

國立臺灣體育學院  
National Taiwan College of Physical Education  
體育研究所碩士學位論文

中學舉重運動員不同強度挺舉之血乳酸  
變化探討

THE STUDY OF VARY LOADING BLOOD LACTATE  
CONCENTRATION CHANGES IN SENIOR HIGH SCHOOL  
WEIGHTLIFTER DRIVING CLEAN AND JERK EXERCISE



研 究 生：蔡加惠 撰  
指 導 教 授：高明峰 博士

中 華 民 國 99 年 7 月

論文名稱：中學舉重運動員不同強度挺舉之血乳酸變化探討

總頁數：55 頁

院校所組別：國立臺灣體育學院體育研究所競技運動組

畢業及提要別：98 學年度第 2 學期碩士學位論文提要

研究生：蔡加惠

指導教授：高明峰博士

## 摘 要

目的：本研究探討高中舉重運動員挺舉次最大重量試舉前、後及立定三步跳前、後之血乳酸變化情形。方法：十七名高中舉重運動員，年齡 $17.10 \pm 1.25$ 歲，身高 $166.90 \pm 7.23$ 公分，分別進行挺舉次最大重量試舉與立定三步跳檢測，於檢測前與完成三次試舉後及三次立定三步跳後接受非慣用手之指尖血液採樣，取得樣本分析其乳酸濃度。結果：於三次挺舉試舉後第三分鐘、第五分鐘與檢測前之血乳酸值達顯著差異( $F=18.43, p < .05$ )；於三次立定三步跳後第三分鐘、檢測前、第五分鐘之乳酸值達顯著差異( $F=29.42, p < .05$ )；不同層級與不同性別之舉重運動員完成三次挺舉試舉與三次立定三步跳之乳酸值均未達顯著差異( $p > .05$ )。運動後的乳酸變化以第三分鐘與安靜值有所差異，不同層級、性別選手其乳酸變化並無差異，臆測顯示乳酸值可能為運動員的最大運動能力預測。

關鍵字：舉重運動、血乳酸值、立定三步跳、青年運動員

TSAI, Chis-Hui. (2010). The Study of Vary Loading Blood Lactate Concentration Changes in Senior High School Weightlifter Driving Clean and Jerk Exercise. Unpublished master thesis, National Taiwan College of Physical Education, Taichung.

## **Abstract**

To evaluate whether the changes in blood lactate between the clean & jerk of sub-maximum weight attempts and standing-triple-jumps in senior high school weightlifting players, 17 subjects with a mean age of  $17.10 \pm 1.25$  years and a mean weightlifting training experience of  $3.80 \pm 0.75$  years were recruited with formal consents. The blood sample from their fingertips of non-handedness before and after the exercise of clean & jerk of sub-maximum weight attempt and standing triple jumps were taken to measure the blood lactate. It existed obvious differences in blood lactate levels collected at third and fifth minutes after the three times clean & jerk attempt ( $F=19.43$ ,  $p<.05$ ) when compare to that of before. Similarly, we can also find that greater blood lactate levels collected at third and fifth minutes after the standing triple jumps. There were no observable differences exist between the various grades players as well as that of various genders. Comparing to before exercise in all of subjects, the blood lactate levels collected at third minutes after the clean & jerk of sub-maximum weight attempts and standing-triple-jumps exhibited higher concentrations, however, there were no differences in lactate concentrations between various grades players. In short, the blood lactate levels collected at third and minutes after the clean & jerk of sub-maximum weight attempts and standing-triple-jumps may act as an index to predict the maximum sport abilities.

Key: Weightlifting. Blood lactate. Standing triple jump. Young athlete.

## 謝 誌

撰寫這篇論文，是我學術研究上的一座高山，研究過程中，深刻感受到學海浩瀚，所學實在不足，幸而有指導教授高明峰博士在學術研究上的漸進式啟蒙、辛勤指導和不吝教誨，的悉心指導，使我得以順利通過此階段的考驗，在此致上最誠摯的謝意。

此外，感謝邱靖華博士、陳裕鏞博士及楊素冠博士等口試委員對本論文的批閱斧正和提供寶貴的建議，使本論文能夠更趨完美。另外也特別感謝燕瑩學姊、俊卿學長、家鐸學姊、依華、眉靜在學術及精神上的支持與協助。也感謝大里高中舉重隊選手們的大力配合，最後，我要將這份榮耀獻給我的父母親，因為你們的支持，讓我沒有後顧之憂的朝自己的夢想大步前進。

如今！跨越人生的一個挑戰，完成一個夢想，心中無限感激；再一次感謝所有幫助、關心、支持過我的人，願大家都能與我共同分享此份喜悅與榮耀。

加惠 謹誌

中華民國 99 年 7 月

## 目 錄

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 中文摘要 .....                      | I   |
| 英文摘要 .....                      | II  |
| 謝 誌 .....                       | III |
| 目 錄 .....                       | IV  |
| 表 目 錄 .....                     | VI  |
| 圖 目 錄 .....                     | VII |
| 第一章 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 研究假設 .....                  | 2   |
| 第四節 研究範圍與限制 .....               | 2   |
| 第五節 名詞解釋與操作型定義 .....            | 3   |
| 第二章 文獻探討 .....                  | 4   |
| 第一節 運動強度對舉重運動員身體的變化 .....       | 4   |
| 第二節 舉重強度的變化特性 .....             | 14  |
| 第三節 運動與血乳酸值(lactate)的影響探討 ..... | 16  |
| 第四節 本章總結 .....                  | 20  |
| 第三章 研究方法與步驟 .....               | 21  |
| 第一節 實驗對象 .....                  | 21  |
| 第二節 實驗時間與地點 .....               | 21  |
| 第三節 實驗儀器與設備 .....               | 22  |
| 第四節 實驗設計與步驟 .....               | 23  |
| 第五節 資料擷取與分析 .....               | 26  |
| 第四章 結果 .....                    | 27  |
| 第一節 受試者基本資料 .....               | 27  |
| 第二節 挺舉試舉結果 .....                | 27  |
| 第三節 立定三步跳前後之乳酸變化 .....          | 29  |
| 第四節 運動成績與挺舉試舉之乳酸變化 .....        | 31  |
| 第五節 運動成績與立定三步跳之乳酸變化 .....       | 33  |
| 第六節 不同性別次最大重量挺舉的乳酸差異 .....      | 35  |
| 第七節 性別與立定三步跳之血乳酸變化 .....        | 37  |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第五章 討論 .....                | 40 |
| 第一節 挺舉試舉對血乳酸值變化之探討 .....    | 40 |
| 第二節 立定三步跳對血乳酸值變化之探討 .....   | 42 |
| 第三節 運動成績與性別挺舉試舉之血乳酸探討 ..... | 43 |
| 第六章 結論與建議 .....             | 46 |
| 第一節 結論 .....                | 46 |
| 第二節 建議 .....                | 48 |
| 參考文獻 .....                  | 50 |
| 中文部份 .....                  | 50 |
| 英文部份 .....                  | 53 |
| 附錄一 參與者同意書 .....            | 55 |

## 表 目 錄

|       |                          |    |
|-------|--------------------------|----|
| 表 4-1 | 受試者基本資料 .....            | 27 |
| 表 4-2 | 挺舉後之乳酸變異數分析摘要表 .....     | 28 |
| 表 4-3 | 挺舉試舉之乳酸平均數與標準差摘要表 .....  | 29 |
| 表 4-4 | 立定三步跳後之乳酸變異數分析摘要表 .....  | 30 |
| 表 4-5 | 立定三步跳之平均數與標準差摘要表 .....   | 31 |
| 表 4-6 | 不同層級選手挺舉試舉後之乳酸比較表 .....  | 33 |
| 表 4-7 | 不同層級選手立定三步跳後之乳酸比較表 ..... | 35 |
| 表 4-8 | 性別與挺舉試舉後之乳酸比較表 .....     | 37 |
| 表 4-9 | 性別與立定三步跳後之乳酸比較表 .....    | 39 |

## 圖 目 錄

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 圖 3-1 | 研究步驟流程圖 .....                 | 23 |
| 圖 4-1 | 次最大力量挺舉之 3、5 分鐘血乳酸濃度變化圖 ..... | 28 |
| 圖 4-2 | 立定三步跳試驗處理後之血乳酸濃度圖 .....       | 30 |
| 圖 4-3 | 不同層級選手挺舉試驗處理後之血液乳酸濃度圖 .....   | 32 |
| 圖 4-4 | 不同層級選手立定三步跳試驗處理後之血乳酸濃度圖 ..... | 34 |
| 圖 4-5 | 挺舉試驗處理後之男女生血乳酸濃度圖 .....       | 36 |
| 圖 4-6 | 立定三步跳試驗處理後之男女生血乳酸濃度圖 .....    | 38 |

# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景與動機

舉重項目最大特點就是在最短時間內能發揮肌肉最大力量，舉起最大重量。舉重為體重分級的運動，正式比賽的項目可分為挺舉(clean and Jerk)與抓舉(snatch)，成績以所舉之總和為原則，當總和相同時，以體重較輕者獲勝。抓舉和挺舉的運動過程只有數秒，於運動的能量來看，舉重運動是屬於無氧運動，肌肉中的磷酸肌酸是運動過程中主要的能量來源；比賽時每位選手共三次抓舉、三次挺舉的機會，因此舉重比賽是一種高強度的間歇性運動（王信淵，2005）。

人體在正常呼吸、血流供應充足的情況下，會依有氧路徑氧化葡萄糖產生能量，但人體在運動初期肌肉循環血流供應不足時，就可能發生無氧代謝，靠著產生血乳酸的方式產生能量。血液乳酸濃度也常被應用在劇烈運動下無氧代謝能力的評估，它被公認是評價運動員生理負荷強度最理想的生理指標，亦是用來衡量運動員耐力的指標（林正常，1995）。

力量是一個人克服地心引力或作用於某一物體所產生的能力，它影響著人體動作的速度、肌肉的耐力以及運動技能的表現（蘇文仁，1990）。而肌力的大小更可以影響技術層面的表現，同時個人對於該動作注意力集中的程度，亦會影響到肌力的大小。肌力是各項運動的基礎，隨著運動水準的不斷提升，不論運動的性質如何，肌力訓練與肌力診斷，已成為增進運動科學的重要領域之一（劉宇，1996）。

## 第二節 研究目的

基於上述研究動機，擬定本研究具體的目的如下：

- 一、舉重選手於挺舉動作前、後血乳酸值變化分析。
- 二、舉重選手於立定三步跳動作前後血乳酸值變化分析。
- 三、不同層級舉重選手，血乳酸值變化之差異分析。
- 四、不同性別舉重選手，血乳酸值變化之差異分析。

## 第三節 研究假設

本研究主要在分析舉重選手在高強度舉重運動與高強度無氧運動，血乳酸分析。本研究的目的如下：

- 一、舉重選手在專項挺舉動作血乳酸值有顯著差異。
- 二、舉重選手於立定三步跳之血乳酸顯著有差異。
- 三、不同層級、性別舉重選手，血乳酸值有顯著差異。

## 第四節 研究範圍與限制

### 一、研究範圍

本研究台中縣立大里高中男10位、女7位，共17位舉重代表隊選手為受試者。選手的訓練生涯、遺傳等因素等，本研究並不加以考量，僅記錄做為參考。

### 二、研究限制

- (一) 因僅就部分高中組水準之舉重選手做分析，其效果可能推估其他層級或性別之選手不一定有一樣的結果。
- (二) 因實驗方法的關係，無法在比賽情境中進行實驗，因

此僅以模擬比賽情境實驗。

(三) 因實驗時間非比賽期因此選手在試舉的成績也並非為比賽時的最佳成績，故僅以個人最佳成績之90%、95%重量為本研究之依據。

## 第五節 名詞解釋與操作型定義

### 一、血乳酸

乳酸是糖酵解的產物，肌肉在運動時產生的乳酸擴散到血液中，即稱為血乳酸（郭志輝、喬德才，1994）。血乳酸水準與運動強度密切相關，對運動員有氧、無氧能力的評定，運動強度的掌握、運動成績的預測等方面都有重要的意義（郭志輝、喬德才，1994）。

### 二、挺舉

舉重比賽當中的第二式舉法，此種舉法握距較窄，並分成兩個階段完成，第一階段快速連續動作將槓鈴從舉重檯提拉至胸上鎖骨位置，第二階段由鎖骨位置向上推舉至頭頂上並至兩臂完全伸直並保持靜止狀態在舉重運動項目過程。

### 三、立定三步跳

立定三步跳是以雙腳用力蹬地，使髖、膝、踝關節充份伸直向上方跳起，騰空後用有力的腿屈膝向上抬起，並積極落地，落地後再以相同的方式第二跳及第三跳。

## 第二章 文獻探討

本研究為針對舉重選手分別將就舉重專項訓練後血乳酸值的變化情形。本章將針對其相關的文獻進行探討，本章共分五節，探討與本研究有關的文獻，第一節運動強度對舉重選手身體的變化；第二節舉重強度的變化特性；第三節運動與血乳酸值(lactate)的影響探討；第四章為本章總結。

### 第一節 運動強度對舉重運動員身體的變化

優秀舉重選手的培養過程是一個多年的系統工程，需根據選手各年齡階段的特點，提出不同的任務和要求，有目的的進行系統訓練（田麥久，2000）。

運動對於身體的改變可以由許多指標進行觀察，相關研究就指出不同運動的強度對身體的改變可以由以下一些指標進行觀察，如呼吸、心跳、血乳酸、肌力等。

#### 一、呼吸

呼吸(respiration)是氣體的交換。在人體內，進行氣體交換的位置有二：一為在肺泡中，氧進入肺泡微血管的靜脈血中，二氧化碳由靜脈微血管進入肺泡中，稱為肺呼吸（又稱外呼吸）的氣體交換；另一為在組織中，氧氣由動脈血進入組織中，而二氧化碳由組織進入微血管中，稱為組織呼吸的氣體交換。空氣進出，主要的機轉為氣體的擴散，即氣體分子由較多、較密的地方移動至較少、較疏的地方（林正常1998）。一般成年人呼吸頻率為16-20次，影響呼吸速率的原因包含發燒、冷熱刺激、運動、性別、呼吸深淺、情緒、疾病等。呼吸是為了提供組織代謝所需的氧氣，同時將二氧

化碳排出體外，並維持或調節體內酸鹼值的平衡（沙玲莉，2002）。

運動時的喘氣，可能是人類對運動感受最深的反應。通常人當每分鐘的呼吸量（換氣量）在 20-30 升時開始，需要用嘴巴呼吸，才能滿足獲氧氣的需求。健康又受過訓練的正常人，換氣量可由 120 升/分增加到 150 升/分，耐力性運動員可達 180 升/分，更有划船選手增加至超過 240 升/分的紀錄。

呼吸的另一功能為散熱，激烈運動時，大量體熱可經由呼吸管道排出體外，協助身體溫度調節（林正常，1997）。但是當節食、限水使運動員體內產生半脫水現象時，就會妨礙體溫的調節，使身體內各項生理機能普遍下降，進而影響呼吸循環系統的正常（陳吉棣，1994；林正常，1997）。

林正常（1998）指出人每次呼吸進出肺的空氣量，稱為潮氣量(tidal volume, TV)，約相當於一大杯的空氣量，500 毫升之多，此量深受身體塊頭的影響。每分鐘的呼吸（頻）率，因人而異，大致在 8-15 次間。每分鐘的換氣量，是每次呼吸的潮氣量與每分的呼吸率的乘積，約 5-8 公升之間。除意識性的影響之外，每分鐘的換氣量也跟身體姿勢、情緒、疾病、體溫、代謝水準（尤其是運動）等因素的影響。空氣進出肺，主要又受氣體壓力的左右，胸腔擴張，胸腔壓力變小，外界空氣跑進肺部空間，胸腔變小時，壓力變大，肺部空氣受擠壓，流出體外。

林正常（1997）指出人在漸增負荷的停最大運動中，每分鐘的換氣量隨運動強度的增加而增加，在整個運動過程中（通常是運動的最後一分鐘），每分鐘換氣量的最大值，稱

為最大換氣量(maximum pulmonary ventilation, VEmax)。此值的大小因人而異，約在120~140公升之間。個人最大換氣量的影響因素，包括：運動種類、訓練程度、年齡以及性別而異。訓練有素的運動員的最大換氣量幾乎達一般人的2~2.5倍。一般人運動中的每分換氣量與最大攝氧量(耗氧量2公升以前)呈正比地上升。優秀運動員此直線關係維持更長時間。

林正常(1998)指出過度換氣(hyperventilation)指呼吸量超越合理水準。當運動非常激烈時，呼吸急促，可能發生過度換氣的現象。此時往往二氧化碳排出量異常增加，以至血中含氧減少，二氧化碳含量增加。在呼吸氣之分析，可發現呼吸交換率高於1.0，由於血含氧量減少，可能發生暈厥現象。

林正常(1998)指出再生氣指運動初期，呼吸急促、困難的解除，肢體酸痛之舒緩，運動者逐漸擺脫運動前段身體不適階段，對運動的進行，漸感暢順的現象。再生氣出現的條件，是運動須屬有氧性運動，且運動的強度穩定。再生氣出現的理由，包括：1.運動初期呼吸的調整。2.活動中血流的調整，排除乳酸。3.熱身效果。4.局部肌疲勞(尤其是呼吸肌)的解除。5.心裡適應。6.血流再分配至橫膈。7.兒茶酚胺(Catecholamine)分泌，增加收縮性。8.橫膈收縮效率改善。

## 二、心跳

運動時的心跳率是心血管生理變項中最明確的，透過儀器的監控可以了解各種運動項目在不同強度下的心跳數值，經由分析檢測心跳率的變化可以了解運動時心血管的變化。心臟每次收縮，將血液打入主動脈後，血液會在彈性的動脈系統產生波動，這些波動可以在身體某幾個部位看出來，或

觸摸得出來。脈搏就是指動脈的搏動情形。搏動的起因來自心搏，在正常情形下，脈搏次數等於心跳次數。但有時心搏太小，脈動無法被察覺出來，此時脈搏數並不一定等於心跳次數。

一般成人正常脈搏約 72-80 次/分，影響脈搏數的因素包含年齡、性別、體重、運動、飲食、體溫、藥物、及血壓等。就減重對脈搏的影響而言，當攝取的能量過低或脫水時將使體內體溫上升，每當體溫升高 1%，則相對脈搏數率每分鐘便增加 7-10 次（沙玲莉，2002）。

運動時肌肉的微血管擴張且肌肉所須氧氣增加，必須靠呼吸及循環系統的增強功能來因應，其中血液循環系統主要依賴心臟將血液送出主動脈，再送至全身，運動量增加時，心輸出量(cardiac output)增加，此時表現在外，即是心跳率(heart rate)之變化。

在持續性以及有規律性的訓練之下，對於攝氧量並沒有顯著的影響，但在非最大運動下的心跳率卻有顯著的減少，而且訓練的持續時間越長，心跳率減少的效果越為顯著(Fox, Bartels, Billings, O'Brien, Bason, & Mathews, 1975)。

美國運動醫學學會（1990）做了一項研究調查指出，能維持良好的心肺適能、肌耐力等體適能的運動計劃必須符合下列條件才能顯現效果：

#### （一）運動頻率

研究調查顯示出，每週運動兩次，無法明顯的改善身體狀況。每週運動五次的效果，一定比每週三次的運動效果佳。要維持良好的身體適能，一定要規律持續，只要兩週沒有運動，心肺體能會明顯的降低。

## （二）運動持久度與運動強度

強度低持久度長與強度高持久度短的效果是相似的。相較於奮力騎車的車友，若要達到相同的效果，騎得慢的人則必需花較長的時間才行。ACSM建議，由低強度運動提升至中強度時，宜用較長的時間適應以避免運動傷害。

## （三）運動項目

雖然ACSM宣稱，對於不運動的人而言，任何一項運動都比不運動好，但並非所有的運動像項目都能改善心臟的狀況。美國心臟協會表示，對心臟最有效的運動項目是例如騎自由車等可維持長時間進行、使用大肌肉群的有氧運動。

一般以ACSM提出的（220－實際年齡）作為一個人每分鐘心跳數的限制，一個人的心跳率若超過此值則被認為對身體的害處將大於好處，且可能造成危險。這個數值是運動計劃的重要指標。

## 三、血乳酸

血乳酸是運動訓練中研究的比較早的指標。運動中及運動後血乳酸的變化，是骨骼肌等組織中乳酸生成速率，進入血液的速率和血液中乳酸消失速率之間平衡的表現（林文郎、何忠鋒，1997）。因此，運動強度、持續時間、各組織器官間的代謝機能，都和血乳酸的強度有關，在運動中和運動後，可以檢測血乳酸來了解運動時血乳酸的變化及其規律。

血乳酸是身體無氧代謝的中間產物，在35秒至10分中之間的速度力量運動血乳酸值最高；爆發性運動項目的血乳酸值較低，一般不會超過4mmol/L。運動中若血乳酸在10mmol/L左右，可是為運動強度中等，如果4mmol/L左右，運動強度過小，超過8mmol/L倍數作為運動強度的指標，認

為中度運動的血乳酸為正常的1.5~2倍，若超過6倍則已達到耗竭。Morehouse(1972)亦以血乳酸的值作為生理負荷的分類指標，「強」的生理負荷血乳酸為2.2~4.4 mmol/L (1mmol/L=9mg%)，「頑強」的生理負荷血乳酸為4.4~6.6 mmol/L，而「非常強」的生理負荷血乳酸為6.6~8.8mmol/L，運動後血乳酸若超過8.8 mmol/L，則為「非常、非常強」的生理負荷。（詹貴惠、許美智、蔡溫義，1998）。

運動訓練的內容是一個相當複雜的工作，為了要提供一個較完善的訓練課程和訓練計畫，教練通常需要找出一個對運動員最適當的運動量以及刺激，而血乳酸在血中濃度，安靜值約1.0mmol/l，可作為判斷運動強度的依據，血中乳酸濃度達4.0mmol/l時，可作為判斷無氧閾值，這些都是血乳酸測驗在訓練上的參考依據。Hermensen and Stensvold(1977)發現，做動態激烈的運動時，血液中乳酸濃度有高至30μM/g。Mainwood(1985)指出，當肌肉內乳酸濃度達到20-25μM/g時，使人會完全疲勞而無法運動。

開始運動的初期，由於能量需求的時間效率提高，肌肉不得不透過糖解作用產生血乳酸的方式來迅速產生能量，此時血乳酸的濃度即會顯著的上昇；如果，運動的強度不高，幾分鐘後，肌纖維中粒腺體的氧化作用即會活化，此時，糖解作用的要求降低，血乳酸即不會再上昇，甚至會有下降的情形出現。通常，非最大運動時的乳酸產生和移除速率，可以達到安靜休息時的3至5倍。而且，在不同運動強度下，血乳酸濃度也常能維持不同濃度的穩定狀態。

有55名少年短跑運動員實施30秒無氧運動及60秒最大負荷自行車運動測試，並於運動後測定血乳酸值，得知血乳

酸峰值一般都在運動後 3~9 分鐘出現，其中 80% 峰值出現在 5 分鐘內。60 秒最大負荷自行車測試，血乳酸值較高，峰值出現在 5~8 分鐘之間（林文強，1996）。

#### 四、肌力

肌力(strength)指最大隨意收縮時，肌肉所能產生的最大力量或力矩(Sale, 1995)，是所有運動項目的基本體能要素(Foran, 2001)。體能訓練是絕大部分競技體育項目訓練中的重要之一，而力量訓練則是體能訓練諸要素中最重要的因素。從國際研究進展中看出，相當重視力量訓練的研究。

隨著科技發展和進步，利用先進儀器，器材對力量訓練進行深入的研究，必然會對運動成績的提高起促進作用。如專項力量與協同力量的重新認識問題、專項力量與技術的關係問題、主動肌群與對抗肌群發展的比例問題、不同肌群的最大力量訓練問題、左右肌群的協同發展問題、牽張訓練與牽拉的區別問題、小肌群與大肌群的力量比例與協同發展問題、遠支撐負重訓練與近支撐負重訓練的問題、上肢力量發展與下肢力量發展的平衡問題、專項力量與大肌群力量的關係問題、專項技術與不同肌群的關係問題等等，這些都需要不斷地深入進行研究和應用於訓練實踐(羅陵、謝勇，2006)。

肌力的大小是視肌肉在作最大收縮時的許多因素而定，如抑制神經的作用程度，肌纖維的數目與種類，收縮的狀態（長度和疲勞程度）。此外，還有一些影響因素，需要加以說明。

##### （一）性別

在 12 至 14 歲以前，男女的肌力並無明顯的差異，但青春期後，男性之肌力則大於女性，可能與性賀爾蒙有關。另

一個造成男女生肌力差異的因素是體脂肪。女性的體脂肪百分比約男性的 2 倍，如考慮每公斤體重之肌力，男性還是優於女性。但若考慮每公斤淨體重的肌力時，男女之差異則很小（劉立宇，2000）。

## （二）年齡

肌力約在 20 歲時達到最大值，之後隨著年齡的增長而逐漸的衰退，每年大約減少 1%，但 55 歲以後會快速衰退（劉立宇，2000）。

## （三）肌肉纖維種類

肌肉纖維分為慢縮肌和快縮肌二種。快縮肌會產生較大的力量。擁有較多比例快縮肌纖維的人，有比較大的肌力。研究指出舉重選手的快縮肌纖維數目比非舉重選手多出二倍。至於肌纖維之大小，受到訓練及遺傳的影響，也是影響肌力大小的重要因素（劉立宇，2000）。

而肌肉收縮型態種類：

（一）離心收縮(eccentric contraction)：肌肉收縮力量小於外在負荷的阻抗力量時，肌肉被拉長，此時肌肉產生的力量小於外再負荷伸展肌腱的力量。因此可以達到較高峰值肌力，但缺點為容易發生運動傷害。舉重運動向下階段是為離心收縮（林正常、蔡崇濱、林信甫、林政東、吳柏翰、鄭景峰、傅正思、戴堯種，2004）。

（二）向心收縮(concentric contraction)：肌肉收縮力量大於外在負荷的阻抗力量時，肌肉縮短，肌肉產生的力量大於外再負荷伸展肌腱的力量，因此比較安全，缺點則是無法達到較高峰值肌力。游泳自行車都肌肉幾乎都是進行向心收縮（林正常、蔡崇濱、林信甫、林政東、吳柏

翰、鄭景峰、傅正思、戴堯種，2004）。

（三）等長收縮(isometric contraction)：肌肉收縮力量等於外在負荷的阻抗力量時，肌肉長度維持不變，肌肉產生的力量等於外再負荷伸展肌腱的力量。等長收縮因為長度一定，不會帶動鄰近的關節，因此對於關節疾病或無法動彈的情形是很好的訓練方式，但缺點在於增加肌肉內的血管擠壓造成類似間隔症候群現象的風險（林正常、蔡崇濱、林信甫、林政東、吳柏翰、鄭景峰、傅正思、戴堯種，2004）。

力量素質是競技運動中的首要因素，舉重運動表現得更為突出、身體各部位力量發展得是否均衡會直接影響運動成績的提高和技術的充分發揮（楊秀成，2000）。肌力與爆發力是影響運動表現重要的因素之一，爆發力是肌肉力量與速度一起表現出來的（爆發力=肌力×速度），因此傳統上幾乎都是以重量訓練來提升運動員的肌力，而達到爆發力提升的目的。

許多舉重教練都認為發展最大力量就是發展大肌群力量，從而忽視了小肌肉群力量發展，因此常常發生肌肉拉傷，長期下會導致關節損傷和疲勞性損傷，特別是高水平運動員，限制了運動員競技水平進一步發展的空間。從近年國際力量訓練研究進展看，也越來越重視協同肌群平衡發展（大、中、小肌群的力量比例）的研究，這對高水平運動員尤為重要。（羅陵，謝勇，2006）。

許樹淵（1997）提出人體可依據肌肉橫剖面的大小，決定肌力數值；而肌力大小的數值更受訓練效果的左右。肌肉橫剖面的大小產生絕對肌力，更以體重為基準算出相對肌

力。至於透過有計畫的肌力訓練，所產生的肌肉橫剖面的值，則視訓練強度及組數而定。經過有計畫的執行肌力訓練，能使肌肉的橫斷面積變粗大，有效的提升肌力構面。

呂宏進、林政東（2000）指出肌力與爆發力乃運動員參與競技的重要能力，妥善的訓練計畫將是提升肌力和爆發力的主要原因。而訓練計畫的主軸與核心是以訓練為週期的安排，其順序分為肌肉肥大期、最大肌力期和爆發力期。尤其舉重運動更是需要結合肌力與爆發力，才能有效的將技術動作發揮的淋漓盡致。

人體在接受各種型態刺激時，會引起各種不同的反應。運動訓練時亦會做適應該刺激的反應方法。運動訓練的原理不外乎就是讓人體在經過多次的刺激反應後，使人體機能型態發生變化，進而產生力量。（蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳，2004）。

肌力訓練對人體的影響，若我們從神經肌肉系統來看：肌肉方面，身體在接受肌力訓練後，會使肌肉的橫斷面積增加，其因素包含，肌纖維細絲肥大、肌纖維微血管密度增加、蛋白質的質增加、肌纖維總數目增加等因素。

肌力的水準也會對爆發力的強弱產生直接影響。爆發力的發展需同時重視技術與肌力，偏於技術或肌力的一方都無法將爆發力發揮的淋漓盡致（林政東，2004）。

1936年舉重比賽規定，參賽男選手必須年滿20歲，當時前蘇聯著名的舉重選手格裏高利·諾瓦(Gpigori.novak)從14歲開始練習舉重，5年後奪得烏克蘭冠軍，並創造了烏克蘭的新紀錄，一年後創造了當時的蘇聯紀錄。在前蘇聯古拉奇科夫教授的領導下對14-16歲舉重選手進行研究發現，14-16歲

舉重選手骨骼骨化水平與同齡游泳選手沒有區別。並且少年舉重選手的骨骼還發生了特有的與其它項目選手所沒有的形態特徵變化，這種變化的性質體現在骨肥大上（德沃爾金，1998）。舉重練習不但不會引起脊椎發生病理變化，而且還對保持良好姿態有一定的正面影響，有助於改變以往的壞習慣。對舉重選手來說，只有將訓練重點放在身體全面發展上才能取得良好的效果。只要訓練過程安排恰當，青少年可以在11-12歲開始舉重訓練（德沃爾金，1998）。

擁有良好的肌力，才能夠進一步有效的訓練爆發力與肌耐力，而有效評量及鑑別運動員的肌力，可以幫助設計適合運動員的訓練計畫，增進運動表現。

最大血乳酸濃度曾被認為是一項評價人體無氧代謝功能力和能力的生化指標，青年的乳酸生成能力不及成人，故最大血乳酸濃度也低於成人；男性的最大血乳酸濃度略高於女性，但差異較小；血乳酸是一種簡易的觀察指標，藉血乳酸濃度的檢測作為無氧運動能力的一個輔助評價指標，提供選手練習上的參考數值。

## 第二節 舉重強度的變化特性

由於人體活動過程的攝氧量，受到運動方式、運動時間、運動強度、氣溫與氣壓等因素的影響，因此，實際進行攝氧量的運動強度判定時，必須透過固定的運動流程來進行，以便建構共同的運動強度與攝氧量關係。

舉重訓練屬於間歇性訓練，專項訓練每次時間約20秒，而輔助項目每次訓練的時間可達1至3分鐘。人體30秒內運動

的主要能量來源為ATP-PC系統及乳酸系統，30秒至3分鐘的運動則以乳酸及有氧系統為主要的能量來源，因此若舉重選手只做專項訓練，而未作輔助項目，則二小時間歇運動後LA並不會有很大的改變。但若配合輔助項目，則運動後LA值會大量提升，因為此時會以乳酸系統為主要能量來源。舉重專項訓練屬於無氧運動，因此訓練後LA的變化情況並不明顯，但若選手於專項訓練後再配合一些滑輪、啞鈴等輔助項目將會使血乳酸有較大的變化，故以血中的LA值作為舉重選手強度的指標時需要了解選手是否有作輔助項目，以免誤判。（詹貴惠、許美智、蔡溫義，1998）。

江界山（1997）提出個人安靜時血乳酸值的測定，約為2 mmol/L，應在清晨起床前，在起床前採血較為精準。而運動後的血乳酸採血時間，若運動強度越高，血乳酸達到峰值的時間越延後。遞增負荷後血乳酸的峰值約在6分鐘時出現。運動負荷後血乳酸峰值的出現因個人而異，可考慮運動後1、3、5、7、9、11、15分鐘測定血乳酸值，以避免誤差。

一般來說，運動訓練時會加一個過度的負荷(overload)，打破細胞生理反應的恆定性，此時成績表現會暫時下降，正常的反應下，人體會重建這個恆定性，以達到對訓練的適應，並進而產生超量補償(supercompensation)，成績表現比在訓練前要好，因此我們可以說一個理想的訓練，是一種過度負荷與超量補償重複出現的組合。然而，這種超量補償並不一定會發生，反而是在過度負荷後，狀況越來越差，進而產生如前述的過度訓練的症狀，如能即時好好休息，通常兩星期後狀況可以改善，否則很可能狀況會越來越差，變成一種真正的過度訓練症候群了。

楊錫讓（1997）認為血液中乳酸濃度變化，代表著身體內無氧代謝及糖酵解作用的能力，大量的乳酸推積會導致肌肉疲勞酸痛，在訓練過程中我們常以無氧閾值作為運動強度的參考，無氧閾值是指無氧代謝迅速增加的作業強度或氧消耗量，其測量方法有兩種：一、測量每分換氣量隨著運動強度增加而急遽增加的時候；二、測量血液乳酸濃度隨著運動強度增加的時候。因此，血液中乳酸濃度的變化，除了可以做疲勞的指標外，也可以做為無氧閾值得測量，是運動及重要的數據。

綜合上述，文獻指出舉重運動是屬於間歇性運動，也屬於無氧運動，運動員或教練為了追求更好的成績，往往會在練習時就挑戰身體的極限，成績就會越好，技術就會更純熟。殊不知當體能下降時，運動表現自然受到影響。如果在此時沒有適度休息，讓身體有足夠時間恢復，下次訓練時表現就可能更差。有些運動員會以為這是由於訓練不夠的關係，反而更加鞭策自己加強操練，結果造成惡性循環，身體狀態與運動表現每況愈下。

### 第三節 運動與血乳酸值(lactate)的影響探討

當人體從事不同時間的最大運動時，所動用的能量供應系統就會有所不同。肌肉三大能量來源系統中，10秒以內之短時間最大運動，主要來源為ATP-PC系統或磷化物系統；1-2分鐘時間左右之最大運動，其主要能量來源為ATP-PC系統與乳酸系統（糖酵解）之搭配；至於3分鐘以上的最大運動或低

強度長時間運動則為有氧系統(Neumann, 1990)。而乳酸是無氧糖酵解所生成的產物，而影響之因素有，運動的強度與訓練狀態、肌肉型態、營養物質、運動型態及恢復方式等有關。

相關研究指出(Mader & Hollmann, 1977)運動負荷在無氧閾值範圍，持續運動將造成乳酸堆積。在身體活動以長時間、低強度運動方式，主要能量來源有氧代謝系統。由於自由脂肪酸的代謝。活動過程並不會產生乳酸堆積症狀。特殊情況未比賽時之最後衝刺，形成血液乳酸的堆積。

乳酸是肌肉活動時能量代謝的一種產物，能量代謝越快，乳酸的產生就越快、越多，因此它和人體的疲勞與肌肉酸痛息息相關（林文郎、何忠鋒，1998）。

李之俊（1989）以運動員本人最佳成績的80%、90%、100%強度分別完成200公尺自由式，於運動後1、3、5、7、9分鐘經耳垂採血檢測乳酸。其結果，80%強度運動後峰值多在1~3分鐘達到，90%強度峰值出現時間以3分鐘和5分鐘較多，100%強度運動後峰值時間在5~7分鐘者佔80%。

選手安靜時的血乳酸值與正常人沒有太大差異，而運動時與運動後血乳酸值會比平常訓練時高出2-3倍，這可能是因為賽前緊張、兒茶酚胺類物分泌增多，使無氧代謝加強的結果（梁錫華，2002）。

血乳酸的形成與運動訓練後的強度有關，其發生時間通常會於運動後的3~5分鐘達到最大值。無氧運動時糖酵解所產生的乳酸是導致肌肉發生疲勞的原因之一，進而導致運動能力降低（盧昌亞，2001；黃興裕，2003；李石光、馬勇占，2005）。

Trivedi & Dangorth(1966)認為血乳酸會導致疲勞的原因

如下：血乳酸鹽和氫離子濃度提高，影響神經末梢而產生疼痛；肌肉內部變成酸性後，阻礙產生ATP的化學過程；阻礙鈣離子轉化為肌鈣蛋白而影響肌肉收縮，因此若血乳酸不能順利排除，將會損害到運動表現。影響運動中血乳酸產生的主要因素運動強度、持續的時間、參與的肌肉量(Hultman, 1980)。

吳慧君（1999）提出在全力運動60秒時，其無氧代謝供能佔60%，在運動中主要是以有氧代謝供能為主，血乳酸常在3~5 mmol/L，在運動後血乳酸峰值出現較快，所以應在20秒左右採血，而次大運動強度，運動後血乳酸在6~10 mmol/L之間，運動後的峰值常在3~7分鐘出現；高強度運動，運動後血乳酸在10~20 mmol/L之間，其血乳酸峰值往往是在5~12分鐘出現。由於，影響血乳酸峰值的因素很多因此在實際測試中，應於運動後1、3、5、7、9、12、15分鐘採血，以確定其個人的峰值。一般而言，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，產生的血乳酸峰值越高，表示其無氧耐力越好，換言之，若其完成的功率大、血乳酸峰值高，說明其無氧糖酵解能力好，速耐力佳。

運動時血乳酸濃度的變化主要取決於運動的強度和持續時間並受運動方式、年齡、肌糖原貯備等因素的影響。以漸增強度的運動負荷試驗，研究血乳酸濃度與運動強度的關係發現，血乳酸濃度的變化與運動強度呈指數相關，其中，無訓練者在運動強度小於50至60%VO<sub>2max</sub>條件下，血乳酸濃度隨運動強度的增加而緩慢提高；在運動強度大於60%VO<sub>2max</sub>條件下，隨運動強度增加而快速提高；但有訓練

者，尤其是優秀耐力運動員，其血乳酸濃度快速積累所對應的運動強度則相對較高，通常在60至90%VO<sub>2max</sub>之間。

肌肉是生成乳酸最多的部位，肌乳酸透過肌細胞膜進入血液，即為血乳酸。血乳酸經常被視為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（林文強，1996；馮煒權，1998）。多位學者研究指出以4 mmol/L的訓練強度，最能有效提升有氧耐力，也常以4 mmol/L來判斷選手的有氧能力（Billat, 1996; Yoshida, Suda, & Takeuchi, 1982）。

Ekblom(1986)認為高強度運動持續時間和比賽中的血液中乳酸濃度有相互關係，競技水準越高，比賽後血乳酸濃度越高。Jacobs(1986)認為，血乳酸變數可視為運動表現或訓練的一種指標，Gollnick(1973)研究指出，血乳酸和運動時之強度與持續時間有關，運動強度越強則血乳酸值增加越快；血乳酸濃度指標，亦常被游泳教練作為擬定訓練計畫、監控運動強度負荷、檢測游泳選手生理情況、努力程度及過度訓練的一種生理指標（謝伸裕，2003）。

從游泳專項訓練來看應盡可能提高血乳酸耐受力，尤其是在100和200公尺游泳方面，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）。

運動強度的大小與血乳酸具有直接的關係，在一定範圍內，隨運動強度增大，血乳酸生成則增多（郭子淵，2001）。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；採血部位以方便迅速準確為主（陳莖斐、李寧遠，1997）。運動後血乳酸的測驗方法，

必須視研究目的而定。從過去的研究發現：安靜時血乳酸值約為 0.45~2 mmol/L 間，而峰值的出現因人而異。血乳酸值檢測是評價生理負荷強度最理想的生理指標，是運動生理學研究常用的指標（王健，2001）。因此，血乳酸能力被認定為評價運動能力的重要指標之一。肌收縮的外表動作特徵主要是收縮做功，做功的大小取決於肌肉收縮時的張力產生和收縮速度。人體在進行無氧運動時，血乳酸濃度的升高主要來自於肌肉內乳酸的擴散。血乳酸是在無氧條件下，丙酮酸經乳酸脫氫酶催化，於磷酸甘油醛脫氫作用時生成的 NADHH<sup>+</sup> 所還原而成，屬糖酵解的終產物。人體在任何運動的初期，只要能量需求超過有氧供能能力時，就有血乳酸生成（李石光、馬勇占，2005）。

#### 第四節 本章總結

回顧國內許多有關運動與血乳酸的文獻研究中，可以發現運動持續時間和血液中乳酸濃度有相互關係的。但在舉重領域上並無對舉重專項運動檢測血乳酸值研究，本研究是以舉重挺舉專項運動檢測血乳酸值，期望結果能提供教練及選手在訓練上有參考之依據，進而提高運動成績。

### **第三章 研究方法與步驟**

本章旨在說明研究過程中所採用的研究方法與步驟。

全章共分為五節，依序為第一節實驗對象；第二節實驗時間與地點；第三節實驗儀器與設備；第四節實驗設計與步驟；第五節資料處理與分析，茲分述如下：

#### **第一節 實驗對象**

本研究以台中縣立大里高中舉重隊男 10、女 7 位，共 17 位選手為研究對象，受試者過去三個月內各關節均無重大且會影響實驗數值的運動傷害產生。進行實驗前接受實驗說明，並填寫「受試者同意書」及「參與者基本資料表」，且在實驗中盡個人最大努力。

#### **第二節 實驗時間與地點**

本實驗前研究期間為 98 年 2 月至 98 年 7 月。正式實驗時間為 99 年 4 月 1 日~4 月 7 日。實驗地點於縣立大里高中舉重室。

### 第三節 實驗儀器與設備

本研究所需要的實驗儀器與設備，包含測量部份及資料處理部份：

壹、實驗器材：

一、訓練場（縣立大里高中舉重室）

二、攜帶型乳酸分析儀(YSI 1500-SOPRT,USA)

1.測試範圍：0-30mmol/L。

2.檢測速度：一分鐘內顯示結果。

3.樣本量：僅需 25  $\mu$ L 血液樣本即可檢測。

三、碼錶

四、皮尺

五、全自動身高體重計一台

六、國際舉重協會認可舉重槓鈴鐵片一組

#### 第四節 實驗設計與步驟

本研究之研究步驟如下圖所示：

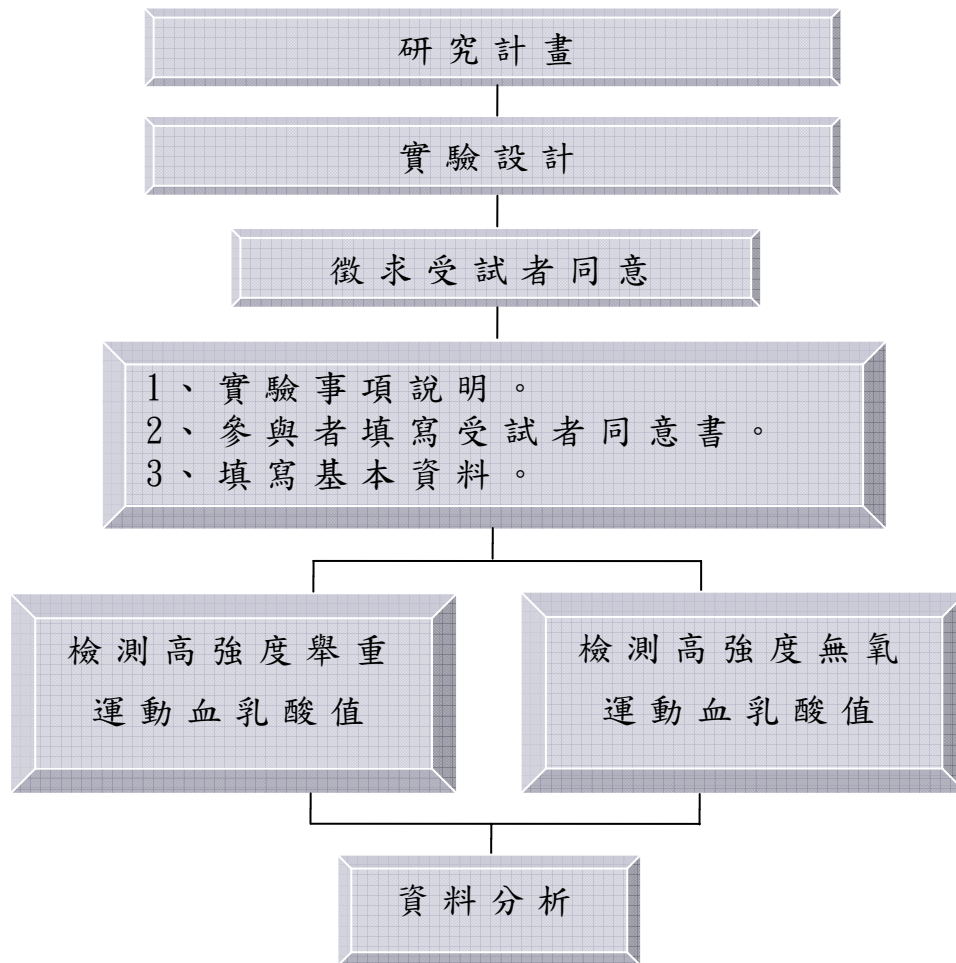


圖 3-1 研究步驟流程圖

## 一、實驗設計

本實驗檢測舉重選手血乳酸值，運動年資三年以上者，實驗先進行檢測試驗前血乳酸值，再進行舉重挺舉動作與立定三步跳兩項運動比較，觀察並記錄受試者第三分鐘、第五分鐘之血乳酸變化，再加以分析討論。

### （一）舉重運動能力檢測

目的：研究受試者在訓練時，挺舉運動能力之變化情形。

測量方法：在舉重訓練場上，挺舉動作最大反覆次數的 90%、95%開始進行測試，共進行三回合測試。

### （二）立定三步跳檢測

目的：研究受試者無氧能力的變化情形。

測量方法：選手在測試的時間內完成的距離愈遠，代表爆發力越好；距離越近，表示爆發力越差。

### （三）血乳酸分析

- 1、採取試驗前非慣用手指間血液。
- 2、運動後 1、3、5 分鐘採取非慣用手血液。
- 3、運動後的血液樣本以採血針收集。
- 4、將血液樣本注入血液分析儀（YSI 1500-SOPRT,USA），進行分析。

## 四、實驗步驟詳細說明如下：

本實驗依據個人練習習慣進行實驗前準備，依據個人之最大挺舉之 90%、95%重量時開始進行時間限制測驗。觀察運動後血乳酸的變化情形，進行實驗收集樣本資料。

- 1、填寫受試者同意書，瞭解實驗的過程與實驗後可能會產生的一些情形，加以說明，以及瞭解受試者身體健康的狀況。

- 2、受試者若是有情緒不佳或身體狀況不佳的情形，則另約時間，不予進行實驗。
- 3、實驗前30分鐘先啟動實驗儀器進行暖機與準備實驗器材。
- 4、為避免在實驗過程中參與者因熱身不足而受傷，故在開始實驗前十五分鐘請參與者自行依照個人習慣進行實驗前的各項準備活動，包括伸展操及到達實驗所需重量前較輕重量的挺舉動作熱身。
- 5、高強度舉重運動挺舉正式實驗
  - (1) 測量身體基本資料。
  - (2) 測量安靜期血乳酸值。
  - (3) 熱身達到90%重量進行第一次試舉，休息一分鐘後進行第二次試舉；休息二分鐘進行95%重量的第三次試舉。
  - (4) 測量運動後恢復期第3分鐘、第5分鐘的血乳酸的變化。
  - (5) 研究人員在實驗進行的同時，進行記錄儀器所得的資料的記錄。
- 6、立定三步跳正式實驗
  - (1) 測量身體基本資料。
  - (2) 測量試驗前血乳酸值。
  - (3) 進行熱身活動後，立即進行三回合立定三步跳檢測。
  - (4) 測量運動後恢復期第3分鐘、第5分鐘的血乳酸的變化。
  - (5) 研究人員在實驗進行的同時，進行記錄儀器所得

的資料的記錄。

## 第五節 資料擷取與分析

實驗所得資料以 SPSS for WINDOWS 12.0版統計套裝軟體進行分析：

- 一、以相依樣本單因子變異數分析，比較正式試驗前與完成三次挺舉試舉後及比較正式試驗前與完成三次立定三步跳後之血液中乳酸濃度差異。
- 二、以獨立樣本t檢定，以瞭解不同競賽成就背景、不同性別、不同時間乳酸值之差異。
- 三、所有結果以平均值±標準誤(mean ± SE)表示， $P < .05$ 達顯著水準。

## 第四章 結果

本研究針對中學舉重運動選手，進行舉重次最大強度運動前後乳酸值分析，以了解舉重選手運動前、後血乳酸是否有差異變化。

### 第一節 受試者基本資料

本研究之17名受試者平均年齡為 $17.10 \pm 1.25$ 歲，身高為 $166.90 \pm 7.23$ 公分，體重為 $64.10 \pm 8.07$ 公斤，運動年資為 $3.80 \pm 0.75$ 年（如表4-1）。

表 4-1 受試者基本資料

|     | 年齡<br>(歲) | 身高<br>(公分) | 體重<br>(公斤) | 運動年資<br>(年) |
|-----|-----------|------------|------------|-------------|
| 平均數 | 17.10     | 166.90     | 64.10      | 3.80        |
| 標準差 | 1.25      | 7.23       | 8.07       | 0.75        |

### 第二節 挺舉試舉結果

在分析中，以相依樣本單因子變異數分析，比較完成三回合次最大重量挺舉試舉在正式試驗前與完成三次挺舉試舉後第三分鐘及第五分鐘之血液中乳酸濃度差異，正式試驗前之乳酸濃度平均值為 $1.09 \pm 0.06$  mmol/L，完成三回合挺舉試舉後三分鐘之血乳酸濃度平均值為 $1.91 \pm 0.14$  mmol/L，完成三回合挺舉試舉後第五分鐘之血乳酸濃度平均值為 $1.44 \pm 0.12$  mmol/L，完成三回合挺舉試舉後第三分鐘之血乳酸值顯著高於正式試驗前， $F=18.43^*$ ， $p < .05$ 達顯著水準（如表4-2 4-3），完成三回合挺舉試舉後第五分鐘之血乳酸值顯著低於試舉後第三分鐘（ $P < .05$ ）（如圖4-1）。

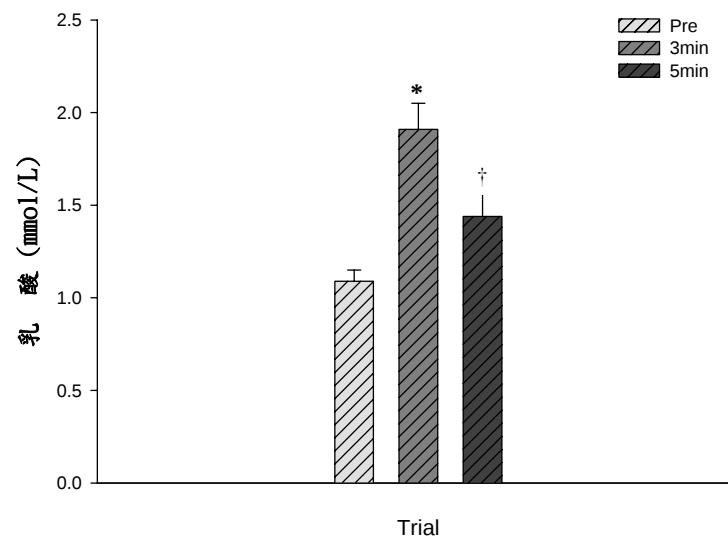


圖 4-1 次最大力量挺舉之 3、5 分鐘血乳酸濃度變化圖

註：完成三回合次強度重量挺舉之血乳酸濃度變化圖。Pre 為正試試驗前，3 min 為完成三回合挺舉試舉後第 3 分鐘，5 min 為完成三回合挺舉試舉後第 5 分鐘，"\*" 表示與 Pre 比較有顯著差異， $P < .05$ ，"†" 表示與 3 min 比較有顯著差異， $P < .05$ 。

表 4-2 挺舉後之血乳酸變異數分析摘要表

|        | SS    | df | MS   | F      | 事後比較    |
|--------|-------|----|------|--------|---------|
| 不同時間   | 5.74  | 2  | 2.87 | 18.43* | 1,3 < 2 |
| 組內     |       |    |      |        |         |
| 受試者間 S | 5.79  | 16 | .36  |        |         |
| 誤差     | 4.98  | 32 | .15  |        |         |
| 總和     | 16.53 | 50 |      |        |         |

註：\*  $P < .05$ ， $n=17$ ，1 安靜值，2 第三分鐘，3 第五分鐘

表 4-3 挺舉試舉之血乳酸平均數與標準差摘要表

|    |     | 平均數  | 標準差  | 最小值  | 最大值  |
|----|-----|------|------|------|------|
| 挺舉 | 安靜值 | 1.09 | 0.06 | 0.61 | 1.50 |
|    | 三分鐘 | 1.91 | 0.14 | 0.78 | 2.82 |
|    | 五分鐘 | 1.44 | 0.12 | 0.81 | 2.64 |

註：n=17，\* $p<.05$

### 第三節 立定三步跳前後之乳酸變化

在分析中，以相依樣本單因子變異數分析，比較完成三次立定三步跳在正式試驗前與完成後第三分鐘及第五分鐘之血液中乳酸濃度差異，正式試驗前之血乳酸濃度平均值為  $1.17 \pm 0.06$  mmol/L，完成立定三步跳後第三分鐘之血乳酸濃度平均值為  $4.32 \pm 0.57$  mmol/L，完成立定三步跳後第五分鐘之血乳酸濃度平均值為  $3.93 \pm 0.25$  mmol/L，完成三回合挺舉試舉後第三分鐘之血乳酸值顯著高於正式試驗前， $F=29.42$ ， $P<.05$ ，達顯著標準（如表 4-4、4-5），完成三回合挺舉試舉後第五分鐘之血乳酸值顯著低於試舉後第三分鐘（ $P<.05$ ）（如圖 4-2）。

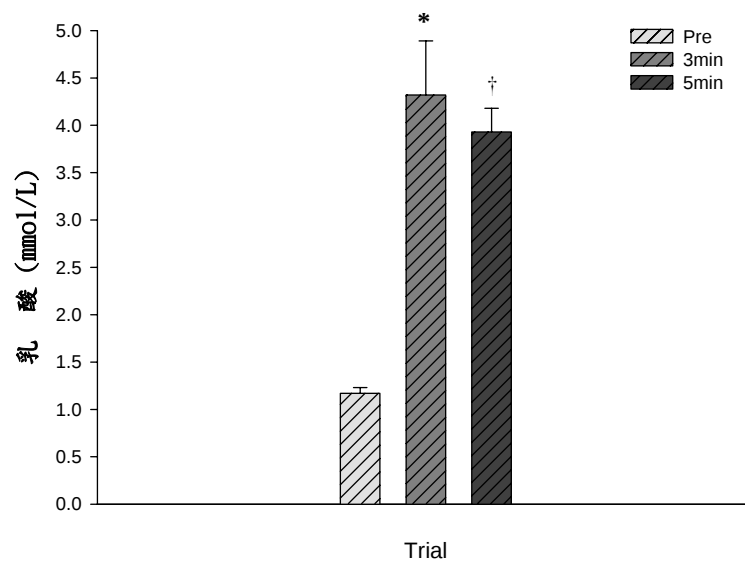


圖 4-2 立定三步跳試驗後之血乳酸濃度變化圖

註：完成三回合立定三步跳之血乳酸濃度變化圖。Pre為正試試驗前，3 min為完成三次立定三次跳後第3分鐘，5 min為完成三次立定三次跳後第5分鐘，“\*”表示與Pre比較有顯著差異， $P < .05$ ，“†”表示與3 min比較有顯著差異， $P < .05$ 。

表 4-4 立定三步跳後之血乳酸變異數分析摘要表

|        | SS     | df | MS    | F       | 事後比較    |
|--------|--------|----|-------|---------|---------|
| 不同時間   | 100.11 | 2  | 50.05 | 29.42 * | 1,3 < 2 |
| 組內     |        |    |       |         |         |
| 受試者間 S | 51.29  | 16 | 3.20  |         |         |
| 誤差     | 54.44  | 32 | 1.70  |         |         |
| 總和     | 205.85 | 50 |       |         |         |

註：\*  $P < .05$ ， $n = 17$ ，1 安靜值，2 第三分鐘，3 第五分鐘

表 4-5 立定三步跳之血乳酸平均數與標準差摘要表

|           |     | 平均數  | 標準差  | 最小值  | 最大值   |
|-----------|-----|------|------|------|-------|
| 立定<br>三步跳 | 安靜值 | 1.17 | 0.06 | 0.73 | 1.94  |
|           | 三分鐘 | 4.32 | 0.57 | 1.05 | 10.64 |
|           | 五分鐘 | 3.93 | 0.25 | 2.16 | 5.40  |

註：\* $p < .05$ ， $n = 17$

#### 第四節 運動成績與挺舉試舉之乳酸變化

在分析中，以獨立樣本單因子變異數分析，比較99年全國青年盃舉重錦標賽獲獎者與無獲獎者正式試驗前與完成三回合次最大重量挺舉試舉後之血液中乳酸濃度之差異，正式試驗前有獲獎者之血乳酸濃度平均值為  $0.97 \pm 0.23$  mmol/L，正式試驗前無獲獎者之血乳酸濃度平均值為  $1.67 \pm 0.2$  mmol/L， $t$ 值為  $-1.45$ ， $P = .16$ ，未達顯著性；完成三回合挺舉試舉後有獲獎者之第三分鐘血乳酸濃度平均值為  $1.74 \pm 0.12$  mmol/L，完成三回合挺舉試舉後無獲獎者之第三分鐘血乳酸濃度平均值為  $2.03 \pm 0.1$  mmol/L， $t$ 值為  $-1$ ， $P = .32$ ，未達顯著性；完成三回合挺舉試舉後有獲獎者之第五分鐘血乳酸濃度平均值為  $1.48 \pm 0.22$  mmol/L，完成三回合挺舉試舉後無獲獎者之第五分鐘血乳酸濃度平均值為  $1.41 \pm 0.11$  mmol/L， $t$ 值為  $0.23$ ， $P = .81$ ，未達顯著性（如表4-6）。正式試驗前無獲獎者之血乳酸濃度與完成三回合挺舉試舉後第三分鐘比有獲獎者有較高的趨勢，但未達顯著水準，完成三回合挺舉試舉後有獲獎者之第五分鐘比無獲獎者有較高的趨勢，但未達顯著水準（如圖4-3）。

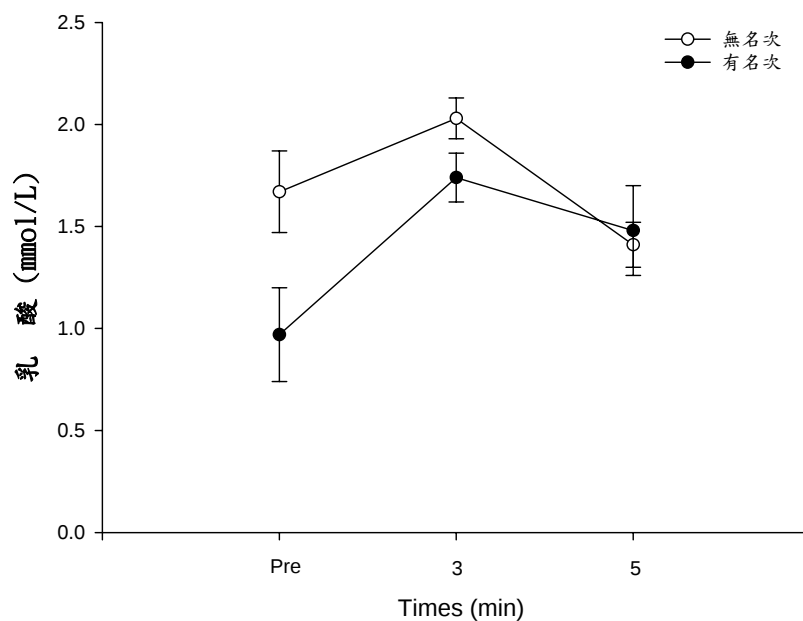


圖 4-3 不同層級選手挺舉試驗後之血液乳酸濃度變化圖

註：不同層級選手完成三回合次強度重量挺舉之血乳酸濃度變化圖。Pre 為正試試驗前，3 min 為完成三回合挺舉試驗後第 3 分鐘，5 min 為完成三回合挺舉試驗後第 5 分鐘，無名次為未獲獎運動員，有名次為有獲獎運動員， $\text{mean} \pm \text{SE}$ ， $n = 17$ 。

表 4-6 不同層級選手挺舉試舉後之血乳酸比較表

|         | 平 均 數 | 標 準 差 | t     | p 值 |
|---------|-------|-------|-------|-----|
| 安 靜 值   |       |       |       |     |
| 獲 獎 者   | 0.97  | 0.23  | -1.45 | .16 |
| 未 獲 獎 者 | 1.67  | 0.20  |       |     |
| 三 分 鐘   |       |       |       |     |
| 獲 獎 者   | 1.74  | 0.12  | -1    | .32 |
| 未 獲 獎 者 | 2.03  | 0.10  |       |     |
| 五 分 鐘   |       |       |       |     |
| 獲 獎 者   | 1.48  | 0.22  | 0.23  | .81 |
| 未 獲 獎 者 | 1.41  | 0.11  |       |     |

註：n=17，\* $p < .05$

### 第五節 運動成績與立定三步跳之乳酸變化

在分析中，以獨立樣本單因子變異數分析，比較99年全國青年盃舉重錦標賽獲獎者與無獲獎者正式試驗前與完成三次立定三步跳後之血液中乳酸濃度之差異，正式試驗前有獲獎者之血乳酸濃度平均值為  $1.17 \pm 0.9$  mmol/L，正式試驗前無獲獎者之血乳酸濃度平均值為  $1.24 \pm 0.7$  mmol/L，t值為 1.42， $P=.18$ ，未達顯著性；完成三次立定三步跳後有獲獎者之第三分鐘血乳酸濃度平均值為  $3.13 \pm 0.22$  mmol/L，完成三次立定三步跳後無獲獎者之第三分鐘血乳酸濃度平均值為  $4.99 \pm 0.81$  mmol/L，t值為 1.48， $P=.16$ ，未達顯著性；完成三次立定三步跳後有獲獎者之第五分鐘血乳酸濃度平均值為

3.61 ± 0.11 mmol/L，完成三次立定三步跳後無獲獎者之第五分鐘血乳酸濃度平均值為4.02 ± 0.34 mmol/L，t值為0.42，P=.68，未達顯著性（如表4-7）。正式試驗前無獲獎者之血乳酸濃度與完成三次立定三步跳後第三分鐘、第五分鐘比有獲獎者有較高的趨勢，但未達顯著水準（如圖4-4）。

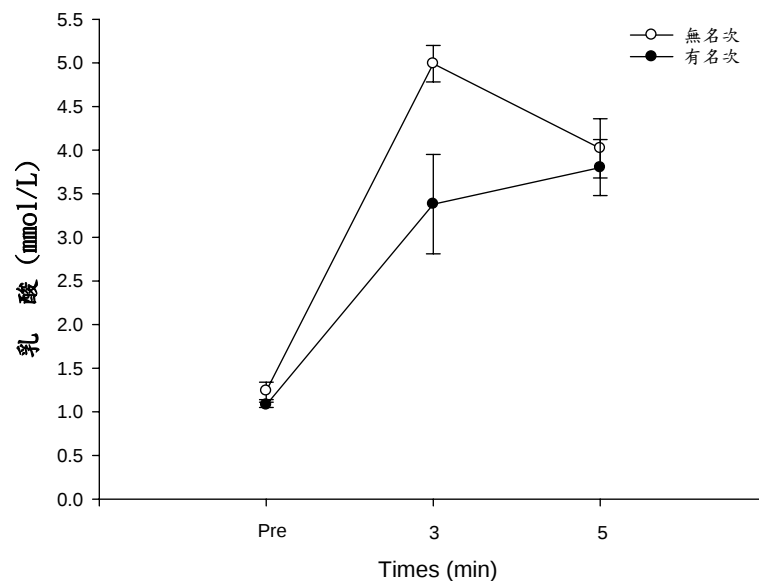


圖 4-4 不同層級選手立定三步跳試驗後之血乳酸濃度變化圖

註：不同層級選手完成立定三步之血乳酸濃度變化圖。Pre 為正試試驗前，3 min 為完成三回合挺舉試舉後第3分鐘，5 min 為完成三回合挺舉試舉後第5分鐘，無名次為未獲獎運動員，有名次為有獲獎運動員，mean ± SE，n = 17。

表 4-7 不同層級選手立定三步跳後之血乳酸比較表

|         | 平 均 數 | 標 準 差 | t    | p 值 |
|---------|-------|-------|------|-----|
| 安 靜 值   |       |       |      |     |
| 獲 獎 者   | 1.17  | 0.90  | 1.42 | .18 |
| 未 獲 獎 者 | 1.24  | 0.70  |      |     |
| 第 三 分 鐘 |       |       |      |     |
| 獲 獎 者   | 3.13  | 0.22  | 1.48 | .16 |
| 未 獲 獎 者 | 4.99  | 0.81  |      |     |
| 第 五 分 鐘 |       |       |      |     |
| 獲 獎 者   | 3.61  | 0.11  | 0.42 | .68 |
| 未 獲 獎 者 | 4.02  | 0.34  |      |     |

註：n=17，\* $p < .05$

## 第六節 不同性別次最大重量挺舉的乳酸差異

在分析中，以獨立樣本單因子變異數分析，比較男、女生正式試驗挺舉前與完成三回合挺舉試舉後之血液中乳酸濃度之差異，男生正式試驗前之血乳酸濃度平均值為  $1.12 \pm 0.08$  mmol/L，女生正式試驗前之血乳酸濃度平均值為  $1.05 \pm 0.11$  mmol/L，t值為 0.51， $P=.81$ ，未達顯著性；男生完成三次挺舉試舉後第三分鐘之血乳酸濃度平均值為  $2.00 \pm 0.18$  mmol/L，女生完成三次挺舉試舉後第三分鐘之血乳酸濃度平均值為  $1.79 \pm 0.24$  mmol/L，t值為 0.71， $P=.90$ ，未達顯著性；男生完成三回合挺舉試舉後第五分鐘之血乳酸濃度平均值為  $1.62 \pm 0.17$  mmol/L，女生完成三次挺舉試舉後第五分鐘之血

乳酸濃度平均值為  $1.18 \pm 0.11\text{mmol/L}$ ， $t$ 值為 2.05， $P=.17$ ，未達顯著性（如表 4-8）。正式試驗前無獲獎者之血乳酸濃度與完成三次立定三步跳後第三分鐘、第五分鐘比有獲獎者有較高的趨勢，但未達顯著水準（ $p > .05$ ）（如圖 4-5）。

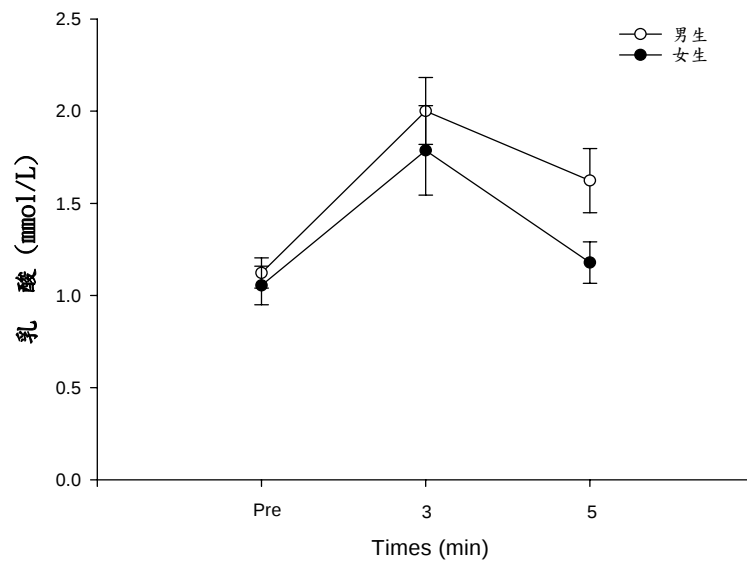


圖 4-5 挺舉試驗後之男女生血乳酸濃度變化圖

註：挺舉試驗後之男女生血乳酸濃度變化圖。Pre為正試驗前，3 min為完成三回合挺舉試舉後第3分鐘，5 min為完成三回合挺舉試舉後第5分鐘，男生為高中男運動員，女生為高中女運動員。

表 4-8 性別與挺舉試舉後之血乳酸比較表

|      | 平均數  | 標準差  | t    | p 值 |
|------|------|------|------|-----|
| 安靜值  |      |      |      |     |
| 男生   | 1.12 | 0.08 | 0.51 | .81 |
| 女生   | 1.05 | 0.11 |      |     |
| 第三分鐘 |      |      |      |     |
| 男生   | 2.00 | 0.18 | 0.71 | .90 |
| 女生   | 1.79 | 0.24 |      |     |
| 第五分鐘 |      |      |      |     |
| 男生   | 1.62 | 0.17 | 2.05 | .17 |
| 女生   | 1.18 | 0.11 |      |     |

註：\* $p < .05$ ， $n = 17$

### 第七節 性別與立定三步跳之血乳酸變化

在分析中，以獨立樣本單因子變異數分析，比較男、女生正式試驗挺舉前與完成三次立定三步跳後之血液中乳酸濃度之差異，男生正式試驗前之血乳酸濃度平均值為  $1.15 \pm 0.1$  mmol/L，女生正式試驗前之血乳酸濃度平均值為  $1.21 \pm 0.06$  mmol/L， $t$ 值為  $-0.45$ ， $P = .54$ ，未達顯著性；男生完成三次立定三步跳後第三分鐘之血乳酸濃度平均值為  $5.38 \pm 0.3$  mmol/L，女生完成三次立定三步跳後第三分鐘之血乳酸濃度平均值為  $2.81 \pm 0.29$  mmol/L， $t$ 值為  $2.79$ ， $P = .08$ ，未達顯著性；男生完成三次立定三步跳後第五分鐘之血乳酸濃度平均值為  $4.33 \pm 0.31$  mmol/L，女生完成三次立定三步跳後第五分

鐘之血乳酸濃度平均值為  $3.36 \pm 0.31 \text{ mmol/L}$ ， $t$ 值為 2.20， $P=.36$ ，未達顯著性（如表 4-9）。男生完成三次立定三步跳後第三分鐘與第五分鐘與女生相比均未達顯著水準（ $p < .05$ ）（如圖 4-6）。

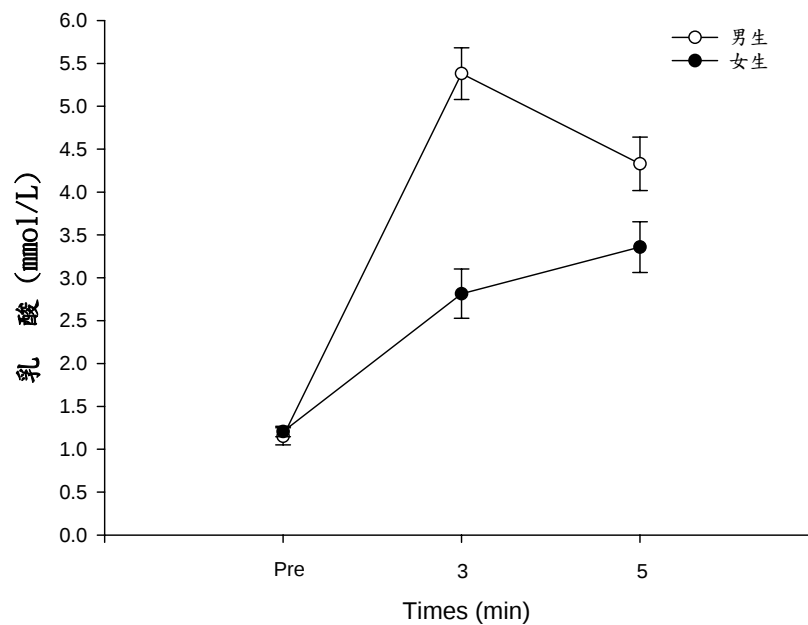


圖 4-6 立定三步跳試驗後之男女生血乳酸濃度變化圖

註：立定三步跳試驗後之男女生血乳酸濃度變化圖。Pre為正試試驗前，3 min為完成三回合挺舉試舉後第3分鐘，5 min為完成三回合挺舉試舉後第5分鐘，男生為高中男運動員，女生為高中女運動員。

表 4-9 性別與立定三步跳後之血乳酸比較表

|         | 平 均 數 | 標 準 差 | t     | p 值 |
|---------|-------|-------|-------|-----|
| 安 靜 值   |       |       |       |     |
| 男 生     | 1.15  | 0.10  | -0.45 | .54 |
| 女 生     | 1.21  | 0.06  |       |     |
| 第 三 分 鐘 |       |       |       |     |
| 男 生     | 5.38  | 0.30  | 2.79  | .08 |
| 女 生     | 2.81  | 0.29  |       |     |
| 第 五 分 鐘 |       |       |       |     |
| 男 生     | 4.33  | 0.31  | 2.20  | .36 |
| 女 生     | 3.36  | 0.31  |       |     |

註：\* $p < .05$ ， $n = 17$

## 第五章 討論

本研究為針對高中舉重運動員挺舉試舉前、後之血液乳酸值探討及立定三步跳前、後之血液乳酸值探討，乳酸是身體無氧代謝的中間產物，在35秒至10分鐘的運動乳酸值最高，爆發性運動項目乳酸較低，一般不會超過4 mmol/L，再重新開始運動時，血乳酸若不超過4-6 mmol/L時，則其負面之影響可忽略之(Weltman & Regan, 1983)。

### 第一節 挺舉試舉對血乳酸值變化之探討

無氧能力可以做為許多運動項目（包括團隊運動）在生理上重要條件的指標，而乳酸是檢測訓練後出現在血液中的乳酸含量（林正常，2004）。

在本研究中顯示，在進行次最大重量挺舉前血乳酸平均值  $1.09 \pm 0.06\text{mmol/L}$ ；在第三分鐘血乳酸平均值  $1.91 \pm 0.14\text{mmol/L}$ ；在第五分鐘血乳酸平均值  $1.44 \pm 0.12\text{mmol/L}$ 。血乳酸濃度在試舉前與次最大力量挺舉試舉前後血乳酸值安靜時，試舉後第五分鐘與試舉後第三分鐘血乳酸值有著顯著性的差異，在完成挺舉後三分鐘所測量的血乳酸值，高於完成挺舉後五分鐘所測量的血乳酸值。

向淑慧（1996）指出受試者安靜時血乳酸值與一般人血乳酸值沒有太大的差異，二組在運動前10分鐘的血乳酸值在0.8 mmol/l左右。運動後3分鐘是血乳酸值到達最高峰的時候，二組的血乳酸值平均在9.3 mmol/l左右。

Gollnick and Hermansen(1973)研究指出，肌肉和血液中乳酸值需要5~10分鐘才能達到平衡。運動強度愈高血乳酸

值也會增高（林文強，2000；馮煒權、翁慶章，1990）。各項運動教練常根據乳酸所得數值分析運動表現及訓練作為指標（楊錫讓，2001）。

林仁彬（1997）研究結果顯示，有氧運動強度負荷下，血乳酸最高值分別為9.21mmol/l。在梁錫華（1989）的研究報告中指出，目前常用逐漸增加運動負荷的方法來測量血乳酸值。一般採用4-5級的運動負荷。逐級負荷的強度要求是：第一級負荷血乳酸值在2-3mmol/l，第二級負荷血乳酸在3-4mmol/l，第三級負荷血乳酸在4-6mol/l，第四級負荷血乳酸在6-8mmol/l，第五級負荷血乳酸值不限。本研究結果的血乳酸值，就逐級負荷的強度來區分的話，是屬於第四級以上的負荷，應為強度較大的負荷（林仁彬，1996）。

運動與乳酸代謝都是運動生理、生化學家所關注的問題（王健，1989）。由於乳酸是人體能源物質在代謝過程中的一個重要的中間產物，其濃度在一定意義上反映了不同的供能體系，可以幫助教練瞭解自己對運動員實施的訓練手段實際強度是在有氧範圍還是在無氧範圍內；並根據實測結果所反應訓練強度的大小，定量調整訓練強度（梁錫華，1989）。所以，血乳酸的測定早在許多國家被視為控制訓練過程的一個重要手段（梁錫華，1989）。

同時學者也指出乳酸是肌肉活動時醣類代謝時的中間產物，長久以來備受運動教練及選手的關心，因為乳酸的堆積會干擾神經衝動傳導和肌肉縮收的能源，導致疲勞產生。60%堆積的乳酸被有氧代謝轉成二氧化碳和水，其餘40%則是轉化為葡萄糖和蛋白質，其中有少部分藉由尿液和汗水排出體外（Powers & Howiey, 1997；馮維權，1990）。

由此可知，血乳酸值在無氧運動的狀態下會有所上升，但在休息過後，會漸漸下降，依實驗結果來看，若有充份的休息，血乳酸值應該會恢復至安靜值的狀態。

## 第二節 立定三步跳對血乳酸值變化之探討

在本研究中顯示，在進行立定三步跳檢測前血乳酸平均值  $1.17 \pm 0.06\text{mmol/L}$ ；在第三分鐘血乳酸平均值  $4.32 \pm 0.57\text{mmol/L}$ ；在第五分鐘血乳酸平均值  $3.934 \pm 0.25\text{mmol/L}$ 。血乳酸濃度在檢測前與進行立定三步跳前後血乳酸值，立定三步跳後第三分鐘與試舉後第五分鐘血乳酸值有著顯著性的差異，在完成立定三步跳後三分鐘所測量的血乳酸值，高於完成立定三步跳後五分鐘所測量的血乳酸值，由此可知，血乳酸值在無氧運動的狀態下會有所上升，但在休息過後，會漸漸下降，依實驗結果來看，若有充份的休息，血乳酸值應該會恢復至安靜值的狀態。Mero(1988)以十九名有訓練及六名未訓練的青春期男子，研究發現主動恢復期血乳酸的排除大於被動恢復期。動態休息可使運動恢復期的乳酸較快排除，而 Bonen and Belcastro(1976)認為  $60\% \text{VO}_{2\text{max}}$  之強度，是乳酸排除最適合的強度。在這之前 Hermansen and Stensvold(1972)則認為  $60\% \sim 80\% \text{VO}_{2\text{max}}$  是乳酸排除的臨界強度，由於說法不盡統一，因此亦有以  $\% \text{AT}$  之相對強度(AT 即為 Anaerobic Threshold)來表示動態休息之強度，且效果較佳。

在劇烈運動過程中，糖酵解過程加強，乳酸大量生成已獲得量供機體代謝需要，運動強度越大，乳酸值就越高，據 Hermanson 指出，一次或多次最大強度運動時血乳酸可超過

20 mmol/l，人在重複動力性運動後，血乳酸可達30mmol/l，通常人們利用乳酸值來評定運動強度、指導訓練和進行醫務監督（陳元斌、俞旗，1990）。

另 Kaczynski, Montgomery, Koziris, Travlos and Turcotte(1988)，以溜冰、腳踏車和被動恢復等三種恢復方式測試，發現腳踏車恢復對降低血酸濃度以及增進運動表現上均勝過被動恢復；而在動態恢復的強度方面，大多數的研究指出，在30%~40%VO<sub>2max</sub>為最適宜的強度，超過非但無助於乳酸的排除，反會造成乳酸的堆積增多。

運動中乳酸的堆積與排除能力，是依據個人的有氧能力而定，有氧能力高者，乳酸排除速度亦快Neumann(1991)。在運動結束後3-5min，乳酸即開始排除(Mader & Hecks, 1986)。

### 第三節 運動成績與性別挺舉試舉之血乳酸探討

在本研究中顯示，正式試驗前有獲獎者之乳酸濃度平均值為 $0.97 \pm 0.23$ mmol/L，正式試驗前無獲獎者之乳酸濃度平均值為 $1.67 \pm 0.2$ mmol/L，t值為-1.45，P=.16，未達顯著性；完成三回合挺舉試舉後有獲獎者之三分鐘乳酸濃度平均值為 $1.74 \pm 0.12$ mmol/L，完成三回合挺舉試舉後無獲獎者之三分鐘乳酸濃度平均值為 $2.03 \pm 0.1$  mmol/L，t值為-1，P=.32，未達顯著性；完成三回合挺舉試舉後有獲獎者之五分鐘乳酸濃度平均值為 $1.48 \pm 0.22$ mmol/L，完成三回合挺舉試舉後無獲獎者之五分鐘乳酸濃度平均值為 $1.41 \pm 0.11$ mmol/L，t值為0.23，P=.81，未達顯著性。

林文發（1963）血中乳酸維持一定濃度，休息時動脈血

為 0.4-0.8 mmol/l，靜脈血為 0.45-1.3 mmol/l(Powers & Howley, 1997;王永盛，1994)。運動員在安靜時，血乳酸水準和正常人無差異，但是，運動員在比賽期或賽前，安靜時血乳酸值可比平常訓練日高 2-3 倍，這是由於賽前緊張，兒茶酚胺類物質分泌增多，使醣酵解代謝加強的結果。

Cabello Manrique and Gonzalez-Badillo(2003)發現男單羽球選手在比賽後運動員血乳酸值最高平均只有 4.51 mmol/L (李裕和，1996)，12 名受試者在羽球新賽制（7 分制）比賽之血乳酸最高值為 6 mmol/L，羽球舊賽制比賽（15 分制）之血乳酸最高值為 4.68 mmol/L（蔡慧敏，2003）。

林仁彬（1997）無氧運動強度部份，運動員的血乳酸值在運動後第五分鐘達最高值 7.14 mmol/l，第三十分鐘時顯著降低 3.90 mmol/l，顯示無氧運動強度負荷後，運動員的血乳酸消除較為迅速，應更能夠比較有氧與無氧運動之間的差異。

梁錫華（1989）研究指出在全力運動時如果成績提高了，血乳酸濃度也增加，這是糖無氧代謝能力提高的結果；如果運動成績下降，血乳酸濃度升高，說明運動員身體機能下降。如果在取得較好運動成績時，血乳酸濃度下降，說明運動員未能最大限度的動員無氧代謝能力。

另外還有一種情況，就是最大強度但低於 10 秒的反覆衝刺運動，此時理論上主要能量來源是 ATP-PC，但如果運動後血乳酸太高表示肌肉太早使用無氧醣酵解，所以對於球類運動員，此時有高的血乳酸表示能力較不好。

經過筆者的研究與以往的研究互相比較，筆者發現，在訓練後，血乳酸值上升後，往往會造成運動選手的疲勞，導致運動選手的運動水準、肌肉的爆發力等出現普遍降低的情

形，而這些運動水準、肌肉爆發力的降低，往往會對技擊類運動項目造成影響，進而影響運動表現。

## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究結果顯示：

- 一、在無氧運動狀態下，是藉由血乳酸的生成，產生能量。  
就實驗結果看來，不論是在挺舉動作後，或是立定三步跳後，所測得的血乳酸值，都有上升，這也證明了，在無氧運動的狀態下，是藉由血乳酸的生成，產生能量。
- 二、血乳酸值在運動後五分鐘低於運動後三分鐘，於此推論若有充份的休息，血乳酸值會恢復至安靜值。  
就實驗結果看來，運動完五分鐘所測得的血乳酸值，較運動完三分鐘所測得的血乳酸值低，在經過兩分鐘的休息後，血乳酸值就有所下降，因此若有充分的休息，血乳酸值會恢復至安靜時的血乳酸值。
- 三、挺舉動作、立定三步跳為無氧運動。  
舉重選手於挺舉動作前後的血乳酸值變化差異及立定三步跳前後的血乳酸值變化差異，血乳酸值有明顯的變化，由此可知，挺舉動作也是藉由血乳酸的生成，產生能量完成挺舉動作，因此挺舉動作為無氧運動。
- 四、對比全國獲獎選手與未獲獎選手，於挺舉動作前後的血乳酸值變化差異及立定三步跳前後的血乳酸值變化差異，兩者並無明顯差異。在對比全國獲獎選手與未獲獎選手，在完成挺舉動作後的血乳酸變化差異，雖然兩者在各自的血乳酸變化中都有明顯的變化，但若把兩者的變化加以比較發現，兩者之間並無明顯的差異。
- 五、對比男選手與女選手，於挺舉動作前後的血乳酸值變化

差異及於立定三步跳前後的血乳酸值變化差異，兩者並無明顯差異。在對比男選手與女選手，在完成挺舉動作後的血乳酸變化差異，雖然兩者在各自的血乳酸變化中都有明顯的變化，但若把兩者的變化加以比較發現，兩者之間並無明顯的差異。

## 第二節 建議

藉由訓練降低無氧運動時血乳酸變化的差異，如果過度的訓練，產生過多的血乳酸時，並不會增加更多的能量，反而會造成肌肉酸痛等後遺症，因此適度的訓練才是提升練習成果的最加方式。

藉由訓練降低無氧運動時血乳酸變化的差異，由研究結果可發現，在相等條件下，全國獲獎運動員，在運動前後，血乳酸的差異變化較小，因此訓練時，可藉由觀查血乳酸的變化，提升訓練的效果。

綜合以上兩點可得知，要提升訓練的效果，適度的訓練量，以及運動前後的血乳酸變化差異是很重要的，如果這兩點可以互相配合，融入運動員的訓練課程當中，相信對運動員成績的提升，有一定程度的幫助。

就臺灣舉重運動現況而言，仍是有進步空間，研究參考國外學者分析血乳酸值變化，以及分析訓練方法，對於提升我國舉重水平是有其必要性的。總結本研究有以下建議：

- 一、不過度訓練：學者研究指出以 4 mmol/L 的訓練強度，最能有效提升有氧耐力，也常以 4 mmol/L 來判斷選手的有氧能力，如長時間進行高強度、高負荷量的訓練，容易產生過多的乳酸值，造成反效果而增加受傷的風險。
- 二、充分休息時間：訓練過後需有充份的時間休息，如果過度的訓練，產生過多的血乳酸時，並不會增加更多的能量，反而會造成肌肉酸痛等後遺症，因此適度的訓練才是提升練習成果的最加方式。

訓練過後，適度的休息是非常重要的，由實驗結果可知，運動後五分鐘的血乳酸值，比運動後三分鐘的血乳酸值來的

低，因此訓練過後，需有足夠的休息時間，讓血乳酸值回到安靜值，而不是一直訓練不休息，這樣可能會造成乳酸殘留於肌肉中，造成肌肉酸痛，這樣不只無法增強訓練的功效，反而可能因肌肉酸痛，無法繼續接下來的訓練，造成反效果。

## 參考文獻

### 中文部份

- 王信淵（2004）。舉重運動員賽前急速減重對運動表現的影響。大專體育，81，45-49。
- 田麥久（2000）。運動訓練學。北京市：人民體育出版社。
- 向淑慧（1996）。運動前毫針刺激對籃球選手安靜期及恢復期生理反應之影響。未出版碩士論文，中國文化大學，台北市。
- 林正常、蔡崇濱、林信甫、林証東、吳柏翰、鄭景峰、傅正思、戴堯種譯（2004）。肌力與體能訓練，臺北縣：藝軒。
- 吳慧君（1999）。運動能力的生理評定。臺北市：師大書苑。
- 李石光、馬勇占（2005）。乳酸能系統在100米跑中的代謝特徵研究。山東體育科技，2(1)，100-102。
- 沙玲莉（2002）。中國古代角抵運動歷史之探析。文化體育。
- 林仁彬（1996）。毫針刺激對運動後恢復期血清生化值及EPOC的影響。中國文化大學，台北市。
- 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（1986）。運動科學與訓練。台北市：健行文化出版事業有限公司。
- 林正常（1997）。體適能的理論基礎。國立台灣師範大學。
- 林正常（1998）。運動生理學。台北市：師大書苑。
- 林正常、林昭庚、薩來欣（1995）。電針足三里穴與間使穴對激烈運動前後心跳率與攝氧量影響。臺灣師大體育，

1, 103-122。

林政東（2004）。運動員肌力訓練。臺北市：師大書苑。

林昭庚、林正常、薩來欣（1994）。耳穴貼壓刺激對運動前後心跳率影響之研究。中國中醫藥信息雜誌，5，95-100。

林麗娟、林宜學（1933）。乳酸與延遲性肌肉酸痛的關係。體育學報，16，299-311。

林文強（1996）。運動負荷的生化評定。廣州市：廣東高等教育出版社。

梁錫華（1989）。血乳酸指標在運動訓練中的應用，湖北體育科技，3，28-23。

郭子淵（2001）。應用生理生化指標對備戰第九屆全運會散打運動員賽前運動訓練控制的研究。安徽體育科技，92，64-69。

陳元斌、俞旗（1990）。不同狀態下人體血乳酸的變化。貴州體育科技，3，50-52。

陳吉棟（1994）。教練訓練指南。北京市：文史哲。

陳莖斐、李寧遠。血乳酸值在運動訓練上的應用。國立體育學院論叢。8，93-101。

馮煒權（1990）。血乳酸與運動訓練應用手冊。北京市：人民體育出版社。

馮煒權（1998）。運動訓練生物化學。北京市：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。北京市：人民體育出版社。

黃興裕（2003）。運動性疲勞與pH值。山東體育科技，25(4)，34-35。

- 楊秀成（2000）。舉重運動員的訓練應突出技術和力量的結合。南京體育學院學報，14(3)，67-68。
- 楊錫讓（2001）。運動生理學原理及應用。台北市：文化大學出版部。
- 詹貴惠、許美智、蔡溫義（1998）。舉重選手重量訓練後血液生化值的變化。中華體育，46，79-85。
- 劉宇、江界山、陳重佑（1996）。肌力與肌力診斷的生物力學基礎。台灣師大研究所，2，151-179。
- 蔡崇濱（1993）。血乳酸測量在跑步訓練上的應用。中華體育季刊，6，89-102。
- 蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳（2004）。運動訓練法。台北市：藝軒。
- 盧昌亞（2001）。運動性疲勞與pH值。山東體育學院學報，17(15)，26-30。
- 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。
- 謝勇（1994）。我國優秀舉重運動員成績增長的規律。中國體育科技，30(12)，41-49。
- 劉立宇（2000）。運動體適能-肌力。2010年4月1日，取自運動生理學，  
<http://140.123.226.100/epsport/fitness/show.asp?repno=55&page=1>
- 王健（2001）。血乳酸與運動強度。2010年4月20日，取自運動生理週訊，<http://140.123.226.100/epsport/mainep.asp>
- 郭志輝、喬德才（1994）。關於血乳酸測定方法的分析和比較，內蒙古體育科技，23(2)，9-13。

### 英文部份

- Bonen, A., and Belcastro, A. N. (1976). Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. *Med Sci Sports*, 8(3), 176-178.
- Cabello Manrique D, Gonzalez-Badillo JJ. (2003). Analysis of competitive badminton. *British Journal of Sports Medicine*. (1)62-66.
- Ekblom, B. (1986). Applied lactic acid of soccer. *Sports Medicine*, 3(1), 50-60.
- Fox, E. L., Bartels, R. L., Billings, C. E., O'Brien, R., Bason, R., and Mathews, D. K. (1975). Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. *Journal of Applied Physiology*, 38(3), 481-484.
- Hermansen, L., and Stensvold, I. (1972). Production and removal of lactate during exercise in man. *Acta Physiologica Scand*, 86, 191-201.
- Hultman, E., and Saholm, K. (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise and Sport Science Review*, 8, 41-128.
- Jacobs, I. (1986). Blood lactate. Implications for training and sports performance. *Sports medicine (Auckland, NZ)*, 3(1), 10-25.
- Mader, A. and Hecks, H. (1986). A theory of the Metabolic Origin or "Anerobic Threshold". *Int. J. Sports Med*, 7, 45-65.
- Mader, A., and Hollmann W. (1977). The importance of the elite rowers metabolic capacity in training and

- competition. *Beiheft zu Leistungssport*, 9, 9-59.
- Neumann, G. (1991). Zur Leistungsstruktur der Kurz- und Mittelzeitausdauer Sportarten aus sportmedizinischer Sicht, *Leistungssport*, 21, S29-S31.
- Foran, Bill (2001). High-performance sports conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics, 3-17.
- Sale, D. G. (1995). Testing strength and power. In J. D. MacDougall, H. A. Wenger, and H. J. Green, (Eds). *Physiological testing of the high-performance athlete*. Champaign, IL: Human Kinetics, 21-103.

## 附錄一 參與者同意書

題目：中學舉重運動員不同強度挺舉之血乳酸變化探討

研究者：蔡加惠

本研究目的在於分析持續性的專長運動訓練對舉重運動員的乳酸值變化分析。實驗次數共2次；為了使實驗能順利進行，除了我們的充分準備外，更需要你的瞭解並同意配合下列事項：

一、實驗時間：99年4月1日至4月7日。

二、實驗地點：大里高中舉重訓練場

三、實驗當天請穿著平時練習服裝，進行挺舉90%1下2組、95%1下1組練習，立定三步跳連續三次。在練習前、後進行非慣用手指尖採取血液樣本，並以攜帶型乳酸分析儀(YSI 1500-SOPRT,USA)分析。

本研究需要你的參與及合作才能進行，如你願意參予本研究，請在下欄填寫基本資料，表示願意遵守同意書內容。

所填資料為實驗用，絕不外流。

謝謝你的合作與協助！

同意者簽名：\_\_\_\_\_ 電話：\_\_\_\_\_

身高：\_\_\_\_\_ 體重：\_\_\_\_\_ 量級：\_\_\_\_\_

運動年資：\_\_\_\_\_年

最佳成績：抓舉\_\_\_\_\_kg 挺舉\_\_\_\_\_kg