

2014 年亞運女子自由車培訓選手訓練衡量與負荷

李育萱¹、方世華¹、徐瑞德²、張振崗³

¹國立臺灣體育運動大學競技運動學系

²國立大甲高級中學

³國立臺灣體育運動大學運動科學研究中心

摘要

目的：以監控心跳率為主的訓練衡量，是監控各種運動項目訓練量與強度的指標之一。本研究使用訓練衡量探討 2014 年亞運女子自由車培訓選手在賽前公路訓練的負荷，並與國際競賽比較，以做為我國選手訓練之參考。方法：以五名女子自由車選手為對象，分析賽前 13 週的公路訓練記錄，根據 Edwards (1993) 的方法，計算訓練衡量。結果：研究期間總訓練衡量為 22265 ± 9848 ，以第四心率區間(80-90%最大心跳)衡量最高，為 8599 ± 4456 ，其次為第五心率區間(90-100%最大心跳)，為 5129 ± 3887 ，但在各強度區間的訓練時間有很大的個人差異，成績最優秀的二名受試者在第五心率區間的訓練時間最少。其中二名受試者在一場登山賽中，超過三分之二的時間心率位於第五區間。結論：與國際公路賽強度相比較，本次培訓期間在中強度的訓練時間尚屬足夠，但第五心率區間的訓練時間偏低，尤其是體能較佳的兩位選手；這段期間的訓練強度無法應付登山賽的強度需求，頂尖選手需要更個人化的訓練課表，並以訓練衡量為監控指標，以達到足夠的訓練負荷。

關鍵詞：訓練衡量、心率、自由車、女性運動員

通訊作者：張振崗

E-mail: wspahn@seed.net.tw

DOI: 10.3966/2226535X2016060502002

壹、緒論

自由車是一項競速的運動，結合了心肺耐力、肌力、速耐力、爆發力與技術，比賽項目有公路車、場地車、登山車三種，以公路車最普遍。自由車在 1896 年第一屆奧運會便列為正式比賽項目，而女子自由車比賽項目也在 1984 年奧運會首次增設。雖然臺灣擁有世界有名的自由車廠牌，但還沒有競技實力世界一流的選手，目前亞洲的自由車競技實力與歐美等國有明顯的差距，而我國與中、日、韓等亞洲強國也有段距離，但女選手的表現優於男選手。

如何讓訓練更有效率，訓練量與強度的監控非常重要。以監控心跳率為主的訓練衝量(training impulse, TRIMP)，將整個訓練階段的心率，以及各心率區間的訓練時間整合為單一數值，簡單明瞭，是常用來監控各種運動項目訓練強度的指標之一，提供教練及選手評估及調整訓練與比賽負荷的參考，被廣泛應用於自由車及其他多種運動項目。

在文獻中有數種常用的訓練衝量計算方法(Edwards, 1993; Foster, 1998; Foster et al., 2001; Morton, Fitz-Clarke, & Banister, 1990; Padilla, Mujika, Orbananos, & Angulo, 2000)，並廣泛的應用於評估自由車（朱那、曹佩江、盛蕾、馮連世，2013）、長跑（湯強、卞保應、朱那、邵慧秋，2013）、羽球（王聰、秦學林，2013）、擊劍（秦學林，2013）等耐力型或爆發力型運動的訓練負荷。本研究採用 Edwards (1993)提出之區段訓練衝量法(TRIMP training zone method)，因為此方法使用原始心率數據，將總訓練衝量換算成簡單且實用的單一數據，又可以分析各心跳區段的訓練時間及訓練衝量，並將越高的訓練強度給予越高的權重。

本研究目的為使用訓練衝量探討 2014 年亞運女子自由車培訓選手在賽前 13 週的公路訓練負荷，並與國際自由車競賽比較，以做為我國未來自由車選手訓練之參考。

貳、方法

一、受試者

以我國 2014 年亞運女子自由車培訓隊的五名選手為對象，本研究通過中國醫藥大學暨附設醫院研究倫理委員會審查(編號 CRREC-104-023)。受試者都是在身心狀況健康及正常情況下自願參與本實驗，在實驗開始前，向受試者清楚說明研究程序與內容之後，受試者簽署同意書。研究期間均根據教練的訓練課表，不因研究而變更。

二、訓練衡量分析

受試者根據 2014 亞運會賽前準備階段之訓練紀錄，於 2014 年 7 至 9 月以自行車記錄器(Edge 500, GARMIN, 台北, 臺灣)記錄全部公路訓練全程的心跳率、平均心跳率、訓練總時間、總公里數；以及以公路賽為目標，於室內滾筒訓練台之心跳率、平均心跳率、訓練總時間等課表內容，共 13 週。採用 Edwards (1993)的公式計算訓練衡量，計算方式如下：

$$\begin{aligned}\text{訓練衡量} = & (\text{第一心率區間運動時間}) \times 1 + (\text{第二心率區間運動時間}) \times 2 \\ & + (\text{第三心率區間運動時間}) \times 3 + (\text{第四心率區間運動時間}) \times 4 \\ & + (\text{第五心率區間運動時間}) \times 5\end{aligned}$$

最大心跳(maximal heart rate, HR_{max})為 220－年齡，再分為五個心率區間，第一心率區間為 50-60% HR_{max}、第二心率區間為 60-70% HR_{max}、第三心率區間為 70-80% HR_{max}、第四心率區間為 80-90% HR_{max}、第五心率區間為 90-100 % HR_{max}。

受試者 W1 與 W2 分別只有 10 和 9 週的公路訓練紀錄，因為她們同時參加公路賽與場地賽，因此也花不少時間在場地訓練上。

三、統計分析

所有數據以平均值±標準差呈現，使用敘述性統計分析訓練衡量資料。

參、結果

受試者 W1 為國內成績最佳之選手，其次為 W2 與 W3，W4 與 W5 則為較年輕之選手，個人基本資料如表 1。五名受試者在賽前 13 週的公路訓練各心率區段衡量及總衡量如表 2，以第四區間訓練衡量最高，其次為第五區間。各受試者總紀錄訓練時間及距離如表 3，從表 2 及表 3 可看出訓練負荷有相當大的個人差異。

表 1 受試者基本資料

受試者	身高 (公分)	體重 (公斤)	年齡 (年)	車齡 (年)
W1	162	58	29	15
W2	162	50	27	13
W3	155	48	25	11
W4	163	53	20	5
W5	155	57	20	5
平均值	159.4	53.2	24.2	9.8
標準差	4.0	4.3	4.1	4.6

表 2 受試者亞運賽前 13 週各心率區間訓練衡量^a

受試者	第一 區間	總衡量 比率(%)	第二 區間	總衡量 比率(%)	第三 區間	總衡量 比率(%)	第四 區間	總衡量 比率(%)	第五 區間	總衡量 比率(%)	總衡量
W1	1352	10.5	1634	12.7	2887	22.4	5535	43.0	1463	11.4	12871
W2	921	6.5	2598	18.2	3967	27.8	4204	29.5	2555	17.9	14245
W3	855	3.2	4216	15.9	6549	24.6	10709	40.3	4253	16.0	26582
W4	639	1.7	2534	6.9	7102	19.2	15272	41.4	11359	30.8	36906
W5	789	3.8	2467	11.9	4177	20.2	7277	35.1	6013	29.0	20723
平均值	911	5.1	2690	13.1	4936	22.9	8599	37.9	5129	21.0	22265
標準差	268	3.5	939	4.3	1803	3.5	4456	5.5	3887	8.5	9848

a 第一區間為 50-60% HR_{max} 、第二區間為 60-70% HR_{max} 、第三區間為 70-80% HR_{max} 、第四區間為 80-90% HR_{max} 、第五區間為 90-100 % HR_{max}

五名受試者在賽前 13 週的每日各心率區間訓練時間如圖 1 至圖 5，除了放鬆課程外，在正式課表中，各人心率主要位於第四區間，其次為第三區間，區間三與四合計超過總訓練時間的 50%，第一區間的平均訓練時間最少。受試者 W5 的專長為短距離項目，因此她的訓練時間少於其他受試者，但訓練強度很高。

圖 3 與圖 4 的最後一天資料為受試者 W3 與 W4 參加阿里山登山賽的數據，總訓練衡量分別為 897.71 (W3)及 867.16 (W4)，大多數的比賽時間受試者心率都位於第四區間(W3: 30.6%; W4: 15.1%)與第五區間(W3: 65.3%; W4: 84.7%)，且超過三分之二的比賽時間心率位於第五區間。

表 3 受試者亞運賽前 13 週總紀錄日數、時間、距離

受試者	總紀錄日數	總紀錄時間 (分鐘)	總紀錄距離 (公里)
W1	30	4808.6	2179.1
W2	34	5105.1	1903.4
W3	47	8674.6	3382.6
W4	51	10363.9	4169.9
W5	42	6437.7	2381.8
平均值	40.8	7078.0	2803.4
標準差	8.8	2387.4	946.1

本研究目的為使用訓練衡量探討 2014 年亞運女子自由車培訓選手在賽前 13 週的公路訓練負荷，所以記錄的總訓練距離僅為公路訓練的公里數，以做為我國未來自由車選手訓練之參考。

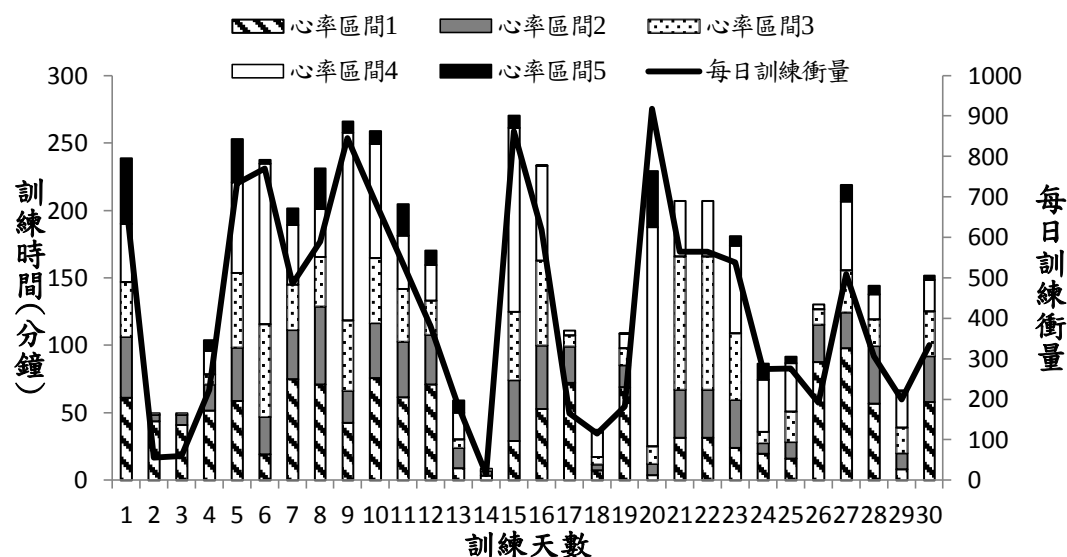


圖 1 受試者 W1 亞運培訓期間每日各心率區間訓練時間

心率區間 1: 95-114 bpm, 心率區間 2: 114-133 bpm, 心率區間 3: 133-152 bpm, 心率區間 4: 152-171 bpm, 心率區間 5: 171-190 bpm.

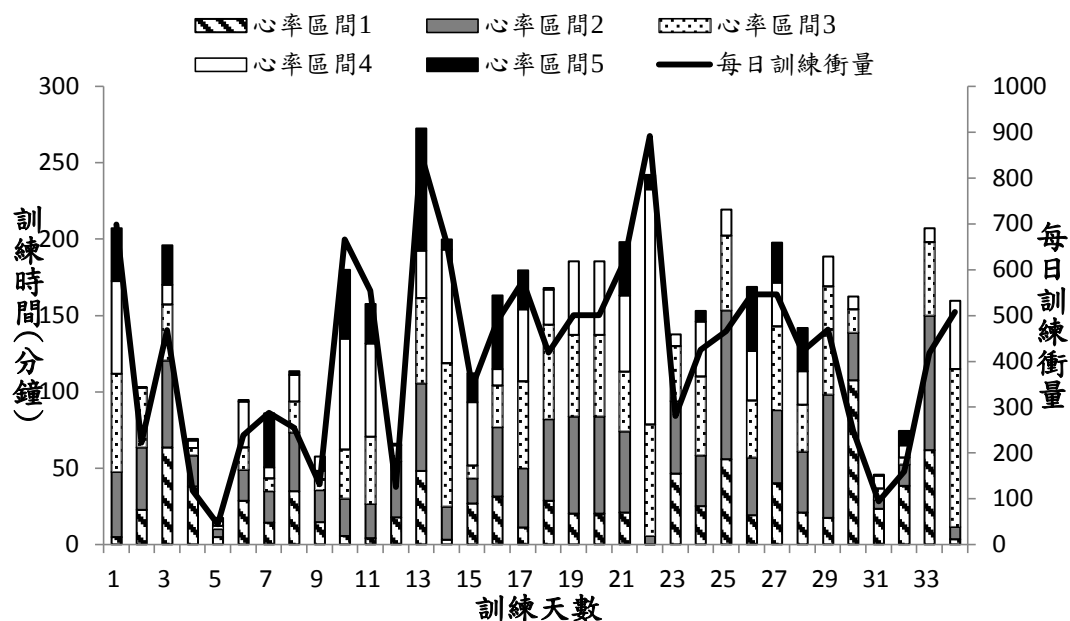


圖 2 受試者 W2 亞運培訓期間每日各心率區間訓練時間

心率區間 1: 96-115 bpm, 心率區間 2: 115-134 bpm, 心率區間 3: 134-153 bpm, 心率區間 4: 153-172 bpm, 心率區間 5: 172-192 bpm

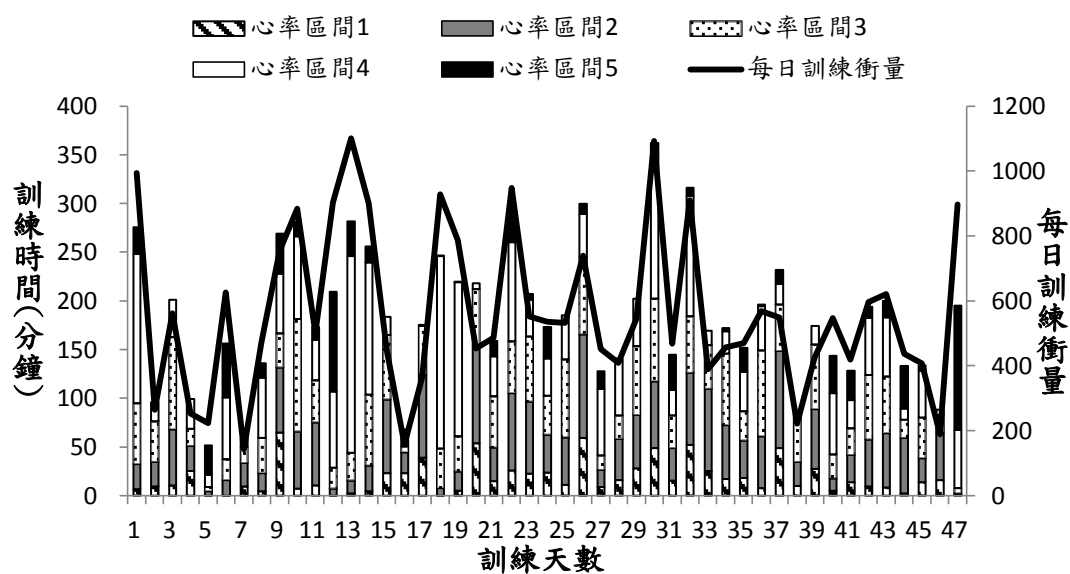


圖 3 受試者 W3 亞運培訓期間每日各心率區間訓練時間

心率區間 1: 97-116 bpm, 心率區間 2: 116-135 bpm, 心率區間 3: 135-155 bpm, 心率區間 4: 155-174 bpm, 心率區間 5: 174-194 bpm

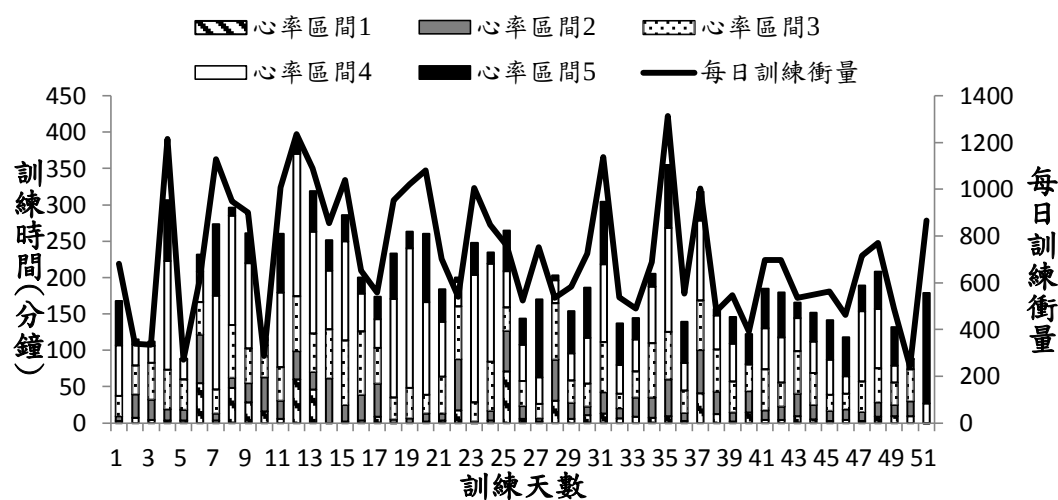


圖 4 受試者 W4 亞運培訓期間每日各心率區間訓練時間

心率區間 1: 100-120 bpm, 心率區間 2: 120-140 bpm, 心率區間 3: 140-160 bpm, 心率區間 4: 160-180 bpm, 心率區間 5: 180-201 bpm

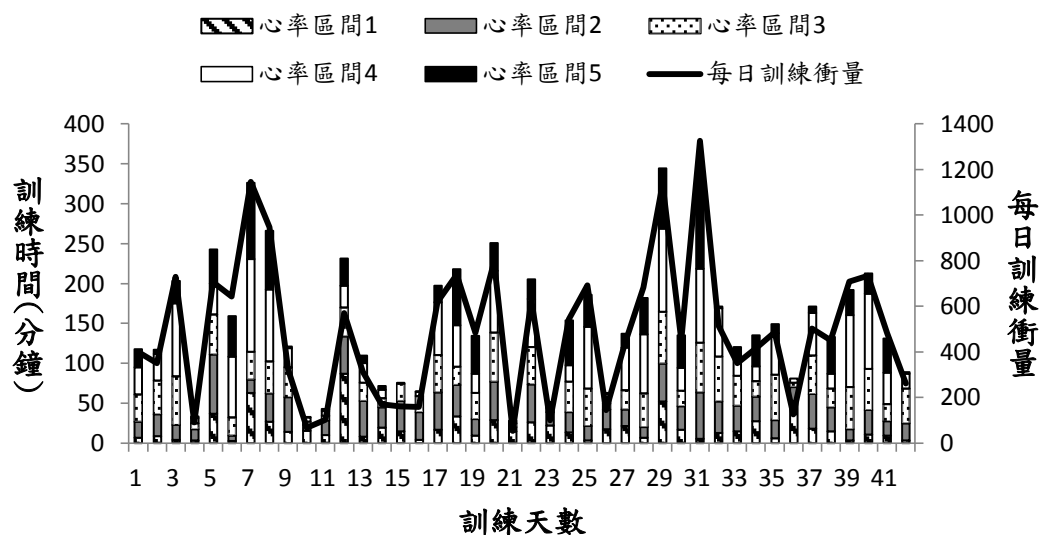


圖 5 受試者 W5 亞運培訓期間每日各心率區間訓練時間

心率區間 1: 100-120 bpm, 心率區間 2: 120-140 bpm, 心率區間 3: 140-160 bpm, 心率區間 4: 160-180 bpm, 心率區間 5: 180-201 bpm

肆、討論

本研究收集我國女子自由車選手於亞運前 13 週的公路訓練數據，此階段的訓練應該是質大於量，也就是著重於高強度的刺激，且模擬比賽時的戰術訓練，以應付實際比賽時的體能狀態，並包含基本的體能與控車技術訓練。

受試者 W1 與 W2 是我國最頂尖的女子選手，在研究期間第一心率區間的訓練時間比率高於其他三位受試者，另外，本文作者之一的培訓隊教練徐瑞德在實際的練習中觀察到，當集團練習時，受試者 W1 與 W2 可承受高強度刺激的時間較其他三位長，可見這二位頂尖選手騎車的效率、技術、心肺耐力與身體機能皆優於其他三位受試者。雖然五名受試者都是一同練習，做著幾乎相同的訓練課表，但每個人所受的刺激並不相同，由於公路練習通常以集團方式進行，為了配合其他能力較弱的選手的訓練強度，受試者 W1 與 W2 可能無法達到所需的訓練負荷，導致有較多的時間處於低強度的訓練，但高強度的訓練時間過少，可能影響這兩位頂尖選手的訓練效果，未來可能需要針對頂尖選手的需求而安排不同的訓練課表，或與國外同等級的選手共同練習，以達到足夠的訓練負荷，或以心率為明確的訓練強度指標，或許就能加速步入高競技水準的殿堂。

本研究顯示，五位受試者幾乎在第四區間的訓練時間最長，接著是第三及第五區間。兩位較年輕的受試者 W4 與 W5 在第五區間的時間最長，但是培訓隊教練徐瑞德在實際訓練中觀察到，每次進行集團強度練習時，受試者 W4 與 W5 可以維持高強度練習的時間卻較其他三位受試者為短，這可能是因為受試者 W4 與 W5 騎乘技術仍未純熟，例如在集團當中的躲風技巧，如何減低風阻與高效率的騎車技術等，還需要累積更多的經驗。

圖 3 與圖 4 顯示在登山賽中，選手的心率主要位於第四與第五區間，尤其

第五區間更佔了比賽時間的三分之二以上，但是在之前的公路練習時，都沒有達到如此高的練習強度，表示這場比賽前的訓練強度刺激不足夠應付此場比賽的強度，將來在準備類似的比賽時，在賽前二周的訓練應該要增加第五心率區間的訓練時間，達到接近實際比賽的區間比例，以符合實際比賽時的體能需求。由於距離比賽還有二周，因此即使進行如此長時間高強度的訓練，在賽前仍有足夠的恢復時間。而爬坡時的迴轉技術、上半身的穩定度與肌耐力也是輔助持續高強度刺激的重要一環，且在平常練習時就要清楚了解自己爬坡時的甜蜜點與節奏感。根據本研究結果，爬坡訓練是個很好的訓練方法，能同時訓練心肺功能與肌力，並達到第四與第五心率區間的訓練強度，但仍必須斟酌訓練次數及時間，因為爬坡會增加膝蓋的負荷。

大陸學者採用相同的訓練衡量計算方法，探討登山車比賽期間的強度。朱那等（2013）以 6 名女子優秀登山車運動員為研究對象，在 8 場不同層級的比賽中，訓練衡量總量以世界錦標賽最高 (236.07 ± 2.74)，全國錦標賽次之 (232.78 ± 31.20)，全國冠軍賽最低 (178.00 ± 35.53 - 201.15 ± 46.94)，比賽過程中的心率主要集中在有氧閾值至無氧閾值之間。曹佩江、周廣科與朱那（2013）以女子優秀登山車運動員 8 名為研究對象，在全國錦標賽中，冠軍選手在整個賽程的總衡量為 469.88，第三名選手整個賽程的總衡量則高達 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，以較低的心率達到更快的速度。

另一種計算訓練衡量的方法將心率分為三個區間，第一區間為運動心率低於換氣閾值(ventilation threshold)心率，約 $76\% HR_{max}$ ；第二區間為換氣閾值至呼吸代償點(respiratory compensation point)之間；第三區間為高於呼吸代償點心率，約 $91\% HR_{max}$ (Foster, 1998; Rodriguez-Marroyo, Garcia-Lopez, Juneau, & Villa, 2009)。依據此方法分析為期 5、8、21 天的男性職業選手公路自行車賽，在為期 21 日的賽程中，每日比賽的平均訓練衡量約為 370，而在為期 5 與 8 日的賽程，每日比賽的平均訓練衡量約為 400。在這種計算方式中，第三心率區間約等於本研究使用的第五區間($90\% HR_{max}$ 以上)，在為期 5 與 8 日的賽程中，

約 13% 的時間處於此強度；而為期 21 日賽程的第一周，約 8% 的時間處於此強度，但第二與第三周則減少為 6% 與 4%；第二區間約等於本研究使用的第三與第四區間，在為期 5 與 8 日的賽程中，約 50% 的時間處於此強度；為期 21 日賽程的第一周，約 41% 的時間處於此強度，但第二與第三周則增加為 49% 與 48% (Rodriguez-Marroyo et al., 2009)。我國最佳女子選手 W1 在本研究中，僅有 6.8% 訓練時間心率位於第五區間，48.8% 訓練時間心率位於第四或第三區間；W2 選手心率位於第五和第三、四區間分別為 10.0% 和 46.5% 訓練時間，顯示中高強度的訓練量似乎是足夠的，但在未來針對公路賽的訓練課表中，可能需要增加第五區間的訓練時間。

在耐力型運動期間，心率與運動強度有良好的相關性，可以使用以心率為主的訓練衡量計算方式；但是在高強度運動期間，例如重量訓練、高強度間歇訓練 (high-intensity interval training)、增強式訓練 (plyometrics training) 等，心率與運動強度的相關性並不高 (Akubat & Abt, 2011)，因此可考慮採用以 10 點自覺量表 (ratings of perceived exertion) (Borg, Hassmén, & Lagerström, 1987) 為指標的訓練衡量計算方式，也就是以運動後 30 分鐘的自覺量表乘以總訓練時間，做為訓練衡量 (Foster et al., 2001)。

自由車是一項中高強度的運動項目，因此訓練期間在中高強度的刺激是很重要的，本研究顯示此五名受試者在亞運培訓期間確實大多數的訓練時間都處於 70% HR_{max} 以上，但在最高強度 90% HR_{max} 以上的訓練時間可能不足。我國最優秀的選手 W1 雖然體能及技術各方面優於其他受試者，但訓練課表可能無法提供足夠的高強度刺激，未來需要更個人化的訓練課表。本研究結果也顯示亞運前的公路訓練強度足以應付一般公路比賽，但若比賽包含較多的爬坡路段，則需要增加第五心率區間的訓練時間。

分析訓練衡量的數據能確實反映出訓練的強度時間比例與負荷量，進一步與比賽數據相比較，則可得知訓練的強度比例是否是符合比賽的需求。因此可將訓練衡量做為監控訓練強度的重要指標，以發揮最佳的訓練成效。

參考文獻

- 朱那、曹佩江、盛蕾、馮連世(2013)。我國優秀女子山地車自行車優秀運動員比賽負荷特徵研究。
中國體育科技, 49(1), 127-133。
- 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。
- Akubat, I., & Abt, G. (2011). Intermittent exercise alters the heart rate-blood lactate relationship used for calculating the training impulse (TRIMP) in team sport players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 249-253.
- Borg, G., Hassmén, P., & Lagerström, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 679-685.
- Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. Sacramento, CA, USA: Fleet Feet Press.
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(7), 1164-1168.
- 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.
- Morton, R. H., Fitz-Clarke, J. R., & Banister, E. W. (1990). Modeling human performance in running. *Journal of Applied Physiology*, 69(3), 1171-1177.
- Padilla, S., Mujika, I., Orbananos, J., & Angulo, F. (2000). Exercise intensity during competition time trials in professional road cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(4), 850-856.

Rodriguez-Marroyo, J. A., Garcia-Lopez, J., Juneau, C. E., & Villa, J. G. (2009). Workload demands in professional multi-stage cycling races of varying duration. *British Journal of Sports and Medicine*, 43(3), 180-185.

Training impulse and load in female cyclists during preparation for 2014 Asian Games

Yu-Hsuan Lee¹, Shih-Hua Fang¹, Jui-Te Hsu², and Chen-Kang Chang³

¹Department of Sport Performance, National Taiwan University of Sport

²National Dajia Senior High School and

³Sport Science Research Center, National Taiwan University of Sport

Abstract

Purpose: Success in international competitions requires monitoring the training load and intensity to increase training efficiency. Training impulse, calculated from heart rate, is one of the parameters commonly used to monitor training load and intensity in various sports. The purpose of this study was to investigate the training impulse in female cyclists during a 13-week period preparing for 2014 Asian Games. **Design and Method:** The training data were collected from 5 female cyclists. The training impulse of each heart rate zone was calculated according to Edwards (1993). **Results:** Total training impulse was 22265 ± 9848 . The highest impulse was 8599 ± 4456 in the fourth zone (80-90% maximal heart rate). The second highest impulse was in the fifth zone (90-100% maximal heart rate) at 5129 ± 3887 . The two best cyclists spent the least amount of training time in heart rate zone 5. In a road race in a mountainous area, the two subjects spent more than two thirds of the time in heart rate zone 5. **Conclusion:** Compared to the heart rate data from international road races, the training load in moderate intensity appeared to be sufficient for these cyclists during the study period. However, the time spent in heart rate zone 5 may be inadequate, especially for the 2 better athletes. The training intensity was insufficient for mountain races. This study suggested that elite cyclists may require more individualized training protocol to reach sufficient training intensity. Training impulse can serve as a useful parameter to monitor the training process.

Keywords: training impulse, heart rate, cycling, female athlete