

安静時脳活動と運動学習のパフォーマンスとの関連性

1190324 坂谷 大輔 【身体情報サイエンス研究室】

1 はじめに

ヒトの脳機能には個人差があり、その個人差によって学習能力に違いが生じる。個人の学習能力を予測することが出来れば臨床などの多くの状況において有用であると考えられる。近年では、EEG を用いて記録した安静時脳波から力場環境下における運動学習度合の予測が可能であったという報告があげられている [1]。本研究では、fMRI を用いて安静時脳活動を計測し、全脳を対象に、安静時脳活動と力場環境下における運動学習との関連性を検討した。さらに、関連の示唆された領域を中心に脳のネットワークを検討した。

2 方法

本研究では、事前に行われた実験から得られたデータを使用して解析を行った。実験は、24 名の被験者（男性 18 名、女性 6 名、平均年齢 21 歳）に対して行われた。安静時脳活動の計測には、MRI 装置、力場環境下における運動学習課題では、ロボットマニピュランダムが使用された。

2.1 実験手続き

各被験者は、目を開いた状態で 10 分間の安静時脳活動の計測が行われた。その後の力場運動学習課題では、開始地点か目標地点への到達運動課題が行われた。力場無しの Null 試行を 50 回、有りの Force field 試行を 250 回、無しの Wash out 試行を 100 回の順に計 400 回が行われた。

2.2 運動学習の評価

運動学習課題で得られたデータから評価指標の作成を行った。前提として各ブロックの本試行を 10 試行ずつ bin に区切ったものとする。また、base line(BL) を Null 試行の全ての bin における平均エラーとする。

表 1 有意差の出た評価指標一覧

FF_score	Force field 試行中の BL+2SD 以上になっている bin 数を表す値。
under BL% all bin	Force field 試行中に何%が BL + 2SD を下回ったかを表す値。
%BL	Force field 試行中の最後の 5bin の平均エラーが BL に占める割合を表す値。
FF 全平均/BL	Force field 試行時の平均エラーが BL の何倍かを表す値

3 解析

SPM8 の DPARSF を用いて、脳画像の前処理および fALFF 画像の作成を行った。また、SPM12 を用いて、mfALFF 画像 (fALFF を全脳平均で割り算したもの) と運動学習データを定量化したそれぞれの評価指標との関連解析を行った。さらに、関連のあった角回を VOI として Functional connectivity 解析を行った。

4 結果

評価指標として FF_score を使用した場合には、角回と FF_score の間に負の相関が認められた ($p < 0.05$)。under BL% all bin を使用した場合には、角回と under BL% all bin の間に正の相関が認められた ($p < 0.05$)。%BL を使用した場合には、小脳と %BL の間に負の相関が認められた ($p < 0.05$) (図 1)。また、FF 全平均/BL を使用した場合には、小脳と FF 全平均/BL の間に負の相関が認められた ($p < 0.05$)。

また、ネットワーク解析を行った結果、角回と後頭葉の間に相関関係が認められた ($p < 0.05$)。

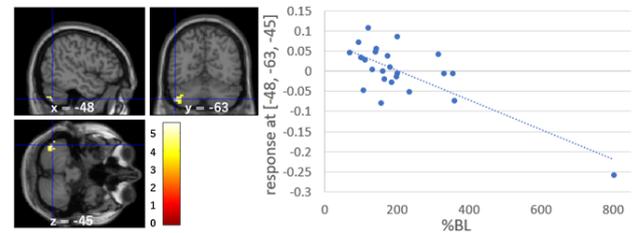


図 1 小脳のレスポンスと %BL の間の負の相関

5 考察

角回の活動と相関が認められたのは、上達の早さを示す評価指標であり、小脳の活動と相関が認められたのは、実験を通してどれだけ上達できたかを示す評価指標である。この結果より、安静時の脳活動において角回が活動しているヒトほど短時間で上達し、小脳が活動しているヒトほど練習を通してより上達できることが示唆された。運動学習との相関の認められた角回と後頭葉に相関が認められたが、これは、視覚の処理に関連した背側皮質視覚路に関連しているのではないかと考えられる。

6 まとめ

本研究では、fMRI を用いて計測した安静時脳活動と計測後に行われた力場環境下における到達運動学習との関連性を検討した。結果として、角回および小脳と運動学習の進み具合に高い相関が認められた。本研究は、角回および小脳の活動が運動学習の運動適応の進み具合を予測できることを示唆した。

参考文献

- [1] Faiman I, Pizzamiglio S, Turner DL, "Resting-state functional connectivity predicts the ability to adapt arm reaching in a robot-mediated force-field", NeuroImage, 14, 494-503, 2018.