

**O-0424****学習課題中の体性感覚電気刺激が運動学習と半球間抑制に与える影響**山口 智史<sup>1,2)</sup>, 菅原 憲一<sup>3)</sup>, 前田 和平<sup>2)</sup>, 田辺 茂雄<sup>4)</sup>, 田中 悟志<sup>5)</sup>, 里宇 明元<sup>1)</sup><sup>1)</sup>慶應義塾大学, <sup>2)</sup>東京湾岸リハビリテーション病院, <sup>3)</sup>神奈川県立保健福祉大学, <sup>4)</sup>藤田保健衛生大学,  
<sup>5)</sup>浜松医科大学**key words** 電気刺激療法・機能回復・経頭蓋磁気刺激**【はじめに, 目的】**

随意運動中に体表から感覚閾値強度の電気刺激 (SES) を組み合わせることで, 脳卒中後の麻痺肢の運動機能が, それぞれ単独と比較し, 大きく改善することが報告されている (Laufer et al., 2011)。この運動機能回復には, 左右脳半球における半球間抑制 (IHI) が関与していることが示唆されている (Di Pino et al., 2014)。しかしながら, これまでに随意運動と SES との組み合わせによる, 運動機能の獲得に重要な運動学習と IHI へ与える効果については検討されていない。そこで本研究の目的は, 両者の併用が運動学習と IHI に与える影響について, 健常者において行動実験および電気生理学的手法を用いて検討することである。

**【方法】**

対象は健常成人 16 名 (女性 6 名, 26.5 歳 $\pm$ 3.4) とした。行動実験では, 左側の母指と示指によるピンチ力を変動させることにより, 上下曲線に合わせるトラッキング課題の学習課題を用い, 1 施行 10 分間を 3 回繰り返した (Task 1, Task 2, Task 3)。また, 学習の般化を評価するために, 学習課題の前後において, 学習課題とは異なるトラッキング課題を 2 分間実施した。SES は, 刺激強度を感覚閾値の 1.3 倍とし, 刺激周波数 10 Hz, パルス幅 1 ms とした。刺激部位は, 左第一背側骨間筋 (FDI) とし, 学習課題中は持続的に通電した。また対照条件は, SES を付加しない状態での学習課題とし, すべての対象者で 1 週間以上の間隔をあけて実施した。トラッキング課題と SES の有無の実施順序は, 順序効果を打ち消すために, カウンターバランスを考慮した。

IHI の評価には, 経頭蓋磁気刺激法を用いて, 左右一次運動野を刺激し, 左右の FDI から運動誘発電位 (MEP) を記録した。試験刺激強度は, 全施行を通して MEP が 0.5 から 1 mV の範囲になるように調整した。条件刺激は, 安静時運動閾値の 140% の強度とした。条件-試験刺激間隔は 10 ms および 40 ms とした。また, 皮質脊髄路興奮性の評価として, 学習課題前において安静時 MEP 振幅が 0.5 から 1 mV になる強度を設定し, 全施行を通して同じ強度で刺激を行った。IHI および皮質脊髄路興奮性の評価は, 学習課題の前 (PRE), 学習課題中の 3 回の課題直後 (Task 1 後, Task 2 後, Task 3 後) の計 4 回行った。

データ解析は, 学習効果を検討するために, トラッキングの曲線とマーカーの追跡線との誤差面積 (RMS) を算出した。IHI の解析では, 試験刺激から得られる MEP 振幅に対する, 10 ms および 40 ms での振幅比を算出した。

統計解析は, 学習効果については 2 元配置分散分析 (要因: 条件, time) を用いた。学習の般化を検討するために, 学習課題前後に実施したトラッキング課題の RMS の前後差について, 対応のある t 検定を用いた。IHI および皮質脊髄路の興奮性については, 3 元配置分散分析 (要因: 条件, time, 左右) を用いた。また, 多重比較検定は, Bonferroni 法で補正した対応のある t 検定とし, 有意水準は 5% とした。

**【結果】**

学習効果では, 有意な交互作用  $[F(2, 30) = 5.14, p = 0.012]$  を認めた。多重比較検定では, SES 付加および SES 付加しない条件において, Task 1 と比較して, Task 2 および Task 3 で有意に RMS が減少し, 課題の学習を認めた ( $p < 0.05$ )。条件間の比較では, Task 3 において, SES を付加しない条件と比較して, SES 付加条件で有意に RMS が減少し, 学習の促進を認めた ( $p = 0.03$ )。学習の般化については, SES を付加しない条件と比較し, SES 付加条件で有意に低値を示し, 学習の般化を認めた ( $p = 0.037$ )。IHI では, 40 ms (長潜時抑制) のみで有意な交互作用  $[F(3, 45) = 5.84, p = 0.002]$  を認めた。多重比較検定の結果, SES を付加した左 FDI のみで, PRE と比較して, Task 1 後, 2 後, 3 後のすべてで有意に長潜時抑制が減少し, 対側半球からの脱抑制を認めた ( $p < 0.01$ )。皮質脊髄路の興奮性については, SES を付加した左 FDI のみで, PRE と比較して, Task 1 後, 2 後, 3 後で有意に MEP が増大した ( $p < 0.01$ )。

**【考察】**

学習課題中に SES を組み合わせることで, 運動学習が促進され, この学習は般化された。また刺激筋において皮質脊髄路の興奮性が増大し, 半球間抑制については, 刺激筋に対する対側半球からの長潜時抑制が減少し, 脱抑制を認めた。これらの結果は, 運動療法 (随意運動) に SES を付加することで, 通常の運動療法による回復や運動学習を促進できる可能性を示していると考えられる。今後, 疾患例において検証を進めていきたい。

**【理学療法学研究としての意義】**

本研究は, 学習課題中の SES が運動学習と IHI への与える効果を明らかにした。これは, 脳卒中後の動作学習や機能回復の機序を検討するだけでなく, 治療戦略を考える上でも意義がある。