

本文章已註冊DOI數位物件識別碼

▶ 個案分析女子網球單打正式比賽之運動強度

A Case Report for the Exercise Intensity in Women's Tennis Singles Matches during an Official Event

doi:10.6127/JEPF.2007.06.13

運動生理暨體能學報, (6), 2007

Journal of Exercise Physiology and Fitness, (6), 2007

作者/Author：梁龍鏡(Lung-Ching Liang);黃美雯(Mei-Wen Huang);黎俊彥(Alex J. Y. Lee)

頁數/Page：143-151

出版日期/Publication Date：2007/08

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

<http://dx.doi.org/10.6127/JEPF.2007.06.13>



DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，是這篇文章在網路上的唯一識別碼，用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 <http://doi.airiti.com>

For more information,

Please see: <http://doi.airiti.com>

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE



個案分析女子網球單打正式比賽之運動強度

梁龍鏡 黃美雯 黎俊彥*
國立新竹教育大學 體育學系

摘要

本研究的目的是要探討女子網球單打正式比賽中之運動強度。受試者為一位優秀女子網球甲組選手(年齡 20 歲, 身高 167 公分, 體重 62 公斤), 參加 2006 大專校院運動會女子網球甲組單打競賽, 並獲得第七名之佳績。受試者於賽前三天進行跑步機最大運動能力測試, 來量測並估算其心跳率(HR)與氧攝取量($\dot{V}O_2$)的線性迴歸程式, 並於每場比賽時以數位錄影機全程監錄, 且要求受試者穿戴無線遙測心率儀, 同步量測紀錄整個比賽過程中之比賽過程與心跳率的變化, 以用來估算單位時間之氧攝取量。結果顯示受試者最大攝氧量($\dot{V}O_{2max}$)為 $42.98 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, 而 HR 與 $\dot{V}O_2$ 之線性迴歸程式為 $\dot{V}O_2 = 0.2979 * \text{HR} - 15.246$ ($R^2=0.91$)。受試者在四天錦標賽中共進行了 46 局比賽, 每局平均心跳率為 158.0 ± 10.4 次/分(估算為 $73.5 \pm 6.4\% \dot{V}O_{2max}$), 每局最高心跳率為 166.3 ± 10.9 次/分(估算為 $79.8 \pm 7.6\% \dot{V}O_{2max}$), 最低心跳率為 148.4 ± 10.8 次/分(估算為 $67.4 \pm 7.5\% \dot{V}O_{2max}$)。本研究驗證女子網球單打比賽每局比賽之運動強度大約是 $80\% \dot{V}O_{2max}$, 而最高與最低之運動強度變化大而迅速, 且受試者在贏球局的最大與平均心跳率皆顯著較輸球局為高($p < 0.05$)。因此網球女子單打選手需適度而激烈之專項體能訓練, 以增進臨場運動表現與獲勝機率。

關鍵詞：網球運動、心跳率

連絡作者：黎俊彥

聯絡電話：(03)5213132 轉 2400

投稿日期：96 年 05 月

通訊地址：300 新竹市南大路 521 號

E-mail：jylee@mail.nhcue.edu.tw

接受日期：96 年 08 月

緒論

網球是富有變化性及趣味性之運動，在生活水準與休閒意識日益提高，以及熱心人士提倡的情況下，網球已經是國內相當盛行的運動之一。在網球場地與網球人口不斷增加，以及許多基層熱心教練的努力下，不但使得國內的網球技術不斷地提升，也造就了不少國際級的網球選手。例如早期在女網展露頭角的王思婷，到最近仍征戰於職業網壇的盧彥勳、王宇佐、謝淑薇、詹詠然、莊佳容，而相較於其他運動項目，這些我國網球選手在國際競賽之成績算是相當優秀的。

網球是一種歷史悠久且相當普遍之競技運動，它的運動特徵包含了數秒的短促激烈擊球，與接續著約 20-25 秒之休息(Konig et al., 2001; Lees, 2003)。而網球專項技巧、有氧適能、爆發力、肌力、敏捷性、協調性與比賽戰術，以及對於球感的流暢與傑出運動表現都是重要之因素(Kanehisa, Kuno, Katsuta, & Fukunaga, 2006; Konig et al., 2001; Smekal et al., 2001)。因此網球競賽中的運動強度與網球運動員的生理特徵對於設計專項運動需求之體能訓練計畫可能是重要的因素。

由於心跳率(heart rate, HR)與攝氧量(oxygen uptake, $\dot{V}O_2$)具有線性關係存在，因此通常會用運動中的心跳率測量來評估運動強度。先前的研究也採用量測網球運動中之 HR、代謝與荷爾蒙反應(Bergeron et al., 1991; Christmass, Richmond, Cable, Arthur, & Hartmann, 1998; Ferrauti, Bergeron, Pluim, & Weber, 2001a; Konig et al., 2001; Leone, Lariviere, & Comtois, 2002; Smekal et al.,

2001)，以瞭解網球競賽中的能量與運動強度，然而這些研究之設計都僅在實驗室或是模擬競賽情境，尚未有研究以正式網球比賽來探討網球運動員的運動強度。此外先前研究之受試對象都僅以男性網球運動員為對象，實驗資料與結果可能無法完全適用於女性網球運動員，因此本研究目的是要探討女子網球單打正式比賽之運動強度。

方法

受試者

一位健康女性網球運動員(20 歲，身高 167 公分，體重 62 公斤)，從國小六年級就接受網球專項之訓練，在中學階段即獲得全國中等學校運動會網球團體賽第三名。接著以網球績優保送之身分，進入國立新竹教育大學就讀，同時在大學的階段分別榮獲全國大運會女子甲組網球團體賽第四名、第一屆馬吉斯盃女子甲組網球團體賽冠軍、全國大運會女子甲組網球個人賽第七名。於本實驗進行期間，此運動員每週訓練時數至少 12 小時，並自願參與本研究。實驗前運動員需簽署受試者須知，並完成健康病史問卷之填寫。

本研究之實驗設計包含兩部分，第一部分是實驗室之測量，包含了跑步機連續最大運動測試之心肺適能評估，以估算心跳率與攝氧量($HR-\dot{V}O_2$)的線性迴歸方程式；第二部分則是於正式實際臨場之女子單打錦標賽中(2006 全國大專運動會)，以 POLAR 無線心率錶與數位攝影機同步紀錄比賽中此運

動員之比賽過程與心跳率之變化。

在此次比賽，女子單打錦標賽每場比賽都是在室外硬地球場進行，比賽期間之平均溫溼度均有紀錄(平均氣溫 28.75 ± 2.48 °C，相對溼度 60.75 ± 9.61 %)，每場比賽前均有五分鐘之熱身，每場比賽採搶八局及決勝局制，在單數局結束時進行場地交換，而比賽之進行是依國際網球聯盟之規則，發球權與場地各邊(ends)的選擇是在每場比賽前以擲錢幣作決定。每次場地交換皆有 90 秒之休息，並於每場比賽前告知運動員可於場地交換時飲水，以避免脫水對運動表現與運動強度可能之影響(黎俊彥與林威秀, 2002; Kay & Marino, 2000)。

最大有氧運動能力測試

最大有氧運動能力測試(maximal aerobic capacity test)是在實際比賽前三天於電動跑步機上進行，此測試最初負荷為坡度 1.5 %及速度 8.0 km/h，之後每 3 分鐘增加 2 km/h(Smekal et al., 2001)，當受試者顯示出最大衰竭時，測試即立刻停止。最大衰竭之指標需滿足後述三項指標，包括：(1)主觀的盡力衰竭或是經數次口語提醒依然無法維持既定的跑步頻率；(2)達到 $\dot{V}O_2$ 高原穩定狀態($\dot{V}O_2$ plateau，負荷持續增加 5-10%但每分鐘氧攝取量增幅並未超過 2 mL/kg)；(3)達到預測最大心跳率($220 - \text{年齡} \pm 10\%$)；與(4)最大呼吸交換率(maximal respiratory exchange ratio)大於 1.1(陳俊華、陳坤樺, 2004; 蔡櫻蘭、邱思慈, 2006; 蘇孜尹、林嘉志、謝仲裕, 2006)。呼吸氣體交換是以便攜式能量代謝系統(K4 b², COSMED s.r.l., Rome, Italy)量測，並於測試前完成氣體流量

與成分之校正，而此儀器量測氧攝取量之精確度是可信的(McLaughlin, King, Howley, Bassett, & Ainsworth, 2001)。

在最大運動測試中， $\dot{V}O_2$ 、HR、氧脈(oxygen pulse)與呼吸交換率皆被量測與紀錄。為了便於作比較，最大氧攝取量是以每分鐘單位體重之氧攝取量來呈現(mL/kg/min)，並計算最大運動測試中之 HR 與 $\dot{V}O_2$ 間的線性關係，以用來作為每場比賽當中的心跳變化紀錄去推估實際比賽中氧攝取量的變化。

臨場心跳率紀錄

在整場比賽當中的心跳率是以無線心跳紀錄器(Polar Sport Tester 4000, Polar Electro, Kempele, Finland)每 5 秒紀錄一次，賽後再以傳輸介面(Polar Interface Unit, Polar Electro, Kempele, Finland)將所有紀錄資料傳送至電腦，再以 Polar-HR 軟體進行資料整理與統計分析。

過程

在球場熱身之前，受試者就先行佩帶安 POLAR 無線心率錶與偵測器，並再次提醒本研究所有之過程。在即將正式比賽前，受試者開啓臨場心跳紀錄，此時數位錄影機亦同步啓動監錄整場比賽，賽後再將心跳錶與數位錄影機之資料轉存，並依所錄製之每局之比賽時間來分析 POLAR 心跳錶之相關資料。

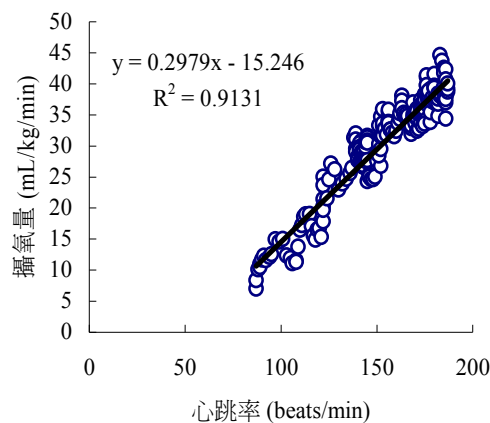
統計分析

所有資料以 SPSS 套裝統計軟體(Statistical Package for Social Sciences, SPSS,

10.0)進行分析，所有數據以平均數±標準差來表示，本研究使用線性迴歸來建立最大運動測試中的心跳率與攝氧量之推估程式，以重複量數單因子變異數分析每場比賽之統計差異，若有顯著則再以 Newman-Keuls post-hoc test 事後比較分析單純主要效果，並以重複量數 t 考驗分析贏球局與輸球局之心跳率等變項是否有顯著差異，本研究顯著水準皆定為 $p < .05$ 。

結果

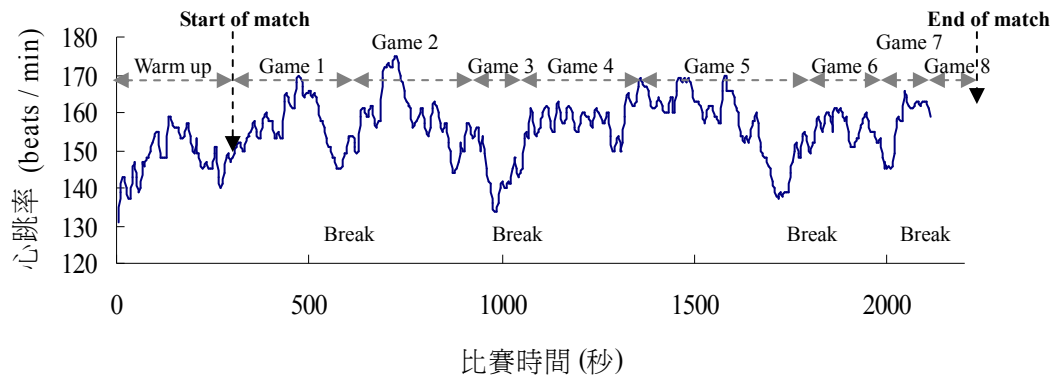
跑步機最大運動測試顯示此運動員衰竭時：1. 最大攝氧量為 $42.98 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ；2. 最高心跳率為每分鐘 185 跳；3. 最大肺換氣量(pulmonary ventilation, VE)為 $95.91 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ 。最大運動測試當中，心跳率與攝氧量之線性迴歸方程式為 $\dot{V}\text{O}_2 = 0.2979 \times \text{HR} - 15.246$ (如圖一， $R^2=0.91$)。



圖一 最大運動測試過程心跳率與攝氧量之線性迴歸 ($\dot{V}\text{O}_2=0.2979 \times \text{HR}-15.246$)

本研究中的受試者在正式比賽之心跳率，是藉由無線心跳紀錄器每 5 秒一次作同步紀錄，於每一場(盤, set)比賽結束後再以傳輸介面將所有紀錄資料傳送至電腦，再以數位錄影機所錄製之比賽影片標示本研究資

料分析所需之相關時間點，並以 Polar-HR 軟體進行資料整理與統計分析。其中以第三場(盤)為例，此運動員的心跳率的變化如圖二所示。



圖二 受試者於第三盤比賽之心跳率變化圖 (比賽開始, start of match、熱身, warm-up、每局之比賽, Game、換邊休息, Break、與比賽結束, end of match)

本研究受試者在四天錦標賽中共進行四場(盤)比賽並獲得女子甲組單打第七名, 為確切評估臨場之運動強度與特徵, 本研究以每一局為單位進行統計分析, 因此四場(盤)比賽中共包含了 46 局(有關之統計資料如表一所示), 而在這 46 局中平均心跳率為 158.0 ± 10.4 bpm, 範圍從 134 到 175 bpm, 而每局之最高心跳率為 166.3 ± 10.9 bpm, 範圍從 147 到 190 bpm, 而每局最低心跳率為

148.4 ± 10.8 bpm, 範圍從 127 到 171 bpm, 此外經迴歸程式估算全部 46 局競賽之平均 $\dot{V}O_2$ 為 31.8 ± 3.1 mL·kg⁻¹·min⁻¹, 範圍從 31.0 到 42.3 mL·kg⁻¹·min⁻¹, 大約是 73.5 ± 6.4 %最大攝氧量($\dot{V}O_{2max}$, 由跑步機所測得)。此外本研究統計分析也發現受試者在贏球局之最高心跳率(179.9 ± 10.9 vs 172.3 ± 9.2 , $p < .05$)與平均心跳率(171.7 ± 10.5 vs 164.7 ± 9.2 , $p < .05$)皆顯著較輸球局高(表二)。

表一 四場 46 局正式比賽之各項資料統計表

	第 1 場	第 2 場	第 3 場	第 4 場	平均
局 數	13	11	8	14	11.5
時間總數 (秒)	3548	2795	1836	3676	2963.8±846.4
平均心跳率 (bpm)	168.7±6.1*	159.8±9.5	147.8±3.0	152.6±7.3	158.0±10.4
最低心跳率 (bpm)	158.2±8.1 [‡]	152.9±10.8	139.4±2.6	140.9±5.0	148.4±10.8
最高心跳率 (bpm)	176.3±8.0 [‡]	168.4±9.5	176.0±6.1	161.1±8.1	166.3±10.9
平均攝氧量 (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	35.0±1.8*	32.4±2.8	28.8±1.9	30.2±2.2	31.8±3.1
% $\dot{V}O_{2max}$ (%)	81.4±4.1*	72.7±7.8	67.3±2.1	70.3±5.0	73.5±6.4
比賽結果 (勝或敗)	8:5 (勝)	8:3 (勝)	0:8 (敗)	6:8 (敗)	22:24

註：所有數值以平均數±標準差(M±SD)表示；* 表示第一盤與第二、第三、第四盤有顯著差異($p < .05$)；[‡] 表示第一盤與第三, 第一盤與第四盤有顯著差異($p < .05$)。

表二 贏球局與輸球局之心跳率差異統計表

	贏球局(n=22)	輸球局(n=24)	t 值	95%信賴區間
平均心跳率 (bpm)	171.7±10.5	164.7±9.2	2.41*	1.14~12.87
最低心跳率 (bpm)	160.7±12.0	155.0±8.1	1.91	-.32~11.78
最高心跳率 (bpm)	179.9±10.9	172.3±9.2	2.57*	1.65~13.68

註：所有數值以平均數±標準差(M±SD)表示；* 表示贏球局與輸球局之間有顯著差異($p<.05$)。

討論

最大有氧運動能力或是最大氧攝取量(maximal oxygen uptake, $\dot{V}O_{2max}$)，是測試個體激烈運動至臨床衰竭所誘發之最高氧攝取量，且已被公認為評估有氧適能最佳的指標之一。每項運動都有其最佳運動表現之專項體型與運動能力特徵(Leone et al., 2002)，先前研究量測不同等級男性與女性網球運動員的最大氧攝取量，其範圍分別介於47.5至58.5 mL·kg⁻¹·min⁻¹以及41.1至49.9 mL·kg⁻¹·min⁻¹(Christmass et al., 1998; Cooke & Davey, 2005; Davey, Thorpe, & Williams, 2003; Ferrauti, Pluim, & Weber, 2001b; Leone et al., 2002; Reilly & Palmer, 1993; Smekal et al., 2001)。而本研究的受試對象之最大攝氧量則為42.98 mL·kg⁻¹·min⁻¹，因此本研究驗證此運動員具有相當的有氧運動能力，同時也顯示網球運動的有氧特性。

本研究受試者在參與2006全國大運會甲組女子單打網球錦標賽當中，共進行四場46局的比賽，而本研究也在這些場次比賽中，以每隔5秒的時間連續量測與紀錄每一局比賽心跳率的變化，然後再將每一局的心跳率(HR)依實驗室內最大運動測試中所求得之心跳率與攝氧量的線性關係(圖2)，來推估比賽中之耗氧量。先前研究指出男子單

打心跳率(HR)與攝氧量($\dot{V}O_2$)平均範圍為每分鐘142.5至151.0跳與24.2至29.1 mL·kg⁻¹·min⁻¹(Bergeron et al., 1991; Ferrauti et al., 2001b; Reilly & Palmer, 1993; Smekal et al., 2001)，而本研究則顯示每一局比賽之平均HR與 $\dot{V}O_2$ 攝氧量平均範圍則為每分鐘158.0±10.4跳與31.8±3.1 mL·kg⁻¹·min⁻¹(約73.5±6.4% $\dot{V}O_{2max}$)，而此種性別間平均HR與 $\dot{V}O_2$ 攝氧量的差異，應該與競賽特徵、運動強度、運動環境等因素有關(吳忠芳、李建平、郭世傑, 2006; Lees, 2003)。

運動強度與心跳率的增加有關，並反映出網球運動短時間激烈運動之程度，一般在比賽開始時，心跳率會迅速增加，並隨者競賽持續而維持一段時間(圖一)，年輕運動員在單打網球競賽的平均HR範圍介於每分鐘140-160跳，整體運動強度約為60-70%的 $\dot{V}O_{2max}$ (Konig et al., 2001)，本研究與其他研究相較有較高的心跳率與攝氧量值(Bergeron et al., 1991; Davey et al., 2003; Ferrauti et al., 2001b; Smekal et al., 2003)，顯示本研究受試者於實際正式比賽時總體強度，較其他以模擬網球競賽之研究強度為高。

為了深入了解網球競賽中整體運動強度的型態與變化趨勢，本研究進一步分析此

運動員於每場比賽中最高與最低的心跳率，顯示在實際比賽中每局最高心跳率之平均為每分鐘 166.3 ± 10.9 跳，而最低的心跳率之平均則為每分鐘 148.4 ± 10.8 跳，迴歸估算後大約是實驗室最大運動測試之 $79.8 \pm 7.6\%$ $\dot{V}O_{2\max}$ 與 $67.4 \pm 7.5\%$ $\dot{V}O_{2\max}$ ，此外本研究結果也顯示每場比賽每分鐘最高與最低間的心跳變化幅度，大約為最高心跳率的 $15 \pm 4\%$ ，顯示出本研究每場比賽 HR 的變異性很大，也代表了每場比賽運動強度與強度水準是非常劇烈的改變，符合網球單打比賽是一種持續間斷與強度變化很大運動之觀點(吳忠芳、李建平、郭世傑, 2006; Lees, 2003; Smekal et al., 2001)。

本研究也顯示在贏球盤中(第一盤 8 : 5)相較於輸球盤中(第三盤 0 : 8 與第四盤 6 : 8)，有顯著較高的心跳率與攝氧量($p < .05$)需求，而進一步資料分析更顯示本研究受試者在贏球局之最大與平均心跳率皆顯著較輸球局高(表二)，也就是說在正式比賽中本研究選手贏球局(won games)的運動強度顯著較輸球局(lost games)為高，顯示出要在網球運動中贏得勝利需要較高的運動強度。因此可知網球運動員之生理特徵是影響網球比賽的輸或贏的一個決定性重要因子(Smekal et al., 2003)，因為唯有透過更好的體能，方能在各點與各局比賽的來回拉球(rallies)中，獲得更多的有效擊球，以進而獲得與累積比對手更多獲勝的點數，才能獲得最後整場球賽的勝利。

雖然心跳率的高低可用來推估個體運動強度的有效指標，然而在非連續性間歇運動情境時，卻可能會有高估的趨勢與問題

(Ballor & Volovsek, 1992)，因此雖然不可能非常精確的以比賽中心跳率之變化來推估運動強度以及 $\dot{V}O_2$ ，然而此種方法仍然可提供網球運動相關研究與專項訓練上之意義與價值(Christmass et al, 1998)。此外本研究所使用之 POLAR 無線遙測心率錶最快量測時間是以間隔五秒為單位，因此當應用於像網球般之激烈間歇型運動時，在擷取最大與最低心跳率時有其功能上之限制。雖然本研究同時搭配數位錄影機之攝影對照，並藉由量測 HR 的變化來間接推估運動強度，然而其他可能影響 HR 與 $\dot{V}O_2$ 之因素，以及無可避免之高估是後續研究必須加以注意的，此外後續研究或許可嘗試運用心率變異性(R-R Interval)的技術，來更精確的監控個體在比賽中心跳率之變化。

結論

本研究以一位優秀女性網球選手，參與 2006 全國大專運動會女子甲組單打錦標賽，共收集了四場(盤)46 局(game)正式比賽之資料，並作出以下之結論：1. 正式女子網球單打比賽之運動強度頗高，大約是 80% $\dot{V}O_{2\max}$ ；2. 正式女子網球單打比賽每局最高與最低平均運動強度變化迅速且激烈(約 12.4% $\dot{V}O_{2\max}$)；3. 正式女子網球單打比賽贏球局的最高與平均心跳率皆顯著較輸球局為高。

引用文獻

- 吳忠芳、李建平、郭世傑(2006)：網球單打比賽的生理學分析。*運動生理暨體能學報*，4，21-28 頁。
- 陳俊華、陳坤樺(2004)：預估 9-12 歲男童最大攝氧量之研究。*大專體育學刊*，6 卷 1 期，263-273 頁。
- 蔡櫻蘭、邱思慈(2006)：10-11 歲女童 20 公尺漸速來回跑測驗的信度和效度。*大專體育學刊*，8 卷 1 期，125-131 頁。
- 黎俊彥、林威秀(2002)：幼童與成人體溫調節能力差異之探討。*中華體育季刊*，16 卷 3 期，頁 9-15。
- 蘇玫尹、林嘉志、謝仲裕(2006)：以下肢長度調整階高之登階測驗的效度與信度分析。*大專體育學刊*，8 卷 2 期，87-94 頁。
- Ballor, D. L., & Volovsek, A. J. (1992). Effect of exercise to rest ratio on plasma lactate concentration at work rates above and below maximum oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(4), 365-369.
- Bergeron, M. F., Maresh, C. M., Kraemer, W. J., Abraham, A., Conroy, B., & Gabaree, C. (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *International Journal of Sports Medicine*, 12(5), 474-479.
- Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P. G., & Hartmann, P. E. (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *Journal of Sports Science*, 16(8), 739-747.
- Cooke, K., & Davey, P. R. (2005). Tennis ball diameter: the effect on performance and the concurrent physiological responses. *Journal of Sports Science*, 23(1), 31-39.
- Davey, P. R., Thorpe, R. D., & Williams, C. (2003). Simulated tennis matchplay in a controlled environment. *Journal of Sports Science*, 21(6), 459-467.
- Ferrauti, A., Bergeron, M. F., Pluim, B. M., & Weber, K. (2001a). Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology*, 85(1-2), 27-33.
- Ferrauti, A., Pluim, B. M., & Weber, K. (2001b). The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players. *Journal of Sports Science*, 19(4), 235-242.
- Kanehisa, H., Kuno, S., Katsuta, S., & Fukunaga, T. (2006). A 2-year follow-up study on muscle size and dynamic strength in teenage tennis players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(2), 93-101.
- Kay, D., & Marino, F. E. (2000). Fluid ingestion and exercise hyperthermia: implications for performance, thermoregulation, metabolism and the development of fatigue. *Journal of Sports Science*, 18(2), 71-82.
- Konig, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A., & Keul, J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 654-658.
- Lees, A. (2003). Science and the major racket sports: a review. *Journal of Sports Science*, 21(9), 707-732.
- Leone, M., Lariviere, G., & Comtois, A. S. (2002). Discriminant analysis of anthropometric and biomotor variables among elite adolescent female athletes in four sports. *Journal of Sports Science*, 20(6), 443-449.
- McLaughlin, J. E., King, G. A., Howley, E. T., Bassett, D. R., Jr., & Ainsworth, B. E. (2001). Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. *International Journal of Sports Medicine*, 22(4), 280-284.
- Reilly, T., & Palmer, J. (1993). Investigation of exercise intensity in male single lawn tennis. *Journal of Sports Science*, 11, 543-558.
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Pokan, R., Tschann, H., Baron, R., Hofmann, P., Wonisch, M., & Bachi, N. (2003). Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *European Journal of Applied Physiology*, 89(5), 489-495.
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., Tschann, H., & Bachi, N. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 999-1005.

A case report for the exercise intensity in women's tennis singles matches during an official event

Lung-Ching Liang Mei-Wen Huang Alex, J. Y. Lee*

Department of Physical Education, National HsinChu University of Education

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the exercise intensity for women's singles match during an official event. One elite female tennis athlete (20 years old, height 167 cm, weight 62 kg) joined an official singles championship and won the 7th finally. A maximal exercise test on treadmill was conducted to measure the physiological profile and calculated the linear regression between heart rate (HR) and $\dot{V}O_2$ uptake before the event. Afterwards, Digital video and HR were recorded continuously during each match to determine the intensity and estimate the $\dot{V}O_2$ uptake. Results showed that the $\dot{V}O_2$ uptake for this subject during maximal exercise test was $42.98 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. The equation for HR and $\dot{V}O_2$ uptake was $\dot{V}O_2 = 0.2979 * \text{HR} - 15.246$ ($R^2=0.91$). During this event, subject underwent four sets which included 46 games. The mean HR during each game was 158.0 ± 10.4 beat per minute (bpm) (almost to $73.5 \pm 6.4\% \dot{V}O_{2\text{max}}$). The maximum HR during each game was 166.3 ± 10.9 bpm (almost to $79.8 \pm 7.6\% \dot{V}O_{2\text{max}}$). The minimum HR during each game was 148.4 ± 10.8 bpm (almost to $67.4 \pm 7.5\% \dot{V}O_{2\text{max}}$). It is concluded that the average highest and lowest physiological demands during each game were changed drastically and rapidly. In addition, the maximal HR and mean HR in won games were significantly higher than that in lost games during this official event ($p < 0.05$).

Keywords: Tennis, Heart Rate