中原體育學報第九期105年12月
ISSN：2227-7749
10.6646/CYPEJ.2016.9.58

airiti

甲組女子羽球選手耐力與專項能力之研究

高幸利[1]、陳德盛[2]、張嘉澤[2]、蘇榮立[3]
[1]長庚科技大學、[2]國立體育大學、[3]中原大學

摘要

探討國內女子甲組選手有氧耐力、專項速度的及乳酸代謝的能力之相關，並觀察模擬比賽之運動表現與生理變化。方法：11 名甲組女子羽球員（年齡 18.13 ± 1.55 歲；身高 165 ± 4.24 公分；體重 56.91 ± 2.88 公斤；訓練球齡 7.82 ± 1.17 年），進行（一）羽球專項速度檢測；（二）模擬比賽；（三）Cooper 12 分鐘跑；分別收集跑步距離、專項速度、乳酸、心跳率、比賽時間、每分擊球數等結果，並計算乳酸形成率。皮爾遜積差相關、相依樣本 *t* 檢定分析各數值。結果：基礎有氧檢測距離 2468.64 ± 123.39m，模擬比賽最高乳酸值 4.80 ± 1.63 mmol/L。耐力能力與專項速度乳酸形成率（r = - 0.57）、模擬比賽乳酸峰值呈負相關（r = - 0.59）；羽球專項速度與模擬比賽乳酸形成率呈負相關（r = - 0.61）。第二局每分擊球數與比賽時間呈正比（r = 0.55），模擬比賽血糖與乳酸值隨局數增加而升高（p < .05）。結論：羽球比賽之恢復與生理壓力可能與專項速度能力與耐力能力有關。我們建議優秀女子羽球選手須提高專項速度與有氧能力來降低訓練與比賽中累積性的疲勞。

關鍵詞：隔網運動、最大攝氧量、羽球 Y 字型專項測試、訓練

通訊作者：蘇榮立 32023 桃園市中壢區 200 號
中原大學體育室
TEL：03-2651643　　Email：jungli@cycu.edu.tw
收件日期：8 月 02 日/修訂日期：9 月 02 日/接受日期：10 月 15 日

壹、 緒論

一、研究背景

2006年賽制實施後，縮短了比賽時間，以2008年奧運例，顯示男子與女子每局分別減少為10與8分鐘，總時間則介於28-40分鐘之間（Javier, Adrian, Pablo, & Javier, 2013）。雖然得分數增加，然而因落地得分的關係，使得單分擊球數、擊球次數與雙方來回數減少，女子球數亦大幅下降（Ming, Keong, & Ghosh, 2008；鄭永成、謝豐盛、陳德盛，2010）。國內每局平均時間稍長，男女每局平均為18.6與16.1分鐘（涂國誠，2007），而羽球選手每一分擊球平均時間介於4 - 6秒之間（Faude, Meyer, Rosenberger, Fries, Huber, & Kindermann, 2007；Ming et al., 2008）。然而，在持續21分的短時間高強度負荷下，隨著與對手來回次數增加，無氧醣解系統也會逐漸提高能量供應的比例，既使是三至五局的比賽也會使生理產生累積性的負荷，進一步造成疲勞，如乳酸值上升與其他物質的堆積，從而干擾肌肉收

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

縮、限制神經傳導速度及能源的利用，最終導致運動表現下降（Stamford, Weltman, Moffatt, & Sady, 1981）。當乳酸的產生高於移除速度時，將造成乳酸的堆積，這可能與運動強度有關 (MacRae, Dennis, Bosch, & Noakes, 1992)。因此 Favier, Constable, Chen, and Holloszy (1986)和Donovan and Pagliassotti (1990)指出良好的耐力能力有助於降低負荷中乳酸形成的速度並提高乳酸移除的效率，加速運動恢復。判斷運動中乳酸形成率也可用來評估選手恢復的效率，也建議最佳乳酸形成率應小於0.5mmol/l•s (Mader, 1994)。Kinndermann and Keul (1977)指出，羽球比賽結束後最大乳酸平均值為 5mmol/l。擊球及休息時間比為7：15秒，擊球心跳高於最大心跳率90% (Phomsoupha & Laffaye, 2015)。國內女子每局比賽時間較長，可能是由於較長的擊球次數，在固定局與分間的休息規定下，若能在每次間歇之間能有更快的恢復能力，能有助於提高運動表現。Fuchs, Faude, Wegmann, and Meyer (2014) 指出，羽球選手應具備良好的有氧能力，其中，有氧能力被認為與疲勞恢復具有指標性意義，評估有氧能力，依環境區分為實驗室內（例：最大攝氧量測試、有氧-無氧閾值測試等）與室外（Yo-Yo測驗、20公尺多階段折返測驗、Cooper 12分鐘跑等）兩種環境；依照團隊實施之適用性與時間考量，Cooper提出的12分鐘跑有氧耐力的測驗方式之一（Cooper, 1968; Ward, Ebbeling, & Ahlquist, 1995），與最大攝氧量具有高度相關性（Grant, Corbett, Amjad, Wilson, & Aitchison, 1995; Zwiren et al., 1991）。

Wonisch, Hofmann, Schwaberger, von Duvillard, and Klein (2003) 以固定3點連續漸增跑來評估羽球選手的專項體能，用於評估選手在球場上移動能力，廣泛使用於評估羽球專項速度表現。有別於基礎有氧耐力與專項能力，模擬比賽是另一個被用來檢測運動表現與訓練的方式，該比賽常以較少範圍（例如：減少時間或局數）進行。模擬比賽除了與實際比賽具有相似的體能需求外，並具有改善技術表現和專項體能的效果 （Gabbett, Jenkins, & Abernethy, 2009; Halouani, Chtourou, Gabbett, Chaouachi, & Chamari, 2014）。然而，有氧能力、專項速度、與模擬比賽三者對國內甲組女子選手之生理數值-乳酸具有相關性仍有待釐清。故本研究以甲組女子羽球選手之基礎有氧及專項羽球測驗，以及模擬比賽方式蒐集相關數據，用以了解選手的有氧能力狀態，並進一步探討是否能藉由有氧能力測驗與專項和模擬賽的表現之數據，提供教練實際應用時，分析選手基礎體能與專項能力的建議。本研究問題說明如下：（一）基礎、專項檢測與模擬比賽對乳酸值之相關；（二）模擬比賽負荷、時間與球數分析；（三）基礎、專項與模擬比賽之相關分析。

貳、研究方法

一、研究對象

11 名台灣女子甲組羽球員（年齡 18.13 ± 1.55 歲；身高 165 ± 4.24 公分；體重 56.91 ± 2.88 公斤；訓練年數 7.82 ± 1.17 年），檢測前完整說明實驗目的、內容、流程與風險，並經參與者家長與教練同意後，填寫受試者同意書與疾病調查表。整個檢測中避免額外激烈運動，並要求維持日常生活作息以及飲食，暫時停止攝取任何增能食品，每項測試間隔一天（三項檢測在一週內完成）。本研究時間為選手年度訓練週期中的專項期第一期（設定第一期指選手已經經過準備期階段之基礎體能的建立與專項技巧的訓練，並準備進入比賽期的能力穩定改善）。

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

airiti

二、研究檢測與流程

檢測依序為

（一）羽球專項速度檢測

（二）模擬比賽

（三）基礎有氧耐力檢測。

（四）羽球專項速度檢測

Y 字型三點連續移位方式（Wonisch et al., 2003）進行，開始速度 0.6 m/s，每 6 拍結束記錄心跳率（Polar 610i, Finland）並採集耳垂乳酸血液(Biosen C line, EKF Diagnostic, Germany)；每一階段速度上昇 0.1 m/s，測試持續至選手個人所能夠承受之最大負荷為止；進行測驗時，受試者需達到以下測驗要求：1、受試者移動至 M1 和 M2 時，球拍需做出放小球的動作並碰觸到羽球網；2、進行測驗時，受試者的身體必須越過四個標記區（M1、M2、M3、CP）上方，才屬合格動作；3、移動至 M3 時，需做出跳躍殺球的動作，場地與移動順序如圖一。

圖一 羽球專項速度檢測

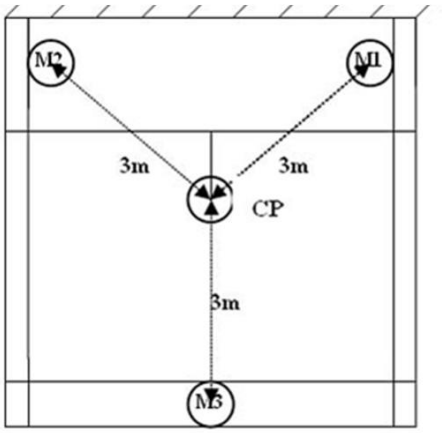


圖1. 羽球專項速度檢測

動作每一趟依序為：CP→M1→CP→M2→CP→M3→CP

中心點CP中心點至圓圈邊線半徑距離為25公分。

（二）單打模擬比賽

依正式比賽規則進行，每位選手共進行二局，局間休息60秒並採集乳酸、血糖並記錄心跳率，第二局結束後採集比賽結束後一、三、五、七及第十分鐘)，比賽過程中亦記錄比賽時間、每分擊球數（shots per rally, 指每一分發球開始，一人與對方來回擊球直至球落地被判為死球的擊球數)。

（三）基礎有氧耐力檢測

Cooper 12 分鐘跑（Cooper, 1968) 作為有氧耐力檢測，測驗方式為受測者在400公尺標準的室外操場進行12分鐘跑，測驗過程中盡個人能力所完成的距離做為評斷個人基礎耐力之依據，並以此距離(最小距離單位為一公尺）依公式推算最大攝氧量:(測驗完成距離 －504.9）÷ 44.73 = VO2max 計算最大攝氧量（Zwiren et al., 1991; Grant et al., 1995）。

三、資料處理

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

所有數據以描述性統計來分析受試者資料。皮爾遜積差相關分析有氧檢測距離與羽球專項速度與模擬比賽之乳酸形成率及最高值，專項速度與比賽乳酸形成率，以及模擬比賽球數與比賽時間之相關。乳酸形成率 =（乳酸值最大值-安靜乳酸值）÷（運動時間-常數），本研究運動時間為 10 秒，對照常數為 4（Mader, 1994）。相依樣本 t 檢定比較兩局比賽間各數值之差異。所有統計分析皆使用 SPSS 第 19.0 版套裝軟體，考驗水準定為 α = .05。

參、結果與討論

一、基礎、專項檢測與模擬比賽對乳酸值之相關

選手專項速度、乳酸形成率、基礎有氧耐力檢測與最大攝氧量等換算結果如表一，有氧耐力檢測顯示，12 分鐘跑平均距離結果為 2468.64 ± 123.39 公尺，最遠距離為 2705 公尺；模擬比賽的乳酸最高值（La_{max}）為 4.80 ± 1.63 mmol/l。羽球專項速度為 1.75 ± 0.10 m/s；專項乳酸形成率平均為 0.34 ± 0.24 mmol/l•s，模擬比賽的乳酸形成率為 0.38±0.15 mmol/l•s，結果如表一所示。綜合相關分析如下，耐力檢測對專項乳酸形成率（r = - 0.57, p < .05）與模擬比賽乳酸最高值（r = -0.59, p < .05）呈現負相關。羽球專項速度對專項乳酸形成率（r = - 0.39, p < .05）和模擬比賽乳酸形成率（r = - 0.61, p < .05）也呈負相關，如表二所示。

表一 個人基礎與專項檢測數據

No	專項速度 (m/s)	羽球專項 La_{rate}	模擬比賽 La_{rate}	模擬比賽 La_{max}	距離（m）	預估最大攝氧（ml/kg/min）
1	1.8	0.269	0.33	4.12	2705	49.17
2	1.7	0.326	0.341	4.19	2485	44.26
3	1.8	0.263	0.189	3.18	2540	45.49
4	1.7	0.128	0.365	4.32	2440	43.25
5	1.8	0.67	0.383	4.79	2410	42.58
6	1.7	0.169	0.663	8.3	2505	44.7
7	1.9	0.192	0.272	3.94	2600	46.83
8	1.7	0.375	0.181	2.56	2390	42.13
9	1.8	0.162	0.388	4.73	2350	41.24
10	1.8	0.266	0.518	6.45	2480	44.14
11	1.5	0.918	0.531	6.22	2250	39
Mean	1.75	0.34	0.38	4.80	2468.64	43.89
SD	0.10	0.24	0.15	1.63	123.39	2.76

表二 基礎檢測及專項能力與乳酸形成率之相關

檢測	乳酸指標	相關值(r)
基礎耐力距離	專項乳酸形成率	- 0.57
	模擬比賽乳酸形成率	- 0.26
	模擬比賽乳酸最高值	- 0.59
羽球專項速度	專項乳酸形成率	- 0.39
	模擬比賽乳酸形成率	- 0.61

二、模擬比賽負荷、時間與球數分析

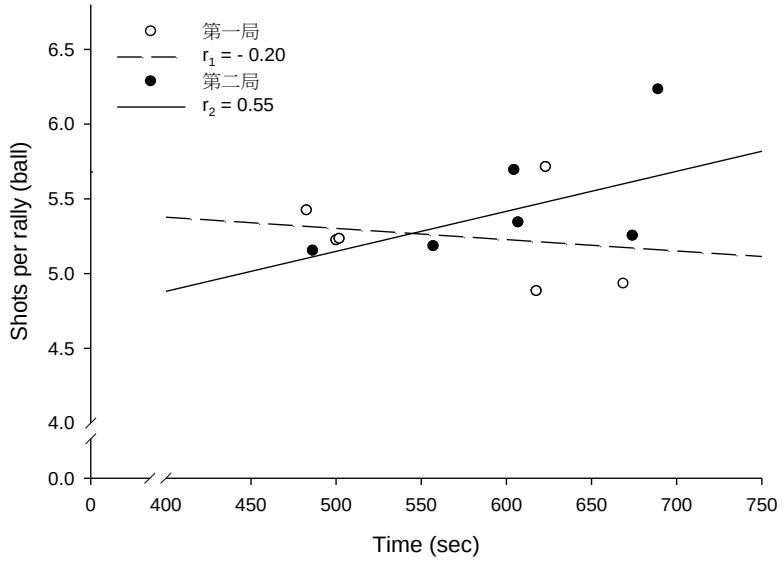
ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

模擬比賽的第一、二局乳酸值分別為3.5 ± 1.9及4.1 ± 2.3 mmol/l，平均心跳率為173及179 bpm，比賽時間分別為9.3及9.9分鐘，第二局的心跳率與比賽時間顯著高於第一局（$p < .05$）。乳酸、每分擊球數與每局總擊球數第二局也呈現上升的趨勢，但未達顯著差異（如表三）。第二局的每分擊球數與比賽時間呈現正相關（$r = 0.55$），如圖四所示。乳酸與血糖曲線時序圖顯示(圖五)，模擬比賽第二局乳酸達到最高值（4.1 ± 2.3 mmol/l），顯著高於安靜值（1.2 ± 0.3 mmol/l, $p<.05$），隨著比賽結束至第五分鐘亦顯著下降至（3.3 ± 1.9 mmol/l, $p< .05$）；血糖值雖然第一局相較於安靜值呈現下降趨勢（R: 4.8 mmol/l vs. G1: 4.5 mmol/l），但未達顯著差異；不過與第一局比較，第二局與賽後第五分鐘（G1 vs. G2: 5.4 ± 0.6 & E5: 5.7 ± 0.7 mmol/l))的血糖值顯著上升（$p< .05$）。

表三 模擬比賽兩局負荷與球數

	HR (bpm)	La (mmol/l)	Shots per rally	Total shots per game	Duration (min)
R	70.3±1.7	1.2±0.3			
G1	173.6±6.1#	3.5±1.9#	5.3±0.3	195.7±14.4	9.3±1.2
G2	179.3±7.0#	4.1±2.3#	5.4±0.3	203.73±23.6	9.9±1.2
p	P=0.04*	P=0.10	P=0.38	P=0.32	P=0.02*

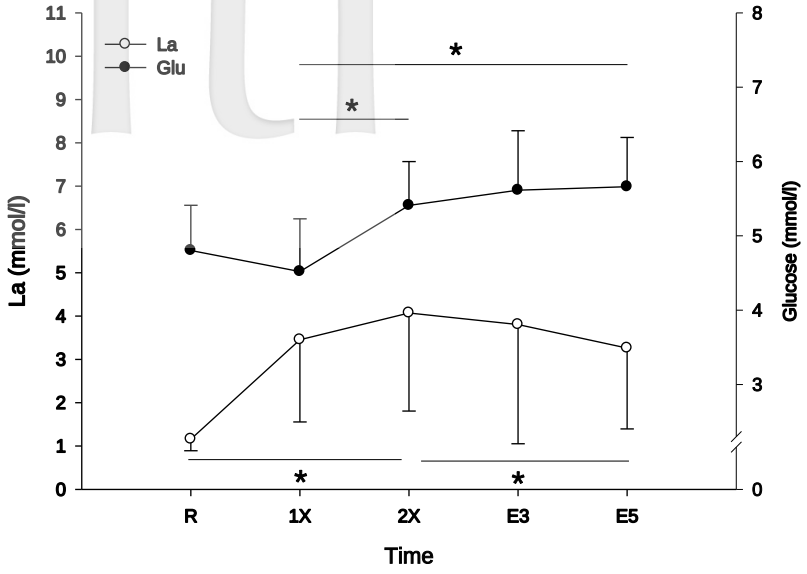
比賽局(game, G)；每分平均擊球數（Shots per rally)；每局總擊球數(Total shots per game)；每局比賽時間（Duration)；模擬比賽之局與局間若達顯著差異以*($p < .05$)表示。與安靜值比較達顯著差異以#（$p < .05$)表示。



圖二 每球局數與比賽時間關係圖

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

airiti



圖三 模擬比賽乳酸與血糖時序圖

註：R, G1, G2, E3, E5 分別為安靜值、第一、第二局、模擬比賽結束後第三與第五分鐘，*表示顯著差異（$p < .05$）。

三、基礎、專項與模擬比賽之相關分析

依據Cooper（1982）12分鐘跑走及最大攝氧能量水準對照表，顯示本研究對象的有氧能力介於「普通-良好」的等級。對照最大攝氧量，本研究對象（推估約VO_{2max} = 42.9 ml/kg/min）整體平均低於德國女子成人（VO_{2max} = 50.3 ml/kg/min)與西班牙青少年女子羽球選手(VO_{2max} = 49.6 ml/kg/min)，與巴西少年女子羽球隊相近(VO_{2max} = 42.9 ml/kg/min)(Faude et al., 2007; Campos et al., 2009; Ramos Á lvarez et al., 2013)。過去研究對照本研究結果顯示，有氧能力水準有待加強。此外，本研究發現有氧能力較佳者，在模擬比賽的的最高乳酸值呈現較低的趨勢。

Faude et al.（2007）以實際比賽顯示強度約為73% VO_{2max}，指出ATP-CP 與有氧能量系統為羽球項目重要的能量路徑。比賽型態而言，每次擊球數與來回時間非常短暫，每分擊球介於5.9 - 8.0拍，據澳洲與國際選手交叉研究後發現，1 - 4拍佔39 - 52%，5 - 8拍佔約26 %，整場比賽中在8拍內結束的擊球佔50 - 80%，每次擊球間主要以ATP – CP 為主要能量來源（Oswald, 2006）。每次發球至落地後到再次發球開始之間的時間亦相對縮短，所以比賽中能較快速恢復的選手，才能持續保持相對較佳的競技狀態，這需仰賴於良好的有氧能力（Hughes, 1995）。由表一可發現，1、7號選手有氧基礎檢測距離為最遠，其羽球專項與模擬比賽的乳酸形成率低於整隊平均值，且7號選手的羽球專項速度為最快。第11號選手的有氧檢測距離最短，也反應在模擬比賽與羽球專項檢測有較高的乳酸形成率，其羽球專項速度最低，模擬比賽後乳酸最高值也高於平均。綜合上結果顯示，基礎耐力能力佳者，在專項檢測呈現較低的乳酸形成率，與模擬比賽最高值也呈現負相關。因此，除了無氧能力以外，擁有較佳的有氧能力有助於促進運動中恢復，降低訓練與比賽時乳酸的形成，以保持較佳的競技狀態。

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

airiti

四、模擬比賽差異分析

Fernandez-Fernandez, de la Aleja Tellez, Moya-Ramon, Cabello-Manrique, and Mendez-Villanueva（2012）指出，羽球賽後乳酸值介於3.2 ± 1.8 mmol/l、最大心跳百分比170 - 179 bpm（HRmax 85 - 89%）與本研究結果相近，並表示越接近比賽後段，會產生更高生理負荷與強度。這可能可以解釋本研究中第二局心跳率上升，與乳酸呈上升趨勢的原因。相較於發球得分制，羽球比賽平均心跳率介於最大心跳率的86 - 83%（Majumdar et al., 1997; Liddle, Murphy, & Bleakley, 1996），比賽乳酸介於3.8 - 4.7mmol/l間（Majumdar et al., 1997; Cabello-Manrique & Gonzalez-Badillo, 2003），顯示兩種賽制對於生理負荷差異不大。模擬比賽以兩局的分析發現，血糖從安靜值至第一局呈現微幅下降趨勢，但並未達到顯著差異，然而的二局血糖則呈現顯著上升，乳酸亦為相同趨勢，對照於心跳率與比賽時間有一致的現象。血糖是運動中重要的能量來源，運動強度的變化與血糖利用的比率呈相對應的關係，與活動肌群招募的多寡有關。雖然運動中的高或低血糖現象都可能發生，排除食物的攝取，有可能是由於肝醣分解或糖質新生所致（Coggan, 1991）。實際的比賽可能激發出更高的生理壓力，使得腎上腺素、正腎上腺素與兒茶酚胺產生一連串反應，刺激非葡萄糖之能量來源轉化來供應能量，並伴隨著血糖濃度與乳酸值的升高(Weltman et al., 1994; Weiler et al., 1997)。上述研究部分能解釋第二局擊球數與比賽時間為正相關的原因，是由於累積性的負荷與比賽時對於對手了解程度提高，而有延長比賽時間的可能性。本研究之模擬比賽呈現乳酸與血糖顯著上升的現象，但實際真正比賽之中，可能因對手強度提高，而產生更大幅度的變化。一篇以國際級羽球選手，以單打15分鐘模擬比賽顯示，每分擊球時間約為5.5 ± 4.40秒，休息時間約11.4 ± 6.0秒，平均擊球拍數為5.1 ± 3.9次（Faude et al., 2007）。鄭賀珍、陳弘彬（2009）根據2006年優霸盃探討優秀女子羽球運動員比賽時間結果平均為15.24 ± 4.61分鐘，每分擊球拍數為6.88 ± 1.40次，最多擊球數為20.12 ± 6.34次。上述研究得知，羽球屬於無氧性間歇模式的運動，就比賽時間結構，從發球開始至成為死球到下一球開始時間呈現1 : 1至1 : 2之間。在這過程中，選手一直處在動態恢復的狀態，並藉此短暫的時間快速的再合成磷酸肌酸（phosphocreatine, PCr）；而磷酸肌酸再合成的能力必須取決於是否具備良好的有氧能力（Tomlin & Wenger, 2001）。羽球專項速度越佳者可能在賽場中有較快的移動速度，極短時間內（2 - 5s）的運動模式，即ATP - CP 系統供能比例高於無氧醣酵解系統，產生較低的乳酸值，因此呈現低乳酸形成率的趨勢（Phomsoupha & Laffaye, 2015）。在本研究亦發現，較佳的專項速度表現與模擬比賽之乳酸形成綠呈現負相關的趨勢。有氧能力與乳酸形成率呈現負相關，顯示有氧能力好的選手有利於訓練與比賽時壓力負荷的降低與促進恢復的效果。羽球競賽時肌肉快速收縮的速度有助於展現於接發球與移動性技能，提高攻擊戰術的執行成功率，當比賽節奏是快速的情況下，加速恢復的能力須仰賴於良好的耐力水準（Laffaye, Phomsoupha, & Dor, 2015）。

肆、結論與建議

一、結論

基礎耐力較佳者有較低的專項速度及模擬比賽的乳酸形成率，專項速度能力佳能有較低的模擬比賽乳酸最高值。隨著比賽局數增加，會增加來回擊球次數進

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

airiti

一步造成心跳率增加與比賽時間延長，進一步對運動表現產生負面影響。

二、建議

根據本文研究結果，發現本研究對象之有氧能力較國外選手低，建議未來教練選手除了擊球技術與戰術層面訓練外，可提高選手專項速度，縮短比賽時移動時間以提高擊球準確性，並藉由有氧耐力的提升改善賽中與賽後恢復的能力

參考文獻

涂國誠（2007）。羽球新規則的實施對單打競賽時間結構及技術使用率的影響。體育學報，40（3），129-141。

鄭永成、謝豐盛、陳德盛（2010）。甲組羽球男女比賽球數、拍數與拍數時間之關係與訓練調 整。**2010 體育運動學術團體聯合年會暨學術研討會**：新北市。

鄭賀珍、陳弘彬（2009）。21 分制羽球比賽男、女單打優秀運動員比賽時間、連續擊球拍數及最多連續得分之差異分析。嘉大體育健康休閒期刊，8（1），148-156。

Cabello Manrique, D. C., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. British Journal of Sports Medicine, 37(1), 62-66.

Campos, D., Bobroff, L., Mastraseusa, V., Dourado A. C., & Reeberg, L.C. (2009). Anthropometric profile and motor performance of junior badminton players. Brazilian Journal of Biomotricity, 3(2), 146-151.

Coggan, A. R. (1991). Plasma glucose metabolism during exercise in humans. Sports Medicine, 11(2), 102-124.

Cooper, K. H. (1968). A means of assessing maximal oxygen uptake. Journal of American Medical Association, 203(3), 201-204.

Cooper, K.H. (1982). The aerobic program for total well-being. New York: Bantam Books.

Donovan, C. M. and Pagliassotti, M. J. (1990). Enhanced efficiency of lactate removal after endurance training. Journal of Applied Physiology, 68(3), 1053-1058.

Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G., & Kindermann, W. (2007). Physiological characteristics of badminton match play. European Journal of Applied Physiology, 100(4), 479-485.

Fernandez –Fernandez, J., de la Aleja Tellez, J., Moya-Ramon, M., Cabello-Manrique, D., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Gender differences in game responses during badminton match play. Journal of Strength & Conditioning Research, 27(9), 2396-2404.

Favier, R. J., Constable, S. H., Chen, M., Holloszy, J. O. (1986) Endurance exercise training reduces lactate production. Journal of Applied Physiology, 61(3), 885-889.

Fuchs, M., Faude, O., Wegmann, M., & Meyer, T. (2014). Critical evaluation of a badminton-specific endurance test. International Journal of Sports Physiology and Performance, 9(2), 249-255.

Gabbett,T., Jenkins, D., & Abernethy, B. (2009). Game-based training for improving skill and physical fitness in team sport athletes. International Journal of Sports Science and Coaching, 42(2). DOI: http://dx.doi.org/10.1260/174795409788549553

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

Grant, S., Corbett, k., Amjad, A. M., Wilson, J., & Aitchison, T. (1995). A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. British Journal of Sports Medicine, 29, 147-152. doi:10.1136/bjsm.29.3.147.

Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: a brief review. Journal of Strength & Conditioning Research, 28(12), 3594-3618.

Hughes, M. G. (1995). Physiological demands of training in elite badminton players. In: Reilly T, Hughes M, Lees A, eds. Science and rackets sports. London: E & FN Spon,

Javier, A. V., Adrian, C., Pablo, A., & Javier, S. (2013). Temporal and notational comparison of badminton matches between men's singles and women's singles. International Journal of Performance Analysis in Sport, 13(2), 310-320.

Kinndermann, W., Keul, J. (1977). Lactate acidosis with different forms of sport activities. Canadian Journal of Applied Sport Science, 2, 177-182.

Laffaye, G., Phomsoupha, M., & Dor, F. (2015). Changes in the game characteristics of a badminton match: a longitudinal study through the olympic game finals analysis in Men's singles. Journal of Sports Science and Medicine, 14(3), 584-590.

Liddle, S. D., Murphy, M. H., & Bleakley, W. (1996). A comparison of the physiological demands of singles and doubles badminton: a heart rate and time-motion analysis. Journal of Human Movement Studies, 30, 159-176.

Mader, A. (1994). Aussagekraft der Laktatleistungskurve in Kombination mit anaeroben Tests zur Bestimmung der stoffwechselkapazität. In Böning, D., Clasing, D., & Weicker, H. (1994). Stellenwert der Laktatbestimmung in der Leistungsdiagnostik. Stuttgart; Jena; New York; Fischer.

MacRae, H. S., Dennis, S. C., Bosch, A. N., & Noakes, T. D. (1992). Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. Journal of Applied Physiology, 72(5), 1649-1656.

Majumdar, P., Khanna, G. L., Malik, V., Sachdeva, S., Arif, M., & Mandal, M. (1997).Physiological analysis to quantify training load in badminton. British journal of sports medicine, 31(4), 342-345.

Ming, C. L., Keong, C. C., Ghosh, A. K. (2008). Time motion and notational analysis of 21 point and 15 point badminton match play. International Journal of Sports Science and Engineering, 2(4), 216-222.

Oswald, E. (2006). A computer-aided comparison of the playing pattern of the world's top male players and Austrian top male players in single badminton. Proceedings of the IV World Congress of Science and Racket Sports. Alcoy: Alto Rendimiento.

Phomsoupha, M. and Laffaye, G. (2015). The science of badminton: game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. Sports Medicine, 45(4), 473-495.

Ramos Álvarez, J.J., Del Castillo Campos, M.J., Polo Portes, C., Ramón Rey, M., & Bosch Martín, A. (2013). Analysis of the physiological parameters of junior Spanish badminton players. International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport.
http://cdeporte.rediris.es/revista/inpress/artcaracteristicas667.pdf

Stamford, B. A., Weltman, A. Moffatt, R., & Sady, S. (1981). Exercise recovery above and below the anarerobic threshold following maximal work. Journal of

ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

airiti

Applied Physiology, 51(4), 840-844.

Tomlin, D. L. & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. Sports Medicine, 31(1), 1-11.

Weiler, B., Urhausen, A., Coen, B., Weiler, S., Huber, G., & Kindermann, W. (1997). Sportmedizinische Leistungsdiagnostik (allgemeine Laufausdauer und Sprintvermögen) und Streßhormon-Messungen im Wettkampf bei Badmintonspielern der nationalen und internationalen Spitzenklasse. Sportorthopädie–Sporttraumatologie, 13(1), 5-12.

Ward, A., Ebbeling, C. B. and Ahlquist, L. E. (1995). Indirect methods for estimation of aerobic power. In Physiological Assessment of Human Fitness (P. J. Maud and C. Forster (Eds.), Human Kinetics (pp. 37-56), Champaign, IL.

Weltman, A., Wood, C. M., Womack, C. J., Davis, S. E., Blumer, J. L., Alvarez, J., Sauer, K., & Gaesser, G. A. (1994). Catecholamine and blood lactate responses to incremental rowing and running exercise. Journal of Applied Physiology, 76(3), 1144-1149.

Wonisch, M., Hofmann, P., Schwaberger, G., von Duvillard, S. P., & Klein, W. (2003). Validation of field test for the non-invasive determination of badminton specific aerobic performance. British Journal of Sports Medicine, 37, 115-118.

Zwiren, L., Freedson, P., Ward, A., Wilkie, S., & Rippe, J. (1991). Estimation of VO2max: A comparative analysis of five exercise tests. Research Quarterly for Exercise & Sport, 62, 73-78.

中原體育學報第九期105年12月
ISSN：2227-7749 10.6646/CYPEJ.2016.9.58

airiti

A Study of Elite Female Badminton Players on Endurance and Specific Ability

Shin-Li Kao[1], Te-Sheng Chen[2], Jia-Tzar Chang[2], Jung-Li Su[3]
[1]Chang Gung University of Science and Technology,
[2]National Taiwan Sport University,
[3]Chung Yuan Christian University

Abstract

Objective: To investigate whether aerobic capacity effect of specific speed, lactate metabolism, and simulated match physiological response on elite female badminton athletes. Methods: 11 Top-level female badminton athletes (age: 18.13 ± 1.55years; height: 165 ± 4.24cm; weight: 56.91 ±2.88kg; training experience: 7.82 ± 1.17 years) were recruited to performed in three tests: 1st: specific badminton test (Y test) for specific speed ability; 2nd: Cooper 12-miniute run test for aerobic endurance; 3rd: the simulated matches were using to compare difference physiological response and performance in two inning. Additionally, distance of Cooper test, badminton specific speed performance, lactate (La), heart rate (HR), match duration, and shots per rally were record, and calculate the rate of lactate production (Larate). These parameters were studied by using Pearson product-moment correlation analysis and paired-sample t test. Results: Mean of distance on endurance test were 2468.64 ± 123.39 m, maximal La values (Lamax) of match were 4.80 ± 1.63mmol/l. The negative correlation were found between Larate of specific speed (r = - 0.57) and Lamax of match (r = - 0.59) on aerobic capacity. A positive correlation was found on number of shots per rally (2 inning) and match duration (r = - 0.55), the physiological stress increase when the rise of match duration. Conclusions: Our finding indicated that the specific speed and endurance capacity may be of importance in explaining the recovery and physiological stress on simulate match and training. Furthermore, we suggested that the top-level badminton female players need to improve on specific speed and aerobic ability to decrease cumulative effect of training and competition.

Key Words:Net Game, Maximal Oxygen Consumption (VO_{2max}), Badminton-Specific Y test, Training