

陰極経頭蓋直流電流刺激後の末梢神経電気刺激が皮質脊髄路の興奮性に与える影響

立木翔太¹⁾²⁾、佐々木亮樹¹⁾²⁾、Pham Van Manh¹⁾²⁾、
宮口翔太²⁾、小島翔²⁾、齊藤慧²⁾、犬飼康人²⁾、
正木光裕²⁾、大鶴直史²⁾、大西秀明²⁾

1) 新潟医療福祉大学大学院

2) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

【背景・目的】皮質興奮性が低下している際には、皮質の興奮性を戻そうとする力(ホメオスタティックなメタ可塑性)が働く(Siebner et al.,2004)。陰極経頭蓋直流電流刺激(cathodal tDCS)は、非侵襲的に皮質の興奮性を低下させることができる手法であり(Nitsche et al.,2000)、cathodal tDCSで一次運動野(M1)の興奮性を下げた後、末梢神経電気刺激(PES)を行うことで皮質脊髄路の興奮性が増大しやすくなるとの仮説を立て、皮質脊髄路興奮性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】対象は健常成人15名(22.3 ± 4.0歳)であった。皮質脊髄路の興奮性評価には、経頭蓋磁気刺激によって誘発される運動誘発電位(MEP)を使用した。刺激部位は左M1手指領域とし、右第一背側骨間筋からMEPを導出した。磁気刺激は、介入前に約1mVのMEP振幅値を導出する強度とした。介入はcathodal tDCS条件、PES条件、cathodal tDCS後にPESを行う(cathodal tDCS → PES)条件とした。Cathodal tDCSは左M1に陰極電極、右眼窩上に陽極電極を貼付し、1mAで10分間行った。PESは右手関節部の尺骨神経へ刺激頻度を30Hz、強度を110%運動閾値、4秒on 6秒offのduty cycleで実施した。MEPは介入前(T0)と介入直後、10分後、20分後(T1、T2、T3)に各15回計測を行った。実験手順は図1に示す。解析対象は、MEP振幅値とし、各時間で得られたMEP振幅の加算平均値を算出した。また、T1からT3のMEP振幅値をT0のMEP振幅値で正規化し(MEP ratio)、ウィルコクソンの符号付順位検定を用いて比較した。有意水準は5%とした。

【結果】cathodal tDCS条件において、T2のMEP ratioは75.9 ± 8.1%でありT0に比べての有意な低下が認められた。しかし、PESおよびcathodal tDCS → PES条件では、いずれもMEP ratioの有意な変化は認められなかった。

【考察】本研究より、cathodal tDCSの介入終了後にMEP ratioの有意な低下が認められた。先行研究において、M1に対するcathodal tDCSによって皮質の興奮性低下が生

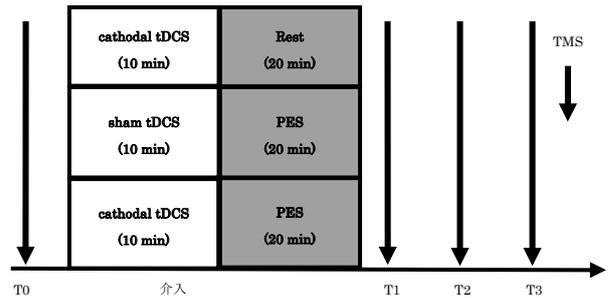


図1. 実験手順

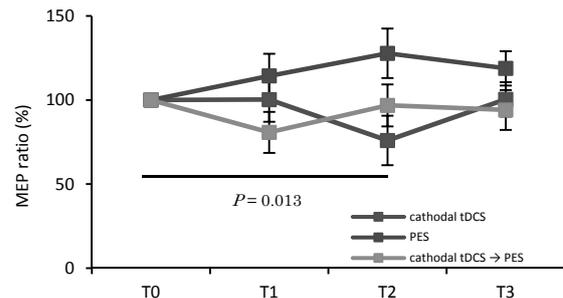


図2. 各介入後のMEP ratioの経時的変化

じると報告されている(Nitsche et al.,2000)。本研究においても、M1の興奮性が低下したことで介入後にMEP ratioが低下したと考えられる。一方、PESでは介入後にMEP ratioの有意な変化が認められなかった。本研究と同様の刺激条件を用いている先行研究では、30分間の介入でMEPの有意な増大を認めている。本研究ではMEP ratioの増大傾向が認められたことから、刺激時間を30分間にすることでMEP増大の有意な効果が得られる可能性があると考えられる。また、cathodal tDCS後のPESではMEP ratioの有意な変化が認められなかった。ホメオスタティックなメタ可塑性を誘導したと報告している先行研究では、事前に介入したcathodal tDCSによるMEP振幅低下が安定して持続している(Siebner et al.,2004)。しかし、本研究で実施したcathodal tDCSでは介入後にMEP ratio低下の一定した持続効果が得られず、先行研究よりもcathodal tDCSの介入効果が小さかったことが考えられる。そのため、本研究のcathodal tDCSによるM1の興奮性低下が、ホメオスタティックなメタ可塑性を誘導する程の皮質の興奮性低下ではなかった可能性が考えられる。

【結論】1mAで10分間の陰極tDCSとPESの組み合わせではホメオスタティックメタ可塑性を利用して皮質脊髄路興奮性を増大させることができないことが明らかになった。