

WORK VOLUME AND STRENGTH TRAINING RESPONSES TO RESISTIVE EXERCISE IMPROVE WITH PERIODIC HEAT EXTRACTION FROM THE PALM

DENNIS A. GRAHN, VINH H. CAO, CHRISTOPHER M. NGUYEN, MENGYUAN T. LIU,
AND H. CRAIG HELLER

スタンフォード大学、生理学部、スタンフォード

ABSTRACT

Grahn, DA, Cao, VH, Nguyen, CM, Liu, MT, and Heller, HC. Work volume and strength training responses to resistive exercise improve with periodic heat extraction from the palm. *J Strength Cond Res* 26(9): 2558–2569, 2012—Body core cooling via the palm of a hand increases work volume during resistive exercise. We asked: (a) “Is there a correlation between elevated core temperatures and fatigue onset during resistive exercise?” and (b) “Does palm cooling between sets of resistive exercise affect strength and work volume training responses?” Core temperature was manipulated by 30–45 minutes of fixed load and duration treadmill exercise in the heat with or without palm cooling. Work volume was then assessed by 4 sets of fixed load bench press exercises. Core temperatures were reduced and work volumes increased after palm cooling (Control: $T_{es} = 39.0 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 36 \pm 7 reps vs. Cooling: $T_{es} = 38.4 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, 42 \pm 7 reps, mean \pm SD, $n = 8$, $p < 0.001$). In separate experiments, the impact of palm cooling on work volume and strength training responses were assessed. The participants completed biweekly bench press or pull-up exercises for multiple successive weeks. Palm cooling was applied for 3 minutes between sets of exercise. Over 3 weeks of bench press training, palm cooling increased work volume by 40% (vs. 13% with no treatment; $n = 8$, $p < 0.05$). Over 6 weeks of pull-up training, palm cooling increased work volume by 144% in pull-up experienced subjects (vs. 5% over 2 weeks with no treatment; $n = 7$, $p < 0.001$) and by 80% in pull-up naïve subjects (vs. 20% with no treatment; $n = 11$, $p < 0.01$). Strength (1 repetition maximum) increased 22% over 10 weeks of pyramid bench press training (4 weeks with no treatment followed by 6 weeks with palm cooling; $n = 10$, $p < 0.001$). These results verify previous observations about the effects of palm cooling on work volume, demonstrate a link between core temperature and fatigue onset during resistive exercise, and suggest a novel means for improving strength and work volume training responses.

KEY WORDS temperature, bench press, pull-ups, performance enhancement, cooling

【抄録和訳】

定期的に体温冷却を手掌部で行うことによるレジスタンスエクササイズでの運動量改善及び運動力（筋力）強化の効果

抵抗性運動（レジスタンスエクササイズ）での運動量と運動強化トレーニングへの反応は手掌からの熱抽出（冷却）によって改善される。（*J Strength Cond Res* 26(9): 2558-2569, 2012）手掌での冷却による深部体温の冷却はレジスタンスエクササイズを行っている間の運動量を増加させる。われわれの課題は a) レジスタンスエクササイズを行っているときの深部体温の上昇と疲労の発症の間に相関関係はあるのか、b) レジスタンスエクササイズのセットを行う間に手掌冷却を実施することで運動量は運動強化トレーニングの効果に影響があるのか、である。手掌の冷却あり/なしで高温環境にてトレッドミル運動を 30 分から 45 分行うという固定した運動負荷の中で深部体温を調整した。その後運動量は決められたベンチプレスエクササイズを 4 セット行うことによって評価した。手掌冷却後に、深部体温は低下し、運動量は改善した。（コントロール群：体温 $39.0 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ 、反復運動セット数 36 ± 7 、冷却群：体温 $38.4 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 、反復運動セット数 42 ± 7 、平均 \pm 標準偏差、対象者数 = 8 人、 $p < 0.001$ ）

また別の実験において手掌冷却が運動量と運動強度トレーニングに与える効果について評価した。参加者は

二週間に一回のベンチプレスあるいはプルアップエクササイズを連続で数週間行った。手掌冷却はエクササイズのセットとセットの間に3分間行われた。ベンチプレス運動を3週間行う名かで、手掌冷却によって運動量は40%増加した（対照群は13%、対象者数=8人、 $p<0.05$ ）。6週間のプルアップ運動時は、手掌冷却は運動量を144%増加させた（対照群 2週間で5%、対象者数=7人、 $p<0.001$ ）、プルアップ未経験者においては80%増加した（対照群20%、対象者数=11人、 $p<0.01$ ）。運動強度（運動の最高反復数が一回増加）はピラミッドベンチプレス運動を10週間行った群では22%増加し（冷却なしで4週間、その後手掌冷却ありで6週間、対象者数=10人、 $p<0.001$ ）。これら結果は以前から観察されていた運動量に与える手掌冷却を検証するものであり、レジスタンスエクササイズ中の深部体温と疲労感の間の関連を示唆し、かつ筋力増強、運動量増加に与える新たな手法としての可能性が示される。