

生理学的指標を用いた経皮的電気神経刺激(TENS)の疼痛軽減効果に関する検証

学籍番号 10M2415 氏名 原 幹周

1. 研究目的

経皮的電気神経刺激(TENS)は、疼痛の軽減を図る治療法として広く活用されている。しかし、TENSの疼痛軽減効果を検証した先行研究では、対象者の主観に依存した評価指標が用いられており、対象者の主観に依存しない生理学的(もしくは客観的)な評価指標を用いた研究は殆ど無い。また、TENSで用いられる刺激パラメータ、特に刺激強度については未だ統一見解が得られていない。以上から本研究の目的は、生理学的な評価指標に基づいたTENSの疼痛軽減効果の検討に加えて、TENSの刺激強度の違いによる疼痛軽減効果への影響を明らかにすることとした。

2. 対象と方法

【対象】 健常者16例(女性7例、男性9例、年齢 21.3 ± 1.0)とした。**【介入】** 対象者は馴化のため安静背臥位を4分間持続した後に、強さ-時間曲線測定装置(CX-31、OG技研)の低周波治療モードを用いて、感覚神経の皮膚分節では第5頸髄となる右上腕二頭筋腱外側部の皮膚に電気刺激を加えることで疼痛を発生させた。電気刺激の刺激条件は刺激強度をNumeric Rating Scale(NRS)で6となる程度、周波数3Hz、オン時間を1秒、オフ時間を60秒に設定し、1分間に1回の頻度で計6回の疼痛を発生させた。TENSは電極を前述の疼痛発生部位と同一の感覚神経の皮膚分節領域(第5頸髄)となる右上腕前外側部の皮膚上に設置し、周波数は100Hz、刺激強度は、高強度と低強度の計2条件を設定した。高強度はTENSによる痛みは伴わないものの、筋収縮が生じる程度の刺激強度とし、低強度は感覚閾値程度とした。TENSは刺激強度に関わらず3回目の疼痛発生の30秒後より開始し、実験終了まで継続した。なお、これら2条件に加えて、TENSを一切実施しない条件(コントロール)も設定した。各条件の実施順序はランダムとし、1日以上間隔を空けて実施した。**【評価】** 疼痛評価の主観的指標として①NRS、生理学的指標として②前頭前皮質の脳血流量、③自律神経活動動態を用いた。①については前述した6回の疼痛のうち、2回目と5回目の疼痛の程度を対象者から聴取し、各条件で2回目から見た5回目のNRSの変化量を算出した。その上で、各条件間でのNRSの変化量の違いをSteel-Dwass法にて検討した。②の指標としては酸化ヘモグロビン量(HbO₂)を採用した。測定には近赤外線分光分析装置(OEG-16、Spectratech)を用い、各条件とも2回目の疼痛発生時のHbO₂の増加量を基準とした、5回目の疼痛発生時のHbO₂の増加量の変化率を算出した。その上で、各条件間でのHbO₂の増加量の変化率の違いをTukey-Kramer法にて検討した。③の指標としては心拍計(RS800CX、Polar)を用いて測定・解析された心拍変動周波数成分の内、交感神経活動の指標である低周波成分(LF)と高周波成分(HF)の比(LF/HF)を求めた。各条件ともTENS開始前2分間のLF/HFを基準とした、TENS開始後2分間のLF/HFの変化率を算出した。その上で、各条件間でのLF/HFの変化率の違いをSteel-Dwass法にて検討した。統計学的検定の有意水準は5%未満とした。

3. 結果

NRSの変化量については、低強度およびコントロールと比較して高強度で有意差を認め、高強度でのNRSの低下量がより大きかった。HbO₂の増加量の変化率については、コントロールと比較して高強度および低強度での有意な低下に加え、低強度と比較した高強度での有意な低下も認め、全体として高強度での疼痛発生時のHbO₂の増加量がより少なくなる結果となった。LF/HFの変化率については、各条件間で明らかな違いを認めなかった。

4. 考察とまとめ

喜納らは、疼痛が発生した場合、疼痛認知に伴い前頭前皮質の脳血流量が増加することを報告している。従って、本研究結果はTENSの疼痛軽減効果を脳血流量の観点から証明していると考えられる。また、TENSの刺激強度については、NRSおよび脳血流量の結果を考慮すると、高強度が最も効果的であったと考えられた。本研究では、これまで対象者の主観に依存することの多かったTENSの疼痛軽減効果を生理学的観点からも証明し得ただけでなく、より効果的なTENSの刺激強度に関する示唆も得られ、TENSのエビデンス確立の観点から意義深いと考えられる。