

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2008～2009
 課題番号：20700421
 研究課題名（和文）キセノン光線の星状神経節近傍照射を用いた新たな筋力増強法の検討
 研究課題名（英文）A new procedure of muscle strengthening training using transcutaneous xenon light irradiation around the stellate ganglion.
 研究代表者
 吉田 英樹 (YOSHIDA HIDEKI)
 弘前大学・大学院保健学研究科・講師
 研究者番号：20400145

研究成果の概要（和文）：本研究では、キセノン光線の星状神経節近傍照射（Xe-SGI）が上肢筋の筋力増強練習に伴う筋肉痛を軽減し、筋力増強効率を高め得るか検討した。健常例 32 例を対象として、上肢筋の筋力増強練習に Xe-SGI を併用した群（Xe 群：16 例）と筋力増強練習のみの群（16 名：対照群）とに振り分けた。その結果、Xe 群では、対照群と比較して筋力増強練習に伴う筋肉痛の軽減や筋力増強効率の向上が認められた。以上から、上肢筋の筋力増強練習に Xe-SGI を併用することの有用性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：This study investigated whether transcutaneous xenon light irradiation around the stellate ganglion (Xe-SGI) not only reduces muscle pain accompanying muscle strengthening training in the upper extremity (UE) but also improves efficacy of muscle strengthening training in the UE. Out of 32 healthy volunteers who were enrolled in this study, 16 volunteers received a combination of muscle strengthening training in the UE and Xe-SGI (Xe-group), and the other 16 received only muscle strengthening training in the UE (control group). As a result, the further reduction of muscle pain accompanying muscle strengthening training in the UE and improvement in efficacy of muscle strengthening training in the UE were observed in the Xe-group compared with the control group. These results suggest the usefulness of a combination of muscle strengthening training in the UE and Xe-SGI.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,400,000	420,000	1,820,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：キセノン光線、星状神経節、筋肉痛、筋力増強、自律神経機能、皮膚温

1. 研究開始当初の背景

筋力増強練習に伴う筋肉痛は、非常に高い頻度で認められる症状であり、円滑な筋力増強練習の妨げとなる場合も多い。筋肉痛の発生には、筋組織の微細損傷及び炎症や、損傷組織から放出される各種発痛物質、運動に伴う乳酸の蓄積などが関与するが、筋肉痛の予防及び軽減策については、大きな進歩が無い状況であった。

最近、上肢や顔面などに出現した慢性疼痛のリハビリテーションにおいて、キセノン光線の星状神経節近傍照射が試みられており、良好な疼痛軽減効果が報告されている。キセノン光線の星状神経節近傍照射により疼痛が緩和される機序は、照射されたキセノン光線により交感神経節である星状神経節の活動が抑制されることで末梢血管（星状神経節の場合、主に上肢や顔面など）の拡張を生じ、末梢循環が改善された結果、慢性疼痛の原因の一つである各種発痛物質の局所組織からの効果的な除去に繋がるというものであるが、これと同様の現象は前述した筋肉痛の原因物質についても当てはまるのではないかと考えられる。さらに、キセノン光線の星状神経節近傍照射による末梢循環の改善は、筋力増強練習により生じた筋組織の微細損傷の早期回復に必要な酸素等の筋への供給効率を高めることも想定され、結果として筋力増強効率も高められるのではないかと考えられる。このような背景を踏まえると、筋力増強練習にキセノン光線の星状神経節近傍照射を併用することで、より苦痛の少ない効果的な筋力増強が可能になるのではないかと期待された。

2. 研究の目的

前述の背景に基づき本研究では、キセノン光線の星状神経節近傍照射が上肢筋の筋力増強練習に伴う筋肉痛の程度を軽減し、さらに筋力増強効果を高め得るのか否かを解明することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)対象

平成20年度、平成21年度ともに、本研究への参加に対し書面による同意の得られた健康者16名、計32名を対象とした（平成20年度：女性6名、男性10名、 23.6 ± 4.1 歳、平成21年度：女性16名、 22.0 ± 2.4 歳）。

(2)方法

①介入方法

平成20年度、平成21年度ともに、対象者を上肢筋力増強練習後に安静仰臥位での両側の星状神経節近傍への10分間のキセノン光線照射（Xe-SGI）を併用する群（Xe群）と、上肢筋力増強練習のみの群（対照群）に振り分けた。Xe群では、上肢筋力増強練習実施直後にキセノン光線治療器（EXCEL-Xe、日本医広）を用いたXe-SGIを実施した。一方、対照群では、Xe-SGIを伴わない安静仰臥位保持を10分間（コントロール）実施した。なお、上肢筋力増強練習の方法については、平成20年度では「最大随意収縮で10秒間握力計を把持することによる左右の握力増強練習（練習頻度：1回/日、5回/週、2週間継続）」とし、平成21年度では「オールアウトするまでの回数を1セットとした腕立て伏せ（練習頻度：3セット/日、3回/週、5週間継続）」とした。

②評価項目及び方法

平成20年度、平成21年度ともに、各対象者の上肢筋力増強練習開始前及び終了後のダイナモメーター（アイソフォースGT-300、GT-310、GT-315、OG技研）を用いた最大筋力測定（平成21年度：左右の握力、平成22年度：左右の三角筋中部線維、上腕三頭筋、大胸筋）と、Visual Analogue Scale（VAS）を用いた練習実施中に出現する筋肉痛の測定を実施した。さらに、Xe-SGI及びコントロール実施中の自律神経活動に関する評価項目として、心拍計（RS800、Polar）を用いた心拍変動の測定と、放射温度計（Fluke-572、FLUKE）を用いた上肢血流動態の指標である左右の手指皮膚温（測定部位：中指の遠位指節間関節手掌側中央部）の測定を実施した。なお、左右の手指皮膚温測定は、Xe群ではXe-SGI開始より同終了までの10分間、対照群ではコントロール開始より同終了までの10分間において、1分毎に実施した。

③データ分析方法

自律神経活動の指標である心拍変動については、Xe群及び対照群でのXe-SGI及びコントロールの開始時及び終了時での心拍変動データを周波数解析し、交感神経活動の指標である低周波成分と高周波成分の比（LF/HF）を算出した上で、Xe-SGI及びコントロール前後でのLF/HFの差をWilcoxonの符号付順位検定により分析した。また、もう一つの自律神経活動の指標である手指皮膚温については、練習期間中に測定された各対象者の10分間のデータの平均値を算出した

上で、その値について、Xe 群及び対照群での経時的变化を Dunnett の多重比較検定により分析した。

最大筋力については、Xe 群及び対照群での上肢筋力増強練習前後での最大筋力の差を Wilcoxon の符号付順位検定により分析した。

筋肉痛については、Xe 群及び対照群での上肢筋力増強練習実施中に生じた筋肉痛の程度差を Mann-Whitney の U 検定により分析した。

4. 研究成果

(1)自律神経活動について

心拍変動については、平成 20 年度、平成 21 年度ともに、Xe-SGI 開始時の LH/HF と比較して Xe-SGI 終了時の LH/HF の有意な減少が認められ、Xe-SGI により交感神経活動が抑制されることが示された。一方、コントロール前後では、LF/HF の明らかな変化は認められなかった。また、手指皮膚温については、Xe-SGI 実施中は手指皮膚温の低下が抑制されることが示されたが、コントロール実施中は、時間経過に伴う手指皮膚温の明らかな低下が認められた。

Xe-SGI に伴う手指皮膚温低下の抑制は、Xe-SGI に起因した交感神経活動の抑制に伴う上肢血流量の増加を反映したものだと考えられる。

(2)筋力増強効果について

筋力については、平成 20 年度では、Xe 群でのみ練習開始前と比較して練習終了後での最大握力の有意な増加が認められ、上肢筋の筋力増強練習に Xe-SGI を併用することで筋力増強効果が高められる可能性が示唆された。しかし、平成 21 年度では、Xe 群と対照群との間で明らかな筋力増強効果の差が認められず、年度間で結果の乖離が生じた。

平成 20 年度での上肢筋力増強練習の介入期間は 2 週間であったが、この程度の介入期間で生じる筋力の増強には「神経制御の変化（発射する運動単位数の増加や発射頻度の増加、同期化等）」が関与すると考えられる。神経制御の変化は Xe 群、対照群ともに生じていたと考えられるが、Xe 群でのみ最大筋力の有意な増加が認められた理由としては、前述の Xe-SGI に伴う上肢血流量の増加により、対照群と比較して Xe 群では筋肉痛原因物質の効果的な除去や筋組織の微細損傷の回復促進が生じ、結果として最大筋力をより発揮しやすい条件が整っていたことが可能性の一つとして推察される。これに対して、平成 21 年度での上肢筋力増強練習の介入期間は 5 週間であったが、この程度の介入期間で生じる筋力の増強には、前述の神経制御の変化に加えて「筋肥大」が関与してくる可能性も考えられる。平成 21 年度では、上肢筋力増強

練習に Xe-SGI を併用しても明らかな筋力増強効率の向上は認められなかったことから、Xe-SGI の筋肥大への関与は無かったものと推察する。

(3)筋肉痛について

筋肉痛については、平成 20 年度では、Xe 群、対照群ともに上肢筋力増強練習期間を通じて著しい筋肉痛が認められず、2 群間での明らかな筋肉痛の程度差も認められなかった。これに対して、平成 21 年度では、上肢筋力増強練習実施中に生ずる筋肉痛は、対照群と比較して Xe 群で軽減される傾向が認められ、年度間で結果の乖離が生じた。

平成 20 年度での上肢筋力増強練習課題であった「握力増強練習」は、筋収縮様式としては等尺性収縮が中心であると考えられるが、この筋収縮様式では筋肉痛の発生頻度は高くないとの報告がある。これに対して、平成 21 年度での上肢筋力増強練習課題であった腕立て伏せは、筋収縮様式としては求心性収縮と遠心性収縮の反復であり、特に遠心性収縮は筋肉痛を生じやすい筋収縮様式であることが指摘されている。以上の点を考慮すると、遠心性収縮を伴うような上肢筋の筋力増強練習に Xe-SGI を併用することで、前述の Xe-SGI に伴う上肢血流量の増加により筋肉痛原因物質の効果的な除去や筋組織の微細損傷の回復が促進された結果、より苦痛（筋肉痛）の少ない筋力増強練習を実施できる可能性があると考えられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

①鳴海翔太、吉田英樹・他、キセノン光の星状神経節近傍照射が上半身領域の筋力増強効果に及ぼす影響、東北理学療法学、査読有、Vol.22、2010. (in press)

②Hideki Yoshida, Kazuya Nagata, et al., Does instability during standing occur just after transcutaneous xenon light irradiation around the stellate ganglion?, J Phys Ther Sci, 査読有, Vol.21, No.2, 2009, 355-359.

③Hideki Yoshida, Naoya Nagata, et al., Effects of transcutaneous xenon light irradiation around the stellate ganglion on autonomic functions, J Phys Ther Sci, 査読有, Vol.21, No.2, 2009, 1-6.

〔学会発表〕（計 2 件）

①鳴海翔太、吉田英樹、キセノン光線の星状神経節近傍照射が筋力増強効果に及ぼす

影響、第 27 回東北理学療法学会（仙台市、2009 年 12 月 13 日）。

- ②吉田英樹、永田順也・他、星状神経節近傍への経皮的キセノン光照射が四肢末梢皮膚温に与える影響、第 43 回日本理学療法学会（福岡市、2008 年 5 月 15 日）。

〔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：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

吉田 英樹 (YOSHIDA HIDEKI)
弘前大学・大学院保健学研究科・講師
研究者番号：20400145

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：