

田徑選手熱身方式對血液乳酸濃度之影響

王月琪¹ 黃雅陵² 張嘉澤³

¹ 國立臺灣體育大學教練研究所

² 長庚技術學院體育組

³ 國立臺灣體育大學運動技術研究所

壹、緒論

熱身(warm up)指的是在運動前，透過不同的動作的組合啟動肌肉作用的一機制是所謂的活化後增益作用(post-activation potentiation, PAP)，指的是肌肉收縮時，使肌纖維對於鈣離子的敏感度提升，增加肌纖維中肌絲橫橋活性，使肌肉收縮產生的力量和速度增加(Sale, 2002)。同時，熱身可以降低肌肉纖維的黏滯性，讓肌肉和關節活動度增加，因此可做出強度較強的運動，並減少肌肉的損傷以增進後續的練習或比賽表現。所以運動表現的提升可以藉由生理機能的活化獲得助益，而運動前的熱身所產生的生理反應及變化，亦能改變人體的生理機能。

當人體在運動時可以利用的能量包括碳水化合物、脂肪以及蛋白質。在碳水化合物代謝方面，熱身運動後血液中的腎上腺素顯著的增加，此反應能增加肌肉中肝醣(glycogen)的分解，有利於無氧能量的利用(Bishop, 2003)。另外，腎上腺素會引起全身性的反應，使血液中血糖增加，有利於各組織能量的利用(Gray et al., 2002)。體內溫度上升有助於身體內代謝路徑的進行，例如增加血紅素一氧解離速率、增加細胞內酶的活性、增加肝醣的分解速率、增加神經傳導的速度、擴張血管、增加血液流量與流速，生理代謝反應加速和肌肉黏滯性減少等(Bishop, 2003)。而肌肉收縮時由於伴隨的無氧代謝，會造成乳酸的堆積(Gray et al., 2002; Gray & Nimmo, 2001; Vincent et al., 2003)。乳酸的堆積會干擾神經衝動的傳導，肌肉的收縮和肌肉收縮的能源，因而導致疲勞的產生。因此對於田徑選手而言，進行練習課或是比賽前，其熱身除了充分的動、靜態伸展，還包含了數趟的漸速跑等，總熱身時間約在 30 分鐘左右，然而在此熱身形態下對血液乳酸之影響為本研究欲探討之研究目的。

貳、研究方法

一、受試對象

本研究受試者為 15 名男性高中田徑短距離選手。受試者接受實驗測試前三天不得進行高強度訓練，以免影響實驗結果。所有運動員皆須填寫參加同意書，其基本資料如表一。

表一 受試者基本資料

N=15	年齡(years)	身高(cm)	體重(kg)	訓練年數(years)
M±SD	16.53±1.06	172.93±3.63	61.73±3.86	4.67±1.8

二、實驗設計

(一) 熱身(warm up)

本研究中受試者之熱身型態，為一般田徑運動員之熱身方式，其熱身項目依序為慢跑、靜態伸展、動態伸展與漸速跑。因此於本研究中並未操控受試者之熱身型態與內容，僅依照其平時練習前之熱身程序來觀察其熱身前後之血液乳酸變化，並將其熱身各項目之內容與時間作一紀錄，如表二所示。

表二 測試內容與生物參數採血點

熱身項目	內容	時間
慢跑	3×400 m	6-8 分鐘
靜態伸展	包含上肢與下肢的伸展動作	8-10 分鐘
動態伸展	彈跳、抬腿、碎步跑、跨步等馬克操動作	8-10 分鐘
漸速跑	5×50 m	4-6 分鐘
		總時間約 30 分鐘

(二) 受試者於熱身後即進行其專項練習的部分，但在本研究中僅探討其專項練習前之熱身前、後血液乳酸值變化。在生物參數蒐集方面，於熱身前(R1)與熱身後(R2)採血液乳酸(Lactate, 在本研究中縮寫為 La)，檢驗其熱身前、後之差異。

三、資料處理

- (一) 所有數據以平均數與標準誤表示。
- (二) 採集之血液以 EFK 德國製乳酸血糖分析儀，進行乳酸之分析。
- (三) 以獨立樣本 t 檢定探討熱身前與熱身後乳酸之差異。
- (四) 以 SigmaPlot 8.0 繪圖軟體進行圖形製作。
- (五) 顯著水準訂為 $p < .05$ 。

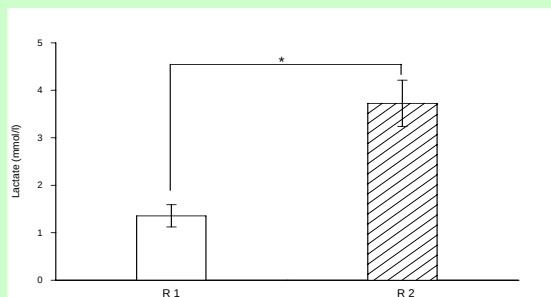
參、結果與討論

熱身前(R1)乳酸值最大值與最小值分別為 1.87 與 1.02 mmol/l，平均值為 1.36±0.23 mmol/l；熱身後(R2)乳酸值最大值與最小值分別為 4.56 與 3.25 mmol/l，平均值為 3.72±0.49 mmol/l (如表三所示)。而熱身前與熱身後之乳酸值達顯著差異($p=.000$)，如圖一所示。在熱身過程中，因肌肉收縮時由於

伴隨的無氧代謝，會造成乳酸的堆積(Gray et al., 2002; Gray & Nimmo, 2001; Vincent et al., 2003)。在本研究中，熱身結束至專項練習開始約有五分鐘之休息時間 (此時間是依照受試者之個人習慣，休息方式以靜態居多)，而造成測試前之乳酸值(R2)過高。因此若受試者恢復時間不足，導致肌肉和血液無法在短時間內完成乳酸的排除，影響到其後的運動表現(Klausen, 1972)。乳酸排除速度亦會受到個人有氧耐力與休息型態有關(Heck, 1990)，而 Neumann 等人(1993)指出運動員乳酸排除速度可達 0.5 mmol/l/min，而一般人則只有 0.3 mmol/l/min。但本研究並未對受試者之有氧耐力的部分進行測試，因此可作為未來後續研究之內容，更進一步探討其關係。另外在休息型態對乳酸的排除的影響，Schulz 等人(1999)明確指出動態休息對乳酸排除速度，可以達 30 % 效果。因此在本研究中對於受試者熱身後應採取動態休息方式，方能對乳酸排除有較好的效益。

表三 熱身前(R1)與熱身後(R2)之乳酸值

編號	熱身前(R1)乳酸值(mmol/l)	熱身後(R2)乳酸值(mmol/l)
1	1.05	4
2	1.87	3.49
3	1.64	3.53
4	1.43	3.31
5	1.37	4.56
6	1.33	4.4
7	1.23	4.38
8	1.46	3.43
9	1.05	2.95
10	1.02	3.82
11	1.48	3.51
12	1.19	3.66
13	1.56	4.25
14	1.28	3.25
15	1.37	3.33
M±SD	1.36±0.23	3.72±0.49
Max	1.87	4.56
Min	1.02	3.25



圖二 熱身前(R1)與熱身後(R2)之乳酸值分析比較

肆、結論與建議

一、結論：於本研究中受試者在其田徑專項練習前的熱身，確實會造成血液乳酸濃度明顯上升。

二、建議：若受試者恢復時間不足，導致肌肉和血液無法在短時間內完成乳酸的排除，影響到其後的運動表現(Klausen, 1972)，因此教練與選手均須控制熱身後至訓練與比賽時間，有足夠時間恢復。而休息的型態可採用動態休息的方式。另一建議則為可增強選手之有氧耐力，此能力佳者，對排除乳酸速度亦快。

參考文獻

- Bishop, D. (2003). Warm Up I - Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.
- Gray, S., & Nimmo, M. (2001). Effects of active, passive or no warm-up on metabolism and performance during high-intensity exercise. *Journal of Sports Sciences*, 19, 693-700.
- Gray, S. C., Devito, G., & Nimmo, M. A. (2002). Effect of active warm-up on metabolism prior to and during intense dynamic exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12), 2091-2096.
- Heck, H. (1990). *Energiestoffwechsel und medizinische Leistungsdiagnostik*. Trainerakademie Köln, schorndorf. Hofmann. 39-46.
- Klausen, K., Knutgen, H. G., & Forster, H. (1972). Effect of preexisting high blood lactate concentration on maximal exercise performance. *Scandinavia Journal of Clinical Laboratory Investigation*, 30, 415-410.
- Neumann, G., Pfützner, A., Hottentott, K. (1993). *Alles Unter Kontrolle*. Auflage 1, Achen Meyer & Meyer, 126-138.
- Sale, D. C. (2002). Postactivation potentiation: Role in performance. *Exercise Sport Science Reviews*, 30, 138-143.
- Schulz, H., Rautenberg, B., Horn, A., Heck, H. (1999). *Herz-Kreislauf und Stoffwechselverhalten beim Inline-Skaten*. Schorndorf, Hoffmann Verlag.
- Vincent, S., Berthoin, P., Zouhal, H., Moussa, E., Catheline, M., Ferrer, D. B., et al. (2003). Plasma glucose, insulin and catecholamine responses to a Wingate test in physically active women and men. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 15-21.