

常温環境下での運動トレーニングおよび温水浴の組み合わせが 体温調節能と運動パフォーマンスに及ぼす影響

身体運動科学研究領域

5017A044-0 張 黎栗

研究指導教員：村岡 功

緒言

現在行われている国際的なスポーツ競技会は、暑熱環境下で開催されることも多いため、その際には、スポーツ選手に様々な悪影響をもたらされることが考えられる。先行研究では、暑熱環境下における運動時の過度な体温上昇は、熱中症や運動パフォーマンスの低下を引き起こすことが報告されている(Cheung et al. 2007)。この問題を解決するために、暑熱馴化トレーニングが行われている。

伝統的な暑熱馴化トレーニングは、一般的に 7~14 日間が必要であると報告されている(Zurawlew et al. 2016; Casadio et al. 2017)。暑熱馴化トレーニングによる運動能力の改善効果は、発汗速度の増加、心血管系負担の減弱および熱快適感の改善によってもたらされる(Walsh et al. 2018)。しかしながら、暑熱馴化トレーニングは人工的な実験室を利用して暑熱曝露を繰り返すなど、特殊な環境下でトレーニングを実施する必要があり、実用的ではないと考えられている。

この問題を解決するために、先行研究では、6 日間に亘る常温環境下での運動(40 分間)と、その直後に行う温水浴(40 分間)との組み合わせが暑熱馴化に及ぼす影響を検討した。その結果、最大下運動時の直腸温、皮膚温および主観的な生理指標を低下させ、運動パフォーマンスを向上させることが示されている。しかしながら、この先行研究では問題点も挙げられている。まず、入浴時間が 40 分間と長く、被験者に大きな負担がかかるため、スポーツ現場において実用的な方法ではない点である。

そこで、本研究では、常温環境下での運動トレーニングおよびその直後に行う 20 分間の温水浴による暑熱馴化に及ぼす影響を、40 分間の温水浴による影響と比較することを目的とした。本研究では、運動トレーニングおよびその直後に行う 20 分間の温水浴の組み合わせは、40 分間の温水浴を行う場合と同様に暑熱馴化適応が得られるとの仮説を立てた。

方法

被験者：若年の健康な成人男性 16 名を被験者とした。被験者は、①常温環境下での運動トレーニング試行群(CON 群)、②常温環境下での運動トレーニング+温水浴 20 分間群(HWI₂₀ 群)、③常温環境下での運動トレーニング+温水浴 40 分間群(HWI₄₀ 群)、の 3 群に無作為割付を行った。

実験手順：事前測定および最大酸素摂取量の測定を同一日に実施した。トレーニング介入前日までに 2 日間の休息を挟んだ後に、介入前の熱負荷テストを行った。その後 6 日間に亘る常温環境下での運動トレーニングと温水浴の組み合わせによる暑熱馴化トレーニングを行った。介入終了後、2 日間の休息日を挟み、再度熱負荷テストを行った。

結果

介入期間中における運動時間では、3 群において有意な変化は認められなかった。また、介入期間中における入浴時間でも、HWI₂₀ 群および HWI₄₀ 群においてそれぞれ有意な変化は認められなかった。

6 日間の介入期間における直腸温が 38.5°C 以上を継続した時間(図 1 左上)の比較では、CON 群と HWI₄₀ 群の間に有意差が認められた。また、各試行における、発汗量(図 1 右上)の比較では、HWI₄₀ 群と他の 2 群との間に差が認められ、脱水率(図 1 左下)の比較では、CON 群と HWI₄₀ 群の間に有意差が認められた。

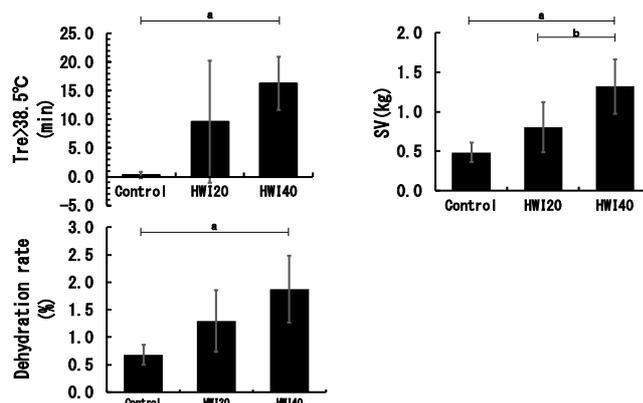


Figure 1. Physiological indicators during interventions.

考察

熱負荷テスト時における、運動中の平均心拍数では、CON 群および HWI₂₀ 群では介入前後で有意な変化が認められなかったのに対し、HWI₄₀ 群では、介入後の平均心拍数が有意に低下した(図 2)。また、運動終了時における直腸温では、CON 群および HWI₂₀ 群では有意な変化が認められなかった一方で、HWI₄₀ 群では介入後に有意な低下が観察された(図 3)。

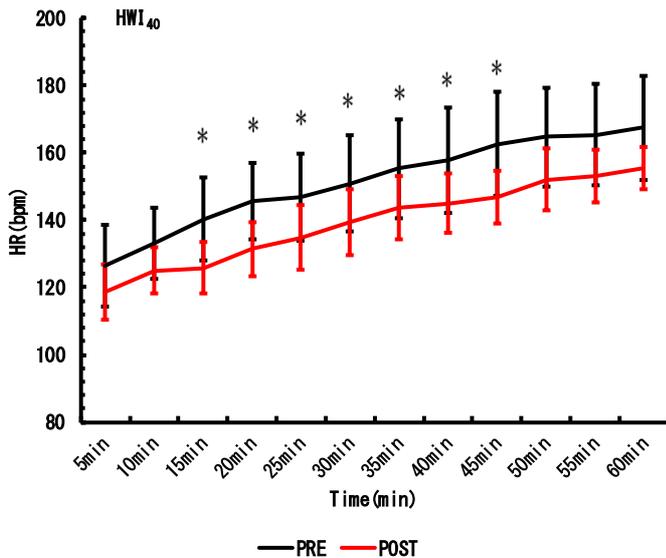


Figure 2. Changes in heart rate over time during thermal load test before and after the intervention.

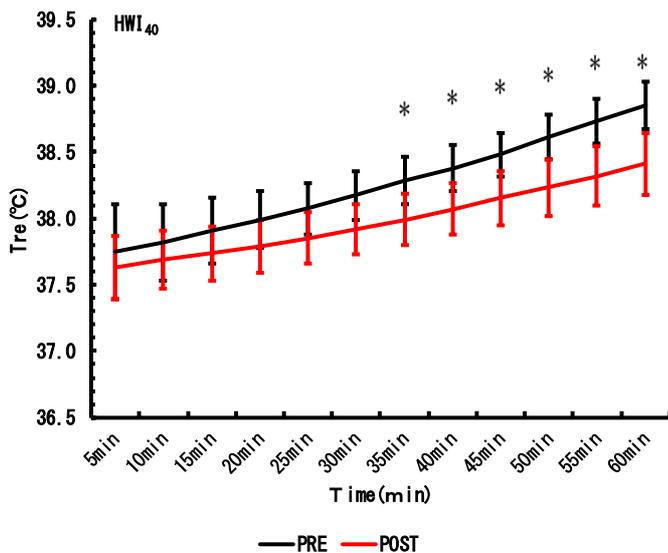


Figure 3. Changes in rectal temperature over time during thermal load test before and after the intervention.

本研究では、6 日間に亘る常温環境下での運動トレーニングとその直後に行う 40 分間の温水浴との組み合わせによって、体温調節機能の向上および心血管系負担の減弱がもたらされた。一方で、運動トレーニングと 20 分間の温水浴の組み合わせでは、暑熱環境下での一定負荷運動時の運動継続時間を延長させたが、生理的指標の変化は見られなかった。このことから、40 分間の運動と 20 分間の温水浴の組み合わせでは、体温調節機能および心血管系の適応を引き起こすには不十分であり、適応には 40 分間の運動後、少なくとも 40 分間の温水浴を行うことが必要であることが示唆された。

先行研究では、6 日間に亘る常温環境下での運動と、その直後に行う温水浴の組み合わせが暑熱馴化に及ぼす影響を検討しており、その結果、熱負荷テスト(33°C、40%湿度)において、心拍数(-0.6beats・min⁻¹)および運動終了時における直腸温(-0.36°C)が低下し、運動パフォーマンス(+4.9%)が向上することを示している(Zurawlew et al. 2016)。

しかしながら、スポーツ現場においては、気温が 33°C よりも高い温度で競技会が開催されることが多いと考えられ、本研究の熱負荷テストでは環境温度を 38°C に設定した。その結果、HWI₄₀ 群においては、運動時の心拍数(-12beats・min⁻¹)および運動終了時の直腸温(-0.5°C)が低下した。このことから、先行研究と同様の介入であっても、より高い環境温度での直腸温の上昇の抑制と心血管系への負担軽減が明らかとなり、高い環境温度でもこの方法は適用可能な方法であると考えられた。

一方で、運動パフォーマンスに対する明確な結果は得られなかった。その理由としては、熱負荷テストにおけるプロトコルの違いあるいはより高い温度設定も影響していた可能性が考えられる。今後は、暑熱馴化適応を引き起こすための最適な運動および温水浴の組み合わせについて、さらなる検討が必要であろう。