

研究区分：若手研究

運動のセット間における身体冷却が身体反応と運動パフォーマンスに与える影響

氏 名 片岡 裕 恵【スポーツ科学講座】

【はじめに】

暑熱環境での運動は、過度の深部体温上昇を引き起こし、深部体温が約 40℃にまで達するとヒトは運動を遂行できないことが報告されている¹⁾。つまり、暑熱環境においてヒトが運動を遂行するためには、過度の深部体温の上昇を抑制する必要があると考えられる。

暑熱環境での運動による体温上昇を抑制する方法として、身体冷却が挙げられる。Hasegawa ら²⁾は、環境温度 32℃において運動前から運動終了時まで体幹を冷却したところ、運動中の深部体温と心拍数の上昇率を減少させ、さらに冷却除去後の持久運動を向上したと報告した。このように暑熱環境での運動時に対して、身体冷却は概ね有効であることが報告されている。しかしながら近年、運動による深部体温上昇に対して、運動継続途中に約 10℃の低温で下肢全体を冷却した場合、深部体温は身体冷却開始後にむしろ上昇したことが報告されている³⁾。これにより、暑熱環境での運動時高体温に対する身体冷却は、冷却する部位、温度、タイミングより異なった身体反応を引き起こす可能性が示された。

スポーツ現場では、試合のセット間など運動と運動の間に身体を冷やすことが多く、また温度が約 0℃付近のアイスパックを用いて行うことが多い。つまり、運動による深部体温上昇に対してアイスパックを使用した急激な身体冷却が行われることが多く、その際選手の深部体温は上昇する可能性が考えられる。しかしながら、運動のセット間に急激な身体冷却を行った際の、深部体温および運動パフォーマンスについて評価した研究は見当たらない。

そこで本研究の目的は、暑熱環境において運動と運動のセット間に約 0℃付近での急激な身体冷却が、身体反応と運動パフォーマンスに与える影響を検討することとした。

【方法】

対象は、週 1 回程度の運動習慣のある健康な成人男性 5 名(身長 170.2±4.3cm、体重 73.8±13.3kg: 平均値±標準偏差)とした。

被験者は、食後 3 時間以上あけて実験室に来室し、環境温度 28.7±0.4、湿度 64.9±3.7%の実験室で 20 分間の安静をとり、その後 200ml の飲水の後に実験を行った。実験は自転車エルゴメーター

を使用して、それぞれ約 60%VO₂max の強度で 20 分間の運動を行い(Ex1)、10 分間の安静(Rest)の後、ランブ 20 法による漸増負荷運動を疲労困憊まで行った(Ex2)。その際、Ex1 と Ex2 の間にとる Rest 時に、身体冷却を行わない対照条件(Cont 条件)と身体冷却を行う条件(Icing 条件)の 2 条件を同一被験者に対して実施した。身体冷却は、氷を入れた氷嚢を 2 つ(冷却面積約 628cm²)使用して、被験者の頸肩部後面に 10 分間行った。各条件の測定は、1 週間以上の間隔をあけてクロスオーバーで行った。

測定項目は、心拍数、深部体温、血中乳酸値、体重減少量、主観的温冷感、Ex2 において運動継続が不可能となったときの酸素摂取量 (VO₂peak) および時間(運動継続時間)とした。主観的温冷感は、1(かなり寒い)から 9(かなり暑い)までの 9 段階のスケールを用いて、被験者に自己申告させた。

有意水準は 5%未満とし、すべての結果は平均値±標準偏差で示した。

【結果】

心拍数(bpm)は、運動に伴い上昇し、Ex1 終了時には Cont 条件で 156.6±7.8、Icing 条件で 157.0±7.24 であり、Rest 終了時では Cont 条件で 93.6±9.6、Icing 条件で 97.0±7.2 であり同様の変化を示した。Ex2 終了時には Cont 条件で 172.2±17.8、Icing 条件で 179.4±7.4 であり、両群ともに最大心拍数を示したが条件間で差はみられなかった。深部体温(℃)の実験開始時と比較した相対的な変化量を図 1 に示した。運動に伴い上昇し Ex1 終了時の Cont 条件で 0.6±0.1、Icing 条件では 0.6±0.2 であった。Rest 終了時では、Cont 条件で 0.6±0.1、Icing 条件では 0.6±0.2 であり、Ex2 終了時では Cont 条件で 0.9±0.3、Icing 条件では 0.9±0.4 であり条件間に差はみられなかった。血中乳酸値(mmol/L)は、Rest 終了時に Cont 条件で 4.2±2.0、Icing 条件で 3.44±1.3、Ex2 終了時では Cont 条件で 8.6±4.1、Icing 条件で 8.4±1.0 であった。条件間に差はみられなかった。Ex2 での VO₂peak(mL/kg/min)は、Cont 条件で 40.6±10.4、Icing 条件で 43.8±9.8 であり、前者と比べて後者で有意に高かった(p<0.05)。運動継続時間(sec)は、Cont 条件で 510.8±97.5、Icing 条件で 565.0±72.6 であった。前者と比べて後者において、有意な差ではないが(p>0.05)増加する傾向がみられた。実験前後における体重減少量(kg)は、Cont

条件で 0.6 ± 0.1 、Icing 条件で 0.6 ± 0.2 であり、条件間に差はみられなかった。主観的温冷感は、Ex1 前では Cont 条件で 5.0 ± 1.0 、Icing 条件で 5.2 ± 0.8 であり、運動に伴い両群ともに上昇した。Rest 終了時では、Cont 条件で 4.4 ± 1.5 、Icing 条件で 4.2 ± 1.1 であり、Ex2 終了時では Cont 条件で 7.8 ± 1.3 、Icing 条件で 7.6 ± 2.2 であり、両群ともに同様の変化を示した。両群間に差はみられなかった。

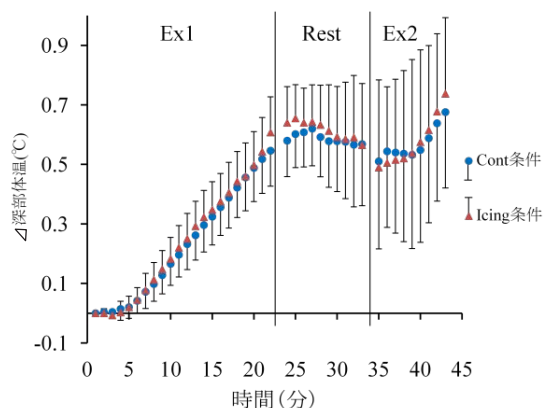


図1 深部体温の変化量

【考察】

本研究における身体冷却は、深部体温と心拍数、血中乳酸値および体重減少量、主観的温冷感に影響を与えなかったが、Ex2 における $\dot{V}O_2\text{peak}$ の有意な増加と、運動継続時間を増加させる傾向がみられた。これまでに、運動の開始前から運動終了時までの体幹の冷却は、深部体温上昇率と心拍上昇率を減少させ、冷却除去後の持久運動を向上させたと報告されている²⁾。また、Tyler C.J.ら⁴⁾は、運動の開始時から運動継続中の頸部冷却は、深部体温と心拍数に変化を与えないが、冷却除去後において運動継続が不可能となるまでの時間を増加させたと報告している。これは本研究の結果を支持するものであり、これにより、運動のセット間での頸肩部冷却においても、運動パフォーマンスの向上に有効であると考えられる。

一方 Demachi ら³⁾は、運動による深部体温上昇に対して、運動を継続したままで下肢を冷却したところ、深部体温が上昇したと報告した。しかし、本研究では運動により深部体温上昇が生じていたが、身体冷却による影響がみられなかった。その理由として、身体冷却の部位とタイミングの違いが考えられる。体温上昇時は、皮膚血管を拡張させることにより熱を体外へ放出する。運動時に主な活動部の皮膚を冷却すると、運動により熱産生が生じているにも関わらず、冷却部の皮膚血管を一時的に収縮させるため、熱産生と熱放出のバ

ランスが崩れ深部体温上昇が生じることが考えられる。本研究では運動を一旦中断し、熱産生が減少した後で、主な活動部でない頸肩部を冷却したことにより、深部体温に影響が現れなかったと考える。

以上のことから、運動のセット間における頸肩部冷却は、心拍数および深部体温に影響を与えないが、Ex2 での $\dot{V}O_2\text{peak}$ と運動継続時間、即ち運動継続が不可能となったときの酸素摂取量と時間を向上させる可能性が示された。

【参考文献】

- 1) González-Alonso J. et al.: Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.* 86(3): 1032-9, 1999.
- 2) Hasegawa H. et al.: Wearing a cooling jacket during exercise reduces thermal strain and improves endurance exercise performance in a warm environment. *J. Strength Cond. Res.* 19(1): 122-8, 2005.
- 3) Demachi K. et al.: The effect of starting or stopping skin cooling on the thermoregulatory responses during leg exercise in humans. *Int. J. Sports Med.* 33(7): 514-20, 2012.
- 4) Tyler C. J. et al.: Cooling the neck region during exercise in the heat. *J. Athl. Train.* 46(1): 61-8, 2011.