

運動課題中の経頭蓋直流電気刺激が安静時脳活動に及ぼす影響

1240327 柴原 茉那 【身体情報サイエンス研究室】

1 はじめに

ヒトの脳は行動や思考など何もしていない状態でも自発的な脳活動を示しており、この状態を安静時脳活動と呼ぶ。安静時脳活動は運動学習と関係があるとされており、力場環境下の運動学習前後に安静時脳活動を計測した先行研究では、学習前後で安静時脳活動が変化することが示唆されている [1]。また、運動学習時に経頭蓋直流電気刺激 (transcranial direct current stimulation, tDCS) を用いた研究では、tDCS により学習成績が向上することが示唆されている [2]。しかし、運動学習時の tDCS が安静時脳活動へ与える影響についてはまだ十分に解明されていない。

本研究では力場環境下での運動学習前後で安静時脳活動を計測し、到達運動課題中の tDCS が安静時脳活動に及ぼす影響について検討した。

2 実験方法

右利きの健康成人 32 名 (男性 22 名, 女性 10 名, 平均年齢 20.8 歳) に対し、安静時脳活動の計測と到達運動課題を行った。

2.1 安静時脳活動の計測

実験参加者には MRI 装置に入り、画面に表示される十字をリラックスした状態で見てもらった。安静時脳活動の計測は到達運動課題の前後で計 2 回実施し、1 回の計測で 10 分間の撮像を行った。

2.2 到達運動課題

ロボットアームを用いて、開始地点から目標地点へ直線的にカーソルを動かす課題を行った。課題は力場なしの 60 試行 (Null セット), 力場ありの 180 試行 (Learning セット), 力場なしの 120 試行 (Wash Out セット) の合計 360 試行とした。

1 回目の安静時脳活動の計測後、Null セット, Learning セット, Wash Out セットの課題を行い、Wash Out セットの課題後、2 回目の安静時脳活動の計測を行った。

また、Learning セットの課題中に実験参加者の 16 名 (tDCS 群) に対して 2.0mA の刺激を行い、残りの 16 名 (sham 群) には課題の最初だけ刺激を行った。tDCS は陽極を左一次運動野に、陰極を右眼窩上部に配置した。

3 解析方法

実験参加者の脳機能画像を用いて SPM12 の toolbox である CONN を使用し、Seed-to-Voxel 解析を行った。関心領域として運動野と大脳基底核、小脳を対象とし、tDCS 群と sham 群の各群で学習前後の比較を行った。また、学習後のデータで tDCS の有無についての比較

を行った。

4 結果

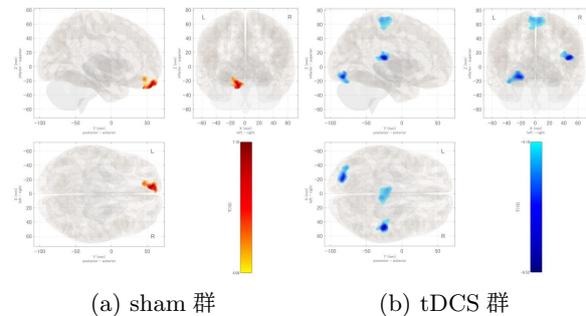


図 1: 関心領域で小脳を選択したときの結合

Seed-to-Voxel 解析の結果、sham 群では学習前後で小脳-前頭葉 (前頭極) (図 1a), 大脳基底核-傍帯状回, 大脳基底核-小脳の結合に有意な正の相関がみられ、大脳基底核-側頭葉 (右側頭極), 大脳基底核-大脳基底核の結合には有意な負の相関がみられた (voxel level $p < 0.001$, uncorrected; cluster level $p < 0.05$, FWE-corrected). tDCS 群では学習前後で小脳-運動野, 小脳-後頭葉, 小脳-側頭葉 (図 1b), 大脳基底核-側頭葉 (左側頭極) の結合に有意な負の相関がみられた (voxel level $p < 0.001$, uncorrected; cluster level $p < 0.05$, FWE-corrected).

tDCS の有無の比較では tDCS 群 $>$ sham 群, sham 群 $>$ tDCS 群のどちらも有意な相関はみられなかった。

5 考察

学習前後の比較の結果では sham 群と tDCS 群で共通の変化がないため tDCS の影響が考えられ、tDCS 群では正の相関がみられなかったことから tDCS は結合を弱めると考えられる。しかし、tDCS の有無の比較で有意差がみられなかったため、tDCS による影響は小さいと考えられる。

参考文献

- [1] Andria J. Farrens, et al., "Changes in Resting State Functional Connectivity Associated with Dynamic Adaptation of Wrist Movements", The Journal of Neuroscience, 43(19), pp.3520-3537, 2023.
- [2] Cuypers K, et al., "Is Motor Learning Mediated by tDCS Intensity?", Plos One, 2013, doi:10.1371/journal.pone0067344.