

経頭蓋交流電流刺激を用いた皮質間ネットワークの強化が運動遂行能力に与える効果

宮口翔太¹⁾、小島翔¹⁾、立木翔太¹⁾²⁾、齊藤慧¹⁾、
大飼康人¹⁾、正木光裕¹⁾、大鶴直史¹⁾、大西秀明¹⁾

1) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所
2) 新潟医療福祉大学大学院 理学療法学分野

【背景・目的】近年、皮質領域の律動的な脳活動を調節できる非侵襲的脳刺激法として経頭蓋交流電流刺激(transcranial alternating current stimulation; tACS)が注目されている。tACSは、頭部に貼付した2つの電極に交流電流を流す手法(図1)であり、電極直下の神経細胞の活動を人為的に調節することが可能である(Helfrich et al., 2014)。本研究は、tACSを用いて一次運動野(M1)および小脳皮質領域を同時刺激することにより、M1と小脳皮質領域間の神経ネットワークが強化され、運動遂行能力が向上するかどうかを明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は健常成人20名(21.5±1.72歳)とし、視覚追従課題(図2)を用いて運動遂行能力を評価した。被験者はPC画面上を上下移動するターゲットに対し、示指外転張力に応じて上下移動する操作マーカーが正確に重なるように示指外転張力を発揮した。課題時間は30秒間とし、ターゲットから逸脱した張力の値と回数の積(以下、課題誤差)を運動成績の指標とした。tACSの刺激強度は1.0 mAとし、70 Hzの周波数で30秒間刺激した。電極面積は25 cm²であった。刺激条件は、①疑似刺激条件、②左M1と右頰部を刺激する条件(M1条件)、③右小脳半球と右頰部を刺激する条件(小脳条件)、④左M1と右小脳半球を刺激する条件(M1小脳条件)の4条件を設定した。各条件介入中に視覚追従課題を行い、課題誤差を比較した。

【結果】一元配置分散分析の結果、各条件の課題誤差の値に有意差は認められなかった。しかし、疑似刺激条件とM1小脳条件における課題誤差との間に負の相関関係が認められた($p = 0.009$, $r = -0.568$)(図3)。また被験者を疑似刺激条件の課題誤差をもとに低値群と高値群に分け、一元配置分散分析にて比較した結果、課題誤差高値群において主効果が認められ($p = 0.013$)、Bonferroni法による事後検定の結果、疑似刺激条件に比べM1小脳条件における課題誤差が有意に低値を示した($p = 0.004$)(図4)。課題誤差低値群においては、有意差は認められなかった。

【考察】先行研究では、異なる皮質領域に存在する神経細胞集団の活動がγ帯域(60-80 Hz)の周波数で同期することによって、皮質間の神経ネットワークが強化されることが報告されている(Lee et al., 2003)。そのため、本研究においても、tACSを用いてM1小脳皮質領域をγ帯域の周

波数で刺激したことによって、運動制御や円滑な運動遂行に関与することが知られている大脳小脳連関の神経ネットワークが強化され、M1小脳条件において視覚追従課題の課題誤差が減少した可能性が考えられた。

【結論】tACSを用いてM1小脳皮質領域をγ帯域の周波数で刺激することで、運動遂行能力が低い人ほど、運動遂行能力が向上することが明らかになった。

【謝辞】本研究は、平成29年度新潟医療福祉大学研究奨励金の援助により行われた。

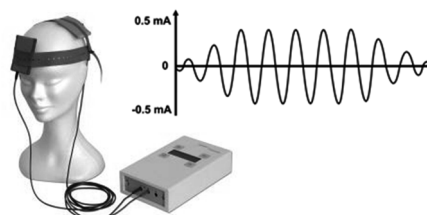


図1. 経頭蓋交流電流刺激

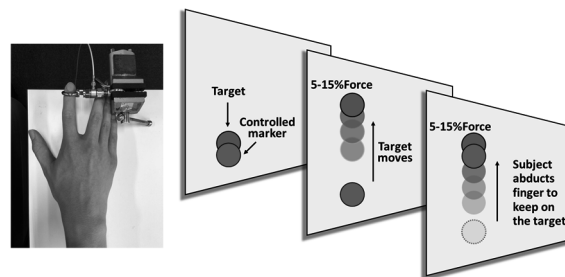


図2. 視覚追従課題

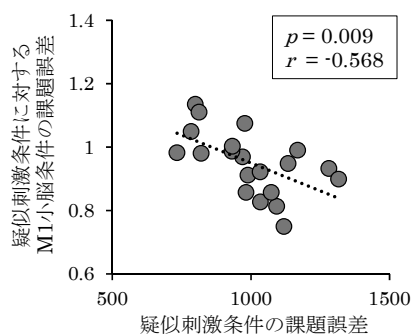


図3. 疑似刺激条件とM1小脳条件における課題誤差の相関関係

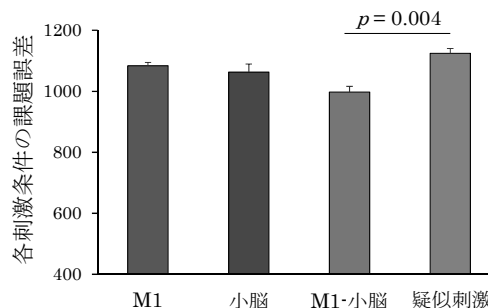


図4. 課題誤差高値群における課題誤差の比較