

運動員 體能訓練與檢測

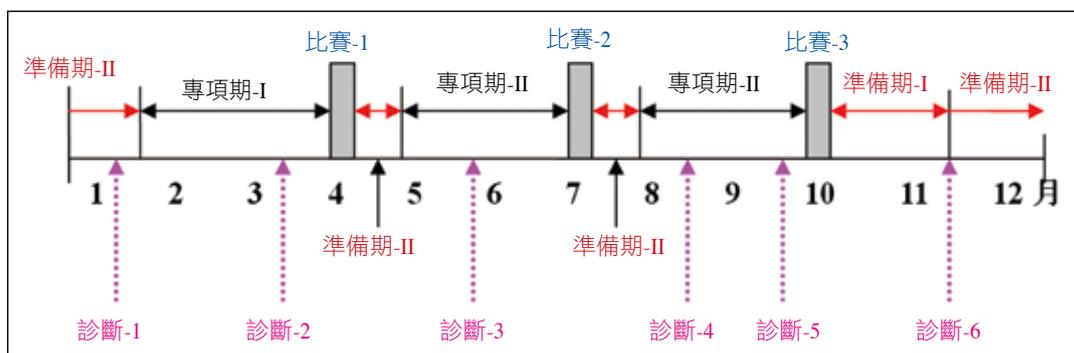
■ 張嘉澤

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

可以提高身體的負荷強度與大範圍訓練，卻不會造成身體疲勞或傷害，是所有運動員追求的目標，也是所有教練與運動科學家追求的目標。當我們的身體活動時，使肌肉的能量消耗，若這時身體本身的自我恢復再生速度太慢，就形成疲勞。

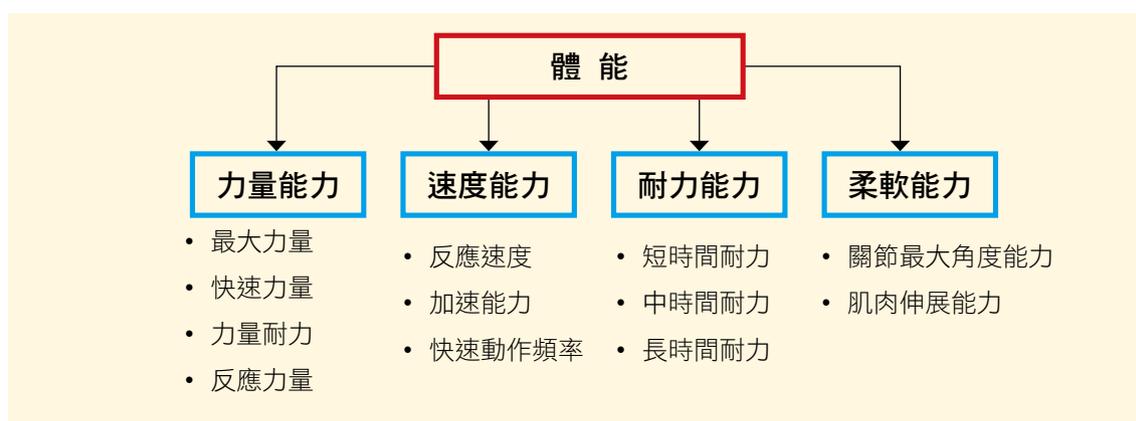
運動的能量主要由脂肪、蛋白質與碳水化合物提供。從血液中的葡萄糖直接供應運動時肌肉的需求是最快速的，但是會在肌肉中產生乳酸，這也是造成運動中疲勞的主要因素之一。肌肉在無氧狀態下所產生的乳酸越多，消耗肝臟儲存的肝糖量也越大。但是肝糖的下降並不直接引起疲勞的反應，其主要來自碳水化合物的中間產物乳酸的堆積。

當肌肉產生的乳酸進入血液循環時，立即引起身體組織系統壓力反應。因為血液中乳酸濃度上升會改變血液酸鹼值、血液含氧量及血糖濃度，而這些反應作用最後引起（腎上腺）皮質醇（cortisol，又稱壓力荷爾蒙（註1））、促腎上腺皮質刺激素



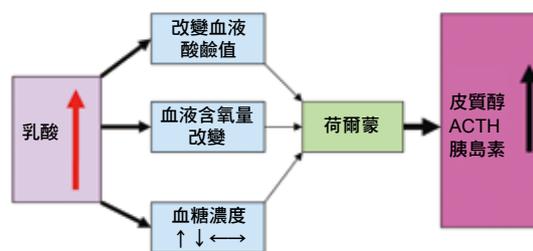
年度訓練階段劃分

過去運動訓練著重在恢復期的身體組織修補功能，近年來則強調運動中就具備恢復再生的機制，避免運動後需要較長的恢復時間而影響隔天的訓練。



體能模型與訓練目的

(adrenocorticotrophic hormone, 簡稱 ACTH) 及胰島素 (insulin) 上升，造成免疫系統下降 (註 1)。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。



血液乳酸堆積引起的身體組織系統壓力反應症狀

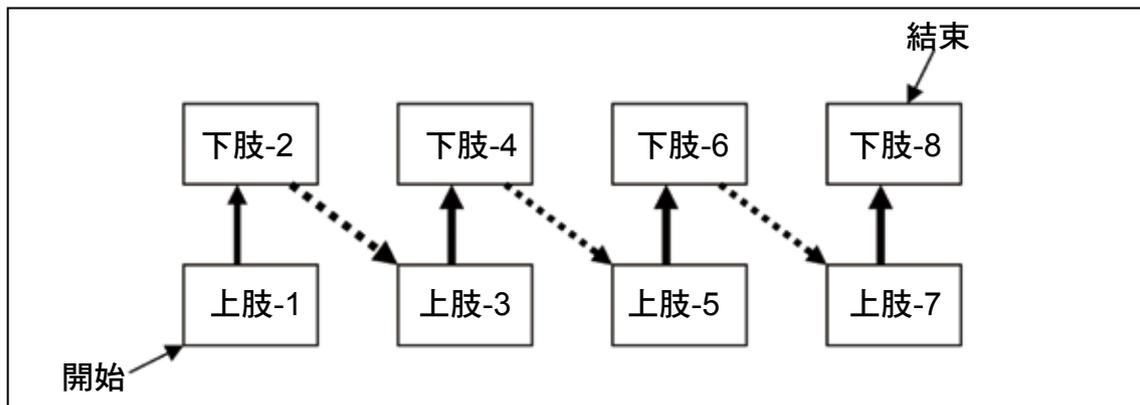
運動員體能

運動競賽有夏季與冬季奧運。2012 倫敦夏季奧運有 26 個項目，2010 溫哥華冬季奧運則包含 7 個運動項目。在這麼多的運動項目中，運動員需要的體能各有其特殊性。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 4 項。

基礎體能訓練 基礎體能是建構運動員專項體能的基礎，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，近年來則強調運動中就具備恢復再生的機制，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，這個階段的基礎體能訓練占總訓練量的 80%。因此在年度訓練計畫中，就分為準備期、專項期、比賽期等訓練階段。在每個訓練階段，基礎與專項體能有不同的訓練要求。

力量耐力 過去許多人認為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都會造成肌肉肥大。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) (註 2)，多次的重複頻率進行。

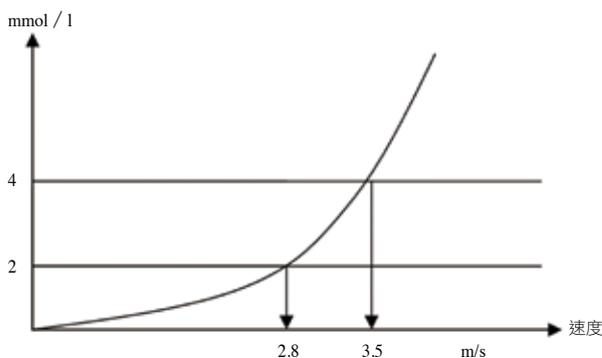


循環式力量耐力訓練方式

而準備期如何進行力量耐力訓練呢？在準備期，運動員每周必須從事3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，動作從手部開始，再進行下肢的訓練。動作與動作之間不休息，8個動作完成後間歇1分鐘，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（註3）。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和增加肌肉周邊微血管數量、恢復再生能力。

有氧閾值耐力 (2mmol / l)（註4及註5） 有氧閾值的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3項中。運動員或一般人有氧閾值耐力能力佳的，呈現較低的安靜值心跳率與最大負荷結束的心跳率快速恢復。球類與技擊運動項目選手，在運動中ATP-PC（註6）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，主要來自壓力荷爾蒙的提升。而具備高有氧耐閾值力的，有



有氧—無氧閾值速度曲線。

較佳穩定壓力荷爾蒙的能力。

大部分從事有氧耐力訓練時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，因此浪費很多訓練時間，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。能夠提高到達2 mmol / l的速度，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（公尺 / 秒），才能夠應付每天從事訓練，並快速解除疲勞。

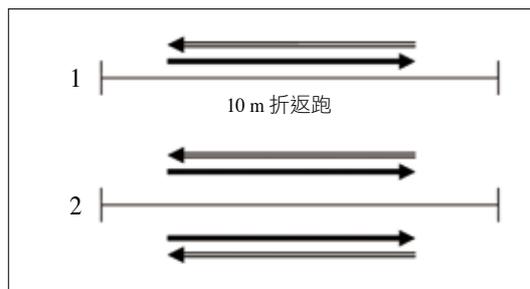
因此欲提高個人有氧閾值耐力，訂定最佳負荷強度是個人閾值速度。在個人閾

各項運動項目的專項體能結構，因比賽型態與負荷不同，要求也不一樣。

值速度範圍內進行20分鐘持續跑，這時血液乳酸濃度也不會呈現上升趨勢，才能真正提升有氧閾值耐力。其訓練運用例如有氧閾值速度是 2.8 m / s，若在 400 m 運動場上跑步 20 分鐘，可控制在每圈時間大約是143秒的速度（約8.4圈）。

專項體能 各項運動項目的專項體能結構，因比賽型態與負荷不同，要求也不一樣。例如技擊與球類項目的專項耐力，主要著重在無氧非乳酸耐力訓練，有些則需要無氧耐力與無氧非乳酸耐力，如柔道、角力項目。

專項體能訓練的時間都安排在專項期，在這個階段，運動員的體能要求以接近比賽負荷的強度進行。在無氧非乳酸耐力訓練中，其特徵是短時間高負荷強度運動模式。例如折返跑訓練方式，以 10 m 的距離

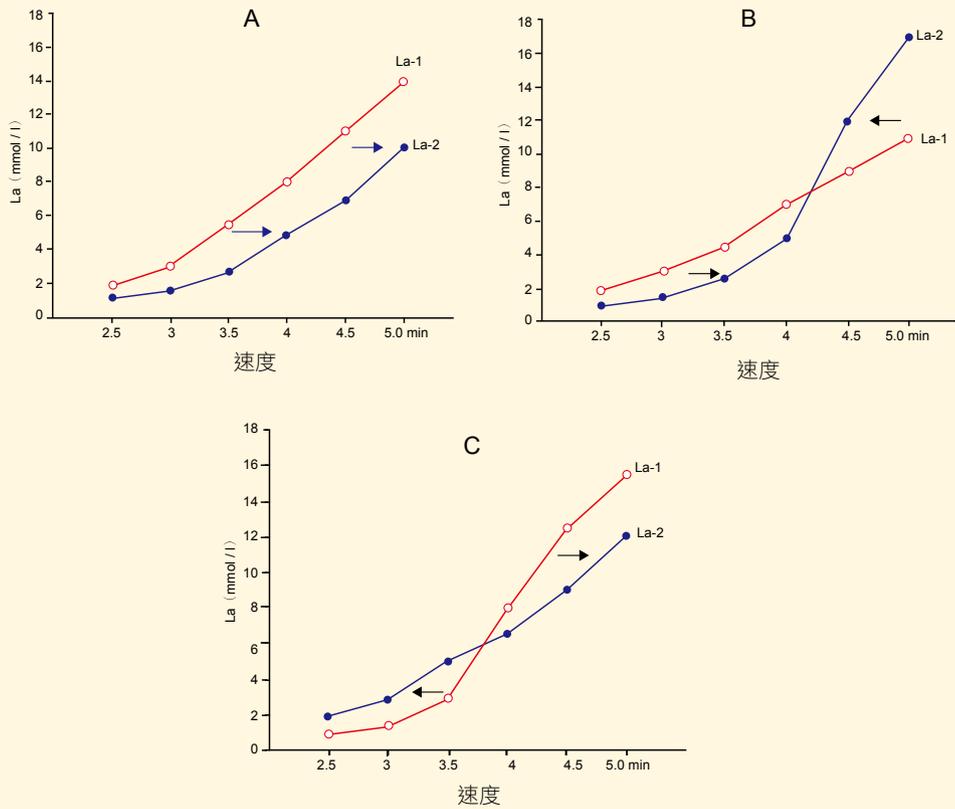


無氧非乳酸與無氧耐力折返跑訓練模式

訓練。欲提升無氧非乳酸耐力，則以個人最大速度進行 2 次 10 m 折返跑步。而折返訓練範圍（量）在 9 次（3×3×10 m，2 次折返），每次間歇休息 40 秒。如欲改善無氧耐力，則以個人最大速度進行 4 次 10 m 折返跑步（3×3×10 m，4 次折返），每次折返跑結束休息時間是 60 秒。

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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 有氧耐力 最大力量 + 快速力量 	基礎至高競技能力的建立
	羽球 / 桌球 / 排球	<ul style="list-style-type: none"> 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



階梯式負荷上升有氧—無氧閾值耐力診斷，圖中表示 A、B、C 3 位選手的乳酸（圖中縮寫是 La）堆積診斷。圖中 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中，曲線向下向右移動（La-2），這表示在相同負荷強度時，肌肉產生的乳酸堆積小於第一次（La-1）診斷。在下一個訓練周期，這位運動員可以增加訓練的負荷強度，B 與 C 選手則必須維持原來的訓練模式。

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的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中，其個人運動技術表現的穩定。而專項力量訓練時間，主要著重在訓練周期的專項階段。

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% 做為訓練強度，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），其負荷強度是個人最大力量的 100%，重複頻率則是 1 ~ 2 次。

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	> 60 s	> 60 s

運動員透過周期化有系統的體能訓練，身體對負荷強度與型態就產生適應。

適應與體能診斷

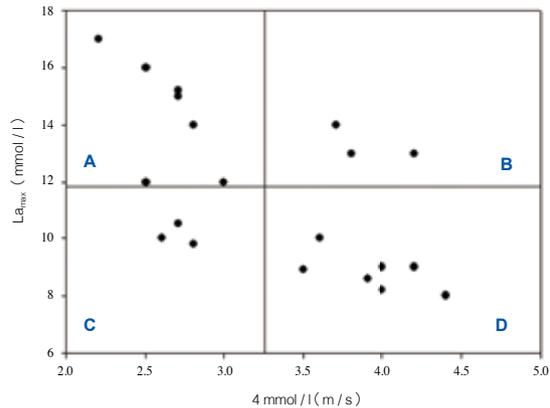
運動員透過周期化有系統的體能訓練，身體對負荷強度與型態就產生適應。何謂適應？即身體肌肉組織系統習慣負荷刺激的模式。因此當身體習慣於某種程度的負荷時，生理對這刺激負荷呈現穩定狀態，體能結構不再改變。但是運動訓練就是不斷增進體能，才能具有比對手強的能力。

如何知道體能產生穩定狀態？因此才有所謂的「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周期的負荷強度，以避免造成體能的停滯，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。專項期的體能診斷，則以運動項目的專項體能為主。

基礎耐力有氧－無氧閾值診斷，以階梯式負荷上升方式進行。其診斷數據可用簡單的曲線呈現，以清楚地了解運動員是否進步、退步，或呈現穩定沒有改變的狀態。

專項耐力受基礎無氧閾值耐力（4 mmol / l）影響，其主要因素在於身體活動



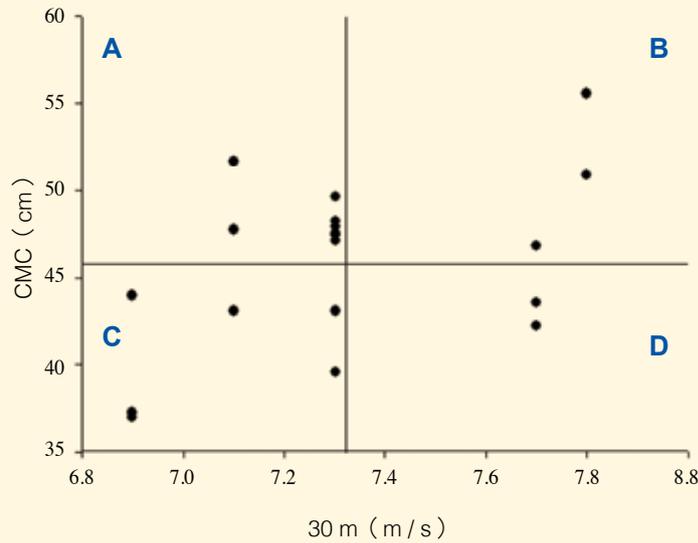
無氧閾值速度（4 mmol/l）與最大乳酸堆積的關係。

呈現無氧狀態，肌肉能量提供路徑以碳水化合物為主。又因許多運動項目的活動型態介於急跑、急停之間，這種負荷模式相對地增加肌肉的缺氧，而造成乳酸堆積反應。無氧閾值耐力佳的運動員，則不會產生這種症狀。其生理調節機制的調節，主要在於無氧閾值耐力的訓練效果，也就是增加肌肉粒線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，就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。

專項耐力與基礎無氧閾值耐力（4 mmol / 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，階梯式負荷上升，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



下肢力量與短距離速度（30 m）的關係，圖中縱軸是連續垂直跳（counter movement jump，簡寫為CMJ）的高度，橫軸是短距離（30 m）的平均速度（m/s）。透過四象限分析，B區域是速度與下肢力量最佳的，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。

速度是所有運動項目必須具備的主要能力，但是要呈現最高的速度，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，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。

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 ~ 20 m 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 10 m 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，而訓練效果的呈現在於體能的改善。每個訓練周期能夠了解運動員的體能情況，就越能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，再依據數據進行訓練改善計畫。

註 1：皮質醇是由腎上腺分泌的一種荷爾蒙，用來調節身體對外來刺激的反應，在應付壓力中扮演重要角色。皮質醇有提升血糖、血壓和產生免疫抑制作用，壓力狀態下需要皮質醇來維持正常生理機能，因此又稱作「壓力荷爾蒙」。

註 2：RM 是 repetition maximum 的縮



速度是所有運動項目必須具備的主要能力（圖片來源：種子發）

寫，意思是最大反覆次數，指在同一負荷量下所能完成的最高次數。假設某人蹲舉重量 100 公斤是他的 1 RM，則低負荷（30 ~ 40% 1 RM）指只蹲舉 30 ~ 40 公斤重量。

註 3：肌肉的拮抗作用，是指屈肌、伸肌時是成對的肌肉，運動時互相配合的情形。

註 4：閾值：一個領域或一個系統的界線稱為閾，其數值稱為閾值。

註 5：mmol / l 是表示每公升含有多少毫莫爾，是濃度單位。

註 6：ATP-PC 是三磷酸腺苷（adenosine triphosphate，簡稱 ATP）和磷酸肌酸（phosphocreatine，簡稱 PC）。剛開始運動時，肌肉收縮所需要能量的主要來源是由分解 ATP 而釋出。當進行激烈運動時，儲在體內的 ATP 很快會消耗掉。這時肌肉細胞內儲存的 PC 就會迅速分解，並釋放能

量以重新合成 ATP，ATP 再度分解提供能量。由於肌肉細胞中 PC 的儲存量很少，ATP-PC 產生的能量只能維持 8 至 10 秒的激烈運動。ATP-PC 的重要性，在於迅速地供應能量給需要爆發性和快速的運動（如百公尺賽跑、跳躍及投擲項目），而不在於供應能量的多寡。

張嘉澤

國立體育大學競技與教練科學研究所
