

Ice slurry ingestion during break times attenuates the increase of core temperature in a simulation of physical demand of match-play tennis in the heat

Takashi Naito, Hiroyuki Sagayama, Nobuhiko Akazawa, Miki Haramura, Masahiro Tasaki, Hideyuki Takahashi
Temperature 5,4,371-379,2018

Abstract

This investigation assessed the effect of ice slurry ingestion compared to that of cold water ingestion during break times on thermal strain and perception in simulated match-play tennis in the heat. Seven male recreational athletes (age = 22 ± 2 yr, height = 1.72 ± 0.08 m, Body mass = 64.8 ± 6.8 kg) performed two trials in a climate chamber, each time completing 4 sets of simulated match-play. During International Tennis Federation-mandated breaks (90-s between odd-numbered games; 120-s between sets), either ice slurry or cold water were ingested. The rectal temperature, forehead skin temperature, heart rate, rating of thermal comfort and total sweat loss were measured. The change in rectal temperature in the ice slurry trial was significantly lower than that in the cold water trial by game 3 of set 3 ($p = 0.02$). These differences in rectal temperature persisted throughout the remainder of the "match" ($p < 0.05$). Forehead skin temperature, heart rate and rating of thermal comfort were significantly lower in the ice slurry trial than in the cold water trial by the second half of the experiment ($p < 0.05$). Total sweat loss in ice slurry trial is significantly lower than cold water trial ($p = 0.002$). These results suggested that ice slurry ingestion was more effective than cold water ingestion in mitigating the development of heat strain during simulated match-play tennis in the heat.

Introduction

テニスのグランドスラム (Australian open, US open) においては 35°C以上の環境温の中で試合が行われている.Bergeron (2014) によるとハードコートで行われた試合におけるプロテニスプレイヤーの核心温は約 39°Cに到達したと報告している.運動による核心温の上昇は運動パフォーマンスに悪影響を及ぼすだけではなく,暑熱障害が発生する要因にもなる.

様々な種類の冷却方略はゲーム間の規定休憩時間内で行われている.Scharanner et al (2017) と Lynch et al (2017) は署熱環境下における皮膚へのアイスタオルおよび水スプレーが模擬化されたテニスのゲーム間の直腸温および皮膚温の上昇抑制に効果的であったと報告している.しかし先行研究からは,これらの身体外部冷却は筋温まで低下させてしまうことから効果的ではないと示されている.

アイスラリーによる冷却に着目した近年の研究では,署熱環境下における核心温の低下およびスポーツパフォーマンスが向上したと報告している.例として Stevens et al (2013) は体重 1kgあたり 10g のアイ

ススラリー摂取が模擬化された自転車運動において,温水と比較して胃腸内温度の低下および 10km のランニングパフォーマンスタイムが 2.5%向上したと報告している.

本研究の目的は模擬化されたテニスの走運動プロトコルの休息時におけるアイスラリー摂取が冷水摂取と比べて深部体温の上昇抑制に有効かどうかを検討することである.

一部参考:第 32 回運動と体温の研究会 プログラム・予稿集 p5

Methods

○対象者

7名の運動習慣のある健常男性 (年齢=22±2歳,身長=1.72±0.08m,体重=64.8±6.8kg) を対象とした.

○測定上の注意

実験 24 時間前のアルコール,タバコ,カフェイン,高強度の運動,非ステロイド系抗炎症剤,および栄養補助食品の禁止

○測定項目

直腸温,前額部皮膚温,平均皮膚温,心拍数,運動前後の体重,尿比重,RTS(温熱感覚),RTC(温熱快不快),RPE(主観的運動強度)

○介入群

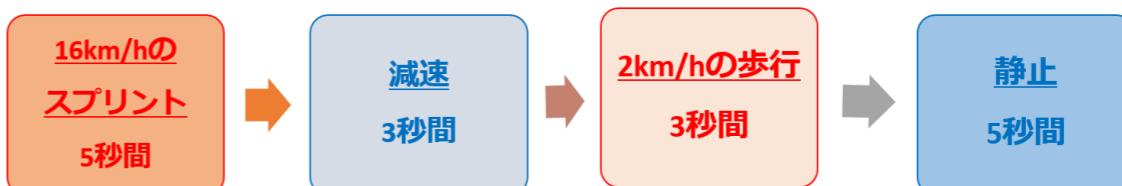
- (1) アイスラリー摂取→1.25gkg⁻¹ (-1°C)を休息時間毎に摂取
- (2) スポーツ飲料(液体)→1.25gkg⁻¹ (アイスラリーと同量)を休息時間毎に摂取
いずれも大塚製薬のポカリスウェットを用いて生成している

○プロトコル

気温を 30.7±0.3°C,湿度を 50.9±4.2%に調整した人工気候室内で実験を行った.(US オープンのコンディションを想定)

なお被験者は事前に 6 時間の絶食および 2 時間前から 500ml の水の自由摂取→尿サンプル採取→裸体重測定→直腸温サーミスタ装着→皮膚温サーミスタ装着→心拍計装着→気候室入室をしている

プロトコルは以下の通りである. (アメリカのエリート男子テニス選手の平均ポイント長に対応する)

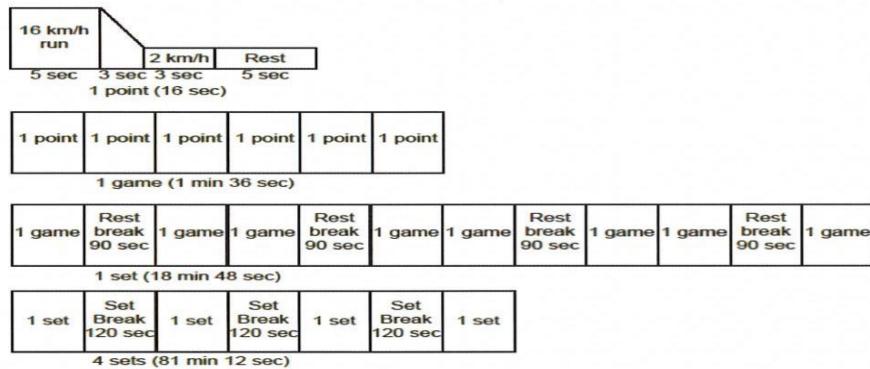


(図 1:テニスを模擬化した走運動プロトコル)

6回の実施で1ゲーム,8ゲームで1セット,4セットで1試合分と規定している
総実施時間は 81 分であった

奇数ゲーム間は 90 秒、セット間は 120 秒の休息が与えられている (ITF 規則) → 試験飲料摂取

FIGURE 1



(図 2: プロトコルと摂取タイミング)

直腸温が 39.5°C を超えるか、疲労困憊な場合はその時点で終了となる

プロトコル終了後、被験者はタオルで体を乾かし再び体重を測定した。

○統計解析

双方向 (飲み物 × 時間) 反復測定分散分析 (ANOVA) を用いて Tre, Tsk, Thead HR, RTS, RTC, RPE,

BM, USG (尿比重) の違いによる変化を分析した。

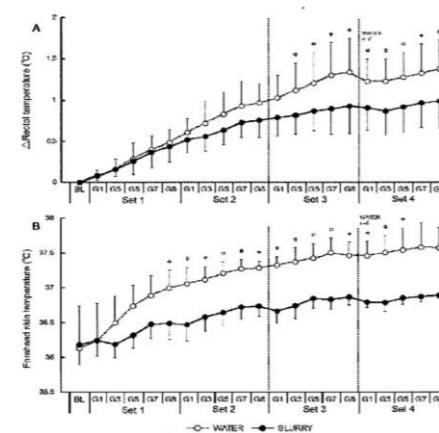
有意差または交互作用が認められたときは Bonferroni の多重比較検定を用いて差を分析した。

コンディションの TSL (Total sweat loss) は t 検定で分析した。

いずれも有意水準は 5% とした。

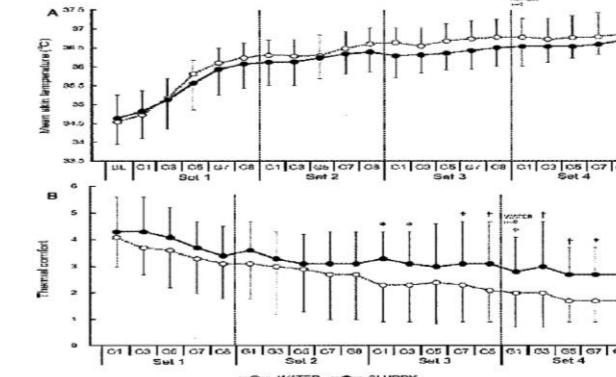
Result

FIGURE2



(図 3: 各摂取群における直腸温および前額部皮膚温の変化)

FIGURE3



(図 4: 各摂取群における平均皮膚温および熱的快適性の変化)

運動期間中に消費した飲料の平均量は 1555 ± 152 g だった。

両方の条件における BM および USG 値 → 有意差はなし

両方の条件における TSL → アイススラリー群で有意に低かった ($p=0.002$)

なおアイススラリー群では全被験者が実験を完了したが、冷水群では 1 人、直腸温が 39.5°C を超えた為、実験を中止した。またアイススラリー群では 3 人の被験者が頭痛を経験した。(冷水群ではなし)

○温度

アイススラリー群における直腸温は 3 セット目の 3 ゲーム目において冷水群と比べ有意に低値を示した。

(図 3)

直腸温における群間の差は運動の終了時まで有意に持続した。前額部皮膚温は 1 セットの 8 ゲーム目から 4 セットの 5 ゲーム目までアイススラリー群のほうが冷水群よりも有意に低値を示した。(図 3)

○心拍数

ベースラインにおいてアイススラリー群と冷水群において有意差はなかった。

しかし 2 セット目から最終セットまでの心拍数はアイススラリー群で有意に低かった。

○知覚

両方の条件における RTS と RPE に有意差は観察されなかった。しかし 3 セットの 1 ゲームではアイススラリー群のほうが被験者はより快適であった。RTC は基本的にアイススラリー群では冷水群より低かった。

(図 4)

Discussion

○本研究の意義

本研究は模擬化されたテニスの走運動プロトコルにおけるアイスラリーもしくは冷水摂取による直腸温の変化を比較した最初の研究である。

本研究からテニスの休息時間にアイスラリーを摂取することは冷水摂取と比べて、テニスの試合後半における直腸温の上昇を抑制するのに著しく効果的であることを示した。

このことから、アイスラリーの摂取はテニス競技においてより低い直腸温を維持する為の効果的な冷却戦略であることが示唆される。

Onituka et al (2018) はアイスラリー摂取によって前頭皮質の温度が低下することを明らかにしており、アイスラリーが前頭皮質の温度に影響を及ぼす可能性があることを踏まえると、テニスなどのラケット競技における中枢性疲労を減衰させる効果的な冷却戦略であると推測される。

また RTC の減少はアイスラリー摂取による口腔および消化管の冷却により快適感が増したことに関係し、脱水症を予防すると示唆される。

○本研究の限界

限界としては、被験者の体力レベルを明らかにしていないこと、ぬるま湯 (fluid ingestion) もしくは流動性のない試行群間で行なっていないこと、実際のテニスコートでは測定していないこと（実際のパフォーマンスが具体的にどのように向上するか）が挙げられ、これらを今後明らかにしていくことが必要である。

Conclusion

テニスを想定した運動の休息時におけるアイスラリー摂取は冷水摂取に比べ、直腸温および前額部皮膚温の上昇を抑制し、総水分損失、心拍数、熱的快適性を減少させる。したがって本研究はアイスラリー摂取が冷水摂取に比べ、模擬化されたテニスの走運動における蓄熱量を軽減させることを明らかにした。

これらのことから、テニス競技におけるアイスラリーの活用は、身体冷却法として有効である可能性が示唆された。