

兩週階梯訓練對田徑選手 200 公尺速度表現之影響

陳德盛¹ 張嘉澤²

¹國立體育大學運動科學研究所 ²國立體育大學運動技術研究所

摘要

目的：本研究探討兩週階梯訓練對於高中田徑選手 200 公尺之分段速度表現以及對心跳率與乳酸的差異。方法：8 位高中田徑選手為對象（年齡 17.00 ± 0.78 歲，身高 171.60 ± 7.23 公分，體重 69.90 ± 10.86 公斤，訓練年數 3.50 ± 2.06 年），本研究分為訓練以及測試兩部分，於訓練前、後各進行一次 200 公尺測試，記錄每 50 公尺分段速度、最大心跳與乳酸值；訓練部分以間歇型態進行，場地為坡度 30 度，總長 30 公尺的階梯，進行每週三次，為期兩週的階梯訓練，另外兩天則以最大心跳率的 70% 為強度，搭配 20 分鐘的慢跑。本研究於訓練前三天進行前測，訓練後第二天進行後測。統計以描述性統計計算選手基本數據，相依樣本 t 考驗同一組在訓練前後的每 50 公尺分段速度、心跳率與乳酸之差異，顯著水準定 $p < .05$ 。結果：本研究發現經過 2 週階梯訓練後，0-50 公尺的成績下降 0.41 公尺／秒，50-100 公尺與 100-150 公尺皆提升 0.51 公尺／秒與 0.32 公尺／秒，50-150 公尺兩階段進步幅度皆顯著提升，150-200 公尺速度提升 0.12 公尺／秒，但未達顯著差異。結論：一、階梯訓練可提高田徑選手 200 公尺中段速度表現。二、兩週階梯訓練並無法顯著改變心跳率與乳酸值，但相同運動強度下，能使運動員在 200 公尺整體運動表現提升。

關鍵詞：階梯跑，短距離徑賽，分段速度，兩週訓練，心跳率

主要聯絡人：陳德盛 國立體育大學運動科學研究所
333 桃園縣龜山鄉文化一路 250 號

電話：0958-916617
E-mail: a0958916617@hotmail.com

壹、緒論

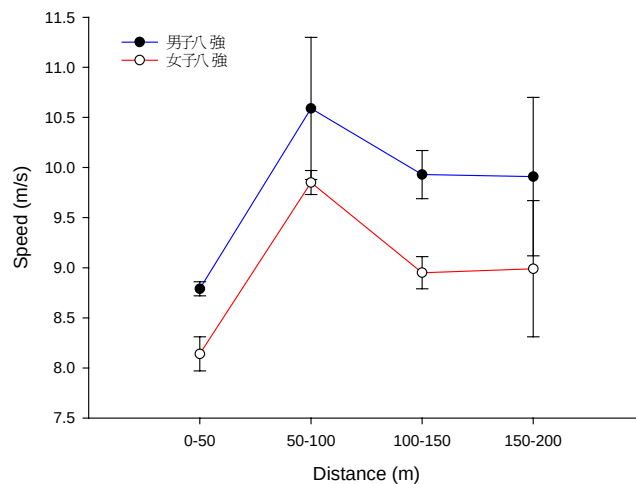
一、研究背景

速度就單位上的解釋，是指單位時間內所移動的距離，換句話說，在短時間內能夠有較遠的移動距離即表示有較佳的速度表現。Bompa（1999）表示，速度是運動最重要的體能要素之一，並且對許多運動項目的表現有決定性的影響。因此，各種運動項目如：球類、技擊類或體操等項目，皆必須擁有良好的速度能力，才能展現最佳的運動表現。以速度的快慢決定勝負的競賽中，分秒必爭的短距離徑賽則是其中的主要項目之一，因此如何提升選手的表現是教練們所著重的課題。許樹淵（1994）指出短距離徑賽為 100、200、400 公尺，三種皆為競賽時間在 3 分鐘內完成的項目。跑步流程依序為，起跑、加速期、高速期、速度維持期以及減速期，Volkov and Laptin（1979）針對短跑運動員的速度表現指出，起跑後的第 40 公尺將達到最大速度。而決定速度有兩大因素，分別為步頻與步幅，Schmolinsky（2000）發現，由於步頻本身的變化量大於步幅，因此對速度改變程度大於步幅，是故，步頻是決定速度的重要關鍵（Sinning & Forsyth, 1970）。若欲在競賽時間大約 30 秒以內的短距離徑賽項目獲得佳績，必須考慮到速度維持的能力（Saltin, 1986），即短距離耐力的能力（張嘉澤，2008）。才能使選手能在高速度中，維持較久的時間。而維持高速度穩定，必須仰賴充足的能量系統供應（Hautier, Wouassi, Arsac, Bitanga, Thiriet, & Lacour, 1994）。Hunter, Marshal, and McNair（2004）指出，短距離徑賽的減速階段，若能仍能維持較高步頻，將能有較佳的表現。因此，短跑運動表現的提升除了須具備加速度的能力之外，如何維持高速度以及延緩速度下降的表現，對於短距離徑賽表現有關鍵性的影響，圖一為 1997 年世界田徑錦標賽 200 公尺項目，男、女每 50 公尺分段速度比較圖，由圖形可明顯表現出選手各階段速度之起伏，在 0-100 公尺階段男、女速度表現呈現快速上升，通過 100 公尺之後速度表現開始下降，不過至某一速度水準後便開始趨於水平，這意味著延緩速度減退對於短距離的項目非常重要，這也是本研究以每 50 公尺分段速度觀察的重點。

一般普遍的訓練週期大約介於 4 到 6 週之間，目的是爲了讓被訓練者能夠達到所謂的適應狀態，不過 Burgomaster et al. (2006) 以一般健康成年人爲對象，透過溫蓋特測功儀，以高強度間歇的形式，每回 4 至 6 次 30 秒的最大努力衝刺，組間休息 4 分鐘，在爲期兩週共六次的訓練後發現，受試者的肝醣量與肌肉氧化能力皆提升，增強耐力表現。而 Talanian, Galloway, Heigenhauser, Bonen, and Spriet (2007) 則以女性運動員爲對象，同樣以高強度間歇的形式，最大攝氧量的 90% 爲強度設定下進行 4 分鐘搭配 2 分鐘的休息，每回共 10 次，兩週共施行 7 回的訓練後發現，受試者的最大攝氧峰值上升，脂肪代謝以及肌內粒線體活性皆增加。上述的研究表示兩週的高強度訓練能夠使人體達到所謂的適應表現，因此若應用於訓練當中不輒爲一具有時間效率的訓練方式，故在本研究中，將以乳酸以及心跳率來觀察 200 公尺衝刺對高中田徑選手的身體負荷程度。

階梯訓練爲一種普遍且廣泛被利用的訓練方式，也是評估膝蓋功能的方式之一 (Risberg & Ekeland, 1994)，其優點除了不需昂貴的花費外，便於取材也是教練們考慮的重點。不過，受限於階梯的坡度、階數、階梯高度以及階梯距離的差異，則會產生不同的訓練效果。本研究以坡度 30 度，全長距離爲 30 公尺的階梯，讓每位受試者透過間歇型態進行訓練。就能量代謝而言，200 公尺運動時間介於 20-30 秒之間，其能量代謝來源，有氧能量代謝占了 20%，無氧能量代謝則達 80% (Hargreaves, 1995)。Duffied, Dawson, and Goodman (2004) 更精確的指出，男性有氧與無氧比率分別爲 28% 與 72%；而女性爲 33% 與 67%，而男性與女性無氧糖解比分別佔了 21% 與 22%。本研究中，每一次階梯訓練時間介於 14 至 16 秒之間，其能量提供路徑爲 ATP-CP 系統與無氧糖酵解；透過間歇型態的訓練，能使乳酸輸出的活性提升，而其不完全的休息型態，將可提高肌肉內部協調及能量代謝水準 (McLoughlin, McCaffrey, & Moynihan, 1991)，30 公尺的階梯訓練與 200 公尺所需的能量提供系統相近，也是以此距離爲訓練依據的主要原因。另一方面，Harre (1986) 亦指出提昇速度能力，必須具備肌肉力量與快速收縮耐力。階梯跑的動作機制類似於田徑操中的抬腿跑或上坡跑的動作，Hunter, Marshall, and McNair (2004) 表示，優秀的短跑選手的髖部伸肌肌群是強而有力的，特別式後腿肌與臀大肌的部分。故訓練過程中，須在短

時間內重複的拉動肌肉，使肌肉纖維的長度增加；另一方面，當肌肉被拉長時，可增加其彈性回縮的能力，此情況特別出現在跑步支撐腿著地時。階梯訓練使肌肉的動作型態除了能增加肌肉力量外，亦提升了其彈性回縮的速度。



圖一 97年世界田徑錦標賽200m男女決賽速度表現

二、研究目的

本研究欲就此題，針對高中田徑選手進行為期兩週的階梯訓練，試圖瞭解階梯訓練對於速度的提升、延緩速度下降的程度以及體能水準的變化進行研究，並以 200 公尺衝刺作為評估依據，觀察訓練前後每 50 公尺分段速度的差異以及乳酸與心跳率表現，進而提供訓練及教練參考。

貳、研究方法

一、受試對象

研究對象為基隆市高中田徑選手 8 名，平均年齡 17.00 ± 0.78 歲，平均身高 171.60 ± 7.23 公分，體重 69.90 ± 10.86 公斤，訓練年數 3.50 ± 2.06 年；該組受試者參與訓練前與訓練後測驗以及訓練兩部分。

二、研究工具

芬蘭制多功能攜帶式運動數據檢測儀（New Test）

採血工具（酒精、毛管、採血針等）

EFK 德國製血糖乳酸分析儀

心跳錶（Polar 610i）

三、研究程序

（一）前、後測

所有受試者皆進行 200 公尺最大速度檢測，執行檢測時間為訓練前兩天與訓練後第二天以 New Test 進行 200 公尺速度檢測，記錄每 50 公尺分段速度以及全程成績；並記錄運動結束最大心跳率值，並以耳垂採血方式採集血液乳酸樣本至第 15 分鐘。

（二）訓練執行

訓練期為兩週，每週一、三、五設定為為 30 公尺的階梯訓練，每次皆以最大努力程度進行衝刺，共進行 5 組（set），每組間為動態休息分鐘。每週二、四以個人最大心跳的 70%為設定，進行 20 分鐘的慢跑。

四、資料統計

本研究以描述性統計計算受試者基本資料，並以相依樣本 t 考驗比較單一組別訓練前後的差異，顯著水準定為 $p < .05$ ，以 SPSS 11.0 套裝軟體進行統計，以 SigmaPlot 8.0 製作圖型。

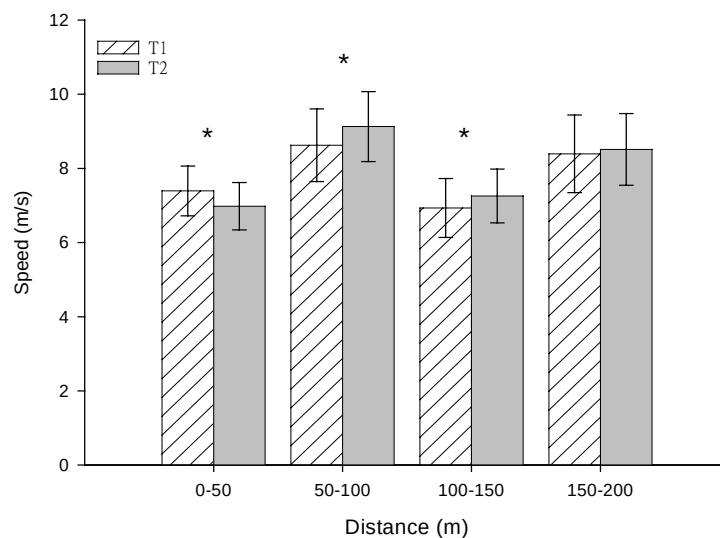
參、結果與討論

一、結果

（一）200 公尺分段速度

結果如圖二所示，其中訓練前與訓練後分別以 T1 及 T2 代表，在 0-50 公尺階段，訓練前後速度分別為 7.39 ± 0.97 公尺／秒與 6.98 ± 0.64 公尺／秒，

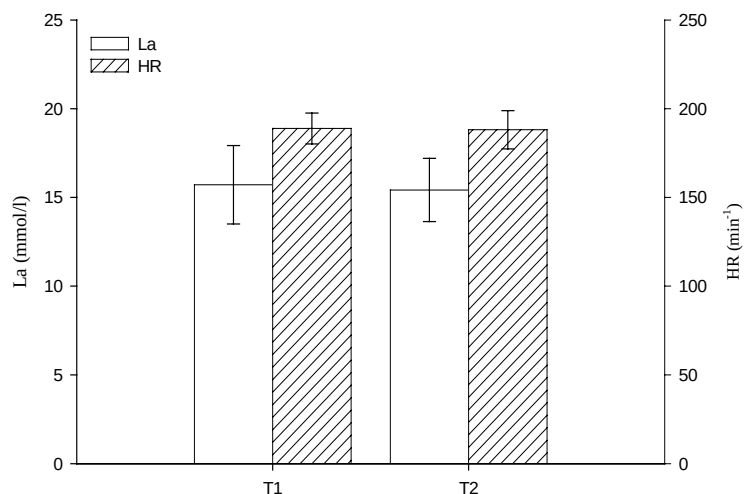
訓練後速度下降並達顯著差異 ($p<.05$)。50-100 公尺階段，則分別為 8.62 ± 0.98 公尺／秒與 9.13 ± 0.94 公尺／秒，訓練後速度顯著提升 ($p<.05$)。100-150 公尺階段，訓練前後速度為 6.93 ± 0.80 公尺／秒與 7.25 ± 0.73 公尺／秒，訓練後速度亦顯著提升 ($p<.05$)。150-200 公尺階段，分別為 8.39 ± 1.05 公尺／秒及 8.51 ± 0.97 公尺／秒，訓練後速度略高於訓練前，但未達顯著差異。全程 0-200 公尺平均速度比較，訓練前為 7.77 ± 0.79 公尺／秒，訓練後則為 7.87 ± 0.74 公尺／秒。



圖二 前後測分段速度
註：訓練前與訓練後各階段若有差異以*表示

(二)乳酸與心跳率

結果如圖三，訓練前選手跑完 200 公尺之最大平均心跳率為 188.88 ± 8.12 次／分，乳酸最大值平均為 15.72 ± 2.07 毫莫耳／升；經過兩週訓練後，後測的最大平均心跳率為 188.13 ± 10.08 次／分，乳酸為 15.42 ± 1.66 毫莫耳／升，訓練前與訓練後兩者皆未達顯著差異 ($p>.05$)。



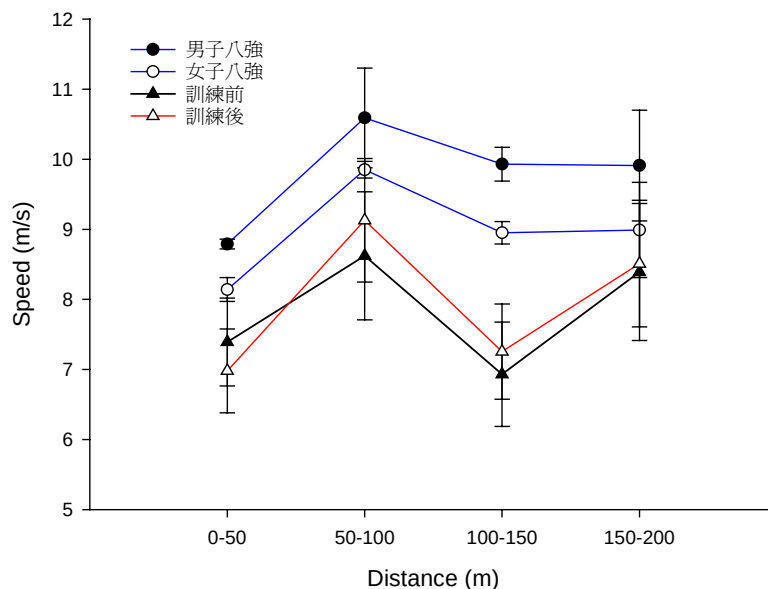
圖三 前後測乳酸心跳圖

二、討論

(一)200 公尺分段速度

就兩週階梯訓練後，選手的速度表現之關係分成 0-50 公尺、50-100 公尺、100-150 公尺及 150-200 公尺分別討論。0-50 公尺階段，訓練後速度並未顯著提升，反而呈顯著下降，且下降幅度達 0.41 公尺／秒 ($p<.05$)，其原因可能為兩週階梯訓練過程中，並未實施彎道起跑及過彎之技術訓練，而呈現彎道起跑至第 50 公尺之速度減退現象。在 50-100 公尺與 100-150 公尺兩階段，速度表現皆呈顯著進步，分別進步 0.51 公尺／秒與 0.32 公尺／秒，特別是 50-100 公尺階段，最大速度呈現顯著提升，推估 30 公尺階梯訓練的能量提供與 200 公尺能量供給相近，可延長選手在高速度下步伐頻率的穩定，以及延緩速度下降的時間，延長高速度的表現。150-200 公尺階段，訓練後速度平均優於訓練前，平均進步幅度為 0.12 公尺／秒，但未達顯著差異。Hautier et al. (1994) 表示，速度的表現會依其能量水準下降而減退，選手在 100-150 公尺階段的刻意減速，可能會增加能量與肌肉的負擔，而限制下一階段速度的提升。就許樹淵 (1998) 之 1997 年世界田徑錦標賽 200

公尺男女八強分段時間為依據製作成圖（如圖四）並發現世界級選手速度與本研究受試者呈現之速度曲線有所不同，這可能為彎道技術表現上的錯誤，或選手過彎後為預留最後階段衝刺的心態放鬆所致。



圖四 97年世界田徑錦標賽200公尺決賽與階梯訓練前、後測比較

(二)乳酸與心跳率

Hottenrott (1993) 指出，心跳率可用來判斷個體的訓練效果及承受負荷的能力以及負荷狀況，而乳酸可用來評估負荷強度、肝醣儲存情況等。透過乳酸與心跳率檢測後可知，訓練前的前測與訓練後的後測之乳酸與心跳值皆處於最大負荷下進行 (Mader et al., 1976)。心臟主要是藉由交感與副交感神經相互結抗而調控的，強度較高的運動，藉交感神經調控的比例也會提升。

De-Meersman (1992) 表示，長期接受運動訓練者，能提升有氧能力外亦能促進副交感神經活性，即經過訓練後能改善心臟調節能力。不過本研究的兩週訓練，並未讓選手的最大心跳率達到下降的效果，推估可能是本研究兩週訓練型態並未讓選手達到生理適應上的穩定，若延長訓練時間可能可以達到訓練效果 (Neumann, 1991)。不過，另一研究指出，針對 30 秒

的衝刺跑無論是動態或被動式恢復型態皆無法改變乳酸的最大值 (Madon, Bishop, & Fournier, 2002)；而相同以最大負荷之運動強度進行下，個體的最大心跳率亦不會產生太大差異 (Baker, Ramsbottom, & Hazeldine, 1993)。雖然 Rodas, Ventura, Cadefau, Cussó, and Parra (2000) 表示，兩週訓練可以增進有氧與無氧的能力，不過該研究的訓練天數為連續五天，組合兩種不同休息時間與強度型態進行。Weicker and Strobel (1994) 指出，訓練前後之乳酸最大值差異須大於 3 毫莫耳/升才能達到訓練效果。本研究使選手的最大乳酸平均值下降 0.30 毫莫耳/升，雖然未達顯著差異 ($p>.05$)，但整體平均速度提升了 0.10 公尺/秒。以同樣為短距離徑賽的百公尺為例，世界級選手若在時間上有百分之一秒的優勢，便可能超前 1.2 公尺的距離 (Alston, 1993)。若競賽距離延長至 200 公尺可能導致更大幅的差異產生。綜合上述可知，透過兩週後訓練後，在相同身體負荷下，可使 200 公尺運動表現提升，且在同樣強度負荷下能有最佳的運動表現。

肆、結論

一、結論

- (一)兩週階梯訓練，可提高運動員 200m 徑賽最高速度提升，特別在中段速度（50 公尺-150 公尺）階段。
- (二)兩週階梯訓練並無法顯著改變心跳率與乳酸值。

二、建議

由本研究發現，目前國內短距離高中徑賽選手欠缺在高速度維持的能力，若欲改善運動表現，建議教練可以利用階梯訓練改善其無氧糖解與快速耐力，若想要增強起跑瞬發力與其它階段能力需配合其他訓練輔助。

參考文獻

- 許樹淵 (1994)。運動生物力學在短距離跑上的應用。《中華體育季刊》，8(2)，196-201。
- 許樹淵 (1998)。1997 年世界田徑錦標賽短距離跑分段時間分析。《中華體育季刊》，12(1)，

121-130。

張嘉澤 (2008)。訓練學。桃園縣：台灣運動能力診斷協會。

Alston, B. (1993). Quick draw on the track reaction time and the 100 m race. *Track and Field Quarterly Review*, 93(1), 11-12.

Baker, J., Ramsbottom, R., and Hazeldine, R. (1993). Maximal shuttle running over 40 m as a measure of anaerobic performance. *British Journal of Sports Medicine*, 27(4), 228-232.

Bompa, O. T. (1999). Periodization training for sports. Canada: Human Kinetics.

Burgomaster, K. A., Essen, M., Gibala, M. J., Little, J. P., Wilkin, G. P., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., & Raha, S. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: Similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575(3), 901-911.

De-Meersman, R. E. (1992). Respiratory sinus arrhythmia alteration following training in endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 64(5), 434-436.

Duffied, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(3), 302-313.

Gibala, M. J., Little, J. P., Essen, M. V., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., Raha, S., & Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: Similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575(3), 901-911.

Hargreaves, M. (1995). *Exercise metabolism*. IL: Human Kinetics.

Harre, D. (1986). *Trainingslehre*. Berlin. In: Grosser et al.: Das neue Konditionstraining, 12-14.

Hautier, C. A., Wouassi, D., Arsac, L. M., Bitanga, E., Thiriet, P., & Lacour, J. R. (1994). Relationships between postcompetition blood lactate concentration and average running velocity over 100-m and 200-m races. *European Journal of Applied Physiology*, 68(6), 508-513.

Hottenrott, K. (1993). Trainingssteuerung im Ausdauersport.

Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2004). Segment-interaction analysis of the stance limb in sprint running. *Journal of Biomechanics*, 37(9), 1439-1446.

Madon, M.S., Bishop, D., & Fournier, P. A. (2002). Recovery from a sprint: Impact of

- active recovery. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5(4), Suppl. 1, 44.
- Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Philippe, H., Schuerch, P. M., & Hallmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit im Labour. *Sportarzt und Sportmedizin*, 27(4), 80-88.
- McLoughlin, P., McCaffrey, N., & Moynihan, J. B. (1991). Gentle exercise with a previously inactive muscle group hastens the decline of blood lactate concentration after strenuous exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 62(4), 274-278.
- Neumann, G. (1991). Zur Leistungsstruktur der Kurz-und Mittelzeitausdauer- Sportarten aus sport medizinischer Sicht. *Leistungssport*, 21(1), 29-31.
- Risberg, M. A., & Ekeland, A. (1994). Assessment of functional tests after anterior cruciate ligament surgery. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 19(4), 212-7.
- Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cussó, R. & Parra, P. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 480-486.
- Saltin, B. (1986). The physiological and biochemical basis of aerobic and anaerobic capacities in man; effect of training and range of adaption. In: Maehlum, S., Nilsson, S., Renstrom, P., (Eds.), An Update in Sports Medicine: Proceedings from the *Second Scandinavian Conference in Sports Medicine*, 16-59.
- Schmolinsky, G. (2000). *Track and Field: The East German Textbook of Athletics*. Toronto: Sport Book.
- Sinning, W. C., & Forsyth, H. L. (1970). Lower-limb actions while running at different velocities. *Medicine and Science in Sport*, 2(1), 28-34.
- Talanian, J. L., Galloway, S. D., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology*, 102(4), 1439-1447.
- Volkov, N. I., & Lapin V. I. (1979). Analysis of the velocity curve in sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11(4), 332-337.
- Weicker, H., & Strobel, G. (1994). *Sportmedizin-Biomechanischphysiologische Grundlagen und ihre Bedeutung*. Fischer, Stuttgart.

EFFECTS OF SPEED PERFORMANCE ON 200M SPRINT IN TRACK AND FIELD PLAYERS AFTER TWO WEEKS STAIR TRAINING

Te-Sheng, Chen¹ & Jia-Tzer, Jang²

¹Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sport University &

²Graduate Institute of Sports Training Sciences, National Taiwan Sport University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to compare the effect of 2 weeks stair training on maximal heart rates (HR_{max}), lactate (La_{max}) and every 50 m speed performance of 200meter in high school male track players. **Method:** Eight senior high school male athletes (age: 17.00 ± 0.78 yrs, high: 171.60 ± 7.23 cm, weight: 69.90 ± 10.86 kg, experience: 3.50 ± 2.06 yrs) performed the combination with interval stair training (IST) and endurance training (ET) in 2 weeks. IST consisted of 30 m maximal sprint efforts interspersed by 3 min of recovery (3 d/wk), and ET performed at 20 min continuous running ($70\%HR_{max}$, 2 d/wk). Assessments for the every 50 m prior speed, HR_{max} , and La_{max} were tested at pre- and post-test. All data obtained during the period were analyzed with paired t-test by SPSS 12.0. All significant levels were set at $p < .05$. **Results:** There was a significant decrease in the velocity of 0.41 m/s ($p < .05$) in the initial phase (0-50 m). Both 50-100 m and 100-150 m were significant increased 0.51 m/s ($p < .05$) and 0.32 m/s ($p < .05$). But no significant differences in the last phase (150-200 m). **Conclusion:** The finding are as following: (1) 2 weeks IST can improve the velocity of 50-150 m with in 200 m sprint. (2) IST was increased the performance at the same intensity.

Key words: stair run, sprint, period of speed, 2 weeks training, heart rates