

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

► 兩週不同型態跑步訓練對有氧及無氧耐力之影響

Different Pattern of Running Training on Aerobic and Anaerobic Endurance in Two Weeks

doi:10.6127/JEPF.2008.08.09

運動生理暨體能學報, (8), 2008

Journal of Exercise Physiology and Fitness, (8), 2008

作者/Author：何正峰(Cheng-Feng Ho);李文志(Wen-Chih Li);王錠堯(Ting-Yao Wang)

頁數/Page：81-89

出版日期/Publication Date：2008/12

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.6127/JEPF.2008.08.09>



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



兩週不同型態跑步訓練對有氧及無氧耐力之影響

何正峰¹ 李文志¹ 王錠堯^{2*}

¹世新大學體育室 ²國立台灣體育大學（桃園）教練研究所

摘要

目的：探討高強度間歇（high intensity interval training, HIIT）與速度變換持續（adjustable speed continuous training, ASCT）跑步訓練 2 週（訓練時間相同）對於三磷酸腺苷-磷酸肌酸（ATP-PC）系統、有氧及無氧耐力的影響。**方法：**受試者為 16 名男性籃球選手，年齡 20.30 ± 1.30 歲、身高 182.50 ± 5.80 cm、體重 76.60 ± 13.80 kg。訓練前、後，受試者接受漸增強度跑步測驗取得閾值速度（有氧、無氧）以及 10m 折返跑測驗（3 組 × 3 反覆）取得測試中（各組後）與結束後第 3、5 分鐘的血乳酸。以訓練前無氧閾值配對分組至 HIIT 與 ASCT 組進行 7 次，每次 20 分鐘的跑步訓練。以混合設計二因子變異數分析閾值速度與血乳酸的變化（ $\alpha=.05$ ）。**結果：**兩週訓練後，兩組的有氧閾值速度皆顯著進步 18.2%與 19.0%（ $p<.05$ ）；無氧閾值速度僅有 HIIT 組顯著進步 9.7%（ $p<.05$ ），組間有顯著差異。ASCT 組在折返跑測試中、後的血乳酸濃度皆顯著下降，且在第 2 組及測試後 3、5 分鐘顯著低於 HIIT 組（ $p<.05$ ）但 HIIT 組的血乳酸僅在第 1 組後顯著下降。**結論：**2 週的跑步 HIIT 可以有效提升有氧與無氧閾值速度，但對於 ATP-PC 系統的助益有限，而 ASCT 對於有氧閾值與 ATP-PC 系統有明顯幫助且能維持無氧閾值速度。

關鍵詞：高強度間歇訓練、速度變換持續訓練、有氧閾速度、無氧閾速度、ATP-PC 系統

連絡作者：王錠堯

聯絡電話：0911-724245

投稿日期：2008 年 4 月

通訊地址：桃園縣龜山鄉文化一路 250 號

E-mail：tingyao.wang@gmail.com

接受日期：2008 年 8 月

結論

問題背景

規律的間歇訓練已經是耐力運動員訓練中不可或缺的元素，其基本定義為一段完整的訓練時間被相對應的不完全休息所分割。雖然間歇訓練已經廣泛的使用在日常訓練中，但 2007 年美國運動醫學年會中仍然針對高強度間歇訓練 (high intensity interval training, HIIT) 提出新的觀點，認為 HIIT 可以增強高強度時的運動表現、提升脂肪代謝的速率以及有氧耐力 (Laursen & Jenkins, 2002; Edge, Bishop, & Goodman, 2006)，甚至兩週的 HIIT 就可以提升在相同強度下脂肪代謝的比例 (Talanian, Galloway, Heigenhauser, Bonen, & Spriet, 2007)。過去大多數的研究都是以腳踏車進行，HIIT 以跑步方式的訓練效果仍屬未知，因此跑步型態的 HIIT 效果實有研究之必要。

過去的研究普遍證實 6 到 12 週 60-75% $\dot{V}O_{2peak}$ 強度不變的持續訓練，可以增進全身性的脂肪代謝及肌肉內酵素的活性 (Gollnick et al., 1973; Kiens, 1997)。甚至 7 到 10 天，每天 2 小時 60-70% $\dot{V}O_{2peak}$ 的腳踏車訓練也能增進粒腺體數量以及體內酵素如檸檬酸合成酶 (citrate synthase, CS)、羧醯基輔酶 A 脫氫酶 (β hydroxyacyl CoA dehydrogenase, β -HAD)、胰島素的活性 (Spina et al., 1996)。然而 Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell, and Gibala (2005) 發現兩週共六次，每次 4-7 組反覆的 30 秒腳踏車衝刺間歇訓練 (sprint interval training, SIT)、總時間約 15 分鐘的高強度運動 (150-300% $\dot{V}O_{2peak}$ power)，也可以增進肌肉氧化能力及有氧耐

力，但卻沒有改變 $\dot{V}O_{2peak}$ 。Gibala et al. (2006) 進一步比較兩週的 SIT 與傳統耐力訓練 (endurance training, ET)，結果發現 SIT 的訓練時間大約是 ET 的 1/5 (2.50 vs. 10.50 小時)、做功量約是 ET 的 1/10 (630 vs. 6500 kJ)，就可以達到與 ET 類似的訓練效果，其中包括安靜時肌肉肝醣、肌肉氧化與緩衝能力、體內酵素及運動表現，顯然 SIT 是一種相當有效率的訓練方式。

然而 SIT 對於準備期選手或者休閒運動者可能有強度過強的問題 (Talanian et al., 2007)。相較於 SIT 方式，HIIT 的方式較適合一般運動員訓練時使用 (Edge et al., 2006; Talanian et al., 2007)。Edge et al. 以 120-140% 乳酸閾值 (lactate threshold, LT) 的強度設計腳踏車 HIIT，以運動 2 分鐘休息 1 分鐘的方式進行 6 至 10 次反覆，並與具有相同做功量、強度為 85-90% LT 的持續訓練進行比較。兩者 5 週的訓練對於 $\dot{V}O_{2peak}$ 與 LT 都有明顯的增進效果，但是 HIIT 組的肌肉緩衝能力有明顯的進步，而持續訓練組則無。Talanian et al. 則以強度 90% $\dot{V}O_{2max}$ 設計運動 4 分鐘休息 2 分鐘共 10 次反覆，為期兩週的腳踏車訓練，發現僅僅兩週的 HIIT 訓練仍有顯著提升 $\dot{V}O_{2peak}$ 、降低固定強度運動時血乳酸、提升脂肪代謝比例的現象。因此根據相同的概念，兩週跑步型態的 HIIT 訓練是否也會達到相同的效果？

籃球運動主要以跑步組成，屬於高強度非循環式運動，有相當多來回折返的動作，其主要能量來源為三磷酸腺苷-磷酸肌酸系統 (ATP-PC) (Siegler, Gaskill, & Ruby, 2003; Taylor, 2004; Edge, Bishop, Goodman, & Dawson, 2005)。ATP-PC 系統的使用效率越

好，越可以避免體內進入無氧醣酵解系統；而 ATP-PC 系統則可以透過有氧耐力訓練的方式提升 (McMahon & Jenkins, 2002; Bishop, Edge, & Goodman, 2004)。速度變換持續跑 (adjustable speed continuous training, ASCT) 在德國是相當普遍的有氧耐力訓練方式 (Martin, Carl, & Lehnertz, 1993)，可以有效促進有氧、無氧能量代謝的交替與乳酸排除。一般的訓練方式是以有氧閾值與無氧閾值速度交替進行，使運動時負荷有系統的變換有氧與無氧能量 (Zintl & Eisenhut, 1994)。綜合以上論述 HIIT 具有效率與安全的特點，但透過跑步訓練的效果如何仍屬未知；而 ASCT 對於 ATP-PC 系統的效益亦有必要進一步確定，因此本研究將比較兩週以 120-140% 無氧閾值速度的 HIIT 與無氧-有氧閾值速度變換的 ASCT 對於 ATP-PC 系統的使用、以及對有氧及無氧耐力的影響。

研究方法

受試者與研究流程

16 位男性大專甲組籃球選手自願參加本研究，訓練經驗為 5.10 ± 2.50 年，其基本資料如表一。測驗前需填寫受試者同意書、瞭解整個研究流程，並且在接受本研究的前、後測前三天內不能接受高強度訓練。受試者在訓練前必須接受漸增強度的跑步機測試 (Mader et al., 1976)，以取得受試者 2 mmol/l 有氧及 4 mmol/l 無氧閾值的速度，間隔 24 小時後進行 3 組 \times 3 次的 10 m 折返跑測試。前測後根據受試者的無氧閾值速度，以 S 型配對分為 HIIT 與 ASCT 組。兩組皆先經過一次練習調整訓練強度，ASCT 組的強度不變而 HIIT 組的平均強度調整為 $132.9 \pm 7.8\%$ 無氧閾值速度。經過兩週共七次訓練後（每次訓練間隔一天），進行與前測相同的測試。

表一 受試者基本資料

組別	年齡 (yrs)	身高 (cm)	體重 (kg)	有氧閾值 (m/s)	無氧閾值 (m/s)
HIIT ($n=8$)	20.30 ± 1.50	181.80 ± 4.70	75.60 ± 13.40	2.20 ± 0.20	3.10 ± 0.20
ASCT ($n=8$)	20.30 ± 1.20	183.30 ± 7.00	77.60 ± 15.10	2.10 ± 0.10	3.30 ± 0.10

測驗方式

漸增強度跑步機測試

受試者以耳垂採血方式測量血乳酸安靜值，伸展熱身 5 分鐘後在跑步機上以起始速度為 2.00 m/s，每 5 分鐘增加 0.50 m/s 直到受試者力竭為止。衰竭判定為受試者自覺力竭或心跳率超過 190 beats/min (Mader et al., 1976)。階與階之間休息 1 分鐘，並進行耳垂採血 10 μ l，以 Diagnostic Biosen C_line 德國製乳酸血糖分析儀進行分析之後，透過德

國 Laktat-Explorer 軟體計算受試者 2 mmol/l 有氧及 4 mmol/l 無氧閾值速度。

3 組 \times 3 次的 10 m 折返跑測試

過去研究顯示運動時間小於 10 秒的高強度運動能量來源主要為 ATP-PC 系統，因此 PC 再生能力較佳者，其在小於 10 秒的反覆高強度運動時，血乳酸的堆積會較低。血乳酸堆積越高，表示 ATP-PC 系統運用能力越差 (Harmer et al., 2000; Edge et al., 2005)，再加上折返跑為籃球的主要動作型態，因此本研究以反覆 10 m 折返跑的血乳酸堆積來

評量受試者的 ATP-PC 系統運用。受試者以耳垂採血方式測量血乳酸安靜值，接著伸展熱身 5 分鐘並在室內籃球場練習 10 m 折返跑 2 次，之後安靜休息 3 分鐘後開始測試。將速度相近的受試者 2 名分在同一組進行測試，在測試過程中不斷鼓勵受試者盡力並以碼錶及 Polar 610i 心率錶記錄每次時間與心跳。折返跑共 9 次，反覆之間休息 30 秒，3 次為一組 (Set1、Set2、Set3)，組間休息 1 分鐘並進行耳垂採血，並在測驗結束後第 3、5 分鐘 (E3、E5) 各採血一次。採血量皆為 10 μ l 並以 Diagnostic Biosen C_line 德國製乳酸血糖分析儀進行分析。

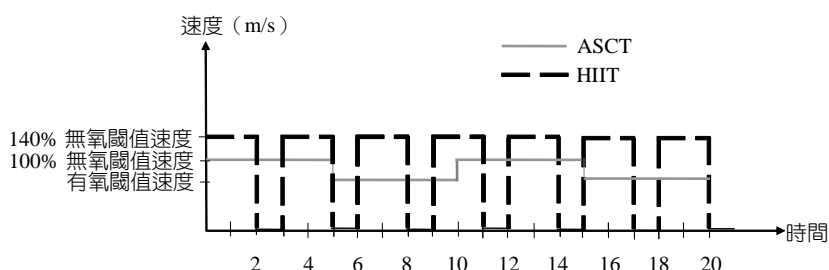
訓練內容

過去間歇訓練的強度，幾乎都使用最大攝氧量或最大攝氧量速度 (velocity associated with the maximal oxygen consumption, $\dot{V}O_{2max}$) 的百分比設定 (Billat, 2001)。但是 Baldwin, Snow, and Febbraio (2000) 的研究指出，相較於最大攝氧量或最大攝氧量速度百分比，以乳酸閾值百分比設定運動強度時所使用的能量系統及心臟的壓力，對於體能程度不同的受試者較為一致。因此本研究

以 4 mmol/l 無氧閾值速度百分比設定間歇訓練的運動強度，並參考 Edge et al. (2006) 與 Talanian et al. (2007) 腳踏車間歇訓練的概念設計跑步機上的間歇訓練，強度為 120-140% 的乳酸閾值速度。HIIT 組在經過練習後，因為部分受試者跑步速度的限制，以平均強度為 $132.9 \pm 7.8\%$ 的無氧閾值速度進行運動時間 2 分鐘、休息時間 1 分鐘，共 7 次反覆、總訓練時間為 20 分鐘的間歇訓練；而 ASCT 則以無氧閾值及有氧閾值速度每 5 分鐘變換一次的方式，進行總訓練時間為 20 分鐘的持續訓練，兩組訓練前皆以 2.00 m/s 進行三分鐘熱身，如圖一。

統計分析

所有數值除了年齡、身高、體重與訓練年數，其餘皆以平均數 (Mean) \pm 標準誤 (SE) 表示，使用 SPSS 10.0 以 (2 組別 \times 2 時間) 混合設計二因子變異數分析兩組訓練前、後的有氧與無氧閾值速度，以及折返跑測試各時間點的血乳酸值。當交互作用達顯著時再以 t 檢定或重複量數單因子變異數分析進行單純主要效果比較，顯著水準訂為 $\alpha=.05$ 。



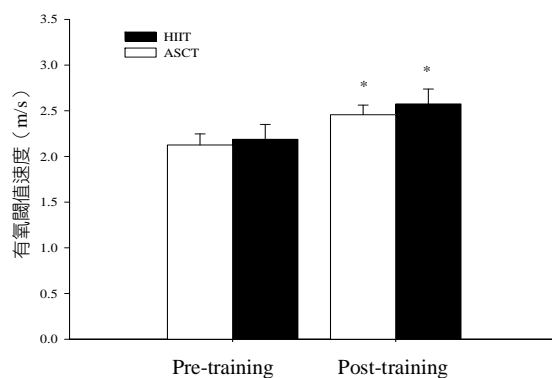
圖一 HIIT 與 ASCT 訓練示意圖

結果

HIIT 與 ASCT 組在第 2 次訓練後（共 7 次訓練）所測量的血乳酸濃度分別是 10.10 ± 1.10 mmol/l 及 3.60 ± 0.20 mmol/l，顯然 HIIT 偏向於無氧性而 ASCT 偏向於有氧-無氧性訓練。兩組折返跑的平均完成時間在 4.20 ± 0.10 sec 至 4.60 ± 0.10 sec 間，屬於 ATP-PC 能量系統範圍；兩組 Set1 至 Set3 的結束心跳率約從 156.30 ± 2.20 min⁻¹ 上升至 169.40 ± 2.80 min⁻¹，訓練前、後的折返跑心跳率在組內（Set1 至 Set3）及組間皆沒有顯著差異（ $p>.05$ ）。

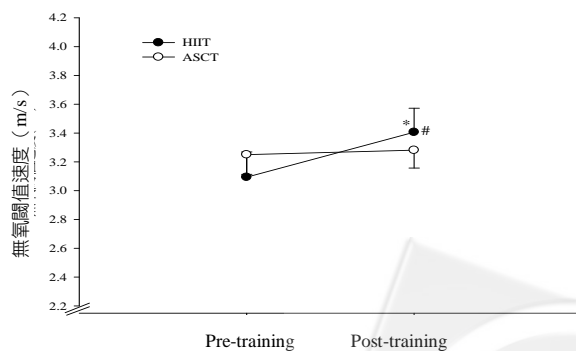
有氧與無氧閾值速度

兩組在訓練前的有氧與無氧閾值速度沒有顯著差異（表一， $p>.05$ ）。訓練後兩組的有氧閾值速度都有顯著的進步，HIIT 組 18.2%（ 2.20 ± 0.20 m/s 至 2.60 ± 0.20 m/s， $p<.05$ ）、ASCT 組 19.0%（ 2.10 ± 0.10 m/s 至 2.50 ± 0.10 m/s， $p<.05$ ），沒有交互作用（ $p>.05$ ）。如圖二。HIIT 組的無氧閾值速度在訓練後有顯著進步 9.7%（ 3.10 ± 0.20 m/s 至 3.40 ± 0.20 m/s， $p<.05$ ），但 ASCT 組訓練後則沒有顯著差異（ 3.30 ± 0.10 m/s 至 3.30 ± 0.10 m/s， $p>.05$ ），組間有交互作用（ $p<.05$ ），如圖三。



圖二 訓練前後兩組的有氧閾值速度變化

*表示顯著高於前測（ $p<.05$ ）



圖三 訓練前後兩組的無氧閾值速度變化

*表示 HIIT 組後測顯著高於前測；#表示與 ASCT 組有顯著差異（ $p<.05$ ）。

折返跑測試中的乳酸變化

訓練前兩組折返跑測試中的安靜值、各組結束後及測試後第 3、5 分鐘的血乳酸濃度沒有顯著差異 ($p>.05$)。訓練後兩組在 Set1 的血乳酸濃度皆顯著低於訓練前 ($p<.05$)，

而 ASCT 組在運動中及運動後的血乳酸濃度皆顯著低於訓練前，且在 Set2、E3 與 E5 顯著低於 HIIT 組 ($F=5.2-8.4$, $p<.05$)，但 HIIT 除了 Set1 外訓練前後的血乳酸濃度沒有顯著差異 ($p>.05$)，見表二。

表二 兩組訓練前、後折返跑中的血乳酸變化

組別	R	Set1	Set2	Set3	E3	E5
HIIT (Pre)	1.20 ± 0.10	3.50 ± 0.30	4.80 ± 0.40	6.50 ± 0.80	5.90 ± 0.80	6.10 ± 0.90
HIIT (Post)	1.10 ± 0.10	2.80 ± 0.20*	5.00 ± 0.40	5.80 ± 0.60	5.80 ± 0.70	5.80 ± 0.80
ASCT (Pre)	1.20 ± 0.10	3.60 ± 0.20	5.90 ± 0.40	6.50 ± 0.40	6.80 ± 0.60	7.50 ± 0.70
ASCT (Post)	0.90 ± 0.10	2.70 ± 0.20*	4.30 ± 0.30*#	5.10 ± 0.50*	5.10 ± 0.60*#	5.00 ± 0.70*#

註：單位 (mmol/l)。

*表示後測皆顯著低於前測；#表示 ASCT 顯著低於 HIIT 組 ($p<.05$)。

討論

本研究將原本在腳踏車上進行的 HIIT 訓練轉移到原地跑步機上，因為跑步機存在受試者速度是否可以跟上強度的問題，本來設計的 140% 無氧閾值速度因為部分受試者而調整為平均 $132.9 \pm 7.8\%$ ，未來若要實際運用在運動訓練時可能還是必須考慮選手的速度是否可以配合其無氧閾值的百分比。折返跑測驗時兩組在前、後測的心跳率都沒有顯著差異，顯示受試者是在相同的運動強度下盡力的接受測驗。

訓練後有氧與無氧閾值速度的變化

從圖二可以發現有氧閾值速度在 HIIT 與 ASCT 組都有顯著的進步，這與過去的研究結果相似 (Spina et al., 1996; Gibala et al., 2006; Talanian et al., 2007)，雖然 HIIT 的訓練量跟時間都短於 Talanian et al. 的實驗設計，但本研究中兩週 7 次高強度間歇約 20 分鐘的訓練就可以達到明顯提升有氧及無氧能力的效果，顯見跑步的訓練方式似乎比腳踏

車理想。目前無氧閾值的檢測相當普遍，未來教練可以利用本研究的訓練方式在短時間內提升選手的有氧及無氧耐力。值得注意的是，同樣是 20 分鐘的速度變換持續跑訓練方式，也可以有效的提升有氧閾值速度，這與 Spina et al. 及 Gibala et al. 在其研究中需要進行 1.5-2 小時訓練的效率上有相當的不同。顯示速度變換持續跑訓練，可能可以有效地刺激受試者體內進行快速的有氧與無氧代謝變換，以及強化血乳酸的排除能力 (Zintl & Eisenhut, 1994)，因此可能在兩週內就可以提升有氧閾值速度。

圖三顯示僅有 HIIT 組可以有效的提升無氧閾值速度，這與 Talanian et al. (2007) 的結果相似，不過 ASCT 組也具有維持無氧耐力的效果，可能是訓練中強度有到達無氧閾值，也可以刺激到無氧醣酵解酵素。本研究中兩組訓練的總時間相同，但是從第 2 次訓練後的血乳酸濃度來判斷 (HIIT: 10.10 ± 1.10 mmol/l v.s. ASCT: 3.60 ± 0.20 mmol/l) 其訓練的強度確有顯著的不同，根據 Harmer et

al. (2000) 的觀點，訓練強度是否足以刺激醣酵解能力並且增進無氧醣酵解酵素的活性，可能才是提升無氧耐力的重點。HIIT 可能增進運動表現的原因應該是提升了肌肉的緩衝能力（避免體內快速酸化），以及血漿量（腎激素與白蛋白的提升）、心輸出量（提升左心室收縮力與舒張末期容積）與肌肉陽離子唧筒密度的改變（Laursen & Jenkins, 2002）。

訓練後 ATP-PC 能量系統的變化

大多數團體運動包括籃球都需要運動時間 <10 秒，休息時間 <30 秒的反覆衝刺能力理論上屬於 ATP-PC 能量系統（Edge et al., 2005）。如果在反覆衝刺中堆積較少的乳酸，較可以維持肌肉正常收縮的能力（Bishop et al., 2004），而決定乳酸堆積多寡的因素則是 PC 再生能力的優劣（Harmer et al., 2000）。從表二可以發現 ASCT 組訓練後在折返跑測試中及測試結束後的乳酸值都低於前測值，在強度沒有改變的情況下（前、後測心跳率沒有顯著差異），顯示 ATP-PC 系統運用的提升。PC 再生的 ATP 完全來自於有氧代謝，初期速度取決於 ADP 濃度及 ATP 水解時的自由能，後期則受到氧氣的運送效率的影響，本研究結果符合有氧能力訓練可以加快 PC 的恢復，並且有效降低折返跑時肌肉使用無氧醣酵解的比例（McMahon & Jenkins, 2002）。過去的研究似乎都需要訓練至 4-5 週才可以看到效果，有可能透過速度變換持續跑訓練，可以刺激肌肉內乳酸的生成與排除。且訓練中強度有到達無氧閾值，與過去

研究皆是以低於無氧閾值速度進行持續跑的方式不同（Edge et al., 2005; Edge et al., 2006），因此可以在兩週內看到 PC 再生的提升。與過去研究不同的是 HIIT 僅提升折返跑初期（Set1）的 ATP-PC 耐力，這與過去的研究結果有些不同（Edge et al., 2006; Talanian et al., 2007）。可能原因是訓練期僅有兩週，身體不足以產生適應來提升 PC 的再生；或是以跑步方式進行高強度間歇訓練的強度及身體負荷都高於腳踏車，因此訓練內容主要都偏向無氧性的訓練，無法有效刺激有氧代謝酵素，導致有氧代謝刺激不夠（Linossier, Dennis, Dormois, Geyssant, & Lacour, 1993），不足以在折返跑的恢復期加快 PC 再生能力。未來必須針對訓練強度及休息時間進一步的研究，並且考慮在運動中檢測血液的 pH 值。

結論與建議

根據本研究的結果，兩週共 7 次的高強度間歇訓練（約 130% 無氧閾值速度，運動 2 分鐘休息 1 分鐘，總計 20 分鐘）可以有效提升有氧與無氧閾值速度，但對於 ATP-PC 系統的幫助有限。而速度變換持續跑訓練（無氧-有氧閾值速度各 5 分鐘，總計 20 分鐘）對於有氧閾值速度與 ATP-PC 系統運用有明顯幫助，且無氧閾值速度仍能維持不變。建議一般人可透過速度變換持續跑方式來提升有氧耐力並且維持無氧耐力。

引用文獻

- Baldwin, J., Snow, R. J., & Febbraio, M. A. (2000). Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9), 1648-1654.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31(2), 13-31.
- Bishop, D., Edge, J., & Goodman, C. (2004). Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4-5), 540-547.
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J. F., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1985-1990.
- Edge, J., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *European Journal of Applied Physiology*, 96(1), 97-105.
- Edge, J., Bishop, D., Goodman, C., & Dawson, B. (2005). Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1975-1982.
- Gibala, M. J., Little, J. P., van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., et al. (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.
- Gollnick, P. D., Armstrong, R. B., Saltin, B., Saubert, C. W., Sembrowich, W. L., & Shepherd, R. E. (1973). Effect of training on enzyme activity and fiber composition of human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 34(1), 107-111.
- Harmer, A. R., McKenna, M. J., Sutton, J. R., Snow, R. J., Ruell, P. A., Booth, J., et al. (2000). Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. *Journal of Applied Physiology*, 89(5), 1793-1803.
- Kiens, B. (1997). Effect of endurance training on fatty acid metabolism: Local adaptations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(5), 640-645.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
- Linossier, M. T., Denis, C., Dormois, D., Geyssant, A., & Lacour, J. R. (1993). Ergometric and metabolic adaptation to a 5-s sprint training programme. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 67(5), 408-414.
- Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Philippi, H., Rost, R., Schurch, P., et al. (1976). Zur Beurteilung der sportpezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. *Sportarzt Sportmed*, 27(4), 80-88.
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (1993). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Verlag Hofmann.
- McMahon, S., & Jenkins, D. (2002). Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. *Sports Medicine*, 32(12), 761-784.
- Siegler, J., Gaskill, S., & Ruby, B. (2003). Changes evaluated in soccer-specific power endurance either with or without a 10-week, in-season, intermittent, high-intensity training protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 379-387.
- Spina, R. J., Chi, M. M., Hopkins, M. G., Nemeth, P. M., Lowry, O. H., & Holloszy, J. O. (1996). Mitochondrial enzymes increase in muscle in response to 7-10 days of cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80(6), 2250-2254.
- 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.
- Taylor, J. (2004). A tactical metabolic training model for collegiate basketball. *Strength and Conditioning Journal*, 26(5), 22-29.
- Zintl, F., & Eisenhut, A. (1994). *Ausdauertraining. Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung*. München: BLV Sportwissen.

Different Pattern of Running Training on Aerobic and Anaerobic Endurance in Two Weeks

Ho, Cheng-Feng¹ Li, Wen-Chih¹ Wang, Ting-Yao^{2*}

¹Department of Physical Education, Shih Hsin University

²Institute of Coaching Science, National Taiwan Sport University

Abstract

Purpose: To compare the effects of high intensity interval (HIIT) and adjustable speed continuous (ASCT) training (matched for training time) on ATP-PC system, aerobic- and anaerobic endurance by running in two weeks. **Methods:** Pre- and post-training, graded running test (GRT) and 10-m shuttle run test (SRT: 3 sets \times 3 repetitions) were assessed in 16 male basketball players (20.30 ± 1.30 yrs, 182.50 ± 5.80 cm, 76.60 ± 13.80 kg). The thresholds 2 mmol/l aerobic threshold [2-AT] and 4 mmol/l anaerobic threshold [4-AnT] were obtained from GRT. Blood lactate concentrations [La] during and after SRT were taken. Subjects were arranged by 4-AnT then matched into HIIT and ASCT group and performed 7 times 20-min running training. All values are reported as *mean \pm SE*, thresholds and blood lactate concentration comparisons were made using two-way ANOVA with repeat measures ($\alpha=.05$). **Results:** Both groups had significant improvement in 2-AT (18.2-19.0%, $p<.05$), but only HIIT had significant increase in 4-AnT (3.10 ± 0.20 m/s to 3.40 ± 0.20 m/s, $p<.05$). ASCT had significant decrease in the La during and after SRT ($p<.05$), but in HIIT only the Set1 was lower significantly ($p<.05$). The La at Set2, and after SRT of ASCT were significantly lower than HIIT after training ($p<.05$). **Conclusion:** When training time is matched in two weeks, HIIT improves both aerobic- and anaerobic endurance, but not to ATP-PC system; ASCT increases the aerobic endurance and ATP-PC system, but keep anaerobic endurance constant.

Key words: High intensity interval training, Adjustable speed continuous training, Aerobic threshold speed, Anaerobic threshold speed, ATP-PC system