

短期停止核心肌群訓練不影響保齡球選手運動表現

林勁宏¹ 李麗珍² 蔡明吉³ 周妙玲⁴ 林惠美⁵ 陳宗與^{6*}

¹ 元智大學體育室

² 世新大學體育室

³ 臺北市立大學運動科學研究所

⁴ 臺北市立大學球類運動學系

⁵ 臺北市立大學水上運動學系

⁶ 臺北市立大學運動健康科學系

*通訊作者：陳宗與

通訊地址：111 臺北市士林區忠誠路二段 101 號

E-mail: fish0510@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.202012_29(2).0004

投稿日期：2019 年 1 月 接受日期：2019 年 6 月

摘 要

本研究目的為探討短期停止核心肌群訓練對保齡球運動表現的影響，同時觀察停止訓練後，腹背肌力、身體平衡控制能力及心率變異度的變化。16 名平均已接受運動訓練 6.5 年之男女性保齡球選手，依其平均之競賽分數配對分組為持續核心肌群訓練組（簡稱持續訓練組）與停止核心肌群訓練組（簡稱停止訓練組）各 8 人。所有實驗參與者先進行前測，包括心率變異度、身體平衡控制能力、腹背肌力及解球成功率後，各組皆維持每週 4 次，每次持續約 3 小時的專項保齡球運動訓練，且持續訓練組於每週一、四進行核心肌群訓練，每次 50 分鐘，但停止訓練組則停止該項訓練。於 4 週訓練操作結束後進行後測，其內容與前測相同。研究結果顯示，兩組之腹背肌力、身體平衡控制能力、心率變異度指標與解球成功率之前後測改變率，皆無明顯差異。本研究發現保齡球選手停止 4 週核心肌群訓練時，如保持專項訓練，將不致使核心肌力與平衡能力下降，進而影響運動技術表現。

關鍵詞：解球成功率、身體平衡控制能力、心率變異度

壹、緒論

人體核心肌群 (core muscles)，通常指從腰椎、骨盆到髖關節間的肌肉。Bergmark (1989) 係將核心肌肉分為兩類，包括深層的局部肌肉，例如橫突棘肌、橫突間肌、棘突間肌及多裂肌等，這些肌群可以維持脊柱的穩定性與控制脊柱的曲度，而另一肌群大多處於身體淺表位置，例如豎脊肌、臀大肌等，屬於整體性肌肉，由於這些肌肉多為長肌的構造，並穩固連結四肢，因此可以藉由收縮產生較大的力矩，並引起大幅度的動作。Memmo, Kim, Solomon, Savarese, and Nadler (2002) 指出，核心肌群訓練 (簡稱核心訓練) 可使人體的上肢及下肢在活動時有穩固的基礎，同時也可以增加神經肌肉良好的控制與協調，藉以達到在各項動作中身體的穩定性，提升運動表現。除此之外，研究發現透過核心訓練對於網球選手的平衡、敏捷與發球穩定度有相當明顯的提升 (張孝雍，2008)。其他研究也指出，核心訓練能顯著提升國小手球選手的專項體能，並提高射門準確率 (賴婉瑜，2012)，由此可見核心訓練對競技運動表現的重要性。

保齡球運動之動作模式需穩定的改變身體重心，在低爆發力的力量運用下完成動作，因此需要極佳的平衡、肌力與協調能力互相配合 (梁龍鏡，2000)。回顧過去研究，探討核心訓練是否能增加保齡球選手運動表現之相關文獻並不充足，僅有一篇國內研究為探討 8 週核心肌力訓練對保齡球選手軀幹肌耐力及身體、擲球穩定度之影響，該研究發現核心肌力訓練後

明顯提升保齡球選手軀幹力量與肌耐力，同時在身體穩定度與擲球穩定度上也明顯改善，進而提升運動表現能力 (郭怡瑩，2013)。事實上，保齡球運動除了需要有良好的肌力、平衡與協調能力外，還需具良好的穩定瞄準能力。國內學者研究發現，成績較佳的射箭選手在比賽時呈現較高的副交感神經活性，顯示需精準度的運動項目其運動表現與自主神經系統的調節具有一定程度的關聯 (黃勝宏，2008)。然而，是否保齡球之瞄準能力與自主神經系統的調節有關，相關研究尚不充足。人體心臟在每次跳動過程中並非以相同節律進行，此現象稱為心率變異度 (heart rate variability, HRV)。非侵入性頻譜分析為常用來評估 HRV 變化的測量方法之一，透過此種分析方法可分別測得高頻值 (high frequency)、低頻值 (low frequency in normalized unit) 與總功率 (total power)。上述生理指標在判讀上，高頻值代表副交感神經活性，低頻值代表交感神經活性，總功率代表整體自主神經系統調節狀態。過去研究指出，阻抗性訓練除了可增加肌肉量，同時也發現能明顯提高 HRV 的調節能力 (Caruso et al., 2015; Ricci-Vitor et al., 2013)。因此推測保齡球選手肌力程度、HRV 與丟擲的精準度可能存在著某種關聯性。然而肌力的下降，特別是在停止訓練 (detraining) 後，是否對保齡球選手 HRV 產生變化，進而影響到運動表現，目前尚不清楚。

運動員在訓練過程中有時遇到受傷、生病亦或是不同訓練期的安排可能停止訓練，而所謂停止訓練指的是停止規律的運

動訓練，這將導致訓練強度不足，最後使運動適應效果逐漸流失。一般而言，停止訓練 4 週為短期停止訓練，超過 4 週以上則為長期停止訓練 (Mujika & Padilla, 2000)，先前文獻指出，停止訓練對以有氧能力為主的運動表現影響較為明顯 (傅正思、林作慶，2004)，但也有文獻指出停止訓練仍將產生肌力衰退的情形 (Ivey et al., 2000)。此外，其他不同運動項目的研究也顯示 3 ~ 8 週的停止訓練除了降低有氧運動能力外，也會降低全身胰島素敏感度、增加體脂肪量以及減少肌肉量與爆發力 (García-Pallarés, Sánchez-Medina, Pérez, Izquierdo-Gabarren, & Izquierdo, 2010; Izquierdo et al., 2007; Koundourakis et al., 2014; Liu et al., 2008)。根據上述研究結果，顯示無論是短期或長期停止運動訓練將對有氧運動能力、肌力與肌耐力、身體組成、代謝反應產生負面之影響。然而，本研究之實驗設計為使保齡球選手短期停止核心訓練，但仍維持專項訓練，此研究設計與上述文獻中所提及的完全停止訓練之情況有所不同，是否可能對相關生理變化，例如肌力、HRV 與身體控制能力產生負面影響，進而造成運動表現能力下降，

此議題目前尚未被探討。因此本研究目的為探討短期停止核心訓練對保齡球選手運動表現之影響，並同時觀察停止訓練後對腹背肌力、身體平衡控制能力及 HRV 之變化情形。

貳、方法

一、研究對象

本研究招募具有多年運動訓練之男女性保齡球選手，共 16 名，依選手拋擲 12 局之平均分數配對分組 (matched-group)，將選手平均分配至持續核心肌群訓練組 (簡稱持續訓練組，男性 6 人，女性 2 人) 與停止核心肌群訓練組 (簡稱停止訓練組，男性 7 人，女性 1 人)，每組各 8 人，其基本資料如表 1。所有受試者在參與本研究前，每年約訓練 10 個月，每週訓練 4 次，每次持續約 3 小時，訓練項目計有體能訓練、暖身伸展與保齡球基本練習，並於每週一、四進行核心訓練，每次 50 分鐘。所有受試者於實驗前皆已實施核心訓練 3 個月以上。受試者在參與實驗前已充分瞭解研究目的、實驗流程與方法，並填寫實驗同意書後開始進行實驗。

表 1 受試者基本資料

項目	持續訓練組 (男=6人、女=2人)	停止訓練組 (男=7人、女=1人)
年齡(歲)	20.0 ± 0.5	21.6 ± 1.0
身高(公分)	174.8 ± 2.6	174.0 ± 2.3
體重(公斤)	72.9 ± 4.5	71.7 ± 3.4
球齡(年)	5.9 ± 1.1	7.0 ± 1.2

資料來源：本研究整理。

二、實驗設計

所有實驗參與者在實驗開始前一天，進行前測之基礎值測量，依序包括靜態 HRV、身體平衡控制能力及保齡球運動表現，適當休息後再進行腹背肌力測驗，其後再將所有受試者分為持續訓練組與停止訓練組，持續訓練組接續維持訓練 4 週，包括每週 4 次，每次持續約 3 小時的專項保齡球運動訓練，並於每週一、四進行核心訓練，每次約 50 分鐘，而停止訓練組在相同的 4 週內，停止核心訓練，但維持其他保齡球專項訓練項目。兩組在 4 週後皆重複進行與前測相同之測驗，作為後測之觀察依據。

三、保齡球與核心訓練內容

常規保齡球訓練為每週 4 天，每次 3 小時，訓練項目包括熱身（約 20 分鐘）、兩兩對打（依擅長球路對打 5 局，約 2 小時）及解球 (spare) 練習（約 30 分鐘 ~ 1 小時）。此外，在核心訓練部分，其訓練項目包括仰臥平躺舉腿 (hip crossover；10 下)、使用韻律球進行死蟲動作訓練 (dead bug；16 下)、正面棒式 (plank；固定 10 秒、休息 5 秒 × 3 組)、側面棒式 (side plank；固定 20 秒 × 1 組)、正面棒式後抬腿 (plank and rear leg lift；固定、抬腳 × 10 次)、背部伸張訓練 (back extension；3 秒 × 10 組)、腹部橋式 (bridge；固定 30 秒 × 3 組)、超人訓練 (superman；俯臥以腹部作為支點，訓練時將上下肢騰空 × 10 下) 與俯地挺身 (push-up；10 下 × 2 組)、彈力帶 (elastic band training；深蹲側移，15 下 ×

2 組)，上述項目在 4 週訓練期間，相互搭配安排，每週 2 次，每次訓練時間約 50 分鐘。

四、保齡球運動表現測驗

主要測驗解球的成功率，其測驗設計是在球瓶區內，依實驗參與者慣用手的不同，保留 7 或 10 號球瓶，記錄參與者僅一次丟擲情況下，成功擊倒球瓶的機率。測驗於比賽專用球道中進行，且參與者使用之裝備皆合於正式比賽之規定。測驗前先行暖身 15 分鐘，並於球道上試擲二球後，開始正式測試，共測驗 10 次，記錄成功擊倒的次數，並換算成百分比。

五、HRV 量測

使用 Polar RS800 CX (Polar Electro, Kempele, Finland) 測量心跳與 HRV，並藉由該裝置附屬軟體分析數據資料。測量時於安靜室內，環境溫度約 25°C 下，實驗參與者先靜坐 10 分鐘後，開始收集其後 5 分鐘之 HRV 數值。訊號收集分析，副交感神經系統活性以其高頻功率 (high frequency power, HF) 表示，其值愈大代表副交感神經系統活性愈高；交感神經活性，以標準化低頻功率低頻值 (normalized low frequency power, LF n.u.) 表示；低頻功率除以高頻功率的比值 (LF/HF) 代表自律神經平衡活性，其值愈大代表自律神經系統活性愈高；總功率 (total power, TP) 代表整體交感神經與副交感神經調節狀態，其值愈大代表整體自主神經系統功能調節能力愈好。

六、身體平衡控制能力測驗

使用平衡及本體感覺評估訓練儀 (Prokin System-M, TenoBody S.R.L., Dalmine BG, Italy) 測量身體平衡控制能力。開始測驗前，參與者膝關節彎曲 90 度坐在量測圓盤上，使脊椎的中心位置與圓盤中心成一直線，並將雙手平貼置放於大腿上。開始測驗時，受試者必須於 1 分鐘內，沿著電腦螢幕上的圓圈軌跡，以順時鐘方向移動 5 圈，過程中記錄重心偏移的距離，偏移距離愈多換算之百分比愈高，代表身體平衡控制能力愈差。

七、腹背肌力測驗

使用 BIODEX S4 等速測力機 (Shirley, New York, USA) 測驗腹背肌力。測驗時以每秒 60 及 120 度的等速收縮，彎曲與伸張軀幹 90 度，各進行 5 次收縮，分別收集各轉動速度下，腹背肌群在 5 次收縮下，每次平均彎曲與伸張的肌力值。

八、統計分析

取兩組各測驗值採前後測之改變率 (公式： $[\text{後測值} - \text{前測值}] \div \text{前測值} \times 100$)，所有資料均以平均數 \pm 標準誤 (mean \pm SE) 表示，並使用獨立樣本 t 檢定 (independent-sample t test) 分析比較兩組前後測之改變率。本研究之顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

經過 4 週訓練後，持續訓練組與停止訓練組之解球成功率在前後測改變率無明顯差異。而在身體平衡控制能力方面，兩組在前後測改變率同樣無明顯差異，如表 2 所示。在腹背肌力部分，持續訓練組與停止訓練組之每秒 60 與 120 度之伸張與屈曲力量，在前後測改變率無明顯差異，如表 3 所示。HRV 方面，兩組前後改變率皆無明顯差異，如表 4 所示。

表 2 持續訓練組與停止訓練組之技術球解球及身體平衡控制能力改變率

項目	持續訓練組	停止訓練組	t 值	p 值
解球成功率 (%)	6.0 \pm 10.9	7.1 \pm 6.5	0.09	.93
平衡控制能力 (%)	-18.2 \pm 10.9	-3.2 \pm 11.3	0.95	.36

資料來源：本研究整理。

表 3 持續訓練組與停止訓練組之腹背肌力改變率比較表

項目	持續訓練組	停止訓練組	t 值	p 值
伸張 60° /s (%)	-24.0 \pm 3.3	-15.3 \pm 6.1	-1.29	.22
屈曲 60° /s (%)	-12.6 \pm 13.9	23.0 \pm 12.2	0.55	.59
伸張 120° /s (%)	-8.5 \pm 3.4	3.7 \pm 5.0	-2.07	.06
屈曲 120° /s (%)	21.2 \pm 27.3	5.2 \pm 14.9	0.47	.65

資料來源：本研究整理。

表 4 持續訓練組與停止訓練組之 HRV 改變率比較表

項目	持續訓練組	停止訓練組	t 值	p 值
低頻 (%)	21.1 ± 16.2	-13.0 ± 6.5	1.94	.93
高頻 (%)	15.9 ± 10.1	-6.7 ± 5.1	1.99	.07
低頻 ÷ 高頻 (%)	-198.0 ± 52.7	-191.1 ± 100.0	-0.07	.95
總功率 (%)	14.6 ± 9.9	-7.3 ± 3.2	2.10	.06

資料來源：本研究整理。

肆、討論

保齡球運動需要於低爆發力的運用下，穩定改變身體重心完成動作，因此需要極佳的核心肌力藉以平衡與協調全身肌力使用。而本研究欲瞭解在 4 週期間維持專項保齡球技術訓練，但停止核心訓練情況下是否影響保齡球解球能力。研究結果顯示短期停止核心訓練，將不致使核心肌力下降，同時也不影響運動技術表現。

未完全停止訓練、停止訓練時間及年齡等因素可能使腹背肌力變化不明顯。保齡球運動的肌力與體能訓練內容應涵蓋肌力、肌耐力與協調性（洪淑君、柯莉蓁，2005）。然而，核心肌群能穩定身體的重心，協調傳遞整個身體力量至運動的肢體上，因此也被認為是爆發力、協調性與穩定性的訓練基礎（王保成、匡魯彬、譚朕斌，2001）。本研究觀察短期停止核心訓練是否影響肌力，致使身體控制能力下降，進而造成保齡球解球技術表現衰退。回顧相關文獻指出，停止訓練將造成肌力的下降，而這些研究所觀察測驗的肌力範圍，有局部的肌群，例如膝關節的伸屈（Houston, Froese, Valeriotte, Green, & Ranney, 1983; Ivey et al., 2000;

Kalapotharakos, Smilios, Parlavatzas, & Tokmakidis, 2007)；或區域性的肌群，例如上半身（García-Pallarés et al., 2010）、下半身（Kalapotharakos et al., 2007）及軀幹（Delshad, Ghanbarian, Mehrabi, Sarvghadi, & Ebrahim, 2013），不論觀察的肌群使用大小，停止訓練皆引起不同程度的肌力下降，但本研究未發現有肌力的下降，其原因之一是上述所有的停止訓練操作皆是完全停止任何有計畫的運動，而本研究在停止訓練期間，仍有其他非針對核心訓練的課程在進行，這些訓練課程在操作時，也可能使用到核心的肌群來完成動作，造成該肌群非完全處於未訓練狀態，可能不致使肌力有明顯的衰退。除此之外，短期的停止訓練將使肌肉的橫斷面積減少，但對肌力的影響較不明顯（Mujika & Padilla, 2000），例如 Yasuda, Loenneke, Ogasawara, and Abe (2015) 以 17 位健康男性，年齡介於 22 ~ 27 歲，在不同訓練強度之下接續停止訓練 3 週，結果發現其後測的肌力表現與停止訓練前沒有明顯的差異；Terzis, Stratakos, Manta, and Georgiadis (2008) 的研究觀察 11 位年輕健康者，在 14 週阻抗訓練後，接續 4 週停止訓練，其肌力雖然下降了 4 ~ 5%，但沒有統計上的顯著差

異。過往研究雖然指出短期停止訓練似乎對肌力影響較不明顯，但也顯示這個情形可能因年齡上的相異，而有不同的結果，例如 Kalapotharakos et al. (2007) 針對老年者 (61 ~ 75 歲) 先給予 10 週阻抗性訓練後，再停止訓練 6 週，也發現 1 次最大反覆 (one repetition maximum, 1RM) 膝關節屈曲與伸張、蹲跳 (squat jump) 及連續移動跳躍 (countermovement jump) 明顯下降約 15%。而 Garcia-Pallarés et al. (2010) 的研究亦指出停止訓練 5 週，減少最大反覆平躺推舉 (bench press) 約 8.9%，以及俯臥拉桿 (prone bench pull) 約 7.8%。基於上述相關研究的回顧，本研究推論停止訓練時間短、受試者相對年輕，以及未完全停止訓練，可能是導致肌力未明顯衰退的原因。

保齡球運動需要穩定的身體平衡，藉以將球準確拋擲至撞擊球瓶處。本研究結果發現，持續訓練組身體平衡控制能力相較於停止訓練組未達顯著差異。實際上，並非所有核心訓練皆可增加運動表現能力，Tse, McManus, and Masters (2005) 的研究以 45 位大學划船選手為研究對象，觀察每週 2 次，連續 8 週的漸進式核心耐力訓練 (core endurance training)，發現訓練後雖增加軀幹肌耐力，但相關專項運動表現 (垂直跳、40 公尺衝刺、2000 公尺測功儀測試) 未明顯提升。另一研究比較 6 週靜態與動態核心訓練 (每週 2 次，每次 45 分鐘) 對核心肌力與運動表現之影響，結果發現兩種不同核心訓練方式皆明顯增加核心肌力，但對於運

動表現 (藥球投擲、垂直跳、20 公尺衝刺) 則無明顯改善，該研究進一步顯示訓練後核心肌力的提升無法有效轉移至運動表現上 (Parkhouse & Ball, 2011)。而根據邱文信、陳羿揚與李建勳 (2016) 的綜述性文章說明高強度、高執行次數與大肌群作用下之核心訓練較能有效增加專項運動表現，反觀本研究所執行的核心訓練主要以靜態且較低強度的訓練為主。因此，雖然持續核心訓練呈現較佳身體平衡控制能力的趨勢，但此現象並沒有反映在專項解球成功率上。另一個解釋兩組之專項解球成功率無明顯差別的原因，我們推測可能為本研究僅進行單一局 (10 次) 的解球測驗，在測驗的強度上可能還不足以顯示出身體平衡控制能力在此過程的重要性。

心臟跳動受身體自主神經系統——交感神經與副交感神經的調節，而自主神經系統受身體內外因素所影響，使得心臟跳動表現出不同程度之變化，這種現象稱為 HRV。過去有關探討停止訓練對 HRV 的研究，大多著重觀察有氧運動訓練後再停止訓練對 HRV 調節的影響，結果發現停止訓練除了導致最大攝氧量的降低外，同時也會使 HRV 中的 HF、LF 與 TP 減少 (Gamelin, Berthoin, Sayah, Libersa, & Bosquet, 2007; Hansen, Johnsen, Sollers, Stenvik, & Thayer, 2004)，但本研究進一步確認短期停止以阻抗訓練為主的核心訓練不影響整體 HRV。此外，過去研究曾顯示 HRV 與需要精準瞄射運動的關聯性，例如國內學者將 16 名射箭選手，依過去成績均分成兩組，比較在兩兩對抗賽時，射箭

成績與出手前 HRV 之關聯，結果發現當選手在動作執行前呈現較高副交感神經活性時，射箭成績表現較佳。反之，當動作執行前有較高的交感神經活性時則成績較差 (黃勝宏, 2008)，顯示需精準度的運動表現與 HRV 的調節有明顯關聯 (Mullen, Hardy, & Tattersall, 2005)。保齡球運動在擲球前需穩定身體，並專注凝視前方球瓶，某種程度上也應具備良好的穩定瞄準能力，或許本研究停止訓練組在解球率上無明顯變化，與 HRV 不受短期停止訓練影響有關。此外，上述相關探討 HRV 與精準運動表現的研究大都是在靜態瞄準狀態下，觀察自主神經系統的調節與運動表現之關聯，反觀本研究測量 HRV 的時間點則是在解球測驗前的安靜狀態下，因此測量的時間點不同可能會造成本研究與先前研究在觀察運動表現與 HRV 的結果不一致。

伍、結論

本研究發現 4 週短期停止核心訓練，對年輕且仍然有維持保齡球專項訓練之運動員，並不會明顯降低肌力表現與身體平衡控制能力，也不致使保齡球解球成功率上有所影響。然而，本研究只停止核心訓練，但未停止專項訓練，因此可能無法明顯觀察到上述各測量指標的差異，實為本研究之限制。根據本研究結果，建議保齡球選手在比賽前之 4 週內，於維持一般訓練情況下，可停止核心訓練，將此時間作為休息調整，或其他的專項技巧訓練，將不影響原有的運動表現。未來在進行相關保齡球專項運動表現測試 (如解球率) 時，

建議增加測驗局數，或許較能反應出實驗介入的影響。除此之外保齡球在擲球前除需靜態瞄準球瓶外，在整個擲球動作完成前還需做 3 ~ 4 步的動態滑步動作，因此滑步時的 HRV 變化是否對保齡球運動表現產生影響，未來研究也可進一步觀察。

參考文獻

1. 王保成、匡魯彬、譚朕斌 (2001)。籃球運動員體能訓練的基本理論與內容。首都體育學院學報, 13(3), 38-46。doi:10.14036/j.cnki.cn11-4513.2001.3.38
[Wang, B., Kuang, L., & Tan, Z. (2001). A study on basic theory and content of basketball players' physical fitness training. *Journal of Capital Institute of Physical Education*, 13(3), 38-46. doi:10.14036/j.cnki.cn11-4513.2001.3.38]
2. 邱文信、陳羿揚、李建勳 (2016)。核心肌群訓練之新思維。大專體育, 139, 40-46。doi:10.6162/SRR.2016.139.05
[Chiu, W.-H., Chen, Y.-Y., & Lee, C.-H. (2016). Innovative thought of core muscle training. *Sports Research Review*, 139, 40-46. doi:10.6162/SRR.2016.139.05]
3. 洪淑君、柯莉蓁 (2005)。保齡球運動競賽特徵與肌力及體能訓練的探索。文化體育學刊, 3, 102-106。doi:10.6634/JPSS-CU.200506.03.22
[Hong, S.-J., & Ko, L.-C. (2005). Characteristics and physical training in competitive bowling. *Journal of Physical Education and Sport Science*, 3, 102-106. doi:10.6634/JPSS-CCU.200506.03.22]
4. 張孝雍 (2008)。平衡與核心肌群訓練對網

- 球選手擊球穩定性影響 (未出版之碩士論文)。國立臺灣體育大學, 桃園市。
- [Chang, H.-Y. (2008). *The influence of balance and core muscle training on the stability of tennis hitting* (Unpublished master's thesis). National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan.]
5. 郭怡瑩 (2013)。核心肌力訓練對保齡球選手肌耐力及穩定度之影響 (未出版之碩士論文)。中國文化大學, 臺北市。

[Kuo, I. (2013). *The effects of core strength training on core muscular endurance and stability in tenpin bowling athletes* (Unpublished master's thesis). Chinese Culture University, Taipei, Taiwan.]

 6. 梁龍鏡 (2000)。保齡球運動簡介。國教世紀, **192**, 45-50。

[Liang, L.-C. (2000). Introduction to bowling. *National Education Century*, *192*, 45-50.]

 7. 傅正思、林作慶 (2004)。停止訓練對運動生理表現之影響。中華體育季刊, **18**(3), 46-54。doi:10.6223/qcpe.1803.200409.1708

[Fu, C.-S., & Lin, T. C. (2004). The effect of detraining on exercise physiologic performance. *Quarterly of Chinese Physical Education*, *18*(3), 46-54. doi:10.6223/qcpe.1803.200409.1708]

 8. 黃勝宏 (2008)。射箭選手的運動表現與心率變異度之關係研究 (未出版之碩士論文)。臺北市立體育學院, 臺北市。

[Huang, S.-H. (2008). *The study of the relationship between heart rate variability and archery performance* (Unpublished master's thesis). Taipei Physical Education College, Taipei, Taiwan.]

 9. 賴婉瑜 (2012)。增強式訓練與核心訓練對國小手球選手專項體能與射門準確率之影響 (未出版之碩士論文)。國立體育大學, 桃園市。

[Lai, W.-Y. (2012). *Effects of plyometric training and core muscle training on specialized physical fitness and goal-shooting performance in elementary school handball players* (Unpublished master's thesis). National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan.]

 10. Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, *60*(S230), 1-54. doi:10.3109/17453678909154177
 11. Caruso, F. R., Arena, R., Phillips, S. A., Bonjorno, J. C., Jr., Mendes, R. G., Arakelian, V. M., ... Borghi-Silva, A. (2015). Resistance exercise training improves heart rate variability and muscle performance: A randomized controlled trial in coronary artery disease patients. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *51*(3), 281-289.
 12. Delshad, M., Ghanbarian, A., Mehrabi, Y., Sarvghadi, F., & Ebrahim, K. (2013). Effect of strength training and short-term detraining on muscle mass in women aged over 50 years old. *International Journal of Preventive Medicine*, *4*(12), 1386-1394.
 13. Gamelin, F. X., Berthoin, S., Sayah, H., Libersa, C., & Bosquet, L. (2007). Effect of training and detraining on heart rate variability in healthy young men. *International Journal of Sports Medicine*, *28*(7), 564-570. doi:10.1055/s-2007-964861
 14. García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L.,

- Pérez, C. E., Izquierdo-Gabarren, M., & Izquierdo, M. (2010). Physiological effects of tapering and detraining in world-class kayakers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6), 1209-1214. doi:10.1249/MSS.0b013e3181c9228c
15. Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Sollers, J. J., III, Stenvik, K., & Thayer, J. F. (2004). Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: The effects of training and detraining. *European Journal of Applied Physiology*, 93(3), 263-272. doi:10.1007/s00421-004-1208-0
16. Houston, M. E., Froese, E. A., Valeriote, S. P., Green, H. J., & Ranney, D. A. (1983). Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: A one leg model. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51(1), 25-35. doi:10.1007/BF00952534
17. Ivey, F. M., Tracy, B. L., Lemmer, J. T., NessAiver, M., Metter, E. J., Fozard, J. L., & Hurley, B. F. (2000). Effects of strength training and detraining on muscle quality: Age and gender comparisons. *Journals of Gerontology: Series A*, 55(3), B152-157. doi:10.1093/gerona/55.3.B152
18. Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J. J., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., ... Gorostiaga, E. M. (2007). Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 768-775. doi:10.1519/r-21136.1
19. Kalapotharakos, V., Smiliotis, I., Parlavatzas, A., & Tokmakidis, S. P. (2007). The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30(3), 109-113. doi:10.1519/00139143-200712000-00005
20. Koundourakis, N. E., Androulakis, N. E., Malliaraki, N., Tsatsanis, C., Venihaki, M., & Margioris, A. N. (2014). Discrepancy between exercise performance, body composition, and sex steroid response after a six-week detraining period in professional soccer players. *PLoS ONE*, 9(2), e87803. doi:10.1371/journal.pone.0087803
21. Liu, T.-C., Liu, Y.-Y., Lee, S.-D., Huang, C.-Y., Chien, K.-Y., Cheng I.-S., ... Kuo, C.-H. (2008). Effects of short-term detraining on measures of obesity and glucose tolerance in elite athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(9), 919-925. doi:10.1080/02640410801885925
22. Memmo, P., Kim, K., Solomon, J., Savarese, R., & Nadler, S. F. (2002). Poster 97: Core strengthening: Influence on performance of a timed shuttle run. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(11), 1661. doi:10.1016/S0003-9993(02)70075-0
23. Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: Loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: Short term insufficient training stimulus. *Sports Medicine*, 30(2), 79-87. doi:10.2165/00007256-200030020-00002
24. Mullen, R., Hardy, L., & Tattersall, A. (2005). The effects of anxiety on motor performance: A test of the conscious processing hypothesis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 27(2), 212-225. doi:10.1123/jsep.27.2.212

25. Parkhouse, K. L., & Ball, N. (2011). Influence of dynamic versus static core exercises on performance in field based fitness tests. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(4), 517-524. doi:10.1016/j.jbmt.2010.12.001
26. Ricci-Vitor, A. L., Bonfim, R., Fosco, L. C., Bertolini, G. N., Ramos, E. M., Ramos, D., ... Vanderlei, L. C. (2013). Influence of the resistance training on heart rate variability, functional capacity and muscle strength in the chronic obstructive pulmonary disease. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 49(6), 793-801.
27. Terzis, G., Stratakos, G., Manta, P., & Georgiadis, G. (2008). Throwing performance after resistance training and detraining. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1198-1204. doi:10.1519/JSC.0b013e31816d5c97
28. Tse, M. A., McManus, A. M., & Masters, R. S. W. (2005). Development and validation of a core endurance intervention program: Implications for performance in college-age rowers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 547-552. doi:10.1519/15424.1
29. Yasuda, T., Loenneke, J. P., Ogasawara, R., & Abe, T. (2015). Effects of short-term detraining following blood flow restricted low-intensity training on muscle size and strength. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 35(1), 71-75. doi:10.1111/cpf.12165

Short-Term Core Muscle Detraining not Affect Bowling Performance

Ching-Hung Lin¹, Li-Chen Lee², Ming-Ji Tsai³, Miao-Ling Chou⁴, Hui-Mei Lin⁵,
Chung-Yu Chen^{6*}

¹ Physical Education Office, Yuan Ze University

² Department of Physical Education, Shih Hsin University

³ Institute of Sports Sciences, University of Taipei

⁴ Department of Ball Sports, University of Taipei

⁵ Department of Aquatics Sports, University of Taipei

⁶ Department of Exercise and Health Sciences, University of Taipei

*Corresponding author: Chung-Yu Chen

Address: No. 101, Sec. 2, Zhongcheng Rd., Shilin Dist., Taipei City 111, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: fish0510@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.202012_29(2).0004

Received: January, 2019 Accepted: June, 2019

Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of short-term core muscle detraining on bowling performance and to examine changes in abdominal muscle strength, body balance control ability, and heart rate variability (HRV). Sixteen bowlers of both sexes with an average of 6.5 years training were paired into groups according to their average competition scores. The two groups included the core muscle training group (continuous training group) and the core muscle detraining group (detraining group), each containing 8 bowlers. Pre-testing was performed for all participants, which included HRV, body balance control ability, abdominal muscle strength, and spare success rate. Each group maintained bowling-specific training for 4 sessions a week and 3 hours per session, and the continuous training group carried out core muscle training every Monday and Thursday at 50 minutes per session while the detraining group did not carry out core muscle training. The content of the post-testing procedure was identical to that of the pre-testing procedure. There were no significant differences between both groups before and after training in abdominal muscle strength, body balance control ability, HRV, and spare success rate. In this study, we found that when bowlers cease core muscle training for 4 weeks but maintain bowling-specific training, their core muscle strength and balance ability will not decrease or affect their sports performance.

Keywords: spare success rate, body balance control ability, heart rate variability