

六週高強度籃球專項訓練對青少年體能與技術表現及 唾液免疫指標之影響

李永祥¹、徐台閣²、何采容³、黃國欽^{4*}

¹國立臺灣科技大學體育室

²台北市立大學競技研究所

³銘傳大學體育室

⁴馬偕醫學院全人教育中心

摘 要

完善的訓練計劃對提升籃球專項體能及技術是目前教練及選手極為關注的課題。目的:本研究主要目的為探討六週高強度籃球專項訓練課程對青少年體能與技術表現，以及運動免疫監控指標唾液免疫蛋白 A (s-IgA) 之影響。方法:本研究採前實驗設計 (pre-experimental design) 中的單組前、後測設計 (single-group pretest-posttest design) 方法。以台北市某國中男子籃球代表隊 10 位選手為受試對象 (平均年齡為 13.6 ± 0.51 歲，身高 173.6 ± 4.11 公分，體重 64.4 ± 9.75 公斤)，進行為期六週的專項訓練計畫。訓練內容為一般基本動作訓練外，還包括在每週一、三、五日加入高強度籃球專項訓練。於第一週訓練前，第二週、第四週、第六週訓練後，測驗專項體能及技術的成績，並採集受試者唾液檢體進行 s-IgA 濃度進行分析。結果:本研究發現在六週訓練後，專項技術全場運球過障礙上籃有明顯的進步 ($p < .05$)。唾液免疫指標 s-IgA 水準在第一週訓練後會顯著急速下降，第二、四及六週後會漸漸上升，但仍低於訓練計劃前的水準。結論:包含高強度間歇訓練在內的籃球訓練計劃，可提升專項技術的表現。在高強度的訓練課程第二週會開始出現唾液 s-IgA 濃度下降情形，表示免疫功能正在減弱，容易造成上呼吸道感染。因此，此時段需特別注意選手訓練量，以防止免疫功能低下之現象。

關鍵詞：間歇訓練、專項體能、免疫監控

壹、緒論

籃球運動是長時間且非連貫性的高強度間歇項目。在籃球比賽中攻、守交換的節奏極為迅速，反覆地激烈進行快跑、急停、跳躍、滑步等動作 (McInnes, Carlson, Jones, & McKenna, 1995)。而比賽時有許多短時間休息 (如暫停、球出界、罰球等)，讓籃球比賽的間歇特性更加明顯。再者，為了增加比賽的精采度，其強度也不斷提升。目前比賽時間分為4節，每節10分鐘，共計40分鐘。而且須在8秒內將球運過或傳過半場，24秒內完成投籃。因此進攻的時間縮短，使得比賽中的強度更形增高。研究指出，在職業賽中，平均心跳率在不同的位置上會有其差異性。例如，平均心跳率在控球後衛為 163 ± 14.3 下/分，前鋒為 151 ± 10.3 下/分，中鋒為 155 ± 9.4 下/分。控球後衛的最大心跳率甚至到達 186 ± 11.7 下/分，足以見得籃球比賽時激烈之程度 (Vaquera et al., 2008)。於國際籃球賽中，球員依其自身所打的位置，一場比賽所跑動的距離從3500公尺~6100公尺不等。但是瞬間動作平均在20~25秒鐘之間，亦有1秒到4秒，是屬強度極高的運動。在籃球選手的心肺功能方面，各個位置也不相同。後衛和小前鋒的最大攝氧量範圍在54~62 ml/min/kg 之間，而中鋒和強力前鋒則介於 48~54 ml/min/kg 之間 (Abdelkrim, ElFazaa, & ElAti, 2007)，由此可知籃球競賽對體能的要求相當高。此外，籃球專項技術的動作型態包括投籃、上籃、傳接球、運球和空手切入突破、搶籃板球、防守等主要動作。如何提升選手體能、移位的敏捷性和穩定的技術表現，即是現代籃球訓練必須特別注意的課題之一。Castagna 等人 (2008) 指出在籃球員在短時間休息後，其有氧能力與恢復速率之間有顯著的關係 (Castagna et al., 2008)。因此，籃球運動員的專項耐力訓練，應該是要採用與比賽相似的間歇模式加以訓練，才能符合真正比賽的需要。

研究顯示當進行高強度訓練或長時間劇烈運動時，常會造成免疫力下降，以致影響運動表現或身體的健康 (Gleeson, 2007)。免疫功能是宿主抵禦外來致病原的重要系統，任何免疫反應均是先辨識抗原及其他外來物，再對其反應並排除之。而這個抗原辨識的工作是由抗體來完成。抗體，即所謂的免疫球蛋白，是大分子醣蛋白，會用其特殊的結構，辨識目標分子抗原 (Roitt et al., 2001)。在所有的免疫球蛋白中，免疫球蛋白A (IgA) 通常以二聚體的形式存在，中間以J 鏈 (J chain) 連結，被視為黏膜免疫的標記。而分泌型 IgA (Secretory IgA, s-IgA) 在身體黏膜上的防禦功能則是扮演極為重要的角色，存於分泌液裏，如唾液中就有大量的s-IgA (Gleeson & Pyne, 2000)。Tomasi 等人 (1982) 首先發表運動對黏膜性免疫的影響 (Tomasi, Trudeau, Czerwinski, & Erredge, 1982)。Tomasi等人推測暫時性抗體的欠缺，可能導致對病毒及病菌感染的敏感性。因其易於收集，目前許多研究傾向以唾液中s-IgA作為運動員黏膜性免疫系統的材料，因此近年來也被應用在高強度訓練時，作為生理免疫監控標記之一 (Maya et al., 2016;

Moreira et al., 2009)。研究指出，從事激烈耐力運動的優秀選手在運動後會有較低的 s-IgA 濃度；而長期的高強度訓練也會導致選手 s-IgA 濃度降低 (Owen et al., 2016; Trochimiak & Hübner-Woźniak, 2012)。另外，有相關研究報告指出，在六個月的游泳訓練中發現過度訓練 (overtraining) 比適度訓練 (moderate training) 有較低的 IgA 濃度；高強度耐力性運動後的 s-IgA、s-IgM 濃度則會平行下降 (Gleeson & Pyne, 2000)。而另一縱貫式的研究亦發現優秀選手唾液 IgA 的濃度會隨訓練量的增加而減少；此研究證實重複性高強度的訓練將會引發黏膜性免疫抑制現象，且對暫時性免疫抑制的復原則有較長時間之影響 (Gleeson & Pyne, 2000; Gleeson, 2000)。然而，也有研究顯示 IgA 濃度沒有改變。例如，20 位男性籃球員參加單次的正式比賽後 (40 分鐘)，IgA 水準並沒有改變 (Moreira et al., 2013)。參加 16 週連續跑步訓練的年輕男性 IgG 和 IgA 的濃度也沒有改變 (Pourvaghari, Ghaeini, Ravasi, & Kordi, 2010)。研究指出，短暫的 sIgA 濃度下降被認為是增加上呼吸道感染 (upper respiratory tract infection, URTI) 風險的預測指標 (Neville, Gleeson, & Folland, 2008)。所謂 URTI 是指 Nieman 等人 (1995) 發表著名的“J”字形模型，指出運動強度與上呼吸道感染的關係。學者認為不運動或是高強度、過度的運動訓練或高壓力比賽期間下，運動員容易增加上呼吸道感染的現象。此狀況經分析發現可能是高強度或激烈運動所引起的免疫抑制所造成 (Gleeson, 2007)。過去文獻發現免疫功能會受運動強度和時間所影響，高強度及長時間訓練不但容易產生生理上的過度疲勞外，免疫功能也會下降造成疾病感染，因而導致運動表現不佳。此時對選手生理及免疫機能進行監控，並且適度的調整訓練的內容，就顯得格外重要。

因此本研究目的想要探討包含高強度間歇的綜合式籃球訓練課程對青少年選手體能與技術表現之影響，並以 s-IgA 作為監控免疫功能的指標，以作為調整訓練內容之參考。

貳、方法

一、研究對象

研究對象來自臺北市某國中的男子籃球代表隊選手，共 12 位。在六週訓練期間有二位選手因運動傷害而中途退出，因此本次研究對象實際共有 10 位受試者 (N=10)，基本資料如表 1。

表 1

受試者基本資料

	訓練前	訓練後
年齡 (yrs)	13.60 ± 0.57	13.60 ± 0.57
身高 (cm)	173.60 ± 4.12	175.10 ± 4.33*
體重 (kg)	64.40 ± 9.75	64.09 ± 8.87
體脂肪百分比 (%)	14.55 ± 2.84	15.4 ± 2.41
身體質量指數(BMI)	21.31 ± 2.84	20.85 ± 2.31

* $p < .05$ 表示與訓練前比較。

二、實驗流程

於第一週的訓練前，第一週訓練後、第二週、第四週、第六週的星期六訓練後，測驗專項體能與技術成績及收集各項資料（心跳率、血乳酸、唾液）數據與樣本以便於日後做統計分析（如圖 1）。

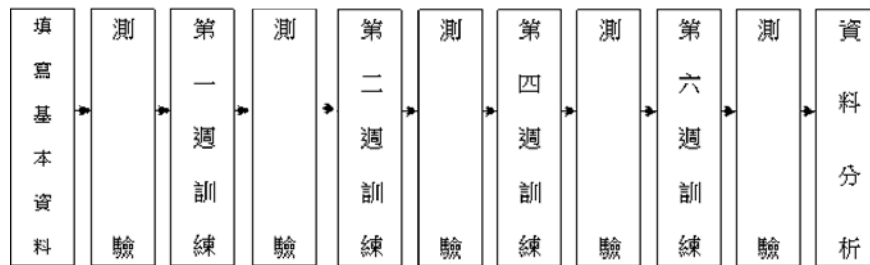


圖 1 實驗流程

三、研究設計

高強度專項訓練課表（如表 2），受試者共進行六週課程訓練。在每週一、三、五日訓練時加入一分鐘快跑折返、四點折返跑及防守滑步跑的訓練。受試者分別於第一週訓練前，第二週、第四週、第六週訓練後(週六上午)，利用碼表、Polar 心跳率監控器，收集各專項體能與技術訓練測驗之成績。本研究高強度訓練實施是採間歇式的方法，以盡力完成四點折返跑後 (30 秒)，休息 1 分鐘，循環 3 次；另外施以 14 回 15 公尺衝刺 (1 分鐘)，休息 2 分鐘，完成 3 組循環；以及進行防守滑步跑 30 秒，休息期則定為 1 分鐘，完成 3 組循環(如表 3)。

表 2

籃球運動訓練課表

星期	一	二	三	四	五	六	日
時間	16:00 18:30	16:00 18:30	16:00 18:30	16:00 18:30	16:00 18:30	10:00 12:00	18:00 21:00
訓練內容	熱身操 徒手步伐 基本訓練 兩人小組 三人小組 四人小組 五人小組 間歇訓練 四點折返跑	熱身操 徒手步伐 基本訓練 兩人小組 三人小組 四人小組 五人小組 投籃練習	熱身操 徒手步伐 基本訓練 兩人小組 三人小組 四人小組 五人小組 間歇訓練 一分鐘跑	熱身操 徒手步伐 基本訓練 兩人小組 三人小組 四人小組 五人小組 投籃練習	熱身操 徒手步伐 基本訓練 兩人小組 三人小組 四人小組 五人小組 間歇訓練	熱身操 投籃練習 進行測驗	練習賽
備註	1.第一週訓練前，第一、第二、四、六週訓練後進行測驗，並採集：唾液、指尖血、心跳率等數據 2.測驗項目：全場運球過障礙上籃、四點折返跑						

表 3

籃球專項體能訓練內容

項目	內容	訓練強度	備註
間歇訓練	一分鐘快跑	訓練時間：依訓練項目時間 組數：三組	訓練時、佩帶心跳率表來監控心跳率
	四點折返跑	組間休息方式：慢跑或罰球 運動目標心跳率：165 次/分以上	
	防守滑步跑	運動與休息比=1：2 組間休息目標心跳率：130~140 次/分	

四、籃球專項訓練法

(一) 一分鐘快跑折返:

受試者需在一分鐘內盡力完成 14 次邊線至邊線的折返跑，選手必須以手觸邊線才得以折返 (如圖 2 所示)。

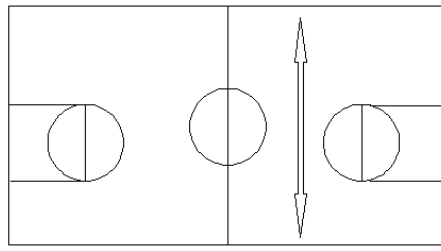


圖 2 一分鐘十四次折返跑

(二) 四點折返跑:

受試者一端底線起跑，至罰球線後，觸線再折返原底線 (須以手觸地為準)，球員回到底線並觸線後再折返至中線，到中線再折返回底線，再跑至對邊罰球線返回底線，再跑至對邊底線折返衝刺回起跑之底線 (如圖 3 所示)。

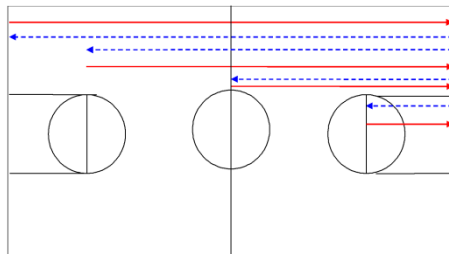


圖 3 四點折返跑

(三) 防守滑步跑:

受試者從底線沿著球場邊線全速衝刺跑至中線急停，以防守步伐滑步退回底線再全速衝刺跑至跳球圈中線折返至對邊底線後，沿著球場邊線全速衝刺跑至中線急停後防守步伐滑步退回底線，以所測得的時間為成績 (如圖 4 所示)。

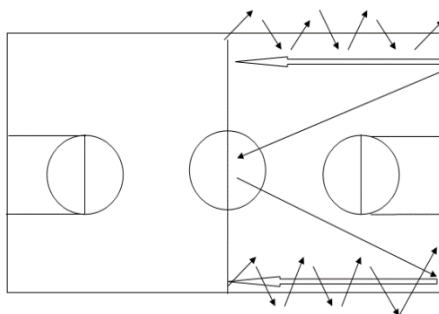


圖 4 防守滑步跑

五、專項體能及技術測驗方法

(一) 專項體能部分

本研究利用四點折返跑 (如圖 3 所示) 作為專項體能的測量方式。過程為當受試者一端底線起跑時同時按壓碼表，至罰球線後觸線再折返原底線 (須以手觸地為準)，球員回到底線並觸線後再折返至中線，到中線再折返回底線，再跑至對邊罰球線返回底線，再跑至對邊底線折返衝刺回起跑之底線時按停碼表，以所測得時間為專項體能成績。

(二) 專項技術部分

本研究利用全場運球過障礙上籃 (如圖 5 所示) 作為專項技術的測定方式。在底線開始時按壓碼表，選手以左手運球出發繞過 1 號障礙一圈後，左手運球到 2 號障礙時轉身運球換到右手後，右手運球到 3 號障礙時轉身運球換到左手後，左手運球到 4 號障礙時背後運球換到右手運球，右手運球到 5 號障礙時轉身運球換到左手後，左手運球到 6 號障礙時轉身運球換到右手運球上籃後，直線全速運球回來上籃，連續兩趟來回後按停碼表，以所測得的時間為成績。其目的是訓練選手能夠在對方壓迫防守時，以最快速度、最短的時間內利用自己的體能及基本動作的技術來完成突破防守者的進攻動作。

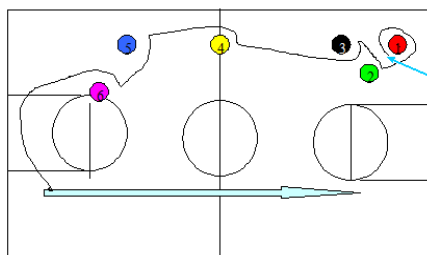


圖 5 全場運球過障礙上籃

六、運動心跳率監控

以 Polar 心跳率監控器 (Professorintie 5, S810TM) 佩帶於選手的胸部及腕部，在實施綜合式籃球訓練課程及專項體能訓練時，用來監控其運動時的心跳率。

七、乳酸檢測

選手於第一週訓練前、訓練後立即與第六週訓練前、訓練後立即檢測血乳酸濃度。先用棉花沾酒精擦拭指尖；再將酒精棉擦拭針筆，以針筆輕觸指間，使流出約 20 μL 血液。利用乳酸測試電阻片 (Lactate Pro Test Strip, Japan) 套裝於乳酸測試儀，將血液沾於乳酸測試電阻片上，乳酸檢測器即顯示出血乳酸值，其設定單位則為 mmol/L 。

八、s-IgA 與唾液蛋白質濃度檢測

(一) 唾液收集

受試者分別於第一週、第二週、第四週、第六週每週六的上午 10:00-10:30，以唾液收集管採集唾液檢體 3 毫升 (mL)，時間分別為訓練前及訓練後。採集唾液時，受試者必須先漱口，且不可嚼食口香糖等刺激唾液分泌之製品。採集到的唾液則置於 -20 $^{\circ}\text{C}$ 冷凍備用。

(二) s-IgA 濃度分析

以酵素連結免疫吸附法 (enzyme linked immunosorbent assay, ELISA) 檢測唾液 IgA 濃度。將 96 孔微量盤 (96-well) 加入 coating buffer，取牛血清蛋白 (bovine serum albumin, BSA) 以磷酸鹽緩衝液 (phosphate buffer saline, PBS) (1x) 稀釋濃度 2 mg/mL ，在微量盤中每槽加入 100 μL ，於 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱中靜置作用過夜。接著以 PBS 洗三次，加入 3% BSA，每槽 50 μL 。置於室溫搖晃 30 分鐘，再以 PBST 洗三次放入 4 $^{\circ}\text{C}$ 備用。標準品之配置則以高純度 human s-IgA 抗體 (Salimetrics, CA, USA)，將 600 $\mu\text{g/mL}$ 的抗體以 1X s-IgA diluent 作系列分別稀釋成 600、200、66.7、22.2、7.4 及 2.5 $\mu\text{g/mL}$ 等 6 種不同濃度後，各取 10 μL 加入 4 mL 1X s-IgA diluent 及 25 μL 稀釋過的 antibody-enzyme conjugate 於室溫下靜置 90 分鐘備用。

將唾液完全解凍後混合均勻，以 3000 rpm 離心 15 分鐘，取上清液 25 μL 以 1X s-IgA diluent 100 μL 稀釋。取稀釋唾液樣本 10 μL 加入 4 mL 1X s-IgA diluent 及 25 μL 稀釋過的 antibody-enzyme conjugate 於室溫下靜置 90 分鐘。接著取標準品及唾液樣本各 50 μL 至 96 孔盤中，於室溫共培養 90 分鐘。之後以微量盤清洗機 (microplate washing mechanism) (Dynex technologies, Inc. USA) 清洗微量盤六次，洗去殘餘唾液樣本後於每一槽中各加入 50 μL 受質 tetramethylbenzidine (TMB) 呈色，於室溫避光靜置 40 分鐘。最後於每槽各加入 50 μL 終止劑 (stop solution) 終止反應，呈色後以酵素免疫分析測讀儀 (TECAN Sunrise Microplate Reader, Switzerland) 以 450 nm 波長讀取吸光值，經公式換算後即可得到唾液 s-IgA 濃度的數值。

九、資料處理

本研究收集到的數據以重複量數單因子變異數分析 (repeat ANOVA)，比較受試

者在各採樣時間點上所測得專項體能與技術（速度、時間）的成績、心跳率及唾液 IgA 濃度的各項檢測值變化情形。所有數據分析結果以平均數 $\pm$ 標準差呈現 (Mean $\pm$ SD)。當變異數分析結果達到統計上的顯著水準時，再進一步以費雪 LSD 法 (Fisher Least Significant Difference) 進行事後比較。本研究以 SPSS 15 for Windows 進行分析，統計顯著水準為 $\alpha = .05$ 。

參、討論

一、不同時間點專項體能與技術的分析

六週高強度籃球專項訓練課程後，受試者其運動專項體能之四點折返跑成績表現，與第一週運動前(前測)結果比較，成績並無顯著差異。另外，在專項技術全場運球過障礙上籃的表現，與第一週訓練前比較，發現第四、六週成績表現均有進步，且達顯著差異 ($p < .05$)。不同時間點的運動表現分析如表4。

表 4

不同時間點專項體能與技術表現

項目	第一週訓練前	第二週訓練後	第四週訓練後	第六週訓練後
四點折返跑	29.98 $\pm$ 1.49	29.83 $\pm$ 1.46	29.08 $\pm$ 1.46	28.92 $\pm$ 1.67
全場運球過障礙上籃	38.03 $\pm$ 2.18	36.99 $\pm$ 1.84	36.22 $\pm$ 1.76*	36.84 $\pm$ 1.95*

單位:秒。 * $p < .05$ ，表示與第一週訓練前比較有顯著差異性。

二、不同時間點心跳率的比較

本研究受試者經過六週的訓練，不同時間點所測得之安靜心跳率與運動心跳率，經變異數分析後均未達顯著差異水準。結果分析如表 5。

表 5

不同時間點心跳率的比較

項目	第一週訓練前	第二週訓練後	第四週訓練後	第六週訓練後
安靜心跳率	65.20 $\pm$ 8.70	66.90 $\pm$ 7.61	62.80 $\pm$ 8.09	65.4 $\pm$ 6.10
運動心跳率	170.80 $\pm$ 3.29	171.80 $\pm$ 6.01	169.9 $\pm$ 6.94	175.40 $\pm$ 5.62

單位:次/分鐘

三、不同時間點血乳酸濃度的比較

本研究受試者經過六週的訓練所測得的血乳酸值如表 6。第六週後測與第一週後測比較達顯著差異水準 ($p < .05$)。結果分析如表 6。

表 6

不同時間點血乳酸濃度比較

項目	第一週訓練前	第一週訓練後	第六週訓練前	第六週訓練後
乳 酸	3.19 ± 1.53	11.64 ± 2.59	4.02 ± 0.74	12.44 ± 2.25*

單位:mmol/L。* $p < .05$ 表示與第一週訓練後比較有顯著差異。

四、不同時間點唾液 s-IgA 與唾液蛋白質濃度的比較

受試者的s-IgA與唾液蛋白質濃度變化，在不同時間點的表現列於表 7 ($p < .05$)。

表 7

不同時間點唾液 s-IgA 與唾液蛋白質濃度的比較

項目	第一週訓練前	第一週訓練後	第二週訓練後	第四週訓練後	第六週訓練後
唾液 s-IgA	362.40 ± 190.74	189.94 ± 142.82*	216.82 ± 138.92*	237.89 ± 51.60*	235.99 ± 61.39 *
唾液蛋白質	604.84 ± 270.39	785.86 ± 564.72	1134.43 ± 576.84*	1523.40 ± 494.15*	1468.8 ± 619.67 *
s-IgA/ 蛋白質 (100%)	100	24.98	13.04	16.53	18.03

單位: $\mu\text{g/mL}$ 。* $p < .05$ 表示與第一週訓練前比較有顯著差異。

肆、結果

本研究經過六週籃球專項訓練計劃，結果發現在受試者身高明顯長高；在專項技術全場運球過障礙上籃的表現方面顯著進步 ($p < .05$)；在運動心跳率與安靜心跳率方面，訓練前後則無顯著變化；而乳酸濃度在第六週後測與第一週後測比較有顯著升高。另外，在運動免疫監控方面，受試者隨著六週訓練課程，s-IgA 佔總蛋白質的比例則出現下降的趨勢，顯示反映生理壓力的蛋白質會隨著強度增加而顯著上升。本計畫發現在身高方面有所改變，此研究的受試對象為 13 歲左右的青少年，可能正值快速成長期再加上規律運動，因而促進生長激素分泌，造成身高明顯增加 (Roemmich & Rogol, 1997)。四點折返跑之專項體能測驗，目的是在增進受試者之敏捷度與運動效率。而任一特定運動項目的運動效率，都與能量之消耗及最大氧攝取量有關。如以同樣之速度跑步，動作效率不高的跑者必定較動作效率高的跑者花費較多的體力；因此在評估選手運動潛能時，評量選手動作是否有效率是重要的因素。如同在球場上，敏捷性是在一個動作和方向上做變速、加速、往後、跳躍、左右橫向移位的反應能力，這些動作在比賽裡被組合起來，不斷地在比賽中交替運用。本研究以四點折返跑做為專項體能的訓練方

式，結果顯示成績雖然在前後測沒有達到顯著性差異，但是有進步的趨勢。除了練習效果外，體能的提昇及較低程度耗氧量的消耗，都可能是影響選手成績進步的原因。全場運球過障礙上籃是以左、右換手運球，轉身換手運球，背後換手運球等動作為訓練的內容。這些動作皆是籃球比賽時突破防守者的基本技術之一。因此本研究以完成全場運球過障礙上籃測驗的時間，做為選手專項技術表現的成績。本實驗結果發現受試者在綜合式籃球訓練計畫後，第四週與第六週的全場運球過障礙上籃，成績皆明顯比第一、二週集訓前進步。這結果顯示選手經過六週的訓練後，可能因為體能進步與技術純熟而使得專項技術的成績進步。

在心跳率差異方面，本研究結果在第一、二、四、六週訓練前所測得之安靜心跳率之間並未有顯著差異，在第一、二、四、六週訓練後所測得運動心跳率也未達顯著的差異。安靜心跳率可以表示運動員是否有過度疲勞的現象，本計畫的安靜心跳率在不同時間點前、後測比較結果並無顯著差異。此外，本研究的運動心跳率為運動時心跳率的平均數。每次訓練時受試者戴上 Polar 心跳錶，監控並記錄運動時的心跳率。本研究訓練時運動強度的目標心跳率設定為最大心跳率 80% 以上，也就是 $(220 - \text{年齡}) * 80\%$ 下/分鐘約 165 下/分鐘以上 [$(220 - 13) * 80\% \approx 165$]，是希望選手在接受訓練時，能達到所要求的運動強度，這樣才能確認是有效率的訓練。一般認為，影響心跳率最主要的原因乃交感神經系統與副交感神經系統，此二系統通常只會在運動的過程中藉撤離心臟副交感與提昇交感神經的作用來加速心跳，而訓練並不會對這樣的作用機轉造成影響。另外文獻也指出，利用運動時的最大心跳率以監控訓練時的強度，可即時了解選手生理狀態，並調整運動訓練時的負荷量，以求達到最佳的訓練效果 (紀瑤璇、林信甫、鄭景峰、王順正，2009)。此外，本研究中亦發現，雖然血乳酸濃度第六週前測與第一週前測比較後無顯著差異，但有上升趨勢。而在第六週運動後的乳酸濃度顯著高於第一週訓練後 (如表 6)，疲勞指標明顯上升。對照表 5 運動心跳率的資料可發現第六週後測的運動心跳率平均達 175 次/分，高於第一週的 170 次/分。這些情況可能是因為先前幾週的訓練所造成的疲勞累積，形成較高的血乳酸濃度，也反應在運動時心跳率的升高。然而，安靜心跳率在不同的時間點並沒有差異，此結果可視為身體耐乳酸能力增強的現象。

一般黏膜免疫系統 (common mucosal immune system, CMIS) 指黏膜表面的免疫結構網，提供人體對抗病原的第一道防線，而其中以 s-IgA 最重要。近年來，唾液中 s-IgA 的濃度常被作為運動員在高強度訓練中進行生理免疫監控項目之一 (Maya et al., 2016; Moreira et al., 2009)。研究指出，salivary IgA 水準會依訓練的強度和時間還有運動的類型而改變 (Klentrou, Cieslak, MacNeil, Vintinner, & Plyley, 2002; Rahimi, Rohani, & Ebrahimi, 2011)。在重複性高強度訓練時會使黏膜免疫系統 (CMIS) 受到抑制，導致 s-IgA 濃度低下，並且增加運動員感染上呼吸道疾病的風險 (Peters, 1997)。本研究的每

週 5 天的高強度訓練課程，唾液 s-IgA 濃度結果與前述研究相似。但隨著訓練週數逐漸增加，特別是第四到六週唾液 s-IgA 濃度的上升達到一高原現象，不再上升；受試者在接受六週間接訓練後，免疫能力可能對高強度訓練產生適應性，所以唾液 s-IgA 濃度亦會逐漸回升。在本研究中也發現選手並沒有隨著持續的高強度訓練，而出現上呼吸道感染 (URTI) 與其他不適的症狀。但是否因為選手生理產生良好適應性，則需進一步探討。另外，在唾液中免疫球蛋白 A、蛋白質濃度、與免疫球蛋白分泌率三者之間，有密切關聯性。若以黏膜免疫球蛋白濃度，評估運動對 s-IgA 的影響程度，會比採用免疫球蛋白 A 絕對濃度，更為精確與恰當。在高強度運動訓練進行中，若 s-IgA 的釋出量與輸送量維持穩定不變，此時的 s-IgA 絕對濃度會因唾液量減降而隨之升高。所以我們設定蛋白質濃度為標準值，唾液中 s-IgA 的變化乃隨著蛋白質之變化而產生變動，如此確認 IgA 濃度的增減才不會低估運動對黏膜免疫球蛋白 A 濃度的影響。因此，從蛋白質濃度總量當中，修正 s-IgA 濃度，才能有效校正唾液 s-IgA 濃度的改變。運動進行中，因唾液流量減降明顯增高唾液中的 IgA 濃度；然而，這並不能精確顯示 IgA 產生與分泌比率之間的刺激反應。如果在唾液蛋白質未經校正之前，即被視為 s-IgA 的濃度，可能只是呈現運動的脫水效應，而不是真正的 s-IgA 濃度 (Nieman et al., 2002)。研究發現在高強度運動後，唾液中可體松 (cortisol)(Jacks, Sowash, Anning, McGloughlin, & Andres, 2002)、熱休克蛋白 72 (Heat-shock protein 72, HSP72) 以及雄性激素 (testosterone) 等壓力蛋白質都會明顯增加 (Campisi et al., 2003)，這些結果可能是造成間歇訓練後所測得蛋白質濃度上升的主要因素。因此本研究的結論與建議如下：

一、結論：

- (一) 受試者在接受六週籃球專項訓練計劃後，會明顯提升全場運球過障礙上籃的速度與時間。
- (二) 受試者在六週高強度籃球集訓後，雖然訓練前期的唾液 s-IgA 濃度顯著下降，但是隨著訓練週數增加，免疫功能還是會持續回升。

二、建議

在籃球訓練計畫的安排上，基本的籃球技術合併高強度的間歇訓練課程，可以加強特殊專項體能素質，並可提升球員的技術能力。另外，在訓練過程中，可利用心跳率、乳酸與唾液生化指標來監控訓練強度與訓練量，以避免造成過度訓練所造成的疲勞而影響運動表現。

參考文獻

- 紀瑤璇、林信甫、鄭景峰、王順正 (2009)。應用心跳率控制指標於划船測功儀信效度之分析。體育學報，42 (2)，1-13。
- Abdelkrim, N.Ben, ElFazaa, S., & ElAti, J. (2007). Time-motion analysis and physiological

- data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69–75.
- Campisi, J., Leem, T. H., Greenwood, B. N., Hansen, M. K., Moraska, A., Higgins, K., ...Fleshner, M. (2003). Habitual physical activity facilitates stress-induced HSP72 induction in brain, peripheral, and immune tissues. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 284(2), R520–R530.
- Castagna, C., Abt, G., Manzi, V., Annino, G., Padua, E., & D'Ottavio, S. (2008). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 22(3), 923–929.
- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 103(2), 693–9.
- Gleeson, M., & Pyne, D. B. (2000). Exercise effects on mucosal immunity. *Immunology and Cell Biology*.
- Jacks, D. E., Sowash, J., Anning, J., McGloughlin, T., & Andres, F. (2002). Effect of exercise at three exercise intensities on salivary cortisol. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 16(2), 286–289.
- Klentrou, P., Cieslak, T., MacNeil, M., Vintinner, A., & Plyley, M. (2002). Effect of moderate exercise on salivary immunoglobulin A and infection risk in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 87(2), 153–158.
- Maya, J., Marquez, P., Peñailillo, L., Contreras-Ferrat, A., Deldicque, L., & Zbinden-Foncea, H. (2016). Salivary biomarker responses to two final matches in women's professional football. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(2), 365–371.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387–397.
- Moreira, A., Arsati, F., Cury, P. R., Franciscan, C., deOliveira, P. R., & deAraújo, V. C. (2009). Salivary Immunoglobulin A Response to a Match in Top-Level Brazilian Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1968–1973.
- Moreira, A., Bacurau, R.F., Napimoga, M.H., Arruda, A.F., Freitas, C.G., Drago, G., & Aoki, M.S. (2013). Salivary IL-21 and IgA responses to a competitive match in elite basketball players. *Biology of Sport*, 30(4), 243–247.
- Neville, V., Gleeson, M., & Folland, J.P. (2008). Salivary IgA as a risk factor for upper

- respiratory infections in elite professional athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40 (7), 1228-1236.
- Nieman, D. C., Henson, D. A., Fagoaga, O. R., Utter, A. C., Vinci, D. M., Davis, J. M., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (2002). Change in salivary IgA following a competitive marathon race. *International Journal of Sports Medicine*, 23(1), 69–75.
- Owen, A. L., Wong, D. P., Dunlop, G., Groussard, C., Kebsi, W., Dellal, A., ...Zouhal, H. (2016). High-intensity training and salivary immunoglobulin a responses in professional top-level soccer players: Effect of training intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2460–2469.
- Pourvaghari, M. J., Ghaeini, A. A., Ravasi, A. A., & Kordi, M. R. (2010). Effects of training time on serum immunoglobulin alterations and cortisol testosterone responses in male athlete students. *Biology of Sport*, 27(1), 25–28.
- Rahimi, R., Rohani, H., & Ebrahimi, M. (2011). Effects of very short rest periods on testosterone to cortisol ratio during heavy resistance exercise in men. *Apunts Medicina de l'Esport*, 46(171), 145–149.
- Roemmich, J.N., & Rogol, A.D.(1997). Exercise and growth hormone: does one affect the other? *Journal of Pediatrics*, 131(1 Pt 2), S75-80.
- Roitt, I., Brostoff, J., & Male, D. (2001). *Immunology*. London: Harcourt Health Sciences Company.
- Rowell, L.B. (1986). *Human Circulation-Regulation During Physical Stress*. (pp. 12-15). New York: Oxford University Press.
- Tomasi, T. B., Trudeau, F. B., Czerwinski, D., & Erredge, S. (1982). Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. *Journal of Clinical Immunology*, 2(3), 173–178.
- Trochimiak, T., & Hübner-Woźniak, E. (2012). Effect of exercise on the level of immunoglobulin a in saliva. *Biology of Sport*, 29(4), 255–261.
- Vaquera, A., Refoyo, I., Villa, J. G., Rodriguez-Mrroyo, J. A., Garcia-Lopez, J., & Sampedro, J. (2008). Heart rate response to game-play in professional basketball players. *Journal of Human Sport & Exercise*, 3(1), 1–9..

Effects of Six weeks Basketball Training Course on skill-related physical fitness and Performance and Salivary Immunoglobulin A in Male Athletes of Teenagers

Yong-Hsiang Lee¹, Tai-Ger Hsu¹, Tsai-Jung Ho¹, Huang, Kuo-Chin¹

¹National Taiwan University of Science Technology, Taipei, Taiwan

² Institute of Sports Training, University of Taipei, Taiwan

³Physical Education Office, Ming Chuan University, Taipei, Taiwan

⁴ Holistic Education Center, Mackay Medical College, New Taipei City, Taiwan

Abstract

Basketball is one of the world's most popular sport. It is very important for coaches and athletes how to promote basketball fitness and skill. Interval training is a useful method to efficiently improve physical fitness. **Purpose:** the purpose of this study was to investigate the effects of combined basketball training course on skill-related physical fitness and performance as well as salivary immunoglobulin A of male athletes in teenagers after six weeks. **Methods:** There were ten subjects (average age: 13.6 ± 0.51 yrs, height: 173.6 ± 4.11 cm, weight: 64.4 ± 9.75 kg) to participate this study. The combined basketball training course, including basic skill practice and interval training carried out on Monday, Wednesday and Friday, was lasted six weeks. We tested the scores of physical performances which were four special skills and analyzed the level of immune monitoring s-IgA at first week before training, second, fourth and sixth week following training. **Results:** We found that skill performance was significantly improved after six weeks of the training program. The concentration of s-IgA was significantly reduced at first week after training and gradually increased at second, fourth and sixth week following training; however, the level of s-IgA was still lower at second, fourth and sixth week than the first week before training. **Conclusion:** when interval training was combined with routine basketball training, the physical and skill performance could be effectively improved. High intensity training was easy to result in the reduction of s-IgA concentration at the beginning of training program and enhance the risk of URTI. Therefore, it is important for the training program of athletes to prevent the immune function declined.

Keywords: interval training, special fitness, immune monitoring

