

Pre-Cooling 與 Inter-Cooling 對 HIIT 運動負荷心跳率與血乳酸之影響

梁嘉華¹ 張嘉澤¹

¹ 國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

無氧運動負荷造成肌肉糖酵解與體循環壓力，這種症狀反應將導致運動員的競技能力下降。因此，本研究目的旨在探討 Cooling 應用對肌肉能量路徑與心跳率之影響。方法：受試者為 8 位體育系所學生(25.3±3.7 歲、170.3±9.7cm、70.5±14.9kg)。研究測試分為強度指標設定與 HIIT 模式兩項，強度設定為階梯式負荷上昇方式，HIIT 強度則為個人閾值耐力 (V4)+0.5 m/s，共進行 2x3x60s。Cooling 應用則在運動前程 Pre-cooling)與組間休息(Inter cooling)。結果：血液乳酸堆積在 Cooling 與 No Cooling 測試未呈現顯著差異，另一結果發現在運動負荷第 2 次 (2x) 心跳率平均值為 152±20 min⁻¹(Cooling)，控制組(No cooling) 則為 159±13min⁻¹，兩次平均值差異 -7 min⁻¹。在運動負荷第 5 次 (5x) 心跳率在 Cooling 與 No cooling 則分別為 155±14min⁻¹、161±13 min⁻¹，平均值差異-6 min⁻¹ (p>0.05)。體表溫度在應用低溫組與控制組總平均為 31.24±1.14 °C、33.33±0.45 °C。兩項差異為-2.09 °C (p>0.05)。結論：結果分析發現心跳率與體表溫度在 Cooling 應用低於控制組，這種症狀顯示 Cooling 降低運動中體循環與熱排除壓力。因此，建議在運動前與運動過程間歇期應用 Cooling 措施，降低運動員身體負荷壓力。

貳、研究方法

對象

研究對象：8 位體育系所學生，週運動頻率為 4~5 天，平均年齡 25.3±3.7 歲，身高體重分別為 170.3±9.7(cm)、70.5±14.9(Kg)。

方式

研究設計：應用超低溫 (-120~140°C) 工具。以 HIIT 方式，進行(2x3xV4+0.5m/s) 訓練，組間(Set)休息 4min、單次負荷 (Rep) 休息 30s。強度設定：跑步機 2-4 有氧與無氧閾值測試 (Mader et al., 1976) 設定間歇強度的依據。設計 2 組 3 次每次 60 秒的 HIIT 訓練(2x3xV4+0.5m/s Rep40s Set 4min) 每次間歇休息 30 秒，組間休息 4 分鐘，以 S 形隨機分配為 Cooling 組與沒有 Cooling 組，隔天兩組在進行交換。Colling 組會在運動前進行三次 90s 的 Pre-Cooling 每趟間歇時間 3 分鐘，並在組間 4 分鐘休息時再進行 Inter-Cooling 一次 90s。HIIT 負荷 (2x3xV4+0.5m/s) 數據收集，在訓練前收集安靜心跳率、血乳酸、體表溫度(左右鎖骨、手臂、大腿、核心) 間歇 1x、2x、Set4min、4x、5x、6x 進行心跳率、血乳酸與體表溫度 (左右鎖骨、手臂、大腿、核心) 收集。

參、結果分析與討論

圖-1 顯示為 HIIT 負荷 (2x3xV4+0.5m/s) 數據收集。應用低溫組與控制組在 3x 兩項呈現較大差異 4.12±0.54 mmol/l 與 3.18±0.62 mmol/l，相差 0.31mmo/l (p>0.05) 未達顯著。控制組血乳酸低於應用超低溫，冷對生理反應是皮膚溫度降低，迅速刺激皮膚受體及其感覺傳入以激發交感神經腎上腺素，從而引起局部小動脈和小靜脈的收縮。由此的流向周圍或受傷發炎組織的血流量減少，減少了局部代謝過程，降緩了代謝速度(Paddon-Jones, D. J., & Quigley, B. M.1997)。而體表、肌肉與核心體溫可能需要至離開冷環境後 1 小時才能回到原本溫度 (Costello,Culligan, Selfe, & Donnelly, 2012; Selfe et al., 2014) 推測這樣的機轉使的控制組 3x 血乳酸較低於低溫組。如圖-2 HIIT 負荷應用 Cooling 與 No Cooling 心跳率分析。結果顯示在運動負荷第 2 次 (2x) 心跳率平均值為 152±20 min⁻¹(Cooling)，控制組(No cooling) 則為 159±13min⁻¹，兩次平均值差異 -7 min⁻¹。在運動負荷第 5 次(5x)心跳率在 Cooling 與 No cooling 則分別為 155

±14min⁻¹、161±13 min⁻¹，平均值差異-6 min⁻¹ (p>0.05)。體表溫度在應用低溫組與控制組總平均為 31.24±1.14 °C、33.33±0.45 °C。兩項差異為-2.09 °C (p>0.05)。而在過去研究發現冷水浸泡恢復方式相比較於主動恢復和被動恢復，在心臟自主調節功能上有較好的促進作用。冷水浸泡方法中的半身冷水浸泡和全身冷水浸泡都能夠改變心臟神經活動，以及恢復核心血容量和增強心臟負荷 (Bastos F N et al., 2013)。使用冷卻方式能增進熱環境中運動表現的機制為降低身體內部的起始溫度，減緩運動中體內熱容量的屯積 (Marino,2002; Quod et al., 2006)。綜合以上文獻應用低溫組產生的生理機轉改變使的心跳率與體表溫度都是低於控制組。

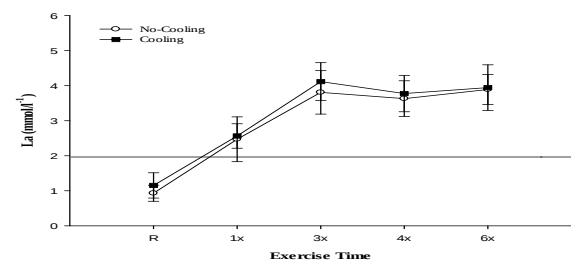


圖-1:應用 Pre- Inter-cooling 與 No-Cooling 對乳酸堆積濃度

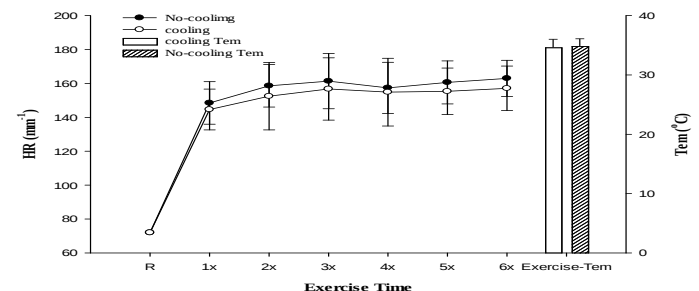


圖-2:應用 Pre- Inter-cooling 與 No-Cooling 對心跳率與體表溫度

肆、結論與建議

本研究結果顯示應用超低溫(Cooling)在 HIIT Pre-cooling 與 interInter-Cooling，雖然在血乳酸並無太大改變，但是在體循環上有能有效降低心跳率減少壓力。因此建議在訓練前與間歇期，可應用超低溫(Cooling)降低體循環壓力。

參考文獻

- Paddon-Jones, D. J., & Quigley, B. M. (1997). Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *International journal of sports medicine*, 18(08), 588-590.
- Bastos F N, Vanderlei L C, Nakamura F Y, et al. Effects of Cold Water Immersion and active recovery on post-exercise heart rate variability [J]. *Int J Sports Med*, 2012, 33(11): 873-879
- Costello, J. T., Culligan, K., Selfe, J., & Donnelly, A. E. (2012). Muscle, skin and core temperature after- 110 C cold air and 8 C water treatment. *PloS one*, 7(11), e48190.
- Zagobelny, Z. (2003). Local and whole body cryotherapy. Wroclaw: Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner
- Mader, A., Lisen, H., Heck, H., Philippi, H., Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit Labor.Sportarzt und Sportmed, 27(4), 80-88.