目に有意差あり。

(3) 有酸素運動後の末梢圧痛閾値変化の即時的変化の検証

運動前、慢性腰痛群と健常者群の比較において、慢性腰痛群の PPT に有意な低下が認められた。運動後、慢性腰痛群では、左下腿三頭筋 (以下図、PPT ①) 左肩甲骨上角と脊柱の midpoint (PPT ②) 脊柱とヤコビーの交点 (PPT ③) 左第 2 指の爪 (PPT ④) の有意な閾値上昇が認められた。健常群では、肩甲骨の上角と下角の中間の高さ部位のみで、有意な閾値上昇が認められた。本研究の結果、自転車エルゴメータを用いた有酸素運動は、患部の圧痛閾値上昇のみならず、全身部位においても上昇させる可能性があることが認められた。これらのことから、運動後疼痛緩和 (EIH) の現象が生じたことで、疼痛が緩和されたと推察された。



(4) 電気刺激を併用したウォーキング運動の長期介入の効果検証

介入前後の PPT と CPM の変化について、ウィルクソンの符号付順位検定を行った結果、PPT の手関節上、前脛骨筋にて有意な群間差は認められたが、他部位では認められなかった。CPM は有意な変化は認められなかった。アンケート結果では、腰痛者の ADL・QOL 評価尺度 (RDQ) に有意な変化が認められたが、疼痛評価尺度 (SF-MPQ-2) 恐怖回路思考評価尺度 (TSK) や痛みの破局的尺度 (PCS) には認められなかった。次に年齢、性別、介入前値で調整し共分散分析を行った結果、群間差が認められたのは、PPT では、前脛骨筋、足爪上であり、アンケート結果は RDQ のみであった。これらから、運動内容の違いによる疼痛緩和は限定的であり、更なる研究の必要性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 尾方太亮、高野吉朗、松瀬博夫	4. 巻 36
2. 論文標題 慢性腰痛者に対する有酸素運動前後の疼痛閾値の変化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理学療法科学	6. 最初と最後の頁 653-656
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 2件）

1. 発表者名 尾方太亮、高野吉朗、松瀬博夫
2. 発表標題 有酸素運動による慢性腰痛者の疼痛閾値の変化検証
3. 学会等名 第58回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾方太亮、高野吉朗、松瀬博夫
2. 発表標題 慢性腰痛者と健常者の疼痛閾値及び関連因子の比較検討
3. 学会等名 第32回日本運動器科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takano Y, Hamachi N, Matsuda K, Shimoda T, Okoba R, Shimoi T, Aoyagi K
2. 発表標題 The Effect of Aerobic Exercise on Pressure Pain Thresholds in People with Chronic Low Back Pain
3. 学会等名 World Physiotherapy Congress 2023（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Oka M, Takano Y, Ogata D, Aoyagi K, Hashida R, Matsuse H
2. 発表標題 Improvement in Pressure Pain Threshold after Aerobic Exercise for Patient with Chronic Low Back Pain
3. 学会等名 World Physiotherapy Congress 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023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
研究分担者	濱地 望 (HAMACHI NOZOMI) (10807978)	国際医療福祉大学・福岡保健医療学部・助教 (32206)	
研究分担者	橋田 竜騎 (HASHIDA RYUKI) (40754841)	久留米大学・医学部・講師 (37104)	
研究分担者	松瀬 博夫 (MATSUSE HIROO) (70461465)	久留米大学・医学部・教授 (37104)	

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
---------	---------