

壓抑在游泳訓練上的應用

克文貴

壹、前言

每個人都知道世界紀錄不是碰機會獲得的，但很少人知道一連串的環境影響是獲致成功的必需條件。例如1964年在奧運會中獲得四面金牌的史哥蘭特（Don Schollander's）或者1965年夏在美國游泳錦標賽中一舉成名的馬塞、蘭度（Martha Randall）是否僅憑自己實力便獲致這項榮譽嗎？當然，實力佔大部份原因，一個人除非經過終年嚴格訓練，不可能獲致高超的動作。又譬如那位在四分鐘內跑完一哩的醫科學生洛傑、斑尼斯特（Roger Bannister），他的成功歸因於利用其生理學上的原理去接受訓練和用正確的方法去跑和參加競賽。如果這些都是真實的，那麼身為教練者，他對運動的力學原理和戰略應較運動員懂得多些。他日常對隊員的訓練應予多變化，以改進彼等的生理適應。人體的能力是有限制的，他的動作大部份是依據其潛力所達到的水準程度表現出來的，所以教練必需具備基本的生理學知識，以掌握運動員的身體狀況在適當的情形下予以訓練。

所謂身體狀況就是“透過訓練計畫的壓抑，使機體在人體生理、解剖及心理各方面達到完全適應的地步。”游泳運動員在訓練過程中的壓抑情形，可決定其身體情況的程度，除此以外，還有其他的因素，例如：睡眠、休息、飲食如得當則對身體狀況有助，反之則有害。例如：某運動員平日若接受訓練，不過睡眠及飲食不得當，則無法獲得良好的訓練成果。

一個游泳運動員的身體狀況良窳是依據下列因素而定：

一、壓抑的因素—所受的訓練每日、每週依序進行。

二、小心控制對身體情況有利及有弊的因素：

(一)有利的因素：

1. 不受疾病感染。
2. 適當的飲食。
3. 適當的睡眠及休息。
4. 適當的心態。
5. 適當的訓練環境或在訓練時沒有損害壓抑的因素存在。

(二)有弊的因素：

1. 生病。
2. 飲食不當。
3. 過度疲倦（沒有獲得適當睡眠和休息）。
4. 情緒不佳。
5. 進用香烟、酒精或藥物。

當一個游泳運動員經過訓練後，如果身體狀況沒有獲得正常的改善，他及其教練應小心追求

訓練計畫所導致的原因，很可能真正的原因是飲食不當或進用酒精或香烟等有害的因素。其他的原因可能是矯枉過正，服用了大量的麥胚油，或由於好奇而染上不良嗜好，以及不重視訓練計畫的效果。上述兩種因素均甚重要，且必須慎重考慮。

訓練計畫（或壓抑的因素）是表明機體是否適應的指標。不過有利及有弊的因素可改變此一指標，使機體不是獲得適應就是無法達到應有的水準。

貳、壓抑的觀念

傑勞豪塞（Gaylord Hauser）有一次曾說過“我們表現如何，就要看我們吃些甚麼？”康索門（Counsilman），的想法稍有不同，那就是“我們的表現，要看壓抑的情形而定”，因為壓抑可使身心平衡而適應。身體、精神及人格的情況視其適應的情形而定。理想主義者的看法是不應有任何壓抑的情況存在，不論身心兩方面，對個人的發展而言，不應存在於今日充滿競爭的社會中。一個加拿大的學者名叫漢斯·絲里（Hans Selye）他從事這方面的研究較任何人為多，他發展了一種壓抑的觀念，以及壓抑的適應，他曾在其著作“生活的壓抑”中提及“…壓抑給予發展潛在才華的良好機會，不論其身心是如何的軟弱”事實上，唯有熱衷於壓抑，個人才有完美的造型。

雙親對其殘障的子女由於過份的保護而沒有發展其潛能，因而不若正常的兒童有表現的機會或獲得更多的壓抑方式，於是認為自己的子女無能力獲得適應。在游泳競賽而言，所設計和實施的訓練計畫，對運動員生理和心理上要有適當的壓抑份量，俾個體成爲一個完美的人，以準備接受未來的壓抑，教練和雙親經常會被問到下列三個問題：

- 1.我們期待些甚麼壓抑，—情緒上及生理上—以應付未來的需要。
- 2.是否這個訓練計畫爲着運動員的將來，是否預防其未來的身心壓抑。
- 3.這種預防是否會消滅，或者它是否有某種剩餘的效果。如果訓練進行順利，它將會期待未來獲得壓抑，同時注入目前的壓抑，於是就會產生適應。關於第三題的答案，我們祇有假設它有剩餘的效果，這些效果對個人未來的生活將有裨益，觀察和經驗將會指引吾人相信這種假設是有理由的。

參、甚麼是壓抑

每個人經常都會表現某種方式的壓抑，游泳選手在比賽時，生理和心理上會表現出壓抑來，但他們的雙親及教練却沒有表現出相同的壓抑來。就理論而言，他們之中，這種表現出現前，沒有人是相同的，每個人出現的壓抑均有某種程度的變化。

至於壓抑是甚麼呢？漢斯·絲里在壓抑領域上的研究發展是創始者，他曾經寫了六本書，六百多篇論文提及這一專題，他認為它是一個抽象名詞。在他的著作中，絲里曾爲它下了一個定義：“壓抑是身體耐用及磨損率”史列斯脫·烏列却（Celeste Ulrich）說“不論何時體內原來穩定的平衡受到擾亂時，人類機體即企圖加以調整，使這種平衡得以維持，直至平衡獲得保存後，壓抑的狀況即存在。”

絲里發現，不論任何種壓抑方式，機體即表現出來，如果這種壓抑十分強烈而持久，結果將會作出沒有特殊因素的正常反應，隨着特殊的壓抑方式作特殊的影響。這種反應，當以動物作實驗時，他稱之謂三項反應（Triad response）三項反應包括三種改變方式：

一、腎上腺皮質的擴大

不論何時，機體表現出壓抑時，連帶這個腺體的活動亦增加，特別是皮質部組織為然。此腺體即分泌出荷爾蒙協助身體動員抵抗壓抑的發生。此小型腺體位於兩腎的頂端，是由髓質及皮質二部所構成。特別是腺體的皮質部，在壓抑發生時，即逐漸擴大並增進其機能以適應需要。如果壓抑的強度持久不斷，雖然腺體擴大，但分泌荷爾蒙的能力却逐漸消失，於是機體此時無法適應。在訓練游泳運動時，欲了解此時期運動員是否能適應，可檢查運動員尿中的含氧類固醇（Keto-steroids）量。根據含量水平可衡量腎上腺活動的程度，因為它是腎上腺代謝作用的副產品。

二、淋巴組織的縮小以及血液中淋巴球含量減少。

絲里發現血液中嗜伊（曙）仁細胞（eosinophil cells）幾乎全部消失。在美國印第安那州檢查游泳隊隊員時發現他們血液中的嗜伊（曙）仁細胞消失，而他們所接受的訓練十分嚴格。不幸的是利用嗜伊（曙）仁細胞的含量來預測壓抑程度的效度不高且結果亦不一致。

三、胃瘡瘍和十二指腸瘡瘍

絲里以動物作試驗，發現瘡瘍的原因係由於小血管細微破裂而導致出血。

我們無法了解在比較上的改變，如果有的話，男子在經過強烈的壓抑後所產生的三項反應，或此種徵狀出現，是在各種壓抑方式下產生的，包括熱、冷、化學藥品的注射以及肌肉用力後。他稱這些現象是生病的徵狀。他把壓抑視為一種因素，引述它的三項反應的徵狀。

既然這種反應是一般性而不是特殊性的，那麼是否可供教練及運動員拿來實際上應用呢？訓練的壓抑是否與身體的特殊反應沒有關係？他們企圖把這些特殊改變令游泳運動員有更好的表現，而並非有興趣與一般的反應抗拒。在了解三項反應或此種徵狀可否應用在訓練方法上前，進一步討論絲里有關壓抑的理論是有益的。

絲里發現機體對壓抑的反應可分為下列三個時期，他認為這是一般適應的徵狀。

1. 恐慌的反應（Alarm reaction）—這是身體對壓抑因素的最先反應。絲里認為它代表機體喚起所有反抗力量的武器。在運動時，這種恐慌的反應包括：心跳率增加、腎上腺分泌腎上腺素增加、肝糖分解進入血液內等。在此時期，機體急速（短時間）適應運動的需要。
2. 抗阻期（resistance stage）—在此期中，機體所產生的變化，在各方面均有顯著不同，適與前期相反。例如心跳變得更有效能而心舒張率降低。腎上腺皮質部在第一期恐慌的反應是分泌荷爾蒙至血液內，此時腺體內腺素已無存。故第二期間腎上腺皮質部改進這種能力，積聚儲藏豐富備用的分泌性微粒（secretory granules），繼續不斷分泌荷爾蒙。由訓練獲得的慢性適應於此產生。
3. 疲勞期—經過長時間表現強烈的壓抑後，機體耗盡適應各種壓抑方式的能力，開始有疲勞現象的產生。

肆、壓抑在訓練方法上的應用

一、欲使游泳運動員在第二期中有良好表現，則在訓練計畫中應予加油，有關加強這方面的訓練方法如表一：

表一

增加壓抑的游泳訓練法

練習作業	訓練方式	平均時間	發 展 特 質	心 跳 率
1.游 11×50 碼 每次間歇 45 秒	緩慢的間歇訓練	: 28.5	基本的心臟呼吸耐力，增加功能性的毛細血管數量，促進肌肉活動，其次是強調速度。	游完 50 碼後心跳平均 182 次；下次游 50 碼前心跳平均 143 次。
2.游 500 碼 配速進行	超距離訓練	5 : 21.6	耐力—與前述相同，祇是連續游的效果較間歇訓練的影響較為深遠。	開始時心跳 98 次，游完後 152 次。
3.每分鐘踢水 500 碼	超距訓練（踢水）	無時間限制	本項訓練的設計，在增加腿部肌肉的負荷及發展其耐力，使毛細血管數目增加，此外對心臟呼吸耐力亦有裨益。	開始時心跳 108 次，游完後 152 次。
4.每分鐘踢水 500 碼	間歇訓練（踢水）	: 38.2	本項訓練旨在使踢水時增加速度俾有利於腿部肌肉能在較具強度的水平下工作。	每次踢水 50 碼後心跳平均 179 次，在開始下次踢水 50 碼前平均 144 次。
5.以穩定配速划二趟、快速配速划一趟、每趟划水 50 碼。	變速訓練	無時間限制	本項訓練在增加划水肌肉的負荷及耐力。	在快速划水後心跳最高 179 次，最低水平為 134 次。
6.划水 3 × 100 碼，每次間歇時，休息三分鐘。	反覆訓練	: 61.5	雙臂以相當強度划水，可增進作用肌抗拒疲勞的能力。本項訓練對速度的影響大於耐力，但均可發展兩種因素。	每次划水後平均心跳 181 次，下次划水前為平均 97 次。
7.游 4 × 150 碼，以 95 % 力量游，每次間歇時休息 3 - 5 分鐘。	反覆訓練	1 : 19.3	本項訓練在增進速度及配速。在相當強度水平下練習可增進相關肌肉抗拒疲勞的能力。	游完 150 碼後心跳平均 186 次，下次開始游時為平均 94 次。
8. 4 × 25 碼全速衝刺。	衝刺訓練	: 10.8	本項訓練嚴格規定以全速衝刺，可協助泳者學習爭取時間，改善慢游的泳姿，通常在練習時泳者均有此缺點。	游完 25 碼後心跳平均 176 次，下次開始游時平均 96 次。

三種徵狀反應的程度是和壓抑因素的強度和時間成正比。迫使運動員過度練習並非善策，而應讓三種徵狀反應達到頂點的程度。

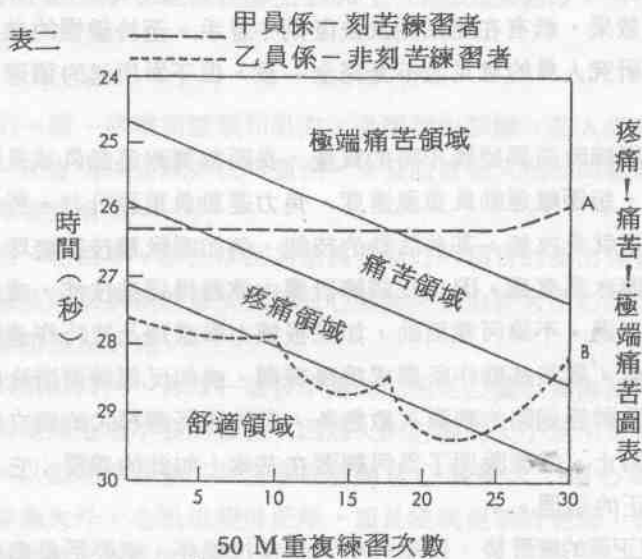
研究人員有可能發現一種方法去衡量三種反應的一些徵象的效度，以及評估對運動員不必迫使其作嚴格的訓練的可能性。目前，觀察血液中的嗜伊（嗜）仁細胞含量及尿中類固醇含量的應用，祇有些少成就。

三使用間歇訓練法，就是在兩個強烈壓抑週期之間予以短暫休息時間，目的是促使游泳運動員避免在三項反應或最後一個時間產生疲勞，訓練期中，我們努力期望運動員獲得特殊的適應。

長距離泳賽運動由於強度不夠，無法期望其有特殊的改變。重複練習比賽的游泳距離（例如游100公尺若干次）就是增加其強度，期望他能有特殊的反應，不過繼續使用此法會使運動員產生第三期的反應。

依個人觀察，很少有游泳運動員擁有強烈的動機能夠單獨練習後，而能避免進入最後一期的所謂疲勞期。多數人與生俱有抗拒吃苦的本能。通常，活動的肌肉疲勞後在疲勞期來臨之前即會造成吾人減少活動。

事實上，除非擁有強烈的動機，很少人願意強迫自己刻苦練習而進入抗拒時期，俾獲得最大的適應。爲了這個理由，最重要的是振作精神努力去加強體力，以增加生理上的壓抑。祇有這樣，游泳運動員才能接受刻苦的練習，如表二所示：



當游泳運動員在進入比賽期前的預備最後階段，最重要利用這種情緒上的壓抑，作為刺激的因素。

伍、壓抑是累積而來的

絲里說，每個人的適應能量以抵抗壓抑因素是有限的。假如運動員在一定時間內用完成了大部分的適應能量，企圖適應某一種壓抑，而這種壓抑不是接受游泳訓練所產生的，例如整夜不睡或失眠，那麼他在游泳訓練時所耗費的適應能量便不足。結果，他將得不到適應，他不是必須消除或減少其它的壓抑因素，去減少游泳訓練份量就是進入無法適應的階段。

一個運動員在接受嚴格訓練時，在同一時期內不能表現出強烈的壓抑。康索門（Counsil-Man）所指導的大學游泳選手均能應付大學的功課和接受游泳訓練所導致的壓抑。其它的壓抑，例如家庭問題或交異性朋友的感情問題均牽涉到前兩種壓抑，於是運動員便往往顯示出無法適應的訊號。

不論涉及上述所討論的何種壓抑，最終均無法避免下列相同的結果：生理或其他壓抑太少，無法帶來理想的改變，當壓抑太多，則同樣傷害到機體，使其無法適應。

陸、對訓練壓抑的特殊適應

當游泳運動員表現走樣時，他在生理上有不同的表現，運動員面對訓練時，他特殊的適應最初反映在生理方面，但亦含有某些心理方面的甚至解剖學上的改變。

生理改變較多而通常較為複雜。無法在本文中詳加討論，因為很多問題祇有生理學家認為重要，祇有重大的生理改變對教練和運動員重要的才加以討論。

訓練對生理的改變在過去四十年，有關這個領域上的研究甚多。很多不對的觀念均予以否定；有些認為確實的說法被證明是相反的，其中一些意見，在運動效果上會傷害到心臟的，茲在下面加以討論。

大部份人均熟悉在運動時欲急遽增進效果便要增加運動員的心跳率及呼吸率，但這種效果是暫時的，欲謀長久性的效果，祇有在運動期及恢復期中着手。至於緩慢的效果亦有人研究過，關於這方面的研究，雖然研究人員的意見並不是完全一致，但下面所述的道理有相當高的效度。

一、技能與效能：

運動員接受各項訓練時強調發展不同的質量，長距離賽跑運動員或長距離游泳運動員很自然的重視發展其耐力，短距離運動員重視速度，角力運動員重視肌力。所有訓練計畫，通常均企圖發展一種質量，這就是技能。某些活動的技能，例如團隊競技的籃球、足球、橄欖球等，它們的技能較賽跑和游泳為複雜。因此在訓練計畫中欲獲得這些技能，或使這些技能完美無缺，就要花很多時間。不過，不論何種活動，如果根據力學原理及技巧作適當的練習後，均會增進其技能及動作的效能。對某些動作反覆或重複練習，例如反覆練習游泳轉身的動作，神經反應模式得以建立，這種神經通路的刺激次數愈多，則神經反應模式的建立愈穩固，直至練習成爲一種機械式和習慣爲止。這樣說明了爲何練習在基本上如此的重要；它亦說明了爲何壞習慣一旦養成，則難以矯正的道理。

的確，某種技能經正確的練習後，運動員學到此種技能後，祇要活動參與這個動作的肌肉即可。肌肉祇要從事某一特定動作所需的功即可，故可減少所耗費的能量。所以訓練結果發生的初步改變，往往就是增進技能和效能。

二、對肌肉的影響：

一塊肌肉可以發展兩種特質：肌力和耐力，每一種特質是依據不同的適應而來。這是生理學中早已建立的原則，肌力的大小，與肌肉的橫截面積的大小成正比。欲增進肌力，必須增大肌肉的體積，肌肉較正常爲大謂之肌肉肥厚。肌肉的肥厚，並非肌細胞數目的增加，而是每一肌纖維面積增大，這是肌肉內的肌漿和連絡組織增加所致。此時肌肉不但強壯，而且變得更堅韌並改善其緊張度（Tones）。即使受到外傷，亦可減少痛苦，剛好和很多人的意見相反，對從事精細的動作時不會喪失其能力。

很多運動方式是不必要改善肌力的，用進退廢的定律，對肌肉而言和身體其它器官一樣。如果肌肉不用，它將會萎縮或縮小。如果常用，它即發達，而發達的程度可依據對其要求的大小而定，肌肉的變大和肌力的增進，以增加負荷去訓練最為快速，而且要增加至接近人體所能忍受的最大負荷為止。

長距離游泳運動員的肌肉要如何改變才能獲得更大的耐力呢？拿動物來作試驗，將牠關在籠內，讓其在轉動的輪中每日跑數小時，經兩個月後加以檢查，發現參與活動的肌肉中毛細血管的數目增加了40%。此點顯示運動時略加阻力並增加重複次數，可增加肌肉內的微血管的形成。從動物試驗發現，毛細血管功能的增進，意味着耐力的增加。以人類作類似的實驗，其毛細血管亦會增加，毛細血管功能的增進，可協助在運動時所產生的廢物迅速移走，並增加運動肌肉氧氣和血糖的輸送量，同時發現經常運動的動物肌肉中較不運動的動物含有更多的肝糖，這個因素對局部肌肉的耐力亦有貢獻，可能實施間歇訓練最大的益處在增加微血管數目功能的能力，加上增加肌肉中的肝糖，它比其他訓練方法需要較短的時間。

以一群賽跑運動員作實驗，包括長、短距離跑者在內，發現腿肌力與一哩賽跑時間之相關為負數。經過一番爭論後證實，長距離跑者不需要有太大的腿肌力，而短距離則相反。

各種活動均要發展肌力和耐力兩種特質以達到理想的境界，所以各種訓練計畫的設計最重要列入上述這兩項特質。在游泳訓練中，欲增進肌力及肌耐力，則要實施超距離或短距離的訓練。一個選手接受400公尺訓練經常要游上1500公尺以改進其耐力；他亦需要作短程衝刺訓練以改進其速度和肌力。

三、心臟的大小：

心臟肌和骨骼肌一樣，欲增加體積和肌力，必須加以訓練，某人從事任何活動，不論足球、越野賽跑或勞動，便會增加循環系統的負擔，大量血液進入運動的組織中，同理，心臟肌肉經由運動後亦會變得堅強有力。

研究顯示，長跑、自由車、游泳以及其他需要耐力的項目的傑出運動員，他們的心臟都會較常人略大。至於這些運動員由於接受訓練後心臟變大或由於天生心臟即已較常人為大，則因為無法控制實驗因素而無人研究。

姑不論其擴大的原因為何，另外一個被爭論的問題是心臟肌變得肥厚抑心臟擴大呢？如果祇是擴大的話，那對健康是有不良的影響。因為人的心臟的大小是用X光來觀察的，很難證明是否對健康有影響。以動物作實驗，發現運動訓練後心臟變大，而心臟的重量要較一般者為大，這點說明心臟除擴大外，心肌也變得肥厚，而且發現運動的老鼠，在停止運動三、四星後，牠的心臟即回復原來的大小和重量。

心臟變大隨之而來的是它有能力壓出較大的血量。心臟壓出血液的數量是以每分鐘輸血量計算的。肌肉細胞祇有在獲得氧氣和食物後才會產生功能，而且能迅速排洩所產生的廢物，（乳酸、二氧化碳等），同時體溫、酸度、及水均要保持平衡。維護細胞內部環境的適宜，是血液和循環系統的功能。因此游泳運動員欲維持長時間的活動，必須有較大的血量參與循環，可以保證的，一個創世界紀錄的長距離游泳選手，他在運動時必定有最大的心臟輸血量。

運動員心臟一詞，不幸的為門外漢認為是一種病態。其實運動員的心臟是正常的，祇是稍微大些，他的跳動率稍慢而輸血量較大。最重要的要記住，心臟在運動訓練完畢後，即會恢復正常的大小。沒有明顯的證據顯示它擴大和恢復原狀會影響到心臟瓣膜的功能，亦不會形成心

雜音或心漏症。

在美國醫藥學會發行的一份刊物中有下列一段說明：“認為運動員的心臟是不正常的擴大的這種觀念是虛構的。經過訓練後運動員的心臟，現在已被證實是正常的，至於與之相似的一堆狀心臟則屬於不正常的。沒有證據顯示，一個健康及身體狀況良好的運動員，在運動後會損害其正常心臟的。心臟衰弱是由於患病或感染而來的，不是參加運動後得來的。”不過，接受訓練過的心臟需要某種程度的壓抑以保持它的運動效果，如果運動員有病或受到感染，則同樣的壓抑會對健康有損和使身體衰弱。因此實施運動員訓練計畫，必須接受醫學和運動專家的輔導。

各齡運動員在接受嚴格訓練前應實施醫學評量。

四、心跳率：

由於心跳的測量容易，所以有關心跳率的研究很多，有很多因素足以影響心跳率：年齡、姿勢、情緒、溫度、食物的攝取、藥物及運動等。正常的心跳率是每分鐘 50 — 100 次。接受訓練的人心跳率趨向較為低落，特別是從事耐力活動的人為然。

期望競賽勝利者心跳率會增加，情緒很明顯的可影響心跳率。在一項試驗中，測量游泳教練的脈搏，當時他的運動選手正在參與比賽，他的脈搏每分鐘高達 120 次。

脈搏的增加與運動的強度成正比。當運動員在緩游時，他們的心跳率略為增加，大約 120 次左右。當他們在衝刺時，則每分鐘的心跳可能達到 180 — 200 次。所以在運動員運動後立即測量其脈搏，可以衡量運動的強度。這個原理可以應用在訓練計畫的擬訂和訓練方法上。

一個接受嚴格訓練的運動員，特別是參與耐力活動的，當他運動後，心跳很快就會恢復原狀，這一個事實，由福比斯·卡利 (Forbes Carlile) 應用在訓練計畫中，同時可預測在某特定訓練期中，某運動員可能獲致十全十美的動作。當短程衝刺後，心跳率更為提高，但短程衝刺後心跳要較長程游泳後恢復得快些。

在練習時吾人通常要測量運動員的心跳次數，以評估那些運動員努力的程度，但也是提起其動機的一種方法。

靜止時的心跳、運動後的心跳以及運動後心跳恢復正常的時間要較運動員在疲倦時和進入無法適應時期為增加。下表是基脫·賈司屈蘭斯基 (Chet Jastrenski) 在一九六四年夏季接受訓練時三種不同情況下的心跳率：

30 × 50 M 在 50 M 游泳池中每 60 秒游一次。註：僅測量 10 秒的心跳次數，然後再乘以 6。

三種訓練情況	受測者當時的感覺。	游 50M 的平均時間	50 M 划水次數	早晨起來時的心跳率	游最後 50M 時的心跳率	運動後 8 分鐘的心跳率
A 六月十四日，經一星期半嚴格訓練後。	疲倦，但並不十分嚴重。	: 41.6	32.5	64	180	99
B 六月二十日，經四星期訓練後。	很疲倦有慢性疲倦的感覺。	: 42.4	34.1	70	188	108
C 八月二十日，經 8 週嚴格訓練，和 1 週調整期後。	經休息後，精力充沛。	: 38.1	31.2	60	176	92

第一欄是說明經過一週半訓練後，受測者一切感覺良好，認為接受訓練後略有疲倦，但並不嚴重，第二欄說明經過四週訓練後，受測者感到無法適應的地步，第三欄說明經八週訓練，一週調整後，即將參加奧運選拔賽時的情況，結果在選拔賽中 200 M 蛙式打破世界紀錄。

表中所列有三個主要項目，泳者可評量自己的進展情況；(1)心跳率(2)每50M的划水次數(3)每50M游泳的平均時間。如果上列各項紀錄減低，表示自己的身體的狀況有改善。不過有時候，他必須驅使自己有足夠的努力，期望這些因素可減低，俾獲得最大的適應。

經由訓練後心跳率降低的機轉迄今尚未瞭解。心跳是由兩條神經所控制的，一條是迷走神經，一條是交感神經，當迷走神經受刺激時，則心跳減慢，當交感神經受刺激時，則心跳增快。由於訓練而心跳率降低的原因可能會促進迷走神經的強健。心跳減少可獲得較長時間的休息，此時靜脈血可充滿心臟而使它更為擴張。此階段靜脈血流回心臟愈多，則每次心跳後心臟排出的血量亦增，此排出的血量與心跳量有密切關係。由於心跳率的降低而增加了心跳量，於是心臟可以較少的能量從事較多的工作。

五呼吸效率：

另外一個影響心肺耐力主要的因素就是呼吸效率。一般人有錯誤的觀念認為測量呼吸效率可從測量肺活量獲知，就是經過一次深呼吸後，每次呼出空氣的最大容量。雖然有時經由訓練可以增加肺活量，不過人們相信，最主要是增加呼吸效率，那就是肺泡經由微血管將空氣中的氧氣攜帶進入血液中，將血液中二氧化碳釋出的交換工作。運動訓練的結果，可使人體肺中蜂窩狀的肺泡間隔變大，以利其在肺中暴露在空氣中的表面增大，增加氧氣的交換率。

很明顯的，欲增加肺活量就要增加呼吸器官的肌力，同時要使肺泡增大，而這些肺泡在休息或和緩運動時是不發生作用的。這就是訓練有素的運動員呼吸率減少，而每次空氣流通量增加的原因，訓練有素的選手在運動時可促使較大量的空氣和氧氣經由肺臟進入血液中。

六血糖的水平：

接受運動訓練的人，血液中的含糖量沒有太大的改變。人在靜止狀態時，通常每毫米血液中含有血糖 70 - 100 mgs。當訓練時血糖含量減低，腎上腺即分泌腎上腺素，使肝臟釋放出肝糖來。在極端疲勞的練習時，血糖量可能較靜止時略為降低。當降低太多時，即成為低血糖狀態，運動員必須停止活動，因為血糖已瀕臨衰竭。馬拉松跑者在比賽過程中由於疲勞而退出比賽者，經發現其血糖量有極端降低的現象，而另外一些賽員以優異成績抵達終點後，血糖含量依然保持正常的水平。運動員在疲勞的運動中有能力維持高水平的血糖，相信是由於他有能力在肌肉和肝臟中儲藏更多的糖所致。

七紅血球：

攜帶氧氣的主要方法是經由血液中紅血球（血紅細胞）的血紅蛋白（血紅素），增進血液攜帶氧氣的能力，可增加紅血球的數目以及血液中血紅蛋白的容量，它可經由某種方式的訓練而獲得，紅血球產自骨髓，而刺激它加速生產唯一的方法是降低血液中氧含量至某種水平。缺氧的情況似乎可經由劇烈而長時間的運動達成，而且祇有利用這種運動方式才能增加紅血球的目的，深信這就是耐力訓練的效果，然而很多研究人員發現研究結果差異甚大，很明顯的它不能算是一項結論。在連續五個夏季（1960 - 1964），在小心控制的情況下，泳者經過六週訓練後經過檢查，發現半數的泳者紅血球的數目以及血液中的血紅素含量有顯著增加的趨勢，祇有少數幾個案例紅血球數目反而減少。其餘的泳者沒有顯著的改變，對那些成績有進步的泳者而

言，他們的紅血球數目及血液中血紅素則有增加的趨勢。

在極端刻苦訓練期中，吸氧量增加是訓練有素的運動員有傑出表現的特徵，接受嚴格訓練的運動員可承受較大的氧債，因而可增長運動的時間。這種能力被認為與鹼存量有關。

八、血鹼存量與氫離子：

在運動中碳酸及乳酸（體內分解葡萄糖後的產品）進入血液中，使血液含鹼度降低，正常的血氫離子（酸性或鹼性）指數為74至78（略呈鹼性）。這些額外的酸類進入血液中，如果沒有一些緩衝物質進入血中予以中和，則會迅速影響氫離子指數。除了碳酸外，其它酸類進入血液中通常由血紅素予以調節大部分化合成為血液中的二氧化碳，稱為鹼存量，一名訓練有素的運動員在運動中能夠保持較高的氫離子水平（較呈鹼性），而這種狀況可能與鹼存量增加有關。有些研究報告指出，在訓練時鹼存量會增加，而另一些研究報告則認為並無改變。既然訓練有素的運動員能夠產生較高水平的血乳酸鹽（可中和乳酸），因此他們比那些能夠忍受祇有低水平者能維持較長時間的運動。人們何以有能力容忍高水平的血乳酸鹽原因尚未完全了解。進用含鹼性食物較多的人，在消化後是否有利於增加血存鹼量尚未予以證實。

柒、參考文獻

- 一、 Hans Selye, The Stress of Life, New york: Mc Graw-Hill Book Co. 1956 P.277.
- 二、 Celeste Ulrich, Stress and Sport, in Science and Medicine of Exercise and Sport. ed. Warren R. Johnson, New york: Harper & Row. 1960 P.251.
- 三、 Tips on Athletic Training VII, American Medical Association Publication Series, Chicago, Illinois, 1965. 6-7.
- 四、 Forbes Carlile, Forbes Carlile on Swimming, London Pelam Books. Ltd. 1963, P.119-21.
- 五、 Charles H. McCloy, An Outline of Physiology of Exercise, Mimeographed Pamphlet, Itate University of Iowa, 1949, P.9
- 六、 James E. Coumsilman, The Science of Swimming, Prentice-Hall Englewood Cliffig New Tersey, P.337-349.