

運動前野への経頭蓋直流電流刺激による 皮質一次運動野・体性感覚野の可塑的機能変化

新潟医療福祉大学医療技術学部 桐本光

大山峰生

大西秀明

九州大学医学研究院 脳研 臨床神経生理 緒方勝也

飛松省三

【背景】

健常者の脳機能を非侵襲的かつ一過性に、興奮性または抑制性に変化させ、その前後の誘発電位の振幅や課題遂行時のパフォーマンスを比較する実験手法は、局所脳障害患者の症例研究に類似した面があることから、脳仮想病変作成法 (virtual lesion patient study) とよばれている¹⁾。この脳仮想病変を作成するツールとして経頭蓋直流電流刺激 (transcranial direct current stimulation: tDCS) が近年注目されている²⁾。tDCS ではターゲットとなる皮質領域に置く電極の極性により、脳機能を興奮性または抑制性に変化させることが可能である。

これまでの先行研究では、一次運動野や体性感覚野に陽極 (Anodal) 刺激を行った場合は刺激電極直下の皮質の興奮性が上昇し、陰極 (Cathodal) 刺激を行ったときは低下することが報告されている^{3,4)}。本研究では運動前野に tDCS を行った前後の一次運動野及び体性感覚野の興奮性の変化を比較することにより、tDCS は刺激電極直下のみならず機能連関のある遠隔部位の興奮性を変化させることができるか否かを検討することを目的とした。

【方法】

健常者 10 名を対象とし、運動前野 (一次運動野の磁気刺激点から 2cm 前方, 3cm 腹側) に tDCS (刺激強度 1mA で 15 分間) を行い、刺激直前、直後、終了 15 分後に第一背側骨間筋から導出される運動誘発電位 (motor evoked potentials; MEP) と、正中神経電気刺激による感覚誘発電位 (somatosensory evoked potentials; SEP) を記録・解析した。運動前野上に置く tDCS の刺激電極の極性は Anodal, Cathodal および Sham の 3 通りで pseudo random な順序で行った。

【結果】

運動前野に対する Anodal tDCS を行った直後、MEP 振幅が低下し、この効果が 15 分後も認められた。反対に Cathodal tDCS 後には MEP 振幅が増大し、15 分後もその効果が確認された。Sham 刺激による MEP 振幅の変化は認められなかった。運動前野に対する Anodal tDCS 後の MEP 振幅は、Cathodal tDCS 及び Sham tDCS 後と比較して有意に低下した。PM に対する Anodal tDCS を行った直後、SEP 振幅は増大し、この効果が 15 分後も認められた。反対に Cathodal tDCS 後には MEP 振幅が低下し、15 分後もその効果が確認された。Sham 刺激による MEP 振幅の変化は認められなかった。運動前野に対する

Anodal tDCS 後の SEP 振幅は、Cathodal tDCS 及び Sham tDCS 後と比較して有意に増大した (図 1)。

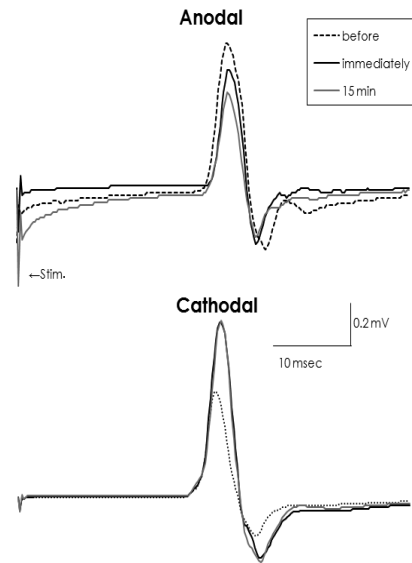


図 1 anodal 及び Cathodal tDCS 前、直後、15 分後における MEP の記録例

【考察】

Anodal tDCS では運動前野から一次運動野に対する抑制性入力が増強され、反対に Cathodal tDCS では脱抑制が生じたと推察した。体性感覚野の興奮性の変化は一次運動野からの入力調節を反映している可能性が示唆された。本研究結果から、tDCS を運動前野に行うことにより一次運動野及び体性感覚野の機能を非侵襲かつ一過性に変化させることが可能であることが確認された。また、tDCS は刺激電極直下のみならず機能連関のある遠隔部位にも興奮性の変化をもたらすことから、大脳皮質の運動関連領域の機能連関を検索するための脳仮想病変作成ツールとして有効であると考えられた。

【文献】

- 1) Walsh V, Cowey A. Transcranial magnetic stimulation and cognitive neuroscience. *Nat Rev Neurosci.* 2000 1(1):73-9.
- 2) Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol (Lond)* 2000;527:633-39.
- 3) Nitsche MA, Doemkes S, Karakose T, Antal A, Liebetanz D, Lang N, et al. Shaping the effects of transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. *J Neurophysiol* 2007;97:3109-17.
- 4) Kaoru Matsunaga, Michael A. Nitsche, Sadatoshi Tsuji, John C. Rothwell. Effect of transcranial DC sensorimotor cortex stimulation on somatosensory evoked potentials in humans. *Clin Neurophysiol* 2004;115:456-460.