

O-0492

慢性期脳梗塞症例に対する 1 か月間の機能的電気刺激療法を用いたホームエクササイズは脳活動に影響を与えるか—PET 画像を用いた検討—

久保田雅史¹⁾, 五十嵐千秋¹⁾, 神澤 朋子²⁾, 山村 修²⁾, 渡部 雄大¹⁾, 松尾 英明¹⁾, 嶋田誠一郎¹⁾, 馬場 久敏¹⁾, 辻川 哲也³⁾, 岡沢 秀彦³⁾, 加藤 龍⁴⁾, 横井 浩史⁵⁾

¹⁾福井大学医学部附属病院 リハビリテーション部, ²⁾福井大学医学部附属病院 神経内科,

³⁾福井大学医学部 高エネルギー医学研究センター, ⁴⁾横浜国立大学大学院工学研究院 システムの創生部門,

⁵⁾電気通信大学大学院 情報理工学研究所 知能機械工学専攻

key words 機能的電気刺激・脳梗塞・PET

【はじめに, 目的】

機能的電気刺激 (functional electrical stimulation: FES) は, 運動機能を改善する目的で脳卒中や脊髄損傷後の症例で用いられており, 実際に歩行などの運動機能が改善した報告が散見される。近年では, 電気刺激に伴い体性感覚皮質や島の賦活が報告されるなど, FES が脳活動に与える影響に注目されている。しかし, 実際に FES の治療中及び治療期間前後の脳機能画像を評価した報告は我々が渉猟し得た限りない。ポジトロン断層法 (positron emission tomography: PET) は, 放射性トレーサーを用いて脳血流量を間接的に測定することで, 脳活動の変化を客観的に把握することができる。電気刺激が PET 撮像に影響を与えることはなく, fMRI ほど動きが制約されないことから, FES の脳機能評価として PET は有用である。そこで本研究では, 慢性期脳梗塞症例に対して 1 か月間の FES を用いた home exercise を実施し, その前後の運動課題中の脳活動を PET を用いて評価し, 若干の知見を得たので報告する。

【方法】

症例は発症 3 年以上経過した慢性期脳梗塞症例 5 名である (平均発症期間 7.6 ± 3.7 年, 男性 3 名, 女性 2 名, 平均年齢 61.8 ± 20.1 歳)。本研究は cross-over design とし, FES を用いた home exercise 1 か月間と FES を用いない home exercise を 1 か月実施する期間を作成し, その順序はランダムに規定した。home exercise 開始前及び各時期終了後に PET 撮像と身体機能評価を実施した。脳機能画像評価は $H_2[^{15}O]$ -PET にて測定し, 頭部の過剰な動きを抑制するために頸椎カラーを装着した。PET 撮像は, ①安静, ②随意運動のみ, ③電気刺激のみ, ④随意運動と電気刺激の併用の 4 タスクとし, 3 分間のタスク中の脳血流量を測定した。電気刺激は麻痺側大腿四頭筋に実施し, 電極は内側広筋と外側広筋のモーターポイントに貼り付けた。電気刺激は Carrier 周波数 2000Hz, Burst 周波数を 100Hz, Duty 比 50% の双極矩形波とし, 疼痛は感じないが十分筋収縮が生じる強度とした。運動タスクは下肢伸展運動とし, 最大等速性筋力の 10% の負荷量を抵抗とした。下肢伸展運動は 4 秒間伸展—4 秒間屈曲のリズムとし, 伸展相に電気刺激が同期するよう設定した。各時期前後には身体機能評価として, Hand held dynamometer を用いた等尺性筋力, バランス機能評価である Berg balance scale (BBS), 歩行機能評価を実施した。1 ヶ月間の home exercise は座位での膝伸展運動とし (20 分間 2 セット/日, 5 回/週), FES を用いた時期には運動に合わせて電気刺激を負荷させるようにした。

【結果】

Home exercise 開始前の脳機能画像評価では, 随意運動のみでは対側運動野を中心に血流増大が認められ, 電気刺激のみでは血流増大は認めず, 電気刺激と随意運動の併用では対側感覚野に血流増大領域が拡大していた。比較的麻痺重症例では, 随意運動のみでは両側の運動関連領域の血流が増大していたが, 電気刺激と随意運動の併用により同側脳血流は減少し, 対側運動関連領域に賦活は限局化していた。1 か月間の FES 併用の home exercise 後の PET では, 介入前と同様な運動タスクであるにも関わらず, 随意運動のみで血流増大領域の限局化がみられた。一方, FES 非実施 home exercise 前後ではこの限局化の反応は明確ではなかった。大腿四頭筋等尺性筋力や BBS では, FES 実施 home exercise 期間でも FES 非実施 home exercise 期間でも増加する傾向を認めたが, 各期間で明らかな違いは認められなかった。

【考察】

随意運動のみと比較して電気刺激を併用することにより即時的に感覚野まで賦活範囲が拡大しており, 電気刺激を併用することで感覚入力が増大していることが考えられた。1 か月間 FES を用いた home exercise を実施することで, FES を実施しない時期と比較して明らかな身体機能の変化は見られなかったが, PET 画像では随意運動のみで賦活する範囲が限局化していた。これは, 限局化した脳活動で同一のタスクが行えるよう変化していることを示唆しているのではないかと推測された。

【理学療法学研究としての意義】

脳卒中ガイドラインで FES は推奨されているものの, 実際の臨床で広く使用されているとは言い難い。その理由として FES がもたらす効果が十分解明されていないことが考えられる。本研究では, 慢性期脳梗塞症例においても FES を用いた home exercise によって短期的に脳賦活パターンに変化が生じたことが示され, 理学療法研究として意義が大きいと考えられる。