

平成 31 年 4 月 18 日現在

機関番号：32305

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01429

研究課題名(和文)筋緊張と循環動態の関連性および直線偏光近赤外線が循環動態と筋力に与える影響の検討

研究課題名(英文) Relationship between muscle tone and hemodynamics and influence of linear polarized near-infrared rays on hemodynamics and muscle strength

研究代表者

竹内 伸行 (Takeuchi, Nobuyuki)

高崎健康福祉大学・保健医療学部・教授

研究者番号：20587076

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：直線偏光近赤外線照射が筋緊張と筋伸張性に与える影響、筋の組織循環動態に与える影響、筋力に与える影響を検討した。照射により筋緊張は抑制、筋伸張性は向上する傾向を示した。筋力は照射後に低下する対象と向上する対象が認められたが、全体としての効果検討は現在、解析中である。同様に、照射による筋の循環動態については、現在、データ解析を進めている。筋緊張と筋の組織循環動態の関連性は、APTSのうち、筋緊張の非神経学的要素を反映するMRとFRが、各々酸化Hb量とStO₂の間に中等度の負の相関を認めた。神経学的要素を反映するSRとは、酸化Hb量、還元Hb量、全Hb量、StO₂全ての指標で相関を認めなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

直線偏光近赤外線療法は主に疼痛緩和に使われているが、汎用性が高く、様々な臨床症状に応用可能なため主研究者は継続的に研究を進めてきた。筋緊張亢進に対する作用や筋伸張性向上効果を認めたことは、リハビリ領域における疼痛緩和以外の臨床場面に利用できる可能性を示している。また筋緊張の皮神経学的要素と酸化Hb量に負の相関を認めたため、筋緊張亢進状態の病態を理解する上での一つの知見を提供できたと考える。

研究成果の概要(英文)：The effect of LPNR radiation on muscle tone and extensibility, muscle hemodynamics, and muscle strength were investigated. Irradiation tended to suppress muscle tone and improve muscle extensibility. The muscle strength was showed to decrease and to improve after irradiation. The MR and FR of APTS showed a moderate negative correlation between the amount of oxidized Hb and StO₂. There was no correlation with SR of APTS in all indexes of O-Hb, D-Hb, T-Hb and StO₂.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：リハビリテーション 直線偏光近赤外線

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

主研究者は、これまで脳血管障害患者の筋緊張の病態解明やその治療的介入方法について検討し報告してきた。しかし中枢神経疾患における異常筋緊張の病態は複雑で現状でも曖昧な部分が多く、筋の循環動態との関連性も未検討である。また介入方法の検討では、直線偏光近赤外線 (linear polarized near-infrared ray; 以下、LPNR) 照射および高強度パルス照射型 LPNR (high intensity-LPNR; 以下、HI-LPNR) 照射の効果を報告したが、その作用機序は明確ではない部分が未検討のまま残っている。その中の一部、例えば HI-LPNR を筋に照射した際の組織循環動態の変化は、筋緊張の変化に関係するのではないかと仮説を立てて研究を行ってきた。

1) 筋緊張の理解と主研究者らの見解

脳血管障害をはじめとする上位運動ニューロン障害では、下行性抑制系の障害により伸張反射が亢進し、筋緊張亢進にも関与する。伸張反射亢進状態が持続すると筋伸張頻度低下や最大伸張度低下、筋の局所循環低下を招き、筋線維や筋膜の伸張性が障害される。これらは伸張反射の受容器である筋紡錘の閾値を低下させるため、結果的に伸張反射亢進を助長する。この一連の変化は筋緊張亢進の悪循環を形成するため、早期の治療的介入が必要である(竹内 他:総合リハ 34,2006)。筋緊張を構成する要素として、伸張反射に基づく反射性収縮や不随意の筋収縮は神経学的要素(中枢性要素)、筋線維や筋膜などの伸張性低下は非神経学的要素(末梢性要素)として考えることができ、それぞれの治療的介入方法も異なるとされるが(Thompson et al: J Neurol Neurosurg Psychiatry 76,2005)、主研究者らも自らの研究成果に基づいて同様の知見を報告し、見解を述べてきた(竹内 他:総合リハ 34,2006、Takeuchi et al: Arch Phys Med Rehabil 90,2009)。

これらの考え方は上位運動ニューロン障害を伴わない運動器疾患等による筋緊張亢進でも当てはまると主研究者らは考えている。筋線維損傷や筋膜損傷などの筋病変では、局所の疼痛や筋線維伸張性低下が生じる。疼痛は逃避性の反射性収縮を招き、筋紡錘閾値低下も生じることから結果的に伸張反射亢進を助長するため、疼痛に起因する筋収縮は神経学的要素に大きな影響を与えると考えることができる。筋線維や筋膜の伸張性低下は前述の非神経学的要素と同様である。このように、上位運動ニューロン障害による筋緊張の病態を理解することは、脳血管障害をはじめとする中枢神経疾患に加えて、運動器疾患などを含む幅広い筋緊張の病態理解に応用できる。このため本研究課題により筋緊張亢進の病態が明らかになることは、リハビリテーション領域の治療対象である幅広い疾患や障害を理解するうえで重要であり有意義であると考えている。

2) 直線偏光近赤外線療法の現状と主研究者らの研究成果

LPNR 療法は、主にペインクリニック領域での疼痛緩和や、皮膚科領域での皮膚創傷治療で用いられてきた。実際に、関連する報告もこれらの分野から発表されたものが多い。LPNR は、その波長特性から生体深達性に優れており深部温熱作用が強い。加えて、光化学作用による細胞レベルに与える効果も推測されているが、この点は未だ未解明である。これらの作用により、LPNR を照射することで末梢血管拡張による局所循環改善や、神経細胞興奮抑制による疼痛刺激の伝導抑制、受容器の閾値上昇による疼痛緩和などを目的に臨床応用されてきた。主研究者らは、これらの優れた作用に着目し、且つ筋緊張亢進の病態を考察したうえで、脳血管障害による筋緊張亢進の治療として LPNR 照射の有効性を明らかにし報告した(竹内 他:理学療法学 31,2004、竹内 他:理学療法学 35,2008、竹内 他:理学療法科学 24,2009)。近年、10W という高強度の光線をパルス照射することで、熱傷を防ぎながら、より優れた生体深達性を有する HI-LPNR が臨床応用された。HI-LPNR についても、疼痛緩和に関する報告(石丸 他:日本レーザー治療学会誌 10, 2011)が主であり、筋に対する効果を検討したものは見当たらない状況であった。このため主研究者らは2012年度から2014年度にかけて科研費(課題番号 24700556)の助成を受けて HI-LPNR 照射による筋緊張抑制効果に関する研究を行ってきた。この研究では、HI-LPNR の筋腹照射が脳血管障害による筋緊張の改善効果を有することが明らかになり、その成果を関連学会で報告した(Takeuchi et al: 13th International meeting of physical therapy science [Dalian China]. 2014、竹内 他:第 48 回日本理学療法学会[名古屋]. 2013)。なお、この研究成果は、現在、論文投稿の準備中である。加えて健常成人に対する HI-LPNR の筋腹照射が筋の局所循環動態に与える影響も同時に検討してきた。本研究課題で計画している内容は、これまでの主研究者らの取り組みで未解明な部分であり今後の課題として位置付けたものである。

2. 研究の目的

本研究課題では、HI-LPNR 照射が筋の循環動態と筋力、筋伸張性に与える影響を検討すること、加えて、筋緊張の病態と筋の循環動態の関連性を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

1) HI-LPNR 照射が筋の循環動態、筋伸張性、筋力に与える影響の検討

同意を得た健常成人の協力を得てその下腿三頭筋を対象とした。下腿三頭筋に既往歴、障害歴のある対象は除外した。対象側(右、左)はくじ引きにて無作為に決定した。臨床経験 10 年以上で HI-LPNR 機器および測定機器に精通した理学療法士 1 名が測定した。対象は HI-LPNR を照射する介入群と照射しない対照群に割り付け、背臥位、膝関節軽度屈曲位にて、介入群には HI-LPNR を下腿三頭筋筋腹に照射し、対照群はダミー照射を行った。照射およびダミー照射の直前および直後に、下腿三頭筋の組織循環動態、足関節背屈角度、足関節底屈筋力を測定した。組織循環動態は、レーザー組織血液酸素モニター (BOM-L1TRW[OMEGA WAVE 社製]) を用いて下腿三頭筋の酸化ヘモグロビン量、還元ヘモグロビン量、全ヘモグロビン量、酸素飽和度を測定した。足関節背屈角度は腓骨への垂線を基本軸、第 5 中足骨を移動軸とし、1 度単位の関節角度計を用いて測定した。足関節底屈筋力は、徒手筋力計にて足関節底背屈中間位における等尺性最大筋力を測定した。

2) 筋緊張と筋組織循環動態の関連性の検討

協力の同意を得られたリハビリテーション実施中の脳血管障害患者の麻痺側下腿三頭筋を対象とした。筋緊張は、Ankle Planter Flexors Tone Scale の Stretch reflex、Middle Range Resistance、Final Range resistance を測定した。組織循環動態は、レーザー組織血液酸素モニターを用いて麻痺側下腿三頭筋の酸化ヘモグロビン量、還元ヘモグロビン量、全ヘモグロビン量、酸素飽和度を測定した。

4. 研究成果

1) HI-LPNR 照射が筋の循環動態、筋伸張性、筋力に与える影響

HI-LPNR 照射により筋緊張は抑制され、筋伸張性は向上する傾向を示した。一方、筋力に与える影響では、HI-LPNR 照射後に、筋力が低下する対象と、反対に向上する対象が認められたが、全体としては(統計学的には)HI-LPNR 照射による効果は認めなかった。ただし、サブグループ分析等により現在も解析を継続し、より詳細な検証を行っているところである。同様に、HI-LPNR 照射による筋の組織循環動態の変化については、現在、データ解析を進めているところである。

2) 筋緊張と筋組織循環動態の関連性

筋緊張評価指標である Ankle Planter Flexors Tone Scale の指標のうち、筋緊張の非神経学的要素を反映する Middle range resistance (MR) と Final range resistance (FR) が、それぞれ酸化ヘモグロビン量と組織酸素飽和度量の間に中等度の負の相関を認めた。一方で、神経学的要素を反映する Stretch reflex (SR) とは、酸化ヘモグロビン量、還元ヘモグロビン量、全ヘモグロビン量、組織酸素飽和度の全ての指標において相関を認めなかった。これらの結果から、筋緊張の非神経学的要素が亢進した状態では、酸素消費が増大し、酸素の供給量を上回っている可能性があるが、神経学的要素が亢進しているだけでは、酸素消費の上昇は生じないことが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

1) Nobuyuki Takeuchi, et al.: Effects of high-intensity pulse irradiation with linear polarized near-infrared rays and stretching on muscle tone in patients with cerebrovascular disease: a randomized controlled trial. J Phys Ther Sci 29, 1449-1453, 2017

2) Nobuyuki Takeuchi, et al.: Effect of high-intensity pulse irradiation with linear polarized near-infrared rays on muscle tone in patients with cerebrovascular disease: a randomized controlled trial. J Phys Ther Sci 27(12), 3817-3823, 2015

〔学会発表〕(計 6 件)

1) 筋伸張度の違いが筋組織循環動態に与える影響 - 近赤外分光法による検討 - 第 57 回日本生体医工学会大会 . 2018

2) 近赤外分光法により測定した筋組織循環動態と筋緊張の関連性 第 36 回関東甲信越ブロック理学療法士学会 . 2017

3) Effect of high intensity pulse irradiation with linear polarized near-infrared rays on muscle hemodynamics: A randomized controlled trial. 20th International Meeting of Physical Therapy Science. Aug, 2016

4) 高強度パルス照射型直線偏光近赤外線が局所循環動態に与える影響 第 51 回日本理学療法学会大会 . 2016

- 5)高強度パルス照射型直線偏光近赤外線照射とストレッチングの併用および単独施行が筋緊張に与える影響．第50回日本理学療法学会．2015
6)直線偏光近赤外線の高強度パルス照射が筋緊張に与える効果 - 脳血管障害患者による検討 - ．第54回日本生体医工学会．2015

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 なし

6．研究組織

(1)研究分担者 なし

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者 なし

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。