

運動負荷が視覚刺激に対する反応時間と抑制機能に及ぼす影響

石坂陸¹⁾、高橋碧希¹⁾、渡邊龍憲¹⁾

1) 青森県立保健大学大学院健康科学研究科

Key Words ① 抑制機能 ② 反応時間 ③ 運動負荷

I. はじめに (または「緒言」等)

近年、本邦において高齢運転者による交通死亡事故が社会問題となっている。免許更新制度の厳格化など、さまざまな対策が講じられているものの、高齢運転者による交通事故は減少しておらず、現行の対策では不十分といえる。高齢運転者特有の事故要因として「ブレーキとアクセルの踏み間違い」が挙げられ、これには「反応抑制機能」が強く関与するとされる。

実験環境における反応抑制機能の評価には、Go/NoGo 課題が広く用いられている。しかし、従来の方法では“安静時”から反応するか否かを求める課題が主流であり、動作中に反応抑制が求められる状況については十分に検討されていない。実際の運転においては、「アクセルペダルの踏み込み動作中に急停止が必要となりブレーキペダルに踏みかえる」場面が発生するため、動作中の反応が重要となる。本研究では、反応抑制機能に関する研究をさらに発展させ、動作実施中の抑制機能の評価することで、新たな運転技能評価システムの開発に資するデータを構築を目指す。

II. 目的

本研究の目的は、「発揮筋力を一定に維持する」動作の実施が、視覚刺激に対する反応時間および抑制機能、その関連脳活動に及ぼす影響を明らかにすることであった。

III. 研究方法 (または「研究の経過」等)

1. 研究方法

右利き健成人 18 名を対象とした。被験者は椅子に座り、力センサーをつまみ動作で把持した。第一背側骨間筋と短母指外転筋に筋電図電極を貼付し、頭皮に国際 10-20 法に従って頭皮に脳波記録用の電極を設置した。被験者の前方のモニターには、被験者自身の発揮筋力値を反映する灰色の横線 (フォース・バー) を呈示した (右図参照)。フォース・バーは発揮筋力の増減に応じて上昇・下降するように設定した。

【実験課題】

単純反応時間課題と Go/NoGo 課題を実施した。

1) 単純反応時間課題

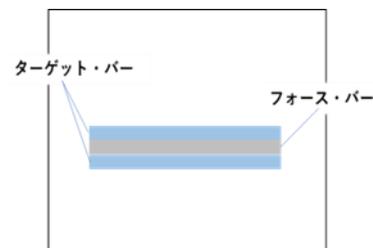
以下の 2 条件を設定した。

① 静止時から発揮筋力を強める条件

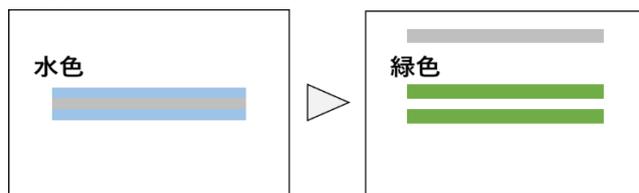
安静状態 (筋力未発揮) で、フォース・バーが水色の 2 本の横線の間にある際、2 本の横線が緑色に変わったら、できるだけ早く発揮筋力を強めるよう指示した。

② 発揮筋力調整課題実施中に発揮筋力を強める条件

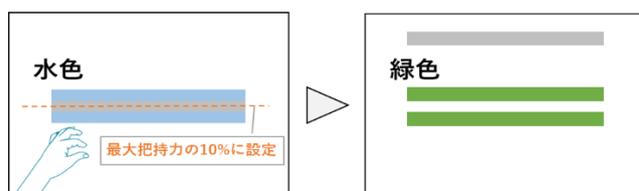
水色の 2 本の横線を被験者の最大筋力の 10% に設定し、発揮筋力を 2 本の横線の間でできるだけ



正確に調整するよう指示した。この状態で2本の横線が緑色に変わったら、できるだけ早く発揮筋力を強めるよう求めた。



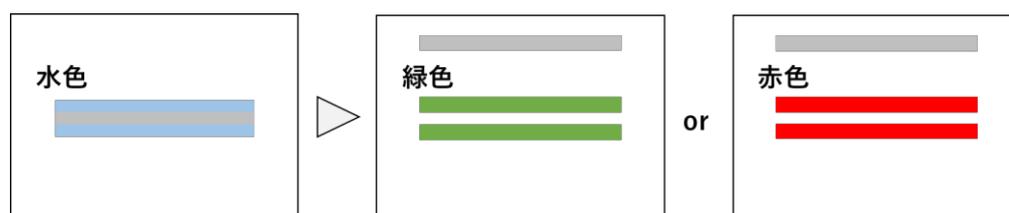
①静止時から発揮筋力を高める場合



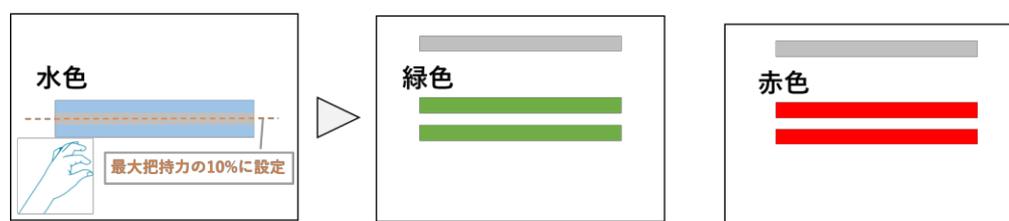
②発揮筋力調整課題中に発揮筋力を高める場合

2) Go/NoGo 課題

単純反応時間課題と同じ条件 (①および②) で Go/NoGo 課題を実施した。被験者には、モニター上のターゲット・バーの色が、水色→緑色 (Go 刺激) の場合に、できるだけ早く発揮筋力を強め、水色→赤色 (NoGo 刺激) の場合に発揮筋力を変えないよう指示した。



①静止時から発揮筋力を高める場合



②発揮筋力調整課題中に発揮筋力を高める場合

2. データ処理

筋電図データから、課題に対する反応時間とエラー率を算出し、課題の種類 (単純反応時間課題と Go/NoGo 課題) と条件 (①と②) を2要因とした反復測定二元配置分散分析を実施した。また、脳波データから事象関連電位を算出し Bootstrap 法により統計学的有意差を検証した。また、多重比較の補正には FDR 法を用いた。有意水準は5%とした。

IV. 結果 (または「成果」等)

反復測定二元配置分散分析の結果、課題に対する反応時間、エラー率ともに課題条件による有意な主効果、交互作用は認められなかった。事象関連電位については、FC z 電極で生じる負の電

位 (N2) において有意な交互作用を認めた。事後検定の結果、動作時条件にて NoGo 刺激時の N2 振幅が有意に増大していた。

V. 考察

反応の抑制が求められる Go/NoGo 課題において、安静時と比較し、動作中に N2 振幅が増大することが明らかとなった。N2 振幅の増大は反応競合の検出に関連すると報告されている¹⁾。また、Go/NoGo 課題において Go 刺激で要求される発揮筋力が大きい場合、NoGo 刺激に対する N2 振幅が増大することが示されている²⁾。したがって、本研究の結果は、動作中に反応抑制を求められる場合、安静時と比較して、より強い反応競合のモニタリングが必要となることを示唆している。

一方、反応時間およびエラー率には有意な差は認められなかった。その要因の一つとして、天井効果が考えられる。本研究の被験者 18 名のうち、12 名がサッカーやバスケットボールなど何らかの運動経験を有していた。先行研究でも、非アスリートと比較してアスリートは反応速度や意思決定課題の成績が優れていることが報告されている³⁾。したがって、本研究の課題は被験者にとって十分な難易度ではなく、その結果、各条件間で有意な差が生じなかった可能性がある。さらに、本研究の対象者は健康若年者であったため、脳活動には変化が生じたものの、適切に処理され、行動指標には影響を及ぼさなかった可能性が考えられる。今後は、高齢者を対象とした研究への発展が期待される。

VI. 文献

- 1) Kopp B, Mattler U, Goertz R, Rist F. N2, P3 and the lateralized readiness potential in a nogo task involving selective response priming. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1996 Jul;99(1):19-27.
- 2) Nakata H, Inui K, Wasaka T, Tamura Y, Akatsuka K, Kida T, Kakigi R. Higher anticipated force required a stronger inhibitory process in go/nogo tasks. *Clin Neurophysiol.* 2006 Aug;117(8):1669-76.
- 3) Michelle W. Voss, Arthur F. Kramer, Chandramallika Basak, Ruchika Shaurya Prakash, Brent Roberts. Are Expert Athletes 'Expert' in the Cognitive Laboratory? A Meta-Analytic Review of Cognition and Sport Expertise. *Applied Cognitive Psychol.* 2010 15:812-826