

國立臺灣體育學院休閒運動管理研究所
碩士學位論文

青少年捷泳耐乳酸訓練篩選模式之建構
Constructing a Screening Model of Freestyle Swimming Lactate
Tolerance Training for Adolescence



研 究 生：林祺賢 撰

指 導 教 授：陳相榮 教授

中 華 民 國 九 十 四 年 六 月

論文名稱：青少年捷泳耐乳酸訓練篩選模式之建構

總頁數：48

院所組別：國立臺灣體育學院休閒運動管理研究所

畢業時間及提要：九十三年學年度第二學期碩士論文提要

研究生：林祺賢

指導教授：陳相榮

中文摘要

本研究主要目的在於結合皮爾遜積差相關、迴歸分析及區別分析的統計方法，建構捷泳耐乳酸訓練篩選模式，以提升捷泳耐乳酸訓練之效果。本研究對象為台中市培訓選手 40 名，已受過二年以上持續練習之國中和高中學生。以實驗法測出受試者各能力指標，然後將各資料以 SPSS FOR WINDOWS10.0 處理。本研究結果有以下三點：

一、在全體青少年、不同性別和不同年齡方面，其血乳酸值、划幅、100 公尺捷泳划手成績、100 公尺捷泳踢水成績等要素均與 100 公尺捷泳成績有相關性，而划頻必須和划幅相互作用才與 100 公尺捷泳成績有相關性。

二、划幅和划頻；100 公尺捷泳划手成績；100 公尺捷泳划手成績與血乳酸值；100 公尺捷泳划手成績、血乳酸值和 100 公尺捷泳踢水成績等要素可預測 100 公尺捷泳成績。

三、利用血乳酸值、划幅、划頻、100 公尺捷泳划手成績和 100 公尺捷泳踢水成績可建構出青少年捷泳耐乳酸訓練篩選模式。

關鍵詞：青少年、運動能力、血乳酸、划幅、划頻、區別分析、耐乳酸訓練。

Lin, Chi-Mau(2005).Constructing a screening model of freestyle swimming lactate tolerance training for adolescence. Unpublish Master Thesis, National Taiwan College of Physical Education, Taichung.

Abstract

The objective of the study was to construct a screening model of freestyle swimming lactate tolerance training by integrating Pearson product-moment correlation, Multivariate Analysis, such as regression analysis, and discriminant analysis, in order to improve the screening accuracy of freestyle lactate tolerance training. The subjects were 40 training athletes from Taichung City, who were middle school and high school students that have received two years of continuous training. Experiments were conducted to test the competency indices of the subjects. The data were analyzed with SPSS FOR WINDOWS10.0. The results were as follows:

1. Adolescence of different genders and ages showed correlation in the blood lactate, stroke length, 100m freestyle swimming crawl performance, 100m freestyle swimming kicking performance with 100m freestyle swimming performance, and the mutual effect of the frequency and length of strokes was correlated with the 100m freestyle swimming performance.

2. The frequency and length of strokes ; 100m freestyle swimming crawl performance ; 100m freestyle swimming crawl performance and blood lactate ; 100m freestyle swimming crawl performance, blood lactate and 100m freestyle swimming kicking performance could predict the 100m freestyle swimming performance.

3. Use of the blood lactate level, stroke length, stroke frequency, 100m freestyle swimming crawl performance, 100m freestyle swimming kicking performance, and 100m freestyle swimming performance could construct the screening model of freestyle swimming lactate tolerance training for adolescence.

Keywords: Adolescence, Motor Ability, Blood Lactate, Stroke length, Stroke frequency, Discriminant Analysis, Lactate Tolerance Training

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目 錄	
表目錄	
圖目錄	VI
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究問題	3
第四節 研究假設	3
第五節 研究範圍及限制	4
第六節 研究的重要性	4
第七節 名詞操作性定義	4
第貳章 文獻探討	7
第一節 青少年生理發展與運動能力發展	7
第二節 血乳酸在運動訓練上之應用	11
第三節 運動能力相關文獻	14
第四節 本章小結	17
第參章 研究方法與步驟	18
第一節 研究架構與流程	18
第二節 受試者	21
第三節 測試時間與地點	21
第四節 測試方法	21
第五節 資料處理及統計分析	28

第肆章	結果分析與討論	29
第一節	各項游泳能力指標與 100 公尺捷泳成績 之相關	29
第二節	各項游泳能力指標預測 100 公尺捷泳成 績之探討	33
第三節	青少年一百公尺捷泳耐乳酸訓練篩選模 式	37
第伍章	結論與建議	39
第一節	結論	39
第二節	建議	40
參考文獻	41
附錄一	47
附錄二	48

圖目錄

圖 3-1 研究架構流程圖	20
圖 3-2 測試流程圖	26
圖 3-3 場地分配圖	27

第壹章

緒論

本章分為以下七節，第一節研究背景與動機、第二節研究目的、第三節研究問題、第四節研究假設、第五節研究範圍及限制、第六節研究的重要性和第七節名詞操作性定義。

第一節 研究背景與動機

科技的進步，促使運動的成績表現卓越，例如游泳運動，由早期的游泳褲到現今的鯊魚裝的出現，讓游泳成績大大的提昇，往往輸贏也只有百分之一秒。徐廣明、徐台閣(2001)指出為了使選手於比賽中發揮自己的最大能力，奪取金牌，各國皆把主要的精力花在運動訓練的科學化。蘇金德(1987)也提到要有優異的游泳成績必須以科學方法自基層起，透過體育測驗，由體型、運動能力、運動可塑性等方面，施以有計劃的長期訓練。另外江永泰(2000)指出優秀運動員的培養運程必須是有系統、有計劃、有原則按部就班的實施訓練。可是國內自從蔡淑敏在1998年亞洲運動會獲得兩百公尺自由式金牌後就沒有游泳選手在國際上大放異采。

林正常(1990)提到青少年正值發展階段，訓練時應按部就班，控制好訓練量。青少年訓練應把握以下原則，打好全身性體能基礎，即全面性原則，並稍重視專項性原則、合理性原則、聯繫的原則，換句話說成年目標必須和青少年身心特點相結合，所以許樹淵(1997)強調應先重原則而再出發。而Sharkey(1986)指出青春期中身體發展富有潛能，但在快速生長與發展時期從事過多的訓練，也會奪走肌肉及器官適度發

展所需要的能量與養份。國內常有青少年在國際分齡游泳賽上有不錯的成績，然而卻在往後並沒有卓越的成就。江永泰(2000)認為青少年成績消失的原因是過早的使用超出該年齡層的訓練質量來訓練的後果。因為大部份的國內基層游泳訓練都是由一位教練指導多位選手，無法針對個人需要而設定專門的訓練課程，如果選手在不適合自己身體所能承受的程度下練習，很容易造成過度訓練，對身心造成傷害。另外徐廣明和徐台閣(1997)提到游泳速度和血液中乳酸濃度有關，在無氧閾值以上的運動，將會對無氧代謝造成壓力。從游泳專項訓練來看應盡可能提高乳酸耐受力，尤其是在100和200公尺游泳方面(馮煒權、翁慶章，1990)。在一百公尺和兩百公尺項目的速耐力訓練中，最主要的部份是增強對乳酸的清除能力，而不是改變它產生的速率(徐廣明、徐台閣，1997)。有鑑於此，青少年基礎訓練是未來成績優劣的一項指標，如果訓練適宜的狀況下可能對於未來成績影響甚遠，因此本研究期待可以建立青少年的耐乳酸訓練模式的運動能力分級，給予適度的耐乳酸訓練，建立良好的基礎為本研究的動機。

第二節 研究目的

本研究之目的有以下三項：

- 一、選出和100公尺捷泳成績相關的區別變項。
- 二、利用與100公尺捷泳相關的區別變項預測100公尺捷泳成績。
- 三、利用與100公尺捷泳相關的區別變項建構青少年捷泳耐乳酸訓練篩選模式。

第三節 研究問題

依據上述之目的，本研究將以下列之問題進行探討與實驗。

一、血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績與一百公尺捷泳成績是否有相關？

二、不同性別的血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績與一百公尺捷泳成績是否有相關？

三、不同年齡，即分為國中和高中的血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績與一百公尺捷泳成績是否有相關？

四、血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績是否可預測一百公尺捷泳成績？

五、利用與 100 公尺捷泳相關的變項，是否可建構青少年一百公尺捷泳耐乳酸訓練篩選模式，正確能力分組？

第四節 研究假設

本研究對於以上問題，提出以下假設：

一、血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績與一百公尺捷泳成績呈現正相關。

二、不同性別的血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績與一百公尺捷泳成績呈現正相關。

三、不同年齡，即分為國中和高中的血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績與一百公尺捷泳成績呈現正相關。

四、血乳酸、划幅、划頻、一百公尺捷泳划手成績、一百公尺捷泳踢水成績可以預測一百公尺捷泳成績。

五、利用與 100 公尺捷泳相關的變項，可建構一青少年一百公尺捷泳耐乳酸訓練篩選模式，正確能力分組。

第五節 研究範圍及限制

本研究對象為台中市游泳代表隊培訓選手，目前就讀國、高中階段之在學學生 40 名，含男生 28 名，女生 12 名，已接受二年以上正式訓練。本研究對象為台中市游泳代表隊培訓選手，就讀國、高中階段之在學學生，可能無法推及到全國青少年，此為本研究的限制。

第六節 研究的重要性

本文嘗試使用皮爾遜積差相關法、獨立樣本雙因子共變數分析、迴歸分析及區別分析(Discriminant analysis)等統計方法，建構青少年捷泳耐乳酸篩選模式，協助青少年分組訓練，找出能力相當的群體，接受耐乳酸訓練，避免過度訓練造成傷害，影響日後成績和成長。

第七節 名詞操作性定義

一、青少年

大英百科全書指出人類生命歷程中 13 歲至 19 歲這一階段，約相當於青少年期(Adolescence)。而本研究指的是就讀國民中學和高級中學階段的學生。

二、運動能力

James, Allen, James & Dale(1995)指出運動能力包含了

肌力、速度、敏捷性、無氧動力、柔軟度、平衡性和動覺感。而本研究意指和游泳能力相關的血乳酸、划幅、划頻、划手和踢水等項目。

三、血乳酸

血乳酸是肌肉活動時能量代謝的一種產物，在不同運動強度運動時，血液中乳酸堆積量能反應出能量系統供應的情形。本研究所指的是最大運動後的第四分鐘採血，注入 YSI-1500 血乳酸分析儀，分析獲得的血乳酸值。

四、划幅

意指划一次手前進的距離，而本研究定義為 100 公尺划手過程中扣除出發後 10 公尺、轉身前 5 公尺和轉身後 10 公尺，餘下距離所游的平均划幅。

五、划頻

即單位時間內，左右手各划一次的次數。本研究定義為 100 公尺划手過程中扣除出發後 10 公尺、轉身前 5 公尺和轉身後 10 公尺，餘下距離所游的平均每秒划手次數。

六、區別分析

區別分析(Discriminant Analysis)主要是解決”分類”的一種多變量統計方法，應用它可建構一區別函數，藉以將一觀測樣本正確的歸屬於其所屬之群集，適用於分類、預測的作業(周貞慧，1987)。區別分析是一種相依方法，其準則變數為事先訂定的類別或組別。區別分析之目的為：首先找出預測變數(自變數)的線性組合。使得組間變異相對於組內變異的比值為最大。其次找出哪些預變數具有最佳的區別能力。最後根據新受測者的預測變數的數值，將該受試者指派到某一群體。

七、耐乳酸訓練模式

Maglischo(1982)指出耐乳酸訓練是採用接近最快速度的訓練並維持較長時間的訓練方式，經過訓練之後可以增加肌肉對乳酸的耐受力，能以較快的速度維持較長的時間。而本研究所使用的模式為 8 趟 100 公尺捷泳，強度為最佳成績的 85-95%，心跳值達 170-190 次/分。

第貳章 文獻探討

本章節首先針對青少年生理發展與運動能力發展作探討。第二節探討血乳酸在運動訓練上之應用。第三節對運動能力相關文獻作探討。第四節本章小結。

第一節 青少年生理發展與運動能力發展

本節將分為二部份，一為青少年的生理發展的介紹，另一部份將探討青少年運動能力的發展情形。

一、青少年生理發展

人的生長在青少年期是最快的。Robert & Steven(2003)指出兒童的生理成長，從嬰兒期一直到青春前期，是一個成長階段，而從青春前期之後會進入另一個快速成長的階段。

在生理方面林正常(1990)指出青少年與成人之間，在骨骼、心血管、神經系統、血壓和呼吸方面有些差異。

(一)、骨骼和肌肉方面：

青少年的骨骼和成人比較因有機物較多無機物較少，骨骼富於彈性而硬度小，雖不易骨折卻容易變形，且肌肉發育不平衡。

(二)、心血管方面：

心跳率較成人快，神經興奮性高而調節機能差。血壓較低，血管阻力小。

(三)、呼吸方面：

肺黏膜易損傷，頻率快，呼吸肌發育較慢，肺換氣量主要賴呼吸率的增加。

(四)、神經方面：

活潑好動，準確性不佳，注意力常不能集中，神經系統較易疲勞。

男、女性青春階段發育時間不同，女性的成長陡增大約在 10 歲半，而男性約在 13 歲(蘇建文、連廷嘉、黃俊豪、林翠湄、王雪貞，2002)。另外 Sharkey(1986)指出青春身體發展富有潛能，但在快速生長與發展時期從事過多的訓練，也會奪走肌肉及器官適度發展所需要的能量與養份。有鑑於此，教練們的訓練處方是否正確合理，對青春期的運動員，日後生長發育的好壞有直接決定性的影響。所以在訓練上江永泰(2000)認為青少年兒童競技成績的進步除了訓練外，還取決於他們的自然成長發育。

二、青少年運動能力的發展

Sharkey(1986)指出正確評估游泳運動員工作標準的氧消耗能力時，必須考慮到以下因素：第一為青少年有較高的氧消耗水平。第二是氧消耗能力受遺傳制約較大，專項訓練的提升不超過 20-30%。第三有氧能力與能量消耗有相關聯繫。

青少年速度、耐力、肌力、速耐力和敏捷性的發展分述如下：

(一)速度方面：

Borms(1986)研究指出男生約在 15-16 歲，女生約在 13-15 歲可增加跑的速度。而另外有文獻指出男生十九歲之前在速度方面表現最好，而女生則在十三歲之前(林正常，1990)。速度隨年齡發展而成長，所以多在十三歲之前接受一些動作快而需要反應的運動訓練(劉獻武，1991)。

(二)耐力方面：

耐力也是隨著年齡的增加逐漸提高，在二十歲時達到高峰。男生在十二歲之前由於心輸出量較小，長時間的運動會容易缺氧而產生疲勞(林正常，1990)。

(三)肌力方面：

Sharkey(1986)指出肌肉適能的優劣會受到性別、年齡與肌肉纖維種類的影響。另外林正常(1990)認為肌力在二十三至二十五歲達到最高水準，而其發展最快的時期在十三至十七歲。青春期前男性與女性在體能上幾乎相等，但在青春期後男性在大肌肉的活動能力顯著的優於女性(蘇建文等，2002)。Sharkey(1986)認為在12至14歲以前，男女的肌力並無明顯的差異，可是青春期後，男性之肌力則大於女性，這可能與性賀爾蒙有關。

Maia, Lefevre, Claessens, Renson, Vanreusel, & Beunen (2001) 發現體能要素的優劣與青少年的身體活動能力具有高度的相關。因此在訓練上Robert & Steven(2003)建議在青春期接受訓練，其肌力及心肺適能都會增進。

(四)速耐力：

孫紅標(1994)指出男子骨齡為10到14年齡段是一般耐力快速增長期，13到14歲是絕對速度、速度及速度耐力的快速增長期，應掌握時機進行針對性訓練。

(五)敏捷性：

敏捷性男生是隨著年齡發展，十歲以後逐漸提高，在十五到十六歲之後逐漸下降，而且發展最好的時期在十到十二歲(林正常，1990)。

因此對正值成長發育時期的運動員，王錠堯(2004)認為

青少年階段的主要體能要素與身體活動能力具有高度相關，透過體能檢測的方式應該可以確實瞭解青少年具有的潛在運動天賦。所以在訓練上江永泰(2000)認為：

青少年兒童競技成績的進步除了訓練外，還取決於他們的自然成長發育。因此教練們的訓練手段、訓練方法、訓練質量是否正確合理，對正值成長發育時期的運動員往後生長發育的好壞有直接決定性的影響。

(p.70)

表 2-1

不同年齡層發展的不同運動技巧

年齡	運動技巧
兒童後期 10 歲以下	學習基本技巧 增加樂趣 提高興趣
青少年前期 11 到 14 歲	準備增加訓練 修正技巧 各種運動技能
青少年後期 15 到 19 歲	特殊訓練 重量訓練 增加訓練量
成年	高強度訓練 高水準表現

資料來源：修訂自 Sharkey(1986). *Coachs Guide to Sport*

Physiology. Illinois: Human Kinetic Publishers.

Sharkey(1986)提到訓練強度是隨年齡而增加的，所有傑出運動員，所必經的典型的發展階段，如表 2-1。從表 2-1

可以瞭解到每個階段都有其發展的最佳時機。兒童後期 10 歲以下是學習基本技巧、增加樂趣、提高興趣。青少年前期 11 到 14 歲是準備增加訓練、修正技巧、各種運動技能。青少年後期 15 到 19 歲是特殊訓練、重量訓練和增加訓練量。成年是高強度訓練和高水準表現。

第二節 血乳酸在運動訓練上之應用

血乳酸是肌肉活動時能量代謝的一種產物，在不同的運動強度，血液中乳酸堆積的量，能反映出能量供應系統的情形。短時間高強度活動是造成乳酸堆積的主要原因，且乳酸的濃度高低會直接或間接的影響肌肉功能(林文郎、何忠鋒，1998)。高強度運動後，血乳酸值在 10 mM/L 左右，其採血間最好是在 1、3、5、7、9 分鐘(林文強，2000)。

Astrand, Hultman, Juhlin-Dannfelt and Reynolds(1986) 研究指出，血乳酸的最高值大約在運動過後 5-10 分鐘出現。運動後血乳酸峰值的出現因個人而異，影響的因素很多，如血乳酸濃度、運動強度、採血部份、適應程度、測試環境等都有密切的關係(吳慧君，1999)。

血乳酸濃度指標，是常被游泳教練作為擬定訓練計畫及監控運動強度負荷的一種生理指標。常被作為檢測游泳選手生理情況、努力程度及過度訓練(over-training)等問題(謝伸裕，2003)。訓練時心跳率為 170-180 次/分鐘、血乳酸濃度在 5 mM/L 至 8 mM/L 時，則有助於發展專項耐力訓練(馮煒權、翁慶章，1990)。

許安東(1998)認為採用強度高的接近臨界速度的組合訓練，其速度也是最適合提高乳酸消除能力的速度。謝昌曄

(2001)也指出在訓練水準方面，訓練水準越高，其耐乳酸能力及血乳酸值都可達越高值。另外有研究發現具有相同運動能力的男女，最高值的乳酸水準並沒有差異(Ohkuwa, 1985)。許多學者也都認為血乳酸可作為分析無氧能力、有氧能力和訓練強度的依據(李之俊，1989；蔡崇濱，1993；陳莖斐、李寧遠，1997；林文郎、何忠鋒，1998；吳慧君，1999；許樹淵，1999)下面就各位學者的研究作一分述。

李之俊(1989)進行不同強度游泳後血乳酸峰值的變化之研究，發現游泳選手以本人最佳成績的80%、90%、100%強度分別完成200公尺自由式，於運動後耳血測定乳酸，其結果，80%強度運動後峰值多在1到3分鐘達到，90%強度峰值出現時間以3分鐘和5分鐘較多，100%強度游後峰值時間在5到7分鐘者佔80%。說明不同強度的訓練血乳酸累積峰值的不同。

蔡崇濱(1993)指出可以利用血乳酸-運動強度(速度)曲線評定有氧能力，方法是比較OBLA(onset of blood lactate accumulation)閾值強度的高低；評定無氧能力，則可比較定量負荷後乳酸峰值與安靜峰值差距的大小。至於訓練效果的評定，則可觀察血乳酸-運動強度(速度)曲線是否右移而決定。

陳莖斐、李寧遠(1997)發現運動後血乳酸峰值與血乳酸濃度、運動強度、採血部份、適應程度、測試環境有密切關係。

林文郎、何忠鋒(1998)發現因為個別差異，所以每個人都具備不同的血乳酸耐受力，運動員不僅可藉由個體乳酸值(Individual Lactic acid threshold, ILAT)的測量瞭解個人

有氧能力的優劣，更重要的是可以利用 ILAT 訂定最佳的訓練強度及提供有氧訓練計劃。

吳慧君(1999)指出進行 60 秒左右最大強度運動後，血乳酸值越高，其無氧能力越好，如果受試者的運動時間越長，產生的乳酸峰值越高，表示其無氧耐力越好。

許樹淵(1999)指出利用無氧閾值來決定運動強度，利用血乳酸含量為 2 至 3 mM/L 為恢復性練習強度；利用血乳酸含量略高於 4 mM/L 為發展有氧供能系統能力；利用血乳酸含量為 6 至 10 mM/L 為短時間工作耐力；利用血乳酸含量為 8 至 10 mM/L，必須照時間分別發展無氧能力和乳酸能力。

馮煒權和翁慶章(1990)指出短距離游泳無氧代謝是主要供給能量的系統，而無氧代謝的產物乳酸就是評定的依據。吳慧君(1999)提出在全力運動 60 秒時，其無氧代謝供能佔 60%，在運動中主要是以無氧代謝供能為主，乳酸常在 3~5 mM/L，在運動後血乳酸峰值出現較快。多位學者也主張利用臨界負荷與乳酸在游泳上的應用(戴堯種，1995；李長生，1997；吳忠芳，1998)。一般來說，進行 60 秒左右最大強度運動後，血乳酸值越高，其無氧能力越好。若其完成的功率大、乳酸峰值高，說明其無氧糖酵解能力好，速耐力佳。

Gore & Withers(1990)指出 EPOC 其比值受運動強度和持續時間的雙重影響。運動後過攝氧量(EPOC)是指運動員在運動後恢復期，高過同時間安靜水準的氧攝取量(Gasser & Brooks, 1984)。造成運動後恢復期 VO_2 的變化是直接受制於組織粒線體對 O_2 的利用。而此一過程又間接受到運動強度、持續時間、訓練與否皆是影響運動後攝氧量的因素(Baker & Gleeson, 1999； Sedlock, 1994)。其中又以運動強度影

響較大(Gore & Withers, 1990; Short, Wiest & Sedlock, 1996)。而乳酸生成量為運動強度指標性數值。而 Gasser & Brooks (1984)提出 70%的乳酸是透過氧化消除的。因此可由 EPOC 的能力來作為運動負荷的接受程度。

Astrand 等人(1986)曾指出比賽和訓練中的血乳酸值會有差異，比賽時會比訓練時來得高，因為比賽時腎上腺素分泌的增加，導致糖酵解加速而使血乳酸值增多。

第三節 運動能力相關文獻

運動能力一般來說主要分為兩個部份，林正常(1990)指出主要運動能力包含，肌力(Strength)、動力(Power)和耐力(Endurance)，其次是將前述的能力充份發揮的柔軟性(Flexibility)、協調性(Coordination)、敏捷性(Agility)、時機(Timing)、平衡(Balance)、放鬆(Relaxation)和集中力(Concentration)。

Marsh (1993) 透過因素分析的方法，從一系列的測驗結果及相關體能文獻的探討發現，在 25 個體能指標中利用科學儀器量測和實驗室測量，可以篩選出八個體能要素，分別是，心肺耐力、爆發力、肌力、柔軟度、血壓、肺功能、身體比例及皮脂厚，並且認為青少年階段的體能不受年齡及性別的影響。

在游泳方面的運動能力，上海體科所青少年選材組(1983)指出評定身體機能項目包括肺活量、背肌力、腿肌力、垂直跳、握力、反應時間、背肌力/體重、腿肌力/體重、握力/體重與肺活量/體重等十項指標，而身體素質評價有30公尺跑、立定跳遠、腰背柔韌、踝關節靈活、400/800公尺自由式游泳

(12歲以上實施)、50公尺自由式游泳等六項。

曾凡德、王路德、邢文華(1992)指出游泳選手的選材機能方面要注重心功能指數、憋氣時間，素質類指出立位體前屈，而立位體前屈反映出腰背和腿部後肌肉、韌帶的柔韌性，會直接影響腰腿部動作的效果。Sharkey(1986)也提到運動受下面三個基本柔軟因素而有限制：骨架、關節周圍細胞的體積、細胞的彈性(皮膚、肌肉、骨骼韌帶、肌腱)。

陳和睦(1988)的研究指出作為選項與訓練的測驗項目包含了透過選手肌肉切片檢查與實施水上運動速度項目：羅氏動力測驗、25公尺游泳、800公尺游泳、12分鐘游泳測驗，以及實施陸上運動速度項目：垂直跳、立定跳遠、50碼跑、12分鐘跑走、最大攝氧量等。

紀遜、許琦(2001)提出自由式的「核心力量」主要有三點，包含了發力來自臀部、力通過全身協調工作進行傳遞和用力時保持身體平衡。而在捷泳推進力方面，划手約佔70.1%，踢水約佔23.0%，其餘是由手、腳和身體其他部位之協調配合所產生的(謝伸裕，1992)。以下將對游泳成績的主要因素作探討，其中包含了肌力、肌耐力和心肺耐力、划幅、划頻。

李忠誼、黃廣良(2002)指出游泳是與水阻力作競爭的運動，要創造優異成績，只有付出較大的作用力才能獲得較大的推進力，游泳選手必須具有較好的肌肉力量和肌肉耐力。許多研究指出捷泳手腳推進力的百分比達到50%以上，優秀的選手甚至可達到63%(陳和睦，1988；丁益文，1993)。

Lavoie 與 Leone(1988)以 292 位 11 至 15 歲的游泳運動員實施游泳成績預測之研究中發現，最大有氧能力、手臂划

水指數(划速/划頻)可預測游泳成績、游泳效率與游泳運動員之有氧能力。

譚明義(1997)提到划頻和划幅是決定游泳速度快慢的主要因素。在划頻和划距方面，男女之間速度之差源於划距的不同，和划頻沒有相關性(Pelayo, Sidney, Kherif, Chollet, & Tourny, 1996)。Lavoie and Leone(1988)指出手臂划水的速度和次數可預測游泳成績。Chollet, Pelyo, Delaplace, Tourny, & Sidney(1997)發現優秀的選手在泳速、划頻與划距的維持能力較佳，而且划距明顯較長。而徐嘉良、陶武訓(2002)指出划頻、划幅的增減是相互作用的，而划幅和划頻的交互改變也是影響速度及效率最要的原因。

一般而言，好的選手划幅都比較長一些，但是划幅和划頻應維持在最佳的組合，而這個組合因人而異，大部份男性的划頻比女性少，這是因為划距和身高比女性高(Chengalur & Brown, 1992)。

丁益文(1997)認為划手、打腿和協調效率的推進功率對於游泳成績有明顯效果。而徐廣明、徐台閣(1997)指出選手的平均泳速受到划頻和划距共同影響，另外划頻與划距又受人體測量學、肌肉力量和耐乳酸能力、生物力學上的能力等等因素所影響。

許安東(2002)指出在100公尺的項目中，有氧(Aerobic)能量也是必須具備的能量來源，其有氧和無氧(Anaerobic)能量的利用約各為50%。另外徐廣明、徐台閣(1997)也認為選手需要強大的肌肉力量和無氧動力(Anaerobic power)，以求能在水中有快速的推進力。在一百公尺以上的項目中，有氧動力(Aerobic power)和肌耐力都是被強調的。一個運動員的

無氧閾值愈高，表示其有氧工作能力愈強(吳慧君，1999)。只要是運動持續時間較長的運動項目，不管是單一肌肉活動或是多種肌肉配合的運動類型，都可以發現運動強度(負荷)與最大持續運動時間(耐力)的特定關係。高負荷強度的運動，可以持續運動的時間較短；負荷強度較低的運動，持續運動的時間較長。

第四節 本章小結

從上述文獻探討中得到以下小結，第一是青少年運動能力發展必須考慮骨骼、肌肉、心血管、神經系統、血壓和呼吸等方面的生理發展。第二是血乳酸濃度指標，是常被游泳教練作為擬定訓練計畫及監控運動強度負荷的一種生理指標。第三是划手、踢水、划幅和划頻可作為捷泳成績優劣的分析因素。上述的運動能力要表現在游泳成績上，而且又能以客觀數據呈現，因此本研究將測定的基本運動能力，包含血乳酸、划幅、划頻、捷泳划手的成績、捷泳踢水的成績和一百公尺捷泳聯合動作做為分析的指標項目。

第參章 研究方法與步驟

以下分為五節作研究設計，第一節研究架構與流程，第二節受試者，第三節測試時間與地點，第四節測試方法，第五節資料處理及統計分析。

第一節 研究架構與流程

本研究流程經由研究背景與動機確立研究目的與問題，先進行相關文獻蒐集與整理，依據文獻分析找出與 100 公尺捷泳相關的捷泳運動能力，包含了最大努力運動後血乳酸值、划幅、划頻、100 公尺捷泳划手成績和 100 公尺捷泳踢水成績來作為分析的區別能力指標，接著測試選手各項區別指標資料和 100 公尺捷泳成績。利用耐乳酸訓練模式和心跳值群集成三個組別，分類為良好、普通與較差。而分組訓練強度換算方式如下：

一、良好：選出受試者中最佳成績的 85%強度為良好組，而受試者中最佳成績為 56 秒，首先求出最佳成績者的平均泳速為 $100/56=1.79$ ，再求出平均泳速的 85%強度為 $1.79*85%=1.52$ ，接著求出完成的時間為 $100/1.52=65.7$ ，求其整數所以良好組的訓練強度為每 100 公尺捷泳完成時間為 66 秒。

二、普通：為了訓練上的延續性，所以定義普通組的訓練完成時間為受試者中最佳成績加上良好組的訓練完成時間除以 2 的 85%強度，所以普通組的訓練強度為每 100 公尺捷泳完成時間為 72 秒。

三、較差：每 100 公尺捷泳無法完成 72 秒為較差組。

青少年捷泳耐乳酸訓練篩選模式主要在測試青少年游泳運動能力作為分組區別變項，並找出可接受相同強度耐乳酸訓練的群體，而受試者分組判定標準分述如下：

一、當受試者無法完成訓練規定的時間，並且心跳值已達到 170 次/分，則該受試者即為該訓練強度的次低一組。

二、當受試者完成訓練規定的時間，但其心跳值未達到 170 次/分，則往更高一級的強度繼續訓練，待該受試者出現第一項之情形則停止往上進一級的強度。

所有受試者分組完畢，再利用區別分析建構青少年捷泳耐乳酸訓練篩選模式。本研究架構流程。如圖 3-1 所示：

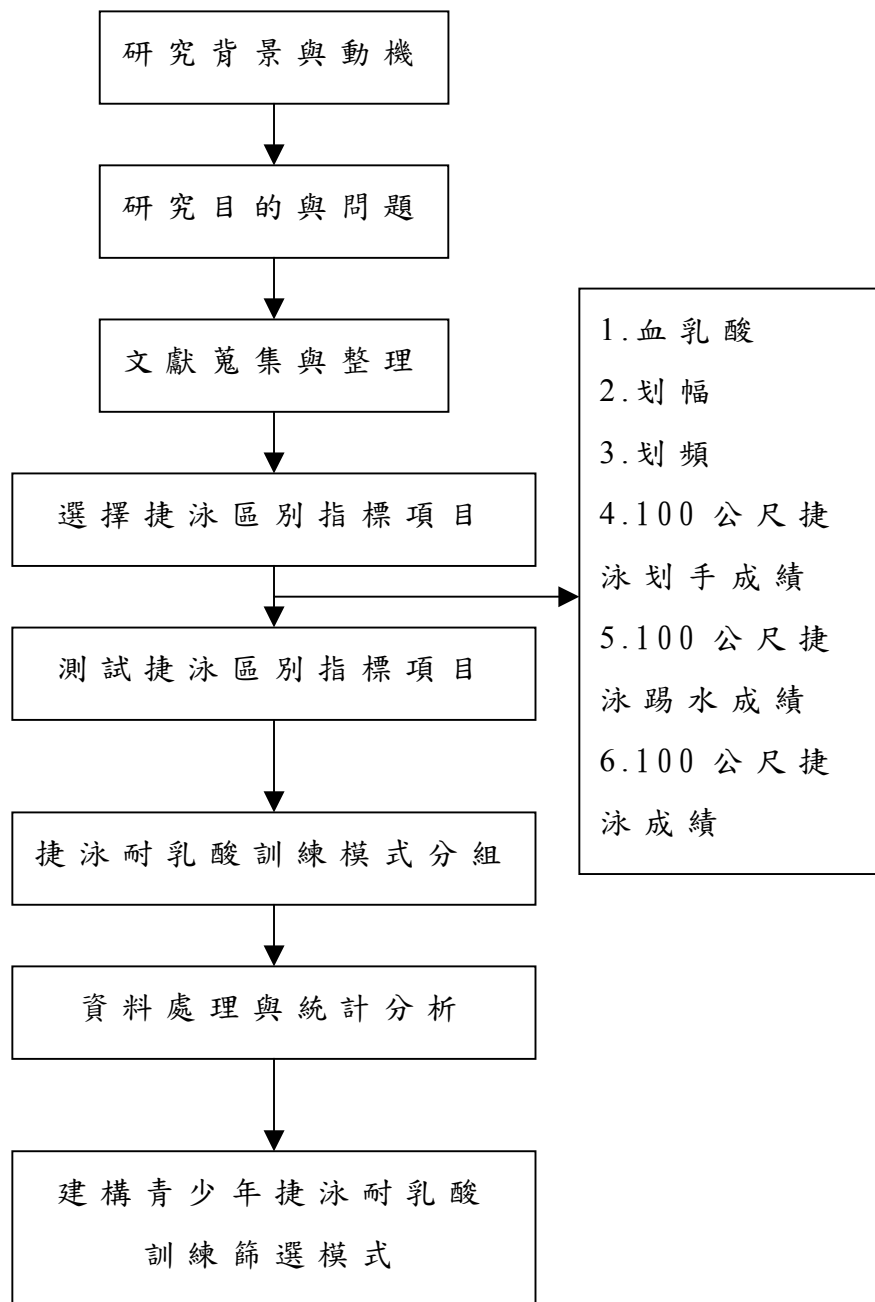


圖 3-1 研究架構流程圖

第二節 受試者

本研究對象為台中市游泳代表隊培訓選手，選取就讀國、高中階段之在學學生 40 人，含男生 28 人，女生 12 人，已接受二年以上游泳訓練。

第三節 測試時間與地點

一、時間

本研究實驗時間為 94 年 5 月 7 日起至 94 年 5 月 14 日止。

二、地點

測試及實驗地點在台中市立三信游泳池和國立臺灣體育學院運動科學研究中心。

第四節 測試方法

本研究測試的項目、流程、方法與場地分配分述如下：

一、測試項目

研究測試游泳運動能力內容如下表 3-1，有血乳酸、划幅、划頻、捷泳划手的成績、捷泳踢水成績、一百公尺捷泳成績和耐乳酸訓練模式檢測。

表 3-1

檢測內容摘要表

檢測項目	評量內容
血乳酸	游完百公尺捷泳後測血乳酸值
划幅	捷泳平均划幅
划頻	捷泳每秒平均划頻數
划手	一百公尺夾浮球捷泳划手成績
踢水	一百公尺持浮板捷泳踢水成績
一百公尺捷泳成績	一百公尺捷泳聯合動作
耐乳酸游泳模式	8次100公尺捷泳，每次100公尺強度為最佳成績的85-95%，結束時心跳值介於170-190次/分，每次一百公尺中間休息三十秒。

二、檢測方法

本研究的檢測方法分述如下：

(一) 血乳酸

1. 場地器材

碼錶三個、YSI-1500-SPORT血乳酸分析儀、Buffer 緩衝液一包、錫箔紙一盒、酒精棉球一盒、乳酸標準液一管、生理食鹽水五瓶、指尖採血筆一支、針頭一盒。

2. 測驗目的

測出選手的最大努力運動後的血乳酸值和結束訓練後到達時的心跳值。

3. 測驗方法

首先讓選手站於水中，一手扶於牆壁，聞開始之後，即

蹬牆出發，用最快之速度游 100 公尺捷泳，於五十公尺處利用捷泳規則轉身，直至單手觸牆為止。並於受試者的身上掛上心跳感應帶，和配帶專業級心跳脈搏錶，測試其心跳值，從受試者到達終點開始計時，到第四分鐘時以指尖採血筆在指尖採血，再將血液滴在錫箔紙上，然後利用吸血針頭注入血乳酸分析儀中，分析血乳酸值。

4. 成績登錄

血乳酸值以 mM/L 登錄。

(二) 划幅

1. 場地器材

浮球一個，碼錶，標準五十公尺游泳池、皮尺和 DV 數位攝影機一台。

2. 測驗目的

測試受試者的平均划幅。

3. 測驗方法

首先讓選手站於水中，一手扶於牆壁，大腿內測夾浮球一個，聞開始之後，即蹬牆出發，用最快之速度游 100 公尺捷泳，於五十公尺處利用捷泳規則轉身，記錄出發後手的最前端過了十公尺開始的第一個划手到轉身前五公尺和轉身後過了十公尺直至單手觸牆為止的距離及划手次數。

4. 成績登錄

划幅成績以公尺/次登記。

(三) 划頻

1. 場地器材

浮球一個，碼錶，標準五十公尺游泳池和 DV 數位攝影機一台。

2. 測驗目的

測試受試者的平均划頻。

3. 測驗方法

首先讓選手站於水中，一手扶於牆壁，大腿內側夾浮球一個，聞開始之後，即蹬牆出發，用最快之速度游 100 公尺捷泳，於五十公尺處利用捷泳規則轉身，記錄出發後十公尺到轉身前五公尺和轉身後十公尺直至單手觸牆為止共 75 公尺距離的划手次數和秒數。

4. 成績登錄

划頻的成績以次/秒登記。

(四) 一百公尺捷泳划手

1. 場地器材

浮球一個，碼錶，標準五十公尺游泳池。

2. 測驗目的

測出選手的水中划水效果。

3. 測驗方法

受試者一手抓於池壁，雙腳貼於池壁，大腿內側夾一浮球，聞開始即蹬牆游一百公尺，於五十公尺處利用捷泳規則轉身，返回起始點。

4. 成績登錄

一百公尺捷泳划手以秒為單位登記。

(五) 一百公尺捷泳踢水

1. 場地器材

浮板一個，碼錶，標準五十公尺游泳池。

2. 測驗目的

測出選手的水中踢水效果。

3. 測驗方法

受試者一手抓於池壁，雙腳貼於池壁，聞開始即蹬牆踢水一百公尺，於五十公尺處單手觸牆，即該轉身，返回起點。

4. 成績登錄

一百公尺捷泳踢水以秒為單位登記。

(六) 捷泳聯合動作

1. 場地器材

碼錶，標準五十公尺游泳池。

2. 測驗目的

測試選手的一百公尺捷泳成績。

3. 測驗方法

受試者站於水中，雙手扶於浮板之最前方，聞開始即蹬牆出發，於五十公尺處利用捷泳規則轉身，直至單手觸牆為止。

4. 成績登錄

測驗次數共計二次，取成績較優的一次，單位以秒計。

(七) 耐乳酸游泳訓練

1. 場地器材

碼錶，標準五十公尺游泳池，EXEL SPORT PC-專業級心跳脈搏錶 8 個。

2. 測驗目的

測試選手接受耐乳酸訓練課程之後的心跳值是否有達到要求並進行分組。

3. 測驗方法

受試者站於水中，聞開始即蹬牆出發，一個水道有五個

人，每個人離五秒鐘離開池壁，一個接一個，並要求每位受試者完成的時間要在規定的時間之內，測試結束之後自行測定一分鐘頸動脈脈搏數，另外查看受試者的專業級心跳脈搏錶是否有達到訓練要求的心跳數，在訓練過程中於五十公尺處利用捷泳規則轉身，直至返回起始點單手觸牆為止，在過程中如未達要求標準則退到下一組別。

4. 成績登錄

有完成規定強度，即完成 8 趟 100 公尺，強度為最佳成績的 85-95%，再參考心跳值是否有盡力達到 170-190 次/分。

三、測試流程

本研究受試者測試流程，如圖 3-2。

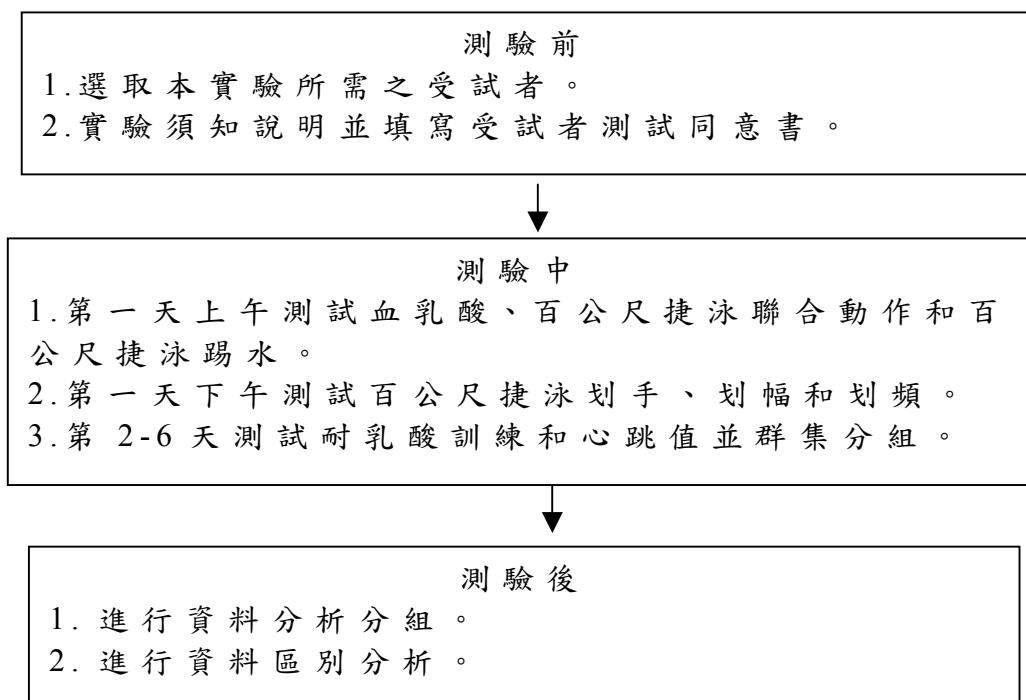


圖 3-2 測試流程圖

測驗前，首先選取本實驗所需之受試者及告知測試方

法。測驗中，第一天上午測試血乳酸、百公尺捷泳和百公尺踢水。第一天下午測試百公尺捷泳划手、划幅和划頻。第 2-6 天測試耐乳酸訓練模式和心跳值並群集分組。測驗結束後進行資料分析比對。

四、場地分配

如圖 3-3 所示皮尺放於泳池邊，測試人員在皮尺下方移動觀察受試者的划手的次數和完成的距離和時間，測試者有三人，第一人以碼錶測定受試者完成的時間，包含 100 公尺捷泳划手時間、捷泳划幅時間、捷泳划頻時間，第二個人記錄其完成的距離，包含捷泳划幅和划頻的開始距離和轉身後開始的捷泳划幅和划頻的起始距離，而第三人用 DV 數位攝影機錄其完成的划手次數，全部三個人必須相互合作，第一和第二測試者報成績時必須要在 DV 數位攝影機旁，使 DV 數位攝影機可以記錄到受試者完成的距離和時間。

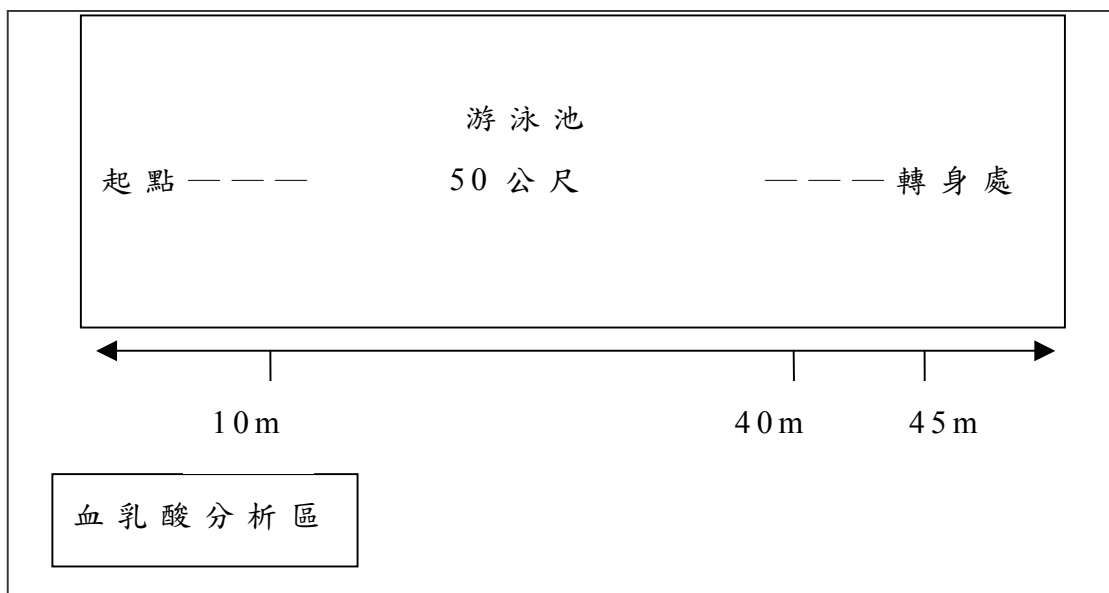


圖 3-3 場地分配圖

第五節 資料處理與統計分析

本研究以 SPSS FOR WINDOWS 10.0 進行統計分析，統計方法如下：首先以皮爾遜積差相關作各測驗項目與 100 公尺捷泳成績是否有顯著相關。第二以划幅和划頻來探討兩者交互作用對於 100 公尺捷泳的相關性作分析。第三游泳能力指標划幅和划頻利用迴歸分析來預測 100 公尺捷泳成績。第四以 100 公尺捷泳划手成績、血乳酸和 100 公尺捷泳踢水成績利用迴歸分析來預測 100 公尺捷泳成績。第五以耐乳酸訓練模式，利用訓練時間和心跳值群集分出三組，為良好、普通和較差。第六以區別分析建構出一青少年捷泳耐乳酸訓練分級模式。本研究的統計顯著水準為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果分析與討論

本章共分為三節，首先第一節對各項游泳能力指標與 100 公尺捷泳成績之相關作探討。其次探討各項游泳能力指標預測 100 公尺捷泳成績的結果。最後將各項游泳能力指標建構出一青少年一百公尺捷泳耐乳酸訓練篩選模式。

第一節 游泳能力指標與 100 公尺捷泳成績之相關

本節分為六個部份，首先針對血乳酸和 100 公尺捷泳成績在全體受試者、不同性別和不同年齡的部份作相關性探討。第二部份針對划幅和 100 公尺捷泳成績在全體受試者、不同性別和不同年齡的部份作相關性探討。第三部份針對划頻和 100 公尺捷泳成績在全體受試者、不同性別和不同年齡的部份作相關性探討。第四部份針對划幅和划頻交互作用對 100 公尺捷泳成績之相關作探討。第五部份探討 100 公尺划手成績和 100 公尺捷泳成績在全體受試者、不同性別和不同年齡的部份作相關性探討。第六部份探討 100 公尺踢水成績和 100 公尺捷泳成績在全體受試者、不同性別和不同年齡的部份作相關性探討。

表 4-1

游泳能力指標與 100 公尺捷泳成績相關摘要表

	100 公尺捷泳成績		
	全體受試者	不同性別	不同年齡
血乳酸	-.87*	-.84*	-.88*
划幅	-.40*	-.47*	-.33*
划頻	-.29	-.02	-.28
100 公尺划手成績	.90*	.82*	.88*
100 公尺踢水成績	.56*	.57*	.55*

* $p < .05$; $N = 40$

一、血乳酸和 100 公尺捷泳成績相關之探討

由表 4-1 可知全體受試、不同性別與不同年齡的最大努力運動後血乳酸值和 100 公尺捷泳成績是呈現負相關($r = -.87$; $-.84$; $-.88$, $p < .05$)。可以了解到血乳酸和 100 公尺捷泳成績是有其相關性，不論是在性別或年齡上都具有相關性，這和馮煒權、翁慶章(1990)的研究一樣，該研究針對五種不同距離的捷泳比賽後做血乳酸值調查，結果 100 公尺捷泳的血乳酸值高達 14.8 mM/L。證明了優秀的捷泳選手必須具備高乳酸耐受的能力。而其研究和本研究的血乳酸值差異大的原故可能是因為選手的年齡和程度上有些許差異，因為該研究為成人而且又是國家代表隊，而本研究的對象為縣市的國、高中代表隊而以，另外本研究為練習時所測得的數據，而馮煒權、翁慶章書中是比賽後所測得，所以會有差異。在 Astrand 等人(1986)曾指出比賽和訓練中的血乳酸值會有差異，比賽時會比訓練時來得高，因為比賽時腎上腺素分泌的增加，導致糖酵解加速而使血乳酸值增多。100 公尺捷泳的時間短強度

高，因此個體耐乳酸能力與運動成績最有關係(馮煒權、翁慶章，1990)。

二、划幅和 100 公尺捷泳成績相關之探討

由表 4-1 可知全體受試者的划幅和 100 公尺捷泳的成績是呈現負相關($r=-.40, p<.05$)。說明了划幅可以預測 100 公尺捷泳的成績。另外可了解不同性別的青少年在划幅和 100 公尺捷泳成績是呈現負相關($r=-.47, p<.05$)。這和 Pelayo 等人(1996)指出男女速度快慢之差異在於划距的不同一致。而且青少年在不同年齡時，其划幅和 100 公尺捷泳成績是呈現負相關($r=-.33, p<.05$)。所以由結果可以知道不論在年齡和性別，划幅和 100 公尺捷泳成績是呈顯著負相關，因此也可以預測 100 公尺捷泳成績和作為分類的能力指標。這和 Lavoie & Leone(1988)指出手臂划水的速度和次數可預測游泳成績一致。另外 Chollet 等人(1997)發現優秀的選手在泳速、划頻與划距的維持能力較佳，而且划距明顯較長。

三、划頻和 100 公尺捷泳成績相關之探討

由表 4-1 可知在全體受試者、不同性別與不同年齡方面，划頻和 100 公尺捷泳成績是沒有相關性($r=-.29; -.02; -.28, p>.05$)。因此可以了解到不論在全體受試者、不同性別和不同年齡方面划頻與 100 公尺捷泳成績並沒有相關性。這結果和 Pelayo 等人在 1996 年指出划頻和划距方面，男女之間速度之差源於划距的不同，和划頻沒有相關性一致。

四、划幅和划頻交互作用對 100 公尺捷泳成績之相關

由表 4-2 可知划幅和划頻對 100 公尺捷泳成績是呈現相關($F=54.042, p<.05$)。說明了 100 公尺捷泳的推進力是划幅和

划頻交互作用所影響。

表 4-2

划幅和划頻對 100 公尺捷泳成績變異數分析摘要表

模式	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
1.00 迴歸	7398441.46	2.00	3699220.73	54.04*	0.01
殘差	2532694.31	37.00	68451.19		
總和	9931135.77	39.00			

a 預測變數：(常數)，划頻(次/秒)，划幅(公尺/次)

b 依變數：100 公尺成績(秒)

* $p < .05$

徐嘉良、陶武訓(2002)指出划頻、划幅的增減是相互作用的，而划幅和划頻的交互改變也是影響速度及效率最要的原因。另外好的選手划幅都比較長一些，但是划幅和划頻應維持在最佳的組合，而這個組合因人而異，大部份男性的划頻比女性少，這是因為划距和身高比女性高(Chengalur & Brown, 1992)。

五、100 公尺划手成績和 100 公尺捷泳成績相關之探討

由表 4-1 可知在全體受試者、不同性別與不同年齡方面，100 公尺划手成績和 100 公尺捷泳成績是呈現正相關($r = .90; .82; .88, p < .05$)。另外譚明義(1997)也指出划頻和划幅是決定速度快慢的因素。丁益文(1997)指出划手、打腿和協調效率的推進功率對於游泳成績有明顯效果。由結果得知在全體受試者、不同性別和年齡方面 100 公尺划手成績和 100 公尺捷泳成績是有顯著相關。Lavoie 與 Leone(1988)以 292 位 11 至 15 歲的游泳運動員實施游泳成績預測之研究中

發現，最大有氧能力、手臂划水指數(划速/划頻)可預測游泳成績、游泳效率與游泳運動員之有氧能力。而捷泳推進力方面，划手約佔 70.1%(謝伸裕，1992)，因此 100 公尺划手可用來預測 100 公尺捷泳成績和作為分類的能力指標。

六、100 公尺踢水成績和 100 公尺捷泳成績相關之探討

由表 4-1 可知在全體受試者不同性別與不同年齡方面，100 公尺踢水成績和 100 公尺捷泳成績是呈現正相關($r=.56;.57;.55, p<.05$)。

由結果得知在全體受試者、不同性別和年齡方面 100 公尺捷泳踢水成績和 100 公尺捷泳成績是有顯著相關。而捷泳推進力方面，踢水約佔 23.0%(謝伸裕，1992)。因此 100 公尺捷泳踢水成績可用來預測 100 公尺捷泳成績和作為分類能力指標。另外丁益文(1997)也指出划手、打腿和協調協調效率的推進功率對於游泳成績有明顯效果。

第二節 各項游泳能力指標預測 100 公尺捷泳成績之探討

本節首先要探討的是由划幅和划頻來預測 100 公尺捷泳成績。其次是利用 100 公尺划手成績、血乳酸和 100 公尺踢水成績來預測 100 公尺捷泳成績。

一、划幅和划頻預測 100 公尺捷泳成績模式

由表 4-3 可知利用迴歸的統計方法可以獲得以下預測的模式：

$$Y=186.85+(-71.16*X1)+(-36.63*X2)$$

$$Y=100 \text{ 公尺捷泳成績(秒)}。$$

$$X1=\text{划幅(公尺/次)}。$$

X2=划頻(次/秒)。

表 4-3

划幅和划頻預測 100 公尺捷泳成績迴歸摘要表

模式	未標準化係數		標準化	t 值	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1.00 (常數)	186.85	11.48		16.26	0.01
划幅 (公尺/次)	-71.16	7.26	-1.10	-9.79	0.01
划頻 (次/秒)	-36.63	3.98	-1.03	-9.19	0.01

a 依變數：100 公尺成績(秒)

*p<.05

Lavoie & Leone(1988)指出手臂划水的速度和次數可預測游泳成績，與本研究的結果相同。而常數的標準誤為 11.48，划幅的標準誤為 7.26，而划頻的標準誤為 3.98，均達顯著水準(p<.05)。

二、100 公尺划手成績、血乳酸和 100 公尺捷泳踢水成績預測 100 公尺捷泳成績模式

由表 4-4 可知利用迴歸的統計方法可以獲得以下預測的模式：

(一)划手迴歸模式

利用 100 公尺捷泳划手成績預測 100 公尺捷泳成績模式為：

$$Y=5.02+(0.86*X1)$$

Y=100 公尺捷泳成績(秒)。

X1=100 公尺划手成績(秒)。

其常數的標準誤為 4.85，而 100 公尺划手成績的標準誤為 0.07。並達到顯著性(p<.05)。

(二) 划手和血乳酸迴歸模式

利用 100 公尺划手成績和血乳酸值預測 100 公尺捷泳成績模式為：

$$Y=34.71+(0.56*X1)+(-1.21*X2)$$

Y=100 公尺捷泳成績(秒)。

X1=100 公尺划手成績(秒)。

X2=血乳酸值(mM/L)。

其常數的標準誤為 8.30，而 100 公尺划手成績的標準誤為 0.09，另外血乳酸值的標準誤為 0.29。並均達到顯著性(p<.05)。

(三) 划手、血乳酸和踢水迴歸模式

利用 100 公尺划手成績、血乳酸值和 100 公尺踢水成績預測 100 公尺捷泳成績模式為：

$$Y=20.90+(0.59*X1)+(-0.85*X2)+(0.1*X3)$$

Y=100 公尺捷泳成績(秒)。

X1=100 公尺划手成績(秒)。

X2=血乳酸值(mM/L)。

X3=100 公尺踢水(秒)。

表 4-4

100 公尺划手成績、血乳酸和 100 公尺踢水成績預測 100 公尺捷泳成績迴歸摘要表

模式	未標準化係數		標準化	t 值	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta 分配		
1.00 (常數)	5.02	4.85		1.03	0.01
100 公尺划手(秒)	0.86	0.07	0.90	12.92	0.01
2.00 (常數)	34.71	8.30		4.18	0.01
100 公尺划手(秒)	0.56	0.09	0.58	5.96	0.01
血乳酸 (mM/L)	-1.21	.29	-0.40	-4.11	0.01
3.00 (常數)	20.90	9.29		2.25	0.03
100 公尺划手(秒)	0.59	0.09	0.61	6.70	0.01
血乳酸 (mM/L)	-.85	.30	-0.28	-2.80	0.01
100 公尺踢水(秒)	0.10	0.04	0.17	2.65	0.01
a	依變數：100 公尺成績(秒)				

*p<.05

第三節 青少年一百公尺捷泳耐乳酸訓練篩選模式

本節對已分組之受試者進行區別分析，其區別函數如表 4-5，由表 4-5 可知每一個測試能力指標都有一組函數的係數。本研究共有良好、普通和較差等三項捷泳耐乳酸訓練能力等級，良好的訓練時間為每個 100 公尺完成時間為 66 秒，而普通為 72 秒，較差為訓練強度無法達到 72 秒，因此產生三項區別函數，分別為：

一、良好(Y1)

$$Y1 = -9551.58 + (76.9 * X1) + (59 * X2) + (6 * X3) + (6458.24 * X4) + (3487.31 * X5)$$

二、普通(Y2)

$$Y2 = -9657.2 + (76.64 * X1) + (60 * X2) + (7 * X3) + (6470.6 * X4) + (3496.64 * X5)$$

三、較差(Y3)

$$Y3 = -9851.42 + (77.29 * X1) + (60 * X2) + (8 * X3) + (6521.76 * X4) + (3519.42 * X5)$$

X1=血乳酸 (mM/L)

X2=100 公尺捷泳划手 (秒)

X3=100 公尺捷泳踢水 (秒)

X4=划幅 (公尺 / 次)

X5=划頻 (次 / 秒)

表 4-5

Fisher's 線性區別函數表(使用所有變項)

	分類函數係數		
	集群觀察值個數		
	1.00	2.00	3.00
血乳酸	76.90	76.64	77.29
100 公尺捷泳成績	41	41	41
100 公尺捷泳划手	59	60	60
100 公尺捷泳踢水	6	7	8
划幅	6458.24	6470.60	6521.76
划頻	3487.31	3496.64	3519.42
(常數)	-9551.58	-9657.20	-9851.42

上述三項區別函數可作為篩選青少年 100 公尺捷泳耐乳酸訓練之用。將受試者所測得的 5 項數據，分別輸入這三個群組區別函數中，再依區別函數所產生的數值大小進行比較，若群組函數值大者，則該受試者即歸屬於此群組。

第五章 結論與建議

本章分為兩節，首先對本研究作出結論，然後對未來之研究提出建議。

第一節 結論

本研究經由結果分析與討論，獲得以下三點結論：

一、游泳運動能力與 100 公尺捷泳成績相關性

本研究發現在全體青少年、不同性別和不同年齡方面，其最大努力血乳酸值、划幅、100 公尺捷泳划手成績、100 公尺捷泳踢水成績等要素均與 100 公尺捷泳成績有相關性，而划頻必須和划幅相互作用才與 100 公尺捷泳成績有相關性。

二、游泳運動能力指標預測 100 公尺捷泳成績

划幅和划頻；100 公尺捷泳划手成績；100 公尺捷泳划手成績與血乳酸值；100 公尺捷泳划手成績、血乳酸值和 100 公尺捷泳踢水成績等要素可預測 100 公尺捷泳成績。

三、青少年一百公尺捷泳速耐力訓練篩選模式

下列三項區別函數可作為篩選青少年 100 公尺捷泳耐乳酸訓練模式。受試者所測得的 5 項數據，分別輸入這三個群組區別函數中，再依區別函數所產生的數值大小進行比較，若群組函數值大者，則該受試者即歸屬於此群組，良好的訓練時間為每個 100 公尺完成時間為 66 秒，而普通為 72 秒，較差為 72 秒以後。而分組模式如下：

(一) 良好(Y1)

$$Y1 = -9551.58 + (76.9 * X1) + (59 * X2) + (6 * X3) + (6458.24 * X4) + (3487.31 * X5)$$

(二) 普通(Y2)

$$Y2 = -9657.2 + (76.64 * X1) + (60 * X2) + (7 * X3) + (6470.6 * X4) + (3496.64 * X5)$$

(三) 較差(Y3)

$$Y3 = -9851.42 + (77.29 * X1) + (60 * X2) + (8 * X3) + (6521.76 * X4) + (3519.42 * X5)$$

X1 = 血 乳 酸 (mM/L)

X2 = 100 公 尺 捷 泳 划 手 (秒)

X3 = 100 公 尺 捷 泳 踢 水 (秒)

X4 = 划 幅 (公 尺 / 次)

X5 = 划 頻 (次 / 秒)

第二節 未來建議

本研究對於未來之建議有以下兩點：

一、可以定期測定成績並加入更多的受試者，增加準確性，然後在分組之後觀察，不同組別在訓練的過程中進步的情形作比較。

二、選定其它項目，如蝶泳、仰泳和蛙泳作為研究的方向。

參考文獻：

中文部份：

丁益文(1997)。以游泳推進功率及推進距離預測不同等級捷泳選手划手打腿及協調效率之研究。中華民國體育學會體育學報，22，201-212。

上海體科所青少年選材組(1983)。優秀游泳運動員選材模式。體育科研，2，30。

王錠堯(2004)。青少年體能商與智能表現的關係研究。國立中正大學運動與休閒教育研究所未出版碩士論文。嘉義縣。

江永泰(2000)。優秀游泳運動員蔡淑敏基礎訓練分析(1990-1993)。中華體育，14(3)，69-77。

吳忠芳(1998)。不同游泳臨界速度數學推算模式之比較臨界速度的比較研究。國立臺灣師範大學體育研究所未出版碩士論文。台北市。

吳慧君(1999)。運動能力的生理學評定。台北：師大書苑。

李之俊(1989)。不同強度游泳後血乳酸峰值的變化。中國運動醫學雜誌，18(1)，39。

李忠誼、黃廣良(2002)。短距離游泳運動員力量訓練的重要性，游泳季刊，3，19-21。

李長生(1997)。短距離捷泳與長距離捷泳導出之臨界速度的比較研究。國立臺灣師範大學體育研究所未出版碩士論文。台北市。

周貞慧(1986)。用統計判別法做納稅人資料分析。國立中央大學統計研究所未出版碩士論文。桃園縣。

林文強(2000)。運動訓練生化分析。台北市：文化大學出版

部。

- 林文郎、何忠鋒(1998)。血乳酸與運動之探討。大專體育，40，115-124。
- 林正常(1990)。運動科學與訓練(增訂)。台北縣：銀禾文化事業有限公司。
- 紀遜、許琦(2001)。自由泳技術訓練中的身體”核心力量”，游泳季刊，3，7-9。
- 孫紅標(1994)。中國大陸10至14歲男子游泳選手運動成績與年齡關係之探討。國立台灣體專學報，4，179-192。
- 徐嘉良、陶武訓(2002)。2001年東亞運游泳選拔賽女子五十公尺自由式划頻、划幅之分析。大專體育學刊，4(1)，121-128。
- 徐廣明、徐台閣(2001)。競技游泳運動之生化特徵。中華游泳季刊。60，57-69。
- 徐廣明、徐台閣(1997)。游泳的生理基礎。北體學報，6，127-152。
- 許安東(1998)。淺談澳洲最新的游泳訓練觀念與方法。臺大體育，32，41-46。
- 許安東(2002)。如何提升游泳耐力的訓練。學校體育，12(2)，18-24。
- 許樹淵(1997)。運動科學導論。台北市：偉彬體育研究社。
- 許樹淵(1999)。科學導論。台北：偉彬體育研究社。
- 陳和睦(1988)。我國優秀游泳選手紅白肌纖維與運動能力之相關研究。大專體育學術研討會專刊，131-132。
- 陳莖斐、李寧遠(1997)。血乳酸值在運動訓練上的應用。國立體育學院論叢，8(1)，93-101。

- 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。
- 劉獻武(1991)。運動選材學。北京：人民體育出版社。
- 蔡崇濱(1993)。血乳酸測量在跑步訓練上的應用。中華體育，24，89-102。
- 戴堯種(1995)。女子游泳選手之臨界速度對捷泳成績的預測研究。國立臺灣師範大學體育研究所未出版碩士論文。台北市。
- 謝伸裕(1992)。蛙泳划手踢腳的分工與聯合對推力與能量消耗的影響。大專體育學術研討會專刊，251-252。
- 謝伸裕(2003)。運動科學與游泳訓練－澳大利亞的經驗。台北縣：易利圖書有限公司。
- 謝昌曄(2001)。減量訓練對游泳選手運動表現及血乳酸反應的影響。國立臺灣師範大學體育研究所未出版碩士論文。台北市。
- 譚明義(1997)。中國男子短距離自由泳項目運動水平落後原因分析。10，1-4。
- 蘇金德(1987)。競技游泳運動訓練策略。屏東：澤偉出版社。
- 蘇建文、連廷嘉、黃俊豪、林翠湄、王雪貞(譯)(2002)。發展心理學。台北市：學富。(Shaffer, D. R., 1999)
- 曾凡德、王路德、邢文華(1992)。運動員科學選材。北京：人民體育出版社。

西文部份：

Astrand, P.O., Hultman, E., Juhlin-Dannfelt, A. and Reynolds, G.(1986). Disposal of lactate during and after strenuous exercise in humans. *Journal of Applied*

- Physiology*, 61 , 338-343.
- Baker, E. J. & Gleeson, T. T. (1999). The effects of intensity on the energetics of brief locomotor activity. *Journal of Experimental Biology*, 202(22),3081-3087.
- Borms , J.(1986).*The child and exercise : An Overview*
Journal of Sciences, (4),3-20.
- Chengalur, S. N. & Brown, P. L.(1992).An anylysis of male and female Olympic swimmers in 200-meter events. *Canadian Journal of Sport Sciences*.17(2),104-109.
- Chollet, D., Pelyo, P., Delaplace, C., Tourny, C., Sidney, M.(1997).Stroking characteristic variations in the 100-M freestyle for make swimmers of different skill. *Percptual & Motor Skills*.85(1),167-177.
- Gasser, G. A., & Brooks, G. A.(1984). Metabolic basis of excess post-exercise oxygen consumption:a review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*,16(1),29-43.
- Gore, C. J. & Withers, R. T. (1990). The effect of exercise intensity and duration on the oxygen deficit and excess post-exercise oxygen consumption. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 60(3), 169-174.
- James, R. M. Jr., Allen W. J., James G. D. & Dale P. M.(1995).*Measurement and Evaluation in Human Performance*.Illinois:Human Kinetics.
- Lavoie, J. M., & Leone, M. M. (1988). Functional maximal

- aerobic power and prediction of swimming research.
Journal of Swimming Research, 4(4), 17-19.
- Maclaren, D., Reilly, T. & Lees, A.(1992).*Biomechanics and Medicine in Swimming-Swimming Science VI*.Great Britain:Cambridge.
- Maglischo, E. W.(1982).*Swimming Faster*.California:Mayfield Publishing Company.
- Maia, J. A. R., Lefevre, J., Claessens, A., Renson, R., Vanreusel, B., & Beunen, G. (2001). Tracking of physical fitness during adolescence: a panel study in boys. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), 765-771.
- Marsh, H. W. (1993). The multidimensional structure of physical fitness: Invariance over gender and age. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64(3), 256-273.
- Ohkuwa, T.(1985). Sexs differences in the energy supply during maximal aerobic exercise. *Running Clinical Physiology*,5(4),80-85.
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D., Tourny , C.(1996).Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of Applied Biomechanics*,12,197-206.
- Robert, A. R. & Steven, J. K.(203).*Fundamentals of Exercise Physiology for Fitness and Health(2nd)*.New York:McGram-Hill companies.

- Sedlock, D. A. (1994). Fitness level and Postexercise energy expenditure. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 34(4), 336-342.
- Sharkey, B. J. (1986). *Coachs Guide to Sport Physiology*. Illinois: Human Kinetic Publishers.
- Short, K. R., Wiest, J. M. & Sedlock, D. A. (1996). The effect of upper body exercise intensity and duration on post-exercise oxygen consumption. *International Journal of Sports Medicine*, 17(8), 559-563.

【附錄一】游泳能力測驗健康篩選問卷

姓名：_____ 聯絡電話：_____

各位同學，你了解自己的身體健康狀況嗎？請各位同學填寫以下的健康調查表，並請簽名，本表將作為是否參加此次測驗的依據。你現在有或曾有下列病症嗎？

如果有請打「V」。

	現在有治療中	曾有但已痊癒	無
1 · 先天性心臟病			
2 · 心律不整			
3 · 氣喘病			
4 · 高血壓			
5 · 糖尿病			
6 · 肝病			
7 · 胃病			
8 · 癲症			
9 · 骨折			
10 · 嚴重肌肉傷害			
11 · 肺病			
12 · 貧血			
13 · 突然暈倒			
14 · 其它(請詳填)			

簽名：_____

【附錄二】游泳能力測驗受試者同意書

本人_____願意參與由國立臺灣體育學院舉辦的游泳運動能力測試。並且願意接受進行一百公尺捷泳划手、一百公尺捷泳踢水、一百公尺捷泳聯合動作加心跳遙測和最大努力血乳酸值測試、耐乳酸訓練模式。

受訓時間：_____年。從_____年_____月開始接受訓練。

活動名稱：青少年捷泳耐乳酸訓練運動能力評級模式之建構。

活動時間：5月7日－5月14日為期8天。

承辦人員(指導老師)：國立臺灣體育學院－林祺賢 研究生

聯絡電話：H－(04) 22213108

受試者：_____ 簽名

感謝您熱心參與，使本活動能順利進行，對運動科學水準有極大的幫助，在經由適當的游泳能力分級後，可以讓自己更瞭解自己的生理狀況，並且可以讓教練對於訓練上的分組以及訓練強度的安排更加明確安全。

謝謝您的參與