

P2-B-0774**神経筋電気刺激と経頭蓋直流電気刺激の併用が脊髄相反抑制機構に及ぼす影響**武田 和也¹⁾, 小山総市朗¹⁾, 後山 耕輔¹⁾, 田辺 茂雄²⁾, 櫻井 宏明²⁾, 金田 嘉清²⁾¹⁾河村病院 リハビリテーション部, ²⁾藤田保健衛生大学 医療科学部**key words** 電気療法・経頭蓋直流電気刺激・脊髄反射

【はじめに、目的】中枢神経障害者で見られる痙縮の一要因として、脊髄相反抑制機構の破綻が挙げられる。この脊髄相反抑制機構の改善には、深腓骨神経への神経筋電気刺激(Neuro Muscular Electrical Stimulation, 以下 NMES)が有効とされており、脳卒中患者などにおいて前脛骨筋からヒラメ筋への脊髄相反抑制機構の改善が報告されている。また近年、一次運動野における当該筋支配領域の皮質興奮性が、脊髄相反抑制機構に影響を与えるとされている。そこで我々は、経頭蓋直流電気刺激(transcranial Direct Current Stimulation, 以下 tDCS)と NMES の同時刺激によって、tDCS および NMES 単独と比較してより脊髄相反抑制機構を改善できると仮説を立てた。本研究の目的は、健康成人を対象として電気生理学的手法を用いた仮説検証を行うことである。

【方法】対象は健康成人 9 名 (24.6±1.3 歳)。研究はランダム化、単盲検化、被験者内比較デザインを用いた。条件は tDCS 単独 (tDCS 群)、sham 刺激+NMES (NMES 群)、tDCS と NMES の併用 (同時刺激群) の 3 条件とした。被験者は 3 条件全てに参加し、実験間隔は 1 週間以上空けた。tDCS は DC-STIMULATOR (neuroConn) を用いた。陽極は経頭蓋磁気刺激にて同定した右一次運動野前脛骨筋領域、陰極は左額部に貼付した。刺激強度は 2mA、刺激時間 20 分とした。NMES は日本光電社製電気刺激装置 SEN-8203, SS-140J を用いた。陰極は左深腓骨神経直上、陽極は左前脛骨筋膨隆部に貼付した。パルス幅 250μs、刺激周波数 50Hz、刺激強度は前脛骨筋運動閾値直下、刺激時間 20 分、刺激サイクルは 8 秒 ON-2 秒 OFF とした。tDCS と NMES は同期した。脊髄相反抑制機構は条件-刺激法によって評価した。被験体位は股 110 度屈曲、膝 50 度屈曲、足 10 度底屈とした。条件刺激は NMES と同じ電極を用い、運動閾値の強度で刺激した。試験刺激の陽極は膝蓋骨直上、陰極は脛骨神経直上に貼付した。被検筋は左ヒラメ筋とした。刺激電極と記録電極の間には巻きアースを取り付けた。刺激強度は、安静時 H 反射振幅が最大 M 波振幅の 30% となる強度とした。刺激中の条件刺激なし H 反射振幅 (Htest) は常に一定にした。条件-試験間隔は 2ms (Reciprocal Inhibition, 以下 RI) と 20ms (D1 抑制, 以下 D1) とした。筋電は 5-1kHz のバンドパスフィルタを通した後、サンプリング周波数 2kHz で PC へ保存した。評価項目は RI, D1 とし、刺激前後の変化および刺激中の変化を検討するため、刺激前後に Htest, RI, D1 をそれぞれ 15 回、刺激中の NMES OFF 時に 10 秒間隔で Htest, RI, D1 を 1 回測定した。RI と D1 は Htest に対する Hcond の割合 (Hcond/Htest) を用い、刺激中の RI, D1 は 10 回毎に平均した。統計学的解析は、刺激前後では対応のある t-検定、刺激中は RI と D1 を従属変数とした時間と条件の繰り返しのある二元配置分散分析を用いた (p<0.05)。

【結果】刺激前後の RI は、tDCS 群、NMES 群、同時刺激群でそれぞれ 92.7±10.6% から 97.6±7.9%, 100.8±11.6% から 89.4±16.4%, 99.2±9.7% から 96.1±16.2%, D1 はそれぞれ 80.7±11.3% から 89.5±8.8%, 90.4±20.4% から 81.3±19.7%, 91.6±13.0% から 82.9±13.3% であり、NMES 群のみ RI (p<0.01), D1 (p<0.05) 共に有意差を認めた。一方、刺激中は RI, D1 共に、条件と時間の交互作用 (RI: F (6, 96) = 0.84; P = 0.55, D1: F (6, 96) = 0.17; P = 0.98) は認めず、条件 (RI, F (2, 96) = 0.13; P = 0.88, D1, F (3, 96) = 0.22; P = 0.80), 時間 (RI, F (3, 96) = 0.30; P = 0.87, D1, F (3, 96) = 0.12; P = 0.95) の主効果も認めなかった。

【考察】刺激前後において NMES 群のみ RI, D1 共に有意な改善を認めた。刺激中は、条件、時間共に有意な変化を認めなかった。NMES 群の刺激前後における結果はこれまでの報告と一致するものの、同時刺激群では仮説と異なる結果であった。この結果の要因は明らかではないが、tDCS と NMES を同期することによって NMES による脊髄相反抑制機能の改善効果が打ち消された可能性がある。したがって、本研究の手法を臨床応用するには、tDCS と NMES の刺激タイミングを独立変数としたさらなる研究が必要である。加えて、皮質興奮性の変化も同時に検討する必要があると考える。

【理学療法学研究としての意義】本研究によって、tDCS と NMES の両者を用いた脊髄相反抑制機構の変調は、tDCS と NMES の刺激タイミングが重要となる可能性が示唆された。tDCS と NMES は痙縮を軽減させる理学療法手法として注目されており、新たな介入方法の基礎的知見として本研究の意義は大きい。