

子どもの体力と認知的柔軟性の関係—エラー関連陰性電位に注目して—
The association of childhood fitness to cognitive flexibility: evidence from the
error-related negativity
1K10C438-4 森谷 俊
指導教員 主査 正木 宏明 先生 副査 彼末 一之 先生

【目的】

近年の研究では、習慣的な身体活動や体力の向上が脳の健全な発達に関係していることが示唆されている。事象関連電位を用いた研究では子どもの体力が認知機能の中でも学力と深い関係を持つと考えられている実行機能に関わっていることが示されている。

本研究ではフランカー課題の一致試行と不一致試行の割合を操作し、子どもの体力と認知的柔軟性の関係を検討した。認知的柔軟性を評価する指標には、事象関連電位のエラー関連陰性電位 (error-related negativity: ERN) を用いた。

【方法】

健康な小学生 (8~12 歳) 53 名が実験に参加した。ERN を加算平均する試行数に満たなかった 9 名を除外し、44 名を分析の対象とした。

新体力テストの 20 メートルシャトルランの折り返し回数から、各年齢、性別に応じたパーセンタイル値を算出し、参加者を高体力群、低体力群に分類した。

本研究ではフランカー課題の修正版を使用した。5 匹の魚の絵を横一列に並べて提示し、中央に提示された標的刺激の方向により、左右の第二指でボタンを押し、反応を求めた。両端に提示される妨害刺激が標的刺激と同じ方向を向いている一致試行と反対方向を向いている不一致試行をランダムで提示した。一致、不一致試行の割合が「一致:不一致=7:3」の MC (mostly congruent) 条件と「一致:不一致=3:7」の MI (mostly incongruent) 条件を設定した。条件の順序は参加者間でカウンターバランスを取った。各条件 160 試行×2 セットの計 4 セットを行わせた。

脳波は国際 10-10 法に基づき、頭皮上 64 部位より記録した。反応後 0~100 ms までの最大陰性成分を ERN とした。統計検定にはそのピーク前後 30 ms の平均電位を用いた。統計検定には最大振幅を示した FCz の値を用いた。

行動指標 (正反応率と反応時間) の統計検定には、2 (群: 高体力群, 低体力群) × 2 (条件: MC 条件, MI 条件) × 2 (試行: 一致, 不一致) の分散分析 (analysis of variance: ANOVA) を

使用した。ERN 振幅の統計検定には、2 (群) × 2 (条件) の ANOVA を使用した。有意水準は 5% とした。

【結果】

正反応率、反応時間に関して ANOVA を行った結果、群要因を含む主効果、交互作用は認められなかった。ERN 振幅に関して ANOVA を行った結果、群×条件の交互作用が認められた、 $p = .05$ 。下位検定の結果、低体力群においては、MC 条件と MI 条件で ERN 振幅は異ならなかった、 $p = .4$ 。一方で、高体力群においては MI 条件における ERN 振幅が MC 条件と比較し、小さい傾向が認められた、 $p = .06$ (図 1)。

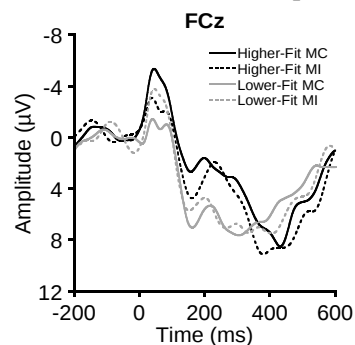


図 1. FCz 部位における ERN 総加算波形
0 は参加者の反応オンセットを示す。

【考察】

体力の高い子どもは MC 条件と比較し、MI 条件において小さい ERN 振幅を示した。ERN の発生源は前帯状皮質 (anterior cingulate cortex: ACC) だとされているので、体力の高い子どもは、MI 条件において ACC の活動が低下していたと考えられる。不一致試行が多く含まれる MI 条件で、不一致試行を効率よく処理するためには前頭前野を活性化させる必要があり、この前頭前野の活性化は ACC の活動の低下を引き起こすことが報告されている。このことから高体力群に認められた MI 条件での ACC の活動の低下 (ERN の低振幅化) は課題条件に対する柔軟な対応 (前頭前野の活性化) を示していると考えられる。一方で低体力群では条件間において ERN 振幅の変化は認められなかった。このことから、本研究は子供の体力が、認知的柔軟性に関係していることを示唆するものである。