

Intensity Analysis for Teenage Indoor Tug-of-War 青少年室內八人制拔河比賽運動強度之分析

Ting-Shiuan CHIOU^{1, 2} Ming-Ta YANG³ Kuei-Hui CHAN¹

¹National Taiwan Sport University (Taoyuan), TAIWAN

²Taoyuan Bade Junior High School, TAIWAN

³China University of Technology, TAIWAN

邱定璿^{1,2} 楊明達³ 詹貴惠¹

¹國立臺灣體育大學（桃園）教練研究所

²臺灣桃園縣立八德國中

³臺灣中國科技大學體育室



Abstract

The purpose of this study was to collect heart rates of subjects by the polar team system heart rate monitor during the championship finals (3 rounds). Eight junior high school indoor tug-of-war athletes participated in the study. The percentage of heart rate reserve (%HRR) was calculated. During the competitions, the lowest heart rate of subjects were $34.5 \pm 6.4\% \text{HRR} \sim 50.8 \pm 7.0\% \text{HRR}$. The highest heart rate of subjects were $66.7 \pm 6.5\% \text{HRR} \sim 87.1 \pm 6.3\% \text{HRR}$ and presented at the last stage of games for a few seconds. In conclusion, when teenage indoor tug-of-war player face contender of the weakness level, their intensity is $52.7 \pm 13.4\% \text{HRR}$. Moreover, when they face contender the same level, their intensity is $72.7 \sim 13.1\% \text{HRR}$.

Keywords: tug-of-war, heart rate, exercises intensity

摘 要

本研究以8位青少年室內八人制拔河選手為對象，並利用心跳監控器於正式拔河錦標賽決賽中，收集受測者與3場對手比賽時的全程心跳率，並將心跳率數值換算為儲備心跳率百分比，以評估拔河比賽的運動強度。結果發現，比賽期間受試者最低心跳率介於 $34.5 \pm 6.4 \sim 50.8 \pm 7.0\% \text{HRR}$ ，最高心跳率介於 $66.7 \pm 6.5 \sim 87.1 \pm 6.3\% \text{HRR}$ ，受試者之最高心跳率出現於比賽最後階段且只維持數秒鐘。本研究結果顯示，青少年室內八人制拔河比賽在面對較弱的對手時之運動強度為 $52.7 \pm 13.4\% \text{HRR}$ ，而對上實力相當的對手時則為 $72.7 \pm 13.1\% \text{HRR}$ 。

關鍵詞：拔河運動、心跳率、運動強度

前 言

臺灣於1990年自日本引進室內拔河運動 (Tug-of-War)，並於1992年成立中華民國拔河運動協會 (Chinese Taipei Tug of War Association, CTWA)，室內拔河運動發展至今已有十餘年的歷史。根據TWIF的規則，拔河比賽沒有時間限制，選手必須盡最大力量將對方拉過來，直到分出勝負為

止，因此其屬於短時間、持續性力量對抗的運動項目。徐吉德、涂瑞洪與劉俊概 (2005) 表示拔河運動是一項透過拔河繩的運動競賽，在考慮與對手之間相互較勁的互動關係外，並在最短時間內，產生最大爆發力就能獲得優勝的契機。

有系統的訓練計畫能有效的提升運動員體能及技術表現；因此，教練在擬定訓練計畫時，選擇適當的運動訓練強

度及方式，對增進運動員的體能及運動成績，具有關鍵性的影響。決定運動訓練處方的基本要素有：運動強度、運動持續時間、運動頻率、運動項目等，其中最主要的因素是運動強度(卓俊辰，1986)。一般運動強度的參考指標中有最大攝氧量(maximal oxygen uptake, $\dot{V}O_{2max}$) 百分比(% $\dot{V}O_{2max}$)、儲備心跳率(heart rate reserve, HRR) 百分比(%HRR)、最大心跳率(maximal heart rate, HR_{max}) 百分比(% HR_{max})、代謝當量(metabolic equivalent, METs) 等。其中% $\dot{V}O_{2max}$ 和 METs 數值需要儀器才能測得，一般基層教練不容易獲得。而心跳率(heart rate) 是反映人體生理機能最容易測定的指標，也是體育和訓練中最有用和最容易獲得的反應身體機能狀態的指標(陳江圳，2005)，是一種客觀評估運動選手比賽強度的科學方法。心跳率是心臟活動生理指標，可反應運動選手體能好壞，以及判斷運動比賽進行的強度(李建毅、周德倫，2003)。測量運動心跳率方法相當簡便，可測量腕動脈10秒或15秒的心跳數再乘以6或4，或使用心跳監控器(Polar) 而得到心跳率數值。採用心跳率的優點是測量方法簡單、便利、低成本與非侵體性，不論是實驗室測試(Karvonen, Chwalbinska-Moneta, & Saynajakangas, 1984; Leger & Thivierge, 1988; Treiber 等, 1989) 或者實地測量(Treiber 等, 1989)，心跳率皆能有效代表心電圖(electrocardiogram, ECG) 監測所顯示的結果，且受試者內(intra-individual) 的再現性也相當高(Washburn & Montoye, 1985)。即心跳率可以反映出身體對於運動負荷的感受，其與運動強度成直線關係。Karvonen, Kentala, 與 Mustala (1957) 提出利用儲備心跳率(HRR) 來計算運動時之目標心跳率並判斷運動強度。拔河被認為是一種短時間、高強度的運動(吳崑德，2004; 黃永旺，2006)，但並無研究指出青少年室內八人制拔河比賽的實際強度為何? 因此本研究擬藉由心跳率的生理指標，監控青少年室內八人制拔河比賽時心跳率之變化，以了解青少年拔河運動時之強度，作為拔河教練訓練時之參考。

研究方法

受試者

以桃園縣立八德國中男子室內拔河隊8位選手為受試對象，平均年齡：14.25±0.71歲，身高：167.75±6.58公分，體重：59.69±7.10公斤，安靜心跳率：71.25±5.95 beat/min，平均訓練年數：1.80±0.75年。

實驗設計

於桃園縣96年度主委杯拔河錦標賽(為年度的第一項錦標賽) 決賽時之3場比賽中，全程蒐集受試者心跳率數值並記錄比賽的持續時間。研究測試前讓每位選手熟悉測試方法與流程，並填寫健康調查表及家長同意書，以利研究進行及保護選手的安全。

研究工具

團隊心跳監控器(The Polar Team System)。

研究步驟與方法

- (一) 安靜心跳率測量：比賽前一天受試者於充分休息後，測量連續5分鐘心跳率求平均值。
- (二) 每場比賽前將心跳監控器配帶於選手胸大肌下2~3公分處，並以膠帶予以固定。
- (三) 從比賽開始直到裁判宣判結果後為止，紀錄比賽時間及受試者全程心跳率。

資料處理

(一) 相關數值之計算如下：

1. 最大心跳率=220-年齡。
2. 儲備心跳率百分比(%HRR) = [(運動心跳率-安靜心跳率) / (最大心跳率-安靜心跳率)] × 100% (Karvonen 等, 1957)。

(二) 心跳率與 %HRR 以平均數±標準差(Mean±SD) 表示。

結果與討論

本研究之受試隊伍在該次決賽中3場比賽皆勝，其全國賽之成績為第3名，第1場比賽之對手成績為全國第6名，第2場比賽之對手成績為全國第2名(本研究之隊伍在該次比賽贏了對手，但在全國賽時輸給對手)，第3場比賽之對手成績則為8名之外。三場比賽之時間分別為20、76、33秒(表一)，選手在面臨第1場與第3場的比賽隊伍時因實力在對手之上，故在35秒內迅速擊潰對手而獲勝，即受試隊伍之實力與第2場比賽對手相當，而遠勝於第1、3場比賽的對手。

比賽持續時間、最低心跳率、最高心跳率及其強度

3場比賽受試者之最低心跳率、最高心跳率及其對應之 %HRR如表一。結果顯示：3場比賽中以第1場的持續時間最短，第3場的各項心跳率數值均低於其他二場，而第2場不論是持續時間、最低心跳率、最高心跳率及 %HRR均高於其他二場。3場比賽中受試者所反應之的最高心跳率之 %HRR分別為：72.8±4.0%、87.1±6.3%及66.7±6.5%，而各場比賽時之最高心跳率出現於比賽結束前約5-10秒。

表一、 每場比賽時間、最低心跳率、最高心跳率與%HRR

	比賽時間 (sec)	最低心跳率		最高心跳率	
		beat/min	%HRR	beat/min	%HRR
第1場	20	127.50± 5.59	41.8±3.9	169.25±4.89	72.8±4.0
第2場	76	139.50±10.06	50.8±7.0	188.38±7.98	87.1±6.3
第3場	33	117.75± 7.78	34.5±6.4	161.25±7.30	66.7±6.5
N=8					

由結果顯示，在3場比賽的過程中（表一），受試者之最低心跳率即已達 $34.5 \pm 6.4 \sim 50.8 \pm 7.0\%$ HRR均顯示在比賽前的預備狀態下，受試者的心跳率即已上升，而比賽中短短10幾秒的時間受試者反應的強度即達到 $66.7 \pm 6.5\%$ HRR的程度，尤其是在第2場賽事，受試者在面對實力接近的對手時，比賽強度甚至達到 $87.1 \pm 6.3\%$ HRR的程度。探究原因除了賽前的心理緊張因素外，另應與拔河比賽沒有時間限制而勝負的結果決定在於對抗的隊伍是否向後移動4公尺且有關，因此選手從比賽開始到結束都盡最大努力來拉，希望能在最短時間內取得勝利。本研究亦發現每位受試者在每場比賽的最高心跳率皆出現在比賽最後約5-10秒的階段，這應與教練採取猛拉策略迫使對方隊形崩潰，給予最後一擊的結果，此戰術為拔河比賽後期中普遍被教練使用的進攻戰術之一，因此，受試者的心跳率在此時上升到最高。

比賽期間之平均心跳率及其強度

每位受試者每場比賽的平均心跳率與 %HRR如表二、表三，結果顯示：

- (一) 8位選手在第1場比賽的平均心跳率最小值為 145.43 ± 21.59 beat/min；最大值為 157.57 ± 16.99 beat/min，全體平均值為 150.59 ± 15.97 beat/min，平均之%HRR為 $58.7 \pm 11.9\%$ HRR。
- (二) 8位選手在第2場比賽的平均心跳率最小值為 160.9 ± 15.62 beat/min；最大值為 184.92 ± 15.13 beat/min，全體平均值為 168.89 ± 17.68 beat/min，平均之%HRR為 $72.7 \pm 13.1\%$ HRR。
- (三) 8位選手在第3場比賽的平均心跳率最小值為 131.4 ± 13.57 beat/min；最大值為 151 ± 13.11 beat/min，全體平均值為 142.44 ± 17.46 beat/min，平均之%HRR為 $52.7 \pm 13.4\%$ HRR。

表二、每位受試者比賽期間平均心跳率

受試者	第1場	第2場	第3場
1	146.50±20.70	173.92±17.21	144.57±26.33
2	149.00±17.06	160.90±15.62	150.16±16.34
3	157.57±16.99	169.46±14.14	146.14±18.81
4	145.43±21.95	161.90±22.17	138.57±19.89
5	148.14±11.48	162.77±18.16	144.18±14.25
6	147.58±12.88	163.60±17.06	131.40±13.57
7	155.25±15.04	184.92±15.13	139.82±16.31
8	154.13±14.25	168.93±12.92	151.00±13.11
平均	150.59±15.97	168.89±17.68	142.44±17.46

單位： beat/min

表三、每場比賽之平均運動強度 (%HRR)

場次	第1場	第2場	第3場
受試者	%HRR (%)	%HRR (%)	%HRR (%)
1	57.9±14.9	77.6±12.4	56.5±19.0
2	55.0±13.2	64.3±12.1	55.9±12.7
3	65.4±12.1	73.9±10.1	57.2±13.4
4	56.7±15.7	68.5±15.8	51.8±14.2
5	59.1± 8.3	69.6±13.1	56.3±10.3
6	54.8±10.1	67.4±13.4	42.1±10.7
7	60.4±11.8	83.5±12.0	48.3±12.7
8	61.3±10.6	72.3± 9.6	59.0± 9.8
平均	58.7±11.9	72.7±13.1	52.7±13.4

由結果顯示，第1場與第3場比賽的隊伍因實力不如受試隊伍，比賽於33秒內結束，受試者反應出 $52.7 \pm 13.4 \sim 58.7 \pm 11.9\%$ HRR的運動強度；即室內八人制拔河運動與實力懸殊的隊伍比賽時所反應出的運動強度大約為 $52.7 \pm 13.4 \sim 58.7 \pm 11.9\%$ HRR。第2場比賽時因兩隊都為全國優秀隊伍，實力於伯仲之間，從比賽開始雙方都盡最大努力來求勝，在持續的力量對抗及相互拉扯之下，比賽時間維持了1分16秒，受試者心跳率隨著比賽時間增加而快速的上升，也反應出為強度 $72.7 \pm 13.1\%$ HRR的運動狀態。第3場比賽對手實力不如第1場，但比賽時間卻較第1場長，原因為教練採取力量保持 (power hold) 的防守戰術，迫使對手體能耗盡而崩潰。此戰術常用於兩隊實力懸殊的狀況下，除可保留選手的體能外亦可避免雙方選手受傷。而此結果說明拔河比賽過程中，與實力較強的對手比賽時，心跳率會逐漸提高，即強度會提升。

近年來，隨著運動科學的發達，運動訓練年齡有趨於年輕化（黃任楷，2002），但訓練強度必須依循青少年生理適應原則進行，避免過度負荷所造成的運動傷害。本研究結果顯示：青少年室內八人制拔河比賽時之平均心跳率為 $52.7 \pm 13.4 \sim 72.7 \pm 13.1\%$ HRR，而最高之心跳率為 $66.7 \pm 6.5 \sim 87.1 \pm 6.3\%$ HRR，教練在訓練時可將強度設定在此範圍內，即可負荷比賽之需要，而不致過度訓練影響青少年的生長與發展。

結論與建議

- 一、青少年室內八人制拔河選手於比賽中最高心跳為 $66.7 \pm 6.5 \sim 87.1 \pm 6.3\%$ HRR，且受試者之最高心跳率出現於比賽最後階段且只維持數秒鐘。
- 二、青少年室內八人制拔河選手在拔河比賽時，在面對不同實力隊伍時平均運動強度為 $52.7 \pm 13.4 \sim 72.7 \pm 13.1\%$ HRR。
- 三、三、青少年室內八人制拔河運動在訓練時應讓選手平均心跳達 $52.7 \pm 13.4 \sim 72.7 \pm 13.1\%$ HRR，而最大心跳需達 $87.1 \pm 6.3\%$ HRR，以應付比賽時之負荷。

參考文獻

- 李建毅、周德倫 (2003)。排球比賽心跳率變化之研究。
排球教練科學, 3期, 45-58頁。
- 吳崑德 (2004)。探討八週重量訓練對八人制拔河選手專
項體能影響之研究。論文發表於教育部93年度全國各
級學校八人制拔河運動學術研討會論文集, 桃園縣,
國立體育學院。
- 卓俊辰 (1986)。體適能-健身運動處方的理論與實際。台
北市: 國立台灣師範大學體育學會。
- 徐吉德、徐瑞洪、劉俊概 (2005)。牽張-收縮機制應用於
拔河肌力訓練之可行性探討。中華體育季刊, 19卷4
期, 78-83頁。
- 陳江圳 (2005)。五週耐力訓練對國小網球選手專項能力
表現的影響。未出版之碩士論文, 桃園縣, 國立體育
學院教練研究所。
- 黃永旺 (2006)。我國推展八人制拔河活動效益之研究。
台北市: 師大書苑。
- 黃任楷 (2002)。青少年運動訓練問題初探。大專體育雙
月刊, 61期, 127-132頁。
- American College of Sports Medicine (2000). *ACSM's
guidelines for exercise testing and prescription* (6th
ed.). Champaign, IL: Lippincott Williams & Wilkins.
- Karvonen, J., Chwalbinska-Moneta, J., & Saynajakangas, S.
(1984). Comparison of heart rates measured by ECG
and microcomputer. *The Physician & Sports Medicine*,
12, 65-69.
- Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The
effects of training on heart rate. A longitudinal study.
*Annals of Medicine Experimentalist et Biological
Fenniae*, 35(3), 307-315.
- Leger, L., & Thivierge, M. (1988). Heart rate monitors:
validity, stability, and functionality. *Physician Sports
Medicine*, 16, 143-151.
- Treiber, F. A., Musante, L., Hartdagan, S., Davis, H., Levy, M.,
& Strong, W. B. (1989). Validation of a heart rate
monitor with children in laboratory and field settings.
Medicine and Science in Sports and Exercise, 21(3),
338-342.
- Washburn, R. A., & Montoye, H. J. (1985). Reliability of
the heart rate response to sub maximal upper and
lower body exercise. *Research for Quarterly Exercise
Sports*, 56, 166-169.

Correspondence:

Author: Kule-Hui Chan

Address: 250, Wen Hua 1st Rd., Kueishan,
Taoyuan County, Taiwan 333. R.O.C.

(桃園縣龜山鄉文化一路250號)

Telephone: 886-3-3283201#2423

Fax: 886-3-3272203

e-mail: quenhuen@mail.ncpes.edu.tw