

國立臺灣體育學院體育研究所
碩士學位論文

高強度耐力與肌力運動對血乳酸及
血清免疫球蛋白濃度之效應

**The Effect of Intense Endurance and Strength Exercise
on Blood Lactate and Serum Immunoglobulin Levels
in Trained and Untrained Females**



研究生：涂國誠 撰

指導教授：呂欣善 教授

中華民國九十二年六月

論文名稱：高強度耐力與肌力運動對血乳酸及血清免疫球蛋白濃度之效應

總頁數：96 頁

院校所組別：國立台灣體育學院體育研究所運動競技組

研究生：涂國誠

指導教授：呂欣善教授

中文摘要

本研究的目的是，在探討高強度耐力與肌力運動，對運動員與非運動員血乳酸及血清免疫球蛋白濃度的效應。本研究受試者共 18 名，其中 9 名為運動員平均年齡 18.89 ± 0.60 yrs、身高 165.22 ± 4.35 cm、體重 51.67 ± 4.12 kg 及最大攝氧量 54.07 ± 2.20 ml/kg/min；另 9 名為非運動員平均年齡 19.11 ± 0.33 yrs、身高 158.33 ± 3.81 cm、體重 51.33 ± 6.32 kg 及最大攝氧量 36.54 ± 3.65 ml/kg/min。分別於兩種不同類型，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相關積差係數進行各項考驗。

結果發現：(1)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 ($p < 0.01$)。 (2)血乳酸濃度在兩組受試者不同類型運動後，皆明顯升高 ($p < 0.01$)。 (3)血清 IgG、IgA、IgM 濃度在高強度耐力性運動後，運動員組達顯著的升高 ($p < 0.01$)，而非運動員組則無顯著差異；於高強度肌力性運動後，兩組皆無顯著差異。 (4)血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 的濃度，在不同類型運動前後的變化量並無顯著相關。

經過討論之後，得到以下結論：不同類型的高強度運動後，血乳酸濃度顯著升高，可為負荷強度的指標。高強度耐力運動後，運動員免疫力的提升，可能與規律的運動訓練有關。運動前後血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 的濃度變化並無相關性。

關鍵詞：高強度耐力運動、高強度肌力運動、血乳酸、血清免疫球蛋白

Tu, Kuo-Cheng (2003). The Effect of Intense Endurance and Strength Exercise on Blood Lactate and Serum Immunoglobulin Levels in Trained and Untrained Females.
Unpublished master's thesis, National Taiwan College of Physical Education, Taichung

Abstract

The purpose of this study was to compare the effects of intense endurance and strength exercises on the blood lactate and serum immunoglobulin levels between trained and untrained females. There were 9 trained females with average age of 18.89 ± 0.60 yrs, average height of 165.22 ± 4.35 cm, average weight of 51.67 ± 4.12 kg, and average $\dot{V}O_2\text{max} = 54.07 \pm 2.20$ ml/kg/min. And the other 9 untrained females with average age of 19.11 ± 0.33 yrs, average height of 158.33 ± 3.81 cm, average weight of 51.33 ± 6.32 kg, and average $\dot{V}O_2\text{max}$ of 36.54 ± 3.65 ml/kg/min. 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.

The following results were found: (1) The $\dot{V}O_2\text{max}$ and peak torque of trained were significantly higher than untrained ($p < 0.01$). (2) The blood lactate of both groups was significantly increased after different exercises ($p < 0.01$). (3) The serum immunoglobulin was significantly increased in trained after the intense endurance exercise, but was no significant difference for untrained ($p < 0.01$). (4) There was no significant correlation in the variety of blood lactate and serum immunoglobulin before and after different exercises for both groups.

Conclusions: it could be an index of loading intensity that the blood lactate was significantly increased after different exercises. It is probably related to the regular exercise that the immunity of trained could be enhance after the intense endurance exercise. There was no significant relationship between blood lactate and serum immunoglobulin before and after exercise.

Keywords: intense strength exercise, intense endurance exercise, blood lactate, serum immunoglobulin.

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目 錄	III
表 目 錄	VI
圖 目 錄	VII
第壹章 緒論	1
第一節 前言	1
第二節 問題背景	1
第三節 研究目的	3
第四節 研究範圍與限制	3
第五節 研究的重要性	4
第六節 研究假設	5
第七節 名詞操作性定義	7
第貳章 文獻探討	8
第一節 免疫球蛋白	8
第二節 運動對乳酸的效應	10
第三節 運動對免疫功能的效應	12
第四節 運動對運動員與非運動員的免疫球蛋白效應	15
第五節 體能訓練運動對免疫球蛋白濃度的效應	18
第參章 研究方法與步驟	21
第一節 受試者	21
第二節 研究設計	21
第三節 實驗步驟與器材	22
第四節 實驗方法	25

第五節	統計分析	28
第肆章	結果	30
第一節	受試者基本資料	30
第二節	不同運動對血乳酸的效應	31
第三節	不同運動對血清免疫球蛋白的效應	32
第四節	血乳酸與血清免疫球蛋白的關係	36
第五節	本章結語	37
第伍章	討論與結論	40
第一節	受試者基本資料	40
第二節	不同運動對血乳酸的效應	41
第三節	不同運動對血清免疫球蛋白的效應	43
第四節	血乳酸與血清免疫球蛋白的關係	45
第五節	結論與建議	46
引用文獻	48
中文部份	48
英文部份	49
附錄	66
附錄二~1	血清 IgG、IgA、IgM 之特性及參考值	66
附錄三~1	受試者須知	67
附錄三~2	受試者身體狀況及活動情形調查表	69
附錄三~3	受試者參與實驗同意書	72
附錄三~4	受試者高強度耐力性運動測量	74
附錄三~5	受試者高強度肌力性運動測量	74
附錄三~6	受試者血液自動生化測量儀 (Beckman Immage)	75

附錄四~1	受試者不同運動前後血液生化值之平均數與標準差	76
附錄四~2	不同運動前後兩組血乳酸值 (mmol/l) 平均數、標準差及二因子變異數分析事後比較	77
附錄四~3	不同運動前後兩組血清 IgG (mg/dl) 平均數、標準差及二因子變異數分析事後比較	79
附錄四~4	不同運動前後兩組血清 IgG 二因子變異數分析事後交互作用單純效果比較	81
附錄四~5	不同運動前後兩組血清 IgA (mg/dl) 平均數、標準差及二因子變異數分析事後比較	82
附錄四~6	不同運動前後兩組血清 IgM (mg/dl) 平均數、標準差及二因子變異數分析事後比較	84
附錄四~7	不同運動前後兩組血清 IgM 二因子變異數分析事後交互作用單純效果比較	86
附錄四~8	受試者測驗原始基本資料結果	87
附錄四~9	受試者血乳酸 (mmol/l) 值測量結果	88
附錄四~10	受試者血清 IgG (mg/dl) 值測量結果	89
附錄四~11	受試者血清 IgA (mg/dl) 值測量結果	90
附錄四~12	受試者血清 IgM (mg/dl) 值測量結果	91
附錄	個人經歷及著作	92

表目錄

表一	研究假設與統計分析一覽表	6
表二	Bruce 法電動跑步機運動負荷程控	26
表三	受試者基本資料	30
表四	不同運動前後兩組血乳酸二因子變異數分析摘要表	31
表五	不同運動前後兩組血清 IgG 二因子變異數分析摘要表	33
表六	不同運動前後兩組血清 IgA 二因子變異數分析摘要表	34
表七	不同運動前後兩組血清 IgM 二因子變異數分析摘要表	35
表八	高強度耐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	36
表九	高強度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	37
表十	二因子變異數分析統計及依變項相關一覽表	38

圖目錄

圖一	運動與上呼吸道（免疫狀況）間關係的J字理論	14
圖二	實驗流程圖	23
圖三	高強度耐力與肌力運動前後對血乳酸濃度之效應	31
圖四	高強度耐力與肌力運動前後對血清 IgG 濃度之效應	33
圖五	高強度耐力與肌力運動前後對血清 IgA 濃度之效應	34
圖六	高強度耐力與肌力運動前後對血清 IgM 濃度之效應	35

第壹章 緒論

第一節 前言

在人類的經驗與知識中，學術可概括的分為生命科學、文史哲藝術（人文科學）、自然科學及社會科學四大領域。在近代生命科學的學術研究中，因各種新的科學方法與技術大量開發，為生命奧秘的研究，提供了強而有力的工具，使人們對生命本質的認識逐漸從整體、器官、組織深入到細胞以及分子。分子生物學、細胞生物學及神經科學就成了現今生命科學的三大引領學科。而運動人體科學也是生命科學中至為重要的領域之一，其中運動醫學研究以其特有的研究領域及成果，成為運動科學研究中極受關注的一環。

近代運動醫學在分子生物學及生物化學研究的發展方向，包括細胞及自由基的代謝與運動疲勞的關係、運動員在訓練與比賽後免疫機能的改變等議題。

隨著人類文明的進步，人們越來越明瞭運動對健康的重要，更多的人們參與運動訓練。而運動訓練與健康的關係，若僅著重在一般生理現象的觀察是不夠的。深入身體內部瞭解體內分子或免疫系統的變化，才能掌握真正的健康狀態。

第二節 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。免疫球蛋白也是觀察人體免疫功能的一項重要的指標。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影響因素（Roitt

等人，2001)。

人體在從事運動後會引起免疫功能的改變，許多研究認為人體因長期規律的身體活動可以提高免疫能力 (Nieman, 1993; Mazzeo, 1994; Brines, 1996; Shinkai, 1996)、促進健康、預防疾病 (Nash, 1994; Nieman, 1994; Mackinnon, 1998)，更能維持高品質的生活水準。但過度的運動訓練卻往往產生負面的影響，抑制了免疫功能 (Verde 等人, 1992; Hack 等人, 1993; Kreider 等人, 1993; Garagiola 等人, 1995)。因此，教練、防護員及選手都應能辨認過度訓練的一般癥候，以備在症狀出現時，適度地降低運動員的訓練負荷，這是十分重要的。又因為運動員個別的差異性，所以應儘可能為運動員規劃個別的訓練計畫，如此的策略規劃，才有可能達成最佳的運動表現。

訓練必須經由運動訓練科學、頂尖教練和訓練專家的知識與經驗，才能使訓練更趨完善，否則長期的訓練可能無法有所成效，更糟的是可能損及運動員的健康，甚至斷送其運動生涯。經研究證實，許多優秀的中長跑運動員在訓練與比賽後，常有低免疫數值及經常感染的情形，特別是上呼吸道的感染 (upper respiratory track infection, URTI) (Nieman, 1994)。因此運動與免疫的關係，成為近來教練與運動員共同關注的議題。而運動訓練時，強度和量的適度調控、休息和恢復的安排，皆成為運動員在作訓練計畫與生涯規劃時的重要考量。

運動員經長期的激烈運動訓練後，除生理的適應外，在免疫功能的抑制和降低上，是否有生理的適應的價值，仍不得而知。另外，體能訓練的方法有許多，其中屬於心肺功能

的耐力訓練與肌肉阻抗的肌力訓練，是差異較大的兩種運動類型的訓練方法，而這兩種不同競技體能訴求的訓練活動，在對運動員與非運動員實施後，身體免疫功能的影響為何？另外，運動前後血乳酸與血清免疫球蛋白濃度變化的關係為何？這些問題皆有待進一步的深入研究，以作為運動員從事激烈運動訓練時，教練編配訓練計畫的依據，或一般非運動員從事身體活動保健照護的參考。

第三節 研究目的

本研究的主要目的在檢驗：

- 一、高強度耐力與肌力運動對運動員與非運動員之血乳酸濃度的效應。
- 二、高強度耐力與肌力運動對運動員與非運動員之血清免疫球蛋白濃度的效應。
- 三、高強度耐力與肌力運動對運動員與非運動員之血乳酸與血清免疫球蛋白濃度變化的關係。

第四節 研究範圍與限制

一、研究範圍

本研究以本國籍之健康女性 18 名，平均 19.00 ± 0.48 歲為研究對象。其中 9 名中長跑徑賽之運動員，每位受試者至少從事三年以上的運動訓練資歷，並維持每週三次以上的運動訓練頻率。另 9 名為非運動員，近兩年無從事規律的運動習慣。

二、研究限制

本研究之研究對象，需無吸菸習慣及其他疾病，運動員組的最大攝氧量 ($\dot{V}O_2\max$) 平均 54.07 ± 2.20 ml/kg/min，非運動員組的最大攝氧量平均 36.54 ± 3.65 ml/kg/min (見附錄四~8)。並於早上空腹接受單次衰竭運動刺激的實驗處理。因此，研究結果只適合推論到相似的受試對象及實驗處理的研究上。

第五節 研究的重要性

體能訓練 (physical training) 活動實施的目的，是為了提昇選手的表現或增進一般民眾的健康。然而長期 (chronic) 運動訓練或單次立即性 (acute) 的運動刺激後，都會造成免疫功能改變。對此，目前國內相關文獻，仍屬學術研究範圍，至於應用於運動訓練領域的部份，仍有待進一步的研究。對於單次立即性或長期運動訓練所造成的影響，亦所知有限。其中，高強度耐力與肌力不同類型運動下，對相同受試者的血清免疫球蛋白濃度，是否有不同的影響？或是，不同體能水準的受試者在相同耐力與肌力運動的處理下，血乳酸與血清免疫球蛋白濃度的反應是否有所差異及相關？這些問題至今尚無明確定論。因此，有必要針對此方面的問題加以探討，以進一步瞭解耐力與肌力運動在免疫機制上扮演的角色。

本研究是針對國內不同體能水準的女性所做的探討，研究結果將可直接適用於國內各不同體能水準的女性族群。對本土型的應用性研究，應有其參考價值。再者，利用體能變項來預測免疫功能，除有助於體育專業人員在訓練計劃編配

的考量外，亦可提供一般民眾作為從事健康運動訓練時的參考。

第六節 研究假設

本研究考驗下列假設，其研究假設與統計分析如表一：

- 一、以電動跑步機進行漸增式負荷連續耐力跑，運動直至體力衰竭後停止，測得最大攝氧量，運動員大於非運動員。
- 二、以電動跑步機進行漸增式負荷連續耐力跑，運動直至體力衰竭後停止，運動員於運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 濃度改變。
- 三、以電動跑步機進行漸增式負荷連續耐力跑，運動直至體力衰竭後停止，非運動員於運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 濃度改變。
- 四、以電動跑步機進行漸增式負荷連續耐力跑，運動直至體力衰竭後停止，運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 濃度改變，非運動員濃度高於運動員。
- 五、以電動跑步機進行漸增式負荷連續耐力跑，運動直至體力衰竭後停止，運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 的濃度變化有相關。
- 六、以等速測力器 $60^{\circ}/s$ 速度進行 40 次最大膝關節屈伸等速離心的高阻力性運動達到疲勞，測得最大力矩值，運動員大於非運動員。
- 七、以等速測力器 $60^{\circ}/s$ 速度進行 40 次最大膝關節屈伸等速離心的高阻力性運動達到疲勞，運動員於運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 的濃度改變。

- 八、以等速測力器 $60^{\circ}/s$ 速度進行 40 次最大膝關節屈伸等速離心的高阻力性運動達到疲勞，非運動員於運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 的濃度改變。
- 九、以等速測力器 $60^{\circ}/s$ 速度進行 40 次最大膝關節屈伸等速離心的高阻力性運動達到疲勞，運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 的濃度改變，非運動員濃度高於運動員。
- 十、以等速測力器 $60^{\circ}/s$ 速度進行 40 次最大膝關節屈伸等速離心的高阻力性運動達到疲勞，運動前後血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 的濃度變化有相關。

表一、研究假設與統計分析一覽表

	研究假設	統計分析	備註
(一)	跑步機連續跑至衰竭，測得最大攝氧量，運動員大於非運動員	使用兩組獨立樣本 t 檢定	
(二)	跑步機連續跑至衰竭，運動員於運動前後，血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 濃度改變	使用相依樣本成對 t 檢定	
(三)	跑步機連續跑至衰竭，非運動員於運動前後，血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 濃度改變	使用相依樣本成對 t 檢定	
(四)	跑步機連續跑至衰竭，運動前後血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 濃度，非運動員高於運動員	以運動前後的變化量為觀察值，作成對 t 檢定	
(五)	跑步機連續跑至衰竭，運動前後血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 濃度變化相關	使用皮爾遜相關係數分析	二、三、四、
(六)	以 $60^{\circ}/s$ 等速膝關節 40 次離心運動，測得最大力矩值運動員大於非運動員	使用兩組獨立樣本 t 檢定	七、八、九
(七)	以 $60^{\circ}/s$ 等速膝關節 40 次離心運動，運動員於運動前後，血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 濃度改變	使用相依樣本成對 t 檢定	可合併使用二因子變異數分析
(八)	以 $60^{\circ}/s$ 等速膝關節 40 次離心運動，非運動員於運動前後，血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM 濃度改變	使用相依樣本成對 t 檢定	
(九)	以 $60^{\circ}/s$ 等速膝關節 40 次離心運動，運動前後血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 濃度，非運動員高於運動員	以運動前後的變化量為觀察值，作成對 t 檢定	
(十)	以 $60^{\circ}/s$ 等速膝關節 40 次離心運動，運動前後血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 濃度變化有相關	使用皮爾遜相關係數分析	

第七節 名詞操作性定義

一、高強度耐力與肌力運動 (Intense Endurance and Strength Exercise)

本研究之耐力與肌力運動，分別是以電動原地跑步機 (Treadmill)，以 Bruce 法設定，實施單次心肺耐力性漸增式負荷連續跑運動至衰竭；另以 Kin-com 等速測力器，實施高強度阻力性肌力運動至疲勞。此兩種運動測試方式謂之高強度耐力與肌力運動。

二、運動員 (Trained) 與非運動員 (Untrained)

本研究以中長跑田徑運動員，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，且最大攝氧量平均 54.07 ± 2.20 ml/kg/min，稱之為運動員；另以一般大專生，健康卻無規律運動習慣者 (每週低於兩次從事身體活動)，且最大攝氧量平均 36.54 ± 3.65 ml/kg/min，稱之為非運動員。

第貳章 文獻探討

一般人都相信從事運動訓練能促進身體的健康，並且能提高人體免疫的功能，進而增加抵抗力。然而，運動員必須長期的接受激烈的運動訓練，這將對人體的免疫功能產生什麼變化？對身體健康又有什麼影響？運動員與非運動員的免疫功能，是否會因耐力與肌力不同類型體能訓練的激烈運動介入而產生不同的影響？皆是值得深入關心與研究的議題。本章針對以上問題蒐集學者的研究報告，依序探討與本研究相關的文獻資料。茲分為以下五部分：

- 一、 免疫球蛋白。
- 二、 運動對乳酸的效應。
- 三、 運動對免疫功能的效應。
- 四、 運動對運動員與非運動員的免疫球蛋白效應。
- 五、 不同類型的體能運動對免疫球蛋白的效應。

第一節 免疫球蛋白

免疫球蛋白 (Immunoglobulin, Ig) 係由兩對胜肽鏈組成：兩條重鏈 (Heavy Chain) 及兩條輕鏈 (Light Chain)，兩者並含有醣質成分。是屬於體液性免疫之一，能結合特殊抗原的抗體 (Antibody)，由成熟的 B 淋巴細胞所分泌的一群醣蛋白 (Glycoproteins)，可以在血清和體液中發現，它可以直接附著於細菌和病毒的表面，將此外來物摧毀，也可以引起免疫細胞反應及活化補體系統，間接摧毀細菌和病毒 (Elgert, 1996)，當人體內免疫球蛋白的濃度較高時，可使

身體抵抗力提昇，影響個體的健康。

人類有 5 個類別的免疫球蛋白，分別為 IgG、IgA、IgM、IgD、IgE，各個免疫球蛋白在免疫系統內，各有其不同的功能（Roitt 等人，1998）：IgG（Immunoglobulin G），是人類血清中最多，也是主要作用於抵抗細胞外的免疫球蛋白。它的數量可觀，約佔人體免疫球蛋白的 70~75%，它對抗原的高親和力的能力，及它廣大的次生物性功能，在在顯現它是 Ig 家族中，最顯著的一員。在次發性反應時，主要被合成的免疫球蛋白便是 IgG。IgG 較其它類的抗體更易滲透到血管外的空間，在那裡成為主要的抗體種類，負擔起中和細菌、毒素和結合微生物以協助加強吞食作用等主要工作。也是唯一可通過胎盤到達胎兒體內之抗體，可以對抗細菌、病毒、毒素等，特別是在抗體形成反應的後期會大量出現，有時可以持續終生。IgA（Immunoglobulin A），是黏膜免疫系統中最重要的免疫球蛋白，它選擇性地出現在黏液分泌物中，如唾液、眼淚、鼻液、初乳、肺、泌尿生殖道、腸胃道等分泌物。它們有明確的任務，防衛暴露在外的體表外表皮，應付微生物的侵襲。它附著於微生物上，抑制這些微生物，使之無法吸附於黏膜細胞的表面，如此可免其進入體內組織。當局部感染時，較全身性感染更易產生 IgA，分泌性 IgA 可中和病毒，並抑制細菌附接到上皮細胞，有較高的 IgA 濃度，病毒侵襲上呼吸道的機率較低。約佔人體免疫球蛋白的 15~20%。IgM（Immunoglobulin M），常被認為是巨球蛋白抗體，因它們有高分子量，IgM 分子是一個由五個四肽鏈，次單位組的聚合體（Pentamer）。IgM 抗體對單種半抗原的親和力較低，但因它的高價數，所以具有多種決定素的抗原，有相

當強的合力。這些抗體是具有高效率的細菌凝集作用與補體依賴作用，因此 IgM 是抗菌血症最有效的第一道防線，是個體受任何抗原刺激後，最早合成而出現於血液。多存於血管內，約佔人體免疫球蛋白的 10% (Roitt, 1994)。其他特性及參考值，如附錄二。

IgD (Immunoglobulin D) 的含量在免疫球蛋白中約佔 1% 以下，真正功能尚未確定；IgE (Immunoglobulin E) 在血清免疫球蛋白中含量極微，與過敏病有關，因 IgD 與 IgE 在本研究未探討，故不予以解釋、定義。

第二節 運動對乳酸的效應

乳酸 (Lactic Acid) 是糖在無氧條件下進行分解代謝，經丙酮酸 (Pyruvic Acid) 生成的代謝產物。血乳酸評定運動員的有氧和無氧代謝能力，這已成為實驗室的常規和較簡單的方式 (林正常, 2002)。乳酸經常被等同於運動負荷強度的生化指標，且常用於訓練強度的評定及調控，以及應用於訓練方法的選擇和運動疲勞的診斷 (Weltman, 1995; 林文強, 1996; 馮煒權, 1998)。在短時間高強度的體能活動常引起乳酸濃度的變化 (Steel 及 Torrie, 1960)，尤其在 75~120% $\dot{V}O_2\max$ 的運動強度下，乳酸開始大量增加 (Bonen 等人, 1979; McLellan 及 Skinner, 1982)，而於低強度 (40% $\dot{V}O_2\max$ 以下) 運動，血中乳酸濃度的變化不顯著 (Stamford 等人, 1981)。

體能訓練在生理上產生反應，由乳酸濃度變化，可反映出訓練狀態。MacRae 等人 (1992)，以 8 名非運動員進行 9

週耐力訓練後，在一定的運動強度下乳酸濃度皆顯著降低。學者們多認為運動訓練後乳酸濃度降低現象，歸因於乳酸製造率減少或乳酸清除率增加的效應（Stanley 等人，1985; Donovan, 1990）。此外，亦有學者認為訓練可減少運動後碳水化合物化合物的利用（Saltin 等人，1979）與訓練增加了肌細胞內粒腺體密度與有氧酵素活性（Holloszy, 1984），使體內乳酸堆積減少（Saltin 等人，1979）。另有些研究認為運動類型會影響乳酸濃度，Ohkawa 及 Miyamura（1984）發現在從事衰竭運動後，短跑選手高於耐力選手（分別為 19mmol/l 及 15mmol/l）。運動員的養成階段在體能訓練的運動型態，亦常常是差異甚大，是否影響免疫功能，在訓練後生理的適應，說明適宜強度運動對免疫機制的提升。

血清免疫球蛋白濃度除了受到運動壓力而改變外，在生理機能方面也受到許多體內物質的影響，包括皮質固醇（Cortisol）（Jammott 等人，1984；Berk 等人，1990）、腎上腺素（Epinephrine）、正腎上腺素（Norepinephrine）（Cosineau 等人，1978；Kraemer, 1988；Deuster 等人，1989；Kjaer, 1989；Kjaer 等人，1991；Nieman 等人，1991）、兒茶酚胺（Catecholamine）、 β -內啡肽（ β -Endorphin）、生長激素（Growth Hormone）、促腎上腺皮質素（Adrenocorticotropin）及糖皮質激素（Glucocorticoids）（Galbo, 1983；Kjaer 等人，1988），另外血中穀醯胺酸（Glutamine）也被聯想為影響免疫系統可能的機轉（Walsh 等人，2000）。高強度運動訓練常引發血中乳酸濃度上升，而許多研究證實乳酸與激素（Hormone）分泌有著極大的相關，而免疫系統亦因著激素的分泌增減而受到影響，其中有睪固酮（Testosterone）

(Kraemer 等人，1991；Lu 等人，1997；Raastad 等人，2000)、皮質固醇濃度 (Hadley，1992a；Hadley，1992b)，然而有文獻顯示乳酸與免疫細胞刺激反應有關 (Droge 等人，1987；Roth 等人，1991)。由於高強度運動訓練時，人體骨骼肌大量生成並堆積乳酸，導致肌纖維細胞 PH 值酸性化，造成運動員的力竭性疲勞 (萬文君，2002)。而乳酸分解所產生的 H^+ 升高促成人體內環境電解質平衡的下降，這是導致力竭性疲勞的主要根源之一 (狄建，2002)。

綜合前述相關文獻的探討結果，歸納為以下結論：高強度運動訓練常引發血中代謝物質的改變和激素的分泌增減，且許多研究也證實免疫系統受到激素分泌的影響，因此血中乳酸是否為影響血清免疫球蛋白濃度改變的相關因子，是有探討的必要。

第三節 運動對免疫功能的效應

美國運動醫學會 (American College of Sports Medicine. ACSM，2000) 建議民眾從事規律且適度的運動，除可以增強體能促進健康之外，還可以提高身體的免疫機制，增強抵抗病毒、細菌的能力。

Shephard (1995) 的報告指出，免疫球蛋白的分泌能力提升，即可認為是體內免疫功能有所增進。當人體內有較高濃度的免疫球蛋白 (IgG、IgA、IgM) 時，對抗細菌與病毒的侵襲是有益的 (Watson 及 Eisinger，1992)。

Nieman (2000) 的文獻也建議，運動指導員與教練無論在訓練或營養的計畫上皆須特別的注意運動員的身體狀況，

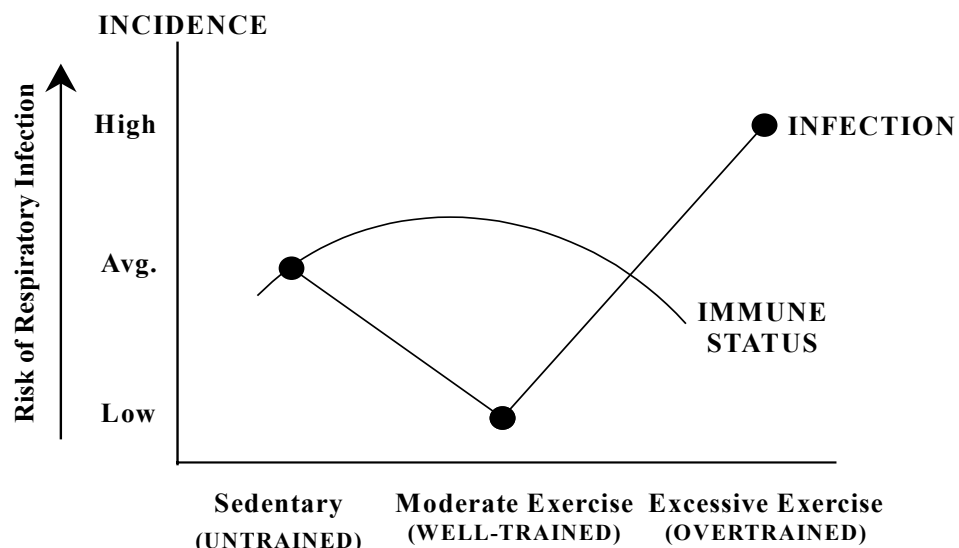
以免在身體免疫能力降低時，受到病毒及細菌的侵襲，而感染了疾病（Bailey 等人，1997；Nieman，1997）。長期訓練的運動員到底對病毒或微生物所致疾病，有何種特殊的免疫力？事實上，運動員可能更容易得到週期性的病毒感染，如感冒等，其原因是運動員常與外界環境中可能會傳染疾病的人密切接觸。另外，一些非特定因素，如環境（冷天氣、下雨、風、暴露）、疲勞、缺乏休息等，亦可能是運動員罹患疾病的原因，然而，這些原因尚無滿意的臨床或實驗上的證明（Strauss，1991）。

Cohen 等人（1991）認為，衰竭性（Exhausted）運動後，免疫系統會因此而減弱免疫功能。免疫功能降低除此原因外還包括了營養不均衡、生理、心理壓力（Mackinnon，1992；Roitt 等人，1998）等方面，甚至於性別也可能會造成影響（Schouten，1988）。

Sallis 及 Massimino（1997）指出，血清免疫球蛋白是不會因為運動而改變，抗體的結合也不會因為運動而改變，但是分泌的免疫系統會因劇烈運動而改變。在劇烈運動後，唾液中的 IgA 和 IgM 會降低，除了在冷氣候，從事大量訓練的運動員 IgA 保持降低外，其他降低現象都是短暫的，然而，一些輕微的呼吸道疾病，可能會因為呼吸道功能和呼吸做功的改變而加重。再進一步指出，反覆運動對短時間反應及長時間的適應在人體和其他系統，包括心臟、骨骼肌、新陳代謝和內分泌功能，但對於運動對人體免疫系統的反映在肺、腎及其他器官是短暫的回應，而非長時間的適應（Sallis 及 Massimino，1997）。運動員平日激烈的運動訓練，此時若加上心理壓力會改變體內一些免疫機制，對免疫功能有負面的

影響 (Jemmott 及 Locke, 1984; Shavit 等人, 1985; Solomon, 1991; Veale, 1991)。對於過度訓練癥狀 (Over-training Symptoms, OTS), Pedersen (1997) 指出, 過度訓練的運動員, 免疫能力降低, 疾病感染率增加。

Mackinnon 等人 (1993b) 的研究發現, 運動引發了免疫抑制, 致使上呼吸道感染的事實。許多研究也都得到相同的結論, 證實了長時間的運動訓練的結果, 更使運動員的感染率增加 (Peter 及 Bateman, 1983; Peter, 1993), 除影響運動成績表現外, 造成身體健康的負擔, 不能如預期實施訓練計畫, 這是運動教練與選手的一大困擾。Nieman 等人 (1994) 以「J」字的理論模式, 說明運動與上呼吸道感染之間可能的關連。此理論模式指出適度的運動或規律的從事運動訓練較不運動者能降低罹患上呼吸道感染機率。反之, 高強度及過度的運動會提高上呼吸道感染罹患率。這可作為一般為了健康而從事運動訓練的民眾, 控管運動強度與運動量的依據 (見圖一)。



圖一、運動與上呼吸道 (免疫狀況) 間關係的 J 字理論

Ryan 等人 (1983) 研究發現，高強度運動訓練後，免疫機制中的免疫功能，在血液中免疫球蛋白的濃度會降低，而影響對於抗體的合成。另外，對於從事在單次長時間、高強度（馬拉松）運動與競賽後，血清 IgG、IgA 或唾液 IgA 皆呈現降低的現象（Isreal 等人，1982；Muns 等人，1989；Huang，1993；Bosenberg，1998）。

綜合前述相關文獻的探討結果，歸納為以下結論：絕大部分專家學者皆認為，適度的運動訓練確實可以為人類提升免疫系統、增進免疫能力，使得身體更健康。人體的免疫球蛋白是抵抗病毒、細菌侵襲的重要物質，也是免疫功能、身體健康的重要指標之一。長期的激烈運動及過度訓練，會造成上呼吸道感染的機率增加及身體免疫功能降低，至於其他疾病的感染機率情形，目前尚未有相當一致的結論。如果暫時的免疫系統反應對運動的壓力，會造成生物性的現象，雖然運動對免疫機制有許多的影響，但功能的改變是不確定的，而進一步的研究是必須去學習的。

第四節 運動對運動員與非運動員的免疫球蛋白效應

運動員的急性疾病通常發生在劇烈訓練或競賽時期，另外，對於運動員個人體能條件，運動強度、運動時間、訓練方式及運動總量與罹患疾病容易程度或對各種傳染疾病恢復能力的關係，目前仍然所知不多。

Sallis 及 Massimino (1997) 指出長時間的運動訓練在訓練有素的病人身上，並不會改變循環中的免疫成分，包括免疫球蛋白沒有什麼明顯變化。另發現訓練有素的跑步運動

員，運動後白血球增多情形甚輕微，可能意味著運動員對跑步已經不覺得有太大壓力。

運動員在長時間激烈的運動訓練後，除生理的適應在急性運動壓力的情形下，白血球的急遽增加可能是面臨運動壓力時的正常反應，因其可使循環血液中的嗜中性球和其他吞噬細胞增加，以應付受傷情況下對外來侵入的微生物而馬上產生抵抗的效果 (Riott, 1994)。Stephenson 等人 (1985) 以 5 位男性非運動員，在跑步機上從事最大負荷運動，測試結果發現，IgG、IgA 與 IgM 濃度分別提高 16%、13% 與 11%。Nehlsen-Cannarella 等人 (1991b) 以 36 位少動女性分兩組，其中一組，在 60% $\dot{V}O_2\max$ 的運動強度下，每週五天，每天走路 45 分鐘，訓練 6 週後發現體內 IgG、IgA 與 IgM 濃度顯著上升，且受 URTI 比率顯著下降。Liesen 等人 (1976) 以 22 位中老年人進行 11 週耐力訓練後，發現體內免疫球蛋白濃度顯著上升。Nehlsen-Cannarella 等人 (1991a) 以 12 位女性非運動員，在 60% $\dot{V}O_2\max$ 的運動強度下，走路 45 分鐘，結果發現：單次的運動也能使免疫球蛋白濃度上升 (IgG 上升 7.2% 及 IgA 上升 5.6%)，然而在運動 1.5 個小時後，則恢復至運動前數值。Poortmans 等人 (1971) 以 28 位男運動員，在漸增最大負荷腳踏車運動後，發現運動後 IgA 上升 14%，IgG 上升 12%，但運動後 30 分鐘又恢復原來數值。

另外，許多研究比較運動訓練前後發現，在免疫球蛋白濃度的變化是沒有顯著差異的。Nieman 等人 (1989) 以馬拉松選手 11 名及坐式生活者 9 名，比較運動前後發現，在免疫球蛋白濃度的變化是沒有顯著差異的。Nieman 等人 (1991) 以 10 位馬拉松運動員，在跑步機上從事馬拉松跑步 3 小時，

測試發現：運動 1.5 小時血中 IgG 降至最低 (7.6%↓)，後又逐漸回復，IgA 和 IgM 則沒有顯著改變。Mackinnon 及 Hopper (1994) 以馬拉松選手及鐵人三項選手等運動員與非運動員 (只從事慢跑)，男女分別以 55%、75% $\dot{V}O_2\max$ 跑 40 分鐘 (非運動員) 及 90 分鐘 (運動員)，連續實施三天發現免疫球蛋白濃度 IgA (第二、三天顯著低於第一天)，其他沒有顯著的改變。Mackinnon 及 Hopper (1994) 的研究發現，長時間的運動訓練在訓練有素的運動員身上，並不會改變循環中的免疫成分 (血清 IgA 及唾液 IgA)。另外在中強度的運動訓練 (moderate exercise) 後，並不會改變唾液 IgA (sIgA) 或血清 IgG 的濃度 (McDowell 等人，1992；Shephard 等人，1998)。黃永任 (1994) 以 16 位運動員，在固定式腳踏車上以最大強度運動 30 秒測試，結果發現免疫球蛋白濃度沒有改變。Mitchell 等人 (1996) 分別以一般人從事 15 週的腳踏車運動，結果發現運動員與非運動員在適度的運動訓練後，免疫球蛋白濃度並沒有顯著的差異。Nieman (1992) 以 10 位男性非運動員，在腳踏車上從事最大強度運動，測試結果，發現免疫球蛋白並沒有顯著改變。

然而許多研究亦有不同的結果，認為優秀運動員持續接受運動訓練，處在低的免疫功能數值上，因此較易經常性的感染 (Brenner, 1994)。Mackinnon (1996) 研究指出，頂尖的選手在極高強度的訓練後，會使血清 IgG 濃度有略微降低的現象。Gmunder 等人 (1990) 以男女徑賽運動員，實施 21 公里激烈運動訓練後，也發現其免疫球蛋白的濃度皆較低。Gleeson 等人 (1995) 以 8 位男性非運動員，在單次 40 分鐘的強力踏階運動後，發現運動後，IgG 和 IgM 減低，運動後

7 日降低至最低。但另外許多文獻研究結果皆發現運動訓練後，在免疫球蛋白濃度有減低的現象，卻未達到顯著 (Davis, 1986; Huang, 1993; Simon, 1984)。

綜合前述相關文獻的探討結果，歸納為以下結論：運動員與非運動員，在單次及長時間的體能訓練後，對於運動壓力是生理性反應，亦或存有生理適應的價值，仍有待深入探討的必要。運動員與非運動員，在長期的運動訓練後，免疫球蛋白濃度呈現沒有顯著差異的結果居多，但免疫的功能仍是不確定的。運動員與非運動員，在單次非最大強度運動後，免疫球蛋白的濃度變化與單次最大強度運動後的相同，無法有一定論，仍需再進一步繼續研究探討。

第五節 不同類型體能運動對免疫球蛋白濃度的效應

在競技體能上的要求，包括了肌力、肌耐力、速度、耐力等多項體能，然而為達到不同體能的提升，而有不同類型的訓練方法，其中耐力與肌力兩項訓練類型是運動員必須具備最基本的體能訓練。

然而，運動員在長期的從事綜合體能訓練（包括耐力與肌力）後，在免疫功能的變化是應被瞭解的。另外，在單次不同類型體能訓練後，對運動員與非運動員的免疫反應為何？是我們有興趣探討的。大部分的文獻，其研究皆以從事耐力訓練為觀察的變數，而甚少在肌力訓練方面加以討論，對免疫功能的影響作一深入的研究。

運動員是科學化訓練的對象，可提供教練與運動科學家廣泛的信息來源。而訓練的過程與內容是複雜的，多變且又

須針對個別化的考量，設計的各種訓練結果又不是完全能夠預期，以往運動免疫學（Exercise Immunology）皆以各不同項目運動員或以單次、長期的運動，或以跑步機、腳踏車做有氧、無氧能力測試，來探討體內免疫變項的影響，然而卻沒有對耐力與肌力的不同類型體能訓練同時作一比較，以瞭解此一基礎體能訓練是否對人體免疫機制有不同的影響。

不同體能訓練可能對體內免疫球蛋白產生不同的變化。黃永任等人（1993）的研究：以 18 位男長跑選手，隨機分配連續跑與間歇跑組，6 天之密集耐力訓練，每天 10 公里。密集耐力訓練對 B 淋巴球之分泌會有抑制作用，間歇跑比連續跑更不利於 B 淋巴球的分泌（會降低血清中 IgG 的濃度），間歇跑組血清中之 IgM 濃度顯著低於連續跑組。

大部分對運動訓練壓力的研究結果皆發現，血中免疫球蛋白濃度並沒有顯著改變或僅會造成暫時性免疫系統的反應。Nieman 等人（1995）、Rall 等人（1996）與 Nieman 等人（2000）的研究，皆以長期 8~12 週高強度（70% $\dot{V}O_2\max$ 以上最大反覆次數）的阻力訓練，結果發現：長期高強度的阻力訓練並不會影響免疫功能。Nieman 等人（1992）以 10 名男性，從事最大強度腳踏車運動，結果發現血中免疫球蛋白濃度並沒有顯著改變。黃永任（1994）以 16 名長短跑運動員以溫蓋特無氧動力測驗從事超最大強度腳踏車運動 30 秒，結果發現體內免疫球蛋白的濃度並未改變。Mackinnon 等人（1989）以自由車選手實施，強度 70~80% $\dot{V}O_2\max$ 腳踏車耐力運動訓練（2 小時），結果發現血清免疫球蛋白濃度並未改變。Nieman 等人（1991）以 10 位馬拉松選手，在跑步機上實施耐力運動訓練（3 小時），結果發現血清免疫球蛋白濃度並無顯著改變。

有些研究結果發現，血中免疫球蛋白濃度有增加的現象。Sptephensen 等人（1985）以 5 名男性在跑步機上從事最大負荷測試，結果發現 IgG 顯著增加，IgA、IgM 也增加，但認為是因血漿量改變影響。Poortmans 等人（1971）以 28 名運動員，從事漸增最大負荷的腳踏車運動後，結果在調整血漿量後，仍發現免疫球蛋白的濃度有顯著增加，但 30 分鐘後回復至原來安靜值。

許多的學者以不同項目的運動員，來從事單次運動訓練的測試中，發現血中免疫球蛋白的濃度有降低的現象（Tmasi 等人，1982；Tharp 等人，1990；Mackinnon 等人，1993a；Mackinnon 及 Jenkins，1993；Mackinnon 及 Hopper，1994）。Mackinnon（1993）以 12 位男性，從事最大強度 5 次 60 秒腳踏車運動，結果發現 IgG、IgA、IgM 各增加 38%、15%、28%，但除以總蛋白質（Immunoglobulin/total protein）來考驗時，則 IgA 與 IgM 下降 21%與 23%而 IgG 沒有顯著的變化。

綜合前述相關文獻的探討結果，歸納為以下結論：大部分的研究結果皆認為，運動員在從事不同類型訓練後，血清免疫球蛋白濃度並未發現顯著的改變。雖然在單次或長期高強度的運動訓練後，血清免疫球蛋白濃度有短暫的改變，但很快就回復原來水準。對於各學者的研究，皆未能以不同類型體能訓練的變數同時作一比較，確有進一步研究探討的必要。

第參章 研究方法與步驟

第一節 受試者

本研究以 18 名，平均年齡 19.00 ± 0.48 歲之本國健康女性為研究對象；其中 9 名為中長跑之運動員，最大攝氧量平均 54.07 ± 2.20 ml/kg/min，並維持每週三天以上的規律訓練課程，為本研究運動員組。另 9 名非運動員，最大攝氧量平均 36.54 ± 3.65 ml/kg/min，近兩年無從事規律運動習慣者，每週低於二次的運動，為本研究之非運動員組。

所有受試者，不得有吸菸的習慣及其他疾病。在實驗期間不得服用任何營養食品或任何藥品，並能保持正常作息，不做額外的所有運動。每位受試者需瞭解本研究的目的是、過程及可能發生的意外危險狀況，並於實驗前發給「受試者須知」（見附錄三~1），填寫「受試者身體狀況及活動情形調查表」（見附錄三~2），及在「受試者參與實驗同意書」（見附錄三~3）上簽名，完成以上手續，才正式成為本研究的受試者。

第二節 研究設計

- 一、實驗分組：本研究以 18 名受試者，分別為運動員 9 名為運動員組，和非運動員 9 名為非運動員組。
- 二、實驗變項：本研究之變項（Independent Variables）以分別進行單次的心肺耐力跑運動至衰竭和高阻抗性肌耐力運動至疲勞，兩種不同類型的高強度運動訓練測試；每

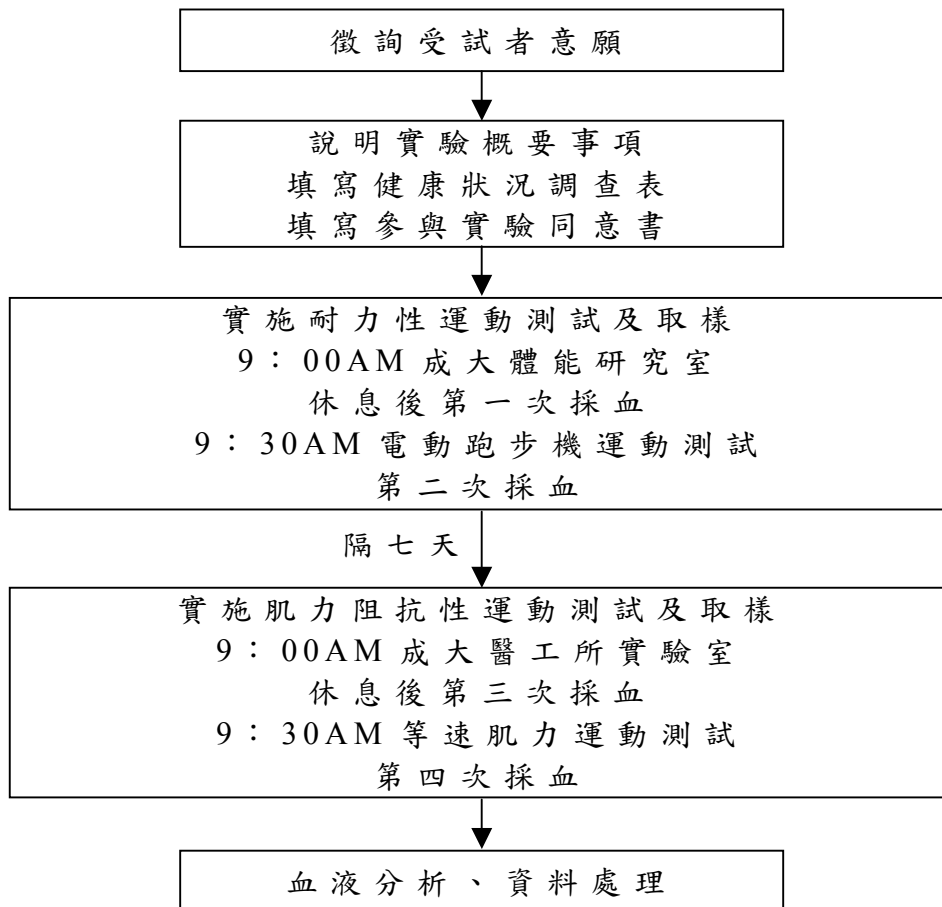
種運動訓練測試間隔一週測畢。依變項 (Dependent Variables) 則以兩種不同類型單次運動訓練測試的前、後，血液採樣之血乳酸及血清免疫球蛋白 (IgG、IgA、IgM) 濃度的生化值。

第三節 實驗步驟與器材

一、實驗步驟

實驗運動測試前三天，所有受試者不可從事額外不必要的長時間高強度運動，且應保持日常作息及飲食習慣，不可吸菸、飲酒、熬夜及服用任何藥物。

正式運動測試前，受試者至成功大學中正堂體適能研究中心，先填寫基本資料，並量測身高、體重後，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，即進行高強度耐力性運動至衰竭，並於測試結束後 3~5 分鐘，在手肘橈骨靜脈處抽血 10cc。一週後，受試者至成功大學醫工所實驗室，先測量身高、體重後，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，即進行高強度阻抗性肌力運動至疲勞，並於測試結束後 3~5 分鐘，在手肘橈骨靜脈處，抽取血液 10cc，全部實驗流程如圖二。



圖二、實驗流程圖

二、實驗器材

實驗前的準備：儀器校正及器材檢查

- (一) 可攜式電腦能量代謝測量儀：採用美國製造 Aero Sport 公司的 KB1-C Model 21 型可攜式電腦能量代謝測量儀 (Metabolic Measurement Cart)，準備使用時，先以標準氣體進行校正分析，以確定氧和二氧化碳的含量比例，再依操作手冊的程序進行氣量的比對儀器測試。
- (二) 電動跑步機：採用美國製造的 Quinton 公司的 Quinton

65 型跑步機與 645 型微電腦程控器，使用時先依操作手冊的程序與方法，進行坡度與速度的校正 (Quinton Company, 1986)。

- (三) 等速肌力測定儀：採用美國製造的 Kin-com 等速肌力測定儀 (Kin-com Robotic Dynamometer, Chattecx Corporation, Chattanooga, Inc. Chattanooga, TN, USA)，整個等速肌力測定儀，分為自動控制系統主機、彩色觸控式螢幕、印表機、鍵盤等，可設定各種肌力運動訓練及肌力評估的模式。
- (四) 自動生化測量儀：採美國製造的 BECKMAN IMAGE 自動生化測量儀 (Immunochemistry System, Beckman Image, U.S.A.)，每天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，並配合採用美國 BECKMAN 公司在愛爾蘭產製的試劑 (Immunoglobulin Reagent, Beckman Coulter, U.S.A.)，來檢驗血清免疫球蛋白的濃度。本研究採用之自動生化測量儀以散射比濁法 (Nephelometry) 又稱速率懸濁法 (Rate Nephelometry)，它是運用光源經過光柵及許多濾鏡後，照射在檢體 (Antigen) 與試藥 (Antibody) 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 (Detector) 以固定角度測量散射光的變化，把散射光變化量變成電壓，經由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。
- (五) 乳酸分析儀 (Lactate Analyzer)：採用美國 Du Pont

公司所製造 Model ACA 乳酸分析儀分析運動測試前後的血液乳酸值變化。依操作手冊所列之程序進行校正。

- (六) 其他器材：檢查 Polar 心跳偵測器（實驗前配戴測試，若誤差超過 3 次/分，則不予使用）、血液離心機（Centrifuge, Digisystem Laboratory Instruments Inc., U.S.A.）、採血針頭、含抗凝血劑（Hyperian）之真空採血管、微量離心管、定量自動吸管、冰筒、免洗手套、酒精、棉花、透氣膠帶、照相機等器材用具，是否全新、消毒清潔及運作良好，並確定醫護人員的支援時間。

第四節 實驗方法

本研究之主要不同方式運動測試分別以兩次實施來完成，第一次實施耐力性運動測試。第二次實施肌力阻抗性運動測試，兩種運動測試間隔一週，以避免血液生化值變化的影響。每位受試者都需要接受兩種運動測試方式，不同類型運動的操作方式及數據計測的方法分述如下：

一、高強度耐力性運動測驗（見附錄三~4）

- (一) 受試者於可編程電動跑步機（Quinton65 型跑步機與 645 型跑步機微電腦程控器）上測試，以 Bruce(1972) 法的漸增負荷方式（如表二），連續運動直至體力判定衰竭（林正常，1995）後停止，即劇烈運動達最大攝氧量。在漸增負荷耐力跑運動測試的方法上，較具代表性的包括國際運動與心臟疾病運動處方（The

National Exercise and Heart Disease Protocol)
 (Naughton , 1973)、Balke (1970) 運動測驗及 Bruce
 運動測試等，其中以 Bruce 運動測驗模式較符合本研
 究的對象，故採用之。

表二、Bruce 法電動跑步機運動負荷程控

階段	速度	斜度	時間
第一階段	1.7 英哩 / 小時	10%	3 分鐘
第二階段	2.5 英哩 / 小時	12%	3 分鐘
第三階段	3.4 英哩 / 小時	14%	3 分鐘
第四階段	4.2 英哩 / 小時	16%	3 分鐘
第五階段	5.0 英哩 / 小時	18%	3 分鐘
第六階段	5.5 英哩 / 小時	20%	3 分鐘
第七階段	6.0 英哩 / 小時	20%	3 分鐘

(二) 整個運動過程中，採用可攜式電腦能量代謝系統
 (KB1-C Model 21 型，美國 Aero Sport 公司製造)，
 蒐集受試者氣體，以分析氣體及評估運動時能量代謝
 的生理數值。並於胸大肌下緣配戴 Polar 心跳偵測
 器，偵測器將心跳訊號無線傳輸至電腦能量代謝系統
 中的紀錄器。受試者運動期間需以呼吸面罩罩住口
 鼻，呼吸的氣體通過雙向活動瓣膜，經由聯結的蛇管
 將呼出的氣體連接到 KB1-C 氣體能量分析儀，經過能
 量代謝測量系統，設定每隔 20 秒記錄一次，取得受
 試者的心跳率及個人最大攝氧量等，運動時各項生理
 參數的資料。

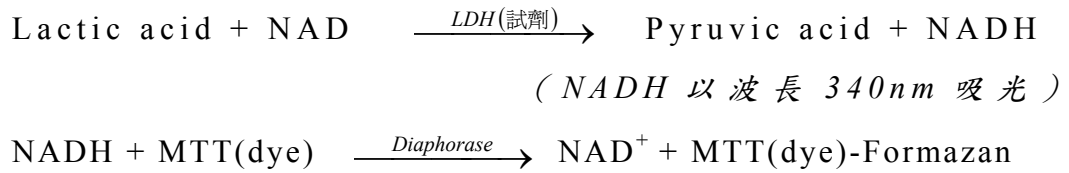
二、高強度肌力性運動測試 (見附錄三~5)

(一) 向受試者說明測驗的運動操作方式及過程，並使其明
 瞭儀器的構造及基本原理。

- (二) 受試者於運動測驗前 5 分鐘稍作熱身，盡量活動伸、屈膝肌群。
- (三) 受試者坐上 Kin-com 等速肌力測定儀 (Kin-com robotic Dynamometer, Chattecx Corporation, Cattanooga, INC. Chattanooga, TN, U.S.A.) 座椅，固定其軀幹位置，將其資料輸入電腦中，進行慣用腳，膝關節屈伸運動測驗。測驗前有三次反覆伸、屈膝之練習，讓受試者適應速度及用力方向，練習後正式開始。
- (四) 運動測試時，測試者以適當言語鼓勵受試者，在 $60^{\circ}/s$ 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 (Burdett 及 Swearingen, 1987)，並須完成 40 次的反覆屈、伸膝運動。等速肌力測驗時採 Albert (1991) 建議，將其次數定於 10~90 次之間，由於本研究以較慢速離心測試，故採用 40 次，並為使疲勞的確實出現，所以採 $60^{\circ}/s$ 為速度負荷。
- (五) 運動測試後，由電腦記錄器可獲得受試者的最大力矩及總作功量等資料，這些資料可提供統計分析。

三、血液處理與分析

聘請專業醫護人員配合實驗測試流程，分別進行運動測驗前、後，於手肘橈骨處各抽取靜脈血 10 cc (抽血前禁食 12 小時)，將抽取之血液試管另取出 2 cc 血液樣本，以乳酸分析儀進行血乳酸檢定，此儀器係採用乾式試劑，其分析反應程式如下：



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後，直接送至成功大學附設醫院血液生化分析室。血清樣本以自動生化儀器 (Immunochemistry System, BECKMAN IMMAGE, Ireland) 測定，並配合採用愛爾蘭 BECKMAN 公司產製的試劑 (Immunoglobulin Reagent, BECKMAN COULTER, Ireland)，以散射比濁法 (Nephelometry) 檢驗血清免疫球蛋白的濃度 (見附錄三~6)。

第五節 統計分析

本研究於運動測試前後採集血液以散射比濁法測得血清免疫球蛋白 (IgG、IgA、IgM) 的濃度；另分別以氣體能量分析儀經過能量代謝測量系統測得個人最大攝氧量、等速肌力器計算出最大力矩值及採集血液代謝物質分析出血乳酸的濃度，以平均值及標準差表示。

本研究以二因子變異數分析 (two-factorial ANOVA) 考驗運動員與非運動員在高強度耐力及肌力運動測試前後，對血乳酸及血清免疫球蛋白 (IgG、IgA、IgM) 濃度的差異；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。

使用的統計軟體以 SPSS for Windows 10.0 版統計軟體處理，顯著差異的接受水準設定為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果

本章以受試者，在經過高強度耐力與肌力運動的測試後，收集各依變項變化的值（受試者全部的測量原始資料結果，如附錄四~1所示），獲得的數據經統計處理後，將分為：一、受試者基本資料；二、不同運動對血乳酸的效應；三、不同運動對免疫球蛋白的效應；四、不同運動對血乳酸及免疫球蛋白的關係；五、本章結語等五個部分進行敘述，以便接續的討論。

第一節 受試者基本資料

本研究以 18 名女性，其中 9 名中長跑之運動員為運動員組，另 9 名非運動員且無規律運動習慣者為非運動員組，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。而經過最大攝氧量及最大力矩值的測試後結果顯示兩組存在顯著的差異（ $p < 0.05$ ），其基本資料如表三所示。

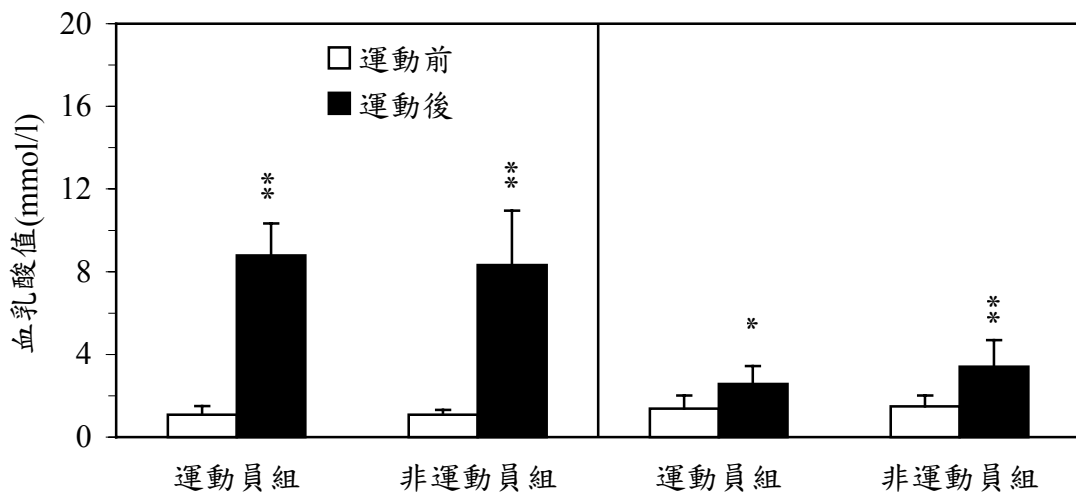
表三、受試者基本資料

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/min)	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 *

* $P < .05$ ** $P < .01$

第二節 不同運動對血乳酸的效應

此部份主要是探討不同型式運動測試（單次的高強度耐力性運動和隔週的高強度肌力性運動），對不同體能水準者（運動員組與非運動員組），在運動前後血乳酸濃度的效應。圖三為高強度耐力與肌力運動前後對血乳酸濃度之效應。統計考驗後分析摘要表與事後比較結果，如表四與附錄四~2。



圖三、高強度耐力（左）與肌力（右）運動前後對血乳酸濃度之效應，*P<.05, **P<.01。

表四、不同運動前後兩組血乳酸二因子變異數分析摘要表

變異來源 (source)	自由度 (df)	平方和 (SS)	平均平方和 (MS)	F 檢定	顯著性 (p-level)
組別	1	0.174	0.174	0.057	0.813
運動類型	1	316.247	316.247	104.090	0.001**
組別×類型	1	3.300	3.300	1.086	0.305
誤差(w.cells)	32	97.222	3.038		
總和(total)	35	416.943			

* P < .05 ** P < .01

由圖三、表四的分析結果，可看出血乳酸濃度會受到運動的影響；整體比較後發現：運動員組與非運動員組在運動前後血乳酸的濃度並無顯著差異，在不同運動類型（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動）的運動前後，對人體內血液乳酸濃度則有顯著的差異（ $p < 0.01$ ）；進行事後比較發現：在不同運動類型方面：運動員組的高強度耐力性運動後血乳酸濃度（ 8.79 mmol/l ）的影響，顯著高於高強度肌力性運動的 2.57 mmol/l （ $p < 0.01$ ）；非運動員組的高強度耐力性運動後血乳酸濃度（ 8.32 mmol/l ）的影響，顯著高於高強度肌力性運動的 3.41 mmol/l （ $p < 0.01$ ）。

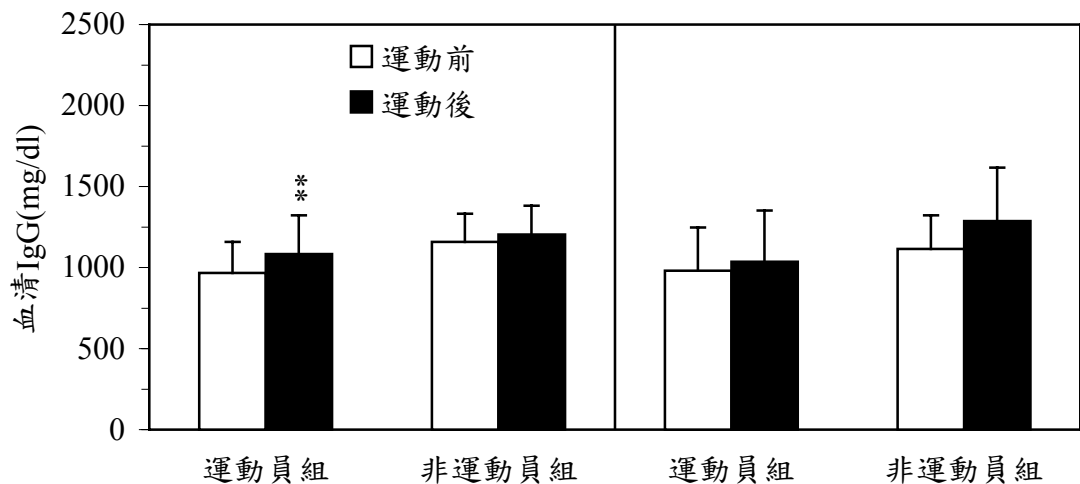
第三節 不同運動對血清免疫球蛋白的效應

一、運動對血清 IgG 濃度的效應

此部份主要是探討不同類型運動測試（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動），對不同體能水準者（運動員組與非運動員組），在運動前後血清 IgG 濃度的影響。圖四為高強度耐力與肌力運動前後對血清 IgG 濃度之效應。統計考驗後變異數分析摘要表與事後比較結果，如表五及附錄四~3。

由圖四、表五的分析結果，可看出運動員組的血清 IgG 濃度會受到運動的影響（ $p < 0.01$ ）；就整體比較後發現：運動員組與非運動員組在運動前後血清 IgG 的濃度並無顯著差異；不同的運動類型（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動）對人體內血清 IgG 濃度的主要效果（組別或類型）並無顯著的影響。但組別與運動類型之間彼此有顯著的差異，進行單純主要效果事後比較後（附錄四~4）發現：對血清 IgG

濃度的影響以運動員組在耐力性運動時（1083.00 mg/dl）與非運動員組的耐力性運動時（1204.00 mg/dl）有顯著的差異存在。



圖四、高強度耐力（左）與肌力（右）運動前後對血清IgG濃度之效應，
**P<.01。

表五、不同運動前後兩組血清 IgG 二因子變異數分析摘要表

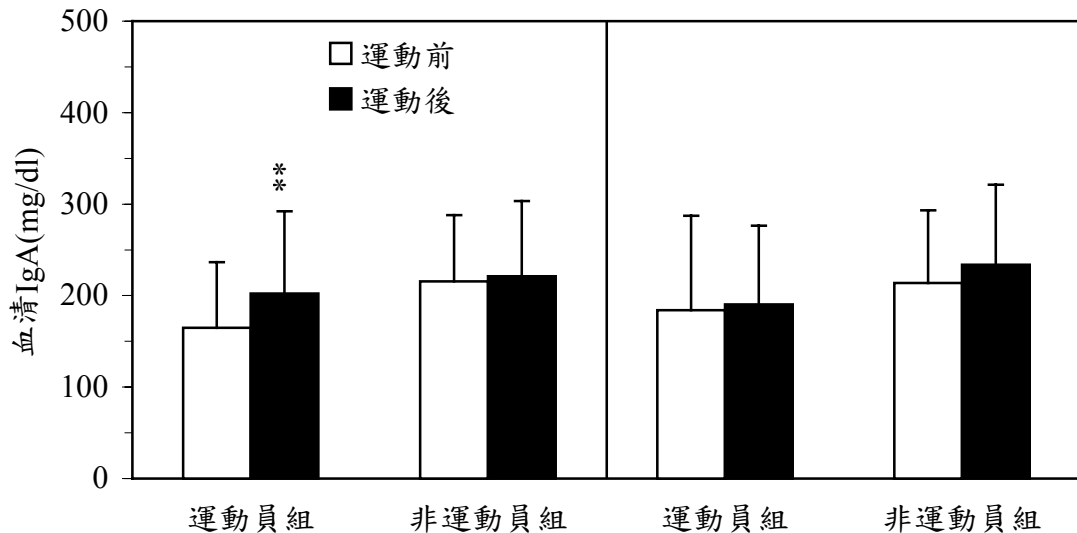
變異來源 (source)	自由度 (df)	平方和 (SS)	平均平方和 (MS)	F 檢定	顯著性 (p-level)
組別	1	6861.361	6861.361	0.172	0.681
運動類型	1	3268.028	3268.028	0.082	0.777
組別×類型	1	186192.250	186192.250	4.667	0.038*
誤差(w.cells)	32	1276551.111	39892.222		
總和(total)	35	1472872.750			

*P<.05 **P<.01

二、運動對血清 IgA 濃度的效應

此部份主要是探討不同類型運動測試（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動），對不同體能水準者（運動員組與非

運動員組)，在運動前後血清 IgA 濃度的效應。圖五為高強度耐力與肌力運動前後對血清 IgA 濃度之效應。統計考驗後變異數分析摘要表與事後比較結果，如表六及附錄四~5。



圖五、高強度耐力（左）與肌力（右）運動前後對血清IgA濃度之效應，**P<.01。

表六、不同運動前後兩組血清 IgA 二因子變異數分析摘要表

變異來源 (source)	自由度 (df)	平方和 (SS)	平均平方和 (MS)	F 檢定	顯著性 (p-level)
組別	1	784.000	784.000	0.362	0.552
運動類型	1	658.778	658.778	0.304	0.585
組別×類型	1	4624.000	4624.000	2.134	0.154
誤差(w.cells)	32	69333.778	2166.681		
總和(total)	35	75400.556			

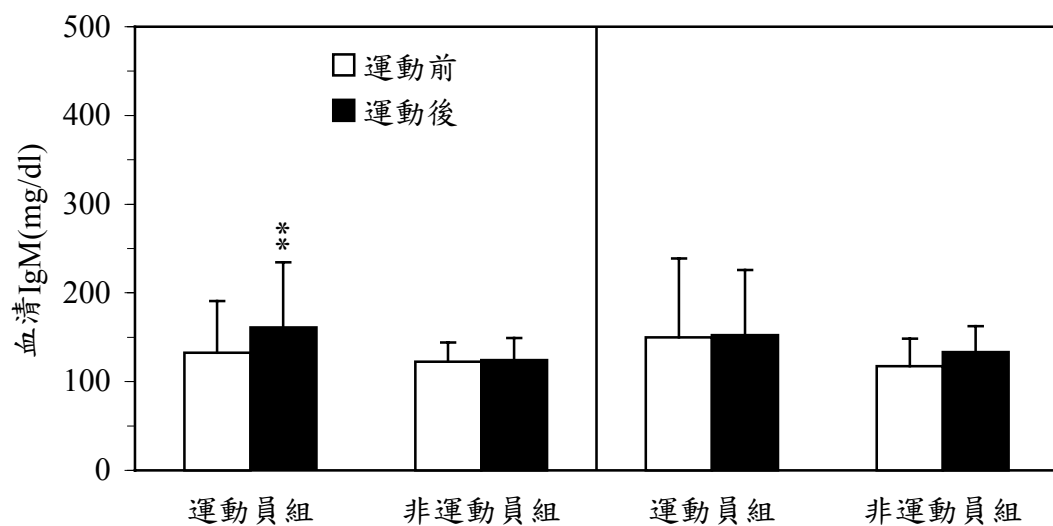
* P<.05 ** P<.01

由圖五、表六的分析結果，可看出運動員組的血清 IgA 濃度會受到運動的影響 (p<0.01)；就整體比較後發現：運動員組與非運動員組在運動前後血清 IgA 的濃度並無顯著差

異；不同的運動類型（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動）對人體內血清 IgA 濃度亦無顯著的影響。

三、運動對血清 IgM 濃度的效應

此部份主要是探討不同類型運動測試（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動），對不同體能水準者（運動員組與非運動員組），在運動前後血清 IgM 濃度的效應。圖六為高強度耐力與肌力運動前後對血清 IgM 濃度之效應。統計考驗後變異數分析摘要表與事後比較結果，如表七及附錄四~6。



圖六、高強度耐力（左）與肌力（右）運動前後對血清IgM濃度之效應，**P<.01。

表七、不同運動前後兩組血清 IgM 二因子變異數分析摘要表

變異來源 (source)	自由度 (df)	平方和 (SS)	平均平方和 (MS)	F 檢定	顯著性 (p-level)
組別	1	386.778	386.778	0.672	0.419
運動類型	1	361.000	361.000	0.672	0.434
組別×類型	1	3802.778	3802.778	0.603	0.015*
誤差(w.cells)	32	18430.667	575.958		
總和(total)	35	22981.222			

*P<.05 **P<.01

由圖六、表七的分析結果，可看出運動員組的血清 IgM 濃度會受到運動的影響 ($p < 0.01$)；就整體比較後發現：運動員組與非運動員組在運動前後血清 IgM 的濃度並無顯著差異，不同的運動類型（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動）對人體內血清 IgM 濃度亦無顯著的影響。運動員組、非運動員組與不同的運動類型（組別×類型）對血清 IgM 濃度有顯著的差異，進行事後比較（附錄四~7）發現：對血清 IgM 濃度的效應，以運動員組在耐力性運動後的 161.29 mg/dl，顯著高於非運動員組耐力性運動後的 124.40 mg/dl 及運動員組在肌力性運動後的 152.30 mg/dl。

第四節 血乳酸與血清免疫球蛋白的關係

此部份主要是探討不同類型運動測試（高強度耐力性運動和高強度肌力性運動），在運動前後血乳酸與血清免疫球蛋白濃度變化的相關性，以皮爾遜相關係數分析，如表八、表九為不同類型運動前後兩組血乳酸與血清免疫球蛋白的相關表。

表八、高強度耐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	<u>M</u>	<u>SD</u>
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

** $P < 0.01$

表九、高強度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	<u>M</u>	<u>SD</u>
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<.01

由表八、表九的分析結果，可看出無論是高強度耐力性運動或高強度肌力性運動測試，以皮爾遜積差相關考驗兩組受試者運動前後血乳酸與血清免疫球蛋白（IgG、IgA、IgM）之間的變化量，結果皆未達顯著的相關；而血清免疫球蛋白（IgG、IgA、IgM）之間的變化量，考驗結果皆存在顯著的相關性（ $p < 0.01$ ）。

第五節 本章結語

本研究的依變項，經由實驗處理、收集資料統計分析之後，結果整理為二因子變異數分析統計及依變項相關一覽表，如表十。

- 一、受試者基本資料：運動員組與非運動員組在年齡、體重及身高方面，皆無顯著差異的存在。而運動員組的最大攝氧量及最大力矩值優於非運動員組，達到顯著的差異（ $p < 0.05$ ）。
- 二、不同運動對血乳酸的影響：血乳酸濃度會受到運動的影響；兩組在運動前、後血乳酸的濃度並無顯著差異；不

同類型的運動前後對人體內血乳酸濃度有顯著的差異存在 ($p < 0.01$)，經事後比較後發現：運動員組在高強度耐力性運動後血乳酸濃度，顯著高於高強度肌力性的運動 ($p < 0.01$)；非運動員組在高強度耐力性的運動後，血乳酸濃度顯著高於高強度肌力性的運動 ($p < 0.01$)。

表十、 二因子變異數分析統計及依變項相關一覽表

依變項	組別		備註
	運動員組/非運動員組	運動類型	
血乳酸	無顯著差異	耐力運動 > 肌力運動	
血清 IgG	無顯著差異	無顯著差異	交互作用
血清 IgA	無顯著差異	無顯著差異	
血清 IgM	無顯著差異	無顯著差異	交互作用
血乳酸及血清 IgG、IgA、IgM	血乳酸與 IgG、IgA、IgM 之間無顯著相關； IgG、IgA、IgM 之間有顯著相關		

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：運動員組的血清 IgG 濃度會受到運動的影響 ($p < 0.01$)；兩組在運動前後血清 IgG 的濃度並無顯著差異；不同類型的運動對血清 IgG 濃度亦無顯著的影響。運動員組、非運動員組與不同類型的運動 (組別 × 類型) 對血清 IgG 濃度有顯著的差異 ($p < 0.05$)，經事後比較發現：運動員組在高強度耐力性運動後，血清 IgG 濃度，顯著低於非運動員組耐力性運動後。

(二) 不同運動對血清 IgA 濃度的影響：運動員組的血清 IgA

濃度會受到運動的影響 ($p < 0.01$)；兩組在運動前後血清 IgA 的濃度並無顯著差異；不同類型的運動對血清 IgA 濃度亦無顯著的影響。

(三) 不同運動對血清 IgM 濃度的影響：運動員組的血清 IgM 濃度會受到運動的影響 ($p < 0.01$)；兩組在運動前後血清 IgM 的濃度並無顯著差異；不同類型的運動對血清 IgM 濃度亦無顯著的影響。但兩組與不同類型的運動 (組別 \times 類型) 對血清 IgM 濃度有顯著的差異存在 ($p < 0.05$)，經事後比較發現：運動員組在耐力性運動後的血清 IgM 濃度，顯著高於非運動員組耐力性運動及運動員組肌力性運動。

(四) 不同運動對血乳酸及血清免疫球蛋白的關係：在不同運動後血乳酸及血清免疫球蛋白之間並無顯著相關；而血清免疫球蛋白 IgG、IgA、IgM 之間，存在顯著的相關性。

第五章 討論與結論

本研究的受試者均為女性，運動員組及非運動員組的平均年齡、身高與體重如表二所示，經 t-test 檢定二組間並無顯著差異，同時考慮荷爾蒙的因素，故排除其中兩位可能受月經週期影響的受試者。本研究的受試者儘可能在個人基本條件（年齡、身高與體重）差異降到最低，使得可能影響血液生化值的因素，僅限於其活動量的大小及是否有規律的運動習慣。本章擬就一、受試者基本資料；二、不同運動對血乳酸的效應；三、不同運動對血清免疫球蛋白的效應；四、血乳酸與血清免疫球蛋白的關係；五、結論與建議等五個部分進行敘述。

第一節 受試者基本資料

本研究測得的基本資料包括：年齡、身高、體重、最大攝氧量與最大力矩值，其中在年齡、身高與體重部分，經統計結果運動員組及非運動員組並無顯著差異。在實驗設計的分組因素方面，運動員組是有規律運動訓練的中長跑運動員組，非運動員組為無規律運動習慣、低身體活動量的非運動員組。由受試者身體狀況及活動情形調查表（如附錄三~2）的數據經統計分析，兩組的規律運動時間有顯著的差異存在，因而可就兩組身體活動量的不同水準來探討對於運動的血液生化值的差異。然而，身體活動量的不同水準與有無規律運動習慣，皆可能影響運動的表現及身體的適應情形。

最大攝氧量（maximal oxygen intake）是指在從事最激

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（林正常，1997）。本研究在最大攝氧量的運動表現測試上，統計結果發現：運動員組（ $54.07 \pm 2.20 \text{ml/kg/min}$ ）顯著高於非運動員組（ $36.54 \pm 3.65 \text{ml/kg/min}$ ），顯示高身體活動量者有較佳的心肺功能（Clarke 等人，1992；Al-Hazzaa 及 Sulaiman 等人，1993）。

在肌力性運動測試方面，受試者於 $60^\circ/\text{s}$ 等速離心收縮，40 次最大力量的膝部屈伸，以受試者在運動期間，最大力矩值降低至 50% 以下視為疲勞（Burdett 及 Swearingen，1987）；本研究的肌力測量結果，也是運動員組（ 197.58Nm ）顯著高於非運動員組（ 147.97Nm ）。結果顯示身體活動量大且規律訓練的運動員組，較無規律運動者的非運動員組，在心肺功能及肌肉力量皆較佳，這與其他相關研究一致（Vuori，1969；Rantanen 等人，1997；Morris 等人，1997；Clarke 等人，1992）。

第二節 不同運動對血乳酸的效應

當運動強度較高時，使得肌細胞急需 ATP 時，糖解作用過程速率加快，以補充所需能量，並開始產生大量的代謝產物—乳酸。最新的研究指出骨骼肌產生乳酸，由血液送至肝臟後，藉由醣質新生（gluconeogenesis）作用，可轉化成葡萄糖，並且成為骨骼肌和心肌直接的燃料來源。在血液裡的乳酸可以轉化為丙酮酸，然後再轉變成乙醯輔酶 A，再進入克勞伯循環中，並進入氧化代謝過程。乳酸可在組織中產生，且可被送至另一個組織成為能量，稱為「乳酸穿梭」（lactate

shuttle) (Brooks 等人, 1999)。

長期的運動訓練會使作用肌微血管密度增加，這對氧分子傳送到粒線體的過程，非常有利。另外，長期的運動訓練對粒線體產生適應的效果，可提高酵素進入氧化代謝循環(克勞伯循環、脂肪酸循環及電子傳遞鏈)，除減低乳酸和氫離子的形成，亦可提高乳酸的排除率 (Brooks, 2000)。血中乳酸堆積量的多少，須視骨骼肌乳酸的形成量，與肝臟和其他組織的乳酸排除量之間的平衡關係。高強度運動時，受到乳酸加速產生或是受到肝臟和其他組織減低乳酸排除率的影響，血液中乳酸濃度會升高 (Brooks 等人, 1996)。乳酸將在細胞內堆積，這些肌乳酸擴散入血液，形成血乳酸。

在本研究中的高強度耐力性運動與高強度肌力性運動，都是受試者在最大努力下達到運動的最大負荷 (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，根據圖三得知，無論高強度耐力性及肌力性運動後，受試者 (運動員組與非運動員組) 的血乳酸皆顯著的提高 ($p < 0.01$)。這與許多學者 (Weltman, 1995; 馮煒權, 1998; Steel 及 Torrie, 1960) 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，且運動乳酸的堆積與運動程度呈曲直線 (Curve linear) 正相關 (Wilmore 及 Costill, 1988)。

兩組受試者於耐力性運動後，所產生的血乳酸值皆顯著高於肌力性運動 ($p < 0.05$)，這可能是因為在電動跑步機上從事耐力性運動為全身性肌群的活動，而肌力性運動只有膝部屈、伸的局部肌群活動，因此全身性肌群產生的乳酸擴散至血液中亦較局部肌群為多；另外，耐力性運動以漸增負荷至

衰竭，其乳酸會有堆積的作用（馮煒權、翁慶章，1990）。

第三節 不同運動對血清免疫球蛋白的效應

免疫球蛋白是由成熟的 B 淋巴球所分泌，在功能上如同抗體，可直接附著於細菌和病毒的表面，將其摧毀。也可以引起免疫細胞的反應及活化補體系統，間接摧毀細菌和病毒。當人體有較高濃度的免疫球蛋白時，將增加身體的免疫力，所以它是觀察人體免疫功能的重要指標之一，而運動對體內免疫球蛋白的濃度會有影響（Nehlsen 等人，1991；Shek 等人，1995；Shephard 等人，1995；Nieman，1997；黃永任，1993）。

本研究以不同體能水準兩組受試者，從事不同類型運動後，取得之血清樣本，經二因子變異數分析得到的結果分別討論如后：

IgG 是人類血清中最主要的免疫球蛋白，和下呼吸道病毒的感染預防有關，是體內最多的免疫球蛋白。在單次的高強度運動後，運動員組在耐力性運動前後血清 IgG 的濃度顯著升高（ $p < 0.01$ ）。如表五。這與 Stephenson 等人（1985）及 Poortmans 等人（1971）在跑步機上從事最大負荷跑的結果一致。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 等人，1991；Mackinnon 及 Hopper，1994；McDowell 等人，1992；徐台閣，1998）認為運動不會改變血清 IgG 濃度的看法一致。

運動員組在不同類型運動後，應有生理壓力產生，會造

成血清 IgG 的濃度變化，而結果看來（變化並不一致），可能影響的不是生理壓力，而是運動員組長期從事運動訓練而形成的效應。另外，組別與運動類型之間有顯著差異（如表五），進行單純主要效果事後比較發現：運動員組與非運動員組在耐力性運動後有顯著的差異存在（如附錄四~4），這個結果可說明運動員組長期從事運動訓練而造成的原因。血清 IgG 的濃度是免疫功能的指標之一，而影響的因素可能與運動的類型、運動強度有關，但仍須作進一步的探究。

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一般感冒關係密切。有較高的 IgA 濃度，可降低病毒侵襲上呼吸道的機率。兩組受試者在不同類型運動測試後，對血清 IgA 濃度的影響發現：運動員組在高強度耐力性運動前後血清 IgA 的濃度，有顯著的上升 ($p < 0.01$)，如圖五。許多研究（Mackinnon 等人，1997；Ryan 等人，1983；Israel 等人，1982；Hopper，1994；Huang 等人，1993）皆認為無論單次或長期高強度的運動會使 IgA 或 sIgA 的濃度降低，然而本實驗的運動員於高強度耐力性的運動後血清 IgA 的濃度卻顯著升高，而肌力性運動卻沒有顯著的改變，這與運動員組規律從事運動訓練可能有關，Poortmans 等人（1971）以 28 位運動員做單次高強度跑步後，血清 IgA 濃度上升，此結果與本研究結果一致，說明單次高強度運動，對持續規律運動訓練的運動員在免疫機能的提升上或許有正面的意義存在。兩組在高強度肌力性運動前後血清 IgA 濃度沒有顯著的影響，這與 Nieman 等人（1991）、Mackinnon 及 Hopper（1994）與黃永任（1993）的研究結果一致。

IgM 是存在於血管中較多，負責抗原侵入人體的早期免

疫反應。兩組受試者在不同類型運動測試前後發現：運動員組在高強度耐力性運動前後，血清 IgM 的濃度顯著升高 ($p < 0.01$)，非運動員組耐力性運動及兩組在肌力性運動前後皆無顯著的影響（如圖六）。單次高強度運動後血清 IgM 的濃度升高的結果有 Stephenson 等人（1985）的研究，但仍有大多數研究（Nieman 等人，1991；Mackinnon 及 Hopper，1994；黃永任，1994）認為血清 IgM 沒有顯著的改變，甚至顯著的降低（Gleeson 等人，1995b；Gmunder 等人，1990）。這說明高強度的運動影響 B 細胞的活性和增生的速率（Sallis 及 Massimino，1997），可能由於本實驗的運動受試者激素的分泌、白血球間素-2、4（IL-2,4）及 T 淋巴球數量等，沒有很大的改變，致使血清 IgM 濃度並無顯著的影響；而運動員組卻於耐力性運動後發生血清 IgM 濃度的顯著改變 ($p < 0.01$)，並顯著高於非運動員組（附錄四~7）。可能說明了運動員對高強度耐力性運動，長期持續規律性的訓練（運動員組皆為中長跑選手）已產生適應性，從而免疫功能產生正面的意義，似乎說明規律運動訓練可以提升免疫力的證據。

第四節 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。乳酸與激素分泌有著極大的相關，而免疫系統會因激素的分泌增減而受影響（Raastad 等人，2000；Hadley，1992a）。本研究受試者於高強度的耐力及肌力性運動後，發現血乳酸與血清免疫球蛋白沒有顯著的相關存在 ($p > 0.05$)，如表八、九。這與

Droge 等人 (1987) 及 Roth 等人, (1991) 的研究結果不同, 原因可能在實驗設計的不同, Droge 等人以體外培養免疫 T 淋巴細胞, 再以乳酸 (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。另由於體外與體內的環境相較差異極大, 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 (喬玉成, 2002; 翟一飛、顏軍, 2003), 關於此機制的瞭解, 仍有待進一步的研究。

第五節 結論與建議

一、結論

本研究主要的目的在探討高強度耐力性及肌力性運動對不同體能水準者, 血乳酸及血清免疫球蛋白濃度 G、A、M 的效應; 實驗結果經討論後得到以下結論: 不同類型的高強度運動後, 血乳酸濃度顯著升高, 可為負荷強度的指標。高強度耐力運動後, 運動員免疫力的提升, 可能與規律的運動訓練有關。不同類型運動前後血乳酸與血清 IgG、IgA、IgM 的濃度變化並無相關性。

二、建議

由本研究的實驗設計結果, 對將來類似的研究提出以下建議:

- (一) 研究運動對血清免疫球蛋白的影響外, 對於其他免疫功能指標物質的研究, 亦有待進一步的探討。
- (二) 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。

- (三) 運動後採血時間點可增加，以瞭解血中免疫指標物質的變化，同時可觀察血中代謝物質的改變、激素分泌的增減與免疫物質的關係。

引用文獻

中文部分：

- 狄 建。(2002)。血乳酸值與肌細胞酸性化關聯因素對游泳無氧能力的影響。西安體育學院學報，第 19 卷，第 1 期，46~48 頁。
- 林文弢 編著。(1996)。運動負荷的生化評定。廣州：廣東高等教育出版社。
- 林正常 編著。(2002)。運動科學與訓練(修訂三版)。台北：銀禾文化事業公司。
- 林正常。(1995)。運動生理學實驗指引(修訂三版)。台北：師大書苑。
- 徐台閣。(1998)。高強度耐力運動訓練對免疫功能的影響。國立台灣師範大體育研究所未發表博士論文。
- 喬玉成。(2002)。神經—內分泌—免疫網在健身運動中的整合調控作用。體育科學，第 22 卷，第 4 期，115~120 頁。
- 馮煒權 編著。(1998)。運動訓練生物化學。北京：北京體育大學出版社。
- 馮煒權、翁慶章。(1990)。血乳酸與運動訓練—應用手冊。北京：人民體育出版社。
- 黃永任、呂丹妮、曾哲明和方進隆。(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。中華民國體育學會體育學報，第十六輯，275~288 頁。
- 黃永任、曾哲明和方進隆。(1994)。超最大運動對血液中免疫球蛋白及白血球間素-1 濃度的影響。中華民國體育學會體育學報，第十七期，351~362 頁。

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，第19卷，第1期，51~53頁。

翟一飛、顏軍。(2002)。體育運動對應激心理神經免疫的影響。體育與科學，第24卷，第2期，58~61頁。

英文部分：

- Albert, M. (1991). **Eccentric Muscle Training in Sports and Orthopaedics**. New York: Churchill Livingstone Inc.
- Al-Hazzaa, H.M., & Sulaiman, M.A. (1993). Maximal oxygen uptake and daily physical activity in 7-12 years old boys. **Pediatric Exercise Science**, 5, 357-366.
- American College of Sports Medicine. (2000). **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, (6th edition)** Williams & Wilkins, Lippincott.
- Bailey, D.M., Davies, B., Budgett, R. & Gandy, G. (1997). Recovery from infectious mononucleosis after altitude training in an elite middle distance runner. **British Journal of Sports Medicine**, 31, 153-154.
- Balke, (1970). Advanced exercise procedures for evaluation of the cardiovascular system. **Monograph. Milton, WI: The Burdick Corporation**.
- Berk, L.S., Nieman, D.C., Youngberg, W.S., Arabatzis, K., Simpson-Westerberg, M., Lee, J.W., Tan, S.A., & Eby, W.C. (1990). The effect of long endurance running on natural killer cells in marathoners. **Medicine and**

Science in Sports and Exercise, 22, 207-212.

- Bosenberg, A.T., Brock-Utne J.G., & Gaffin, S.L. (1998). Strenuous exercise cause endotoxemia. **Journal of Applied Physiology, 65**, 106-108.
- Brenner, I., Shek, P., & Shephard, R.(1994) Infection in athletes. **Sports Medicine, 17**, 86-107.
- Brines, R., Hoffman-Goetz, L., & Pedersen, B.K. (1996). Can you exercise to make your immune system fitter? **Immunol Today, 17**, 252-254.
- Brooks, G.A. (2000). Intra and extra-cellular lactate shuttles. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 32**, 790-799.
- Brooks, G., Dubouchaud, H., Brown, M., Sicurello, J., & Butz, C. (1999). Role of mitochondrial lactate dehydrogenase shuttle and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. **Proceeding of the National Academy of Sciences USA**, 1129-1134.
- Brooks, G., Fahey, T., & White, T. (1996). **Exercise Physiology**: Human Bioenergetics and Its Applications. Mountain View, CA: Mayfield.
- Bruce, R.A. (1972). Multi-stage treadmill tests of maximal and submaximal exercise. **In Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals : A Handbook for Physicians**, 32-34. New York: American Heart Association.

- Burdett, R., & Swearingen, J. (1987). Reliability of isokinetic muscle endurance tests. **Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy, 8**, 484-488.
- Clarke, D. H., Hunt, M. Q., & Dotson, C. O. (1992). Muscular strength and endurance as a function of age and activity level. **Research Quarterly, 63**(3), 302-310.
- Cohen, S., Tyrrell, D.A., & Smith, A.P. (1991). Psychological stress and susceptibility to the common cold. **New England Journal of Medicine, 325**, 606-612.
- Cosineau, D., Ferguson, R.J., de Champlain, J., Gauthier, P., Cote, P., and Bourassa, M., (1978). Catecholamines in coronary sinus during exercise in man before and after training, **Journal of Applied Physiology, 43**, 80.
- Davis, M.A., Kendrick, Z.V., & Paolone, M. (1986). The measurement of antibody response to influenza virus vaccine in aerobically trained mice. **Medicine and Science in Sport and Exercise, 18**, S9.
- Deuster, P.A., Chouros, G.P., Luger, A., DeBolt, J.E., Bernier, L.L., Trostmann, U.H., Kyle, S. S., Montgomery, L.C., and Loriaux, D. L. (1989). Hormonal and metabolic responses of untrained, moderately trained, and highly trained men to three exercise intensities, **Metabolism, 38**, 214.
- Donovan, C.M., & Pagliassotti, M.J. (1990). Endurance efficiency of lactate removal after endurance training. **Journal of Applied Physiology, 68**, 1055-1058.

- Douglas, D.J., & Hanson, P.G. (1978). Upper respiratory infections in the conditioned athlete. **Medicine and Science in Sport and Exercise, 10**, 55.
- Droge, W., Roth, S., Altmann, A., & Mihm, S. (1987). Regulation of T-cell function by L-lactate. **Cell Immunology, 108**, 405-416.
- Elgert, K.D. (1996). **Immunology**: understanding the immune system. New York: Wiley-Liss, Inc.
- Fitzgerald, L. (1991). Overtraining increase the susceptibility to infection. **International Journal of Sport Medicine, 12**, S5-S8.
- Galbo, H., (1983). **Hormonal and Metabolic Adaptation to Exercise**. Thieme Verlag, New York.
- Garagiola, U., Buzzetti, M., Cardella, E., Confalonieri, F., Giani, E., Polini, V., Ferrante, P., Mancuso, R., Montanari, M., Grossi, E., & Pecori, A. (1995). Immunological patterns during regular intensive training in athletes: Quantification and evaluation of a preventive pharmacological approach. **Journal of International Medicine Research, 23**, 85-95.
- Gleeson, M., Almey, J., Brooks, S., Cave, R., Lewis, A., & Griffiths, H. (1995a). Delayed-onset muscle soreness in humans. **European Journal of Applied Physiology, 71**, 137-142.
- Gleeson, M., McDonald, W.A., Cripps, A.W., Pyne, D.B., Clancy, R.L., & Fricker, P.A. (1995b). The effect on

- immunity of long term intensive training in elite swimmers. **Clinical and Experimental Immunology**, **102**, 210-216.
- Gmunder, F.K., Joller, P.W., Joller-Jemelka, H.I., Bechler, B., cogoli, M., Zielger, W.H., Muller, J., Aeppli, R.E., & Cogoli, A. (1990). Effect of a herbal yeast food supplements and long-distance running on immunological parameters. **British Journal of Sports Medicine**, **24**, 103-112.
- Hack, V., Weiss, M., & Weicker, H. (1993). Lymphozyten subpopulation enund Immunoglobulin konzentration in Ruhe und nach erschopfender Laufb and belastung von hochaus dauertrainierten Athleten wahrend zweiwe Trainingsphasen (Lymphocyte subpopulations and immunoglobulin concentrations under resting conditions and after exhaustive exercise on a treadmill of highly trained athletes during two different training periods). **Deutsche Zeitchrift fur Sportmedzin**, **44**, 430-436.
- Hadley, M.E. (1992a). Adrenal steroid hormones. In: **Endocrinology, 3rd edition**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp: 391-430.
- Hadley, M.E. (1992b). Hormones and female reproduction physiology. In: **Endocrinology, 3rd edition**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp: 476-530.
- Hedfords, E., Holm, G., Ivansen, M., & Wahren, J. (1983). Physiological variation of blood lymphocyte reactivity:

- T-Cell subsets, immunoglobulin production, and mixed lymphocyte reactivity. **Clinical Immunology and Immunopathology, 27**, 9-14.
- Holloszy, J.O., & Coyle, E.F. (1984). Adaptation of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of Applied Physiology, 56**, 831-838.
- Huang, Y.J., Chen, Y.I., Tseng, J.M., Fang, C.L. (1993). The effects of marathon running on serum immunoglobulin concentration. **2nd International Conference on Sport Medicine**, Peking, China, 203.
- Israel, S., Buhl, B., & Krause, M. (1982). The concentration of immunoglobulin A, G and M in Serum by training. **Medicine Sports, 22**, 225-231.
- Jemmott, J.B., & Locke, S.E. (1984). Psychosocial factors, immunologic mediation, and human susceptibility to infectious disease: how much do we know? **Psychological Bulletin, 95**, 78-108.
- Kjaer, M., & Dela, F. (1996). Endocrine responses to exercise. In: Hoffman-Goetz, L. (Eds). **Exercise and Immune Function**. New York: CRC Press, 1-20.
- Kjaer, M., (1989). Epinephrine and some other hormonal responses to exercise in man: with special reference to physical training, Int. **Journal Sports Medicine, 10**, 2.
- Kjaer, M., Bangsbo, J., Lortie, G., and Galbo, H., (1988). Hormonal responses in exercise in humans: influence of

- hypoxia and physical training. **American Journal of Applied Physiology**, **254**, R197.
- Kjaer, M., Kiens, B., Hargreaves, M., & Richter, E.A., (1991). Influence of active muscle mass on glucose homeostasis during exercise in humans, **Journal of Applied Physiology**, **71**, 552.
- Kraemer, W. J., (1988). Endocrine responses to resistance exercise, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, **20**, S152.
- Kraemer, W. J., Patton, J. F., Knuttgen, H.G., Hannan, C. J., Kettler, T., Gordon, S. E., Dziados, J. E., Fry, A. C., Frykman, P. N., & Harman, E. A., (1991). Effects of high-intensity cycle exercise on mpathoadrenal-medullary response patterns, **Journal of Applied Physiology**, **70**, 8.
- Kraemer, W. J., Patton, J. F., Kunttgen, H. G., Marchitelli, L. J., Cruthirds, C., Damokosh, A., Harman, E., Frykman, P., & Dziados, J. E., (1989). Hypothalamicpituitary-adrenal responses to short-duration high-intensity cycle exercise, **Journal of Applied Physiology**, **66**, 161.
- Kreider, R.B., Miriel, V., & Bertun, E. (1993). Amino acid supplementation and exercise performance: proposed eLau, rgogenic value. **Sports Medicine**, **16**, 190-209.
- Liesen, H., Fisher, W., Dufaux, B., & Hollman, W. (1976). Effects of endurance training on changes in serum-glycoproteins and immunoglobulins in 55 to 70 year old men. **Proceedings of the International**

Congress of Physical Activity Science, 189.

- Linsr, F. (1987). Running and upper respiratory track infections. **Scandinavian Journal of Sports Science**, **9**, 21-23.
- Lu, S.S., Lau, C.P., Tung, Y.F., Huang, S.W., Chen, Y.H., Shih, H.C., Tasi, S.C., Lu, C.C., Wang, S.W., Chen, J.J., & Wang, P.S. (1997). Lactate and effect of exercise on testosterone secretion : Evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, **29**, 1048-1054.
- Mackinnon, L.T. (1989). Exercise and natural killer cells: What is the relationship? **International Journal of Sports Medicine**, **7**, 141-149.
- Mackinnon, L.T. (1992). **Exercise and immunology**. Human Kinetic Book, p.51.
- Mackinnon, L.T. (1998). **Advances in Exercise Immunology**. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mackinnon, L.T., & Hooper, S.T. (1994). Current challenges and future expectations in exercise immunology: Back to the future, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, **26**, 191-194.
- Mackinnon, L.T., & Jenkins, D.G. (1993). Decreased salivary IgA after intense interval exercise before and after training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, **25**, 678-683.
- Mackinnon, L.T., Chick, T.W., Van As.A., & Tomasi, T.B.

- (1988). Effect of prolonged intense exercise on natural killer cell number and function. In C.O. Dotson, & J.H. Humphrey(Eds.) **Exercise Physiology: Cournent Selected Research, 3**, 77-89. New York: AMS Press.
- Mackinnon, L.T., Ginn, E., & Seymour, G. (1990). Comparison of the effects of exercise during training and competition on secretory IgA levels. **Medicine and Science in Sport and Exercise, 22**, S125.
- Mackinnon, L.T., Ginn, E., & Seymour, G.J. (1993a). Decreased salivary immunoglobulin A secretion rate after intense interval training in elite kayakers. **European Journal of Applied Physiology, 67**, 180-184.
- Mackinnon, L.T., Ginn, E., & Seymour, G.J. (1993b). Temporal relationship between exercise-induced decreases in salivary IgA and subsequent appearance of upper respiratory tract infection in elite athletes. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport, 25**, 94-99.
- Mackinnon, L.T., Hooper, S.L., Johnes, 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.
- MacRae, H.S., Dennis, H.S., Bosch, A.N., & Noakes, T.D. (1992). Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in human. **Journal**

- of Applied Physiology, 72**, 1649-1656.
- Mazzeo, R.S. (1994). The influence of exercise and aging on immune function. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 26**, 586-592.
- McDowell, S.L., Chalos, K., Housh, T.J., Tharp, G.D. & Johnson, G.O. (1991). The effect of exercise intensity and duration on salivary immunoglobulin A. **European Journal of Applied Physiology, 63**, 108-111.
- McDowell, S.L., Hughes, R.A., Hughes, R.J., Housh, T.J., & Lohson, G.O. (1992). The effect of exercise training on salivary immunoglobulin A and cortisol responses to maximal exercise. **International Journal of Sports Medicine, 13**, 577-580.
- McLellan, T.M., & Skinner, J.S. (1982). Blood lactate removal during active recovery related to the aerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine, 3**, 223-229.
- Mitchell, J.G., M., Paquet, F.X., Pizza, R.D., Starling, P.W., Holtz, & Grandjean, P.W. (1996). The effect of moderate aerobic training on lymphocyte proliferation. **International Journal of Sports Medicin, 17**, 384-389.
- Morris, F. L., Naughton, G. A., Gibbs, J.L., Carlson, J. S., & Wark, J. D. (1997). Prospective ten-month exercise interventioning premenarcheal Girls: positive effects on bone and lean mass. **Journal of Bone & Mineral Research, 12**(9), 1453-1462.

- Muns, G., Liesen, H., Riedel, H. & Bergmann, K.C. (1989). Influence of long-distance running of IgA in nasal secretion and saliva. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 40**, 63-65.
- Nash, M. (1994). Exercise and Immunology. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 26**, 125-127.
- Naughton, J.P., Haider, R. (1973). **Methods of Exercise Testing**. In Exercise Testing and Exercise Training in Coroary Heart Disease, eds. J.P. Naughton, H.K. Hellerstein, and L.C. Mohler, 79-91. New York: Academic Press.
- Nehlsen-Cannarella, S.L., Nieman, D.C. Jessen, J., Chang, K., Gueswitch, G., Blix, G.G., & Ashley, E. (1991b). The effects of acute moderate exercise on lymphocyte function and serum immunoglobulin levels. **International Journal of Sports Medicine, 12**, 391-398.
- Nehlsen-Cannarella, S.L., Nieman, D.C., Balk-Lamberton, A.J., Markoff, P.A., Chritton, D.B., Gueswitch, W.G., & Lee, J.W. (1991a). The effect of moderate exercise training on immune response. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 23**, 64-70.
- Nieman, D.C. (1994). Exercise, infection, and immunity. **International Journal of Sports Medicine, 15**, S131~S141.
- Nieman, D.C. (1997). Effect of long-term training on the immune system and on resistance to infections disease.

- In R.J. Maughan, & S.M. Shirreffs (eds.). **Biochemistry of Exercise IX**, 383-390, Champaign, IL : Human Kinetics.
- Nieman, D.C. (2000). Exercise, the immune system, and infection. In W.E. Garrett & D.T. Kirkendall (eds.). **Exercise and Sports Science**, 177-187, Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins.
- Nieman, D.C., Buckley, K.S., & Henson, D.A. (1995). Immune function in marathon runners versus sedentary controls. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 27**, 986-992.
- Nieman, D.C., D.A. Henson, R. Johnson, L. Lebeck, J.M. Davis, & S.L. Nehlsen-Cannarella. (1992). Effects of brief, heavy exertion on circulation lymphocyte subpopulations and proliferative response. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 24**, 1339-1345.
- Nieman, D.C., Johanssen, L.M., Lee, & J.W. (1990). Infection episodes in runners before and after the Los Angeles Marathon. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 30**, 316-328.
- Nieman, D.C., Sandra, L., Nehlsen-Cannarella, S.L. (1991). The effects of acute and chronic exercise on Immunoglobulins. **Sport Medicine, 11**, 183-201.
- Ohkawa, T., & Miyamura, M. (1984). Peak blood lactate after 400m sprinting in sprinters and long-distance runners. **Japan Journal of Physiology, 34**, 553-556.
- Pedersen, B.K. (1997). In: **Exercise Immunology**. pp. 59-112.

Chapman & Hall.

- Peter, E.M. (1993). Altitude fails to increase susceptibility of ultrathon runners to post-race upper respiratory track infections. **South African Medical Journal, 5**, 4-8.
- Peters, E.M., & Bateman, E.D. (1983). Respiratory track infections: An epidemiological survey. **South African Medicine Journal, 64**, 582-584.
- Poortmans, J.R., & Haralambie, G. (1979) Biochemical change in a 100km run: protein in serum and urine. **European Journal of Physiology, 40**, 245-254.
- Poortmans, T.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.
- Rantanen, T., Era, P., & Heikkinen, E. (1997). Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. **Journal of the American Geriatrics Society, 45**(12), 1439-45.
- Roitt, I.M., (1994) . **Essential Immunology, 8th edition**. London: Blackwell Scientific Publications.
- Roitt, I.M., Brostoff, J., & Male, D.K. (1998) . **Immunology 5th edition**. Published by 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.
- Ryan, A.J., Brown, R.L., & Frederick, E.C. (1983). Overtraining of athletes. **The Physician and Sports Medicine, 11**, 93-110.
- Sallis, R.E., & Massimino, F. (1997). **Essentials of Sports Medicine**. ACSM's Sports medicine Review, edited by Robert Sallis, Ferdy Massimino. Mosby-Year Book, Inc.
- Saltin, N.B., Costill, D.L., Stein, E., Essen, E., & Gollnick, P.D. (1979). The nature of the response: peripheral and central adaptation to long legged exercise. **Acta. Physiology Scan, 96**, 189-305.
- Schouten, W.J., Verschuur, R., & Kemper, H.C.G. (1988). Habitual physical activity, strenuous exercise and salivary immunoglobulin A level in young adults: the Amsterdam growth and health study. **International Journal of Sports Medicine, 9**, 289-293.
- Shavit, Y., Terman, G.W., Martin, F.C., Lewis, J.W., & Liebeskind, J.C. (1985). Stress, opioid peptides, the immune system, and cancer. **Journal of Immunology, 135**, 834s-837s.
- Shek, P.N., Sabiston, B.H., Bugue, A., & Radomski, M.W. (1995). Strenuous exercise and immunological changes: A multiple-time-point analysis of leukocyte subsets,

- CD4/CD8 ratio, immunoglobulin production and NK cell response. **International Journal of Sports Medicine, 16**, 466-474.
- Shephard, R.J. (1998). Acute and chronic overexertion: do depressed immune responses provide useful markers? **International Journal of Sports Medicine, 19**, 159.
- Shephard, R.J., & Shek, P.N. (1993). Infection and the athlete. **Clinical Journal of Sports Medicine, 3**, 57-77.
- Shephard, R.J., Rhind, S., & Shek, P.N. (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.
- Shinkai, R.J., Shore, S., Shek, P. & Shephard, R.J. (1992). Acute exercise and immune function. **International Journal of Sports Medicine, 13**, 452-461.
- Simo, H.B. (1984). The immunology of exercise, A brief review. **JAMA 252**, 2735-2738.
- Smith, J.A. (1995). Guidelines, standards and perspective in exercise immunology. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 27**, 497-507.
- Solomon, G.F. (1991). Psychosocial factor, exercise, and immunity : athletes , elderly persons , and AIDS patient . **International Journal Sport Medicine, 12**, S50-S52.
- Stamford, B.A., Weltman, A., Moffatt, R., & Sady, S. (1981). Exercise recovery above and below anaerobic threshold following maximal work. **Journal of Applied Physiology,**

- 51**, 840-844.
- Stanley, W.C., Gertz, E.W., Wisneski, L.A., Morris, D.L., Neese, R.A., & Brooks, G.A. (1985). Systematic lactate kinetic during graded exercise in man. **American Journal of Applied Physiology**, **249**, E509-602.
- Steel, R.D., & Torrie, J.H. (1960). **Principles and Procedures of Statistics**. R.D. Steel and J.H. Torrie (Eds). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Stphenson, L.A., Kolka, M.A., & Wilkerson, J.E. (1985). Effect of exercise and passive heat exposure on immunand leucocyte concentrations. In Dotson, C.O., & Humphery, J.H. (eds.) **Exercise Physiology: Current Selected Research**, 145-157, Ams Press, Inc, New York.
- Strauss, M.D., & Richard, H. (1991). **Sports Medicine (second edition)**. W.B. Saunders Company.
- Tharp, G.D., & Barnes, M.W. (1990). Reduction of saliva immunoglobulin levels by swim training. **European Journal of Applied Physiology**, **60**, 61-64.
- 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**, 173-178.
- Veale, D.M. (1991). Psychological aspects of staleness and dependence on exercise. **International Journal of Sport Medicine**, **12**, S19-S22.
- Verde, T.J., Thomas, S.G., Moore, R.W., Shek, P.N., &

- Shephard, R.J. (1992). Immune responses and increased training of the elite athlete. **Journal of Applied Physiology, 73**, 1494-1499.
- Vuori, I. (1969). Exercise and physical health: musculoskeletal health and functional capabilities. **Research Quarterly for Exercise and Sport, 66**, 276-285.
- Walsh, N.P., Blannin, A.K., Robson, P.J., & Gleeson, M. (2000). Glutamine, exercise and immune function links and possible mechanism. **Medicine and Science in Sports and Exercise, 32**, 87-102.
- Watson, R.R., & Eisinger, M. (1992) . **Exercise and Disease**. CRC Press, Inc.
- Weltman, A. (1995). Factor affecting the blood lactate response. In: **The Blood Lactate Response to Exercise**. Human Kinetics Publisher, Canada, pp. 29-47.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1988). The physiological basis of the conditioning process: Training for sport and activity. **Dubuque, IA**.

附 錄

附錄二~1、血清 IgG、IgA、IgM 之特性及參考值

特性	IgG	IgA	IgM
基本構造體	單元體	單或二元體	五元體
沉降係數	7s	7s, 11s	19s
分子量 (萬)	15	17~40	90
半衰期 (天)	25~35	6~8	5~10
Ig 數量 (%)	70~75	15~20	10
肽鏈構造	$\gamma_2\kappa_2$ $\gamma_2\lambda_2$	$\alpha_2\kappa_2$ $\alpha_2\lambda_2$	$(\mu_2\kappa_2)_5$ $(\mu_2\lambda_2)_5$
對抗原價數	2	2/4	5/10
醣質 (%)			
抗體意義	毒素、病毒、細菌之分泌性抗體 抗體後期反應		
	唾液、腸傳染性抗體之早期反應，血型抗體 管、氣管		
年齡群濃度 (免疫球蛋白濃度) (mg/dl)			
新生兒	700-1480	0-2.2	5-30
6月~2歲	500-1200	14-108	43-239
2~6歲	500-1300	12-190	50-199
6~12歲	700-1650	29-270	50-260
12~16歲	700-1550	81-232	45-240
成人	650-1500	60-380	40-345
臨床應用	免疫疾病	免疫疾病	免疫疾病
檢體	Serum	Serum	Serum
稀釋倍數 (I/E)	1:216 / 1:36-1:1296	1:36 / 1:6-1:1296	1:36 / 1:6-1:1296
測量範圍 (I/E)	200-3600 / 33-21600	40-700 / 6.7-25200	25-400 / 4.2-14400
參考值	751-1560	82-453	46-304

※摘錄編自：何敏夫 編著。(2002)。臨床化學，第三版。

附錄三~1、受試者須知

本研究目的：探討高強度肌力與耐力性運動對不同身體水準運動者運動前後血液乳酸及血清免疫球蛋白之影響。在實驗的過程中，每位受試者需到實驗室二次，分別進行度肌力與耐力性運動的測量，運動皆是在漸進性阻力下運動致竭盡力氣為止。因本研究的特殊需要，受試者需為非吸煙者。所有參與本研究之受試者皆為自願參與，如果測驗期間，您有任何不舒服或改變意願，請及時通知研究人員，您有權力退出實驗而不受任何限制。為了讓實驗能夠順利進行，並得到正確的實驗資料，請受試者必須瞭解並同意以下事項：

測量日期、時間及地點表

時間	地點	項目	備註
	中正堂體能實驗室	耐力性運動測試	
	成大醫工所實驗室	肌力性運動測試	

※測量日期、時間及地點（另與研究人員協調時間）

注意事項：

- 1、請在受測前 48 小時禁止進行激烈運動、飲酒與禁服任何藥物，請保持正常作息及運動。
- 2、靜脈抽血可能有點痛，就像您過去打針的經驗，除此暫時的疼痛外，應無其他不適，有些人可能會輕微皮下出血，安全性相當高。
- 3、運動會導致疲勞，此為正常現象，但為了避免意外，我

們會隨時記錄心電圖、血壓，以偵測不正常的心跳血壓。
如出現異常現象或胸痛、目眩、頭暈、呼吸困難等現象，
將立即停止運動測驗。

4、受試者請穿著運動服裝參加運動測試

如您有任何疑問，非常歡迎您提出問題，我們會很樂意為您做進一步的解釋。請您在測驗前詳實的填寫「身體狀況與活動情形調查表」，以便讓研究人員瞭解您的身心狀況，避免發生意外，若因您隱瞞您的病情而發生意外則概不負責。實驗結果可能會發表於學術性期刊，其著作權歸屬於本研究之主持人，受試者的隱私將給予絕對保密。感謝您的合作與協助。

研究者：涂國誠

聯絡處：台南市大學路 1 號體育室（國立成功大學）

聯絡電話：(06) 2757575ext50409

附錄三~2、受試者身體狀況與活動情形調查表

受測者姓名：_____

填表日期： 年 月 日

出生日期： 年 月 日

性別：_____

身高：_____

體重：_____

聯絡地址：

聯絡電話：

※下列問題將有助於實驗時對受測者基本資料之瞭解，請務必詳細確實回答

一、身體狀況及疾病史

1、您是否有抽煙的習慣？

是 否 不確定

2、您是否有喝酒的習慣？

是 否 不確定

3、您是否有經常服藥的習慣？

是 否 不確定

如有，請列藥名 _____

4、最近兩星期是否有服藥？

是 否 不確定

如有，請列藥名 _____

是 否 不確定

5、您是否有嚴重肌肉傷害（如扭傷、拉傷或骨折未癒等）而無法從事正常運動？

是 否 不確定

6、您是否有心臟血管疾病（如心臟病、高血壓、心率不整）？

是 否 不確定

7、您是否有其他慢性疾病（如氣喘、癲癇、糖尿病、肺疾病、腎疾病）？

是 否 不確定

8、您是否曾經開刀？

是 否 不確定

如有開刀，因何開刀？ _____

癒後情形如何？ _____

9、您是否有在運動中休克、暈倒、必須急救的經驗？

是 否 不確定

10、您是否有心悸、胸痛或呼吸困難的現象？

是 否 不確定

11、您是否會在激烈運動後，出現極端疲勞，不易恢復？

是 否 不確定

二、最近一週健康情形

1、您是否患流行性感冒而且還在治療當中？

是 否

2、您是否剛接受預防疫苗接種？

是 否

3、您是否持續腹瀉或體重遽減？

是 否

4、您是否精神及身體狀況不佳？

是 否

5、您是否甫自疫區回國？

是 否

三、運動情形

1、您是否有規律性運動？

是 否

何種運動？ _____ ；

一週或一月幾次？ _____ /週 _____ /月

2、您參與的運動是否比賽過？

是 否

項目為何？ /最佳成績？ _____

3、您是否能竭盡最大努力完成目標？

是 否

附錄三~3、受試者參與實驗同意書

本研究目的：探討肌力與耐力性運動對不同身體活動水準者，運動前後血液乳酸及血清免疫球蛋白之效應。為顧及受試者的權益，研究人員隨時回答受試者所提出的問題。受試者請據實填答健康狀況調查表，經研究人員篩選出來後，在整個實驗操作過程中應無安全上的顧慮。本研究聘請資深的護士參與採血與照護的工作，請受試者安心參與實驗的流程。

所有參與本研究之受試者皆為自願參與，如果測驗期間，您有任何不舒服或改變意願，請立即通知研究人員，您有權力退出實驗而不受任何限制。為了讓實驗能夠順利進行，並得到正確的實驗資料，請受試者必須了解並同意以下事項：

※測驗流程：測量血壓、身高、體重→抽血 10ml→運動
(耐力性運動或阻力性運動)→抽血 10ml。

※注意事項：

- 1、請在受測前 48 小時禁止進行激烈運動、飲酒與禁服任何藥物，請保持正常作息及運動。
- 2、靜脈抽血可能有點痛，就像您過去打針的經驗，除此暫時的疼痛外，應無其他不適，有些人可能會輕微皮下出血，安全性相當高。
- 3、運動會導致疲勞，此為正常現象，但為了避免意外，我們會隨時記錄心電圖、血壓，以偵測不正常的心跳及血壓。如出現異常現象或胸痛、目眩、頭暈、呼吸困難等現象，將立即停止運動測驗。

本人已閱讀過受試者須知，並了解以上有關實驗的內容及事項，本人同意接受並成為本研究計畫之自願受試者。

受試者：

日期：

聯絡處：

聯絡電話：

研究者：涂國誠

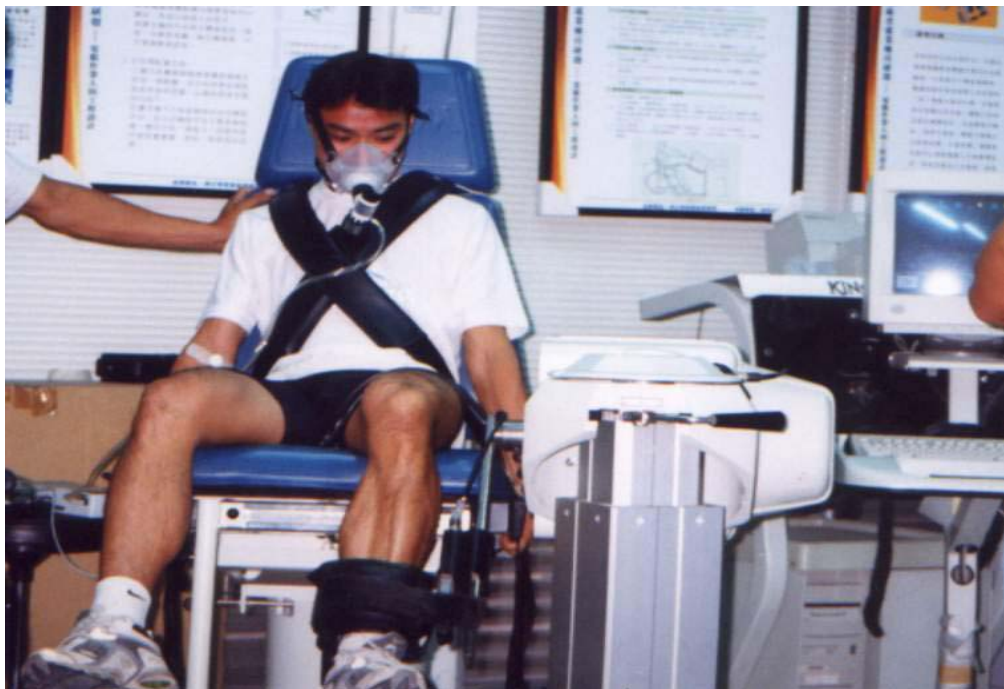
聯絡處：台南市大學路 1 號體育室（國立成功大學）

聯絡電話：(06) 2757575ext50409

附錄三~4、受試者高強度耐力性運動測量



附錄三~5、受試者高強度肌力性運動測量



附錄三~6、血液自動生化測量儀 (Beckman Image)



附錄四~1、受測者不同運動前後血液生化值之平均數與標準差

受測者不同運動前後血液生化值之平均數與標準差

項目		高強度耐力運動			高強度肌力運動		
		運動員組	非運動員組	p-value	運動員組	非運動員組	p-value
血乳酸 (mmol/l)	前	1.1±0.4	1.1±0.2	1.000	1.4±0.6	1.5±0.5	0.719
	後	8.8±1.5	8.3±2.6	0.653	2.6±0.9	3.4±1.3	0.126
IgG (mg/dl)	前	865.7± 192.5	1158.1± 173.2	0.064	980.6±265.6	1115.4± 206.4	0.248
	後	1083.0± 238.6	1204.0± 178.0	0.242	1035.1± 315.7	1286.1±330	0.119
IgA (mg/dl)	前	164.7±72.6	215.4±72.5	0.156	184.0±103.4	213.7±79.5	0.504
	後	202.3±89.8	221.0±82.4	0.651	190.4±86.2	233.6±87.7	0.308
IgM (mg/dl)	前	132.4±58.2	122.6±21.7	0.644	150.0±88.7	117.3±31.0	0.320
	後	161.3±73.1	124.4±24.8	0.183	152.3±73.6	133.4±29.3	0.489

附錄四~2、不同運動前後兩組血乳酸值(mmol/l)平均數、標準差二因子變異數分析事後比較

不同運動前後二組血乳酸值(mmol/l)平均數、標準差

組別	高強度耐力運動			高強度肌力運動		
	運動前	運動後	p-value	運動前	運動後	p-value
運動員組	1.08±0.43	8.79±1.54	0.001**	1.38±0.64	2.57±0.87	0.012*
非運動員組	1.08±0.24	8.32±2.63	0.001**	1.49±0.52	3.41±1.29	0.004**

* P < .05 ** P < .01

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: 血乳酸變化量

(I) 運動方 (J) 運動方	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	% Confidence Interval Difference	
				Lower Bound	Upper Bound
肌耐力 耐力跑	-5.928	.581	.000	-7.111	-4.744
耐力跑 肌耐力	5.928	.581	.000	4.744	7.111

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: 血乳酸變化量

(I) 運動與 (J) 運動與	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	% Confidence Interval Difference ^a	
				Lower Bound	Upper Bound
非運動員 運動員	.139	.581	.813	-1.045	1.322
運動員 非運動員	-.139	.581	.813	-1.322	1.045

Based on estimated marginal means

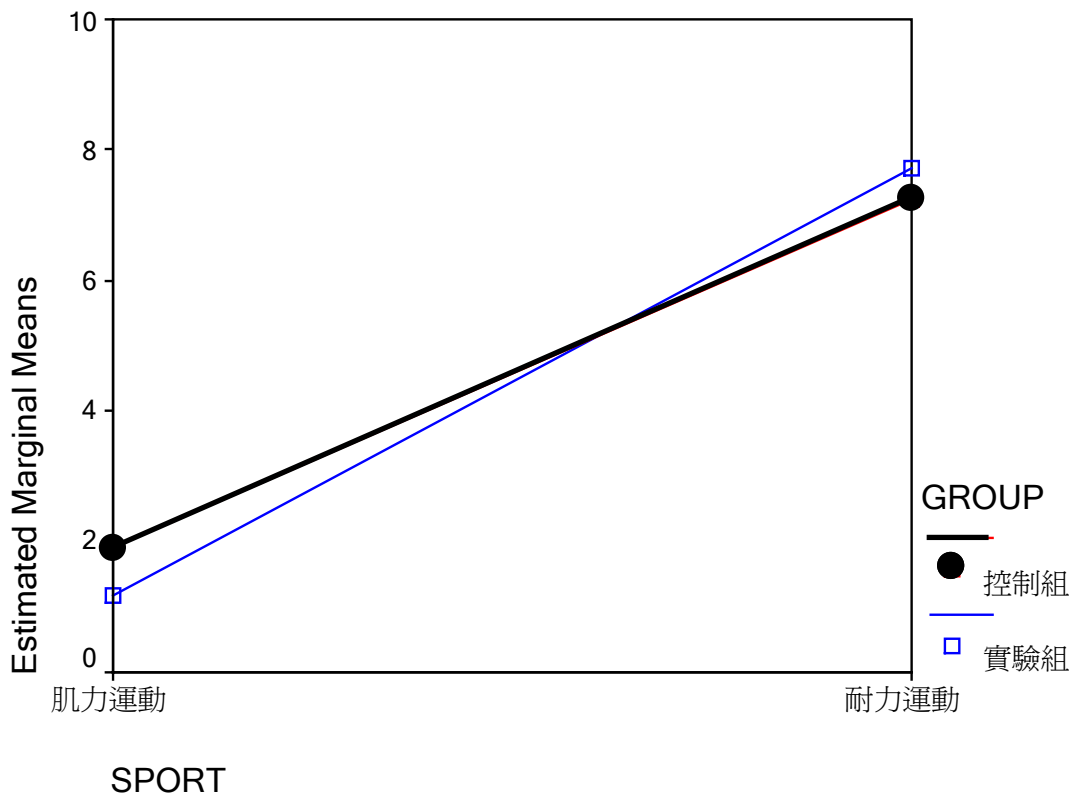
a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (eq

3. 運動方式 * 運動與否

Dependent Variable: 血乳酸變化量

運動方式	運動與否	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
肌耐力	非運動員	1.922	.581	.739	3.106
	運動員	1.178	.581	-5.709E-03	2.361
耐力跑	非運動員	7.244	.581	6.061	8.428
	運動員	7.711	.581	6.528	8.895

Estimated Marginal Means of 血乳酸



附錄四~3、不同運動前後兩組血清IgG (mg/dl)平均數、標準差及二因子變異數分析事後比較

不同運動前後二組血清 IgG(mg/dl)平均數、標準差

組別	高強度耐力運動			高強度肌力運動		
	運動前	運動後	P 值	運動前	運動後	P 值
運動員組	965.7±192.48	1083.00±238.62	0.001**	980.67±265.57	1035.11±315.74	0.511
非運動員組	1158.11±173.21	1204.00±177.90	0.225	1115.44±206.38	1286.11±330.01	0.108

* P < .05 ** P < .01

Descriptive Statistics

Dependent Variable: IGG

運動方式	運動與否	Mean	Std. Deviation	N
肌耐力	非運動員	170.6667	283.4233	9
	運動員	54.4444	237.3158	9
	Total	112.5556	260.5384	18
耐力跑	非運動員	45.8889	112.3904	9
	運動員	217.3333	101.4384	9
	Total	131.6111	136.2611	18
Total	非運動員	108.2778	218.7862	18
	運動員	135.8889	195.8790	18
	Total	122.0833	205.1392	36

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: IGG

(I) 運動方式	(J) 運動方式	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
肌耐力	耐力跑	-19.056	66.577	.777	-154.668	116.557
耐力跑	肌耐力	19.056	66.577	.777	-116.557	154.668

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjus

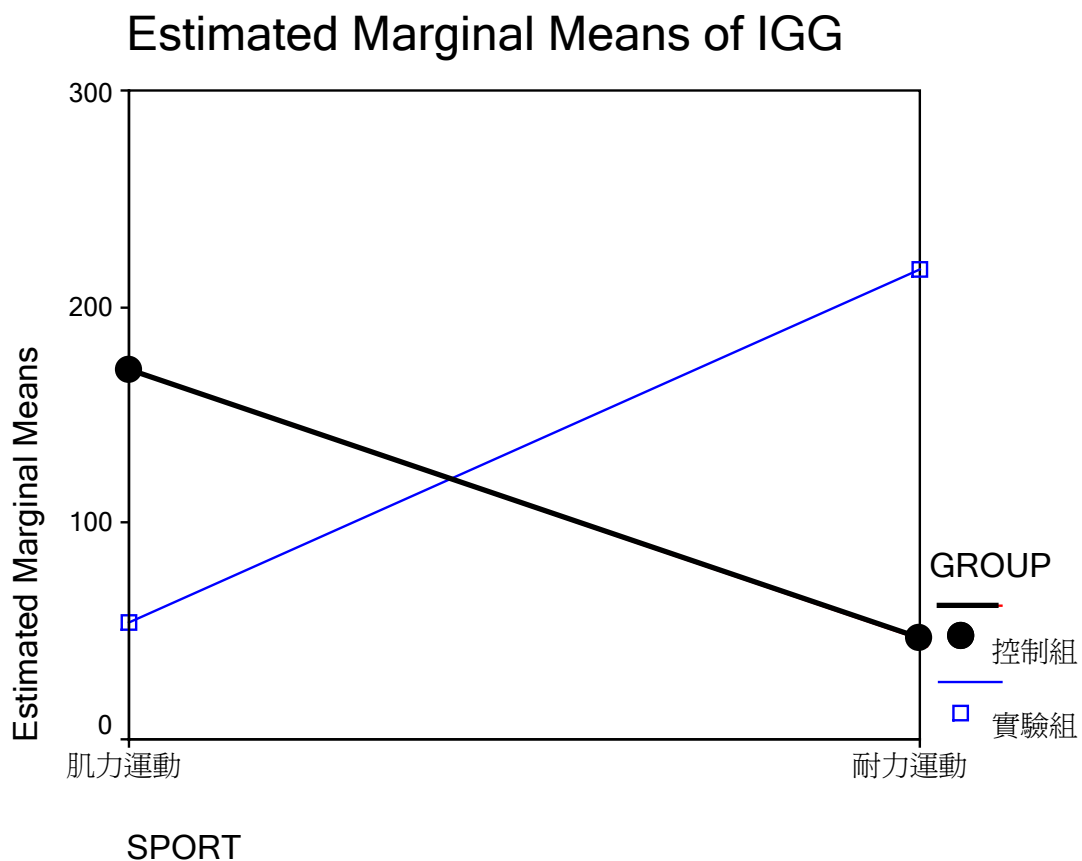
Pairwise Comparisons

Dependent Variable: IGG

(I) 運動與否	(J) 運動與否	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
非運動員	運動員	-27.611	66.577	.681	-163.224	108.001
運動員	非運動員	27.611	66.577	.681	-108.001	163.224

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no



附錄四~4、不同運動前後兩組血清 IgG 二因子變異數分析事後交互作用單純效果比較

不同運動前後兩組血清 IgG 二因子變異數分析事後交互作用單純效果比較表

	耐力 運動員組	耐力 非運動員組	肌力 運動員組	肌力 非運動員組
耐力 運動員組	— — —	11.541*	3.585	0.465
耐力 非運動員組	顯著	— — —	0.098	1.507
肌力 運動員組	不顯著	不顯著	— — —	0.890
肌力 非運動員組	不顯著	不顯著	不顯著	— — —

*P<.05

附錄四~5、不同運動前後兩組血清 IgA(mg/dl)平均數、標準差及二因子變異數分析事後比較

不同運動前後二組血清 IgA (mg/dl) 平均數、標準差

組別	高強度耐力運動			高強度肌力運動		
	運動前	運動後	P 值	運動前	運動後	P 值
運動員組	164.72±71.92	202.33±89.84	0.004**	184.00±103.43	190.42±86.15	0.684
非運動員組	215.44±72.50	221.08±82.37	0.578	213.74± 79.52	233.56±87.73	0.423

*P<.05 **P<.01

Descriptive Statistics

Dependent Variable: IGA

運動方式	運動與否	Mean	Std. Deviation	N
肌耐力	非運動員	19.7778	70.3363	9
	運動員	6.4444	45.6566	9
	Total	13.1111	57.9319	18
耐力跑	非運動員	5.6667	29.1419	9
	運動員	37.6667	28.0312	9
	Total	21.6667	32.2563	18
Total	非運動員	12.7222	52.7300	18
	運動員	22.0556	40.1094	18
	Total	17.3889	46.4145	36

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: IGA

(I) 運動方式	(J) 運動方式	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	5% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
肌耐力	耐力跑	-8.556	15.516	.585	-40.160	23.049
耐力跑	肌耐力	8.556	15.516	.585	-23.049	40.160

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivaler

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: IGA

(I) 運動與否	(J) 運動與否	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	5% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
非運動員	運動員	-9.333	15.516	.552	-40.938	22.271
運動員	非運動員	9.333	15.516	.552	-22.271	40.938

Based on estimated marginal means

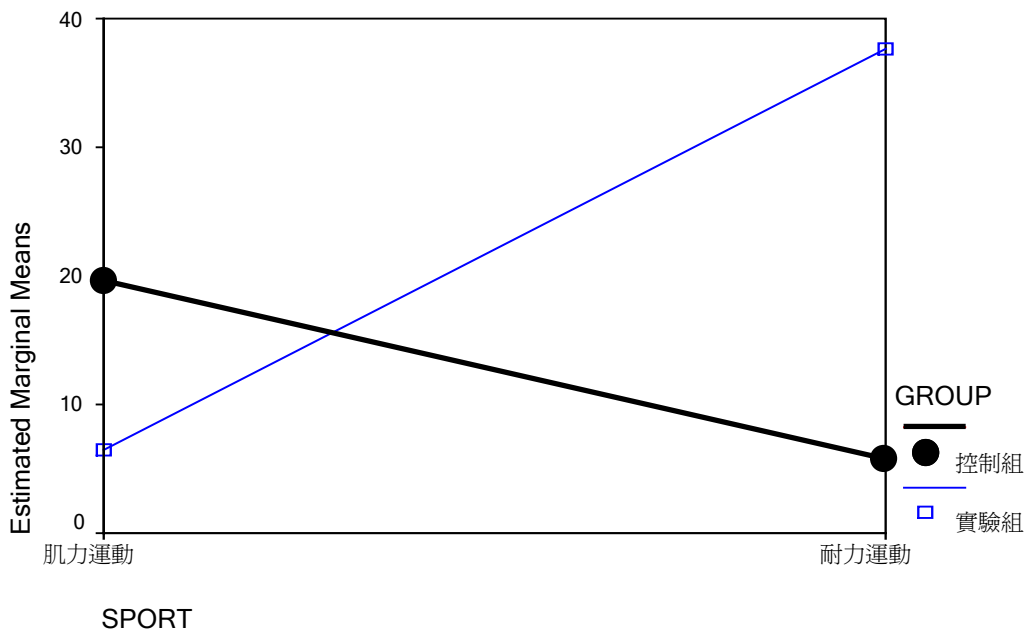
a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent

3. 運動方式 * 運動與否

Dependent Variable: IGA

運動方式	運動與否	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
肌耐力	非運動員	19.778	15.516	-11.827	51.383
	運動員	6.444	15.516	-25.160	38.049
耐力跑	非運動員	5.667	15.516	-25.938	37.271
	運動員	37.667	15.516	6.062	69.271

Estimated Marginal Means of IGA



附錄四~6、不同運動前後兩組血清 IgM(mg/dl)平均數、標準差及二因子變異數分析事後比較

不同運動前後二組血清 IgM(mg/dl)平均數、標準差

組別	高強度耐力性運動			高強度肌力性運動		
	運動前	運動後	P 值	運動前	運動後	P 值
運動員組	132.43±58.15	161.29±73.06	0.007**	150.04±88.69	152.30±73.61	0.821
非運動員組	122.57±21.69	124.40±24.84	0.721	117.29±31.03	133.37±29.28	0.101

*P<.05 **P<.01

Descriptive Statistics

Dependent Variable: IGM

運動方式	運動與否	Mean	Std. Deviation	N
肌耐力	非運動員	16.1111	25.9058	9
	運動員	2.1111	28.9026	9
	Total	9.1111	27.5828	18
耐力跑	非運動員	1.8889	14.8950	9
	運動員	29.0000	23.9896	9
	Total	15.4444	23.8703	18
Total	非運動員	9.0000	21.7661	18
	運動員	15.5556	29.2459	18
	Total	12.2778	25.6243	36

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: IGM

(I) 運動方式	(J) 運動方式	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	5% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
肌耐力	耐力跑	-6.333	8.000	.434	-22.628	9.962
耐力跑	肌耐力	6.333	8.000	.434	-9.962	22.628

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: IGM

(I) 運動與否	(J) 運動與否	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
非運動員	運動員	-6.556	8.000	.419	-22.850	9.739
運動員	非運動員	6.556	8.000	.419	-9.739	22.850

Based on estimated marginal means

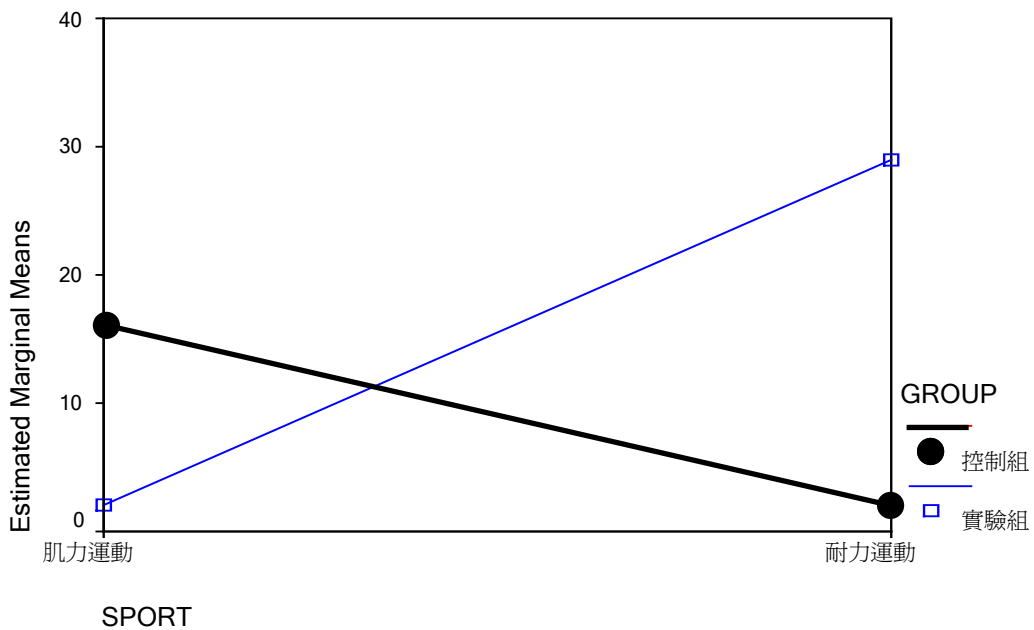
a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no :

3. 運動方式 * 運動與否

Dependent Variable: IGM

運動方式	運動與否	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
肌耐力	非運動員	16.111	8.000	-.184	32.406
	運動員	2.111	8.000	-14.184	18.406
耐力跑	非運動員	1.889	8.000	-14.406	18.184
	運動員	29.000	8.000	12.705	45.295

Estimated Marginal Means of IGM



附錄四~7、不同運動前後兩組血清IgM二因子變異數
分析事後交互作用單純效果比較

不同運動前後兩組血清 IgM 二因子變異數分析事後交互作用單純效果比較表

	耐力 運動員組	耐力 非運動員組	肌力 運動員組	肌力 非運動員組
耐力 運動員組	— — —	8.296*	4.612*	1.095
耐力 非運動員組	顯著	— — —	0.021	2.039
肌力 運動員組	顯著	不顯著	— — —	1.171
肌力 非運動員組	不顯著	不顯著	不顯著	— — —

*P<.05

附錄四~8、受試者測驗原始基本資料結果

受試者	年齡 (yrs)	身高 (cm)	體重 (kg)	最大攝氧量 (ml/kg/min)	股二頭肌 最大力矩 (Nm)	股四頭肌 最大力矩 (Nm)
C1	19	150	45	39.21	88.25	107.00
C2	19	158	54	32.89	69.39	139.32
C3	19	158	46	35.78	97.74	148.50
C4	19	157	48	35.25	140.13	153.90
C5	19	159	49	34.60	114.30	155.40
C6	20	160	56	36.00	146.90	212.68
C7	19	159	59	42.53	137.54	148.98
C8	19	157	61	31.62	114.95	124.07
C9	19	164	44	41.00	103.20	141.90
E10	19	168	53	53.73	259.80	302.10
E11	20	162	51	51.09	132.33	173.91
E12	19	163	50	55.53	135.90	183.60
E13	19	163	49	55.10	141.65	171.10
E14	19	175	58	54.30	173.70	197.90
E15	19	165	52	50.60	168.33	238.39
E16	18	165	47	53.70	171.05	192.50
E17	18	160	47	57.79	144.52	184.04
E18	19	166	58	54.80	125.04	134.64

※ C1~C9 為非運動員組；E10~E18 為運動員組。

附錄四~9、受試者血乳酸(mmol/l)值測量結果

血乳酸	耐力運動前	耐力運動後	肌力運動前	肌力運動後
C1	1.00	7.20	2.50	2.90
C2	1.30	9.80	1.60	3.90
C3	0.90	10.70	0.90	3.80
C4	1.40	3.00	2.00	4.40
C5	1.10	11.80	1.50	2.60
C6	1.40	7.80	1.20	5.60
C7	0.70	8.60	1.00	1.70
C8	0.90	6.40	1.60	1.70
C9	1.00	9.60	1.10	4.10
E10	0.90	8.20	1.30	2.50
E11	0.90	8.10	0.90	2.90
E12	0.90	7.20	0.70	2.10
E13	1.10	10.20	1.40	2.00
E14	0.90	7.40	1.10	1.50
E15	0.80	7.20	1.00	4.60
E16	1.00	10.00	2.50	2.50
E17	2.20	11.50	2.40	2.70
E18	1.00	9.30	1.20	2.30

※ C1~C9 為非運動員組；E10~E18 為運動員組。

附錄四~10、受試者血清 IgG(mg/dl)值測量結果

血清 IgG	耐力運動前	耐力運動後	肌力運動前	肌力運動後
C1	904	956	897	976
C2	1090	1050	903	1250
C3	1420	1350	1210	1680
C4	1340	1350	1230	1790
C5	1160	1020	1430	1320
C6	999	1150	945	887
C7	1300	1470	1310	1550
C8	1200	1330	1220	932
C9	1010	1160	894	1190
E10	754	923	979	791
E11	1070	1290	1290	1550
E12	521	575	597	581
E13	931	1240	1160	1180
E14	822	1120	1120	1170
E15	819	969	1100	1010
E16	1190	1370	1230	1200
E17	908	1090	618	1210
E18	776	1170	732	624

※ C1~C9 為非運動員組；E10~E18 為運動員組。

附錄四~11、受試者血清 IgA(mg/dl)值測量結果

血清 IgA	耐力運動 前	耐力運動後	肌力運動 前	肌力運動後
C1	164	170	170	188
C2	258	227	217	302
C3	237	217	205	282
C4	103	95	95	137
C5	263	236	339	299
C6	130	146	131	113
C7	187	216	190	228
C8	286	322	297	175
C9	311	361	280	378
E10	96	108	109	95
E11	118	132	136	162
E12	125	137	139	138
E13	111	147	133	145
E14	154	213	214	222
E15	334	390	443	393
E16	174	198	184	179
E17	175	204	113	225
E18	196	292	185	155

※ C1~C9 為非運動員組；E10~E18 為運動員組。

附錄四~12、受試者血清 IgM(mg/dl)值測量結果

血清 IgM	耐力運動前	耐力運動後	肌力運動前	肌力運動後
C1	161	166	155	180
C2	121	105	97	135
C3	117	109	101	141
C4	109	103	98	136
C5	144	125	173	158
C6	131	151	127	110
C7	124	146	121	152
C8	111	121	111	90
C9	85	94	73	99
E10	92	108	108	93
E11	145	160	166	195
E12	97	99	100	97
E13	89	114	106	114
E14	119	157	163	169
E15	274	327	367	326
E16	148	168	155	150
E17	92	104	57	116
E18	136	215	129	110

※ C1~C9 為非運動員組；E10~E18 為運動員組。

附錄、個人經歷及著作

一、基本資料

身份證號碼	U120060224	2003 / 07 / 02	
中文姓名	涂國誠	英文姓名	TU KUO-CHENG (Last Name) (First Name) (Middle Name)
國籍	中華民國	性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 出生日期 1962 年 01 月 13 日
聯絡地址	□□□□□701 台南市大學路 1 號成功大學體育室		
聯絡電話	(公). (06)2757575 轉 50409 (宅). (06)2312683		
傳真號碼	(公) 06-2766427 (宅) 06-2312683	E-MAIL	phila@mail.ncku.edu.tw

二、主要學歷

畢／肄業學校	主修學門系所	學位	起訖年月(西元年/月)
國立臺灣體育學院	體育研究所運動競技組	碩士	<u>2001/09</u> 至 <u>2003/06</u>
國立臺灣師範大學	教育學院體育系	學士	<u>1980/09</u> 至 <u>1984/06</u>
省立花蓮高中			<u>1978/09</u> 至 <u>1980/06</u>
花蓮縣立美崙國中			<u>1976/09</u> 至 <u>1978/06</u>
花蓮縣師範專科附屬小學			<u>1970/09</u> 至 <u>1976/06</u>

三、現職及與專長相關之經歷

服務機關	服務部門／系所	職稱	起訖年月(西元年/月)
現職：國立成功大學	體育室	副教授	<u>2000/08</u>
經歷：國立成功大學	體育室	講師	<u>1993/08</u> 至 <u>2000/08</u>
國立成功大學	體育室	助教	<u>1988/08</u> 至 <u>1993/08</u>
國立成功大學	男子田徑隊	教練	<u>1988/08</u> 至 <u>1992/09</u>
國立成功大學	男子羽球校代表隊	教練	<u>1992/09</u> 至 <u>2003/09</u>
國立成功大學	體育室教學組	組長	<u>1995/08</u> 至 <u>1997/06</u>
台北市介壽國中	教務處	教師	<u>1993/07</u> 至 <u>1994/06</u>

四、論文著述

學術期刊發表 Journal Publication(s):

1. 徑賽選手等速運動的肌力探討 成大體育研究集刊第一輯 1991.07,p.59-65
2. 大專羽球運動員密集訓練期間血液乳酸值變化的探討 中華民國體育學會體育學報第十四輯 1992.12, pp.245-257
3. 高強度羽球運動訓練對血中電解質的影響 大溢出版社出版 1993.06,p.1-40
4. 談重量訓練計劃與效應 台灣體育 第 54 期 1991.04, p.22-23
5. 等速測力計的認識及在運動上的運用 台灣體育 第 56 期 1991.06, p.17-22
6. 電刺激法的肌力訓練 成大體育 第 25 期 1991.11, p.62-68
7. 運動傷害----膝關節 成大體育 第 22 期 1991.11, p.29-33
8. 人體運動及其極限 成大體育 第 23 期 1989.11, p.3-9
9. 重量訓練的認識 成大體育 第 24 期 1990.11, p.89-123

10. 羽球雙打技術概述 臺灣體育 第 82 期 1995.12, p.43-47
11. 人體生理現象評估的血壓波形量測與諧波分析系統 成大體育 第 29 期 1995.11, p.57-70
12. 羽球個人技術的漸進式目標設定 大專體育 第 27 期 1997.02, p.154-160
13. 運動與體適能 成大體育 第 30 期 1996.11, p.107-123
14. 國立成功大學 86 學年學生健康體能狀況研究 成大體育研究集刊 第四輯 1998.05 p.97-148
15. 肌力訓練的基礎理論及在羽球專項上的應用 成大體育 第 32 期 1998.11 p.62-74
16. 羽球專項肌力和爆發力的訓練 大專體育 第 40 期 1998.12 p.52-57
17. 羽球專項特殊性的伸展運動 大專體育 第 41 期 1999.02 p.117-124
18. 國立成功大學 87 學年學生健康體能狀況研究 成大體育研究集刊 第五輯 1999.05 p.71-110
19. 羽球運動的基本及應用步法分析 中華體育 第 50 期 1999.09 p.46-55
20. 羽球單打的戰略擬定及戰術應用的分析 大專體育 第 45 期 1999.10 p.48-53
21. 運動員科學選材基礎理論及在羽球專項的應用 成大體育 第 33 期 1999.11 p.60-92
22. 羽球雙打戰略擬定及戰術應用的分析 大專體育 第 48 期 2000.05 p.69-74
23. 羽球賽前集訓訓練負荷的生化評定 中華民國體育學報 第 29 輯 2000.09 p.149-158

- 24.羽球訓練負荷的生化評定 中華民國體育學報 第30輯 2001.09 p.129-153
- 25.大專院校羽球乙組選手運動傷害之調查研究 成大體育研究集刊第六輯 2001.06,p.79-88
- 26.運動保健與自由基 成大體育 36卷第一期 2002.12 p.35-39
- 27.運動與免疫 成大體育 36卷第二期 2003.04 p.26-30
- 28.麩醯胺酸對運動免疫的影響 大專體育 第66期 2003.07 (同意刊登)
- 29.長期氣功運動對中年人免疫功能之影響。中華民國大專院校體育學術研討會 2003.06, p.590-598

學術會議發表論文 Proceedings and Conference(s):

- 涂國誠(民81)：大專羽球運動員密集訓練期間血液乳酸值變化的探討。中華民國體育學報，14：245-257，國立台灣師範大學發表。
- 蔡崇濱、涂國誠(民79)：羽球賽前集訓訓練負荷的生化評定。中華民國體育學報，29：149-158，高雄師範大學發表。
- 蔡崇濱、涂國誠(民79)：羽球訓練負荷的生化評定。中華民國體育學報，30：129-153，台灣師範大學發表。
- 涂國誠、吳清吉、呂欣善(民92)：長期氣功運動對中年人免疫功能之影響。中華民國大專院校體育學術研討會，590-598，國立體育學院發表。

其它學術著作 Other Publication(s):

- 涂國誠(民82)：高強度羽球運動訓練對血中電解質的影響。台南市：大溢出版社出版。
- 涂國誠(民87)：國立成功大學體育課觀念性課程參考-第八單元 肌肉適能的評估與處方。成大體育室教學組，107-127。

涂國誠（民 87）：國立成功大學體育課觀念性課程參考-第九單元 休閒概要。
成大體育室教學組，129-153。

涂國誠（民 89）：羽球不同競賽水準的時間、技術結構及最後一拍技術的研究。
台南市：復文書局。

涂國誠（民 89）：體重控制教學改進計畫報告。教育部八十九年度人文社會
科學教育改進計畫。

涂國誠（民 92）：高強度耐力與肌力運動對血乳酸及血清免疫球蛋白濃度之
效應。國立台灣體育學院碩士論文。