

伸張性運動後の骨格筋に対する低周波鍼通電療法の効果

An effect of the low frequency electro acupuncture treatment for the skeletal muscle after eccentric exercise

スポーツ医科学研究領域

5008A014-3 小河智裕

研究指導教員：福林 徹教授

【緒言】低周波鍼通電療法(以下 LFEA; Low Frequency Electro Acupuncture treatment)は、生体内に刺入した鍼を電極として通電装置を用いる鍼治療の 1 つであり、1.刺激を定量化できる、2.対象とした筋・神経に確実に刺激できる、等の利点があり、作用として鎮痛作用、循環改善作用があると報告されている。伸張性運動を含む不慣れな運動後、遅発性筋肉痛及び筋損傷による筋力低下、関節可動域の低下、運動筋の腫脹が生じることが先行研究により報告されている。また Ahmadi.etal(2008)の報告により伸張性運動後に局所筋酸素飽和度の低下が生じると報告されている。

伸張性運動後の鍼治療の効果として、遅発性筋肉痛(主観)に対しては、総じて有用であると報告されているが、筋損傷の間接的な指標である筋力低下に及ぼす影響には統一した見解がなく、また局所筋酸素飽和度に及ぼす影響に対して検討した報告は現在のところ見当たらない。

本研究の目的は、実験 1 では、LFEA の循環改善作用がヒトの局所筋酸素動態に及ぼす影響を検討することとした。実験 2 では、伸張性運動後の骨格筋に対する LFEA が遅発性筋肉痛、下肢筋力低下また局所筋酸素動態に及ぼす影響を検討した。

【方法】[実験 1] 低周波鍼通電療法が局所筋酸素動態に及ぼす影響。

下肢に重篤な既往がなく日常運動習慣のない健康成人男性 7 名(年齢 23.5 ± 0.7 歳, 身長 176.1 ± 3.9 cm, 体重 66.4 ± 6.0 kg; 平均 $\pm$ 標準偏差)を対象とした。実験のプロトコールは、安静時測定 10 分間, LFEA 10 分, LFEA 後測定 20 分とした。測定姿勢は、仰臥位安静姿勢とした。局所筋酸素動態の測定は近赤外線分光法装置(以下; NIRS)NIRO-200(浜松ホトニクス

社)を用い、右脚外側広筋(上前腸骨棘~膝蓋骨上端遠位 75%)の部位に NIRS のプローブを貼付した。LFEA はディスポーサブル鍼 J type, No.3(0.20)×60mm(SEIRIN), 通電装置; OhmPulser LF-4800(全医療器株式会社), 刺激周波数:1Hz, 出力波形;非対称性双極パルス, 電流強度; 筋の収縮が確認でき、且つ被験者が心地良いと感じる程度)を施した。本実験では測定部位の光路長を測定しておらず、データの定量化が困難であるため総ヘモグロビン/ミオグロビン量(以下, total-Hb/Mb), 酸素化ヘモグロビン/ミオグロビン(以下, oxy-Hb/Mb)脱酸素化ヘモグロビン/ミオグロビン(以下, deoxy-Hb/Mb)の測定データは測定開始時からの相対的变化量で表した。測定したデータは 1 分間隔の区間平均にした。統計解析は一元配置分散分析, 多重比較検定 Tukey(T)を行った。

[実験 2] 伸張性運動後の骨格筋に対する低周波鍼通電療法の効果。

下肢に重篤な既往がなく日常運動習慣のない健康成人男性 6 名(年齢 21.8 ± 1.9 歳, 身長 172 ± 5.9 cm, 体重 63.3 ± 8.0 kg; 平均 $\pm$ 標準偏差)を対象とした。実験のプロトコールとして、運動課題前, 伸張性運動負荷, LFEA10 分, LFEA 後, 運動課題直後, 運動課題 1, 2, 4, 6 日後に測定を行った。伸張性運動課題は, Leg extension(Nutilus NITRO)を用いて両脚大腿四頭筋に左右両側に行った。伸張性運動課題は(基本姿勢;座位, 可動域; 膝関節伸展 0° から 90° , 角速度 30° , 負荷量; $1 \text{ RM} \times 10 \text{ 回} \times 5 \text{ set}$)とした。測定項目は、圧痛時痛, 下肢筋力, 局所筋酸素飽和度, とした。LFEA は[実験 1]と同様の条件とし、右側に LFEA, 左脚は無刺激側とした。統計解析は、一元配置分散分析, 多重比較検 Tukey(T), 対応のある T 検定を行った。

【結果】

[実験 1] LFEA による局所筋酸素動態の変化を示した。Total-Hb/Mb は最大 $\Delta 4.3 \mu\text{mol/l}$ 増加し、LFEA 終了後 11, 15, 16, 18, 19, 20 分後に有意に高い値を示した($p < 0.05$)。oxy-Hb/Mb は LFEA 終了後最大 $\Delta 5.5 \mu\text{mol/l}$ 増加し、測定終了後まで有意に高い値を示した($p < 0.05$)。deoxy-Hb/Mb は LFEA 終了後、1, 11 分を除き有意に低い値を示した($p < 0.05$)。安静時測定時 10 分間は oxy-Hb/Mb, deoxy-Hb/Mb, total-Hb/Mb の値に有意な差は見られなかった。

[実験 2] 痛み(主観)は、LFEA 側では、LFEA 後まで有意に高い値を示した($p < 0.05$)。無刺激側では運動課題 4 日後まで有意に高い値を示した($p < 0.05$)、LFEA 側と無刺激側の比較の結果、運動課題後 1, 2, 4 日後に LFEA 側が有意に低い値を示した。

下肢筋力は、LFEA 側では、運動課題 1 日後まで有意に低い値を示し($p < 0.05$)、無刺激側では、運動課題 4 日後まで有意に低い値を示した($p < 0.05$)。LFEA 側と無刺激側の比較の結果、運動課題 1, 2, 4 日後に LFEA 側が有意に高い値を示した($p < 0.05$)。

局所筋酸素飽和度は、LFEA 側では、LFEA 後まで有意に高い値を示した($p < 0.05$)。無刺激側は、LFEA 後まで有意に上昇する値を示し、運動課題 4 日後の値は有意に低い値を示した($p < 0.05$)。グループ間の差は、運動課題 4 日後に LFEA 側が有意に高い値を示した($p < 0.05$)。

【考察】[実験 1] Total-Hb/Mb が LFEA 後、有意に高い値を示した。先行研究により、鍼刺激及び LFEA を介する血液量・血流量の増加の作用として、NO を介する成分、軸索反射による CGRP が関与する成分、筋ポンプ作用が報告されており、それらの作用が複合的に関わりあい、本実験において低周波鍼通電療法終了後に有意に高い値を示したことが考えられる。oxy-Hb/Mb が LFEA 後に有意に高い値を示し、deoxy-Hb/Mb が有意に低い値を示したことは、LFEA による筋収縮が終了し、骨格筋での酸素消費が低下し、また骨格筋への酸素供給が起こることで、oxy-Hb/Mb の増加 deoxy-Hb/Mb の低下が生じたも

のと考えられる。

[実験 2] LFEA 側が無刺激側より痛みの早期回復を示した。LFEA を介入することにより痛みのゲートコントロールが作用することで痛みの抑制が生じたものと考えられる。また伸張性運動は、間質液の増加により運動筋の筋内圧を高める。筋内圧が高まるとメカニカルストレス、ケミカルストレスにより痛みが生じる。痛みのグループ間の差において運動課題 1-4 日後に有意な差が見られたことは、LFEA による循環改善により筋内圧上昇を抑制し、遅発性筋肉痛(主観)が有意に減少したと考えられる。

下肢筋力は LFEA 側が無刺激側より痛みの早期回復を示した。運動後 2-3 日後に生じる筋力低下は筋損傷によるものが主因であると考えられる(Proske 2005)。先行研究において塩酸プリパカイン注入筋損傷モデルマウスに対する LFEA は無刺激側と比べ早期の単核細胞数の増加、再生筋線維断面積の拡大する報告。筋挫傷モデルマウスに対する低周波鍼通電療法は、再生筋線維直径の早期の拡大する報告があり、本実験においても伸張性運動後に低周波鍼通電を行うことで微細筋損傷が早期に回復し LFEA 側の下肢筋力の早期回復が起こるものと考えられる。

局所筋酸素飽和度のグループ間の差は、運動課題 4 日後に LFEA 群が有意に高い値を示した。しかし、運動課題 4 日後のみ有意な差が見られ、LFEA 後や運動課題 1, 2 日後に有意な差が見られなかったことから LFEA の影響により局所筋酸素飽和度に影響を与えたとは考えられにくく測定時の気温・湿度を一定にした環境下、またラット等動物を用いたさらなる検討が必要であると考えられる。

【結論】

1. LFEA は通電終了後に oxy-Hb/Mb と total-Hb/Mb を有意に上昇する値を示した。
2. 伸張性運動後の LFEA は遅発性筋肉痛・筋力低下を早期に改善することを示した。