

# 不同運動對運動員與非運動員 血乳酸及血清免疫球蛋白之影響

涂國誠<sup>1</sup>、林麗娟<sup>1</sup>、呂欣善<sup>2</sup>

國立成功大學<sup>1</sup>、國立台灣體育學院<sup>2</sup>

## 摘要

**目的：**探討不同運動（耐力性及肌力性），對運動員與非運動員血乳酸及血清免疫球蛋白的影響。**方法：**本研究受試者共 18 名，其中 9 名為運動員平均年齡  $18.89 \pm 0.60$  歲、身高  $165.22 \pm 4.35$  公分、體重  $51.67 \pm 4.12$  公斤及最大攝氧量  $54.07 \pm 2.20 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；另 9 名為非運動員平均年齡  $19.11 \pm 0.33$  歲、身高  $158.33 \pm 3.81$  公分、體重  $51.33 \pm 6.32$  公斤及最大攝氧量  $36.54 \pm 3.65 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。分別於兩種不同形式，高強度的耐力性（跑步機上跑至衰竭）及肌力性（等速肌力測定儀膝關節屈伸至疲勞）運動前後，抽取血液檢驗。測驗所得資料，經二因子變異數分析及皮爾遜積差相關係數進行各項考驗。**結果：**運動員組在最大攝氧量及最大力矩值，皆明顯高於非運動員組 ( $p < .05$ )。兩組受試者不同形式運動後，血乳酸濃度皆明顯升高 ( $p < .05$ )。運動員組在耐力性運動後，血清 IgG、IgA、IgM 濃度達顯著的升高 ( $p < .05$ )，而非運動員組則無顯著差異；兩組於肌力性運動後皆無顯著差異。不同形式運動前後，血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 的濃度變化並無顯著相關。**結論：**運動員在高強度耐力性運動後，血清免疫球蛋白濃度會提升，是否與長期規律的運動訓練有關，仍需作進一步的探討。不同運動前後，血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 濃度的變化可能並無相關性。

**關鍵詞：**耐力性運動、肌力性運動、血乳酸、血清免疫球蛋白

# 壹、緒論

## 一、問題背景

免疫球蛋白 (immunoglobulin, Ig) 是人體對抗病毒侵襲的重要物質，它保護著身體的健康，也是觀察人體免疫功能的一項重要指標。Shephard, Rhind, and Shek (1995) 指出，免疫球蛋白的分泌能力提升、濃度升高，可認為是體內免疫功能有所增進；有大量的研究 (張曉丹、李沐陽、黃金銘、熊啟斌, 2003; Nehlsen-Cannarella 等, 1991) 證實類似的結果。而影響免疫球蛋白生成的因素有很多，其中身體運動的刺激是一個重要的因素 (Roitt, Brostoff, & Male, 1998)。許多研究認為，人體在運動後會引起免疫功能的改變，特別是長期規律的適量身體訓練可以增強免疫能力 (Mackinnon, 1998)、促進健康預防疾病。然而過度的訓練會抑制免疫功能 (Nieman, Sandra, & Nehlsen-Cannarella, 1991; Nieman 等, 1994)。因此，進一步了解運動員與非運動員在急性運動後，對人體免疫功能的影響是值得關注的。

激素對運動的反應在生理、化學、心理壓力都敏感 (Greenwood & Landon, 1966)。且一般激素在運動期間濃度改變，對脂肪、碳水化合物的代謝亦有直接、間接、緩慢與快速作用的效果。免疫球蛋白濃度在生理機能方面會受到體內物質的影響 (Kjaer & Dela, 1996)。而運動期間由於強度的改變，代謝產物也隨著增減，影響著人體神經內分泌系統以激素對代謝功能維持穩定與調控產生反應 (Scott & Edward, 2001)。運動訓練常引發血中乳酸濃度上升，乳酸與激素分泌有著極大的相關，免疫系統因著激素的分泌增減而受到影響，研究顯示乳酸與免疫細胞刺激反應有關 (Droge, Roth, Altmann, & Mihm, 1987; Roth & Droge, 1991)。由於運動時，骨骼肌大量生成並堆積乳酸，導致細胞 pH 值降低肌纖維酸化，造成力竭性疲勞 (萬文君, 2002)。而乳酸分解所產生的  $H^+$  升高促成體內環境電解質不平衡，這是導致力竭性疲勞的主要根源之一 (狄建, 2002)。以上包括：代謝產物與激素分泌的關係、身體環境的酸化及過度訓練疲勞徵候之血乳酸；此三項與免疫機制可能有某種關係存在。因此，本研究假設運動後血清免疫球蛋白濃度的改變，可能與急性運動血乳酸值的改變有因果關係。

運動訓練可提昇選手的表現或增進民眾的健康。而長期運動訓練或單次急性的運動刺激後，皆會造成血清免疫球蛋白濃度的改變 (Mackinnon, 1998)。而不同形式的耐力與肌力運動後，對不同體能水準的受試者，是否在免疫機制上扮演的角色有不同的影響，尚無明確定論，實有必要加以探討。

## 二、研究目的

本研究的主要目的在檢驗：不同形式的單次急性運動對運動員與非運動員之血乳酸濃度、血清免疫球蛋白濃度的影響及血乳酸與血清免疫球蛋白濃度變化的關係。

## 貳、方法與步驟

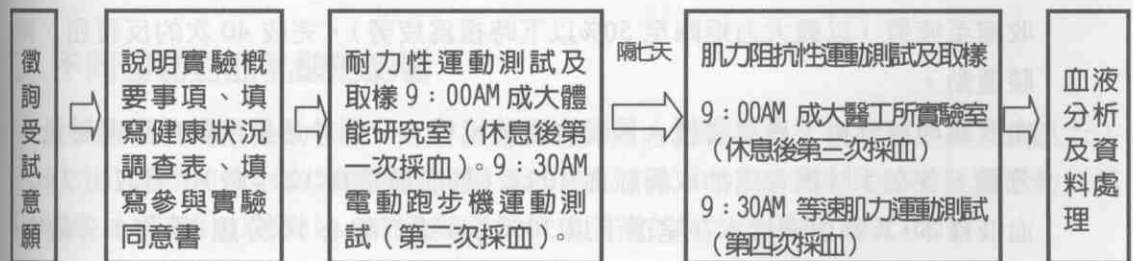
### 一、實驗設計

- (一) 實驗分組：本研究以 18 名本國的健康女性為研究對象；其中 9 名為中長跑之田徑女運動員（至少三年訓練，每週三天以上從事運動訓練的經歷持續至今，最大攝氧量平均  $54.07 \pm 2.20 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ），為運動員組。另 9 名為一般健康大專生無規律運動習慣者（每週低於兩次活動，最大攝氧量平均  $36.54 \pm 3.65 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ），為非運動員組。
- (二) 實驗變項：本研究之自變項以進行單次的耐力跑運動至衰竭和肌力性阻抗運動至疲勞，不同的運動測試，間隔一週測畢。依變項是單次不同運動測試的前、後，血液採樣之血乳酸及血清免疫球蛋白（IgG、IgA、IgM）濃度的生化值。

### 二、實驗步驟與器材

- (一) 實驗步驟：所有受試者無吸菸習慣及其他疾病。測試前三天不可從事額外的長時間高強度運動，且應保持日常作息及飲食習慣，不可飲酒、熬夜及服用任何藥物。

運動測試前，受試者先填寫基本資料、量測身高、體重，在非慣用手肘橈骨靜脈處，抽取 10cc 血液。休息 20 分鐘後，稍作熱身即進行耐力性高強度運動至衰竭，並於測試結束後 5 分鐘，在手肘橈骨靜脈處抽血 10cc。一週後，受試者至實驗室，流程相同僅耐力性運動改為阻抗性肌力運動至疲勞。實驗流程如圖一。



圖一 實驗流程圖

(二) 實驗器材：

1. 可攜式電腦能量代謝測量儀 (Metabolic Measurement Cart)：採用美製的 KB1-C Model 21 型。
2. 電動跑步機：採用美製的 Quinton 65 型與 645 型微電腦程控器。
3. 等速肌力測定儀 (Kin-com Robotic Dynamometer, Chattecx Corporation, Chattanooga, Inc., Chattanooga, TN, U.S.A.)。
4. 自動生化測量儀 (Immunochemistry System, Beckman Image, U.S.A.)：開機依電腦控制程序以 BIO-RAD 公司之品管液校正各項數據值，並配合愛爾蘭產製的試劑 (Immunoglobulin Reagent, Beckman Coulter, Ireland)。以散射比濁法 (Nephelometry)，運用光源經過光柵及許多濾鏡後，照射在檢體與試藥所形成抗原-抗體免疫複合物後，產生散射光，由於血清中抗原濃度越高，光線通過所產生之散射光便越多，散射光產生的速度就越快，偵測器以固定角度測量散射光的變化，把變化量變成電壓，經數位化計算出變化速率最快的數值，再與校正曲線比對計算即可定量出檢體的濃度。
5. 乳酸分析儀 (Lactate Analyzer) 其以乾式試劑進行檢定，反應程式如下：  
$$\text{Lactic acid} + \text{NAD} \xrightarrow{\text{LDH (試劑)}} \text{Pyruvic acid} + \text{NADH} (\text{NADH 以波長 } 340\text{nm 吸光})$$
$$\text{NADH} + \text{MTT(dye)} \xrightarrow{\text{Diaphorase}} \text{NAD}^+ + \text{MTT(dye)-Formazan}$$
6. 其他器材。

### 三、實驗方法

本研究以不同形式運動測試，兩次測試間隔一週，操作的方法如下：

- (一) 耐力性運動測驗：受試者於可編程電動跑步機上測試，以 Bruce 法的漸增負荷方式設定，連續運動直至體力判定衰竭後停止，達最大攝氧量。
- (二) 肌力性運動測試：受試者於測驗前熱身，坐上等速肌力測定儀，以慣用腳膝關節屈伸實施阻力性運動測驗。在  $60^\circ/\text{s}$  的速度負荷下，以右腿做最大努力離心收縮至疲勞（以最大力矩降至 50% 以下時視為疲勞），完成 40 次的反覆屈、伸膝運動。
- (三) 血液處理與分析：專業醫護人員配合實驗流程，分別於運動測驗前與測驗後 5 分鐘，各在手肘橈骨處抽取靜脈血 10 cc（抽血前禁食 12 小時），另取出 2 cc 血液樣本。其餘血液樣本在室溫下以 3000rpm 進行離心 10 分鐘，靜置 5 分鐘後，分出血清後，以吸管裝入試管冰浴，送至成大醫院血液生化室分析。

## 四、統計分析

本實驗所得資料，以 SPSS for Windows 10.0 版統計軟體處理，顯著差異的接受水準設定為  $\alpha = .05$ 。主要的統計方法有：

- (一) 以描述統計建立受試者各項基本資料。
- (二) 以二因子變異數分析 (two-factorial ANOVA) 考驗運動員與非運動員在不同形式運動測試前後，對血乳酸及血清免疫球蛋白 (IgG、IgA、IgM) 濃度變化的差異。
- (三) 以皮爾遜相關積差係數 (Pearson product-moment correlation coefficient) 考驗血乳酸與血清免疫球蛋白 (IgG、IgA、IgM) 濃度變化量的相關性。

## 參、結 果

### 一、受試者基本測量資料

本研究經基本測量後結果發現兩組在年齡、體重及身高方面，皆無顯著差異的存在。在最大攝氧量及最大力矩值的測試後顯示存在顯著的差異 ( $p < .05$ )，如表一。

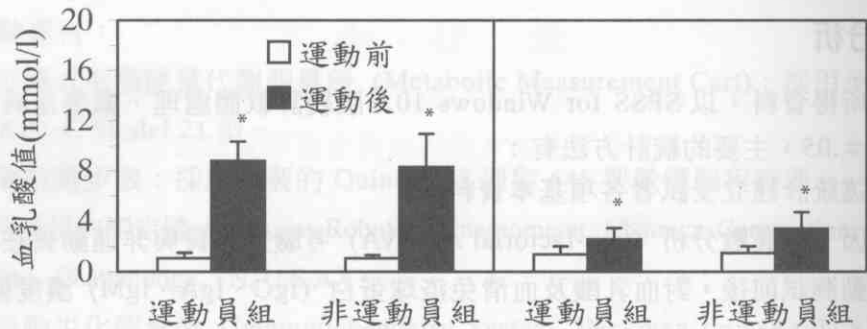
表一 受試者基本資料

項目	運動員組	非運動員組	p 值
年齡(yrs)	18.89± 0.60	19.11± 0.33	0.256
身高(cm)	165.22± 4.35	158.33± 3.81	0.746
體重(kg)	51.67± 4.12	51.33± 6.32	0.062
最大攝氧量(ml· kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	54.07± 2.20	36.54± 3.65	0.001 *
最大力矩值(Nm)	197.58± 47.72	147.97± 28.81	0.017 *

\* $p < .05$

### 二、不同運動對血乳酸的影響

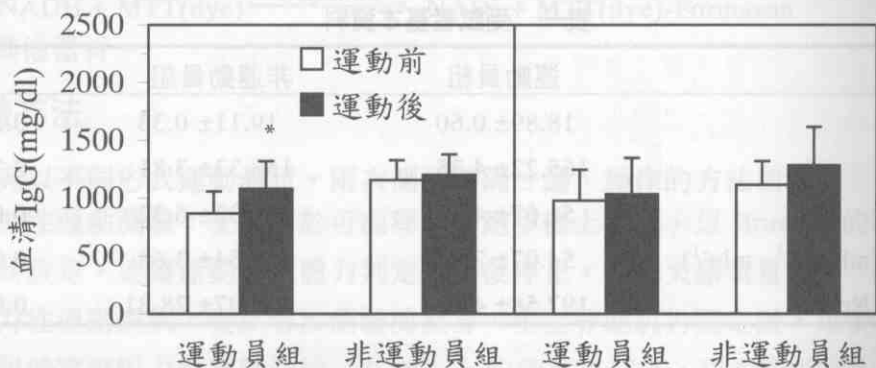
血乳酸濃度受運動的影響：兩組在運動前與後血乳酸的濃度無顯著差異（如圖二）。不同形式的運動前後對血乳酸濃度有顯著的提高 ( $p < .05$ )。經事後比較後發現運動員組與非運動員組在耐力運動後，血乳酸濃度皆顯著高於肌力的運動 ( $p < .05$ )。



圖二 高強度耐力(左)與肌力(右)運動前後對血乳酸濃度之影響。兩組於耐力性及肌力性運動後,血乳酸皆顯著地提高。\*  $p < .05$ 。

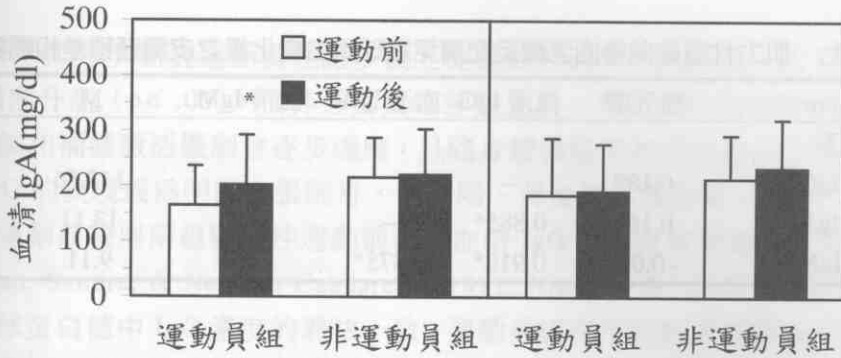
### 三、不同運動對血清免疫球蛋白的影響

(一) 不同運動對血清 IgG 濃度的影響(如圖三): 運動員組在單次的耐力性運動前後 ( $865.7 \pm 192.5$ 、 $1083.0 \pm 238.6$ mg/dl) 血清 IgG 的濃度顯著升高 ( $p < .05$ )。運動員組的血清 IgG 濃度會受到運動的影響 ( $p < .05$ ), 兩組在運動前後並無顯著差異, 不同形式的運動亦無顯著的影響。



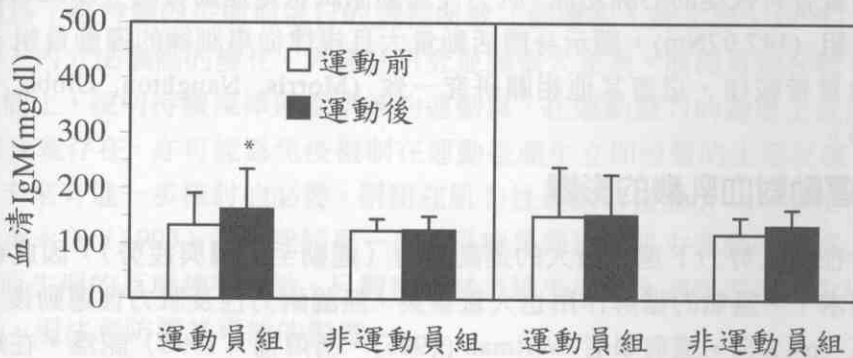
圖三 耐力性(左)與肌力性(右)運動前後對血清 IgG 濃度之影響。運動員組在耐力性運動後,血清 IgG 濃度顯著升高。\*  $p < .05$ 。

(二) 不同運動對血清 IgA 濃度的影響(如圖四): 運動員組在耐力性運動前後 ( $164.7 \pm 71.9$ 、 $202.3 \pm 89.8$ mg/dl) 有顯著的上升 ( $p < .05$ )。兩組在運動前後並無顯著差異, 不同形式的運動對人體內血清 IgA 濃度亦無顯著的影響。



圖四 耐力性(左)與肌力性(右)運動前後對血清 IgA 濃度之影響。運動員組在耐力性運動前後有顯著的上升。\*  $p < .05$ 。

(三) 不同運動對血清 IgM 濃度的影響 (如圖五): 運動員組在耐力性運動前後血清 IgM 的濃度 ( $132.4 \pm 58.2$ 、 $161.3 \pm 73.1$ mg/dl) 顯著升高 ( $p < .05$ )。非運動員組耐力性運動前後及兩組在肌力性運動前後皆無顯著的影響。



圖五 耐力性(左)與肌力性(右)運動前後對血清 IgM 濃度之影響。運動員組在耐力性運動前後血清 IgM 的濃度顯著升高。\*  $p < .05$

#### 四、血乳酸與血清免疫球蛋白的關係

表六 力性運動前後血乳酸及血清免疫球蛋白變化量之皮爾遜積差相關表

Measure	血乳酸	血清 IgG	血清 IgA	血清 IgM	M	SD
血乳酸	--				7.48	2.06
血清 IgG	-0.029	--			131.61	136.26
血清 IgA	-0.051	0.874*	--		21.67	32.26
血清 IgM	-0.040	0.852*	0.916*	--	15.44	23.87

\* $p < .05$

表七 肌力性運動前後血乳酸及血清免疫球蛋白變化量之皮爾遜積差相關表

Measure	血乳酸	血清 IgG	血清 IgA	血清 IgM	M	SD
血乳酸	--				1.55	1.30
血清 IgG	0.189	--			112.56	260.54
血清 IgA	0.165	0.885*	--		13.11	57.93
血清 IgM	-0.084	0.919*	0.875*	--	9.11	27.58

\*  $p < .05$ 

## 肆、討 論

### 一、受試者基本測量

最大攝氧量 (maximal oxygen intake) 指在從事最激烈的運動時，量測組織細胞所能消耗或利用氧氣的最大值，是運動強度或運動負荷的指標之一。測試結果發現：運動員組 ( $54.07 \pm 2.20 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) 顯著高於非運動員組 ( $36.54 \pm 3.65 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ )，顯示高身體活動量者有較佳的心肺功能。肌力性運動測試也是運動員組 ( $197.58 \text{ Nm}$ ) 顯著高於非運動員組 ( $147.97 \text{ Nm}$ )。顯示身體活動量大且規律從事訓練的運動員組，在心肺功能及肌肉力量皆較佳，這與其他相關研究一致 (Morris, Naughton, Gibbs, Carlson, & Wark, 1997)。

### 二、不同運動對血乳酸的影響

受試者在最大努力下達到最大的運動負荷 (運動至衰竭與疲勞)，因此在無法充足供應能量需求下，無氧的糖解作用也大量參與，無論耐力性及肌力性運動後，血乳酸皆顯著的提高 ( $p < .05$ )，這與學者 Weltman (1995)、馮煒權 (1998) 認為，在短時間、高強度的體能活動，常引起乳酸濃度的變化的結果一致。且乳酸的堆積與運動程度呈曲直線正相關 (Wilmore & Costill, 1988)。兩組於耐力性運動後，產生的血乳酸值皆顯著高於肌力性運動，這可能是因為從事耐力性運動為全身性肌群的活動，肌力運動屬局部肌肉急速耗竭之運動，相較於耐力性運動以漸增負荷至衰竭的高強度運動，較肌力運動的時間長，作功量較大，因此受到乳酸加速產生或是受到肝臟和其他組織乳酸排除量減低的影響，其血中乳酸較會有堆積作用 (馮煒權, 1998)。

### 三、不同運動對血清免疫球蛋白的影響

IgG 是人類血清中最主要的最多的免疫球蛋白，和下呼吸道病毒的感染預防有關。運動員組在單次的耐力性運動前後血清 IgG 的濃度顯著升高。這與 Stephenson, Kolka,

and Wilkerson (1985) 研究運動員在跑步機上從事最大負荷跑的結果一致。本研究運動前後 IgG 濃度升高 ( $p < .05$ )，而非運動員組卻無差異，可能原因為運動的過程中，機體的調控機制和補體激活機制會逐步適應，且隨身體機能等的提高而逐步恢復，甚至上升，而以 IgG 的表現最為明顯（張曉丹、李沐陽、黃金銘、熊啓斌，2003）。而非運動員組耐力性運動前後與兩組肌力性運動前後的血清 IgG 的濃度皆無顯著差異，這與許多研究 (Nieman, Sandra, & Nehlsen-Cannarella, 1991; Nieman 等, 1992) 認為運動不會改變血清免疫球蛋白值中 IgG 濃度的看法一致。運動員組在不同形式運動後，應有生理壓力，造成血清 IgG 的濃度變化，而結果（變化不一）看來，可能影響的不僅是生理壓力，是否與專項體能（長期規律的中長跑運動訓練）的適應及其他身體機能條件有關，仍需作進一步的探討。

IgA 是黏膜免疫系統中最重要的免疫球蛋白，尤其是上呼吸道部分與感冒關係密切。許多研究 (Huang, Chen, Tseng, & Fang, 1993; Mackinnon, Hooper, Jones, Bachmann, & Gordon, 1997) 認為無論單次或長期高強度的運動會使 IgA 的濃度降低。而本實驗的運動員於耐力性的運動後 IgA 的濃度卻升高。這與 Poortmans (1971) 以 28 位運動員做單次高強度跑步後，血清 IgA 濃度上升，的結果一致，與非運動員有差異。此現象的原因可能是機體為了維持體內平衡而進行的調控所致（郝選明、萬文君，1999），兩組其間在內部神經、內分泌機制的變化，大部分研究並無很大差異。原因可能在較有差異的呼吸、循環功能上，說明持續規律運動訓練的運動員，在運動壓力的適應上或許有免疫機能的正面的意義存在，亦可能為免疫機制在運動後產生立即短暫的生理反應。此為實驗設計所限，未來有進一步探討的必要。兩組在肌力性運動前後血清 IgA 濃度沒有顯著的影響，這與黃永任（1993）的研究結果一致。可能是兩組在肌力運動的形式上適應力差異不大，因而生理的反應趨於一致。另觀察受試者總未能完全適應等速測力儀離心收縮的施力方式，須注意防範其可能的影響。

IgM 存在於血管中較多，是負責抗原侵入人體的早期免疫反應。單次急性運動後血清 IgM 的濃度升高的結果有 Stephenson 等 (1985) 的研究，但有研究 (Nieman 等, 1991) 認為，運動前後血清 IgM 沒有顯著的改變甚至會降低，這說明急性的運動可能會影響 B 細胞的活性和增生的速率 (Sallis & Massimino, 1997)。由於本實驗的運動受試者激素的分泌、白血球間素-2、4 及 T 淋巴球數量等影響 B 細胞的活性和增生的因子，並沒有很大的改變，致使血清 IgM 濃度無顯著的改變。而運動員組於耐力性運動後血清 IgM 濃度的顯著改變 ( $p < .05$ )，並顯著高於非運動員組 (124.4 mg/dl)。一般以運動影響免疫功能來分析約可分為運動強度、運動持續時間及個體的長期訓練等三個因素（侯明新、張培玉，1999）。然而本實驗雖兩組皆以最大負荷能力實施不同運動測試，但運動強度及時間的負荷仍有明顯差異。因此，影響運動員組是否可能對耐力性運動，在長期持續規

律性的訓練後已產生適應性，從而在運動後產生短暫的免疫機制正面功能的反應，其歸因仍需作更詳細謹慎的研究來分析探討。

#### 四、血乳酸與血清免疫球蛋白的關係

血清免疫球蛋白濃度除了受到運動及心理壓力而改變外，在生理機能方面也受到許多體內物質的影響。而乳酸與激素分泌有著極大的相關，免疫系統會因激素的分泌增減而受影響 (Raastad, Bjoro, & Hellen, 2000)。

本研究的受試者於不同運動後，發現血乳酸與血清免疫球蛋白濃度的變化無顯著的相關，這與 Droge 等 (1987) 及 Roth 等 (1991) 的研究結果不同，原因可能在實驗設計上有許多的不同，Droge 等以體外培養免疫 T 淋巴細胞，再以不同乳酸濃度 (0.01-10mM) 刺激，除了刺激的免疫指標物 (marker) 不同外，在乳酸的濃度上亦不完全相同。另外，由於體外與體內的環境差異極大，體內可能有許多物質同時存在，並且複雜的相互影響著免疫細胞。

影響免疫系統的物質，雖然近來也漸漸地陸續被發現，然而如何相互的影響與調控，此機制的瞭解有待進一步的研究。然而長期規律的高強度訓練，在每次運動時身體的疲勞與血液、肌肉中乳酸濃度過高，是否也直接、間接的與免疫功能有關，是否此類訓練會導致暫時性免疫系統的衰弱或適應後反而提升了免疫的機制，實有待進一步的研究。

#### 伍、結論與建議

一、結論：運動員在高強度的耐力性運動後，血清免疫球蛋白濃度的提升，是否與長期規律的運動訓練有關，仍需作進一步的探討。不同形式的運動前後，血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 的濃度變化可能並無相關性。

二、建議：運動對免疫的影響除血清免疫球蛋白外，亦需同時進一步探討其他免疫功能的指標物質。未來的研究應配合測量激素分泌物質，以瞭解神經內分泌與免疫功能的調控作用。運動後採血時間點可增加，以瞭解血中免疫指標物質的連續性變化，同時可觀察血中代謝物質的改變、激素分泌的增減與免疫機制的關係。

## 引用文獻

- 狄建 (2002)。血乳酸值與肌細胞酸化關聯因素對游泳無氧能力的影響。《西安體育學院學報》，19(1)，46-48。
- 侯明新、張培玉 (1999)。運動與衰老機體的免疫功能。《中國運動醫學雜誌》，18(4)，348-353。
- 郝選明、萬文君 (1999)。補體系統對有氧運動的免疫應答與適應性特徵。《中國運動醫學雜誌》，18(3)，23-26。
- 張曉丹、李沐陽、黃金銘、熊啓斌 (2003)。打陀螺運動對人體免疫球蛋白的影響。《西安體育學院學報》，20(2)，48-50。
- 黃永任、呂丹妮、曾哲明、方進隆 (1993)。間歇性和連續密集耐力訓練對 B 淋巴球與巨噬細胞分泌作用之影響。《體育學報》，16，275-288。
- 馮煒權 (1998)。《運動訓練生物化學》。北京：北京體育大學出版社。
- 萬文君 (2002)。速度耐力跑運動員乳酸耐受訓練的理論與實踐。《西安體育學院學報》，19(1)，51-53。
- Droge, W., Roth, S., Altmann, A., & Mihm, S. (1987). Regulation of T-cell function by L-lactate. *Cell Immunology*, 108, 405-416.
- Greenwood, F. C., & Landon, J. (1966). Growth hormone secretion in response to stress in man. *Nature*, 210, 540-541.
- Huang, Y. J., Chen, Y. I., Tseng, J. M., & Fang, C. L. (1993). The effects of marathon running on serum immunoglobulin concentration(p.203). Peking, China: 2nd International Conference on Sport Medicine.
- Kjaer, M., & Dela, F. (1996). Endocrine responses to exercise. In L. Hoffman-Goetz, (Ed.), *Exercise and immune function* (pp.1-20). New York: CRC Press.
- Mackinnon, L. T. (1998). *Advances in exercise immunology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mackinnon, L. T., Hooper, S. L., Jones, S., Bachmann, A. W., & Gordon, R. D. (1997). Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in elite swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, 1637-1645.
- Morris, F. L., Naughton, G. A., Gibbs, J. L., Carlson, J. S., & Wark, J. D. (1997). Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: Positive effects on bone and lean mass. *Journal of Bone & Mineral Research*, 12(9), 1453-1462.
- Nehlsen-Cannarella, S. L., Nieman, D. C., Jessen, J., Chang, K., Gueswitch, G., Blix, G. G., & Ashley, E. (1991). The effect of acute moderate exercise on lymphocyte function

- and serum immunoglobulin levels. *International Journal of Sport Medicine*, 12, 391-398.
- Nieman, D. C., Miller, A. R., Henson, D. A., Warren, B. J., Gusewitch, G., Johnson, R. L., Davis, J. M., Butterworth, D. E., Herring, J. L., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (1994). Effect of high-versus moderate-intensity exercise on lymphocyte subpopulations and proliferative response. *International Journal of Sports Medicine*, 15(4), 199-206.
- Nieman, D. C., Henson, D. A., Johnson, R., Lebeck, L., Davis, J. M., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (1992). Effects of brief, heavy exertion on circulating lymphocyte subpopulations and proliferative response. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 1339-1345.
- Nieman, D. C., Sandra, L., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (1991). The effects of acute and chronic exercise on immunoglobulins. *Sport Medicine*, 11, 183-201.
- Poortmans, J. R. (1971). Serum protein determination during short exhaustive physical activity. *Journal of Applied Physiology*, 30, 190-192.
- Raastad, T., Bjoro, T., & Hellen, J. (2000). Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 121-128.
- Roitt, I. M., Brostoff, J., & Male, D. K. (1998). *Immunology* (5th ed.). London, UK: Mosby International Ltd.
- Roth, S., & Droge, W. (1991). Regulation of interleukin 2 production, interleukin mRNA expression and intracellular glutathione levels in ex vivo derived T lymphocytes by lactate. *European Journal of Immunology*, 21, 1933-1937.
- Sallis, R. E., & Massimino, F. (1997). *ACSM's Sports Medicine Review*. St. Louis, MO: Mosby-Year Book, Inc.
- Power, S. K., & Howley, E. T. (2001). *Exercise physiology* (4th ed.). McGraw-Hill Companies, Inc.
- Shephard, R. J., Rhind, S., & Shek, P. (1995). The impacts of exercise on the immune system. NK cells, interleukin-1 and -2 and related response. *Exercise and Sports Science Reviews*, 23, 215-241.
- Stephenson, L. A., Kolka, M. A., & Wilkerson, J. E. (1985). Effect of exercise and passive heat exposure on immunand leucocyte concentrations. In C. O. Dotson, & J. H. Humphery (Eds.), *Exercise physiology: Current selected research* (pp.145-157). New York: Ams Press.

Weltman, A. (1995). Factor affecting the blood lactate response. In: A. Weltman (Ed.), *The blood lactate response to exercise* (pp. 29-47). Champaign, IL: Human Kinetics.

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1988). *The physiological basis of the conditioning process: Training for sport and activity*. Dubuque, IA.

投稿日期：93年06月

接受日期：94年08月

### Abstract

Purpose: To compare the effects of intense endurance and strength exercises on the blood lactate and serum immunoglobulin concentration between athletes and non-athletes. Methods: Ten male V athletes with average age 18.8±0.6 yr, height 1.75±0.07 m, weight 71.5±4.7 kg, and VO<sub>2max</sub> 34.7±1.7 L·min<sup>-1</sup> and 10 male non-athletes with average age 19.4±1.1 yr, height 1.78±0.05 m, weight 75.1±7.1 kg, and VO<sub>2max</sub> 30.6±2.6 L·min<sup>-1</sup>. All subjects were asked to perform both intense endurance and strength exercises (running on a treadmill and knee extension and flexion on a Kio-Gym until fatigue, respectively). Blood samples were collected both before and after exercises. The data was analyzed by the two-factorial ANOVA and paired product moment correlation coefficient. Results: The VO<sub>2max</sub> and peak power athletes were significantly higher than non-athletes (p<0.05). The blood lactate of both groups was significantly increased after different exercises (p<0.05). The serum immunoglobulin was significantly decreased in athletes after the intense endurance exercise (p<0.05), but not an significant difference in non-athletes. There was a significant difference before and after strength exercise for both groups. There was a significant correlation in the change of blood lactate and serum immunoglobulin before and after different exercises for both groups. Conclusions: The concentration of immunoglobulin of serum would be enhanced after the athletes do the intense endurance exercise. It needs further study to know whether it is related to the blood lactate and serum immunoglobulin (IgG, IgA, IgM) before and after exercise.

Key words: endurance exercise, strength exercise, blood lactate, serum immunoglobulin

## The effect of endurance and strength exercise on blood lactate and serum immunoglobulin concentration in athletes and non-athletes

*Kuo-Cheng Tu<sup>1</sup>, Linda L. Lin<sup>1</sup>, and Shin-Shan Lu<sup>2</sup>*

*National Cheng Kung University<sup>1</sup>,*

*National Taiwan College of Physical Education<sup>2</sup>*

### Abstract

**Purpose:** To compare the effects of intense endurance and strength exercises on the blood lactate and serum immunoglobulin concentration between athletes and non-athletes. **Methods:** There were 9 athletes with average age  $18.89 \pm 0.60$  yrs, height  $165.22 \pm 4.35$  cm, weight  $51.67 \pm 4.12$  kg, and  $VO_{2max}$   $54.07 \pm 2.20$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. The other 9 non-athletes with average age  $19.11 \pm 0.33$  yrs, height  $158.33 \pm 3.81$  cm, weight  $51.33 \pm 6.32$  kg, and  $VO_{2max}$   $36.54 \pm 3.65$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>. Subjects were asked to perform both intense endurance and strength exercises (running on a treadmill until exhausted and knee extension and flexion on a Kin-Com until fatigue, respectively). Blood samples were collected both before and after exercises. The data was analyzed by the two-factorial ANOVA and Pearson product-moment correlation coefficient. **Results:** The  $VO_{2max}$  and peak torque of athletes were significantly higher than non-athletes ( $p < .05$ ). The blood lactate of both groups was significantly increased after different exercises ( $p < .05$ ). The serum immunoglobulin was significantly increased in athletes after the intense endurance exercise ( $p < .05$ ), but was no significant difference in non-athletes. There was no significant difference before and after strength exercise for both groups. There was no significant correlation in the variety of blood lactate and serum immunoglobulin before and after different exercises for both groups. **Conclusions:** The concentration of immunoglobulin of serum would be enhanced after the athlete did the intense endurance exercise. It needs further study to know whether it is related to the fact of long-term regular exercise training. There was no significant relationship between blood lactate and serum immunoglobulin (IgG, IgA, IgM) before and after exercise.

**Key words:** endurance exercise, strength exercise, blood lactate, serum immunoglobulin.