

令和 4 年 4 月 21 日現在

機関番号：15401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K24313

研究課題名（和文）競技間の休息におけるリウォームアップと外部保温器具の併用の効果検証

研究課題名（英文）Effects of combined heat maintenance strategies during half-time on exercise performance and physical responses

研究代表者

柳岡 拓磨（YANAOKA, TAKUMA）

広島大学・人間社会科学研究科（教）・准教授

研究者番号：20846951

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）：球技系競技において、高強度運動パフォーマンスを維持することは勝敗に関わる重要な要素である。しかし、ハーフタイム中に安静を保つことで、体温・筋活性・エネルギー代謝が低下し、高強度運動パフォーマンスが低下する。本研究では、休息中にウォーミングアップを行うこと（リウォームアップ）および外部保温器具を用いた体温保持の併用が体温・筋活性・エネルギー代謝および運動パフォーマンスに与える影響を検討した。その結果、リウォームアップによってその後の筋活性・エネルギー代謝が向上し、外部保温器具によって体温が維持されることが明らかになった。しかし、2つの介入による運動パフォーマンスの相乗効果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

球技系競技のハーフタイムにおいて、実用性の高いリウォームアップ・プロトコルによって、その後の運動パフォーマンスが維持されたことが臨床的に意義深い。また、そのメカニズムを網羅的に検証できた点で学術的な価値が高い。

また、リウォームアップによる体温の維持は達成されなかったが、外部保温器具と組み合わせることで体温が維持された。体温低下はスポーツ外傷のリスク増加の要因であり、競技者の安全の担保にも貢献する。

研究成果の概要（英文）：Maintaining high-intensity exercise performance is an important factor to impact on match outcome in intermittent team sport competitions. However, resting during half-time decreases body temperatures, muscle activity, and energy metabolism, resulting in reduced high-intensity exercise performance at the initial part of the second half. In this study, we examined the effects of warming up during half-time (re-warm up) and wearing external warming devices on body temperature, muscle activity, energy metabolism, and exercise performance. The results showed that the re-warm up increased subsequent muscle activity and energy metabolism, and the wearing external warming device maintained body temperature. However, the combined approach did not appear the most beneficial for exercise performance.

研究分野：運動生理学

キーワード：球技系競技 ハーフタイム Re-warm up 体温 筋酸素動態 筋電図 エネルギー代謝 コンディショニング

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

間欠性球技系競技において、スプリントと定義される時速 21 km 以上の走行距離は、負けた試合と比べ、勝った試合において長いことから(1)、スプリントパフォーマンスを維持することは重要な要素の一つである。サッカーにおいて、後半開始後のスプリントパフォーマンスの低下はハーフタイム中の体温の低下に関連していることが報告されて以降(2)、体温の維持を目的にハーフタイム中に改めてウォーミングアップ (Re-warm up: RW) を行い、後半開始後のスプリントパフォーマンスが維持されるか検討されてきた。2018 年の Silva らによる総説によって、7 分間・最大心拍数の 70%の運動強度で行う RW はハーフタイム中の体温の低下を抑制し、後半開始後のスプリントパフォーマンスを維持するという結論が得られた(3)。一方、臨床応用の観点では、実際の試合において RW を実施しているチームは 60%程度であり、RW の実施していない最も大きな要因はハーフタイム中の時間的制約であることがアンケート調査により明らかになっている(4)。そこで申請者は RW の時間短縮に着目し、球技系競技の模擬自転車運動を用いて、短時間の RW がハーフタイムを想定した休息後のスプリントパフォーマンスに与える影響を検討した。その結果、1 分間・最大酸素摂取量の 90%の強度 (90% VO_{2max}) で行う RW は、1) その後のスプリントパフォーマンスの低下を抑制し、2) そのメカニズムは、筋活性・好気性代謝の亢進であることを明らかにした(5)。しかし、この研究では、自転車運動での結果であり、実際の競技を模擬した切り返しを含む間欠性運動でも同様な結果が得られるか、さらなる検証が必要であった。

また、研究課題の一つである休息中の体温の低下は、休息後の非接触型(肉離れ等)の負傷リスクの増加に繋がる(6)。したがって、運動パフォーマンスの維持の有無に関わらず、休息中の体温保持の方策を検討する必要がある。一方、前述の研究では、RW によって体温の維持が難しいことが明らかとなった(5)。外部保温器具を用いた受動的加温(Passive Heating: PH)は体温保持の方法として知られており、競技間の休息中に用いることで休息中の体温保持が達成される(7)。さらに、7 分間・最大心拍数の 70%の運動強度で行う RW と 15 分間の PH を組み合わせることで、運動パフォーマンスに相乗効果が得られることが報告されている(7)。しかし、我々が明らかにしてきた実用的なプロトコルの RW (1 分間・90% VO_{2max}) と組み合わせる場合にも相乗効果が得られるかは不明である。

2. 研究の目的

前述の背景から、本研究の目的は、1) 我々が明らかにした 1 分間・90% VO_{2max} で行う RW の効果がサッカーを模擬した切り返しを含む間欠性運動でも認められるか、2) 1 分間・90% VO_{2max} で行う RW と PH を組み合わせることで、運動パフォーマンスに相乗効果が得られるか、検討することとした。

臨床応用の観点から効率・効果的なハーフタイムのコンディショニング方法をそのメカニズムを含め明らかにする本研究の試みは、申請者が独自に発展させてきた研究課題であり、学術的独自性が高い。さらにこの研究成果は、球技系競技の試合のみならず、全てのスポーツ競技への波及効果が期待される。具体的には、全てのスポーツ競技において練習中に存在する休息に本研究の成果を用いることで、質の高い練習の提供・休息後の負傷リスクの低下を可能にする。従って、日本人選手の国際大会での活躍をサポートする重要な知見になりえる。

3. 研究の方法

研究の目的を達成するために、2 つの実験を行った。1 つ目の実験では、サッカー競技を模擬した運動として知られている Loughborough Intermittent Shuttle Test (8) を 45 分×2 セット行い、セット間の 15 分間のハーフタイムにおいて、1 分間・90% VO_{2max} で行う RW もしくはコントロール試行として安静座位のどちらかを行った(図 1)。Loughborough Intermittent Shuttle Test 内のスプリントパフォーマンス、膝関節屈曲の等尺性筋力、胃腸温、大腿二頭筋の筋活動、心拍数、主観的疲労度を測定した。

2 つ目の実験では、RW の効果検証のために先行研究で用いられている Repeated Sprint Ability test (5 秒間のスプリントを 20 秒間の休息を挟み 6 セット) を 15 分間の休息を挟み、2 回

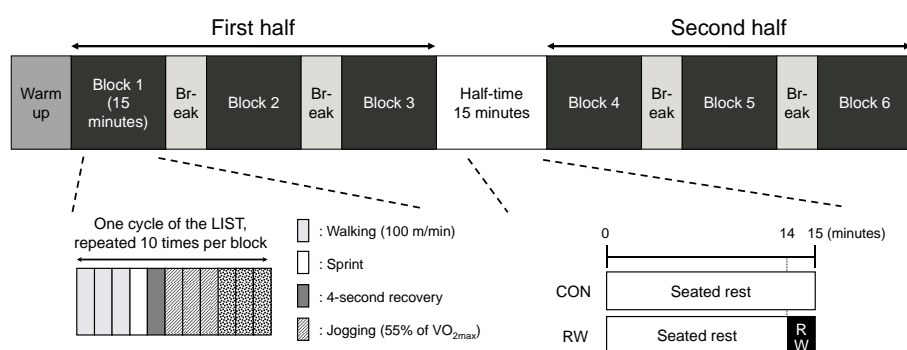


図 1. 実験 1 のプロトコル

実施する。休息では、1) 安静座位 (コントロール試行)、2) RW 試行、3) PH 試行、4) RW+PH の併用 (併用試行) のいずれか一つを実施した。スプリントパフォーマンス、直腸温、皮膚温、酸素摂取量、大腿直筋の筋酸素動態・筋活動を測定した。

4. 研究成果

1つ目の研究では、後半の開始後・終了前におけるスプリントパフォーマンスはコントロール試行と比較し、RW 試行で有意な高値を示した (図2)。また、ハーフタイム中における胃腸温・筋活性の低下が抑えられた。

2つ目の研究では、RW・PH・併用試行において、コントロール試行と比較し、スプリントパフォーマンスの低下が抑えられたが、RW と PH の併用による相乗効果は認められなかった。RW 試行では筋活動とエネルギー代謝の活性化、PH 試行では体温の維持が観察された。

今後の展望として、2つ目の研究における体温の変化には、被験者の体格特性が関係していたことが示唆されたため、被験者の身体特性に伴うハーフタイム中の体温保持戦略について、検討していく。

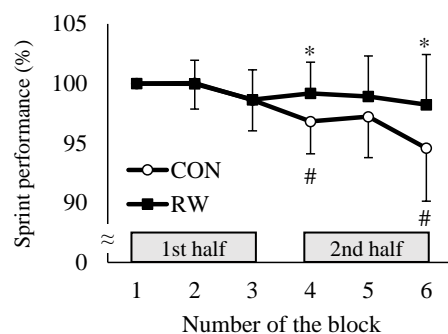


図2. スプリントパフォーマンス

<引用文献>

1. Chmura P, Konefal M, Chmura J, et al. Match outcome and running performance in different intensity ranges among elite soccer players. *Biol Sport*. 2018;35(2):197-203.
2. Mohr M, Krustup P, Nybo L, Nielsen JJ, Bangsbo J. Muscle temperature and sprint performance during soccer matches - Beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scand J Med Sci Sport*. 2004;14(3):156-62.
3. Silva LM, Neiva HP, Marques MC, Izquierdo M, Marinho DA. Effects of warm-up, post-warm-up, and re-warm-up strategies on explosive efforts in team sports: a systematic review. *Sport Med*. 2018;48(10):2285-99.
4. Towlson C, Midgley AW, Lovell R. Warm-up strategies of professional soccer players: Practitioners' perspectives. *J Sports Sci*. 2013;31(13):1393-401.
5. Yanaoka T, Hamada Y, Fujihira K, et al. High-intensity cycling re-warm up within a very short time-frame increases the subsequent intermittent sprint performance. *Eur J Sport Sci*. 2020;20(10):1307-17.
6. Russell M, West DJ, Harper LD, Cook CJ, Kilduff LP. Half-time strategies to enhance second-half performance in team-sports players: A review and recommendations. *Sport Med*. 2015;45(3):353-64.
7. Russell M, Tucker R, Cook CJ, Giroud T, Kilduff LP. A comparison of different heat maintenance methods implemented during a simulated half-time period in professional Rugby Union players. *J Sci Med Sport*. 2018;21(3):327-32.
8. Magalhães J, Rebelo A, Oliveira E, Silva JR, Marques F, Ascensão A. Impact of Loughborough Intermittent Shuttle Test versus soccer match on physiological, biochemical and neuromuscular parameters. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(1):39-48.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yanaoka Takuma, Iwata Risa, Yoshimura Akane, Hirose Norikazu	4. 巻 11
2. 論文標題 A 1-Minute Re-warm Up at High-Intensity Improves Sprint Performance During the Loughborough Intermittent Shuttle Test	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Physiology	6. 最初と最後の頁 616158
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fphys.2020.616158	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yanaoka Takuma, Yoshimura Akane, Iwata Risa, Fukuchi Momoko, Hirose Norikazu	4. 巻 26
2. 論文標題 The effect of foam rollers of varying densities on range of motion recovery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Bodywork and Movement Therapies	6. 最初と最後の頁 64～71
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jbmt.2020.09.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yanaoka Takuma, Hamada Yuka, Fujihira Kyoko, Yamamoto Ryo, Iwata Risa, Miyashita Masashi, Hirose Norikazu	4. 巻 20
2. 論文標題 High-intensity cycling re-warm up within a very short time-frame increases the subsequent intermittent sprint performance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Sport Science	6. 最初と最後の頁 1307～1317
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/17461391.2020.1713901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Yanaoka T, Iwata R, Yoshimura A, Hirose N.
2. 発表標題 One-minute half-time re-warm up at high-intensity maintains sprint performance in the initial and final parts of the second half
3. 学会等名 25th European College of Sport Science Anniversary Congress（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柳岡拓磨、岩田理沙、吉村茜、広瀬統一
2. 発表標題 短時間・高強度のハーフタイム・リウォームアップがその後のスプリントパフォーマンスに与える影響
3. 学会等名 NSCAジャパン S&Cカンファレンス2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yanaoka T, Iwata R, Yoshimura A, Hirose H.
2. 発表標題 One-minute half-time re-warm up at high-intensity maintains sprint performance in the initial and final parts of the second half
3. 学会等名 25th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2020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