

令和 6 年 5 月 16 日現在

機関番号：11101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K11712

研究課題名（和文）近赤外線の星状神経節照射を用いた精神的ストレスマネジメントに関する研究

研究課題名（英文）Study on mental stress management using near-infrared irradiation around the stellate ganglion

研究代表者

吉田 英樹（Yoshida, Hideki）

弘前大学・保健学研究科・准教授

研究者番号：20400145

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、近赤外線の星状神経節近傍照射を用いたストレスマネジメントの可能性に加えて、電気刺激や各種運動（有酸素運動、等尺性運動）を用いたストレスマネジメントの可能性について検討した。その結果、1）星状神経節への近赤外線照射がストレス軽減に有効である可能性、2）身体への電気刺激がストレス軽減に有効であると同時に、電極貼付数を増やすことでその効果が高まる可能性、3）運動と電気刺激の同時施行により、運動単独の場合よりもストレスが軽減されることに加えて、痛覚閾値の上昇も得られる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1）学術的意義：電磁エネルギー（近赤外線、電気）や運動、さらにはそれらの併用がストレスマネジメントに応用できる可能性を示唆した点。
2）社会的意義：従来、心理療法や薬物療法を主体としてきたストレスマネジメントにおいて、侵襲性の少ない物理療法や運動療法、あるいはそれらの併用による介入の可能性を示したことで、ストレスマネジメントにおける介入の幅を広げた点。

研究成果の概要（英文）：This study investigated the possibility of stress management using near-infrared irradiation near the stellate ganglion, as well as stress management using electrical stimulation and various types of exercise (aerobic exercise, isometric exercise). The results of this study showed that 1) near-infrared irradiation to the stellate ganglion might be effective in reducing stress, 2) electrical stimulation to the human body might be effective in reducing stress, and the effect might be enhanced by increasing the number of electrodes, and 3) simultaneous exercise and electrical stimulation might reduce stress more than exercise alone, and moreover might also increase pain threshold.

研究分野：リハビリテーション科学、栄養学および健康科学

キーワード：ストレス 近赤外線 星状神経節 電気刺激 有酸素運動 等尺性運動

1. 研究開始当初の背景

現代社会を生きる人々の多くは、多大なストレスに晒される可能性がある。ストレスは、交感神経活動の亢進を主体とした自律神経活動の変調を誘発し、抑うつ傾向や免疫力低下などに起因した様々な健康問題の発生リスクを高めることにつながる。ストレスの軽減を図るためには、原因となっているストレス要因を排除することが重要であるが、現実的にはストレス要因の根本的な排除が困難な場合も少なくない。

最近、リハビリテーション科学領域において、生体進達性の高い近赤外線を両側の星状神経節に経皮的に照射する手法(以下、近赤外線の星状神経節近傍照射)が注目されている。近赤外線の星状神経節近傍照射は、交感神経節である星状神経節の機能を非侵襲的に抑制することで、交感神経活動の抑制作用を得られることが申請者らの研究により既に解明されている。冒頭で述べた通り、交感神経活動の亢進はストレスと密接に関連している。このため、申請者は「近赤外線の星状神経節近傍照射に伴う交感神経活動の抑制が、ストレスに伴い亢進した交感神経活動を是正し、人が受ける精神的ストレスの程度を軽減し得る」という仮説を立てた。この仮説の根拠として、星状神経節機能の抑制により星状神経節と線維連絡を有する視床下部機能に変容が生じ、脳内ストレス適応機構の一つである視床下部-下垂体-副腎系を介して精神変調を是正することが挙げられる。また、リハビリテーション科学領域で多用されている介入法である各種運動(有酸素運動、等尺性運動)や電気刺激についても、内因性オピオイドシステムなどの内因性疼痛抑制系の賦活を介して、ストレス軽減に寄与し得る可能性があると予想される。しなしながら、これらの仮説や可能性について検証を試みた研究は存在しないのが現状であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、近赤外線の星状神経節近傍照射の他、各種運動や電気刺激がストレスの軽減に貢献し得るか明らかにすることであった。近赤外線の星状神経節近傍照射が、ストレスの程度を軽減し得ることが証明されれば、安全性に優れたストレスマネジメントのための新たな介入法の開発という観点から極めて画期的である。

3. 研究の方法

1) 近赤外線の星状神経節近傍照射を用いたストレス軽減の可能性に関する研究

健常者 17 名を対象として以下の 2 つの実験を実施した。実験 1) 対象者に対して、10 分間の安静座位(馴化時間)を取らせた後、精神的ストレス負荷として 15 分間を内田クレペリン検査を実施し、その後に星状神経節への光線(近赤外線)照射を 10 分間加えた。実験 2) 対象者に対して、実験 1 と同様に馴化時間終了後に精神的ストレス負荷を与えた後、光線照射を伴わない安静を 10 分間取らせた。実験の評価指標として、心拍変動に基づく交感神経活動動態、前頭前野の脳血流量、総合的感情指標の変化を実験間で比較した。さらに、ストレス軽減の指標となり得る末梢血流促進の可能性について検討した。具体的には、健常者 17 名を対象として、安静仰臥位を保った状態で 10 分間の近赤外線照射を実施し、その間の四肢骨格筋血流量を近赤外線分光法を用いて検討した。

2) 電気刺激を用いたストレス軽減の可能性に関する研究

健常者 13 名を対象として、対象者の両側後頸部に電極を貼付し、国際疼痛学会の定義に基づく感覚レベルでの電気刺激(筋収縮なし、周波数 100Hz)と運動レベルでの電気刺激(筋収縮あり、周波数 3Hz)を 30 分間実施した際の心拍変動に基づく交感神経活動動態と主観的なリラクゼーションの程度を検討した。さらに、電気刺激実施時の電極貼付法の違いが、ストレス軽減に及ぼす影響についても検討した。具体的には、貼付する電極の組数を 1 組とする条件(1 組条件)と 2 組とする条件(2 組条件)の 2 条件を設定し、2 組条件については身体の同一側に 2 組の電極を貼付する条件(同側 2 組条件)と身体の両側に 1 組ずつ電極を貼付する条件(両側 2 組条件)を設定した。

3) 運動ならびに運動と電気刺激の同時施行を用いたストレス軽減の可能性に関する研究

健常者 15 名を対象として、電気刺激と運動を同時施行する条件(同時施行条件)、運動のみを施行する条件(運動単独条件)、電気刺激・運動のいずれも施行しない条件(コントロール条件)とし、さらに同時施行条件については、電気刺激の電流強度を運動レベル(すなわち、筋収縮が生じる強度)とする条件(以下、運動レベル同時施行条件)と、電気刺激の電流強度を感覚レベル(すなわち、筋収縮が生じない強度)とする条件(以下、感覚レベル同時施行条件)の 2 条件、計 4 条件を設定した。なお、運動に関しては、有酸素運動に加えて、短時間での運動誘発性疼痛抑制効果を得られることが知られている等尺性運動(運動時間は 2 分間)も採用した。その上で、各条件にて、介入開始から介入終了までの痛覚閾値の変化と、介入中のストレス指標として心拍変動周波数成分に注目した。

4. 研究成果

1) 近赤外線之星状神経節近傍照射を用いたストレス軽減の可能性に関する研究

実験 1 では実験 2 と比較して、交感神経活動の有意な低下と前頭前野の脳血流量の低下傾向が認められた。一方、総合的感情指標については実験間で違いはなかった。さらに、四肢骨格筋血流量に関する検討では、近赤外線之星状神経節近傍照射により四肢骨格筋血流量の増加が認められた。以上の結果から、星状神経節への光線照射はストレス軽減に効果的である可能性が示唆された。

2) 電気刺激を用いたストレス軽減の可能性に関する研究

感覚レベルでの電気刺激と比較して運動レベルでの電気刺激では交感神経活動の抑制効果が高く、かつ主観的なリラクゼーションも得られやすい傾向が認められた。さらに、貼付する電極の組数との関係では、運動レベルでの電気刺激では、同側の同一皮膚分節(デルマトーム)上に 2 組の電極を貼付して実施する場合、対象者の不安やストレスが高まりやすいことが示された。一方、感覚レベルでの電気刺激であっても、左右両側の同一デルマトーム上に電極を 1 組ずつ貼付して実施すると、通常の運動レベルでの電気刺激よりも対象者の不安やストレスも低く抑えられる可能性が示された。従って、電気刺激では、電流強度を感覚レベルとした上で、左右両側の同一デルマトーム上に電極を 1 組ずつ貼付して実施することで、不安やストレスの軽減効果が高まる可能性が考えられた。

3) 運動ならびに運動と電気刺激の同時施行を用いたストレス軽減の可能性に関する研究

痛覚閾値については、コントロール条件と比較して他の 3 条件で同程度の上昇が認められた。一方、心拍変動周波数成分については、コントロール条件と比較して運動単独条件では交感神経活動の有意な上昇が認められたものの、運動レベル同時施行条件と感覚レベル同時施行条件ではコントロール条件と比較して交感神経活動の有意な上昇は認められなかった。以上の結果から、運動と電気刺激(電流強度の強弱は不問)を同時施行することにより、対象者は過大なストレスを受けることなく痛覚閾値の上昇を得られることが示された。なお、この傾向は、有酸素運動と等尺性運動のいずれの運動においても同様に認められた。

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 0件）

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 森山暁, 吉田英樹, 他 | 4. 巻 37 |
| 2. 論文標題 運動レベルで実施される経皮的電気神経刺激(TENS)の刺激強度の違いが即時的な鎮痛効果に及ぼす影響に関する検討 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 理学療法研究 | 6. 最初と最後の頁 30-34 |
| 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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 中村洋平, 吉田英樹, 他 | 4. 巻 12 |
| 2. 論文標題 キセノン光の星状神経節近傍照射を用いた下肢の骨格筋血流量動態に与える影響 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 岩手理学用法学 | 6. 最初と最後の頁 28-34 |
| 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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 原幹周, 吉田英樹, 他 | 4. 巻 35(4) |
| 2. 論文標題 運動レベルで実施される経皮的電気神経刺激(TENS)の即時的な鎮痛効果は周波数とパルス幅の組み合わせにより変化するか | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 理学療法科学 | 6. 最初と最後の頁 515-519 |
| 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4件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 本田聖弥, 吉田英樹, 他 |
| 2. 発表標題 身体の左右対称部位を刺激する経皮的電気神経刺激 (TENS) の鎮痛効果に関する検討 |
| 3. 学会等名 第25回日本ペインリハビリテーション学会学術大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 工藤遼太, 吉田英樹, 他 |
| 2. 発表標題 有酸素運動 (AE) と経皮的電気神経刺激 (TENS) の同時施行が痛覚閾値に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第25回日本ペインリハビリテーション学会学術大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 花田真澄, 吉田英樹, 他 |
| 2. 発表標題 リラクゼーションを目的とした経皮的電気神経刺激(TENS)による運動中のストレス軽減の可能性 |
| 3. 学会等名 第37回東北理学療法学会学術大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森山暁, 吉田英樹, 他 |
| 2. 発表標題 運動レベルTENSの刺激強度の違いが即時的な鎮痛効果に及ぼす影響に関する検討 |
| 3. 学会等名 第27回日本物理療法学会学術大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計3件

| | |
|----------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 吉田英樹 (光線療法を分担執筆) | 4. 発行年 2021年 |
| 2. 出版社 医歯薬出版 | 5. 総ページ数 294 |
| 3. 書名 最新理学療法学講座 物理療法学 | |

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 吉田英樹（編集） | 4. 発行年 2019年 |
| 2. 出版社 メジカルビュー社 | 5. 総ページ数 376 |
| 3. 書名 Crosslink理学療法学テキスト 物理療法学 | |

| | |
|----------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 吉田英樹（光線療法を分担執筆） | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 医学書院 | 5. 総ページ数 376 |
| 3. 書名 標準理学療法学 専門分野 物理療法学（第5版） | |

〔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 |
|---------|---------|
|---------|---------|