

経頭蓋直流電流刺激の効果的な介入方法の検討 - 電極貼付部位および電流強度の影響 -

宮口翔太^{1,2}, 大西秀明², 高井遥菜^{1,2}, 菅原和広²
小島 翔^{1,2}, 松本卓也^{2,3}, 桐本 光², 田巻弘之²

- 1) 新潟医療福祉大学大学院理学療法学分野
- 2) 新潟医療福祉大学運動機能医科学研究所
- 3) 新潟医療福祉大学大学院作業療法学分野

【背景】

経頭蓋直流電流刺激 (transcranial direct current stimulation: tDCS) は、非侵襲的かつ一過性に大脳皮質の興奮性を促進または抑制することが可能であり、中枢神経疾患患者へのリハビリテーションの補助的ツールとして注目されている。tDCS の効果に影響を与える要因として、電流強度や刺激時間、電極貼付部位などが報告されている¹⁾。しかし、tDCS の介入方法の違いによる効果を検討した報告は少なく、tDCS の効果的な介入方法は未だ解明されていないのが現状である。そこで本研究は、電極貼付部位および電流強度の違いが tDCS の効果に与える影響について明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は実験内容を十分に説明し、同意の得られた健常成人 9 名 (22.0±1.0 歳) であった。tDCS は導電性ゴム電極 (5 cm×7 cm) を用いて 10 分間施行した。電流強度は 1 mA および 2 mA を用いた。電極貼付部位は、陽極を左一次運動野領域とし、陰極を対側前額部 (unilateral 条件) または対側一次運動野領域 (bilateral 条件) に貼付する 2 条件とした。tDCS の介入条件は、1) unilateral_1 mA 条件、2) unilateral_2 mA 条件、3) bilateral_1 mA 条件、4) bilateral_2 mA 条件の 4 条件とした。皮質脊髄路の興奮性の評価には運動誘発電位 (MEP) を利用した。経頭蓋磁気刺激装置 Magstim200 および 8 の字コイルを使用し、左一次運動野手指領域の hot spot を磁気刺激し、右第一背側骨間筋より MEP を記録した。磁気刺激強度は、安静時に 1 mV の MEP が誘発される強度とした。各条件において tDCS 介入前 (pre)、介入終了 2 分後 (post-2 min)、10 分後 (post-10 min) に各 12 回の磁気刺激を行い、MEP を計測した。解析対象は、MEP 波形 12 波形の内、振幅が最大および最小の波形を除いた 10 波形を加算平均した波形の最大最小値とした。統計処理には、Bonferroni 多重比較を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】

各条件における MEP 振幅の結果を表 1 および図 1 に示した。bilateral_2 mA 条件において pre に比べ post-2 min の MEP 振幅の値が有意に増大した ($p<0.05$)。他の 3 条件における MEP 振幅の値に有意な変化は認められなかった。

【考察】

本研究結果より、bilateral_2 mA 条件において tDCS 介入後に MEP 振幅が増大することが示された。Nitsche らは、電流強度の違いによる tDCS の効果を検討し、電流強度の増加に伴い介入後の MEP 振幅が増大したことを報告している¹⁾。また Vines らは、電極貼付部位の違いによる tDCS の効果を検討し、unilateral 条件に比べ bilateral 条件において tDCS の効果が高かったことを報告している²⁾。これらの先行研究は本研究結果を支持しており、一次運動野の興奮性増大を目的として tDCS を利用する場合、bilateral_2 mA 条件が最も適していると考えられた。

【結論】

tDCS による皮質脊髄路の興奮性への効果は、電極貼付部位および電流強度に依存することが示され、bilateral_2 mA 条件において最も高い効果が得られることが明らかになった。

表 1 各条件における MEP 振幅の値

| | pre | post-2 min | post-10 min |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| unilateral_1 mA | 0.86 ± 0.05 | 0.94 ± 0.14 | 1.01 ± 0.14 |
| unilateral_2 mA | 0.95 ± 0.06 | 0.81 ± 0.12 | 0.87 ± 0.11 |
| bilateral_1 mA | 0.96 ± 0.05 | 1.05 ± 0.16 | 0.95 ± 0.14 |
| bilateral_2 mA | 0.95 ± 0.04 | 1.17 ± 0.08 | 1.27 ± 0.14 |

mean ± SE
単位: mV

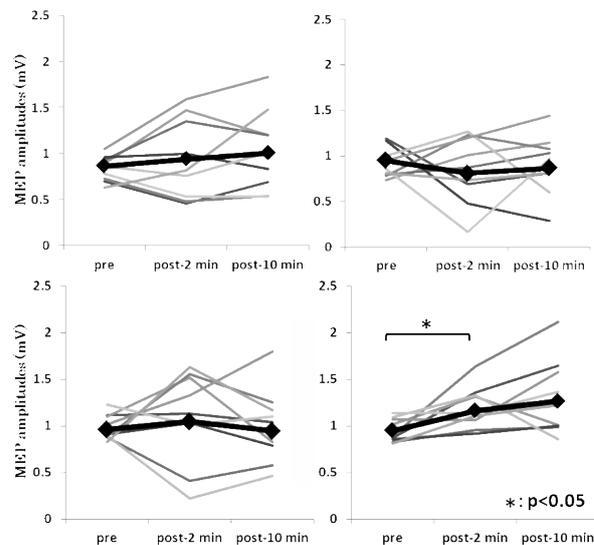


図 1 各条件における MEP 振幅の変化

グレー線は各被験者データを示しており、黒線は平均値を示している。

左上: unilateral_1 mA 条件 右上: unilateral_2 mA 条件
左下: bilateral_1 mA 条件 右下: bilateral_2 mA 条件

【文献】

- 1) M.A.Nitsche, W.Paulus. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *Journal of Physiology*. 2000 ; 527 (3) : 633-639.
- 2) B.W.Vines et al. Dual-hemisphere tDCS facilitates greater improvements for healthy subject' non-dominant hand compared to uni-hemisphere stimulation. *BMC Neuroscience*. 2008 ; 9 (103) : 1-7.