

運動員體能訓練與檢測

為什麼沒有訓練效果？為什麼身體疲勞無法恢復？為什麼會運動傷害？
為什麼競技能力無法長期維持穩定？

可以提高負荷強度與大範圍訓練，卻不會造成身體疲勞，是所有運動員追求的目標，相同的也是所有教練與運動科學家工作追求的目的。當我們的身體活動，引起肌肉的能量消耗，此時身體本身的自我恢復再生速度太慢，即形成疲勞。

運動的能量來源，主要由脂肪、蛋白質與碳水化合物提供。從血液的葡萄糖直接供應運動時肌肉需求，是最快速的；但是它會在肌肉中產生乳酸，這也是造成運動中疲勞的主要因素之一。肌肉在無氧狀態負荷下所產生的乳酸越多，相對的消耗肝臟儲存的肝糖量也越大。但是肝糖的下降，並不是直接引起疲勞的反應，其主要來自碳水化合物的中間產物，血液乳酸的濃度堆積，當肌肉產生乳酸進入血液循環，立即引起身體組織系統壓力反應（圖-1）。而這些反應作用，最後引起壓力荷爾蒙上升，造成免疫系統下降。而體能狀態是決定恢復再生能力與增強免疫系統的主要因素。

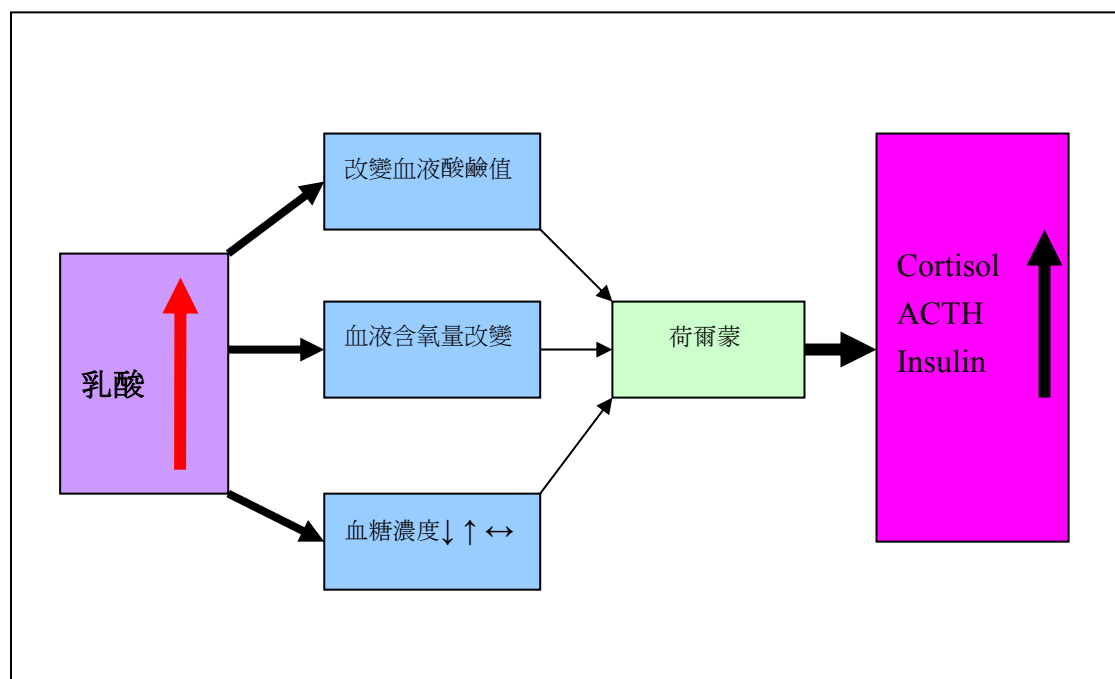


圖-1：血液乳酸堆積引起之身體組織系統壓力反應症狀

● 運動員體能

運動競賽有夏季與冬季奧運。夏季奧運有 26 個項目 (倫敦 2012)，冬季奧運則包含 7 個運動項目(溫哥華 2010)。在這麼多的運動項目，運動員需要的體能就有其特殊性。因此教練在訓練選手體能時，分為基礎與專項體能兩項。而體能的模型與訓練目的，又可分為力量、速度、耐力與柔軟度四項 (圖-2)。

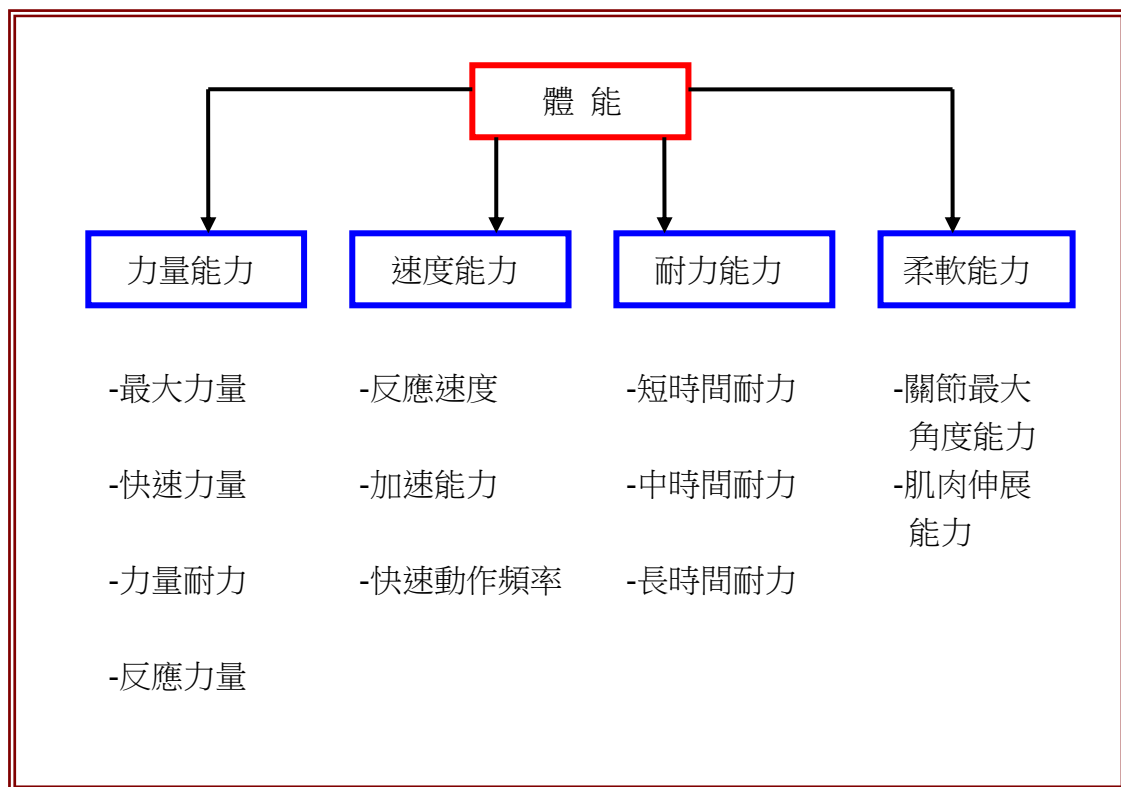


圖-2：體能模型與訓練目的

基礎體能訓練

基礎體能是建構運動員專項體能的基礎。它主要分為全身性的力量耐力與有氧耐力兩項，但是有些運動項目也包含最大力量。過去運動訓練著重在恢復期的身體組織修補功能，但是近年來則強調運動中就具備有恢復再生的機制，避免運動後需要較長的恢復時間，而影響隔天的訓練。基礎體能培養的時間著重在準備期，這個階段訓練週期，基礎體能佔總訓練量 80%。因此在年度訓練計劃，即分為準

備期、專項期與比賽期等訓練階段 (圖-3)。在每個訓練階段，基礎與專項體能則有不同的訓練要求。

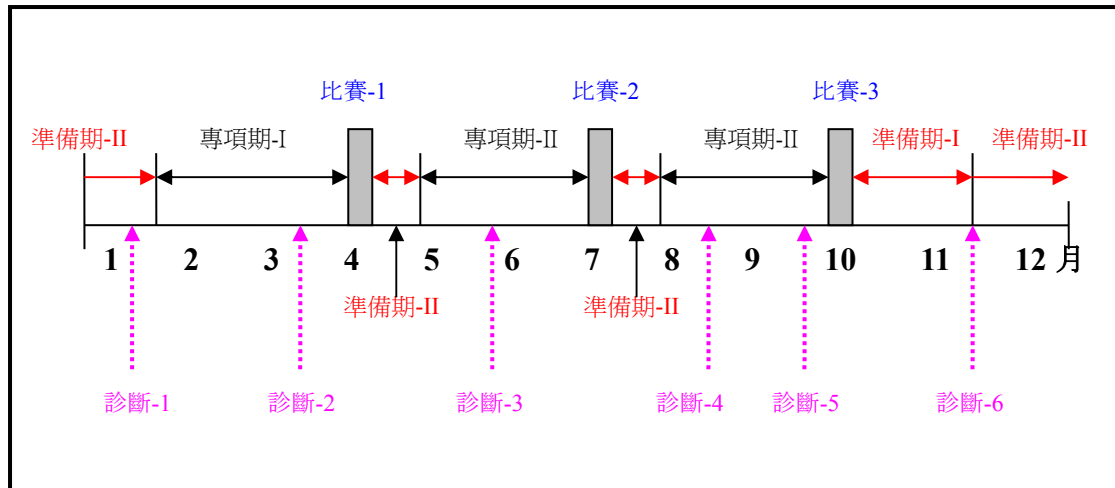


圖-3：年度訓練階段劃分

力量耐力

過去許多人認為進行力量訓練，會造成肌肉橫斷面變大。因此國內很多女性運動員，對於力量訓練並不積極。力量訓練增加肌肉橫斷面，主要在於訓練方式，而不是所有力量負荷均會造成肌肉肥大。力量耐力是著重全身性肌肉能力訓練，它是以低負荷(30-40% 1RM)，多次的重複頻率進行。

而準備期如何進行力量耐力訓練？運動員在準備期，每週必須從事三次力量耐力訓練，每次 3-4 組，每組 6-8 個動作，每個動作必須重複 20-30 次。執行方式以循環式為最佳 (圖-4)，動作從手部開始，再進行下肢。動作與動作之間不休息，八個動作完成後，間歇一分鐘，再立即進行下一組。循環式除了上肢與下肢交互進行外，主要著重在肌肉的拮抗作用。例如上肢-1 是坐姿手推舉，上肢-3 則必須進行滑輪下拉。

其訓練適應效果主要呈現在肌肉能量代謝效率，改善有氧與無氧能量提供路徑與增加肌肉周邊微血管數量、恢復再生能力。

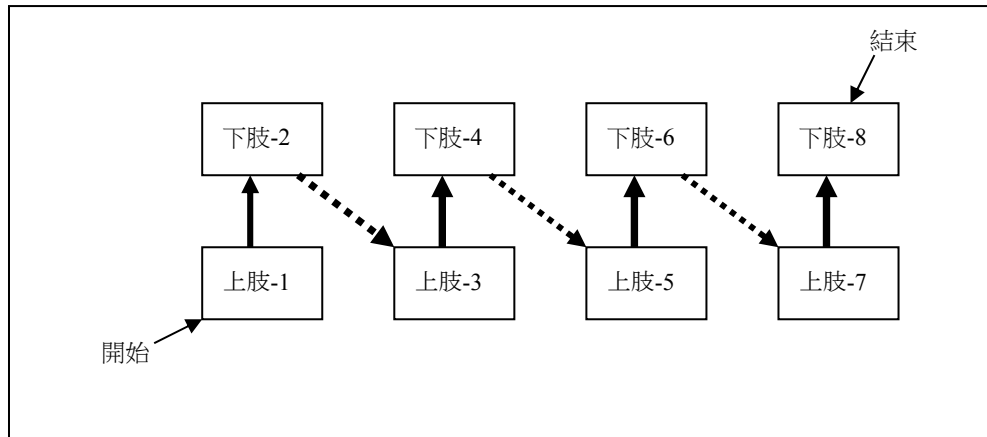


圖-4：循環式力量耐力訓練方式

有氧閾值耐力 (2mmol/l)

有氧閾值耐力訓練效果顯現在心臟循環系統、細胞組織與穩定荷爾蒙三項。運動員或一般人有氧閾值耐力能力佳者，呈現較低的安靜值心跳率與最大負荷結束之心跳率快速恢復。球類與技擊運動項目選手，在運動中 ATP-PC 能量再恢復也是依據有氧閾值耐力。比賽情境提高運動員壓力，其主要來自壓力荷爾蒙的提升。而具備高有氧耐閾值力者，有較佳穩定壓力荷爾蒙的能力。

大部份從事有氧耐力訓練，都採用持續跑方式進行。但是很多教練與選手，都用錯負荷強度。因此浪費很多時間訓練，又沒有改善真正的有氧耐力。所謂真正的有氧耐力是呈現在身體活動時，不管是快速跑步或快走，其血液乳酸濃度，都沒有超過 2 mmol/l。所以能夠提高 2 mmol/l 速度，表示運動員能夠承受較高負荷強度。運動員的有氧閾值耐力速度，必須高於 2.8 m/s (圖-5)，才能夠應付每天從事訓練，並快速解除疲勞。

因此欲提高個人有氧閾值耐力能力，訂定最佳負荷強度為個人閾值速度。在個人閾值速度範圍進行 20 分鐘持續跑，此時血液乳酸濃度，也不會呈現上昇趨勢，這樣才能真正提昇有氧閾值耐力。其訓練運用例如有氧閾值速度為 2.8 m/s，若在 400m 運動場上進行 20 分鐘跑步。可控制在每圈時間大約為 143 秒的跑步速度 (約 8.4 圈)。

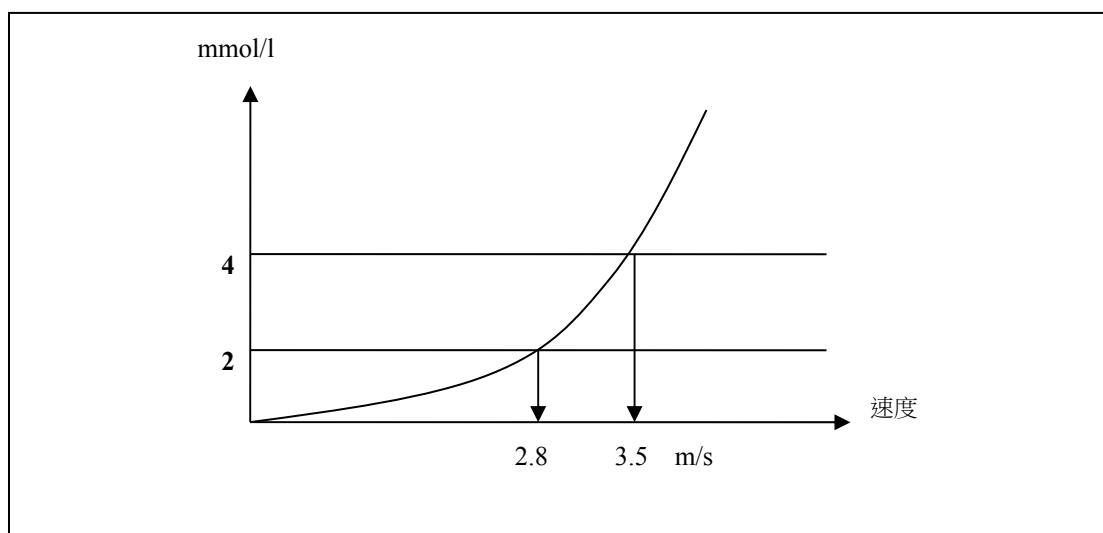


圖-5：有氧-無氧閾值速度曲線

專項體能

各項運動項目之專項體能結構，主要在於比賽型態與負荷不同，因此每個運動項目之要求也不一樣，例如技擊與球類項目之專項耐力，主要著重在無氧非乳酸耐力訓練；而有些則需要無氧耐力與無氧非乳酸耐力，如柔道、角力項目（表-1）。

表-1：運動項目專項體能

非循環運動型態	應用對象	專項體能	開始訓練階段
技擊項目	擊劍	-無氧非乳酸耐力 -快速力量+反應力量	建立專項能力前期 至高競技能力
	柔道 角力	-無氧非乳酸+無氧 -最大力量+力量耐力	建立專項能力前期 至高競技能力
	跆拳道	-無氧非乳酸耐力 -最大力量+快速力量	建立專項能力前期 至高競技能力
	拳擊	-無氧非乳酸+無氧 -最大力量+快速力量	建立專項能力前期 至高競技能力
球類	足球/手球 籃球/曲棍球 橄欖球/網球/棒球	-無氧非乳酸耐力 -最大力量+快速力量	建立專項能力前期 至高競技能力
	高爾夫球	-有氧耐力 -最大力量+快速力量	基礎到高競技能力的建立
	羽球/桌球 排球	-無氧非乳酸耐力 -最大力量+快速力量	基礎階段後期至高競技能力

專項體能訓練的時間，都安排在專項期(圖-2)，在這個階段運動員的體能要求，以接近比賽負荷強度進行。

在無氧非乳酸耐力訓練，其特徵為短時間高負荷強度運動模式。例如折返跑訓練方式，以 10m 距離作為訓練。欲提升無氧非乳酸耐力，則以個人最大速度進行 2 次 10m 折返跑步。而折返訓練範圍 (量)在 9 次 (3x3x10m,2 次折返)，每次間歇休息在 40s。如亦改善無氧耐力，則以個人最大速度進行 4 次 10m 折返跑步 (3x3x10m, 4 次折返)，每次折返跑結束休息時間為 60s (圖-6)。

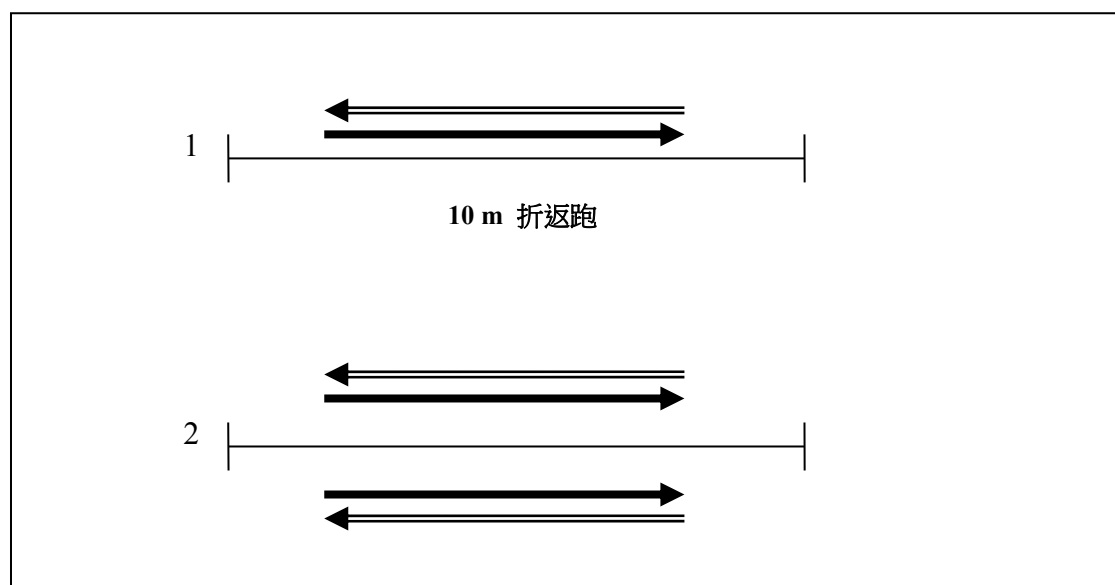


圖-6：無氧非乳酸與無氧耐力折返跑訓練模式

運動員專項最大力量與快速力量訓練，主要在於增進比賽肌肉對抗來自對手之防守與進攻所產生的阻力，並維持選手在各種不同強度比賽，其個人運動技術表現之穩定。而專項力量訓練時間，主要著重在訓練週期的專項階段(表-1)。

快速力量訓練方法，以重複方式進行。負荷的擬定，則以個人最大力量(1RM)的 30-50% 作為訓練強度。進行的動作節奏，強調高速度的肌肉收縮方式。最大力量訓練，強調只會提高肌肉力量，而不增加肌肉橫斷面 (肥大)，其負荷強度為個人最大力量 100%，重複頻率則為 1-2 次 (表-2)。

表-2：專項力量訓練方式

	快速力量	最大力量
強度 (1RM)	35-50 %	100%
訓練方式	重複	重複
動作速度	最大	快
重複次數	7	1-2
組(Set)	5	5
休息時間	>60s	> 60s

● 適應與體能診斷

運動員透過週期化有系統體能訓練，其身體對負荷強度與型態即產生適應。何謂適應？即身體肌肉組織系統習慣此負荷刺激之模式。因此當身體習慣於某種程度的負荷，此時生理對該刺激負荷產生穩定，體能結構不再改變。但是運動訓練，就是不斷要增進體能，才能達到比對手強的能力。

如何才能知道體能產生穩定狀態？所以才有所謂‘運動能力診斷’，其主要功能在於進行訓練效果評估與擬定下一個訓練週期的負荷強度。這樣才不會造成體能的停滯，運動員也不會因為不適合的負荷強度，而造成過度疲勞影響運動能力。運動能力診斷分為基礎與專項兩項。基礎診斷在準備期進行，診斷著重在有氧-無氧閾值耐力與力量耐力能力。而專項期的體能診斷，則以運動項目之專項體能為主(表-1)。

基礎耐力有氧-無氧閾值診斷，以階梯式負荷上昇方式進行。其診斷數據可以以簡單的曲線呈現，且清楚的了解運動員是否進步與退步或呈現穩定沒有改變。

圖-7 中 B 與 C 乳酸曲線顯現不穩定現象，其乳酸曲線分別在低負荷與高負荷強度，呈現向上向左移動。只有 A 圖曲線在第二次診斷，其曲線向下向右移動 (La-2) 這表示在相同負荷強度，肌肉產生的乳酸堆積小於第一次 (La-1) 診斷 (圖

-7)。在下一個訓練週期，此運動員可以再增加訓練的負荷強度，而 B 與 C 選手，則必須再維持原來的訓練模式。

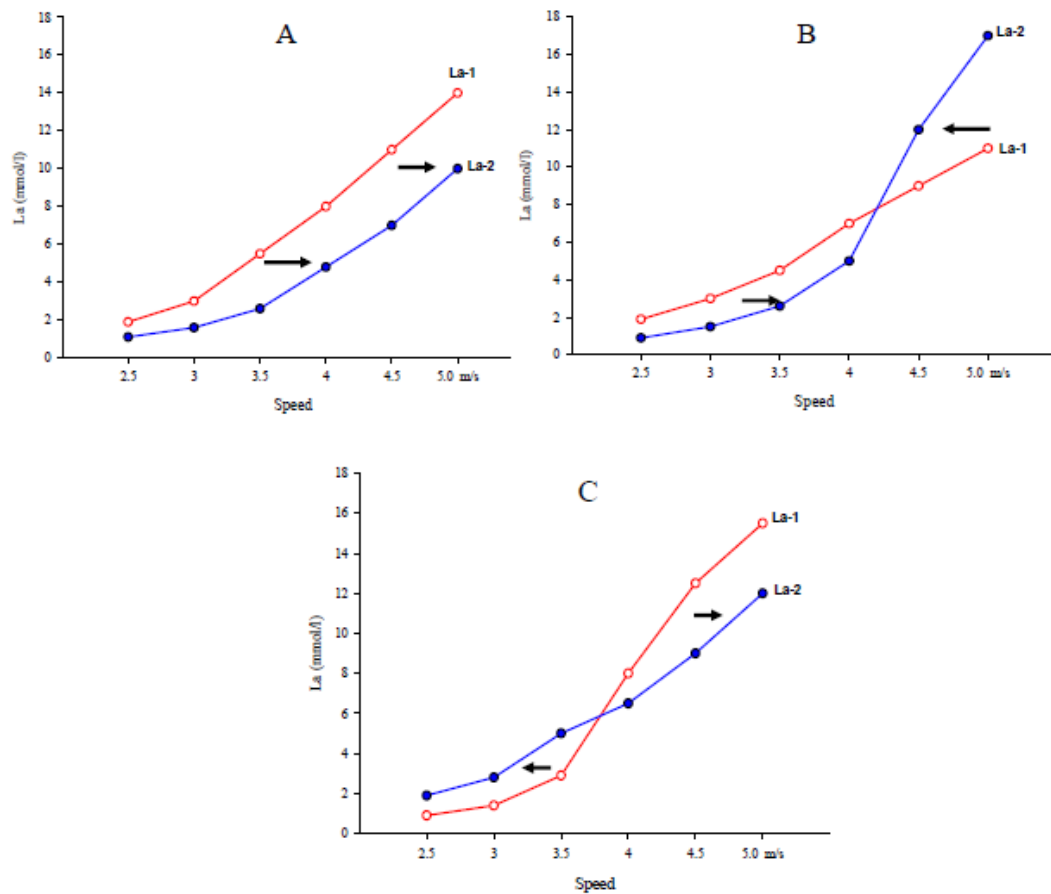


圖-7：階梯式負荷上昇有氧-無氧閾值耐力診斷

專項耐力受基礎無氧閾值耐力 (4mmol/l)影響，其主要因素在於身體活動呈現無氧狀態，肌肉能量提供路徑以碳水化合物為主。又因許多運動項目之活動型態，介於急跑、急停之間。此負荷模式相對的增加肌肉的缺氧，而造成乳酸堆積反應。而無氧閾值耐力佳的運動員，則不會產生這種反應症狀。其生理調節機制調節，主要在於無氧閾值耐力的訓練效果（肌肉粒腺體與周邊微血管數量）。

透過專項與基礎無氧閾值耐力診斷，再以四象限分析（圖-8）。即可清楚了解運動員在這兩項運動能力的優點與缺點，再針對其能力進行訓練改善練習（表-3）。

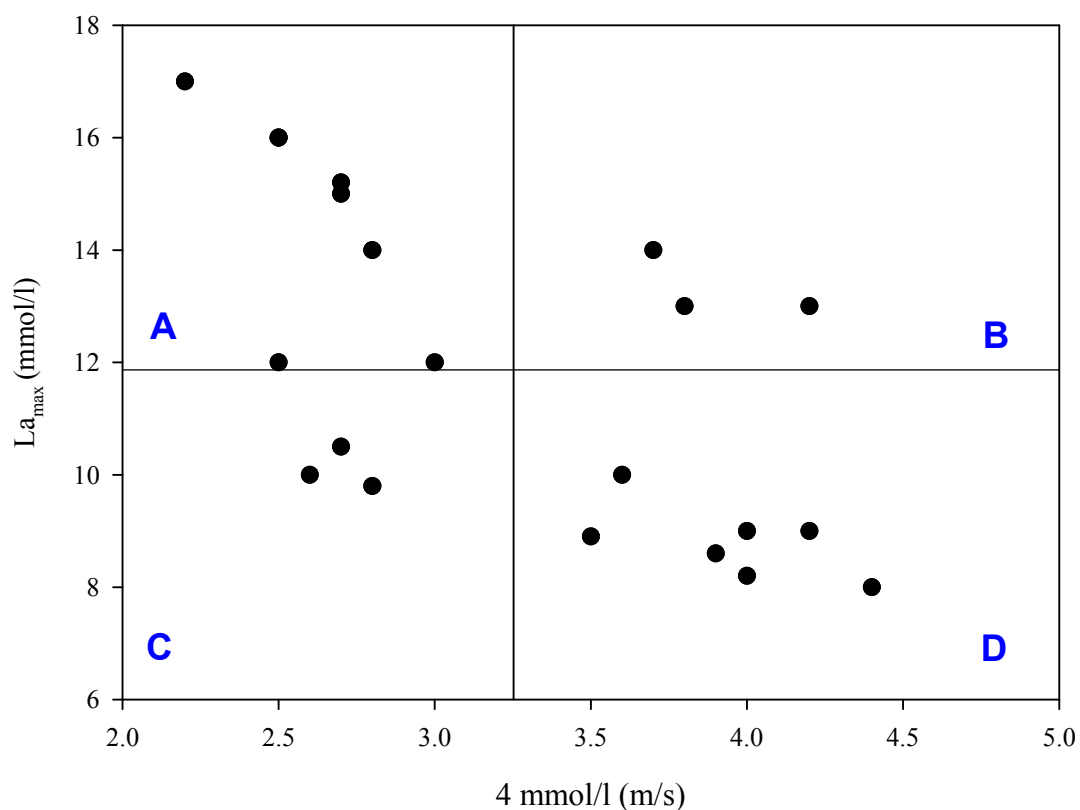


圖-8：無氧閾值速度 (4mmol/l)與最大乳酸堆積之關係

表-3：專項耐力與基礎無氧閾值耐力 (4mmol/l)分析訓練改善

	反應症狀	訓練調整
A	專項與無氧閾值耐力差	增加無氧閾值訓練 (持續跑速度變換, 階梯式負荷上昇, 速度)
B	專項耐力不穩定	提高專項負荷劑量訓練方式
C	無氧閾值耐力差	增加速度與持續跑速度變換訓練
D	專項與無氧閾值耐力佳	改變目前訓練方式, 增加新的刺激模式

速度是所有運動項目，所必須具備的主要能力。但是要呈現最高的速度，則必須具備良好的力量。因此在評估運動員速度能力時，都結合下肢力量進行分析 (圖-9)。才能確定選手為什麼速度能力沒有獲得改善，或速度呈現下降與停滯症狀。透過四象限分析，B 區域是速度與下肢力量最佳者 (圖-9)。欲再提高其競技能力，則必須改變目前的訓練模式與提高負荷強度 (表-4)。

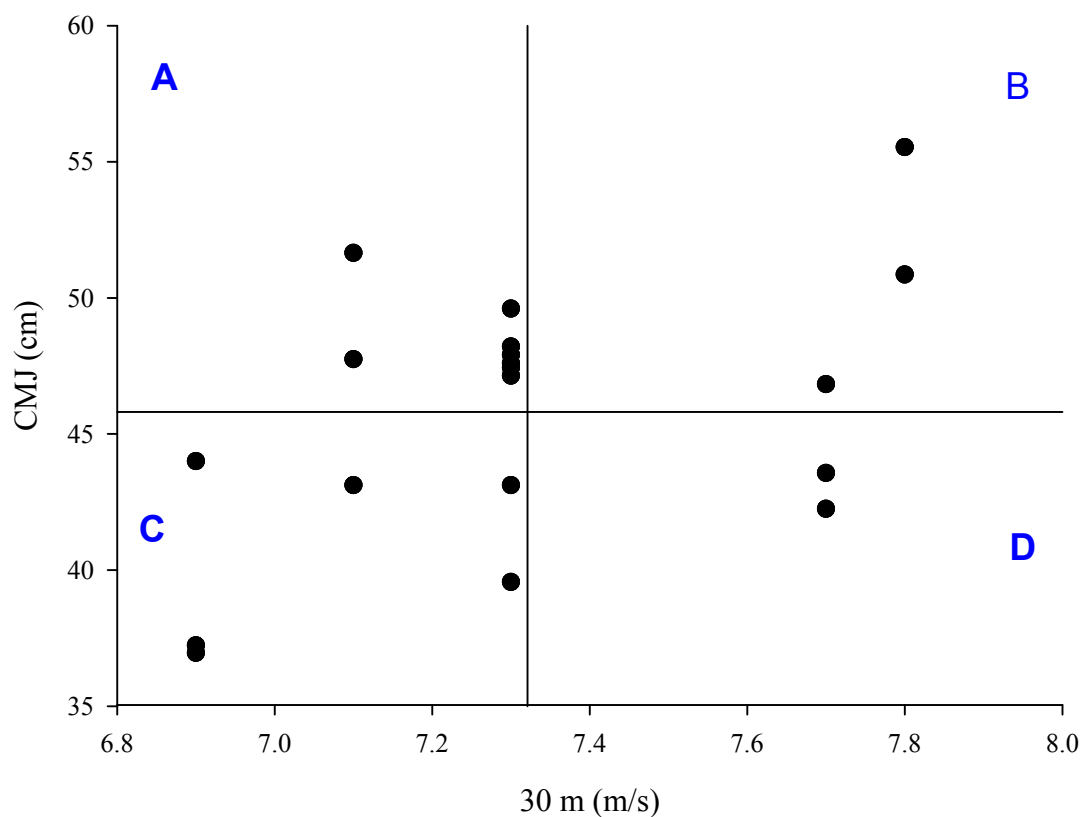


圖-9：下肢力量與短距離速度 (30m) 之關係

表-4：下肢力量與速度分析訓練改善

	反應症狀	改善訓練調整
A	高下肢力量，低速度	增加 10-20m 衝刺訓練
B	高下肢力量，高速度	改變目前的模式，增加新的負荷強度
C	低下肢力量，低速度	增加最大+快速力量與 10m 衝刺訓練
D	低下肢力量，高速度	增加最大力量與快速力量訓練

競技運動訓練必須是一個系統性模式，在每個訓練階段（準備期、專項期、比賽期）都有其體能訓練要求。而訓練效果的呈現，是產生在體能的改善。每個訓練週期能夠了解運動員的體能情況，就越能夠改善與穩定其競技能力。而要能夠了解運動員體能情況，只有透過診斷分析，由數據呈現其反應症狀。再依據數據結果，進行訓練改善計劃。