

博士論文要旨

論文題名：糖質介入が運動による中枢性疲労に与える影響

立命館大学大学院スポーツ健康科学研究科
スポーツ健康科学専攻博士課程後期課程

コニシ カナ
小西 可奈

背景及び目的

スポーツ活動時に目的に適った理想的な動作を行うためには、力調節能力と実行機能が重要な役割を持つ。運動を繰り返し行うあるいは持続する場合、力調節能力や実行機能の低下、いわゆる中枢性の疲労が生じる。その疲労に対して糖質は低減効果を有することが期待される。本研究では、摂食後に実施する運動時に糖質介入を行うことが力調節能力や実行機能の低下を抑制するかを検証し、中枢性の要因に着目した糖質の疲労低減効果を提示することを目的とした。

方法

研究課題 1 では、摂食後に行う運動時に糖質飲料の摂取が力調節能力の低下を抑制するかどうかを検証した。最高酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2peak}$) の 70% に相当する強度での 30 分の自転車運動の前後で、等尺性足底屈曲における最大随意収縮力の 5% に力を調節する課題を行い、30 秒間の発揮張力の標準偏差 (SD) を算出し力調節能力を評価した。また、運動中の血糖値を測定した。

研究課題 2 は、 $\dot{V}O_{2max}$ の 75% に相当する強度での 65 分の走運動時の前後で実行機能を評価した。実行機能の評価には、正答率を制御した Stroop テスト不一致条件の反応時間を用いた。

研究課題 3 は、研究課題 2 と同様のプロトコルにて、糖質飲料マウスリンスが運動による実行機能の低下を抑制するかどうかを検証した。

結果及び考察

研究課題 1 では、運動により発揮張力の SD が増加したが、糖質飲料摂取によりその増加が抑制された。摂食後に実施した運動中の血糖値は飲料摂取条件間で差が認められなかったことから、糖質飲料の摂取は血糖値を介する経路とは無関係に力調節能力の保持に寄与している可能性が考えられる。このことから、糖質飲料の摂取ではなく口内への曝露が力調節能力に影響を及ぼした可能性がある。

研究課題 2 では、力調節能力とともに中枢神経機能の一つである実行機能に着目し、糖質介入の効果を検証するための、運動時の実行機能評価法の妥当性を検討した。その結果、速度と正確性のトレードオフ効果及び学習効果を除外することで、持続的な中高強度運動

による実行機能低下を検出することが出来た。

研究課題 3 では、研究課題 2 で妥当性を得た評価法を用いて、糖質飲料マウスリンスが実行機能に与える影響を検討した。その結果、糖質飲料マウスリンスにより運動後の実行機能の低下が抑制された。

結論

運動時の糖質介入は力調節能力及び実行機能の低下を抑制することが明らかになった。摂食後に行う運動時においても力調節能力や実行機能は低下するため、運動中の糖質介入が必要である可能性が示された。また、糖質を摂取することなく口内への曝露のみで中枢性の疲労（力調節能力や実行機能の低下）を抑制出来る可能性が示された。これらの結果は、運動時の栄養処方ガイドラインにおいてこれまで網羅されていなかった中枢性疲労に有効な栄養介入方法として活用出来る可能性が示された。

Abstract of Doctoral Thesis

Title : The effect of carbohydrate solution on exercise-induced central fatigue

Doctoral Program in Sport and Health Science
Graduate School of Sport and Health Science
Ritsumeikan University

コニシ カナ
KONISHI Kana

Introduction

Force steadiness and executive function play an important role during exercise that require players to optimize their movement in dynamically changing situations. The overall purpose of this study was to examine whether the carbohydrate solution attenuates exercise-induced decline in force steadiness and executive function in fed state.

Methods

In study 1, eight male subjects completed 30-min cycling at 70% $\dot{V}O_{2peak}$ with or without carbohydrate drink ingestion. Force steadiness was assessed by standard deviation (SD) of force fluctuation during low intensity force matching task in isometric planter flexion. Blood glucose level was evaluated during exercise.

In study 2, nine participants completed 65-min treadmill running at 75% $\dot{V}O_{2max}$. Executive function was assessed by reaction time of incongruent trials in the Stroop color and word test before and after each session. The task difficulty was controlled by adjusting the stimulus duration so that each subject could maintain 85% of response accuracy to exclude the effect of a speed-accuracy trade-off.

In study 3, the effect of mouth-rinsing with a carbohydrate solution on exercise-induced decline in executive function was examined with experimental protocol constructed in study 2.

Results and Discussion

In study 1, SD of force during force matching task increased after the exercise, which indicated central fatigue induced by exercise in fed state. Carbohydrate ingestion attenuated exercise-induced increase in SD of force unrelated to change in blood glucose level.

Study 2 revealed that reaction time of incongruent trials increased after the sustained high-intensity exercise when cognitive function was assessed with response accuracy controlled, which indicates a decline in executive function.

In study 3, the reaction time in the incongruent Stroop test increased after exercise with mouth-rinsing with water, while such increase was not obtained with a carbohydrate solution. These findings indicate that mouth rinsing with a carbohydrate solution attenuated the decline in executive function induced by exercise.

Overall, this study demonstrated that carbohydrate solution attenuated the exercise-induced decline in force steadiness and executive function.