

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 31 年 4 月 11 日現在

機関番号：33909

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K13197

研究課題名（和文）顔面冷却による持久的運動能力改善効果は冷却方法の違いにより影響されるか？

研究課題名（英文）Effect of various face cooling methods on improvement of endurance exercise ability

研究代表者

宮澤 太機（Miyazawa, Taiki）

至学館大学・健康科学部・准教授

研究者番号：80756312

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：顔面冷却のインターバルの違いが持久的運動能力に及ぼす影響，顔面冷却の温度の違いが持久的運動能力に及ぼす影響，顔面冷却による持久的運動能力改善効果に対する運動強度の影響についてそれぞれ検証した。インターバルについては，2分間隔で顔面冷却を実施する方法が4分間隔あるいは顔面冷却なしの方法よりも自覚的運動強度が低く維持されることが明らかにされた。顔面冷却の温度については，0℃での顔面冷却が20℃あるいは顔面冷却なしの方法よりも自覚的運動強度が低く維持されることが明らかにされた。顔面冷却による持久的運動能力改善効果に対する運動強度の影響は認められなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高温環境下における長時間の運動は，末梢および中枢性の要因を介して疲労感を誘発し，運動能力の著しい低下，ひいては熱中症を引き起こす。このような運動能力の低下は，スポーツの競技力や競技成績の低下に直結する。また，建設業や警備業といった屋外労働においても，高温環境下での作業（運動）が熱中症を引き起こす大きな要因となっており，毎年一定数の死者が報告されている。顔面冷却は持久的運動能力の改善効果があることが明らかにされているが，その最適な方法については十分に検証されていない。高温環境下における運動能力の低下や熱中症を予防するための最適な顔面冷却の方法を見出すことは，社会的重要性が高いといえる。

研究成果の概要（英文）：We investigated the effect of difference in interval of short time face cooling, face cooling temperature during 40 min cycling exercise in 35 degree of ambient temperature and 50% of relative humidity. Furthermore, we investigated the effect of difference in exercise intensity for face cooling-induced improvement of endurance exercise ability in hot environment. Rating of perceived exertion were lower in the trial with face cooling conducted at 2 min interval than the trial with face cooling conducted at 4 min interval and without face cooling. Moreover, rating of perceived exertion were lower in the trial with face cooling conducted at 0 degree than the trial with face cooling conducted at 20 degree and without face cooling. There were no effect of exercise intensity for face cooling-induced improvement of endurance exercise ability in hot environment.

研究分野：体温調節

キーワード：顔面冷却 鼓膜温 自覚的運動強度

1. 研究開始当初の背景

夏場などの高温環境下における長時間の運動は、末梢および中枢性の要因を介して疲労感を誘発し、運動能力の著しい低下、ひいては熱中症を引き起こす (Hasegawa et al. *Adv Exerc Sports Physiol* 2008)。2020 年東京五輪の日程が 7 月下旬から 8 月上旬に決定するなど、多くのスポーツ大会やスポーツイベントが夏場に開催されているため、高温環境下における運動能力の低下は、スポーツの競技力や競技成績の低下に直結する。また、建設業や警備業といった身体活動を伴う屋外労働においても、高温環境下での作業（運動）が熱中症を引き起こす大きな要因となっており、毎年一定数の死者が報告されている（厚生労働省：職場における熱中症による死傷災害の発生状況、2015）。以上のことから、高温環境下における運動能力の低下やそれに伴う熱中症の発症を予防する方法を見出すことは、社会的重要性が高いといえる。

顔面を選択的に冷却する顔面冷却は、高温環境下における持続的運動能力の低下を著しく改善する。例えば、高温環境下（29℃）における中等度（75%VO₂max）の自転車こぎ運動中に、冷水スプレーや扇風機を用いて顔面冷却を行うと、疲労困憊までの運動継続時間が顔面冷却をしない場合に比べて約 2 倍に延長することが報告されている (Ansley et al. *Physiol Res* 2008)。また同様の実験条件において（環境温 33℃，運動強度 65%VO₂max），顔面冷却により高温環境下における運動時の中枢性疲労が軽減することを示唆する報告もされている (Mundel et al. *Exp Physiol* 2006)。さらに、顔面冷却による持続的運動能力の著しい改善効果を引き起こすメカニズムの解明に向けた研究が、国内外の多くの研究者により進められており、脳血流量の変化 (Miyazawa et al. *Front Physiol* 2012; Miyazawa et al. *Eur J Appl Physiol* 2013)、潜水反射の影響 (Kjeld et al. *J Appl Physiol* 2009)、脳温の変化 (Nybo et al. *Front Physiol* 2014) などが着目されている。

しかしながら、顔面冷却による持続的運動能力の改善効果に関するこれまでの先行研究は、実際のスポーツ・労働の場面を考慮したものとは言えない。特に顔面冷却の方法において、運動開始から終了まで連続的に顔面冷却を実施している研究がほとんどである。実際のスポーツ・労働の場面では、競技中や作業中に連続的な顔面冷却を行うことは難しく、任意に取得できる小休憩を利用して短時間の顔面冷却を行うことが想定される。したがって、短時間で断続的な顔面冷却の効果やその最適な間隔（インターバル）を検証する必要がある。また、顔面冷却の温度は研究によって異なっており、持続的運動能力の改善に最適な顔面冷却の温度について検証した報告はない。さらには、スポーツ・労働の場面では種目や作業内容により運動強度が異なるが、顔面冷却の効果に対する運動強度の違いを検証した報告もない。したがって、顔面冷却による持続的運動能力の改善効果を、実際のスポーツ・労働の場面で応用するためには、上述したような様々な問題を解決する必要がある。

2. 研究の目的

上記の背景をもとに、本研究では顔面冷却を実際のスポーツ・労働の場面で応用する上で解決すべき問題に着目し、高温環境下における持続的運動能力の低下に対して、より効果的な顔面冷却の方法について検証する。研究期間内には以下のことを明らかにする。

1. 高温環境下における持続的運動能力の低下を改善する最適な顔面冷却のインターバルは？

実際のスポーツ・労働の場面では、連続的に顔面冷却を行うことはできないため、任意に取得できる小休憩を利用して、短時間の顔面冷却を断続的に取り入れることが想定される。短時間の顔面冷却の間隔（インターバル）が長い場合、持続的運動能力に対する改善効果が小さくなることが予想される。高温環境下における持続的運動中に短時間の顔面冷却を様々なインターバルで行い、それらの結果を比較することで、持続的運動能力の低下を改善する最適なインターバルについて検証する。

2. 高温環境下における持続的運動能力の低下を改善する最適な顔面冷却の温度は？

顔面冷却によって引き起こされる潜水反射とは、水中で呼吸ができない場合に末梢血管を収縮させて心臓や脳への血液・酸素供給を維持するために備わっている機能である (Foster et al. *Scand J Med Sci Sports* 2005)。顔面冷却の温度が顕著に低い場合、潜水反射が強く刺激されることによって末梢の血流が著しく低下し、活動筋への血流が阻害され持続的運動能力の低下につながる可能性も考えられる。反対に、顔面冷却の温度が高ければ持続的運動能力の改善効果は得られないだろう。高温環境下における持続的運動中に様々な温度で顔面冷却を行い、それらの結果を比較することで、持続的運動能力の低下を改善する最適な顔面冷却の温度について検証する。

3. 高温環境下における顔面冷却が及ぼす持続的運動能力への効果に運動強度の違いはあるか？

実際のスポーツ・労働の場面における運動強度は、種目や作業内容によって異なる。特に高強度運動では、中枢性あるいは末梢性の疲労による運動能力の低下が顔面冷却による改善効果を上回り、顔面冷却による持続的運動能力の改善効果が得られない可能性がある。高温環境下における様々な運動強度での持続的運動中に顔面冷却を行い、それらの結果を比較することで、顔面冷却が及ぼす持続的運動能力の改善効果が運動強度によって異なるかを検証する。

3. 研究の方法

課題 1. 高温環境下における持続的運動能力低下を改善する最適な顔面冷却のインターバルを

検証

高温環境下における持続的運動中に短時間の顔面冷却を様々なインターバルで行い、それらの結果を比較することで、持続的運動能力の低下を改善する最適なインターバルについて検証する。

【方法】高温環境（温度 35℃，湿度 50%）に設定した人工気候室内で、自転車エルゴメータを用いた自転車こぎ運動を中等度（60～80%V02max）の運動強度で 40 分間実施する。運動中に、顔面冷却をしない条件、短時間（10 秒以内）の顔面冷却を 2 分、4 分毎に実施する条件でそれぞれ実験を行い、各種パラメータを比較する。

課題 2．高温環境下における持続的運動能力の低下を改善する最適な顔面冷却の温度を検証

高温環境下における持続的運動中に様々な温度で顔面冷却を行い、それらの結果を比較することで、持続的運動能力の低下を改善する最適な顔面冷却の温度について検証する。

【方法】高温環境（温度 35℃，湿度 50%）に設定した人工気候室内で、自転車エルゴメータを用いた自転車こぎ運動を中等度（60～80%V02max）の運動強度で 40 分間実施する。運動中に、顔面冷却をしない条件、短時間（10 秒以内）の顔面冷却を 0℃，20℃ の水温で実施する条件でそれぞれ実験を行い、各種パラメータを比較する。

課題 3．高温環境下における顔面冷却が及ぼす持続的運動能力への改善効果に対する運動強度の影響を検証

高温環境下における様々な運動強度での持続的運動中に顔面冷却を行い、それらの結果を比較することで、顔面冷却が及ぼす持続的運動能力の改善効果が運動強度によって異なるかを検証する。

【方法】高温環境（温度 35℃，湿度 50%）に設定した人工気候室内で、自転車エルゴメータを用いた自転車こぎ運動を低強度（40～60%V02max），中等度（60～80%V02max）の運動強度で 40 分間実施する。運動中に、顔面冷却をしない条件と短時間（10 秒以内）の顔面冷却を実施する条件でそれぞれ実験を行い、各種パラメータを比較する。

<測定項目（実験 1～3 の実験で共通）>

自覚的運動強度，深部体温（鼓膜温），皮膚温（前額，胸部，上腕，大腿，下腿），体重減少量，酸素摂取量，換気量，呼吸数，心拍数。

4．研究成果

顔面冷却の時間や温度について均一性や再現性の高い設定が可能になる新たな顔面冷却システムの開発を試みたが、実現しなかった。そこで、先行研究を参考にし、冷水に浸けたタオルを顔面にあてる方法により顔面冷却を実施することとした。

高温環境（温度 30～35℃，湿度 40～60%）に設定した人工気候室内で、自転車エルゴメータを用いた自転車こぎ運動を中等度（60～80%V02max）の運動強度で 40 分実施した。運動中に、顔面冷却をしない条件、短時間（10 秒以内）の顔面冷却を 2 分、4 分毎に実施する条件でそれぞれ実験を行い、各種パラメータを比較した。深部体温の指標である鼓膜温に差は認められなかったが、自覚的運動強度において、顔面冷却 2 分の試行で最も低く維持され、次いで顔面冷却 4 分の試行が低く、顔面冷却をしない試行では最も高く維持される結果が得られた。

高温環境（温度 30～35℃，湿度 40～60%）に設定した人工気候室内で、自転車エルゴメータを用いた自転車こぎ運動を中等度（60～80%V02max）の運動強度で 40 分実施した。運動中に、顔面冷却をしない条件、短時間（10 秒以内）の顔面冷却を 0℃，20℃ の水温で実施する条件でそれぞれ実験を行い、各種パラメータを比較した。深部体温の指標である鼓膜温に差は認められなかったが、自覚的運動強度において、顔面冷却 0℃ の試行で最も低く維持され、顔面冷却 20℃ および顔面冷却なしの試行では差がみとめられなかった。

高温環境（温度 30～35℃，湿度 40～60%）に設定した人工気候室内で、自転車エルゴメータを用いた自転車こぎ運動を低強度（40～60%V02max），中等度（60～80%V02max）の運動強度で 40 分実施した。運動中に、顔面冷却をしない条件と短時間（10 秒以内）の顔面冷却を実施する条件でそれぞれ実験を行い、各種パラメータを比較した。顔面冷却の効果に対し、運動強度の違いの影響は認められなかった。

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：

発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6．研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。