

# 漸進式中等強度間歇訓練對心肺耐力、衝刺能力及爆發力之應用：以大專院校公開組男子橄欖球選手為例

謝鎮偉<sup>1,2\*</sup> 葉丁鵬<sup>1</sup> 李柏甫<sup>3</sup> 李昱叡<sup>1</sup> 陳啟中<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 天主教輔仁大學體育學系

<sup>2</sup> 天主教輔仁大學體育室

<sup>3</sup> 中國文化大學運動教練研究所

<sup>4</sup> 長榮大學運動競技學系

\*通訊作者：謝鎮偉

通訊地址：242 新北市新莊區中正路 510 號

E-mail: 032508@mail.fju.edu.tw

DOI:10.6167/JSR.202012\_29(2).0003

投稿日期：2019 年 1 月 接受日期：2019 年 4 月

## 摘 要

本研究旨在探討漸進式中等強度間歇訓練模式對於優秀大專橄欖球選手運動能力之影響。研究招募 16 位大專院校公開組男子橄欖球選手進行為期 6 週之漸進式中等強度間歇訓練計畫，採用中華民國橄欖球協會及常見之橄欖球專項運動能力測驗項目作為評量受試者運動表現之指標。每位受試者須接受 6 週之中等強度間歇訓練，每隔 2 週提升訓練介入之強度。研究結果顯示經 6 週漸進式中等強度間歇訓練後，受試者在 12 分鐘跑走、50 公尺衝刺、引體向上等測驗表現有顯著提升 ( $p < .05$ )，然而 10 秒屈伸轉體、1 分鐘仰臥起坐及 1 分鐘伏地挺身等測驗則並未觀察到顯著差異 ( $p > .05$ )。本研究發現透過衝刺型漸進式中等強度間歇訓練，對於優秀大專男子橄欖球選手之心肺耐力、衝刺能力及上肢爆發力有顯著提升，但未見其對於屈伸轉體、仰臥起坐、伏地挺身等個別肌群之效益。

**關鍵詞：**訓練強度、準備訓練、訓練效益

## 壹、緒論

橄欖球運動是屬於高強度且長時間的運動項目，比賽期間球員所面臨的負荷連續不斷且具備高危險性，球員常在反覆間歇性高強度的身體活動下進行比賽（蔡政霖、林清忠，2010）。選手們為了有高水準的運動表現，需具備良好的體能以對抗頻繁的身體碰撞，並且需要擁有持續執行高速奔跑、擒抱，及在短暫休息時間內快速恢復的能力（陳寶億、曹校章、詹宏文，2008）。陳寶億與曹校章（2006）指出，為了追求高水準的運動表現，橄欖球球員需具備七項高度分化的專項運動能力：肌力、肌耐力、瞬發力、敏捷性、速度、協調性以及心肺耐力。除了仰賴有氧系統提供能量外，在橄欖球比賽中各種加速、減速、急停、變向、傳接球、撞擊以及踢球等動作皆仰賴無氧能量系統提供大量且瞬間的能量（Gharbi, Dardouri, Haj-Sassi, Chamari, & Souissi, 2015）。

傳統長時間高量訓練（prolonged high-volume training, HVT）是許多教練為了提升選手運動表現所採用的訓練方式。HVT的運動強度大約介於選手 65 ~ 75% 的最大攝氧量（maximum oxygen intake,  $VO_{2max}$ ）、小於 80% 的最大心跳率或是乳酸值低於  $2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ （Stöggl & Sperlich, 2014）。利用 HVT 的訓練可刺激粒線體增生（mitochondrial biogenesis）、增加微血管密度（capillary angiogenesis）、提升心搏量（stroke volume）以及血漿量（plasma volume）進而提升  $VO_{2max}$ （Midgley, McNaughton, & Wilkinson, 2006）。上述的

訓練效果能有效提升有氧能量系統供給三磷酸腺苷（adenosine triphosphate, ATP）的能力使耐力型項目選手的運動表現顯著提升，但是對於高度仰賴無氧系統的運動項目則沒有顯著效果。

反觀，近年興起之高強度間歇訓練（high intensity interval training, HIIT），利用反覆高低強度的間歇訓練設計和執行方式與傳統 HVT 不同，其訓練模式可顯著提升氧氣供應率（oxygen availability）、氧氣提取率（oxygen extraction）以及氧氣使用率（oxygen utilization; Daussin et al., 2008）。Stølen, Chamari, Castagna, and Wisløff（2005）指出，HIIT 模式只需兩星期即可將攝氧峰值（peak oxygen intake,  $VO_{2peak}$ ）提升 7%。其他研究也指出 6 ~ 8 週的 HIIT 可同時提高參與有氧能量系統以及無氧糖酵解酵素的最高活性，從分析研究結果得知 HIIT 也可提升無氧能量系統的供給效率，過去研究也顯示高強度間歇運動比起中強度持續運動會有較好的心肺耐力（Jacobs, Esbjörnsson, Sylvén, Holm, & Jansson, 1987; MacDougall et al., 1998; Midgley et al., 2006）。Dupont, Akakpo, and Berthoin（2004）的研究表示經過高強度間歇運動後，足球選手的  $VO_{2max}$  及 40 公尺短跑的成績會顯著高於對照組，Fernandez-Fernandez, Zimek, Wiewelhoeve, and Ferrauti（2012）亦發現高強度間歇運動可以提升網球選手的有氧能力。

本研究回顧國內外相關文獻發現，無論 HVT、HIIT 對於提升運動員  $VO_{2max}$ 、

有氧能力等皆有相當之效益，但中等、次最大強度之間歇訓練卻鮮少國內學者進行著墨。事實上，Racil et al. (2013) 針對 HIIT 與中等強度間歇訓練 (moderate intensity interval training, MIIT) 之效果進行研究，發現經過 12 週不同模式之訓練，兩組無論在身體質量指數 (body mass index, BMI)、體脂肪、 $VO_{2max}$  以及最大有氧速度 (maximal aerobic velocity) 皆有顯著提升。而 Jiménez-Pavón and Lavie (2017) 亦認為高強度或許並非間歇訓練所能達到健康或訓練效益的唯一途徑。該研究認為 MIIT 雖不如 HIIT 在生理適應性 (physiological adaptations) 與健康的高效益，但針對過重或體能水準不佳之個體具有臨床應用之價值，可視為介入 HIIT 之基礎訓練 (Pre-HIIT step)，同時也具備較低成本且低風險之優點。

HIIT 相較於 HVT 已受到國內外許多學者之關注，且逐漸確立其定位與訓練效益，反觀 MIIT 之效益與機轉仍待釐清。就專項運動員而言，改善其運動表現除了穩定狀態訓練 (steady-state training) 外，尚須針對個別能力給予不同之刺激 (Laursen, 2010)，且不同運動強度之間歇訓練亦能有效提升運動員之無氧閾值速度與專項成績 (王珍輝，2008；黃奕達、蔡崇濱，2011)。然而，國內鮮見研究針對橄欖球專項訓練之強度變化進行探究；另一方面，橄欖球選手隨著訓練狀態之穩定，逐步增加訓練強度是否能有效提升其體能表現仍有待驗證。

本研究目的在於觀察漸進式 MIIT 對

於我國大專院校公開組男子橄欖球選手運動能力之影響，利於日後橄欖球運動能力訓練處方的設計。

## 貳、研究方法

### 一、研究設計

本研究採類實驗研究 (quasi-experimental study)，以單組前後測之設計 (single-group pretest-posttest design) 進行 6 週漸進式 MIIT 的介入，觀察受試者在介入前與介入後之行為反應。此設計之優點為較符合實際情境，對變項控制較少，且樣本較容易取得 (Polit & Hungler, 1991)。然而目前臺灣尚未有探討橄欖球選手體能狀態的明確研究，故本研究參考中華民國橄欖球協會及過往相關文獻所使用的專項運動能力測驗作為檢測方法 (王裕翔、廖翊宏、孫正諺、周峻忠，2014；陳啟中，2013)。

所有受試者於實驗開始前，須先接受前測，包含：50 公尺衝刺跑、12 分鐘跑走、1 分鐘仰臥起坐、1 分鐘伏地挺身、BMI。其後施以 6 週 MIIT，並在介入完成後，依據 Bompa 與 Haff 之指引，減少訓練量一週之時間，再次進行後測資料蒐集，以排除因訓練介入導致的肌肉疲勞而影響表現 (劉立宇等人，2011)。所有受試者皆經由研究人員詳細說明實驗內容及流程之後填寫同意書，並通過美國運動醫學會訂定之運動前健康安全問卷 (Physical Activity Readiness Questionnaire, PAR-Q) 之篩選，確保受試者在安全無慮的情況下進行訓練介入。

## 二、研究對象

本研究以 16 位我國大專院校公開組男子橄欖球選手為研究對象。所有參與研究之對象皆須接受體位量測及專項運動能力測驗作為參考依據，分述如下。

### (一) 體位量測

本研究體位測量利用 InBody 公司出產之全自動身高體重計 (BSM 370, Beijing, China) 測量受試者的身高及體重，同時取得受試者的 BMI，單位為  $\text{kg}/\text{m}^2$ 。受試者平均年齡為  $19.81 \pm 1.47$  歲，身高為  $175.69 \pm 5.52$  公分，體重為  $81.33 \pm 13.27$  公斤，BMI 為  $26.27 \pm 3.47 \text{ kg}/\text{m}^2$ 。

### (二) 專項運動能力測驗

1. 50 公尺衝刺跑：受試者全力衝刺 50 公尺，所測得時間以「秒」為單位。每一選手須完成兩次衝刺以取得平均秒數。若兩次衝刺秒數變異係數 (coefficient of variation, CV) 大於 5% 則選手須完成第三次衝刺。每回合衝刺間隔為 5 分鐘。
2. 12 分鐘跑走：測驗受試者在 12 分鐘內所能涵蓋的總距離，以「公尺」為單位。
3. 1 分鐘伏地挺身：起始動作為雙手與肩同寬並伸直，背部挺直，以腳趾為支點。身體下降至下巴碰觸地面，但腹部不可碰地。記錄 1 分鐘連續伏地挺身次數。
4. 1 分鐘仰臥起坐：受試者仰臥平躺於地面，雙手交叉胸前，雙膝屈曲約 90 度，利用腹部收縮使上身坐起。記錄 1 分鐘反覆次數。
5. 10 秒鐘屈身轉體：

- (1) 受試者背牆而立 (離牆約一腳掌長)，雙腳張開約一肩寬，彎腰，屈膝，雙手指尖觸膝，臀部以不觸牆為原則。
- (2) 聞「預備」、「起」之口令後即快速直立，轉身扭腰伸展，二手手掌均高過頭部，後手觸摸身後牆上標「口」之垂直中線，而後恢復呈檢備狀態，計為一次，10 秒內左右反覆操作計次。

6. 引體向上：受試者雙手以正握法握牢單槓，約與肩同寬，雙臂打直。引體向上，直至下巴超過單槓。然後還原至雙臂打直懸垂之姿勢。如此反覆至不能繼續為止。僅予一次測驗機會。

## 三、介入方法與流程

受試者在接受訓練或測驗之前必須先填寫受試同意書，並詳細瞭解實驗細節。為求實驗嚴謹，所有受試者都被提醒在訓練過程中務必盡力完成所有訓練課表及測驗項目。本研究受試者除了接受既有之專長技術訓練外，需另外接受為期 6 週、每週兩次、每次 2 小時之 MIIT。每週訓練課表如表 1，間歇訓練之訓練強度依據參考資料，設定為最大衝刺能力的 70 ~ 80%，其計算方式參考 Racil et al. (2013) 以及黃奕達與蔡崇濱 (2011) 等研究之最大速度百分比法進行修訂，本研究以受試者 400 公尺衝刺之最佳成績作為基準，詳述如下：例如某選手 400 公尺最快成績為 60 秒，則此選手 70% 衝刺強度為  $60 \text{ 秒} \times [100\% + (100\% - 70\%)] = 60 \text{ 秒} \times 130\% = 78 \text{ 秒}$ 。

表 1 訓練課表

時間	星期一	星期二	星期三	星期四	星期五
06:00 ~ 08:00	重量訓練	間歇訓練	重量訓練	間歇訓練	重量訓練
15:30 ~ 17:30	基本練習、分組練習、團體練習				

資料來源：本研究整理。

漸進式強度間歇訓練之訓練強度設計以第一至二週為 70%，第三至四週為 75%，第五至六週為 80% (詳見表 2)。

#### 四、統計方法

本研究使用 IBM SPSS 25 軟體進行資料分析，所有分析數值皆使用平均數 ± 標準差表示。所測得之各專項運動能力前測與後測數值使用相依樣本 *t* 檢定 (paired *t* test) 進行分析，皆採雙尾檢定，顯著水準為  $p < .05$ 。

## 參、結果

### 一、心肺耐力與衝刺能力表現之比較

本研究之漸進式強度間歇訓練介入後，心肺耐力測驗之 12 分鐘跑走 (有氧能量系統) 及爆發力測驗之 50 公尺衝刺 (無氧能量系統) 表現之差異比較如表 3 所示。心肺耐力部分，訓練後受試者的 12 分鐘跑走成績有顯著提升 (前測為  $2,611.88 \pm 236.88$  公尺，後測為  $2,771.88 \pm 200.14$  公尺， $p < .01$ )，改變率 ( $\Delta 12$ ) 為  $6.39 \pm 4.94\%$ 。衝刺能力方面，測驗結果顯示訓練後受試者 50 公尺衝刺表現亦有顯著進

表 2 六週漸進式強度間歇訓練課表

週次	星期	訓練內容	強度設定
1 ~ 2	二、四	400 (m) × 3 趟	70%
		200 (m) × 5 趟	
		100 (m) × 8 趟	
		50 (m) × 12 趟	
3 ~ 4	二、四	400 (m) × 3 趟	75%
		200 (m) × 5 趟	
		100 (m) × 8 趟	
		50 (m) × 12 趟	
5 ~ 6	二、四	400 (m) × 3 趟	80%
		200 (m) × 5 趟	
		100 (m) × 8 趟	
		50 (m) × 12 趟	

資料來源：本研究整理。

註：每趟休息時間為 15 秒，每組間休息時間為 3 分鐘。

表 3 心肺耐力與衝刺能力於漸進式中等強度間歇訓練介入前後之比較

項目	前測	後測	<i>p</i> values
12 分鐘跑走 (m)	2,611.88 ± 236.88	2,771.88 ± 200.14	< .01
50 公尺衝刺 (s)	6.40 ± 0.33	6.13 ± 0.39	< .01

資料來源：本研究者整理。

註：N = 16。

步 (前測為 6.40 ± 0.33 秒，後測為 6.13 ± 0.39 秒， $p < .01$ )。改變率 ( $\Delta 50$ ) 為 -4.25 ± 2.11%。

## 二、肌力與肌耐力表現之比較

本研究肌力與肌耐力之結果如表 4。整體而言，漸進式強度間歇訓練對於肌力與肌耐力的訓練效果有限，僅於引體向上測驗中觀測到顯著差異 ( $p = .010$ )；其餘測驗項目如 1 分鐘伏地挺身 (前測為 46.25 ± 9.71 次，後測為 50.06 ± 10.08 次， $p = .051$ ) 與 1 分鐘仰臥起坐 (前測為 48.50 ± 7.27 次，後測為 48.88 ± 6.39 次， $p = .730$ ) 以及 10 秒屈身轉體之後測成績雖然都有進步，但統計上皆未達顯著標準。

## 肆、討論

本研究之目的在於探討漸進式 MIIT

對於我國優秀大專男子橄欖球選手運動能力之影響。結果顯示，每週 2 次且維持六週之漸進式強度間歇訓練對於提升橄欖球員心肺耐力、衝刺能力以及引體向上有顯著影響，推測該訓練對於激發運動員體內有氧及無氧能量系統酵素之活化有正面之影響，進而提升選手的心肺耐力以及衝刺能力與引體向上之表現。

傳統上 HVT 雖亦能達到與 HIIT 相同之成效，但 HIIT 之訓練效益較高。例如 Scribbans et al. (2014) 發現 6 週的高強度訓練 (high intensity training, HIT) 訓練對於  $VO_{2peak}$ 、肝醣儲存、糖酵解能力、有氧系統代謝率，以及微血管密度的效果與傳統中等強度訓練相同，但相較於 HVT 之 30 分鐘，HIT 僅需 4 分鐘即可達成。間歇訓練可以增加磷化物系統 (ATP-PC system) 的能力，以及延遲疲勞的出現，如在間歇

表 4 肌力與肌耐力在間歇訓練介入前、後之比較

項目	前測	後測	<i>p</i> values
1 分鐘伏地挺身 (次)	46.25 ± 9.71	50.06 ± 10.08	.051
1 分鐘仰臥起坐 (次)	48.50 ± 7.27	48.88 ± 6.39	.730
10 秒鐘屈身轉體 (次)	11.69 ± 0.95	11.88 ± 1.03	.380
引體向上 (次)	4.50 ± 3.71	5.81 ± 5.04	.010

資料來源：本研究者整理。

註：N = 16。

跑後，磷化物系統會供給較多的 ATP，而乳酸系統會較少，這是由於在跑步時消耗的磷化物會藉有氧的系統而獲得補充，因此不會使大量乳酸堆積，藉此推遲疲勞的出現。另一方面 Racil et al. (2016) 亦指出 12 週的 HIIT 或 MIIT 可以增進有氧系統的能力，間歇訓練的運動期如果有足夠的強度持續相當時間，可以刺激心肺，且由於最大輸出量的增加，所以可改善心肺能力並提升  $VO_{2max}$ 。此外，Foster et al. (2015) 透過 8 週不同強度間歇訓練介入，亦發現對於坐式生活型態的年輕族群 (18 ~ 28 歲) 而言，皆能顯著提升  $VO_{2max}$  和最大運動功率；其中，強度設定越高時，能產生較高的訓練效益 (時間縮短)。然而，並非所有族群皆有能達到 HIIT 之訓練負荷，特別是過重、心肺能力及肌力不足之族群，欲介入 HIIT 之參與者應視自身體能狀況規劃訓練計畫及強度目標，循序漸進加強訓練強度，如以 MIIT 作為 HIIT 之準備訓練 (Jiménez-Pavón & Lavie, 2017)。

本研究之參與者雖皆為我國大專公開組之男子橄欖球選手，但單就平均 BMI 而言，普遍處於過重或肥胖之體位 (平均 BMI:  $26.27 \pm 3.47 \text{ kg/m}^2$ )，且前測 12 分鐘跑走之平均成績為  $2,611.88 \pm 236.88$  公尺，就優秀運動選手而言，心肺能力表現普通，顯示仍有進步之空間。經過 6 週 MIIT 介入後，受試者之心肺耐力測驗及爆發力測驗後測成績皆顯著高於前測，此外引體向上成績亦有顯著提升。此結果符合陳啟中 (2013) 針對 16 名大學橄欖球選手，探討 6 週不同時間距離間歇訓練對選手專

項體能之影響，該結果顯示實驗組中不論是前峰組或後衛組，經 6 週介入後，50 公尺衝刺跑與 12 分鐘跑走後測成績皆顯著高於前測；黃奕達與蔡崇濱 (2011) 的研究亦發現，16 名國中長跑選手介入 6 週，每週 2 次不同強度間歇訓練，有較好的無氧閾值速度與專項成績。綜觀上述研究，本研究推測 MIIT 訓練介入後可使受試者在運動過程中有效的使用有氧系統提供 ATP 作為能量使用，節省骨骼肌內磷酸肌酸 (phosphocreatine, PC) 耗用，並增進磷酸肌酸系統產生 ATP 之效率，進而有利於橄欖球選手在高強度運動下提升其加速、急停、轉向等爆發力與續航力。

反觀本研究其餘三項測驗指標：1 分鐘仰臥起坐、1 分鐘伏地挺身、10 秒鐘屈身轉體等，皆未觀察到明顯進步。其中伏地挺身項目與引體向上主要皆為上肢肌力測驗，但前者未達顯著差異；事實上，本研究伏地挺身之後測平均成績較前測而言確實有提升，但統計顯著性僅為 .051，未能計入 95% 之信賴水準。本研究推測可能之原因為樣本數之限制，而造成統計檢定力 (power) 不足，建議未來研究可增加樣本數，並探討 MIIT 訓練介入對上肢肌力表現之影響。此外，1 分鐘仰臥起坐及 10 秒鐘屈身轉體測驗需仰賴較多腹部及核心肌群之能力；本研究所介入之 MIIT 訓練為衝刺型訓練，對於提升腹部核心肌群之能力或許有限 (後測成績皆未提升)，因而產生如此結果。建議未來研究可利用不同類型之 MIIT 訓練設計，探討其所提升之肌群以進行剖析。

就研究限制而言，本實驗缺少了對

照組。所有參與本實驗的受試者在 6 週的實驗期間皆持續維持基本的橄欖球訓練課程。因此，本實驗無法直接驗證間歇訓練是成就 12 分鐘跑走、50 公尺衝刺以及引體向上表現進步的唯一因素。此外，本實驗並無直接測量間歇訓練後選手的生理指標包括 PGC-1 $\alpha$  蛋白活性、粒線體密度、微血管密度、K<sup>+</sup> 離子濃度等，因此僅得以間接推論成就運動表現之機轉。因此，未來研究建議可納入對照組並提升樣本來源，配合血液樣本分析，進而確切提出 MIIT 介入之各項生理機轉，以確立 MIIT 訓練效果之證據並提升其實務應用性。

## 伍、結論

本研究發現透過衝刺型漸進式 MIIT 對於優秀大專男子橄欖球選手之心肺耐力、衝刺能力及上肢爆發力有顯著提升，但未見其對於屈伸轉體、仰臥起坐、伏地挺身等個別肌群之效益。

循序漸進為運動訓練之基礎原則，HIIT 雖在提升各項運動能力及心肺適能皆有良好之效益，然而並非所有人在參與訓練之初就能達到高強度之間歇訓練，即便長期接受特定專項訓練之運動員亦然，若貿然從事也可能發生健康危害之風險，或根本無法達到設定之高強度。

MIIT 之效益雖不較 HIIT 高，但在專項週期化訓練過程中，仍可作為 HIIT 之準備，藉由一段時間中等強度之生理適應與熟悉，為往後的 HIIT 創造更高之效益。此外，MIIT 亦省去穿戴監測裝置之不便，較

不需直接觀測選手之負荷情況，長期而言較易於投入且節省時間與金錢成本。

## 致謝

本研究感謝長榮大學橄欖球隊熱心參與本實驗，同時感謝長榮大學運動競技學系黃泰源教授的協助收案，讓本研究得以順利進行。

## 參考文獻

1. 王珍輝 (2008)。速度變換之間歇訓練對 5000m 專項成績之影響 (未出版之碩士論文)。國立臺灣體育大學，桃園市。  
[Wang, C.-H. (2008). *The effects of speed changing interval training on the 5000 m specific performance* (Unpublished master's thesis). National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan.]
2. 王裕翔、廖翊宏、孫正諺、周峻忠 (2014)。臺灣優秀大學橄欖球前鋒與後衛之一般體能差異比較。運動生理暨體能學報，18，1-9。doi:10.6127/JEPF.2014.18.01  
[Wang, Y.-H., Liao, Y.-H., Sun, C.-Y., & Chou, C.-C. (2014). The comparison in physical fitness performances between elite Taiwan college rugby forwards and back. *Journal of Exercise Physiology and Fitness*, 18, 1-9. doi:10.6127/JEPF.2014.18.01]
3. 陳啟中 (2013)。不同時間距離間歇訓練對七人制橄欖球選手專項體能之影響 (未出版之碩士論文)。長榮大學，臺南市。  
[Chen, C.-C. (2013). *The effects of different duration and distance interval training on specific fitness of rugby seven players* (Unpublished master's thesis). Chang Jung



- Christian University, Tainan, Taiwan.]
4. 陳寶億、曹校章 (2006)。從世界盃七人制橄欖球賽談我國發展之契機。大專體育，**82**，162-168。doi:10.6162/SRR.2006.82.26  
[Chen, P.-Y., & Tsao, H.-C. (2006). Discussions on Taiwan's development opportunity from the World Cup Rugby Sevens. *Sports Research Review*, 82, 162-168. doi:10.6162/SRR.2006.82.26]
  5. 陳寶億、曹校章、詹宏文 (2008)。2006 年杜哈亞運 7 人制橄欖球錦標賽各隊攻防勝負差異比較分析。輔仁大學體育學刊，**7**，166-182。doi:10.29697/JPE.200805.0014  
[Chen, P.-Y., Tsao, S.-C., & Chan, H.-W. (2008). An analysis of variance in offense-defense and winning games of the sevens rugby at Doha Asian Games 2007. *Journal of Physical Education Fu Jen Catholic University*, 7, 166-182. doi:10.29697/JPE.200805.0014]
  6. 黃奕達、蔡崇濱 (2011)。不同運動強度間歇訓練對中長跑選手無氧閾值速度及專項成績之影響。屏東教大體育，**14**，20-31。  
[Huang, Y.-D., & Tsai, C.-B. (2011). Effects of different intensity intermittent training on anaerobic threshold speed and performance of middle-distance race runners. *NPTU Physical Education*, 14, 20-31.]
  7. 劉立宇、吳忠芳、林政東、鄭景峰、吳柏翰、林明儒 (譯) (2011)。運動訓練法 (原作者: T. O. Bompa & G. G. Haff)。新北市: 藝軒。(原著出版年: 2009)  
[Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2011). *Periodization: Theory and methodology of training* (L.-Y. Liu, C.-F. Wu, J.-D. Lin, C.-F. Cheng, B.-H. Wu, & M.-J. Lin, Trans.). New Taipei, Taiwan: Yi Hsien. (Original work published 2009)]
  8. 蔡政霖、林清忠 (2010)。運動生理學在橄欖球運動訓練上的應用。中華體育季刊，**24**(1)，1-12。doi:10.6223/qcpe.2401.201003.2001  
[Tsai, C.-L., & Lin, Q.-Z. (2010). The applications of exercise physiology on rugby sports training. *Quarterly of Chinese Physical Education*, 24(1), 1-12. doi:10.6223/qcpe.2401.201003.2001]
  9. Daussin, F. N., Zoll, J., Ponsot, E., Dufour, S. P., Doutreleau, S., Lonsdorfer, E., ... Richard, R. (2008). Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 104(5), 1436-1441. doi:10.1152/jappphysiol.01135.2007
  10. Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 584-589. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<584:TEOIH>2.0.CO;2
  11. Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., & Ferrauti, A. (2012). High-intensity interval training vs. repeated-sprint training in tennis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 53-62. doi:10.1519/JSC.0b013e318220b4ff
  12. Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., ... Porcari, J. P. (2015). The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity.

- Journal of Sports Science and Medicine*, 14(4), 747-755.
13. Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Chamari, K., & Souissi, N. (2015). Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of Sport*, 32(3), 207-212. doi:10.5604/20831862.1150302
  14. Jacobs, I., Esbjörnsson, M., Sylvén, C., Holm, I., & Jansson, E. (1987). Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(4), 368-374.
  15. Jiménez-Pavón, D., & Lavie, C. J. (2017). High-intensity intermittent training versus moderate-intensity intermittent training: Is it a matter of intensity or intermittent efforts? *British Journal of Sports Medicine*, 51(18), 1319-1320. doi:10.1136/bjsports-2016-097015
  16. Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: High intensity or high volume training? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(s2), 1-10. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x
  17. MacDougall, J. D., Hicks, A. L., MacDonald, J. R., McKelvie, R. S., Green, H. J., & Smith, K. M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2138-2142. doi:10.1152/jappl.1998.84.6.2138
  18. Midgley, A. W., McNaughton, L. R., & Wilkinson, M. (2006). Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? Empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. *Sports Medicine*, 36(2), 117-132. doi:10.2165/00007256-200636020-00003
  19. Polit, D. F., & Hungler, B. P. (1991). *Nursing research: Principles and methods*. New York, NY: J. B. Lippincott.
  20. Racil, G., Ben Ounis, O., Hammouda, O., Kallel, A., Zouhal, H., Chamari, K., & Amri, M. (2013). Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *European Journal of Applied Physiology*, 113(10), 2531-2540. doi:10.1007/s00421-013-2689-5
  21. Racil, G., Coquart, J. B., Elmontassar, W., Haddad, M., Goebel, R., Chaouachi, A., ... Chamari, K. (2016). Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biology of Sport*, 33(2), 145-152. doi:10.5604/20831862.1198633
  22. Scribbans, T. D., Edgett, B. A., Vorobej, K., Mitchell, A. S., Joannis, S. D., Matusiak, J. B. L., ... Gurd, B. J. (2014). Fibre-specific responses to endurance and low volume high intensity interval training: Striking similarities in acute and chronic adaptation. *PLoS ONE*, 9(6), 1-13. doi:10.1371/journal.pone.0098119
  23. Stöggl, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in*

- Physiology*, 5. doi:10.3389/fphys.2014.00033
24. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004

# An Application of Progressive Moderate Intensity Interval Training on Cardiovascular Endurance, Sprint Capacity, and Power: The Case of First Division Collegiate Rugby Players in Taiwan

Jenn-Woei Hsieh<sup>1,2\*</sup>, Ding-Peng Yeh<sup>1</sup>, Po-Fu Lee<sup>3</sup>, Yu-Jui Li<sup>1</sup>, Chi-Chung Chen<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Physical Education, Fu Jen Catholic University

<sup>2</sup> Physical Education Office, Fu Jen Catholic University

<sup>3</sup> Graduate Institute of Sport Coaching Science, Chinese Culture University

<sup>4</sup> Department of Athletics Sports, Chang Jung Christian University

\*Corresponding author: Jenn-Woei Hsieh

Address: No. 510, Zhongzheng Rd., Xinzhuang Dist., New Taipei City 242, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: 032508@mail.fju.edu.tw

DOI:10.6167/JSR.202012\_29(2).0003

Received: January, 2019 Accepted: April, 2019

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of the moderate intensity interval training (MIIT) on athletic capacities of first division collegiate rugby players in Taiwan. Sixteen rugby players participated a progressive MIIT program in 6 weeks. The evaluation of capacities were using measurements from Chinese Taipei Rugby Association as well as other related measure skills. The results indicate that participants on Cooper's test, 50-meter sprints test, and pull-ups test were significantly improved after the training program ( $p < .05$ ). However, the improvements on tests of wall slaps, 1-minute sit-up, and 1-minute push-up were insignificant ( $p > .05$ ). The study concludes that progressive MIIT significantly improves cardiovascular endurance, sprint capacity, and upper body power on collegiate rugby players. The relationship between MIIT and wall slaps, 1-minute sit-up, and 1-minute push-up are unclear.

**Keywords:** training intensity, preparatory training, training benefit