

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：35412

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2022

課題番号：21K17560

研究課題名(和文) アイススラリーによる運動能力向上に寄与する中枢性要因及び効果的な摂取方法の検討

研究課題名(英文) Investigation of central factors contributing to improvement of exercise performance by ice slurry and effective ingestion method

研究代表者

鬼塚 純玲 (Onitsuka, Sumire)

広島文化学園大学・人間健康学部・講師

研究者番号：20827349

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、運動前のアイススラリー摂取が認知機能に及ぼす影響について検討した。条件間で初期値に差があったため、認知機能に有意な差は観察されなかったものの、アイススラリー条件は対照条件と同等の反応時間でやや高い正答率を維持していたため、初期値の差がなければ、アイススラリー摂取による認知機能低下の抑制を観察することができた可能性がある。本研究ではコロナ禍の影響もあり、認知機能に及ぼす影響を検討するに留まったが、アイススラリーの摂取により改善する可能性が示唆されたため、今後は実験の精度を高め、認知機能に及ぼす影響を再検討するとともに、効果的な摂取方法についても検討していく予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、より競技現場に即した認知機能を評価する方法を用いて、運動前のアイススラリー摂取が認知機能の低下を抑制する可能性を示唆した。本研究の精度を高め、認知機能の低下を抑制することが立証されれば、これまで結果の不一致や方法論の問題で十分に明らかにされていなかった認知機能に及ぼす影響が明らかになり、アイススラリー摂取によるエルゴジェニック効果のメカニズムを解明する一助となると考えられる。

研究成果の概要(英文)：We investigated the effect of ice slurry ingestion before exercise on cognitive function. Although no significant difference in cognitive function was observed because the difference in initial values between conditions, the ice slurry condition maintained a slightly higher rate of correct answers with the same reaction time as the control condition. Therefore, it is possible that we could have observed the suppression of cognitive function decline by ingestion of ice slurry if no difference in initial values. In this study, we only examined the effect on cognitive function because of the influence of the corona disaster, and suggested that the ingestion of ice slurry may improve it. Therefore, we will reexam the above, and investigate effective ingestion methods.

研究分野：環境運動生理学，スポーツ栄養学

キーワード：アイススラリー 認知機能 暑さ対策

1. 研究開始当初の背景

暑熱環境下における運動時には体温が過度に上昇し、末梢性や中枢性の要因を介して疲労が誘発され、運動能力が低下する (Hasegawa & Cheung, 2013). このような弊害を防ぐには、運動前にあらかじめ身体を冷却する“プレクーリング”という暑さ対策が有効であり、最近ではアイススラリーを用いたプレクーリングが注目されている。運動前のアイススラリー摂取によって持久性運動能力を向上させることが多数報告されているが、その背景にあるメカニズムは十分に明らかになっていない。脳温の低下や報酬などの脳領域の活性化をメカニズムのひとつとして提唱する研究も存在するが (Siegel et al., 2011; Jones et al., 2012; Tan & Lee, 2016), 方法論の問題や結果の不一致など、中枢神経系に及ぼす影響についてはほとんど明らかになっていないのが現状である。そこで、申請者は脳温の低下に着目し、アイススラリーの摂取が顔の皮膚表面を冷却することで脳を冷却するという Siegel et al. (2012) の仮説に基づき系統的に検討を行ってきた。その結果、温暖環境下におけるアイススラリーの摂取は前額部皮膚温を低下させること (Onitsuka et al., 2015), 常温環境下におけるアイススラリーの摂取は脳温を低下させること (Onitsuka et al., 2018) を明らかにした。脳温を測定する装置の制限により研究間で環境条件は異なるものの、これらの研究成果から、アイススラリーの摂取は前額部の冷却により脳へ流入する血液を冷却し、それによって脳を冷却することが示唆された。脳温の過度な上昇は認知機能を低下させ、運動能力の低下や熱中症の発症をもたらすと考えられている (Cheung & Sleivert, 2004). アイススラリーの摂取が脳をプレクーリングできるということは、認知機能に有害な影響が現れるまでの時間を延長することができ、それが運動能力向上の一因になっている可能性が推察される。最近になり、アイススラリーの摂取が認知機能に及ぼす影響を調査した研究成果が 2 編報告されたが、一方は認知機能が改善したことを報告し (Saldaris et al., 2019), もう一方は認知機能が改善しなかったことを報告しており、一貫した結果が得られていない。また、これら 2 つの研究間で使用されている認知課題や課題を実施するタイミングが異なっており、認知機能に及ぼす影響について十分に明らかになっていないと言え難い。

また、アイススラリーの摂取を実際に競技現場で活用していくためには、上述のようなメカニズムを明らかにするとともに、効果的な摂取方法を検討することも重要である。現在まで、いくつかの研究により運動前のアイススラリー摂取がその後の運動中における核心温上昇率を増大させることが示唆されており (Stanley et al., 2010; Siegel et al., 2010, 2011; Yeo et al., 2012), 熱中症発症のリスクを増大させることが懸念される。したがって、効果的な摂取方法を提案するためには、この上昇率の増大を抑制させる方法を検討する必要がある。単純に考えれば、運動中もアイススラリーを摂取することで上昇率の増大を抑制できるであろうが、これまで先行研究では運動前または運動中のどちらかに摂取させており、運動前と運動中の両方に摂取させた研究はほとんどない。Schulze et al. (2016) は運動前および運動中の摂取について検討しているが、運動前にアイスタオルを組み合わせているため、アイススラリー単独の効果はまだ明らかになっていない。そこで申請者は、運動前および運動中のアイススラリー摂取が核心温および前額部深部温 (脳温の指標) に及ぼす影響を調査した。その結果、1) 運動中の継続的な摂取により、運動終盤 (残り 6 分程度) において直腸温の上昇率が抑制されること、2) 運動前の摂取により前額部深部温 (脳温) が低下し、運動中の継続的な摂取によりその低下が維持されることが明らかとなった (Onitsuka et al., 2020). したがって、運動中にもアイススラリーを摂取することで、運動前の摂取のみよりも、1) 直腸温の限界レベルに到達する時間がさらに延長し、運動能力が向上する、2) 脳温の限界レベルに到達する時間がさらに延長し、認知機能の低下が抑制され、運動能力が向上すると考えられるが、運動前および運動中のアイススラリー摂取が運動能力や認知機能に及ぼす影響についてはまだ明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究では上述の学術的問いに答えるため、以下の 2 つを目的とした。

運動前のアイススラリー摂取がその後の暑熱環境下における運動中の認知機能の低下を抑制できるか否か明らかにすること。

運動前および運動中のアイススラリー摂取が暑熱環境下における運動能力および認知機能に及ぼす影響を明らかにすること。

3. 研究の方法

運動前のアイススラリー摂取が暑熱環境下における運動中の認知機能に及ぼす影響

被験者: 健康な成人男性 8 名 (年齢: 20.3 歳 ± 1.3 歳、身長: 171.9 ± 3.9cm、体重: 63.6 ± 6.5kg、
最大酸素摂取量 (VO₂max): 58.2 ± 8.4ml/kg/min、最大運動強度 (Wattmax): 234.4 ± 16.8W)
環境条件: 室温 31.9 ± 0.2 °C, 相対湿度 50.3% ± 0.4%
実験条件: 室温のスポーツ飲料摂取 (CON), アイススラリー摂取 (ICE)

実験内容：運動前 30 分間で室温のスポーツ飲料またはアイススラリーを 7.5g/kg 摂取（5 分毎に 1.5g ずつ摂取）した後、60%VO₂max で 60 分間自転車運動を行った。運動中は、飲料の摂取（脱水予防のため 20 分毎に 2.5g/kg ずつ摂取）や主観的指標の評価以外の時間を除き、常に認知課題を実施した。認知課題は運動前および運動後にも実施した。

測定項目：生理的指標...直腸温、皮膚温（胸部、上腕部、大腿部、前額部）、前額部深部温、心拍数、尿比重、全裸体重
 主観的指標...温熱感覚、熱快適性、主観的運動強度
 認知機能...正答率、反応時間

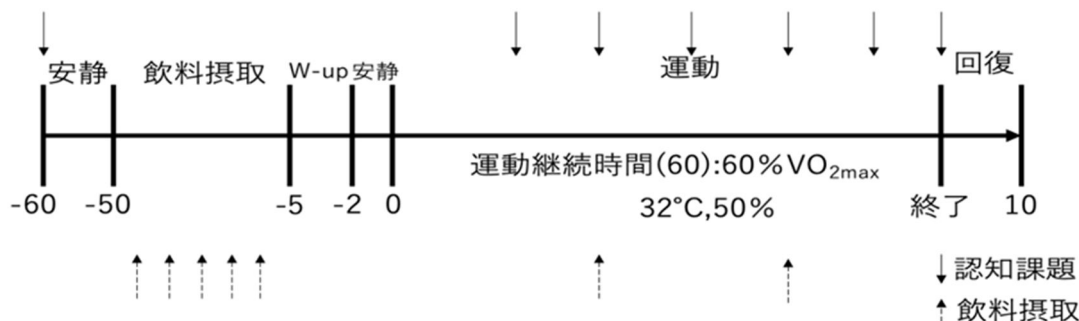


図 1 実験プロトコル

【認知課題】

James et al. (2015) を参考に作成したヴィジランス課題を使用した。ヴィジランスとは注意の焦点を維持し、長時間にわたって刺激に警戒する能力のことで、ヴィジランス課題は持続性注意（集中力）の指標とされている。課題の内容は、はじめに提示された 3 つのアルファベットを覚え、ランダムに出現するアルファベットの中から覚えたものが出てきたときにできるだけ速くかつ正確に反応するよう教示した。1 課題は 300 刺激とし、反応しなければならない target が 33 刺激、non-target が 267 刺激で構成された。

運動前および運動中のアイススラリー摂取が暑熱環境下における運動能力および認知機能に及ぼす影響

コロナ禍の影響により実験の実施が遅れ、研究期間内に完了できなかった。

4. 研究成果

【実験結果】

ヴィジランス課題における正答率の継時的変化を図 2 に、反応時間の継時的変化を図 3 に示した。いずれも条件間で有意な差は観察されなかったが、正答率においては ICE 条件で運動後半（40～60 分）にやや高い値を維持した。

直腸温および前額部皮膚温、温熱感覚はアイススラリーの摂取によって低下し、熱快適性はアイススラリーの摂取によって改善されたが、その他の指標においてアイススラリーの摂取による影響は見られなかった。

【考察】

反応時間においては条件間に差がない一方、正答率においては運動後半（40～60 分）に ICE 条件の方がやや高い値を示したことから、ICE 条件の方が運動後半に高いパフォーマンスを発揮できた、すなわち、アイススラリーの摂取により認知機能の低下が抑制された可能性がある。しかし、いずれもベースラインの値に条件間で大きな差があり、データの精度に課題があったため、実験開始直前にも練習を数回させるなどして再検討する必要があると考えられる。

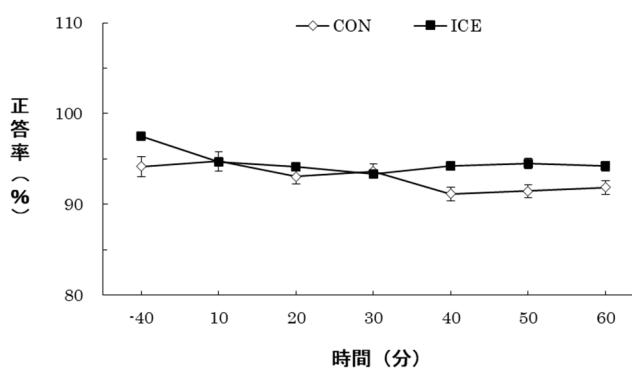


図 2 正答率の継時的変化

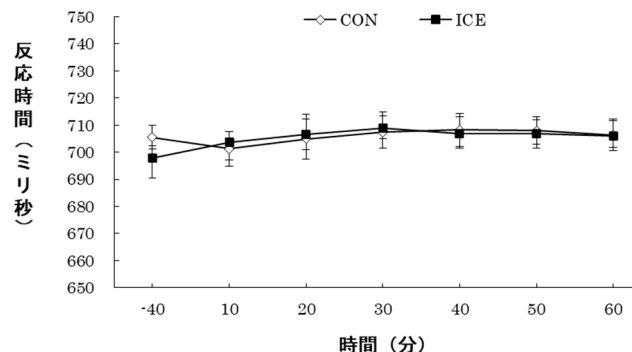


図 3 反応時間の継時的変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鬼塚純玲, 鄭シンエン, 長谷川博
2. 発表標題 運動前および運動中のアイススラリー摂取は暑熱環境下における運動後半の核心温および前額部深部温の上昇を抑制する
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------