

論文内容の要旨

Effects of anodal-tDCS on implicit motor learning and language-related brain function:

An fMRI study

陽極 tDCS による暗示的運動学習と言語関連脳機能への効果：機能的 MRI 研究

日本医科大学大学院医学研究科 精神・行動医学分野

大学院生 中島 創一郎

Psychiatry and Clinical Neurosciences 2021 年掲載予定

【導入】

経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) は、微弱な直流電流を頭蓋の外から与えるニューロモデュレーション法である。手軽に用いることができ、なおかつ非侵襲的に脳機能を調節できるため、様々な可能性を秘めている。例えば、左背外側前頭前野 (DLPFC) の陽極刺激にてうつ状態や認知機能の改善が得られたという報告もあり、治療法の一つとしても期待されている。しかし、tDCS の有効性を示す報告は多くあるものの、その神経基盤に与える影響は明らかにされていない。行動面への影響だけでなく、脳機能への影響も合わせて検証することは意義深いものであると考える。本研究において、私たちは、左 DLPFC で陽極刺激を行った場合の tDCS の効果に関して、機能的 MRI (fMRI) にて脳機能の変化を評価した。脳機能の変化の検証には、左前頭機能を反映する神経心理学的検査の一つである言語流暢性課題 (VFT) を用いた。VFT 施行時の fMRI による左前頭葉を中心とした言語関連脳領域の賦活を検証することにより、tDCS の効果の評価することとした。さらに、運動学習課題の実施を通して tDCS 施行時の行動面の変化に関する評価を行った。加えて、VFT により賦活の得られる前頭前野は運動学習にも関連する領域であることが知られており、tDCS による言語関連脳領域の賦活の変化が、運動学習の成績の変化と相関しているかについても検証した。

【方法】

19 名の健康な被検者を対象とし、最終的に 16 名が解析対象となった (女性 6 名、年齢 23.3 ± 4.3 歳、21~37 歳)。tDCS により 2mA、20 分の刺激を 1 回行った。刺激部位は左前頭の DLPFC 上とした。fMRI による撮影は刺激後 1 時間の時点で行った。撮影の際、VFT を行いながら撮影した。運動学習課題は、serial reaction time task (SRTT)、sequential finger-tapping task (SFTT) の二つを用い、刺激前、刺激中、刺激後に行った。SRTT を計 10 回、SFTT を計 11 回実施した。1 週間以上の間隔を空けて、同一被検者に対して tDCS と sham (刺激なし) を入れ替えて fMRI、運動学習課題を同様に実施した。

【結果】

sham 施行時の賦活に比べ tDCS 施行時に、VFT 実施時の脳賦活が有意に減少した。tDCS による賦活減少部位は、左下前頭回 (IFG)、左海馬傍回、左下頭頂小葉 (IPL) の 3 領域であった。運動学習課題に関しては、SRTT 施行時において、sham 群に比し tDCS 群において反応時間が有意に短縮することが確認された。また、相関解析の結果から、tDCS による脳賦活の減少の程度が大きい被検者ほど SRTT の反応時間が有意に短くなることも確認された。

【考察】

近年の知見から、左 IFG、左海馬傍回、左 IPL に関しては言語関連脳領域であることが示唆されている。tDCS によりこの部位の賦活が低下したことに関しては、脳が効率的に機能できるようになったのではないだろうかと考えている。賦活が小さければより成績が向上し、運動学習の効率が増す可能性が考えられる。また、本研究では、tDCS により SRTT 施行時に成績の向上が認められた。暗示的学習を反映するといわれている SRTT は、左 IFG の機能と強く関係していると考えられている。本研究で tDCS 施行時に左 IFG の賦活が有意に減

少しという知見は、言語関連ネットワークに対する tDCS の作用が暗示的学習に効果を与えた可能性があるのではないかと考えた。

【結論】

本研究では、左 DLPFC 上の陽極刺激を装着した tDCS において、言語関連領域の脳機能の変化と運動学習課題の成績向上が得られた。これらの結果から、左 DLPFC に対する tDCS により言語関連領域の脳機能を効率化させ、暗示的学習能力を向上させる効果がある可能性が示唆された。