

Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment

Grahan DA, Cao H, Craig Heller H,

カリフォルニア、スタンフォード大学、生物学部

Dennis A. Grahn, Vinh H. Cao, and H. Craig Heller

Department of Biological Sciences, Stanford University, Stanford, California

Submitted 27 January 2005; accepted in final form 29 April 2005

Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment. *J Appl Physiol* 99: 972–978, 2005. First published May 5, 2005; doi:10.1152/jappphysiol.00093.2005.—In situations where the accumulation of internal heat limits physical performance, enhanced heat extraction from the body should improve performance capacity. The combined application of local subatmospheric pressure (35–45 mmHg) to an entire hand (to increase blood volume) and a heat sink (18–22°C) to the palmar surface were used to draw heat out of the circulating blood. Subjects walked uphill (5.63 km/h) on a treadmill in a 40°C environment. Slopes of the treadmill were held constant during paired experimental trials (with and without the device). Heat extraction attenuated the rate of esophageal temperature rise during exercise ($2.1 \pm 0.4^\circ$ and $2.9 \pm 0.5^\circ\text{C/h}$, mean \pm SE, with and without the device, respectively; $n = 8$) and increased exercise duration (46.1 ± 3.4 and 32.3 ± 1.7 min with and without the device, respectively; $n = 18$). Hand cooling alone had little effect on exercise duration (34.1 ± 3.0 , 38.0 ± 3.5 , and 57.0 ± 6.4 min, for control, cooling only, and cooling, and subatmospheric pressure, respectively; $n = 6$). In a longer term study, nine subjects participated in two or four trials per week for 8 wk. The individual workloads (treadmill slope) were varied weekly. Use of the device had a beneficial effect on exercise endurance at all workloads, but the benefit proportionally decreased at higher workloads. It is concluded that heat can be efficiently removed from the body by using the described technology and that such treatment can provide a substantial performance benefit in thermally stressful conditions.

【抄録和訳】

片手の手掌での熱抽出（冷却）による高温環境での有酸素運動の耐久性強化

片手の掌での熱抽出（冷却）により高温環境での有酸素運動の耐久性が改善する。 *J Appl Physiol* 99: 972–978, 2005.

体内の温度蓄積によって身体運動能力が制限される状況では、体からの熱抽出（冷却）は運動パフォー

マンスを改善することにつながると考えられる。局所に陰圧（大気圧よりも低い圧 35–45 mmHg）を（血流量改善のために）片手全体にあて、かつ掌表面を冷却することで循環血液の熱を下げるができる。被験者は40°Cの環境でトレッドミルで上り坂を時速 5.63 kmで歩いた。トレッドミルの傾斜は、装置を用いないもう一群の被験者と同じ傾斜と同等とした。熱抽出（冷却）は運動中の食道温を緩和させる効果があり、（装置あり群 $2.1 \pm 0.4^{\circ}\text{C}/\text{時}$ 、装置なし群 $2.9 \pm 0.5^{\circ}\text{C}/\text{時}$, 平均 \pm SE, $n = 8$ ）、運動耐久性が増した（装置あり群 46.1 ± 3.4 分、装置なし群 32.3 ± 1.7 分、 $n = 18$ ）。手の冷却のみでは運動耐久性に限定的な効果しかもたらさなかった（コントロール 34.1 ± 3.0 分、冷却のみ 38.0 ± 3.5 分、冷却と陰圧 57.0 ± 6.4 分、 $n = 6$ ）。より長期の研究では、9人の被験者が週に2回もしくは4回の運動実験に、8週間参加した。個々の運動負荷（トレッドミル傾斜での運動）は週ごとに変化をつけた。装置の使用によりどの運動負荷においても運動耐久性には有用な効果がみられたが、より高い運動負荷の場合にはその利点は相対的に減少していった。ここに記載される技術を用いることで体の熱を効率よく下げることができ、そのような処置により高温環境のストレス状態においても著しく運動パフォーマンスを改善することができる。