

有效監控訓練量與訓練強度的方法

李育萱

國立臺灣體育運動大學競技運動學系

摘要

近年來記錄心跳率、功率、速度工具的發展，運動科學領域開始發展出可以將訓練負荷數據化的各種計算方法，使得資料取得便利及正確性提高，解決以往無法將訓練負荷清晰表示出來的問題。由於心跳率是監控訓練最為廣泛利用的工具，因此，訓練衝量(training impulse, TRIMP)即是以心跳率為主要監測項目，配合訓練時間便能計算出具體的訓練數據，是目前認為一種有效監控訓練的方法，藉由有效記錄訓練量的方法與訓練成效的評估提供教練及選手調整訓練量的參考。

關鍵字:訓練負荷、心跳率、訓練衝量

壹、前言

隨著記錄工具的發展，心跳率、功率、速度等資料取得容易，運動科學領域開始發展出可以將訓練負荷數據化的各種計算方法，解決以往無法將訓練負荷清晰表示出來的問題，訓練衝量(training impulse, TRIMP)的概念是由 Banister 與幾位學者(1975)提出，認為訓練負荷是多組訓練刺激的組合，訓練衝量則用來監控各種運動項目訓練強度的指標，將訓練內容數據化，能清楚檢視需要加強的地方，一切的訓練刺激將能更清晰並確實掌握。因此，陸續在馬拉松、羽球、自由車、擊劍等的運動項目均使用訓練衝量檢視訓練品質與訓練內容並進一步進行研究探討，例如：曹佩江等人於 2013 年探討訓練衝量在登山車上的應用研究中(曹佩江等人，2013)，明確的指出訓練衝量能清晰並準確反映出登山車訓練與比賽強度及負荷的指標。依運動項目的特性結合訓練衝量找出適合的訓練方法與強度，準確掌控所需要的強度刺激能讓訓練品質提升，由於心跳率是最易取得的數據，因此心跳率是監控訓練最為廣泛利用的工具，但因為心跳也容易受到其他因素的影響，所以目前有些運動項目也會搭配功率一起監控訓練，或者結合生化指標來減低誤差，能更落實訓練的刺激強度。訓練衝量最初的算法是由運動時間乘上平均心跳率，此方法是許多學者根據其他條件再發展出更多的計算方法。以下將介紹幾個較陽春型的計算方法。

貳、訓練衝量定義

訓練衝量指的是訓練的刺激(負荷)量，原理為計算訓練時間與訓練強度的乘積。目前有三種較普遍使用的計算方法:基礎訓練衝量法(Basic TRIMP method)、區段訓練衝量法(TRIMP training zone method)、分段自覺量表訓練衝量法(Session RPE method)。每當執行一段時間訓練計畫時，都會進行檢測來評估所訂定的訓練計畫之成效，針對原有的訓練計畫作檢討，例如：將比賽數據與練習數據做比較時，若發現比賽時的數據顯示在高強度的區段佔較長時間，而訓練時的數據卻是顯示在低強度的區段與中強度的區段的時間較長，則顯示訓練的強度刺激並不符合實際比賽的強度需求，藉由這樣的檢視，可以對原來的訓練計畫再作修正，以達到最佳的訓練效果。

參、訓練衝量在不同運動項目的應用

應用在登山車項目上，曹佩江、周廣科與朱那(2013)以優秀登山車女子運動員 8 名為研究對象，在訓練與比賽間運用訓練衝量反應不同訓練階段運動員的內部負荷和個體差異性，全國錦標賽中，運動員姓名代號 RCY 在整個賽程的總衝量為 (469.88)，成績為 1 小時 58 分第一名，第三名運動員成績為 1 小時 46 分，但整個賽程的總衝量為 751.22，顯示技術較佳的選手在技術型賽道上的某些路段，如下坡段，更能放鬆自己，而訓練衝量是能夠直觀清晰及較準確反映登山車訓練和比賽強度及量的指標。

應用於擊劍項目上，秦學林(2013)以擊劍隊 12 名(6 男重劍組，6 女花劍組)優秀運動員為研究對象，重劍組紀錄一週每天的訓練連續心跳，以個人心跳率範圍為標準，使用 Edwards(1993)提出的區段訓練衝量法計算訓練衝量，花劍組則在教學比賽與全國比賽中紀錄比賽的訓練衝量，探討訓練衝量在擊劍訓練監控中的應用，為此項目尋找簡便有效的訓練監控手段。結果顯示訓練衝量對血液生化值均無顯著相關，但肌酸激酶活性在各受試者間呈現良好的同步性，會隨著訓練負荷增加而增加，隨著訓練負荷減少而下降，而血清尿素則因多種因素影響在不同受試者間同步性差，在教學比賽時的負荷量 (378.35 ± 91.7) 遠小於全國比賽時的負荷量 (844.68 ± 249.57)，顯示無法滿足實戰的要求。

應用於羽球項目上，王聰與秦學林(2013)以 8 名優秀男子羽球運動員為研究對象，在羽球賽季準備階段的週訓練與全國冠軍比賽的負荷進行訓練衝量的分析，探討訓練衝量在監控羽球運動訓練負荷中的應用，結果顯示，每週的總訓練衝量為 2096.05 ± 271.28 ，在 $50\%HR_{max}$ 以下佔週的總訓練衝量 25.62%，週訓練衝量主要分布在 70-80%、80-90% HR_{max} 區間，佔週的總訓練衝量 28.81%、30.09%，全國冠軍賽的平均訓練衝量為 181.29 ± 23.68 ，主要分布在 80-90% HR_{max} 、90-100% HR_{max} 區間，訓練衝量分別為 48.50 ± 26.53 、 120.04 ± 26.53 ，佔總訓練衝量 $67.65\%\pm 16.72\%$ 、 $25.73\%\pm 11.47\%$ ，比賽負荷主要集中在中高強度區間如最大心跳率 80%以上的區間，不同於日常的訓練方式集中分佈在最大心跳率 80%以下的區間，不同專項技術間的訓練衝量也不同。

應用於馬拉松項目上，湯強、卞保應、朱那與邵慧秋(2013)以 4 名優秀女子馬拉松運動員為研究對象，對比賽備戰過程中的兩次高原訓練和賽前訓練進行監測，目的在建立馬拉松項目綜合訓練負荷的評價方法。研究發現

4 名運動員的三區段強度訓練時間都有差異，但變化趨勢不同。其中國際級選手在過渡階段或備戰階段的 Zone II (介於有氧閾值與無氧閾值間，即血乳酸濃度 (2.0mmol/L-4.0mmol/L) 訓練時間都是最高的，分別佔總訓練時間的 47.57%與 48.65%，而其他 3 名運動員都是 ZoneI (低於有氧閾值的強度，即血乳酸濃度低於 2.0mmol) 區段最高，佔總訓練時間的 43.57%-56.20%，結果證明馬拉松訓練中，高質量的有氧耐力訓練是訓練的核心部份。

無論什麼運動項目只要戴上心跳錶工具，將訓練的數據記錄下來，然後根據所使用訓練衡量的方法計算出來，便可清晰得知訓練的強度與量，也代表著訓練的品質。

肆、訓練衡量計算方法

一、基礎訓練衡量法

由 Mortonr, Fitz-Clarke, 與 Baniste (1990) 提出的基礎訓練衡量法計算方式為：

$$\text{訓練衡量} = \text{總訓練時間} \times \text{心跳比率} \times (2.712^\alpha \times \text{心跳比率})$$

心跳比率 = (運動中心跳率 - 休息心跳率) / (最大心跳率 - 休息心跳率)

男生 $\alpha = 1.92$ ，女生 $\alpha = 1.67$ ，常數 = 2.712

試算範例：小花是一位女生，總訓練時間為 90 分鐘，運動中心跳率為 155，休息心跳率為 65，最大心跳率為 188，心跳比率為 $(155-65)/(188-65)=0.73$ 所以小花的訓練衡量為 $90 \times 0.73 \times (2.712^{1.67} \times 0.731) = 347.619$

二、區段訓練衡量法

有五個區段與三個區段的評量方法，是以某個既定運動強度所對應的心跳率作為強度區間的界限，再依據強度區間的界限將所進行的運動時間分類，然後分別乘上各強度區間的加權值，最後將相乘後的數值加總而得。

Edwards (1993) 提出的區段訓練衡量法，最大心跳估計值為 $[220 - \text{年齡}]$ ，再依比例分為 5 區段，50-60% HRmax 為 Z1、60-70% HRmax 為 Z2、70-80% HRmax 為 Z3、80-90% HRmax 為 Z4 以及 90-100% HRmax 為 Z5。計算方式如下：

$$\text{TRIMP} = (\text{Z1 運動時間}) \times 1 + (\text{Z2 運動時間}) \times 2 + (\text{Z3 運動時間}) \times 3 + (\text{Z4 運動時間}) \times 4 + (\text{Z5 運動時間}) \times 5$$

試算範例:小強最大心跳估計值為 194, 50%心跳率為 97, 60%心跳率為 116, 70%心跳率為 136, 80%心跳率為 155, 90%心跳率為 175, $Z1=(116+97)/2=107$, $Z2=(136+116)/2=126$, $Z3=(136+155)/2=146$, $Z4=(175+155)/2=165$, $Z5=(175+194)/2=185$, 而小強某日訓練的記錄器記錄 Z1 運動時間為 10 分鐘, Z2 運動時間為 15 分鐘, Z3 運動時間為 20 分鐘, Z4 運動時間為 15 分鐘, Z5 運動時間為 5 分鐘, 所以小強的訓練衝量為 $(10 \times 1) + (15 \times 2) + (20 \times 3) + (15 \times 4) + (5 \times 5) = 185$

Foster, Florhaug, Franklin, Gottschall, Hrovatin, Parker, Doleshal, 與 Dodge (2001) 提出的區段訓練衝量法, 是以換氣閾值 (ventilator threshold, VT) 及呼吸代償點 (respiratory compensation point, RCP) 兩者對應的心跳率做為區分標準, 運動心跳率低於 VT 為 Z1, 介於 VT 與 RCP 之間為 Z2, RCP 以上為 Z3。計算方式如下:

$$\text{TRIMP} = (Z1 \text{ 運動時間}) \times 1 + (Z2 \text{ 運動時間}) \times 2 + (Z3 \text{ 運動時間}) \times 3$$

試算範例:阿美測得換氣閾值的心跳率為 160, 呼吸代償點的心跳率為 175, 由阿美心跳的記錄得知 Z1 運動時間為 15 分鐘, Z2 運動時間為 40 分鐘, Z3 運動時間為 10 分鐘, 所以阿美的訓練衝量為 $(15 \times 1) + (40 \times 2) + (10 \times 3) = 125$

三、分段自覺量表訓練衝量法

由 Foster, Hector, Welsh, Schrage, Green, 與 Snyder (1995) 提出的 RPE 訓練衝量法, 不需監控受試者的心跳率, 而是運動結束後 30 分鐘詢問受試者在運動當時的感受, 以 0 至 10 的 Borg 運動強度自覺量表作為評量指標。計算方式如下:

$$\text{TRIMP} = \text{RPE} \times \text{運動時間}$$

試算範例:小新在跑步機上運動 20 分鐘, 結束後 30 分鐘, 小新覺得運動當下的感受為有些強, 而在 0 至 10 的 Borg 運動強度自覺量表中為第 4 級, 所以小新的訓練衝量為 $4 \times 20 = 80$

伍、結語

迄今為止，還沒有哪一種訓練方法被證明是一定成功的訓練方法，而監控與記錄訓練內容為最基本的評估訓練方法的監測，加上在訓練一段時間後適時的做體能檢測，便可得知訓練的成效，比較前後所記錄的訓練內容，便可以檢視出訓練不足或需要再加強的地方，提供給教練及選手作為參考進而改善訓練內容，得到有效率的訓練刺激。

陸、參考資料

- 王順正(2006)。訓練衝量(training impulse, TRIMP)。運動生理學網站。
<http://www.epsport.idv.tw/epsport/week/show.asp?repno=228>
- 曹佩江、周廣科、朱那(2013)。TRIMP 在女子山地車訓練監控中的應用研究。《體育與科學》，34(6)，65-70。
- 秦學林(2013)。TRIMP 在擊劍運動員訓練監控中的應用。《體育與科學》，34(6)，62-64。
- 曹佩江、周廣科、朱那(2013)。TRIMP 在女子山地車訓練監控中的應用研究。《體育與科學》，34(6)，65-70。
- 湯強、卞保應、朱那、邵慧秋(2013)。訓練衝量在馬拉松訓練負荷監控中的應用研究。《體育與科學》，34(6)，56-61。
- 王聰、秦學林(2013)。基於 TRIMP 的羽毛球訓練及比賽負荷監控。《體育與科學》，34(6)，62-64。
- Banister, E. W., Calvert, T. W., Savage, M.V.&Bach,T. M. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Australian Journal of Sports Medicine*, 7, 57-61.
- Morton, R. H., Fitz-Clarke, J. R., & Banister, E. W. (1990). Modeling human performance in running. *Journal of Applied Physiology*, 69(3), 1171-1177.
- Edwards, S. (1993). High performance training and racing. In S. Edwards (Ed.), *The heart rate monitor book* (pp. 113-123). Sacramento, CA: Feet Fleet Press.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schrage, M., Green, M. A., Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *European*

Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology,70(4),367-372.

通訊作者：李育萱

e-mail: kai7575@yahoo.com.tw