



軍事教育

兩週半反轉三千公尺鑑測跑成績的自虐體能訓練檢討報告

體育副教授 蔡玉敏、空軍上尉 李子昂

提 要

基於筆者工作專長為體育教師暨運動代表隊教練職務，故經常遇到體能較弱官生士兵私下請教如何讓自己通過令人頭痛的定期基本體能測驗之相關問題。憶及問題，含括如何精進仰臥起坐、俯地挺身、3000公尺跑步，甚至如何控制體重、提升專項運動技術或體能等等。綜整大多數問題與進一步詢問現有做法與觀念，發現並非詢問者未落實執行體能訓練行為，而是因為缺乏正確訓練觀念，或聽信不正確的前人傳言，導致觀念偏差、用錯方法（例如，至今仍有傳言，提升拉單槓能力最有效方法是做俯地挺身），因而產生與當初自我設定訓練目的完全不同期望的方向與結果。為了宣導正確體能訓練觀念，筆者在此分享近期某位進行兩週半自虐式自我體能加強訓練並順利通過體能鑑測的軍官之自我體能加強訓練過程，以及相關資訊，期望藉由公開此份訓練檢討報告，可做為後續有相同需求者的參用資料。

壹、受訓者體測背景

本案受訓者（以下簡稱受訓者）的體能背景，於就讀空軍官校（以下簡稱空官）期間的各學期，基本體能3000公尺跑步測驗成績皆未符合當學期合格標準（14分鐘），畢業體能測驗也是經過補測後才勉強壓線過關（歷次測驗成績如表1）。至於任官



後的3000公尺鑑

表1：受訓者大學期間的3000公尺跑步成績

學期	四下	四上	三下	三上	二下	二上	一下	一上
跑步成績	14'00"	14'41"	15'19"	15'20"	15'40"	15'12"	15'31"	15'39"

畢業體測 3000 公尺跑步合格標準：14'00"

測的結果，簡稱

表2：3000公尺跑步測驗成績的自我目標設定

鑑測)，雖然合格標準因應

國軍體能測驗政策變革(中

華民國國防部，2017)，以

及因應人體心肺功能、內臟

期程	108.11.25 鑑測結果	109.03.01 自測結果	最終目標 設定	平日訓練 目標	109.03.25 鑑測結果
測驗成績	15'35"	17'00"	15'00"	14'30"	14'04"

器官功能會隨著年齡增加而逐漸退化(林麗娟，1993；林正常、王順正，2008)而於民國106年向下修訂，26歲者3000公尺鑑測跑合格標準是15分鐘整，但本案例在年度鑑測時仍不合格，在進行本次兩週半體能自我加強訓練計劃之前的3000公尺跑步自我測驗是17分鐘。基於種種不可能達成預設目標(如表2)的門檻背景因素，因而筆者戲稱本次體能訓練計劃為自虐性體能訓練行為。

決定體能訓練效率的因素，包括運動的負荷強度或速度、持續時間或距離、反覆次數、訓練頻率或密度，這些稱為訓練處方的要素(蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳，2001)。訂定訓練處方，必須依據實際需求的環境類型、能量系統、動作等特殊性和進行，在確實瞭解欲進行的訓練方向與目的之後，才能針對真正需求進一步訂出最有效率的訓練處方。

訓練處方是一個大的指引方向並非死板內容，內附可付諸實際操作且可依受訓者當日特殊狀況，進行臨時性的小細目調整。例如，身體不適或過度訓練，可考慮取消當日訓練；精神不濟則考慮減輕訓練量或強度；相反的，身體處於最佳狀態就考慮調高強度，因為訓練成效是由相當的質與量堆疊出來的結果。訓練過程是否給予身體正確且適度的生理刺激(運動)，以及充足的休息與營養補給，將決定訓練成效的好或壞。好成果是因為適當體能訓練內容使生理透過超補償作用而讓體能逐漸提升，相反的，過度或不當執行會導致人體免疫力失調、生理調節功能下降、甚至引向死亡的糟糕結果。最終，本案受訓者於109年3月25日成功以14分04秒通過3000公尺鑑測跑，而所執行的兩週半自虐性體能訓練細節內容，簡述於下列章節。

貳、相關學理資訊

在擬訂體能訓練計劃時，必須依據受訓者的個別差異性、所需體能的特殊性而訂。綜整本訓練案所涉及的相關學理資訊如下。

一、優先確立訓練目的與方向

以本案為例，一開始發現受訓者對於3000公尺鑑測跑的認知有所偏頗，因



為受訓者一直認為3000公尺鑑測跑屬於運動強度比較低、持續活動時間比較長，類似馬拉松類型的長距離競跑活動。但3000公尺鑑測跑實際完成時間是30分鐘之內，屬於30%至40%無氧、60%至70%有氧的中高強度中長距離競跑活動，運動期間能量產生主要仰賴乳酸與有氧系統(蔡崇濱等，2001)。也就是說，3000公尺競跑是帶有速度感，兼具無氧能力、無氧動力、有氧能力等全面性運動能力的項目。

在生物能量學上，無氧(Anaerobic)代謝路徑是能量轉換過程中，不需要氧氣的參與；而有氧(Aerobic)代謝則需要氧氣的參與。在高強度、不穩定狀態的運動代謝過程，運動期間的缺氧(Oxygen deficit)量(攝氧量小於實際氧氣消耗量)會比在低強度、穩定狀態的量更大，這些缺氧量會在運動恢復(休息)期獲得補充(林貴福、吳柏翰、劉錦謀、林明儒、陳著，2017c)。運動強度愈高、缺氧狀況愈嚴重，疲勞時間愈早出現，從事體能訓練就是為了發展這些不同能量代謝系統，相對的，訓練內容也會不同。身體會針對這些不同的運動刺激產生不同的適應能力，進而提升該能量系統相關的運動能力，這就是從事體能訓練的最終目的。因此，一開始確立訓練的方向與目的，是件相當重要的事。

由於受訓者以往都做中強度66至68%最大心跳率(以下簡稱心率)、長時間(30至120分鐘)的長距離慢速跑(Long Slow Distance, LSD)，未安排其他包括提升速度、肌肉力量等輔助訓練。雖然長距離慢速跑具有改善心血管功能、熱調節能力、粒線體能量輸出與骨骼肌的氧化能力，但卻無法改善高強度運動能力(劉立宇等，2015)。足見受訓者相當缺乏高強度、無氧的能量系統發展經驗。而之中，最缺乏速度、速耐力、耐乳酸等會讓生理感受到極大壓力的高強度、高刺激體能訓練行為。

二、確立訓練項目

通常，初學者的訓練課表應以技術、速度、肌力、耐力等順序進行安排(蔡崇濱等，2001)。因本案受訓者過去都是進行強度較低的長距離慢速跑訓練，由此推估，應該已具備一定程度的跑步動作技術與心肺耐力基礎。至於肌力方面，由於肌力訓練無法在兩週半短時間內明顯看到訓練成效，因此不列入本次訓練的重點項目。總結本次訓練計劃應為優先提升跑步速度，其次為耐力。

三、從事速度訓練應注意的要點

速度，分為開始速度或加速度(Acceleration)、最大速度(Maximal velocity)、速耐力(Speed endurance)等三個主要元素(林貴福等，2017c)。以本受訓者的需求目標為三千公尺跑步，考量過程與所需時間等特殊性的體能型態，應以(提升)速耐力類型比較符合需求。



速耐力，是指以非最快速度，但卻能以此速度持續到最後的能力，可以透過如150至400公尺的跑步，或降低18至50公尺短歇跑的休息期來發展(林貴福等，2017c)。另外也有學者認為，要發展中長跑選手的速度耐力與乳酸供能能力，最佳的間歇跑訓練距離是300至500公尺快跑，運動時間則是60至90秒之間完成。例如，趙小東、單琳娜(2006)認為，對於400、800、1500公尺選手來說，每次採用85%至95%強度進行每趟90秒鐘跑速、跑3至8組、每組3至5趟的課表，是一種發展速耐力與乳酸供能能力較好的方法。

另一方面，影響速度的因素除了單純的基因潛力之外，還包括步幅、步頻、肌力、爆發力、移動性、柔軟度、適當的技巧等因素(林貴福等，2017c)。由於肌力訓練較難於兩週半內看到明顯成效，協調性則可在慢速跑過程中做到，柔軟性可在伸展操中達到目的，因此不需刻意額外增加此三項目訓練時段，以減輕訓練壓力。至於適當技巧，則可進行步幅與步頻的動作技術調整，可收雙管齊下效果。

四、頗受推崇的耐力訓練方法

耐力又分有氧能量佔優勢的低強度運動耐力(Low-intensity exercise endurance, LIEE)，以及高動力輸出或重覆執行高速度運動、倚賴無氧代謝的高強度運動耐力(High-intensity exercise endurance, HIEE)(劉立宇等，2015)。

在許多發展運動耐力訓練方法中，間歇訓練是相當受推崇的，它是指反覆從事運動，並事先安排休息時間(運動時間：休息時間)於每兩組動作之間，讓代謝途徑能有效率進行轉換的生物能量適應法。至於近期頗受體育學術界推展，且認為是改善運動員表現最有效的模式之一，是高強度間歇訓練(High intensity Interval Training, HIIT)(Buchheit & Laursen, 2013)。

五、善用間歇訓練

不同強度的間歇運動訓練可達到不同的訓練目的。有氧間歇(Aerobic Intervals)主要強調於乳酸閾值或稍高於乳酸閾值，或能維持60%最大速度的最長時間，或80至85%最大心率強度的有氧能量系統；無氧間歇(Anaerobic Interval)則主要強調少於2分鐘的超最大、運動時間非常短的衰竭運動(劉立宇等，2015)。使用高強度間歇可同時全面改善無氧能力、無氧動力、有氧能力(Laursen & Jenkins, 2002)。運動所發展的主要使用能量系統，端視間歇跑的運動時間(距離)與恢復時間之不同而有所不同(Stone, Stone, & Sands, 2007)。

以三千公尺鑑測跑為例，雖然最主要是使用有氧能量系統，但其實是包括



無氧與有氧兩種，只是有氧佔高達70%以上(蔡崇濱等，2001)。因此在安排間歇跑的訓練距離，應該包括1至3分鐘的快速與慢速醣解，以及至少3分鐘有氧代謝系統(劉立宇等，2015)的距離。

醣解(Glycolytic system)是指分解碳水化合物與再合成ATP的過程，是持續20秒到2分鐘的主要能量系統(Maughan & Gleeson, 2010)，主要燃料來源是血糖與肝醣的分解(Stone et al., 2007)。無氧醣解又稱快速醣解(Fast glycolysis)，是醣元在沒有氧氣情況下進行一系列化學反應並釋出能量以供肌肉活動，同時產生乳酸(Lactic acid)代謝物，為中至高強度、持續1至2分鐘的總能量需求之關鍵因素(林貴福等，2017a)。有氧醣解，或稱慢速醣解(Slow glycolysis)，是醣解過程中，氧氣充足情況下進行的化學反應過程，僅會些微或不會產生乳酸，運動持續時間達2分鐘(劉立宇等，2015)。

間歇跑經常被使用於提升中長跑的速度訓練，被使用的跑距有400公尺(趙小東、單琳娜，2006)，也有人使用800公尺間歇來提升速耐力(蔡玉敏、陳智仁、陳明坤，2016)。以本案受訓者為例，盡力跑完400公尺的時間為1分31秒至2分35秒之間，盡力跑完800公尺則是3分32秒至3分56秒之間，顯示前者適合當做發展無氧快速醣解、慢速醣解與有氧代謝能量系統，後者則適合當作有氧代謝能量系統。

六、勿忽視過度訓練所帶來的負面影響

體能訓練課表必須經常依據受訓者當日健康、生心理狀況進行適當調整，並搭配適當休息、均衡飲食營養、良好睡眠品質，以避免發生過度訓練(Over-training)。過度訓練，是指一系列壓力累積的總合，主要成因是劇烈訓練與不充份的恢復(Meeusen et al., 2013)。可能會影響心跳率，變多或變少都有可能。在心血管方面會出現運動最大與非最大強度的運動心率下降(Hedelin, KENTT, Wiklund, Bjerle, & Henriksson-Larsen, 2000)。也會導致長期運動表現能力下降(Kreider, Fry, & O'Toole, 1998)。

要避免發生過度訓練，就必須先認識「超補償」(Supercompensation)理論。超補償，是建立於漸進性超負荷(Progressive overloading)訓練基礎，必須將訓練負荷、訓練量與生物能量的特殊性進行系統性的交替，才能產生最佳的訓練適應結果。例如，將高、中、低訓練強度交替進行，交替轉換期就能提供身體恢復的機會。此理論若應用不當，反會產生令人不適的壓力，但若適應成功，身體會重新建立一個更高水準的體能恆定狀態(劉立宇等，2015)。

中等有氧耐力訓練後6至8小時會出現超補償現象，高強度活動則需24甚至48小時(劉立宇等，2015)。超補償共分四個階段：階段一，持續1至2小時運



動以透過中樞或周邊機制產生身體疲勞感(Davis, 1995)。階段二，進入補償(休息)階段，補償順序為肌肉中的ATP儲存量會完全恢復(Harris et al., 1976)，磷肌酸會完全再合成(Harris et al., 1976)，第一階段肌電圖活化與最大自主收縮能力的恢復(Nicol, Avela, & Komi, 2006)，肌肉肝醣恢復到基礎水準(Coyle, 1991)，運動後過攝氧量(Excess post-exercise oxygen consumption, EPOC)會維持24至38小時(McMillan et al., 1993)，運動後能量消耗提升現象會維持15至48小時(Jamurtas et al., 2004)。肌肉蛋白質合成率在約36小時回到基準值(MacDougall et al., 1995)。階段三，運動表現回升與超補償，力量輸出能力與肌肉酸痛消除(Zainuddin, Sacco, Newton, & Nosaka, 2006)，自信心提高、充滿活力、正面思考且有能力處理挫折與訓練壓力，肝醣儲存量完全恢復，運動表現提升(Burke, 1997)。階段四，3至7天正面效益期間若沒有接受其它適當訓練刺激，會開始衰退，降低在超補償階段中所獲得的生理效益(劉立宇等，2015)。

七、賽(鑑測)前減量

賽前減量包括有系統減少訓練時間與強度，以及改善運動技巧、良好營養介入，有助加速復原與水份補充，並增進肌肉與肝醣儲存(Mujika, Padilla, Pyne, & Busso, 2004)，目的是比賽時達到最佳狀態。

專業運動員減量週期為7至28天(Mujika et al., 2004)，線性、階梯、漸進式是常見賽前減量訓練方法。線性減量是指整個賽前減量期，逐漸減少每天總訓練量，階梯減量是指訓練量突然且明顯的減少(通常 $\geq 50\%$)，漸進減量是線性與階梯的綜合型態，指訓練量快速減少10-15%(Thomas, Mujika, & Busso, 2008)。

貳、受測者實際操作後的檢討與建議事項

一、開始訓練前必須先完成的事

本案受訓者自訂3000公尺鑑測跑目標是15分鐘內完成，為提升訓練效率，必須借助具有測量心跳率、跑速、碼錶計時等多功能的專業長跑訓練手錶的幫助，並依序先完成下列四個重要事項：

- (一) 定出跑速(進行感覺訓練)：為使身體明確記憶每公里5分鐘的速度感，在執行間歇跑期間，盡量要求每趟必須以每公里4分45秒至5分鐘的平均跑速完成。若無法以此速度完成預定的間歇跑距離，可考率縮短每趟的跑距，就是不要有誤導身體記憶錯誤跑速的機會。
- (二) 計算各種不同目的的心跳率：早期以年齡為基準而預估的最大心率公式為



220減去年齡(Erik, Daryl, & Irvin, 2005)。由於誤差值太大，故現在多建議改用更精準的「心跳保留率」公式(鄭景峰、吳柏翰、王鶴森、何仁育，2015)。先以下列1至3步驟計算出心跳保留率，之後再進一步計算出各種訓練目的(強度)的運動心率範圍：(以本案26歲受訓者為例)

1. 「最大心率」=208減去(0.7X年齡)=189次
2. 「休息心率」=晨間安靜心率(測量起床張開眼但尚未起身坐或站之前的1分鐘安靜心跳率)=55下

註：訓練有素者介於每分鐘40至60下的低脈搏數，但一般人若低於60下(稱為徐脈)，屬於危險現象，若血壓也偏低且出現虛弱、疲勞、昏暈等症狀，應該立即就醫(鄭景峰等，2015)。

3. 「心跳保留率」=最大心率 - 休息心率=134次
4. 計算從事各種不同目的的心率數值：
 - (1) 次最大運動強度的心肺耐力訓練，亦指60-84%心跳保留率的高強度運動低間與高間訓練範圍(Howley, 2001)。則60%低間與84%高間訓練區域分別是：
低間訓練區域=134×0.6+55=135次。
高間訓練區域=134×0.84+55=167次。
 - (2) 無氧閾值為85-95%最大心率(林貴福等，2017b)=189×0.85至0.95=160至179次。
 - (3) 有氧間歇為80-85%最大心率(劉立宇等，2015)=189×0.8至0.85=151至160次。
 - (4) 有氧閾值為75-80%最大心率(林貴福等，2017b)=189×0.75至0.80=141至151次。
 - (5) 有氧間歇的休息時間為運動心率降至65%最大心率(劉立宇等，2015)=189×0.65=122次。即開始下一趟跑步。
 - (6) 有氧代償的休息時間為運動心率降至55-75%最大心率(林貴福等，2017b)=189×0.55至0.75=103至141次。即開始下一趟跑步。

二、如何判斷當日已達最高訓練量而該停止訓練

訓練期間務必確實測量並記錄每趟跑步所花費的時間，以及每兩趟之間休息期所耗費的時間(當運動後的心率下降到每分鐘122次時，表示血液含氧量已恢復到可再進行下一趟的時候)，當兩項的其中一項所需時間突然大增，或感覺雙腳已經疲勞、僵硬到不聽使喚，表示當日訓練已達最高量，接下來只要再跑一趟不計時、不計速，主要為訓練意志力(養成生理到達極限時仍鼓勵自



表3：發展耐力的間歇訓練相關方法

運動訓練類型	運動時間	反覆 次數	時間 運動：休息	強度、心率	來源
無氧+乳酸 系統能量	45秒至 2分鐘			高強度	Bompa & Haff, 2009
快速醣解+慢速醣 解+有氧代謝	1至 3分鐘		1:3-1:4	快速：高強度 慢速+有氧：中強度	劉立宇等，2015
有氧代謝	>3分鐘		1:1-1:3	低強度	
乳酸+有氧	1至			非最大	蔡崇濱等，2001
最大攝氧量	6分鐘	5-25	1:1-1:4	98-100%最大心率	
無氧閾值訓練	1至 10分鐘	3-40	1:0.3-1:1	85-95%最大心率	林貴福等， 2017b
有氧閾值訓練	10至120分 鐘	持續的穩定狀態		75-80%最大心率	
高心肺耐力運動				64-84%心跳保留率	Howley, 2001
	5分鐘	8	5:1	80-85%最大心率	
有氧間歇	60%持續維持 最大速度的 最長時間	8	1:0.5-1:1 65%最大心率 (2至4分鐘)	100%峰值動力	劉立宇等，2015
有氧代償	5至30 分鐘	持續的穩定狀態		55-75%最大心率	林貴福等， 2017b

己再多撐一下的態度，有助於日後人生面臨困境時，會自我鼓勵再多撐一下一定度過的好心態)，就可結束當日課程，接著只剩伸展操與放鬆。

三、瞭解消除身體疲勞的方法

由於本訓練計劃的重點是加入各種不同跑距的高強度間歇訓練，此對於生理會造成巨大的壓力，因此在訓練後必須積極進行休息、恢復與放鬆工作。也就是說，間歇跑之後緊接著應該安排以排除體內堆積的乳酸與代謝物之恢復手段。

運動後的恢復，分為被動恢復與主動恢復兩大類，擁有好的睡眠，是被動恢復的主要方法，進行10至20分鐘低於50%最大攝氧量強度的動態活動，則是最具明顯加速乳酸清除速度、穩定體溫、抑制中樞神經系統活動、減緩運動引起的肌肉酸動等功效的主動恢復方法(劉立宇等，2015)。

另外，每天進行至少30分鐘靜態伸展操，以及幫身體肌肉進行按摩放鬆，以隨時保持肌肉彈性，也有助於提升訓練成效，因為過度疲勞的肌肉會呈現僵硬狀態，不僅會影響訓練的質與量，也易造成運動傷害，引起負面效果。

四、將學理與實際結合並發現問題

在瞭解自己的最大間歇跑能力之後，就可以開始設定每週最多2至3次的間



表4：受訓者執行不同跑距間歇跑的狀況

日期	星期	訓練內容	每趟是每公里幾分鐘的均速(跑時/休時) 心率：跑時的平均與最高，休時方法
3/5	四	400M間歇 (6趟)	3"48(1"31/1"12)、4"10(1"34/1"33)、5"08(2"07/1"44)、4"48(1"55/3"39)、4"58(2"10/5"38)、5"22(2"23) 心率：平均154次、最高167次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/8	日	400M間歇 (5趟)	4"01(1"38/1"30)、4"34(1"40/1"49)、4"17(2"35/2"10)、4"18(1"50/1"26)、4"11(1"31/1"31) 心率：平均136次、最高161次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/10	二	800M間歇 (5趟)	4"42(3:41/3:40)、4"39(3:32/3:35)、4"48(3:39/3:31)、4"56(3:50/3:48)、6"12(4:09) 心率：平均124次、最高161次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/12	四	800間歇 (5趟)	4"31(3"34/3"35)、4"33(3"39/3"39)、4"47(3"49/3"56)、4"50(3"56/3"50)、5"25(4"20) 心率：平均125次、最高153次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/15	日	400M間歇 (6趟)	4"14(1"41/1"37)、3"53(1"32/1"29)、4"02(1"42/1"41)、4"09(1"39/1"40)、4"19(1"42/2"03)、6"02(2"23) 心率：平均123次、最高141次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/18	三	1000M間歇 (4趟)	4"38(4"37/2"01)、4"46(4"46/2"04)、5"00(4"58/2"02)、5"44(5"43) 心率：平均154次、最高188次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/21	六	1000M間歇 (4趟)	4"51(4"50/2"03)、4:55(4"55/2"07)、5"13(5"12/2"09)、6"47(6"47/2"42) 心率：平均134次、最高161次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/24	二	400M間歇 (3趟)	4"15(1"46/1"33)、4"24(1"47/1"38)、4"17(1"44/1"30) 心率：平均130次、最高144次，最低120次或運動與休息時間1:1
3/25鑑測日			

歇跑訓練課程。本案受訓者於兩週半加強訓練期間，共安排了400公尺、800公尺、1000公尺等三種距離的間歇跑訓練，再加上3000公尺自我測試，以及每次間歇跑或自我測驗之後的輕鬆跑，共五種訓練內容。不同距離具有不同的目的，主要是將強、中、低運動強度交替進行，尤應注意運動與休息時間比，以防過度訓練導致疲勞提早產生。

(一) 從監控心跳率發現問題

在實際操作過程中，首先應注意運動與休息時間比例問題(如表3)。本案受訓者在一開始跑間歇跑時，原本設定優先以提升85-95%最大心率的無氧閾值(指訓練強度為乳酸擴散進入血液中的速率等同於移除率，提升無氧閾值可維持激烈運動強度且乳酸不會產生過度累積的狀況(林貴福等，2017b))為訓練目的。故運動心率應達到每分鐘160至179次之間，休息時心率為降到122次即開始下一趟跑程。

原本預設所有間歇跑的運動期間心率都以提升無氧閾值為目的。但根據表4實際操作，並對照表3發展耐力間歇訓練相關方法，有關運動強度與心率



表5：受測者不同間歇跑距離的實際狀況與檢討建議

項目	實際情況			建議方案			依實際運動時間 歸納的訓練目的	能否 做到
	運動 時間	休息 時間	運動： 休息	運動 時間	休息 時間	運動： 休息		
400公尺	1"31~ 2"35	1"12~ 3"39	約1:1	1至3分鐘	至少 4分33秒 至 6分04秒	1:3~1:4	快速醣解+慢速 醣解+有氧代謝	可以
800公尺	3"32~ 3"56	3"32~ 3"56	約1:1	>3分鐘	至少 3分32秒 至 3分56秒	1:1~1:3	有氧代謝	可以
1000公尺	4"38~ 6"47	2"01~ 2"42	約 2:1~3:1	>3分鐘	至少 4分38秒 至 6分47秒	1:1~1:3	有氧代謝	可以

的關係，顯示進行400公尺的最大心率在每分鐘141至167次之間，等同在訓練75-80%最大心率有氧閾值，或80-85%最大心率有氧間歇，以及85-95%最大心率無氧閾值。800公尺為153至161次之間，等同在進行有氧與無氧間歇。1000公尺為161至188次，等同在進行無氧閾值與最大攝氧量訓練。

此三項距離間歇的實際運動心率都有達無氧閾值的預設目標，其中1000公尺間歇訓練甚至超越預設目標(106-179次)。不過，跑距愈短，愈不容易達標，每次頂多1至2趟達標，其他趟則都過低。無法達標的可能原因，除了心肺血管功能是否正常，也可能與趟間休息時間不足、體能水準低、意志力薄弱等眾多生、心理因素有關。

(二) 從間歇趟數及運動與休息時間比發現問題

依筆者於空官長期認教體育相關教學與訓練實操經驗，根據表4所示，本案受訓者於400公尺間歇只能跑5至6趟，800公尺間歇只能跑5趟，其所能完成的趟數，與大學部學生群體做對照，屬於體能尚待加強組等級的體能水準。再進一步瞭解實際操作間歇訓練時的運動與休息時間比(如表4)，顯示受訓者完成每趟400公尺為1分31秒至2分35秒之間，對照表3，屬於「無氧醣解+有氧醣解+有氧代謝」能量系統訓練，運動與休息比應該至少1:3(劉立宇等，2015)。至於每趟800公尺為3分32秒至3分56秒之間完成，1000公尺為4分38秒至6分47秒之間完成，此兩項都屬於有氧代謝能量系統，或最大攝氧量、無氧閾值的訓練，但因實際運動心跳率皆未達到後兩者的要求標準，因此歸納為有氧代謝能量系統，運動與休息時間比應該為1:1至1:3(劉



立宇等，2015)。

實際上，受訓者進行400公尺間歇跑的休息時間只有至少1分12秒，理論上應該至少休息4分33秒，也就是說，實際上至少少休息3分21秒，顯示趟休時間不夠充足。另外，進行有氧代謝系統能量訓練的每趟800公尺時的實際休息時間為至少3分32秒，理論應該至少休息同樣的3分32秒(1:1)，結果顯示趟休時間符合要求標準。另外同樣為有氧代謝系統能量訓練的每趟1000公尺的實際休息時間為至少2分01秒，理論應該為至少4分38秒(1:1)，實際上至少少休息2分37秒，顯示趟休時間不夠。

綜整結果，顯示造成400、1000公尺間歇跑趟數無法增加的原因，是趟休時間不夠，導致提早發生疲勞而停止訓練。至於800公尺間歇跑的運動與休息時間比符合有氧代謝系統訓練的標準，此表示整個間歇跑訓練內容中，只有800公尺間歇跑的運動時間與趟休時間比是恰當的。

- (三) 安排不同間歇跑距的意義：整個短期間歇跑訓練的距離安排順序，首先考量提升無氧能力的速度，因此安排較短的400公尺間歇跑。其次為了提升速耐力，因此安排800公尺間歇跑。其三考量愈靠近鑑測日期，跑距就愈要往實際測驗距離拉長，因此安排1000公尺間歇跑。最後為了提升實戰經驗，因此安排田徑場的三千公尺自我測驗，甚至於鑑測日前，安排至鑑測站進行實地三千公尺自我測驗。

五、錯誤操作與修正建議

- (一) 運動與休息時間比例是否操作不當：檢討受訓者操作不同距離間歇跑的運動與休息時間比，發現400公尺的快速醣解+慢速醣解+有氧代謝訓練只有1:1，實際應為1:3。此外，1000公尺有氧代謝為2:1至3:1，實際應該為1:1。可見此兩種距離的趟休時間都不夠，是造成肌肉提早產生疲勞，導致趟數無法順利增加的原因。故建議日後操作400、1000公尺間歇跑，應該加長休息時間。
- (二) 運動強度是否控制不當：運動心率經常無法達到預設強度的可能原因有兩個，一是受訓者本身在過去已累積不少生、心理疲勞，致使當下身體狀況不佳(副交感神經症狀高於交感神經症狀)，二是生理狀況沒問題，但意志力不夠堅強，容易屈服於自我感覺而無法強迫自己突破現況，導致運動強度遲遲無法往上撐。雖然受訓者自認是自我心理受限因素的可能性較高，但是就筆者觀察，受訓者每日晨間心率似乎存有異狀。
- (三) 監測晨間心率所帶來的警示：另外發現，除了第二次操作400公尺間歇跑時的運動心率有達到無氧閾值85-95%最大心跳率的強度要求之外，其他時段都只符合60-84%心跳保留率的高強度心肺耐力訓練強度。此外，根據圖1顯

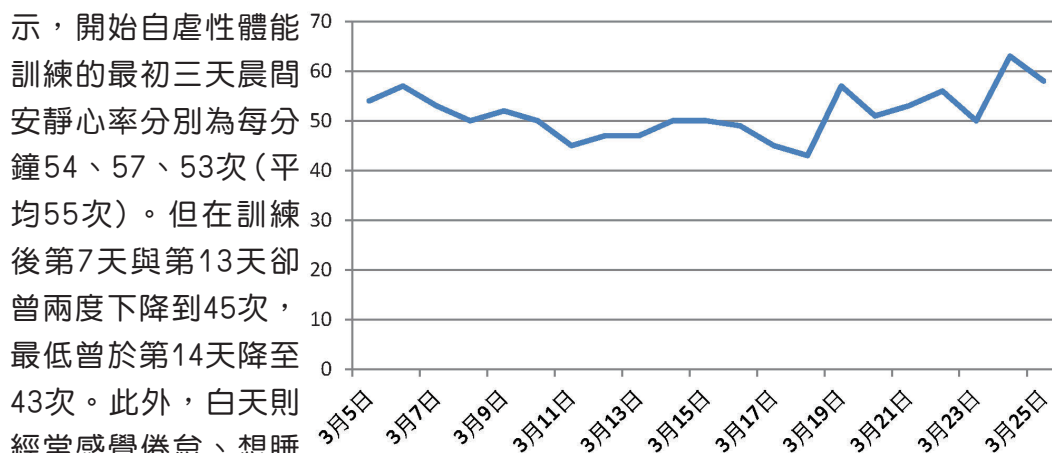


圖1：每日晨間心率變化圖

時的心搏徐緩等多項副交感神經過度工作的生理現象(Stone et al., 2000)，這些都是異常現象。

由於體能訓練的成效是長期累積的成果，根據表4間歇跑最多只能完成6趟、最少4趟，屬於尚待加強組體能等級，不應該在如此短訓練期內就出現優秀選手具有的獨特徐脈現象，因此推估其生理應該已出現潛在性問題。

經過進一步對談與瞭解，發現受訓者經常有熬夜與三餐不正常進食情況，尤其在3月17日晚上更因天氣過熱導致半夜3點還無法入睡，此為導致3月18日晨間心跳率驟降至43下的最主要可能原因。此外，在經過兩週半自虐式體能訓練期，期間因為在短期內驟然大幅增加體能訓練的強度與訓練量，再加上在職進修研究所碩士班的學業壓力，以及工作需求而必須經常熬夜…種種因素的堆積，讓生、心理壓力瞬時驟增，以及腿部肌肉逐漸出現無法回復的僵硬現象。再者缺乏適當均衡飲食，對肌肉組織的恢復而言，蛋白質與碳水化合物的需求同樣重要，若肌肉中的碳水化合物儲存不足，會延遲運動中受傷肌肉的恢復狀況(林貴福等，2017c)。綜此顯見身體疲勞感已累積到一巨大能量，必須適時予以舒解。

為幫忙解除生、心理壓力，筆者提出三項建議：1. 於身體回復正常狀況之前，暫時進行減量訓練。2. 杜絕熬夜狀況，並且三餐正常進食。3. 鑑測日之前，安排適當時間接受專業的全身放鬆按摩，因為按摩具有增加血液循環、增加淋巴循環、伸展沾粘肌肉與結節與細微損傷、消除肌肉疲勞、消除水腫等諸多功能(蔡崇濱等，2001)。

在經過一天的睡眠與午間休息狀況調整後，於3月19日晨間心率順利回升至一開始的57下水準。此外，訓練期間多次因為工作過度操勞或生理條件過差



表6：兩週半的每日課表內容

日期	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9
時間	1600	0630	1600	1830	0800
項目	400M間歇跑 6趟	30分鐘輕鬆 跑(4.9KM)	3000M測驗	3000M慢跑	羽球(當熱身) 400M間歇跑 5趟
日期	3/10	3/11	3/12	3/13	3/14
時間	0630	1630	0630	1630	1130
項目	800M間歇跑 5趟	30分鐘輕鬆 跑(5.18KM)	完全休息日	800M間歇跑 5趟	3000M測驗
日期	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20
時間	1630		1630	1700	
項目	30分鐘輕鬆 跑(3.38KM)	因半夜失眠 ，取消訓練	1000M間歇 跑4趟	3000M測驗	完全休息日
日期	3/23		3/24		3/25
時間	1500		1700		下午
項目	自費2000元去OK body project接受按摩 教育		400M間歇跑3趟(以不會讓身體感覺累 的情況下，復習速度感覺)		鑑測日

而變更、取消當日的訓練項目或進度，甚至在鑑測日前一週，更因為心情過度緊張導致全身僵硬且呼吸困難等狀況，為了徹底解除受訓者的身體、生理、心理疲勞感，因此特別花費新臺幣2000元到專業運動員按摩中心進行兩小時肌肉放鬆課程。並自鑑測日前四日起，安排減量訓練，以避免在鑑測日前徒增生、心理疲勞程度。因為當訓練負荷愈大、備戰期愈短時，疲勞感相對的也會提高許多，所以，經由適度的休息，才能提高運動表現(Mujika & Padilla, 2003)。

最終，鑑測日成功以14分04秒通過鑑測跑合格標準。受訓者於鑑測後，感念此次得之不易的成功訓練經驗(兩週半訓練課表如表6)，因而自許日後培養如前兩週般的認真自我訓練之運動生活習慣。

參、結論與建議

- 一、受訓者只有操作800公尺間歇跑的運動時間、趟休時間是恰當的，400公尺與1000公尺，因為趟休時間不足，導致提早產生疲勞而影響每次訓練的趟數。因此建議後續應增長400、1000間歇跑的休息時間。
- 二、受訓者經常於間歇跑後又立即進行30分鐘慢速跑，由於同時段結合無氧與有氧訓練，會降低速度與爆發力有關的運動表現(H kkinen et al., 2003)。因此建議不要混合使用短距離間歇跑與長距離慢速跑訓練，應該分列於不同時段或不同天次進行。
- 三、對於提升運動能力的訓練操作過程，運動心率、晨間安靜心率的監控有助於及



早發現訓練內容是否恰當，以及生理健康狀況是否亮起紅燈，所以是必須落實執行的工作。

四、想要讓運動訓練具有最佳訓練成效，尤其應恪遵運動特殊性原則，以及個人差異性原則而進行訓練計劃的訂定。因此，事前的計劃規劃與準備工作是必須的事。

五、體能訓練成效是日積月累、不進則退，想要輕鬆應對每年固定的體能測驗，就必須培養運動生活習慣，訓練計劃內容必須包括運動訓練頻率、運動強度、運動持續時間、運動型態等要素。

參考文獻

1. 中華民國國防部 (2017)。國軍體能訓測實施計畫。臺北市：作者。
2. 林正常、王順正 (2008)。健康運動的方法與保健。臺北市：師大書苑。
3. 林貴福、何仁育、林育權、林信甫、何立安、李佳倫…傅正思 (譯) (2017a)。肌力與體能訓練。臺北市：禾楓。(Haff, G. G., & Triplett, N. T., 2015)
4. 林貴福、何仁育、蔡政霖、郭怡瑩、吳志銘、徐志翔 (譯) (2017b)。週期化運動訓練。臺北市：禾楓書局。(原著：Bompa, T. & Buzzichelli, C., 2005)
5. 林貴福、吳柏翰、劉錦謀、林明儒、陳著 (譯) (2017c)。提升運動訓練水準及競季運動表現速度、敏捷及反應的運動訓練法—含260種專項運動訓練課程。臺北市：禾楓。(Brown, L. E, & Ferrigno, V. A., 2015)
6. 林麗娟 (1993)。運動與老化。中華體育，(27)，120-125。
7. 趙小東、單琳娜 (2006)。間歇訓練在訓練實踐中的應用。唐山學院學報，(19)，91-92。
8. 鄭景峰、吳柏翰、王鶴森、何仁育 (2015)。基礎全人健康與體適能，70-73頁。臺北市：藝軒。(Thygersson, A. L., & Thygersson, S. M., 2013)
9. 劉立宇、吳忠芳、林政東、鄭景峰、吳柏翰、林明儒 (譯) (2015)。運動訓練法。臺北市：藝軒圖書。(Bompa, T. O., & Haff, G. G., 2009)
10. 蔡玉敏、陳智仁、陳明坤 (2016)。四週800公尺間歇跑步訓練教學方案對不同跑步能力者的訓練成效。興大體育學刊，(15)，61-69。
11. 蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳 (譯) (2001)。運動訓練法。臺北市：藝軒圖書。(Bompa, T. O., 1999)
12. Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Sports Medicine, 43(10), 927-954.
13. Burke, L. M. (1997). Nutrition for post-exercise recovery. Australian Journal of Science and Medicine in Sport, 29(1), 3-10.
14. Coyle, E. F. (1991). Timing and method of increased carbohydrate intake to cope with heavy training, competition and recovery. Journal of Sports Sciences, 9(S1), 29-52.
15. Davis, J. M. (1995). Central and peripheral factors in fatigue. Journal of Sports Sciences, 13(S1), S49-S53.
16. Erik, W., Daryl, L., & Irvin, E. F. (2005). The science of cycling-Physiology and Training-Part 1. Sports and Medicine, 35(4), 285-312.
17. H kkinen, K., Alen, M., Kraemer, W. J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., ... & Romu, S. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. European journal of applied physiology, 89(1), 42-52.
18. Harris, R. C., Edwards, R. H. T., Hultman, E., Nordesj, L. O., Ny Lind, B., & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. Pfl gers Archiv, 367(2), 137-142.
19. Hedelin, R., KENTT, G., Wiklund, U., Bjerle, P., & Henriksson-Lars n, K. (2000). Short-term over-training: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. Medicine and



- Science in Sports and Exercise, 32(8), 1480-1484.
20. Howley, E. T. (2001). Type of activity: Resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 33(4 suppl), S364-S369.
21. Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
22. Jamurtas, A. Z., Koutedakis, Y., Paschalis, V., Tofas, T., Yfanti, C., Tsiokanos, A., ... & Loupos, D. (2004). The effects of a single bout of exercise on resting energy expenditure and respiratory exchange ratio. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4-5), 393-398.
23. Kreider, R. B., Fry, A. C., & O'Toole, M. L. E. (1998). Overtraining in sport. In: International Conference on Overtraining in Sport, Jul, 1996, U Memphis, Memphis, TN, US. Champaign, IL: Human Kinetics.
24. MacDougall, J. D., Gibala, M. J., Tarnopolsky, M. A., MacDonald, J. R., Interisano, S. A., & Yarasheski, K. E. (1995). The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 20(4), 480-486.
25. Maughan, R. J., & Gleeson, M. (2010). *The Biochemical Basis of Sports Performance*. New York: Oxford University Press.
26. McMillan, J. L., Stone, M. H., Sartin, J., Keith, R., Marples, D., Brown, C., & Lewis, R. D. (1993). 20-hour physiological responses to a single weight-training session. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(1), 9-21.
27. Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., ... & American College of Sports Medicine. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(1), 186.
28. Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(7), 1182-1187.
29. Mujika, I., Padilla, S., Pyne, D., & Busso, T. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Medicine*, 34(13), 891-927.
30. Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The Stretch-Shortening Cycle: A Model to Study Naturally Occurring Neuromuscular Fatigue. *Sports Medicine*, 36, 977-999.
31. Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
32. Thomas, L., Mujika, I., & Busso, T. (2008). A model study of optimal training reduction during pre-event taper in elite swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 26(6), 643-652.
33. Zainuddin, Z., Sacco, P., Newton, M., & Nosaka, K. (2006). Light concentric exercise has a temporarily analgesic effect on delayed-onset muscle soreness, but no effect on recovery from eccentric exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(2), 126-134.

作者簡介

體育副教授 蔡玉敏

學歷：桃園國立體育大學教練研究所碩士。經歷：空軍官校總教官室聘雇教師、文職助教、文職講師、文職助理教授，曾擔任學生田徑校代表隊教練，現職：空軍官校學生網球校代表隊教練。

空軍上尉 李子昂

學歷：空軍軍官學校105年班。經歷：空軍軍官學校通識中心外文組助教，現職：空軍官校教務處教官。