

第三章：訓練篇

進行跑步訓練時，最難決定的就是「練甚麼」、「練幾多」和「如何練」。

練甚麼？

在「專項性原則」之下，「練甚麼」就相對較簡單，因為想提高跑步成績，最有效的方法，莫過於練跑。雖然踩單車、游泳等都可以提高心肺（有氧）及肌肉耐力，但都「不會」及得上練跑來得直接和有效。

練幾多？

在「練幾多」方面，可以分為「每課」練幾多和「每星期」練幾多。就以馬拉松長跑為例，根據外國的一些研究結果，如果目標是 3 至 4 小時內完成賽程，平均每星期練上 60 公里左右已經足夠；就算是 2:40 左右的精英跑手，每星期練上 90 至 150 公里亦已經足夠。如果要達至 2:20 或以內的成績，就可能真的要每星期練上 200 公里或以上。不過，亦有部分選手是例外，如英國的 Steve Jones，當他以 2:08:05 打破當時的男子馬拉松世界紀錄時，其實他每星期只是練上 80 英哩（約 128 公里）。

至於每課要練上幾多，就要看實際想訓練的項目（全馬、半馬、10 公里或較短的賽程）和每星期可以練上幾多課而定。由於全馬所需的訓練「量」始終較大，所以如果沒有足夠時間可以進行跑步訓練的話，倒不如就選擇一些賽程較短的項目來訓練。

其實，「練幾多」與參與跑步訓練的原因或目的也有很密切的關係。一些研究資

料顯示，大多數的跑步人士，最初都是為了「健康」的緣故而開始跑步，到了自己的健康及體適能水平提高了後，部分人才開始參與跑步比賽，甚至為了進一步提高跑步成績或奪取獎牌而加倍努力。

為「健康」而跑步的訓練量



如果純粹是為了「健康」而參與跑步訓練，最好當然是參照「世界衛生組織」（WHO）的建議：

- **兒童及青少年（5-17 歲）**「每天」應該作 60 分鐘或以上的體力活動，而且這些活動應該是「中等」或「劇烈」強度的「有氧」體力活動，並且還應該包括每星期有 3 天是「劇烈」強度的體力活動。
- **成年人（18-64 歲）**應該「每星期」進行「最少」150 分鐘的「中等」強度，或 75 分鐘的「劇烈」強度有氧體力活動，或相同分量的「中等」及「劇烈」強度有氧活動「組合」（2 分鐘的「中等」強度活動可當作 1 分鐘的「劇烈」強度活動計算）。如果想對健康有額外及更廣泛的好處，成年人應該增加他們的有氧體力活動至每星期 300 分鐘「中等」強度，或每星期 150 分鐘「劇烈」強度的有氧體力活動，或相同分量的「中等」及「劇烈」強度有氧活動「組合」。而且，參與「超過」這個分量的體力活動可對健康帶來「額外」的好處。

- 成年人的體力活動指引也適用於**長者**(65 歲或以上)、**孕婦**和**產後婦女**、**傷殘人士**及**長期病患者**，但當他們因為特殊情況而未能夠「每星期」做上 150 分鐘「中等」強度有氧活動時，他們就應該按自己的「實際」能力及情況盡量保持活躍，而且也要明白自己的情況會否及如何影響他們安全地進行「有規律」的體力活動。對此有任何疑問的人士，可先諮詢醫護人員的意見。

「中等」與「劇烈」強度的界定

所謂「中等」強度，就是指相當於 3 至 5.9 METs 強度的體力活動，進行這類活動的同時，通常只可以說話，但不能唱歌。「劇烈」強度，就是指相當於 6 METs 或以上強度的體力活動，進行這類活動的同時，就算是說幾個單字也不得不停下來喘氣。



MET (Metabolic Equivalent)，就是進行某一活動時的「代謝率」與「休息代謝率」(resting metabolic rate) 的比。人休息（安坐）時的代謝率約為 1 MET，亦即每公斤體重每小時消耗 1 千卡的熱量，3 METs 的活動強度就是指相當於安靜坐著時 3 倍的代謝率。

跑步練習「距離」和「速度」的換算

跑步是有氧體力活動的一種，如果利用 Ainsworth 等 (2011) 的《體力活動綱要》(The Compendium of Physical Activities Tracking Guide) 來做點換算，成年人進行「中等」強度的跑步活動時，訓練時的強度應該界乎每小時 2.5 英哩 (4 公里) 的急步行 (3.0 METs) 及每小時 4 英哩 (6.4 公里) 的緩步跑 (6.0 METs) 之間。

若以「成年人」每星期應進行「最少」150 分鐘的「中等」強度活動計算，就相當於每星期「最少」要累積跑上 $2.5 \times (150 \div 60) \times 1.6 = 10$ 公里至 $4 \times (150 \div 60) \times 1.6 = 16$ 公里的路程。如果未能做到每星期「差不多」每天都進行跑步練習，就應該把這 150 分鐘或 10 至 16 公里「盡量平均」分佈在一個星期內的「最少」3 天（最好是隔天）進行，以防止過度疲勞及降低受傷的風險。另外，健康及體適能水平越低，所採用的強度就應該越接近「中等」強度活動範圍的「下限」（即每小時 2.5 英哩的急步行）。

健康及體適能水平較佳的人士，如果選擇進行「劇烈」強度的跑步活動時，訓練時的強度應該達至每小時 4 英哩的緩步跑（即 9:13/公里或 3:43/400 米）或更快的速度。同樣道理，應該把「每星期」的 75 分鐘「盡量平均」分佈在一個星期內的「最少」3 天（最好是隔天）進行。當然，亦可以把「中等」強度與「劇烈」強度的跑步訓練以「混合」的形式進行。

對健康及體適能水平稍遜的人士，或剛開始跑步訓練的參與者來說，「每星期」累積「最少」150 分鐘「中等」強度的跑步訓練只是一個目標，實際上可因應個人的能力從「更低」的訓練強度開始進行跑步訓練；甚至是從步行活動開始，再過渡至急步行，繼而再過渡至急步行間以緩步跑，再進展至緩步跑或正式的跑步訓練。反過來說，健康及體適能水平較佳的人士，「每星期」甚至可以累積「超過」300 分鐘 (20 至 32 公里) 的「中等」強度跑步活動或 150 分鐘的「劇烈」強度跑步活動。

運動量也有上限嗎？

以目前的科學知識水平，仍「未能」識別超過了多大的活動「總量」上限以後，便不會為健康帶來額外的好處。雖然一些動物實驗顯示「中等」強度活動是有益健康，而精疲力竭或壓迫力大的負荷會加速冠心病的發展；不過，暫時仍未有證據顯示龐大的活動量（例如超級耐力項目運動員所做的）是會危害他們的健康。

如何增加「活動量」及「強度」？

無論參與者的體力活動水平如何，也應該「循序漸進」地增加「活動量」及「強度」。雖然目前仍然「未有」一個如何循序漸進增加體力活動的「標準」，但是過往不甚活躍及體適能水平較低的人士，開始時一般應先做些相對是「中等」強度的有氧活動（如急步行），而避免相對較「劇烈」的活動（如跑步）。體適能水平「較低」的人士，可能需要由一些輕鬆的活動（如慢步），或者是輕鬆至中等強度的活動「組合」開始。

增加體力活動的「量」時，應先增加每節「中等」強度活動訓練課的「持續」時間及每星期訓練的日數（頻率），然後才按需要增加活動的「強度」，並且要留意每星期增加體力活動的相對幅度（多少）。例如，每星期增加 20 分鐘對一個每星期步行 200 分鐘的人（增加 10%）來說，較一個每星期步行 40 分鐘的人（增加 50%）來得安全。

對跑步初學者的建議

最後，建議初學者或剛從事跑步訓練的人士，以「每星期」累計跑上 10 公里或

以上為目標，「每次」可以跑 2 至 4 公里，並於 1 星期內分 3 天（最好是隔天）進行。體適能水平較佳或一向都有從事運動（雖然未必一定是跑步）的人士，則以「每星期」累計跑上 20 公里或以上為目標，「每次」可以跑 4 至 8 公里，並於 1 星期內分 3 天（最好是隔天）進行。如果健康及體適能狀況許可，應盡量採用「較高」的「強度」進行跑步訓練，這樣不但可以節省時間，亦有利於日後過渡至更高水平的跑步訓練。

過往，帶領大學的跑班時，有些舊生、教職員或家屬，由於已經多年（其實有些已幾十年）沒有做運動，所以在運動場上，就算要他們連續跑上兩圈（800 米）做熱身，也未必能夠完成。對於這些參與者來說，我的經驗就是最好採用「間歇跑」

（interval running）的型式進行訓練。通常我會帶著他們一起跑 100 米快、100 米慢的練習，並事先提醒他們全程不要超越我（要給我留點「面子」），而我就會用 30-40 秒/100 米，甚至更慢的速度帶著他們做快跑的部分，而用上再慢的速度去做慢跑的部分。在這種情況下，「絕大部分」的參與者，都能夠連續跑上 10 組，亦即 2000 米（5 個圈），而且完成之後也不會太過疲累，有些較年青的參與者，稍作休息後，甚至可以再做多一組。

「間歇跑訓練法」背後的理據

其實早於 1960 年代，一些運動生理學的先驅（如 Åstrand 及 Christensen 等）已發現「間歇地」進行活動（單車功率機和跑步機），可以在不損「質」的情況下做



上相當的「量」。例如，在 Christensen 等的研究中，若跑步機的運行速度為 20 公里/小時（亦即 2:06 左右完成全馬的速度），被測試者只能連續跑上 4 分鐘（約 1300 米的路程），而且在運動完結時，血液內乳酸的濃度為 16.5 mM（安靜時水平為 1 mM）。若改以跑 10 秒，休息 5 秒的形式進行，在 30 分鐘內，被測試者卻可以跑上 20 分鐘的時間（約 6670 米的路程），而且運動後血液中乳酸的濃度亦只是 4.8 mM。

在 Åstrand 等的單車功率機測試中，他們亦發現，活動階段的時間越長，就算把中間休息的時間相對地延長，被測試者仍然會越感到疲累。例如，在同一工作負荷（350 瓦）之下，若以活動 3 分鐘，休息 3 分鐘的形式「間歇地」運作。1 小時之後，被測試者總共活動了 30 分鐘，並感到精疲力竭。但若改以活動 30 秒，休息 30 秒的形式進行，1 小時之後，被測試者同樣是活動了總共 30 分鐘，但卻未有出現太疲累的現象；而且血液內乳酸的濃度（2.2 mM），亦只是稍高於安靜時之水平（1 mM），這與連續活動 9 分鐘後（16.5 mM）及 3 分鐘間歇活動後（13.2 mM）的水平，相差甚遠。



由此可見，對於體適能水平較低的參與者來說，以「間歇跑」的型式進行訓練，只要快跑的階段較短（如 30 秒或 100 米左右），參與者就可以在相同的速度之下，比起用「連續跑」的型式跑上更長的路程。反觀許多跑步的初學者，由於自己本身的體適能水平已經較低，卻跟隨一些已經練

習了一段日子的友伴去跑步，雖然友伴們通常都會把跑速降低，以「將就」初學者，但由於始終是「連續跑」的緣故，許多初學者跑了一會兒後，都較容易會出現心肺及肌肉疲勞而要不斷再減速，甚至完全停下來休息，這都會打擊了他們繼續參與跑步練習的信心和動力。所以，對於那些已經長期沒有做運的的跑步初學者來說，以「間歇跑」的型式來開始練習，可能會是更有效的方法。

循序漸進、逐漸過渡

其實如果練跑是單純以「健康」為目的，根據世界衛生組織的指引，再按照前面提及過的轉換，只要「每星期」累積跑上 10 至 16 公里，相當於在標準的田徑場上跑上 25 至 40 個圈，便已經足夠，關鍵反而是要把這個分量「盡量」平均分配於一個星期當中（最好是盡量每日跑或隔日跑）。就算想更進一進提高健康及體適能水平，只要大家並不太過著眼於參加比賽和爭取到好成績，「每星期」累積跑上 20 至 32 公里亦已經相當足夠。體適能水平較低的初學者，甚至可以從「間歇跑」的型式開始，待體適能改善了後，才慢慢過渡至「連續跑」的型式。

為「比賽」而跑步的訓練量

至於為了「提高跑步成績」或「比賽」而練習的話，就沒有任何權威組織發出的指引可以遵從了。亦由於這個緣故，長期以來，跑步訓練也就出現了「各師各法」的現象，而且訓練是否得法，往往亦只取決於「弟子們」的成就，反而沒有太多人去考究這些訓練方法的背後，是否有運動科學的依據。本文接下來就是希望藉著一些相關的運動科學研究資料，去探討一下「提高中長跑成績」較合理的訓練方法。

如何練？

前面已談論過「練甚麼」和「練幾多」方面的問題，也特別為「健康」而進行跑步訓練作出了一些建議。可是，在「如何練」方面，就相對較為複雜，因為至少會涉及訓練的「方法」（如連續跑、間歇跑、均速跑、變速跑、加速跑、fartlek、上坡跑、下坡跑、阻力訓練等）和「強度」。本文只會集中探討如何決定訓練「強度」方面的問題。

傳統的跑步訓練方法

時至今日，教練及運動員普遍都只能憑著個人的經驗和對運動科學的認知程度，去設計他們「自己認為」最佳的跑步訓練方案。就以中長跑訓練來說，一直以來都普遍認為提升運動員的「最大攝氧量」和「乳酸鹽閾值」有助增進跑步的表現。傳統上亦普遍採用「低強度、高哩程（訓練量）」的練習，如 **LSD (Long Slow Distance)** 或「低強度、高重複次數」的「間歇跑」訓練來提升運動員的「最大攝氧量」。

此外，教練及運動員也普遍會用到「目標心率」來決定跑步訓練的「強度」。不過，我個人就「不認同」採用「心率」作為檢定訓練強度的標竿，因為「心率」較容易受到其他因素（如情緒、藥物、休息等）影響，而且「目標心率」往往亦要以「最高心率」作為依據（如 **80%HRmax**），但一般人卻很難準確知道自己的「最高心率」。一般常用的計算公式，如「最高心率 = $220 - \text{年齡}$ 」，誤差就不但非常之大，而且雖然已被沿用已久，但卻原來並無任何實際的研究數據支持。

另一個較可行的方法，就是用「最大攝氧量百分比」（**%VO₂max**）來決定訓練強度。可惜，要「準確」獲悉「最大攝氧量」，

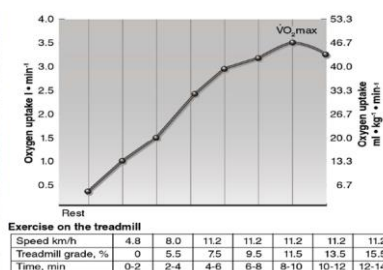
就得在實驗室內進行測試，而且若想以「最大攝氧量百分比」作為訓練強度的指標時，運動員也要配戴上特別的器材，但這都不是一般人可以買得起和買得到。

我的跑步訓練方法

有研究指出，「最大攝氧量」（**maximum oxygen consumption, VO₂max**）、「乳酸鹽閾值」（**lactate threshold**）和跑步效能（**running economy**）是影響耐力（有氧）項目的三大關鍵因素，它們甚至合共可以解釋到「超過 70%」有關運動員在長跑表現上的差異。

最大攝氧量

所謂「最大攝氧量」，就是指劇烈運動時身體可以使用氧氣的「最高」速率。一個不太活躍的年青人，「最大攝氧量」約為 45 毫升/公斤體重/分鐘 (ml/kg/min) 左右，一個 5000 米最佳時間為 18 分正的跑手，「最大攝氧量」一般都會有 60 毫升/公斤體重/分鐘，而一個精英長跑運動員的「最大攝氧量」，就往往可以達至 70 至 80 毫升/公斤體重/分鐘或更高的數值。



「最大攝氧量」主要受制於氧氣的輸送速率，而且有 70 至 85% 是與「最高心輸出量」有關。其實，這也不難理解，跑的速度越高，能量消耗及氧氣的需求就越大。



因此，要達至世界級的長跑水平，就必先要有相當高的「最大攝氧量」。有研究指出：
攝氧量（毫升/公斤體重/分鐘）= $3.5 \times$ 速度（公里/小時）

按此計算，若想以 20 分鐘跑完 5000 米時（15 公里/小時），運動員的「攝氧量」就要達到 $3.5 \times 15 = 52.5$ 毫升/公斤體重/分鐘；想以 16 分鐘跑完 5000 米時（18.75 公里/小時），運動員的「攝氧量」便要達到 $3.5 \times 18.75 = 65.63$ 毫升/公斤體重/分鐘。如果要像世界級精英長跑運動員在 13 分鐘左右跑完 5000 米（23.08 公里/小時）的話，就非要有 $3.5 \times 23.08 = 80.78$ 毫升/公斤體重/分鐘的「攝氧量」不可了。由此可見，運動員的「最大攝氧量」的確是決定跑步成績的其中一個關鍵因素。



然而，在一群「較參差」的運動員當中，雖然一般都可以觀察到，運動員的「最大攝氧量」越高，跑步的成績越好；不過，在一群成績「相近」的精英運動員當中，他們的「最大攝氧量」卻可以有很大的差異。例如，前男子馬拉松紀錄保持者，美國的 Alberto Salazar（2:08:13），他的「最大攝氧量」為 76.0 毫升/公斤體重/分鐘，而另一位澳洲馬拉松運動員 Derek Clayton（2:08:34）的「最大攝氧量」卻只有 69.7 毫升/公斤體重/分鐘。再看另一位美國男子馬拉松運動員 Graig Virgin（2:10:26），他的「最大攝氧量」雖然高達 81.1 毫升/公斤體重/分鐘，但他馬拉松的成績卻不及 Alberto Salazar 和 Derek Clayton。

從以上的例子可見，在一群成績「相近」的精英長跑運動員當中，單憑「最大攝氧量」是不足以預測他們跑步的成績。「最大攝氧量」只能反映運動員在劇烈運動時，攝取氧氣以製造能量的能力。如果運動員的「跑步效能」低，做成太多「額外」的能量消耗（如跑姿差而導致無謂的肌肉緊張和動作），就算有再高的「最大攝氧量」，可能也是於事無補。

跑步效能

所謂「跑步效能」，就是指在某一「特定」跑速（非極速）之下的「耗氧量」。在同一跑速之下，消耗較多能量的運動員，其「跑步效能」就較低。「跑步效能」較高的運動員，較其他對手在「相同跑速」之下可以用上更少的氧氣和能量，於是在「同一跑速」之下，就可以較其他運動員維持較長的時間。

除了跑姿以外，影響「跑步效能」的因素還包括：風阻、路面的彈力和硬度、跑鞋的重量和設計、腿的剛度（stiffness）、小腿的型態和腳板的大小等。當中，運動員自己最能夠掌控和改善的，就莫過於跑姿和跑鞋了。

「跑步效能」較高的運動員在「任何跑速」上都能夠在「較低」的「最大攝氧量百分比」（ $\%VO_2\max$ ）下運作。因此，與其只看「最大攝氧量」，就倒不如一起去看「最大攝氧量」和「跑步效能」兩者「結合」而成的「變數」： $vVO_2\max$ （minimal velocity at $VO_2\max$ ）了。

最大攝氧量時的最低速度（ $vVO_2\max$ ）

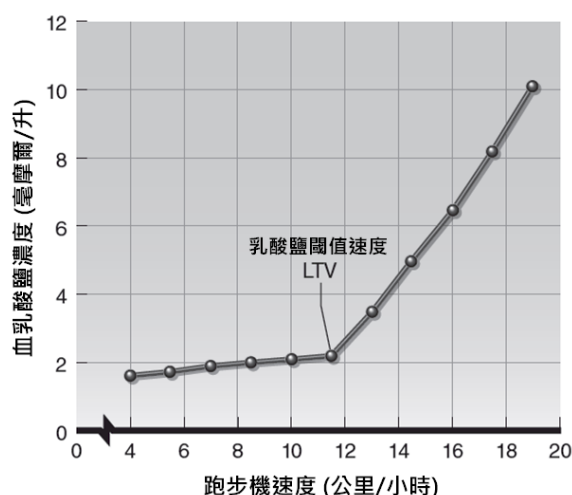
$vVO_2\max$ 就是達至「最大攝氧量」（ $VO_2\max$ ）時的「最低」速度，它是結合了 $VO_2\max$ 和「跑步效能」而成的一個「變數」，它比 $VO_2\max$ 能更準確預測「水平相

近」跑步運動員的成績。因為，就算 VO_2max 高，如果「跑步效能」低的話，跑步表現仍然會是差。如果運動員的 VO_2max 相近，則 vVO_2max 較高的運動員，因為其「跑步效能」較高，所以跑步的成績也會較佳。

研究結果顯示， vVO_2max 能有效預測 1500 米至馬拉松長跑的表現。30 至 180 秒，作息比例為 1:1 的「間歇跑」訓練，能有效提升 vVO_2max ；而且在 vVO_2max 得到提升的同時，「跑步效能」和「乳酸鹽閾值速度」亦會同時獲得提升。此外，「高強度」練習也比「低強度、高哩程」練習能更有效提升 vVO_2max 。研究還指出，可以利用「6 分鐘全力跑」測試去估計自己的 vVO_2max 。

乳酸鹽閾值

「乳酸鹽閾值」在 1970 至 90 年代，是「最大攝氧量」之外，另一個風靡一時的研究對象。當跑速在「乳酸鹽閾值」（亦作「無氧閾值」，anaerobic threshold）或以下時，血液內的乳酸鹽水平維持穩定，但當跑速一旦超越「乳酸鹽閾值」時，血液內的乳酸鹽水平便會「急速」上升，反映出血液內的一些「代謝廢物」（其實並不是乳酸或乳酸鹽）也正在「迅速」增加，並影響到跑步表現。



研究指出，一般未經訓練的人，「乳酸鹽閾值」約在 VO_2max 的 60% 左右，但是經過訓練的運動員，其「乳酸鹽閾值」卻可達至 VO_2max 的 75-90%。除了提升 VO_2max 及 vVO_2max 外，訓練的另一個主要目標，就是提高「乳酸鹽閾值速度」（lactate threshold velocity），因為在「乳酸鹽閾值」或以下的速度進行跑步時，運動員會覺得較為舒適，也就可以跑更長的時間。（大部分跑步運動員的乳酸鹽閾值速度相當於其 10 英哩的比賽速度。）

此外，由於「最大攝氧量」主要受制於「最高心輸出量」（70 至 85% 有關），而「最高心輸出量」=「最高心率」×「每搏輸出量」，但「最高心率」卻會隨著年齡增長而每年大約減少 1 次/分鐘，所以「最高心輸出量」及「最大攝氧量」也會隨著年齡增長而下降。因此，對於年長運動員（如「常青賽」運動員）來說，提升「乳酸鹽閾值速度」及「跑步效能」便成為了提升長跑表現的重要手段。

傳統上提升「乳酸鹽閾值速度」的方法，就是「中等強度」的「長距離」跑和接近「乳酸鹽閾值速度」的 tempo running（一般是 20 至 30 分鐘）。不過，亦有專家指出「高強度」的跑步訓練（「乳酸鹽閾值速度」與 vVO_2max 之間）、 vVO_2max 訓練及「短距離全速跑」訓練，能更有效提升「乳酸鹽閾值速度」。

其實一向以來，都忽略了「神經肌肉控制」（neuromuscular control）方面對抵禦疲勞的影響。因此，就有專家提出，採用「高強度、高質素」的跑步訓練（如短距離全速跑），使「神經控制中樞」更「安心」地讓「運動」及「心肺」系統在疲勞之下繼續工作，就可以更有效地增強抵禦疲勞的能力了。

中長跑項目與「最大攝氧量百分比」的關係

根據一些研究資料，所有奧運會耐力項目都是在 85% VO_2max 「以上」決勝負，當然大部分項目還要考驗運動員在無氧代謝下抵禦疲勞的能力。大至上，各個中長跑項目比賽時的「最大攝氧量百分比」(% VO_2max) 可以被概括如下：

- 馬拉松 (42.195 公里)：75 至 85% VO_2max
- 10 公里、15 公里：90 至 100% VO_2max
- 3 公里、5 公里：接近 100% VO_2max
- 1500 米、1 英哩、2 公里：100 至 115% VO_2max

因此，不同項目的中長跑運動員，就可以按照比賽進行時的% VO_2max 速度，和本身的實際能力，來選取跑步訓練時「主要」採用的跑速（強度）。

6 分鐘全力跑測試

本文較早前已經提及過，可以利用「6 分鐘全力跑」去估計 vVO_2max 。之後便可以跟據「估計」得來的 vVO_2max 去計算不同% VO_2max 下的跑速。若以「間歇跑」訓練去提升 vVO_2max ，每次的快跑就應該持續 30 秒至 3 分鐘，並且採用 1:1 或更短休息時間的「作息比例」，和跑上 3 至 4 公里的路程。

就以一名「6 分鐘全力跑」測試為 1544 米的運動員為例，6 分鐘跑 1544 米，亦即速度為 $1544 \text{ 米} \div (6 \times 60) \text{ 秒} = 4.29 \text{ 米/秒}$ 。若以此速度去完成 100 米，便會需時 $100 \text{ 米} \div 4.29 \text{ 米/秒} = 23.31 \text{ 秒}$ 。所以 4.29 米/秒，亦即相當於 23.31 秒/100 米的速度。

如果這名運動員想進行一課 200 米的間歇跑訓練課，便可以嘗試 12-20×200 米，每次跑 46.6 秒，跑與跑之間慢跑 45 秒。

如果同一名運動員想進行一課 600 米的間歇跑訓練課，便可以嘗試

4-6 × 600 米，每次跑 2:19.9，跑與跑之間慢跑 2:20。

同樣道理，如果這名運動員想進行一課 800 米的間歇跑訓練課，便可以嘗試 3-5 × 800 米，每次跑 3:06.5，跑與跑之間慢跑 3:00。

不過，對於這名運動員來說，如果想進行 1000 米的間歇跑訓練，由於他需要 3:53.2 才能完成一個 1000 米跑，所以若訓練課的目標是針對提升 vVO_2max ，則 1000 米間歇跑訓練對他目前的實力來說，路程便會是長了一點。（若想以 1000 米間歇跑來提升 vVO_2max ，運動員就要能夠在 3:00 內完成 1000 米，但這已是 14 至 15 分鐘內完成 5 公里的精英跑手級能力了。）

1500 米或以上距離的訓練

對於 1500 米或以上的長跑運動員來說，針對 vVO_2max 和「乳酸鹽閾值速度」的訓練固然重要，但「最高跑速」的訓練（如 50 至 100 米以內的全速跑）也是不容忽視。正如本文較早前所述，這類「全速跑」練習能夠改善「神經肌肉控制」，使得在實際比賽步速之下能夠跑得更輕鬆和協調，從而提高「跑步效能」。而且，大家也不難察覺，在現今世界級水平的長跑賽事當中，速度越好的運動員，於戰術運用上也越顯得有利。

例如，在奧運會的男子 5000 米及 10000 米跑決賽中，最後一圈的圈速往往也是在 1:00/400 米（即 15 秒/100 米）以內；就算是女子組賽事，最後一圈的圈速也可以在 1:06/400 米（即 16.5 秒/100 米）以內。就以現今男子馬拉松的世界紀錄（2:01:39）來說，其平均速度也是 17.0 秒/100 米或 1:08/400 米左右；就算是女子馬

拉松的世界紀錄(2:14:04)，其平均速度也是 19.0 秒/100 米或 1:16/400 米左右。

因此，對於 1500 米或以上的長跑運動員來說，針對 $vVO_2\max$ 、「乳酸鹽閾值速度」、「速度及速度耐力」和「全速跑」的訓練都非常重要。教練或運動員應該按照實際賽程的特點來分配這類練習於每星期的訓練課當中，並且還要適當加入上坡跑、下坡跑、加速跑、變速跑、計時跑和專項力量訓練等，來加強比賽時的實際作戰能力。

【1500 米、1 英哩跑的訓練】

因為 1500 米及 1 英哩跑是在 100 至 115% $vVO_2\max$ 之下進行，所以運動員應特別著重提升 $vVO_2\max$ ，也就是跑速在 100-115% $vVO_2\max$ 的練習。如果每週可以進行 3 課（盡量隔天進行）練習，就應該有 1 至 2 課的跑速是 100% $vVO_2\max$ ；餘下的訓練課就應該進行「速度及速度耐力」練習（特別是 105 至 115% $vVO_2\max$ 的練習），或「全速跑」練習。

【5 公里、10 公里跑的訓練】

由於 5 公里跑及 10 公里跑分別是在接近 100% $vVO_2\max$ 及 90 至 100% $vVO_2\max$ 之下進行，所以針對提升 $vVO_2\max$ 的「間歇跑」訓練課也是重要的跑步訓練內容。相比起 1500 米跑運動員來說，5 公里跑及 10 公里跑運動員進行「間歇跑」訓練課時，每次重複跑的距離會偏向長一些。相比起 10 公里跑運動員來說，5 公里跑運動員應盡量多在 $vVO_2\max$ 或更快的速度下進行訓練（如 105% $vVO_2\max$ ）；同樣道理，10 公里跑運動員應盡量多在 90% $vVO_2\max$ 至 $vVO_2\max$ 的速度下進行訓練。

如果每週可以進行 3 課（盡量隔天進行）練習，應該最少有 1 課的跑速是 100%

$vVO_2\max$ ；餘下的訓練課就應進行提升「速度及速度耐力」的練習或提升「乳酸鹽閾值速度」的練習。進行「速度及速度耐力」練習時，5 公里跑運動員應較著重 105 至 115% $vVO_2\max$ 的練習；10 公里跑運動員應較著重 90 至 95% $vVO_2\max$ 的練習。相對來說，10 公里跑運動員應較 5 公里跑運動員進行較多提升「乳酸鹽閾值速度」的練習。

【半馬、全馬的訓練】

馬拉松長跑是在 75 至 85% $vVO_2\max$ 的速度下進行，例如，精英馬拉松運動員通常在 85 至 86% $vVO_2\max$ 下完成全程；而成績介乎 2:46 至 3:12 的參賽者，則通常在 75 至 76% $vVO_2\max$ 下完成全程。

一切提升「乳酸鹽閾值速度」的訓練（亦即界乎「乳酸鹽閾值速度」至 $vVO_2\max$ 之間的訓練）都對提升半馬拉松和馬拉松長跑成績有利。對於半馬拉松長跑運動員來說，訓練時的跑速亦應該較馬拉松長跑運動員為高。

水平越高的運動員，跑步時 $VO_2\max$ 的百分比越高，所以針對 $vVO_2\max$ 的訓練也是非常重要。不過，相比起 5 公里跑/10 公里跑運動員和 1500 米跑/1 英哩跑運動員來說，針對提升「乳酸鹽閾值速度」的訓練就更為重要。

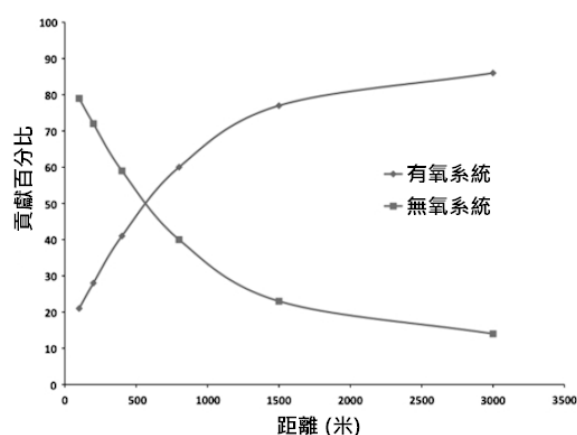
如果每週可以進行 5 課練習，其中 1 課可以是提升 $vVO_2\max$ 或提升「速度及速度耐力」的練習，1 至 2 課是提升「乳酸鹽閾值速度」的「間歇跑」練習，餘下的 2 課則可以是提升「乳酸鹽閾值速度」的「連續跑」練習。

進行「連續跑」練習時，如果跑的距離超過 20 公里，應採用稍低於「乳酸鹽閾值速度」（如 2.5 至 5%）的跑速；如果距

離超過 30 公里，則可採用再低一些的跑速。如果跑的距離在 20 公里以內，就應盡量採用接近或稍高於「乳酸鹽閾值速度」的跑速。總之，「連續跑」的距離越短，跑的速度就要越高於「乳酸鹽閾值速度」。

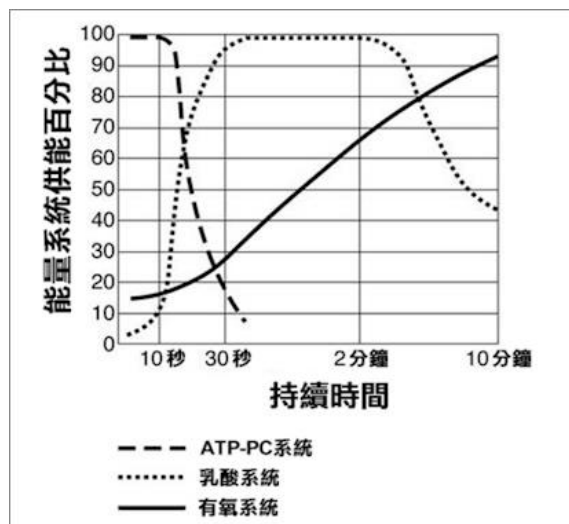
800 米或以下距離的訓練

研究顯示，對於訓練有素的跑步運動員來說，「有氧系統」和「無氧系統」對各徑賽項目（由 100 米至 3000 米）的貢獻如下：



從上面的圖表可見，當全力跑 600 米時，「有氧系統」和「無氧系統」的貢獻大至是各自參半；自此以後，賽程越長，「有氧系統」的貢獻越加重要，賽程越短，「無氧系統」（包括「ATP-PC 系統」及「乳酸系統」）的貢獻越是重要。因此，對於 1500 米或更長的賽程，「有氧系統」的鍛煉尤為重要。

反觀 800 米或以下的項目，一般在 2 分鐘左右或以內完成，大部分項目甚至在到達「最大攝氧量」前已經完成，所以「無氧系統」的鍛煉更為重要。因此，絕大部分的練習均應該在比 vVO_{2max} 更快的速度下進行，「全速跑」練習的比例也要相對地增加。此外，「全速跑」的距離越長或速度越快，休息便應該更充分，好讓體內的能量物質（如 PC 和 ATP 等）能夠有足夠的時間重新合成。



如果是針對「ATP-PC 系統」來鍛煉，每次快跑的時間便「不應」超過 10 秒，否則「乳酸系統」便會開始介入，減低了鍛煉「ATP-PC 系統」的效果。

同樣道理，如果要針對「乳酸系統」來鍛煉，每次快跑的時間便應該「最少」有 30 秒左右，但又「不可」超過 2 分鐘，否則「有氧系統」便會開始介入，降低了鍛煉「乳酸系統」的效果。

供能系統	每次快跑持續時間	作息比例
ATP-PC 系統	10 秒以內	1:3
乳酸系統	30 秒至 2 分鐘	1:2

【400 米、800 米跑的訓練】

這兩個項目對「乳酸系統」的要求最為嚴厲，200 米全速跑、全速及近乎全速的 300 米跑更是訓練的重要手段，800 米跑運動員還要加上 600 米及 1000 米的「速度及速度耐力跑」，以充分考驗身體在「無氧醣酵解」下抵禦疲勞的能力。至於 vVO_{2max} 及稍高於 vVO_{2max} 跑的練習，則可以增強運動員的有氧代謝及恢復疲勞的能力。

如果每週可以進行 3 課（盡量隔天進行）練習，就應該有 1 課的跑速是 100% vVO_{2max} ，餘下的訓練課就應該進行「全速跑」或「速度及速度耐力」練習（特別是 105 至 115% vVO_{2max} 的練習）。800 米運動員的「全速跑」和「速度及速度耐力」練習應該兩者參半，400 米運動員則應較偏重於「全速跑」練習。

【100 米、200 米跑的訓練】

這兩個項目（特別是 100 米跑）主要是依賴「ATP-PC 系統」提供能量，就算是「乳酸系統」的作用也顯得較為次要。100 米運動員應較著重 60 至 80 米的「全速跑」練習；200 米運動員應較著重 100 米至 150 米的「全速跑」練習。此外，賽程越短，起跑技術的鍛煉相對也較為重要。而且為了加強「速度」及「爆發力」，這兩個項目的運動員還應分配時間進行「增強式訓練」（plyometric）及「重量訓練」。

我的「Running Formulae」

完成了「6 分鐘全力跑」測試後，當然就可以自行計算不同% vVO_{2max} 之下的跑速來安排練習。不過，為了更方便自己和不同能力的跑友進行跑步練習，我就製作了一張「Wong-sir's Running Formulae」的 Microsoft Excel spreadsheet。這個名為 formulae_v6.xlsx 的 spreadsheet 檔案，其實是由「兩個」工作表組成，只要先在「Percent_ vVO_{2max} 工作表」輸入自己的一些個人資料（如身高、體重、年齡等）及兩個「全力跑」（6 分鐘及 3000 米）測試數據，「Percent_ vVO_{2max} 工作表」就會自動計算並列出 50-120% vVO_{2max} 速度之下，一些常用「間歇跑」距離的相對跑速。

Wong-Sir's Running Formulae

Rationales: (Version 6.0)
(Billat & Koralschein, 1996; Bragada, et al., 2010; Denadai, et al., 2006; Joyner & Coyle, 2008; Uth et al., 2004)

1. Percent VO_{2max} speed of different running events:
1,500 m, 1 mile (1,609 m), 2K (2,000 m) = 100 to 115% VO_{2max}
3K (3,000 m), 5K (5,000 m) = Near 100% VO_{2max}
10K (10,000 m), 15K (15,000 m) = 90 to 100% VO_{2max}
Marathon (42,195 m) = 75 to 85% VO_{2max}
2. The average value of time limit at 100% vVO_{2max} is close to 6 minutes.
3. Predicted 3000 m Speed = $0.646 + 0.626 \times V4 \text{ Speed} + 0.416 \times vVO_{2max} \text{ Speed}$
(All speeds measured in Km/h)
4. Mass-specific $VO_{2max} = 15 \times (HR_{max}/HR_{rest})$
(in ml/kg/min)

Personal Information:

Enter your own data in the boxes below:

Height: cm BMI = **18.73 (Normal)**

Weight: Kg

Age: HR_{max} = **162 b.p.m.**

HR_{rest}: b.p.m. Est. VO_{2max} = **43.39 ml/kg/min**

Field test for VO_{2max} Speed: 6-minute Run

Enter your own result in the box below:

Distance covered in 6 minutes = m

Est. Speed at 100% VO_{2max} = **4.29 m/s** or **15.44 Km/h**

Optional test for V4 Speed: 3000-m Time Trial

Enter your own result in the boxes below:

Time to finish 3000 m = min s

Average speed = **3.92 m/s** or **14.12 Km/h**

Est. V4 (i.e., lactate threshold) Speed = **11.26 Km/h**

Percent VO_{2max} at V4 Speed = **72.93 %**

Page 1

At	120 % VO_{2max} speed, or	5.15 m/s,	or	18.53 Km/h
Time to run	100 m =	19.4 s, or	0 min	19.4 s
Time to run	200 m =	38.9 s, or	0 min	38.9 s
Time to run	300 m =	58.3 s, or	0 min	58.3 s
Time to run	400 m =	77.7 s, or	1 min	17.7 s
Time to run	600 m =	116.6 s, or	1 min	56.6 s
Time to run	800 m =	155.4 s, or	2 min	35.4 s
Time to run	1000 m =	194.3 s, or	3 min	14.3 s
Time to run	1200 m =	233.2 s, or	3 min	53.2 s
Time to run	1600 m =	310.9 s, or	5 min	10.9 s
Time to run	2000 m =	388.6 s, or	6 min	28.6 s

At	115 % VO_{2max} speed, or	4.93 m/s,	or	17.76 Km/h
Time to run	100 m =	20.3 s, or	0 min	20.3 s
Time to run	200 m =	40.5 s, or	0 min	40.5 s
Time to run	300 m =	60.8 s, or	1 min	00.8 s
Time to run	400 m =	81.1 s, or	1 min	21.1 s
Time to run	600 m =	121.6 s, or	2 min	01.6 s
Time to run	800 m =	162.2 s, or	2 min	42.2 s
Time to run	1000 m =	202.7 s, or	3 min	22.7 s
Time to run	1200 m =	243.3 s, or	4 min	03.3 s
Time to run	1600 m =	324.4 s, or	5 min	24.4 s
Time to run	2000 m =	405.5 s, or	6 min	45.5 s

At	110 % VO_{2max} speed, or	4.72 m/s,	or	16.98 Km/h
Time to run	100 m =	21.2 s, or	0 min	21.2 s
Time to run	200 m =	42.4 s, or	0 min	42.4 s
Time to run	300 m =	63.6 s, or	1 min	03.6 s
Time to run	400 m =	84.8 s, or	1 min	24.8 s
Time to run	600 m =	127.2 s, or	2 min	07.2 s
Time to run	800 m =	169.6 s, or	2 min	49.6 s
Time to run	1000 m =	212.0 s, or	3 min	32.0 s
Time to run	1200 m =	254.4 s, or	4 min	14.4 s
Time to run	1600 m =	339.1 s, or	5 min	39.1 s
Time to run	2000 m =	423.9 s, or	7 min	03.9 s

Page 2

At	105 % VO2max speed, or	4.50 m/s,	or	16.21 Km/h
Time to run	100 m =	22.2 s, or	0 min	22.2 s
Time to run	200 m =	44.4 s, or	0 min	44.4 s
Time to run	300 m =	66.6 s, or	1 min	06.6 s
Time to run	400 m =	88.8 s, or	1 min	28.8 s
Time to run	600 m =	133.2 s, or	2 min	13.2 s
Time to run	800 m =	177.6 s, or	2 min	57.6 s
Time to run	1000 m =	222.1 s, or	3 min	42.1 s
Time to run	1200 m =	266.5 s, or	4 min	26.5 s
Time to run	1600 m =	355.3 s, or	5 min	55.3 s
Time to run	2000 m =	444.1 s, or	7 min	24.1 s

At	100 % VO2max speed, or	4.29 m/s,	or	15.44 Km/h
Time to run	100 m =	23.3 s, or	0 min	23.3 s
Time to run	200 m =	46.6 s, or	0 min	46.6 s
Time to run	300 m =	69.9 s, or	1 min	09.9 s
Time to run	400 m =	93.3 s, or	1 min	33.3 s
Time to run	600 m =	139.9 s, or	2 min	19.9 s
Time to run	800 m =	186.5 s, or	3 min	06.5 s
Time to run	1000 m =	233.2 s, or	3 min	53.2 s
Time to run	1200 m =	279.8 s, or	4 min	39.8 s
Time to run	1600 m =	373.1 s, or	6 min	13.1 s
Time to run	2000 m =	466.3 s, or	7 min	46.3 s

At	95 % VO2max speed, or	4.07 m/s,	or	14.67 Km/h
Time to run	100 m =	24.5 s, or	0 min	24.5 s
Time to run	200 m =	49.1 s, or	0 min	49.1 s
Time to run	300 m =	73.6 s, or	1 min	13.6 s
Time to run	400 m =	98.2 s, or	1 min	38.2 s
Time to run	600 m =	147.3 s, or	2 min	27.3 s
Time to run	800 m =	196.3 s, or	3 min	16.3 s
Time to run	1000 m =	245.4 s, or	4 min	05.4 s
Time to run	1200 m =	294.5 s, or	4 min	54.5 s
Time to run	1600 m =	392.7 s, or	6 min	32.7 s
Time to run	2000 m =	490.9 s, or	8 min	10.9 s

Version 6.0

Page 3

At	75 % VO2max speed, or	3.22 m/s,	or	11.58 Km/h
Time to run	100 m =	31.1 s, or	0 min	31.1 s
Time to run	200 m =	62.2 s, or	1 min	02.2 s
Time to run	300 m =	93.3 s, or	1 min	33.3 s
Time to run	400 m =	124.4 s, or	2 min	04.3 s
Time to run	600 m =	186.5 s, or	3 min	06.5 s
Time to run	800 m =	248.7 s, or	4 min	08.7 s
Time to run	1000 m =	310.9 s, or	5 min	10.9 s
Time to run	1200 m =	373.1 s, or	6 min	13.1 s
Time to run	1600 m =	497.4 s, or	8 min	17.4 s
Time to run	2000 m =	621.8 s, or	10 min	21.8 s

At	70 % VO2max speed, or	3.00 m/s,	or	10.81 Km/h
Time to run	100 m =	33.3 s, or	0 min	33.3 s
Time to run	200 m =	66.6 s, or	1 min	06.6 s
Time to run	300 m =	99.9 s, or	1 min	39.9 s
Time to run	400 m =	133.2 s, or	2 min	13.2 s
Time to run	600 m =	199.9 s, or	3 min	19.9 s
Time to run	800 m =	266.5 s, or	4 min	26.5 s
Time to run	1000 m =	333.1 s, or	5 min	33.1 s
Time to run	1200 m =	399.7 s, or	6 min	39.7 s
Time to run	1600 m =	532.9 s, or	8 min	52.9 s
Time to run	2000 m =	666.2 s, or	11 min	06.2 s

At	65 % VO2max speed, or	2.79 m/s,	or	10.04 Km/h
Time to run	100 m =	35.9 s, or	0 min	35.9 s
Time to run	200 m =	71.7 s, or	1 min	11.7 s
Time to run	300 m =	107.6 s, or	1 min	47.6 s
Time to run	400 m =	143.5 s, or	2 min	23.5 s
Time to run	600 m =	215.2 s, or	3 min	35.2 s
Time to run	800 m =	287.0 s, or	4 min	47.0 s
Time to run	1000 m =	358.7 s, or	5 min	58.7 s
Time to run	1200 m =	430.5 s, or	7 min	10.5 s
Time to run	1600 m =	573.9 s, or	9 min	33.9 s
Time to run	2000 m =	717.4 s, or	11 min	57.4 s

Version 6.0

Page 5

At	90 % VO2max speed, or	3.86 m/s,	or	13.90 Km/h
Time to run	100 m =	25.9 s, or	0 min	25.9 s
Time to run	200 m =	51.8 s, or	0 min	51.8 s
Time to run	300 m =	77.7 s, or	1 min	17.7 s
Time to run	400 m =	103.6 s, or	1 min	43.6 s
Time to run	600 m =	155.4 s, or	2 min	35.4 s
Time to run	800 m =	207.3 s, or	3 min	27.3 s
Time to run	1000 m =	259.1 s, or	4 min	19.1 s
Time to run	1200 m =	310.9 s, or	5 min	10.9 s
Time to run	1600 m =	414.5 s, or	6 min	54.5 s
Time to run	2000 m =	518.1 s, or	8 min	38.1 s

At	85 % VO2max speed, or	3.65 m/s,	or	13.12 Km/h
Time to run	100 m =	27.4 s, or	0 min	27.4 s
Time to run	200 m =	54.9 s, or	0 min	54.9 s
Time to run	300 m =	82.3 s, or	1 min	22.3 s
Time to run	400 m =	109.7 s, or	1 min	49.7 s
Time to run	600 m =	164.6 s, or	2 min	44.6 s
Time to run	800 m =	219.4 s, or	3 min	39.4 s
Time to run	1000 m =	274.3 s, or	4 min	34.3 s
Time to run	1200 m =	329.2 s, or	5 min	29.2 s
Time to run	1600 m =	438.9 s, or	7 min	18.9 s
Time to run	2000 m =	548.6 s, or	9 min	08.6 s

At	80 % VO2max speed, or	3.43 m/s,	or	12.35 Km/h
Time to run	100 m =	29.1 s, or	0 min	29.1 s
Time to run	200 m =	58.3 s, or	0 min	58.3 s
Time to run	300 m =	87.4 s, or	1 min	27.4 s
Time to run	400 m =	116.6 s, or	1 min	56.6 s
Time to run	600 m =	174.9 s, or	2 min	54.9 s
Time to run	800 m =	233.2 s, or	3 min	53.2 s
Time to run	1000 m =	291.5 s, or	4 min	51.5 s
Time to run	1200 m =	349.7 s, or	5 min	49.7 s
Time to run	1600 m =	466.3 s, or	7 min	46.3 s
Time to run	2000 m =	582.9 s, or	9 min	42.9 s

Version 6.0

Page 4

At	60 % VO2max speed, or	2.57 m/s,	or	9.26 Km/h
Time to run	100 m =	38.9 s, or	0 min	38.9 s
Time to run	200 m =	77.7 s, or	1 min	17.7 s
Time to run	300 m =	116.6 s, or	1 min	56.6 s
Time to run	400 m =	155.4 s, or	2 min	35.4 s
Time to run	600 m =	233.2 s, or	3 min	53.2 s
Time to run	800 m =	310.9 s, or	5 min	10.9 s
Time to run	1000 m =	388.6 s, or	6 min	28.6 s
Time to run	1200 m =	466.3 s, or	7 min	46.3 s
Time to run	1600 m =	621.8 s, or	10 min	21.8 s
Time to run	2000 m =	777.2 s, or	12 min	57.2 s

At	55 % VO2max speed, or	2.36 m/s,	or	8.49 Km/h
Time to run	100 m =	42.4 s, or	0 min	42.4 s
Time to run	200 m =	84.8 s, or	1 min	24.8 s
Time to run	300 m =	127.2 s, or	2 min	07.2 s
Time to run	400 m =	169.6 s, or	2 min	49.6 s
Time to run	600 m =	254.4 s, or	4 min	14.4 s
Time to run	800 m =	339.1 s, or	5 min	39.1 s
Time to run	1000 m =	423.9 s, or	7 min	03.9 s
Time to run	1200 m =	508.7 s, or	8 min	28.7 s
Time to run	1600 m =	678.3 s, or	11 min	18.3 s
Time to run	2000 m =	847.9 s, or	14 min	07.9 s

At	50 % VO2max speed, or	2.14 m/s,	or	7.72 Km/h
Time to run	100 m =	46.6 s, or	0 min	46.6 s
Time to run	200 m =	93.3 s, or	1 min	33.3 s
Time to run	300 m =	139.9 s, or	2 min	19.9 s
Time to run	400 m =	186.5 s, or	3 min	06.5 s
Time to run	600 m =	279.8 s, or	4 min	39.8 s
Time to run	800 m =	373.1 s, or	6 min	13.1 s
Time to run	1000 m =	466.3 s, or	7 min	46.3 s
Time to run	1200 m =	559.6 s, or	9 min	19.6 s
Time to run	1600 m =	746.1 s, or	12 min	26.1 s
Time to run	2000 m =	932.6 s, or	15 min	32.6 s

Version 6.0

Page 6

此外，另一個「Programmes 工作表」亦會自動列出對應全力跑測試結果的訓練課建議。

Wong-Sir's Running Programs				
Field test for VO2max Speed: 6-minute Run				
Distance covered in 6 minutes = 1544 m				
Est. Speed at 100% VO2max = 4.29 m/s or 15.44 Km/h				
Field test for V4 Speed: 3000-m Time Trial				
Time to finish 3000 m = 12 min 45 s				
Average speed = 3.92 m/s or 14.12 Km/h				
Est. V4 (i.e., lactate threshold) Speed = 11.26 Km/h				
Percent VO2max at V4 Speed = 72.93 %				
At 120 % VO2max speed, or	5.15 m/s,	or	18.53 Km/h	
Time to run 100 m =	19.4 s,	or	0 min 19.4 s	
Time to run 400 m =	77.7 s,	or	1 min 17.7 s	
Time to run 1000 m =	194.3 s,	or	3 min 14.3 s	
At 115 % VO2max speed, or	4.93 m/s,	or	17.76 Km/h	
Time to run 100 m =	20.3 s,	or	0 min 20.3 s	
Time to run 400 m =	81.1 s,	or	1 min 21.1 s	
Time to run 1000 m =	202.7 s,	or	3 min 22.7 s	
At 110 % VO2max speed, or	4.72 m/s,	or	16.98 Km/h	
Time to run 100 m =	21.2 s,	or	0 min 21.2 s	
Time to run 400 m =	84.8 s,	or	1 min 24.8 s	
Time to run 1000 m =	212.0 s,	or	3 min 32.0 s	
At 105 % VO2max speed, or	4.50 m/s,	or	16.21 Km/h	
Time to run 100 m =	22.2 s,	or	0 min 22.2 s	
Time to run 400 m =	88.8 s,	or	1 min 28.8 s	
Time to run 1000 m =	222.1 s,	or	3 min 42.1 s	
At 100 % VO2max speed, or	4.29 m/s,	or	15.44 Km/h	
Time to run 100 m =	23.3 s,	or	0 min 23.3 s	
Time to run 400 m =	93.3 s,	or	1 min 33.3 s	
Time to run 1000 m =	233.2 s,	or	3 min 53.2 s	

Version 6.0

Page 1

At 95 % VO2max speed, or	4.07 m/s,	or	14.67 Km/h	
Time to run 100 m =	24.5 s,	or	0 min 24.5 s	
Time to run 400 m =	98.2 s,	or	1 min 38.2 s	
Time to run 1000 m =	245.4 s,	or	4 min 05.4 s	
At 90 % VO2max speed, or	3.86 m/s,	or	13.90 Km/h	
Time to run 100 m =	25.9 s,	or	0 min 25.9 s	
Time to run 400 m =	103.6 s,	or	1 min 43.6 s	
Time to run 1000 m =	259.1 s,	or	4 min 19.1 s	
At 85 % VO2max speed, or	3.65 m/s,	or	13.12 Km/h	
Time to run 100 m =	27.4 s,	or	0 min 27.4 s	
Time to run 400 m =	109.7 s,	or	1 min 49.7 s	
Time to run 1000 m =	274.3 s,	or	4 min 34.3 s	
At 80 % VO2max speed, or	3.43 m/s,	or	12.35 Km/h	
Time to run 100 m =	29.1 s,	or	0 min 29.1 s	
Time to run 400 m =	116.6 s,	or	1 min 56.6 s	
Time to run 1000 m =	291.5 s,	or	4 min 51.5 s	
At 75 % VO2max speed, or	3.22 m/s,	or	11.58 Km/h	
Time to run 100 m =	31.1 s,	or	0 min 31.1 s	
Time to run 400 m =	124.4 s,	or	2 min 04.3 s	
Time to run 1000 m =	310.9 s,	or	5 min 10.9 s	
At 70 % VO2max speed, or	3.00 m/s,	or	10.81 Km/h	
Time to run 100 m =	33.3 s,	or	0 min 33.3 s	
Time to run 400 m =	133.2 s,	or	2 min 13.2 s	
Time to run 1000 m =	333.1 s,	or	5 min 33.1 s	
At 65 % VO2max speed, or	2.79 m/s,	or	10.04 Km/h	
Time to run 100 m =	35.9 s,	or	0 min 35.9 s	
Time to run 400 m =	143.5 s,	or	2 min 23.5 s	
Time to run 1000 m =	358.7 s,	or	5 min 58.7 s	
At 60 % VO2max speed, or	2.57 m/s,	or	9.26 Km/h	
Time to run 100 m =	38.9 s,	or	0 min 38.9 s	
Time to run 400 m =	155.4 s,	or	2 min 35.4 s	
Time to run 1000 m =	388.6 s,	or	6 min 28.6 s	

Version 6.0

Page 2

Continuous Runs				
Recovery Run				
- Below lactate threshold speed: 72.93 % vVO2max i.e., not faster than:				
5 min 19 s /K	or	2 min 07 s /400 m		
- Examples:				
5 min 33 s /K	or	2 min 13 s /400 m	70 % vVO2max	
5 min 58 s /K	or	2 min 23 s /400 m	65 % vVO2max	
6 min 28 s /K	or	2 min 35 s /400 m	60 % vVO2max	
7 min 03 s /K	or	2 min 49 s /400 m	55 % vVO2max	
> 20K				
- Just below lactate threshold speed				
- Examples:				
2.5% below: 70.43 % vVO2max				
5 min 31 s /K	or	2 min 12 s /400 m		
5% below: 67.93 % vVO2max				
5 min 43 s /K	or	2 min 17 s /400 m		
7.5% below: 65.43 % vVO2max				
5 min 56 s /K	or	2 min 22 s /400 m		
10% below: 62.93 % vVO2max				
6 min 10 s /K	or	2 min 28 s /400 m		
16-20K				
- At or slightly above lactate threshold speed				
- Examples:				
At Threshold: 72.93 % vVO2max				
5 min 19 s /K	or	2 min 07 s /400 m		
2.5% above: 75.43 % vVO2max				
5 min 09 s /K	or	2 min 03 s /400 m		
5% above: 77.93 % vVO2max				
4 min 59 s /K	or	1 min 59 s /400 m		
7.5% above: 80.43 % vVO2max				
4 min 49 s /K	or	1 min 55 s /400 m		
10% above: 82.93 % vVO2max				
4 min 41 s /K	or	1 min 52 s /400 m		

Version 6.0

Page 3

11-15K				
- Slightly above lactate threshold speed				
- Examples:				
2.5% above: 75.43 % vVO2max				
5 min 09 s /K	or	2 min 03 s /400 m		
5% above: 77.93 % vVO2max				
4 min 59 s /K	or	1 min 59 s /400 m		
7.5% above: 80.43 % vVO2max				
4 min 49 s /K	or	1 min 55 s /400 m		
10% above: 82.93 % vVO2max				
4 min 41 s /K	or	1 min 52 s /400 m		
12.5% above: 85.43 % vVO2max				
4 min 32 s /K	or	1 min 49 s /400 m		
15% above: 87.93 % vVO2max				
4 min 25 s /K	or	1 min 46 s /400 m		
6-10K				
- 80-90 % vVO2max				
4 min 19 s /K	or	1 min 43 s /400 m	90 % vVO2max	
4 min 34 s /K	or	1 min 49 s /400 m	85 % vVO2max	
4 min 51 s /K	or	1 min 56 s /400 m	80 % vVO2max	
3-5K				
- 85-95 % vVO2max				
4 min 05 s /K	or	1 min 38 s /400 m	95 % vVO2max	
4 min 19 s /K	or	1 min 43 s /400 m	90 % vVO2max	
4 min 34 s /K	or	1 min 49 s /400 m	85 % vVO2max	
2K				
- 90-100 % vVO2max				
3 min 53 s /K	or	1 min 33 s /400 m	100 % vVO2max	
4 min 05 s /K	or	1 min 38 s /400 m	95 % vVO2max	
4 min 19 s /K	or	1 min 43 s /400 m	90 % vVO2max	
< 2K				
- 95-115 % vVO2max				
3 min 22 s /K	or	1 min 21 s /400 m	115 % vVO2max	
3 min 42 s /K	or	1 min 28 s /400 m	105 % vVO2max	
4 min 05 s /K	or	1 min 38 s /400 m	95 % vVO2max	

Version 6.0

Page 4

Interval Runs

To Improve vVO2max

- Important for all middle and long distance running events, and particularly important for **1500 m**, **1 mile**, and **2000 m** runners.
- Mainly **30-second to 3-minute** intervals at **100%** vVO2max.
- Should cover **3-4 K** fast runs.
- Around **1:1** work-rest ratio.

Example 1: (3 to 4K fast run)
2 sets of 15-20 x **100 m**, **0 min 23.3 s** each
jog 20-25 s between each,
rest 3:00-4:00 between sets.

Example 2: (3 to 4K fast run)
15-20 x **200 m**, **0 min 46.6 s** each
jog 45 s between each.

Example 3: (3 to 4.2K fast run)
10-14 x **300 m**, **1 min 09.9 s** each
jog 1:15 between each.

Example 4: (3.2 to 4K fast run)
8-10 x **400 m**, **1 min 33.2 s** each
jog 1:30 between each.

Example 5: (3 to 4.2K fast run)
5-7 x **600 m**, **2 min 19.8 s** each
jog 2:30 between each.

Example 6: (3.2 to 4K fast run)
4-5 x **800 m**, **3 min 06.5 s** each
jog 3:00 between each.

Remarks:

To use 1000 intervals to develop vVO2max, the runner must be able to complete almost 2000 m in the 6-min time trial (i.e., 6:00/2K or 3:00/K), and this will correspond to a 5000 m performance of 14:00 to 15:00.

Version 6.0

Page 5

Example 6: (8 to 12K fast run)
10-15 x **800 m**, jog 1:30-1:45 between each.
85 % vVO2max 3 min 39.4 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 4 min 08.6 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Example 7: (8 to 12K fast run)
8-12 x **1000 m**, jog 2:00 between each.
85 % vVO2max 4 min 34.3 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 5 min 10.8 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Example 8: (6 to 10K fast run + 1.2 to 2K slow run, total 7.2 to 12K)
6-10 x **1000 m**, jog **200 m** in 1:45-2:00 between each.
85 % vVO2max 4 min 34.3 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 5 min 10.8 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Example 9: (7.2 to 12K fast run)
6-10 x **1200 m**, jog 2:00 between each.
85 % vVO2max 5 min 29.1 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 6 min 13.0 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Example 10: (8 to 12.8K fast run)
5-8 x **1600 m**, jog 2:00-3:00 between each.
85 % vVO2max 7 min 18.8 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 8 min 17.4 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Example 11: (8 to 12K fast run)
4-6 x **2000 m**, jog 2:00-3:00 between each.
85 % vVO2max 9 min 08.6 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 10 min 21.7 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Example 12: (8 to 12K fast run)
2-3 x **4000 m**, jog 2:00-3:00 between each.
85 % vVO2max 18 min 17.2 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 20 min 43.5 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Version 6.0

Page 7

To improve Lactate Threshold Speed

- Important for **3K or longer** distances.
- Particularly important for **master** runners because VO2max drops with age due to HRmax decreases approximately 1 beat/min each year.
- vVO2max training can also improve lactate threshold speed at the same time, and is particularly important for **3K, 5K**, and world class **10K** performances.
- Long continuous run of **10-15K** conducted **slightly above** lactate threshold speed.
- Interval runs at **75-85%** vVO2max, covering **8-12K**.

Example 1: (4 to 5K fast run + 4 to 5K slow run, total 8 to 10K)
20-25 x **200 m**, jog **200 m** in 1:20-1:30 between each.
85 % vVO2max 0 min 54.8 s each
75 % vVO2max 1 min 02.1 s each

Example 2: (6 to 7.5K fast run + 2 to 2.5K slow run, total 8 to 10K)
20-25 x **300 m**, jog **100 m** in 1:00-1:15 between each.
85 % vVO2max 1 min 22.2 s each
75 % vVO2max 1 min 33.2 s each

Example 3: (6 to 8K fast run)
15-20 x **400 m**, jog 1:00-1:30 between each.
85 % vVO2max 1 min 49.7 s each
75 % vVO2max 2 min 04.3 s each

Example 4: (6 to 8K fast run + 3 to 4K slow run, total 9 to 12K)
15-20 x **400 m**, jog **200 m** in 1:30-1:45 between each.
85 % vVO2max 1 min 49.7 s each
75 % vVO2max 2 min 04.3 s each

Example 5: (6 to 9K fast run + 2 to 3K slow run, total 8 to 12K)
10-15 x **600 m**, jog **200 m** in 1:45-2:00 between each.
85 % vVO2max 2 min 44.5 s each (1 min 49.7 s /400 m)
75 % vVO2max 3 min 06.5 s each (2 min 04.3 s /400 m)

Version 6.0

Page 6

To improve Speed and Speed Endurance

- Important for the "final kick" and running strategies.
- Better basic speed makes running easier at race pace (better reserve of speed).
- Half-marathon and marathon runners need good 10K speed
- 10K runners need good 3K and 5K speed
- 3K and 5K runners need good 1500 m speed
- 1500 m runners and milers need good 400 m and 800 m speed
- 800 m runners need good 200 m and 400 m speed
- Better speed endurance enables speed to be sustained longer.
- Besides vVO2max training, training at speeds **slightly slower** and **slightly faster** than vVO2max (i.e., **90-95%** and **105-115%** vVO2max) are also necessary.
- **Shorter** work distances (**100 m, 200 m, 300 m, and 400 m**) use faster speeds (i.e., **105-115%** vVO2max).
- **Longer** work distances (**600 m, 800 m, 1000 m, and 1200 m**) use slower speeds (i.e., **90-95%** vVO2max).
- Up to **1:2** to **1:3** work-rest ratio can be used.
- Longer rest interval for faster speeds or longer work distances.

Example 1: (2 to 3K fast run + 2 to 3K slow run, total 4 to 6K)
2 sets of 10-15 x **100 m**, jog **100 m** in 45-60 s between each,
rest 3:00-4:00 between sets.
115 % vVO2max 0 min 20.2 s each
105 % vVO2max 0 min 22.2 s each

Example 2: (2 to 2.5K fast run + 2 to 2.5K slow run, total 4 to 5K)
20-25 x **100 m**, jog **100 m** in 1:00-1:15 between each.
115 % vVO2max 0 min 20.2 s each
105 % vVO2max 0 min 22.2 s each

Example 3: (3.2 to 4K fast run + 1.6 to 2K slow run, total 4.8 to 6K)
2 sets of 8-10 x **200 m**, jog **100 m** in 1:15-1:30 between each,
rest 3:00-4:00 between sets.
115 % vVO2max 0 min 40.5 s each
105 % vVO2max 0 min 44.4 s each

Version 6.0

Page 8

Example 4:	(3 to 4K fast run + 1.5 to 2K slow run, total 4.5 to 6K)
15-20 x 200 m , jog 100 m in 1:30-1:45 between each.	
115 % vVO ₂ max	0 min 40.5 s each
105 % vVO ₂ max	0 min 44.4 s each
Example 5:	(3.6 to 4.5K fast run + 1.1 to 1.5K slow run, total 4.8 to 6K)
12-15 x 300 m , jog 100 m in 2:00-2:15 between each.	
115 % vVO ₂ max	1 min 00.7 s each
105 % vVO ₂ max	1 min 06.5 s each
Example 6:	(3.2 to 4K fast run + 1.6 to 2K slow run, total 4.8 to 6K)
8-10 x 400 m , jog 200 m in 3:00-3:15 between each.	
115 % vVO ₂ max	1 min 21.0 s each
105 % vVO ₂ max	1 min 28.8 s each
Example 7:	(3.6 to 4.8K fast run + 1.2 to 1.6K slow run, total 4.8 to 6.4K)
6-8 x 600 m , jog 200 m in 2:45-3:00 between each.	
95 % vVO ₂ max	2 min 27.2 s each (1 min 38.1 s /400 m)
90 % vVO ₂ max	2 min 35.4 s each (1 min 43.6 s /400 m)
Example 8:	(4 to 4.8K fast run + 1 to 1.2K slow run, total 5 to 6K)
5-6 x 800 m , jog 200 m in 3:00-3:15 between each.	
95 % vVO ₂ max	3 min 16.3 s each (1 min 38.1 s /400 m)
90 % vVO ₂ max	3 min 27.2 s each (1 min 43.6 s /400 m)
Example 9:	(4 to 5K fast run + 0.8 to 1K slow run, total 4.8 to 6K)
4-5 x 1000 m , jog 200 m in 3:15-3:30 between each.	
95 % vVO ₂ max	4 min 05.4 s each (1 min 38.1 s /400 m)
90 % vVO ₂ max	4 min 19.0 s each (1 min 43.6 s /400 m)
Example 10:	(3.6 to 4.8K fast run + 0.6 to 0.8K slow run, total 4.2 to 5.6K)
3-4 x 1200 m , jog 200 m in 3:45-4:00 between each.	
95 % vVO ₂ max	4 min 54.5 s each (1 min 38.1 s /400 m)
90 % vVO ₂ max	5 min 10.8 s each (1 min 43.6 s /400 m)

Version 6.0

Page 9

Example 4:	8-12 x 200 m at 300 m speed, rest 2:00-3:00 between each.
100.0 % speed	0 min 32.66 s each
97.5 % speed	0 min 33.50 s each
95.0 % speed	0 min 34.38 s each
92.5 % speed	0 min 35.31 s each
90.0 % speed	0 min 36.29 s each
Example 5:	6-10 x 300 m at 400 m speed, rest 3:00-4:00 between each.
100.0 % speed	0 min 50.25 s each
97.5 % speed	0 min 51.53 s each
95.0 % speed	0 min 52.89 s each
92.5 % speed	0 min 54.32 s each
90.0 % speed	0 min 55.83 s each

To improve Running Economy

- Use correct running techniques which follow mechanical principles.
- Use speed training to facilitate and improve neuromuscular coordination.
- Run more at race pace or slightly faster than race pace speeds.
- Wear light-weight running shoes and proper clothings.
- Proper race strategies (e.g., hide behind opponents when running) to reduce wind resistance.

Version 6.0

Page 11

To improve Maximal Speed

- Develop maximal speed only after basic speed has been improved and better muscular fitness (strength and endurance) has been achieved to avoid injuries.
- Use **100 m** (6-10 reps), **200 m** (6-8 reps), and **300 m** (4-6 reps) at **full speed** or **close to full speed** sprinting with more complete recovery (i.e., **1:3** to **1:5** work-rest ratio).
- Full speed sprinting (100% speed) is **not** the same as 100% vVO₂max. It is very much faster than 100% vVO₂max, which is only somewhere between 1500 m to 2000 m speed.
- Use different kinds of **bouncing, hopping, skipping, and jumping** exercises to improve muscular power.

Enter your own results in the boxes below:				
Time Trials:	100 m =		min	s or m/s
	200 m =		min	s or m/s
	300 m =		min	s or m/s
	400 m =		min	s or m/s

Example 1:6-10 x **100 m**, rest 1:30-2:00 between each.

100.0 % speed	0 min 15.20 s each
97.5 % speed	0 min 15.58 s each
95.0 % speed	0 min 16.00 s each

Example 2:6-8 x **200 m**, rest 2:30-3:00 between each.

100.0 % speed	0 min 31.00 s each
97.5 % speed	0 min 31.79 s each
95.0 % speed	0 min 32.63 s each

Example 3:4-6 x **300 m**, rest 3:30-4:00 between each.

100.0 % speed	0 min 49.00 s each
97.5 % speed	0 min 50.25 s each
95.0 % speed	0 min 51.57 s each

Version 6.0

Page 10

假如日後（如經過半年或一年時間）再有新的「全力跑」測試結果或個人最佳時間，只要更新「Percent_vVO₂max 工作表」中的數據，「Programmes 工作表」就會再次自動更新訓練課的建議了。

正如先前提及過，「6 分鐘全力跑」測試就是用來估算 100% VO₂max 的跑速（即 vVO₂max）；這裡的「3000 米全力跑」測試，則是用來估算「乳酸鹽閾值速度」和相對應的%vVO₂max，這個「乳酸鹽閾值速度」與 10 英哩全力跑時的速度會非常接近。

利用我製作的「Wong-sir's Running Formulae」spreadsheet，便可以免卻每次在訓練課前，都要「傷透腦筋」去設想一下應該「跑幾多」和「跑幾快」了。以後在訓練課前，只要決定當日究竟想做「提高 vVO₂max」、「提高乳酸鹽閾值速度」、「速度及速度耐力」，還是「全速跑」練習，再選擇每次快跑的距離，就可以按照「Programmes 工作表」的建議去進行訓練。

雖然所有「估算」都難免有或多或少的誤差，但我亦曾把自己目前和年青時的數據輸入到「Percent_vVO₂max 工作表」之中，估算出來的「乳酸鹽閾值速度」(Percent VO₂max at V₄ Speed)和我目前和年青時可以維持跑 10 英哩左右的速度也相當接近。至於「Programmes 工作表」所列出來的訓練課建議，大部分也是我能力「剛好」可以做到的。

其實我自己在過往幾年，也是利用「Percent_vVO₂max 工作表」所列出的「最大攝氧量百分比」來進行訓練，而且比賽跑出來的成績也可以算得上是不錯啊！「Programmes 工作表」所列舉的訓練課例子，其實有部分也是我自己經常採用的。如果大家也有興趣一試，歡迎到以下的網址下載我的「Wong-sir's Running Formulae」spreadsheet。

http://www.tswongsir-runners.guide/formulae_v6.xlsx

參考資料

1. Ainsworth, B.E., Haskell, W. L., and Leon, A. S. et al. (2011) **The Compendium of Physical Activities Tracking Guide**. Retrieved on 2014-03-18 from <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/tracking-guide>.
2. Anderson, O. (2013). **Running Science**. Champaign, IL: Human Kinetics.
3. Åstrand, I., Astrand, P.-O., Christensen, E. H., and Hedman, R. (1960). Intermittent muscular work. **Acta Physiologica Scandinavica**, **48**, 448-453.
4. Åstrand, P.-O., and Rodahl, K. (1986). **Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise (3rd ed.)**. Singapore: McGraw-Hill.
5. Bassett, D. R., and Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, **32**(1), 70-84.
6. Billat, L. V. and Koralsztejn, J. P. (1996). Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, **22**(2), 90-108.
7. Bragada, J. A., Santos, P. J., Maia, J. A., Colaco, P. J., Lopes, V. P. & Barbosa, T. M. (2010). Longitudinal study in 3,000 male runners: Relationship between performance and selected physiological parameters. **Journal of Sports Science and Medicine**, **9**(3), 439-444.
8. Christensen, E. H., Hedman, R., and Saltin, B. (1960). Intermittent and continuous running. **Acta Physiologica Scandinavica**, **50**, 269-287.
9. Curtis, J. and McTeer, W. (1981, January). The motivation for running. **Canadian Runner**, 18-19.
10. Daniels, J. (2014). **Daniels' Running Formula (3rd ed.)**. Champaign, IL: Human Kinetics.
11. Denadai, B. S., Ortiz, M. J., Greco, C. C. & de Mello, M. T. (2006). Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO₂max: effect on aerobic physiological indexes and running performance. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, **31**(6), 737-743.
12. Duffield, R., Dawson, B., and Goodman, C. (2004). Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. **Journal of Science and Medicine in Sport**, **7**, 302-313.

13. Duffield, R., Dawson, B., and Goodman, C. (2005a). Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. **Journal of Sports Sciences**, **23**, 299–307.
14. Duffield, R., Dawson, B., and Goodman, C. (2005b). Energy system contribution to 1500- and 3000-metre track running. **Journal of Sports Sciences**, **23**, 993–1002.
15. Fletcher, G. F., Balady, G. J., Froelicher, V. F., Hartley, L. H., Haskell, W. L., and Pollock, M. L. (1995). Exercise standards: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation**, **91**(2), 580-615.
16. Fox, E. L., Bowers, R. W., and Foss, M. L. (1993). **The Physiological Basis for Exercise and Sport (5th ed.)**. Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
17. Grant, S. J., Sharp, R. H., and Aitchison, T. C. (1984). First time marathoners and distance training. **British Journal of Sports Medicine**, **18**(4), 241-243.
18. Holmich, P., Christensen, S. W., and Darre, E., et al. (1989). Non-elite marathon runners: health, training, and injuries. **British Journal of Sports Medicine**, **23**(1), 177-178.
19. Holmich, P., Darre, E., and Jahnsen, F., et. al. (1988). The elite marathon runner: problems during and after competition. **British Journal of Sports Medicine**, **22**(1), 19-21.
20. Joyner, M. J. and Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. **Journal of Physiology**, **586**(1), 35-44.
21. Leger, L., and Mercier, D. (1984). Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. **Sports Medicine**, **1**(4), 270-277.
22. Midgley, A. W., McNaughton, L. R., and Jones, A. M. (2007). Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance. **Sports Medicine**, **37**(10), 857-880.
23. Ng, J., and Lonsdale, C. (2010). Motivation and Psychological Preparation for Marathons. In B. Fong and H. O. Wai (Eds.), **Marathon in Hong Kong: Challenges and Health**, pp 209-226. Hong Kong: The Chinese University Press.
24. Noakes, T. (2003). **Lore of Running (4th ed.)**. Champaign, IL: Human Kinetics.
25. Noakes, T. D., Myburgh, K. H., and Schall, R. (1990). Peak treadmill running velocity during the VO₂max test predicts running performance. **Journal of Sports Sciences**, **8**(1), 35-45.
26. Ogles, B. M., and Masters, K. S. (2000). Older vs. younger adult male marathon runners: Participative motives and training habits. **Journal of Sport Behavior**, **23**(2), 130-143.
27. Paavolainen, L., Hakkinen, K., Hamalainen, I., Nummela, A., and Rusko, H. (1985). Explosive strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. **Journal of Applied Physiology**, **86**(5), 1527-1533.
28. Porter, A. M. W. (1984). How do marathon runners fare? **British Journal of Sports Medicine**, **18**(1), 46.
29. Robergs, R. A., and Landwehr, R. (2002). The surprising history of the “HRmax = 220 – age” equation. **Journal of Exercise Physiology Online**, **5**(2), 1-10.
30. Sharkey, B. J., and Gaskill, S. E. (2013). **Fitness and Health (7th ed.)**. Champaign, IL: Human Kinetics.
31. Sinnet, A. M., Berg, K., Latin, R. W., and Noble, J. M. (2001). The relationship between field tests of anaerobic power and 10-km run performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, **15**(4), 405-412.
32. Slattery, K. M., Aron, L. K., Murphy, A. J., and Coutts, A. J. (2006). Physiological determinants of three-kilometer running performance in experienced triathletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, **20**(1), 47-52.
33. Tulloh, B. (2009). **Time Efficient Running – run less to run faster?**
<http://www.pponline.com.uk/encyc/time-efficient-running-run-less-to-run-faster.htm>
34. US Department of Health and Human Services (USDHHS, 2008). **Physical Activity Guidelines for Americans**. Retrieved on 2014-03-14 from <http://www.health.gov/paguidelines/guidelines>.
35. Uth, N., Sorensen, H., Overgaard, K., and Pedersen, P.K. (2004). Estimation of VO₂max from the ratio between HRmax and HRrest - the Heart Rate Ratio Method. **European Journal of Applied Physiology**, **91**(1), 111-115.
36. World Health Organization (2012). **Global Recommendations on Physical Activity for Health**. Geneva: World Health Organization.