

國立臺灣體育大學(桃園)
教練研究所碩士論文

夏季四週訓練對冬季兩項選手
射擊與耐力之影響

Effect of Four Weeks Summer Training on Shooting and Endurance
Performance of Biathletes

指導教授：張嘉澤 博士
研 究 生：陳建達 撰

中 華 民 國 九 十 七 年 六 月



國立臺灣體育大學(桃園)
National Taiwan Sport University

夏季四週訓練對冬季兩項選手射擊與耐力之影響

摘要

本研究旨在探討，夏季四週訓練對冬季兩項選手射擊與耐力表現之影響。**受試對象：**男、女各一位冬季兩項選手參與本研究。**方法：**以夏季訓練模式為依據，以發展冬季兩項所需的專項體能為目標，進行四週冬季兩項之夏季訓練，每週訓練六天。以個案分析方式探討選手在訓練後，基礎能力與專項能力之差異。**結果：**兩位選手之有氧與無氧閾值速度皆獲得提升，但在有氧與無氧閾值心跳率方面則無提升效果。專項測試跑步速度也獲得提升，且運動負荷心跳率能維持穩定的狀態。專項射擊命中率些微提升，但射擊時間表現無縮短效果。**結論：**從以上結果可以得知四週夏季訓練能提升本研究中冬季兩項選手之耐力能力，但對於射擊表現則較無提升效果。

關鍵字：冬季兩項、有氧-無氧閾值、耐力、射擊

Effect of Four Weeks Summer Training on Shooting and Endurance Performance of Biathletes

Abstract

This study was done to discuss which four weeks summer training is best for improving shooting and endurance performance of Biathletes. One male and one female volunteered for this investigation. The basis of training plan was according to summer training program, the purpose of training was to develop Biathlon's specific conditions. The training program consisted 4 weeks period, six times a week. All the data was analyzed by case study to examine the difference of basic conditions and specific conditions. The results indicated that two subjects have significantly increased in Aerobic and Anaerobic threshold's speed, but the part of heart rate performance was no significantly effect. The performance of running speed on specific test was improved, and the performance of heart rate was presented the phenomenon of steady-state. There was slightly improvement on shooting efficiency, and the evolution of shooting time has no significantly change. It was concluded that four weeks summer training was beneficial for Biathletes in this study on their capacity of endurance, and was no significantly improvement on shooting performance.

Key Words: Biathlon, Aerobic-anaerobic threshold, Endurance, Shooting

致 謝 詞

能夠順利完成此篇論文，首先要感謝指導教授－張嘉澤博士的指導與薰陶，除了理論知識上的授業解惑外，訓練實務上的分享與交流更讓我於在學期間受益良多，在運動訓練領域上更上一層樓。次要感謝中華民國射擊協會郭孟熙教練提供台灣現有的兩位冬季兩項選手，也感謝永健、弋晴兩位選手的全力配合，以及口試委員呂欣善、詹元碩老師的撥允指導，在此致上最誠摯的敬意與感謝。

能完成碩士學位，特別感謝所上的師長黃啓煌所長、季力康老師、湯文慈老師、張嘉澤老師、詹貴惠老師的教導與協助，以及助教月娥姐、訓練生理組夥伴們的幫忙與鼓勵，這些都是我能順利取得學位的助力，在此致上十二萬分敬意與感激。

最後要感謝的是家人給我的支持，父母親辛苦供我順利完成學業，是我最大的支助。願以此論文獻給我所有的師長與親友！

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
致謝	III
目錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VII

第壹章 緒論

第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	5
第三節 研究目的	9
第四節 研究範圍與限制	9
第五節 名詞解釋	10

第貳章 文獻探討

第一節 耐力訓練之相關文獻	12
第二節 冬季兩項之相關文獻	15
第三節 文獻總結	18

第參章 研究方法

第一節 研究對象	19
第二節 檢測時間與地點	20
第三節 實驗流程	21
第四節 檢測項目與方法	24
第五節 訓練內容與方法	27
第六節 實驗儀器與設備	30

第七節	資料處理與統計分析	30
第肆章 結果與分析		
第一節	基礎耐力測試(2-4mmol/l)分析	32
第二節	專項（跑步-射擊）能力測試分析	35
第三節	無氧閾值對專項（跑步-射擊）能力之關係	51
第伍章 討論		
第一節	基礎耐力能力	54
第二節	專項（跑步-射擊）能力	55
第三節	無氧閾值對專項(跑步-射擊)能力之關係	58
第陸章 結論與建議		
第一節	結論	59
第二節	建議	60
參考文獻		
	中文部分	61
	外文部分	61
附錄		
附錄一	受試者同意書	66
附錄二	運動能力診斷疾病調查表	67

表 目 錄

表 1-1	冬季兩項越野滑雪與射擊距離之規則-----	4
表 3-1	冬季兩項男、女選手基本資料表-----	19
表 3-2	基礎(2-4mmol/l)測試-----	25
表 3-3	冬季兩項訓練內容與方法-----	28
表 3-4	快速力量訓練方式與內容-----	29
表 3-5	滑輪訓練方式與內容-----	29
表 4-1	基礎耐力前(T1)、後測(T5)閾值速度與心跳率-----	34
表 4-2	男選手 5km 分段(1000m)跑步速度平均值與標準差---	35
表 4-3	女選手 3km 分段(1000m)跑步速度平均值與標準差---	36
表 4-4	男選手 5km 分段(1000m)心跳率平均值與標準差-----	39
表 4-5	女選手 3km 分段(1000m)心跳率平均值與標準差-----	40
表 4-6	男選手 5km 專項測試血乳酸分析-----	43
表 4-7	女選手 3km 專項測試血乳酸分析-----	44
表 4-8	男選手射擊表現與心跳率分析-----	47
表 4-9	女選手射擊表現與心跳率分析-----	48

圖 目 錄

圖 1-1	各運動項目最大攝氧量比較-----	7
圖 1-2	乳酸閾值與能量代謝關係-----	11
圖 3-1	實驗流程圖-----	22
圖 3-2	檢測流程圖-----	23
圖 3-3	專項(跑步-射擊)檢測方式-----	26
圖 4-1	男選手 2-4mmol/l 基礎耐力前(T1)、後測(T5)心跳率 及乳酸值-----	32
圖 4-2	女選手 2-4mmol/l 基礎耐力前(T1)、後測(T5)心跳率 及乳酸值-----	33
圖 4-3	男選手 5km 跑步總時間之分析-----	37
圖 4-4	女選手 3km 跑步總時間之分析-----	38
圖 4-5	男選手 5km 跑步平均心跳與速度之分析-----	41
圖 4-6	女選手 3km 跑步平均心跳與速度之分析-----	42
圖 4-7	男選手專項測試前(T1)、中(T3)、後測(T5)比較-----	45
圖 4-8	女選手專項測試前(T1)、中(T3)、後測(T5)比較-----	46
圖 4-9	男、女選手射擊時間之分析-----	49
圖 4-10	男、女選手射擊穩定性分析-----	50
圖 4-11	男選手無氧閾值對專項測試最大乳酸堆積之影響-----	51
圖 4-12	女選手無氧閾值對專項測試最大乳酸堆積之影響-----	52

第壹章 緒論

第一節 研究背景

冬季兩項(Biathlon)的英文名稱 Biathlon 來自希臘語，是兩項競賽的意思。根據研究指出冬季兩項比賽結束後乳酸值最高可達 14mmol/l(Åstrand, Hallbäck, Hedman, and Saltin, 1963)，因此它是冬季奧運中體能負荷最強的項目之一，由越野滑雪與步槍射擊所相互結合而成，將動態與靜態的運動項目結合在一起，也增加了比賽的困難度、刺激感，因此在歐洲，冬季兩項運動深深地獲得電視和現場觀眾的喜愛。在冬季兩項比賽中，達成最佳運動表現須取決於各種不同的專項能力與技術(Augustín and Moravec, 2002)。比賽時，運動員必須腳穿滑雪板，手持滑雪杖，身背指定用的小口徑步槍，沿著標記的滑道於雪地上滑行，並按照正確的方向、順序滑完預定的全程，每滑行一段距離需進行一次射擊，運動員必須射擊指定標靶，若未能成功命中標靶，則會被累加抵達終點的時間或是增加滑行距離當作處罰。當中，以最少時間完成賽程的即為優勝者。冬季兩項也是冬季奧運會項目中唯一要求運動員在比賽時迅速由動態轉為靜態，再由靜態過渡到動態的項目。

冬季兩項運動歷史悠久，先人們為了在雪地裡跑的更快，發明了雪杖和滑雪板。為了快速尋找和追捕禽獸，並舉槍射擊，他們在長期的生活和生產戰爭中，練就了超高的滑雪技術和運用武器的能力。所以在急速滑行中尋找和追捕獵物，這就是現代冬季兩項的雛型。在挪威、荷蘭和瑞典等北歐國家的一些約 4000 多年前的石製雕刻品中，就刻有兩人足

蹬雪板，手持棍棒在雪地裡追捕動物的情景。據說冬季兩項運動起源於斯堪地那維亞區的挪威，從遠古時代人類滑雪狩獵演變得來，是一項非常貼近生活型態的運動，北歐人過去總是滑著雪打獵以獲取食物，後來又是滑著雪、帶著武器來保衛自己的國家。1539 年瑞典大主教瑪格奴斯在書中記載了滑雪射擊第一次演變成體育運動。1767 年挪威邊防軍的滑雪巡邏隊舉行了一場由越野滑雪與射擊組成的比賽，在滑行的過程中須以射擊方式擊中約 40-50 步遠的標靶，這比賽可能是有文字記錄中，世界上最早的冬季兩項比賽，也是冬季兩項的正式開始，不但提供了娛樂效果，更對軍事訓練有好的補強作用。而該地於 1861 年組成的越野滑雪俱樂部，1912 年挪威軍隊在奧斯陸舉行了名稱“爲了戰爭”的滑雪射擊比賽，其後冬季兩項逐漸在歐美國家發展，成爲一種體育運動項目。

冬季兩項在 1924、1928、1936 和 1948 年冬季奧運會上被列爲表演項目，到了 1949 年國際奧委會決定正式爲冬季兩項制定規則，1955 年冬季兩項被官方認可，1958 年於奧地利舉行第一屆世界現代冬季兩項錦標賽，後於 1960 年第八屆美國史奎谷冬季奧運中男子冬季兩項被列入正式項目之一，32 年後女子冬季兩項也正式成爲比賽項目之一，並於 1993 年 7 月 2 日英國倫敦成立了國際冬季兩項聯盟(International Biathlon Union, IBU)。目前由國際冬季兩項聯盟舉辦的主要賽事有：冬季兩項世界錦標賽、冬季兩項世界盃、冬季兩項歐洲錦標賽、冬季兩項歐洲盃。

現時冬季奧運中的冬季兩項共有 10 個小項(如表 1-1)，男子 20km 和女子 15km 個人賽、男子 12.5km 和女子 10km 追逐賽以及男子 15km 和女子 12.5km 集體出發六個項目射擊

4 次，射擊姿勢及順序為卧射、立射、卧射、立射，每次 5 發子彈。男子 10km 競速賽、女子 7.5km 競速賽和男女 4×7.5km 接力均射擊兩次，射擊姿勢及順序為卧射、立射，個人賽每次 5 發子彈，接力賽每人每次 8 發子彈。在比賽中越野滑雪皆採用自由式，滑行的圈數也會因場地的大小有所不同，進行立姿射擊時選手必須先停下腳步，將雪杖放在地上才能射擊，卧射時選手需將肘部支撐在地上射擊。在個人項目和競速賽中，選手可以選擇靶位。在追逐賽和集體出發賽中，率先抵達射擊點的選手進入 1 號靶位，第二個到達的進入 2 號靶位，以此類推。男子 20km、女子 15km 個人賽，以時間計算成績，每 30 秒出發一人。四次進入靶場(依次進行卧射、立射、卧射、立射)。脫靶一次加罰 1 分鐘。時間最快者為優勝者。男子 10km，女子 7.5km 競速賽，以時間計算成績，每 30 秒出發一人。兩次進入靶場(依次進行卧射和立射)，每脫一靶加罰一圈 150m，時間最少的選手為優勝者。男子 12.5km，女子 10km 追逐賽，取得競速賽前 60 名的選手參加追逐賽，選手依次出發。在競速賽中所取得的時間上優勢帶入追逐賽，率先抵達終點的選手為優勝者。共四次進入靶場(兩次卧射、兩次立射)，每脫一靶加罰一圈。男子 15km，女子 12.5km 集體出發賽，選手一起出發，四次進入靶場(先兩組卧射，然後兩組立射)。每脫一靶時間加 1 分鐘，率先抵達終點的選手為優勝者。男子 4×7.5km，女子 4×7.5km 接力賽，選手一起出發，每隊每名選手均兩次進入靶場(先卧射然後立射，可以有額外的三彈)，每脫一靶加罰一圈 150m。

表 1-1 冬季兩項越野滑雪與射擊距離之規則

	比賽距離 (km)	射擊位置	射擊間距 (km)	滑雪路線 高度差(m)	最大坡長 (m)	總坡長 (m)
男子	10km	2.5-7.5km 之間	3	200	75	300~ 450
	12.5km	在 2.5、 5、7.5 及 10km 處	2.5	200	75	350~ 500
	15km	在 3、6、9 及 12km 處	3	150	75	400~ 500
	20km	4-17km 之 間	3.5	200	75	600~ 750
	4×7.5km (接力)	分別在 2.5 及 5km 處	2.5	100	75	210~ 300
女子	7.5km	在 2.5 及 5km 處	2.5	100	75	210~ 350
	10km	在 2、4、6 及 8km 處	2	100	75	200~ 350
	12.5km	在 2.5、 5、7.5 及 10km 處	2.5	100	75	350~ 500
	15km	2.5-12.5km 之間	3	150	75	400~ 500
	4×7.5km (接力)	分別在 2.5 及 5km 處	2.5	100	75	210~ 300

第二節 研究動機

冬季兩項是一項必須於雪上競賽的運動，由於氣候關係，歐洲地區發展較為便利，因此已相當盛行，反觀亞洲地區，只有少數緯度或海拔較高的區域利於訓練，所以增加了推廣的困難度。

位於亞熱帶地區的台灣，冬季平地不會下雪，也沒有適合冬季兩項訓練的場地，加上出國移地訓練與裝備採購花費昂貴，是造成冬季兩項選手人數稀少的主要原因。由於現代五項暨冬季兩項協會的大力推廣、支持下，使得選手數目日益增加。選手身分大多屬於學生，爲了進行雪上的專項訓練，選手必須長時間的移地練習，因此造成選手課業方面的延遲，故大多數的時間必須於台灣接受陸上訓練，基於以上種種因素，更應該探討出適合於陸地上的訓練方式，或是適合台灣選手的訓練課表，提供教練參考方針。

冬季兩項運動在近 20 年來發展很快。過去，許多國家只在軍隊中開展，而現在也推廣到群眾之中，許多國家都以俱樂部的型態培養選手，因此國際比賽逐年增多，參加比賽的各國運動員也逐年增加，滑行技術全面、射擊技術好、命中率達百分之百的優秀運動員增多了，故比賽獲勝的重點在於運動員是否擁有能負擔激烈滑雪與轉換至靜止射擊的優越體能條件，優秀的冬季兩項選手不但需要有如馬拉松選手的體力，也應該可以在滑雪後立即地使他們的心跳率緩和，並作有效地射擊。

耐力性運動其時間於 30 分鐘至 4 小時之間，運動中需要長時間的動力輸出與維持。越野滑雪即是屬於一項體能負荷強大的耐力性運動，比賽距離從 10~20km，完成的時間介於

30~60 分鐘之間，由此得知，其能量代謝之 85~100% 主要為有氧系統所供應，因此冬季兩項選手須具備較高的最大攝氧量、肌肉氧化酶活性及無氧閾值 (Martin and Hoffman, 1993)。最大攝氧量是影響越野滑雪的主要因素之一，大部分優秀的越野滑雪選手最大攝氧量可達 $80 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，冬季兩項選手約為 $73 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (如圖 1-1)，選手以最大努力或接近最大努力的方式運用大肌肉群於上、下坡間歇的環境中比賽，可以說明了最大攝氧量對越野滑雪運動的重要性。為了在比賽中有好的表現，選手不只需要有最大攝氧量，也要能在長時間下負荷最大攝氧量的能力。乳酸閾值是最大攝氧量的百分比，運動強度超過閾值時，乳酸濃度會相對提高。若運動強度低於乳酸閾值，乳酸濃度即能保持穩定，則可以延長運動的時間。通常一般人的乳酸閾值為最大攝氧量的 50-60%，而越野滑雪選手至少可達 80-90%。因此擁有較高的最大攝氧量與乳酸閾值可以使選手在越野滑雪的表現上持續地維持高速度來進行比賽。能在射擊前維持高速度的滑雪表現，是在比賽取得優勢的因素之一 (Gros Lambert, Candau, Belli, and Rouillon, 1997)。此外，無氧能力在越野滑雪上也扮演著不可忽視的角色，當比賽進入最後階段時，選手成績排名不分軒輊，此時無氧能力可以供應選手作最後的衝刺，也是比賽勝負的關鍵之一。

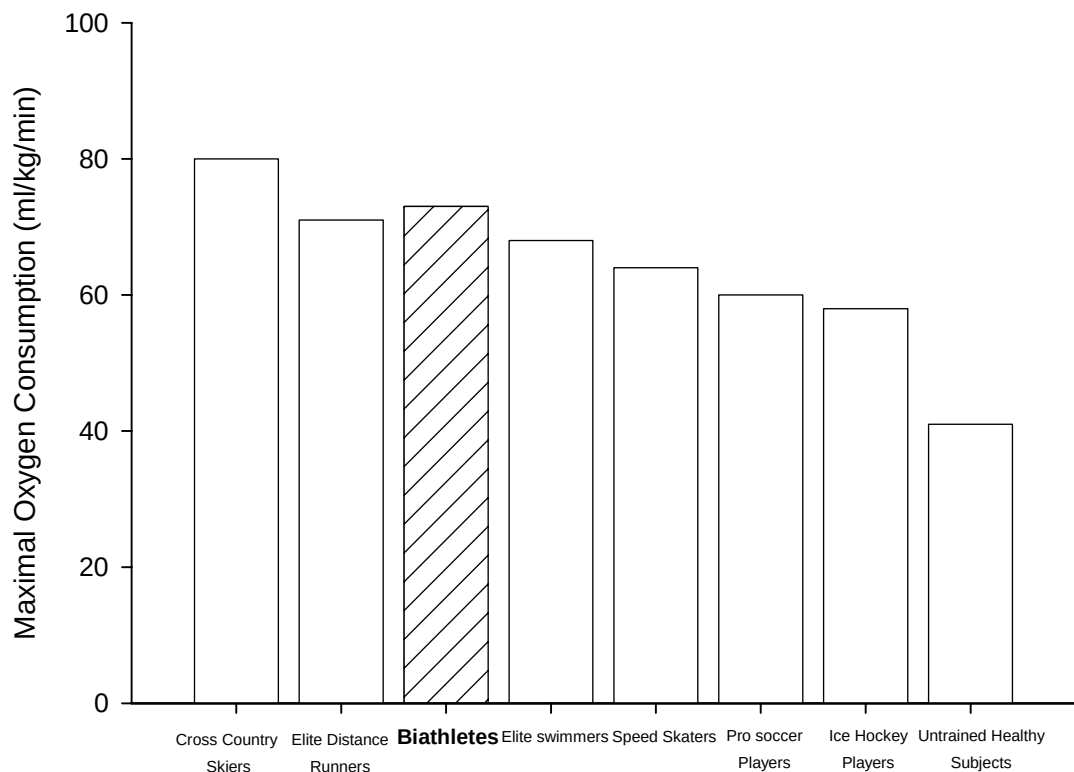


圖 1-1 各運動項目最大攝氧量比較 (James and Sami, 2004)

越野滑雪的特性是快速激烈地，而射擊則是一項在原地相對靜止的條件下進行的運動，把這兩種特點不同的競賽項目結合在一起的冬季兩項運動，要求運動員既要有能在激烈運動的情況下迅速轉入原地相對靜止的技能，又要有在原地相對靜止中迅速轉入激烈運動的能力。運動員體能上不僅要負荷激烈的滑雪過程，又要有在體力負擔的情況下迅速射擊的能力。冬季兩項選手需要配合射擊的姿勢來調整狀況，並在最短時間內完成射擊動作 (Hoffman, Gilson, Westenburg and Spencer, 1992)。在越野滑雪和射擊轉換間，爲了達成最

大動力輸出，每位選手也必須瞭解如何最佳地分配動力與力量。這項運動可說是一項全能性的雪上運動項目。

運動員擁有良好的耐力能力可以在長時間的比賽中達成理想的表現，也可延緩疲勞、衰竭的情況發生，與防止運動傷害。故耐力訓練是使身體承受負荷於某些頻率和長時間比賽中的關鍵因素之一。耐力訓練能提升氧氣利用速率，不僅增加心臟每跳輸出量及微血管數目，運動時肌肉的血液量也會增加，供應更多的氧氣使用。Hollooszy (1967)、Hollooszy and Coyle (1984)皆提出耐力訓練可以增加肌肉中粒腺體的密度，提升供應能量的酵素活性，促進氧化的新陳代謝，使肌肉能夠更有效率地利用氧氣，以有氧方式提供運動中所需的能量，減少乳酸的產生和堆積，減緩肌肉疲勞的現象，加速身體恢復能力，能夠長時間的維持一定的運動強度。依據冬季兩項國際規則，選手有 2-4 次由高強度滑雪轉入靜態射擊的機會，不但在越野滑雪上講求快速，進入射擊時也要做到精準，因此選手的耐力將是決定勝負的關鍵。投入耐力性訓練是冬季兩項選手必備的訓練計畫之一。

本研究是以培養冬季兩項專項耐力為訓練目標，進行四週的陸上耐力訓練。經過四週的耐力訓練後進行後測(訓練效果評估)，後測是依據 Neumann (1991)生理適應原理(4-6 週)為人體適應週期。結合基礎與專項體能的診斷，排定訓練計畫與訓練準確的劑量，是作為科學化訓練的不二法門，因此瞭解透過四週的夏季訓練對冬季兩項選手專項運動能力表現之影響，是本研究首要的動機，透過研究結果以作為冬季兩項教練及選手排定訓練計畫的參考方針。

第三節 研究目的

本研究是以冬季兩項選手於夏季時的訓練方法為依據，針對冬季兩項所需之專項能力為訓練方法，進行四週、每週訓練六天。針對冬季兩項選手的基礎耐力(2-4mmol/l)、專項能力(跑步-射擊表現)，探討訓練前、後之差異。

本研究目的如下：

- 一、探討冬季兩項選手在四週夏季訓練前後基礎耐力(2-4mmol/l)之差異。
- 二、探討冬季兩項選手在四週夏季訓練前後對提升專項能力(跑步-射擊表現)之效果。

第四節 研究範圍與限制

- 一、本研究是以兩位高雄市左營高中冬季兩項選手為研究對象，無法將結果推論於不同環境、不同層級、不同地區選手身上。
- 二、因台灣冬季兩項選手數目有限，目前有從事訓練者，僅僅只有左營高中的兩位選手，故本研究將以個案探討方式，說明選手訓練前、後之變化。
- 三、對於選手在測試過程中全力配合之動機強弱只能以口頭上鼓勵，無法監測。

第五節 名詞解釋

一、冬季兩項

冬季兩項是從斯堪地那維亞半島發展出來的一項冬季奧運項目，結合越野滑雪與步槍射擊，是早期這些地區居民生活不可或缺的方式。因為滑雪是交通動力，射擊則是食物來源。比賽時選手出發後，滑雪經過一段距離之後，抵達射擊區，向位於 50 公尺外的目標靶區射擊，每個目標靶區有五個靶位，必須全部命中，否則會被加時間或罰加距離，一趟比賽共有四個射擊區。

二、基礎耐力(2-4mmol/l)，如圖 1-2

(一)有氧閾值(2mmol/l, Aerobic Threshold)：

指發生在無氧閾值之前，血乳酸濃度高於安靜值，介於 2-4mmol/l 之間，其能量代謝以脂肪為主。透過乳酸分析軟體可算出，選手有氧閾值的速度與心跳率，可作為有

(二)無氧閾值(4mmol/l, Anaerobic Threshold)：

指運動中血乳酸濃度開始產生堆積，其值超過 4mmol/l，此時的運動強度稱為無氧閾值，其能量代謝主要以碳水化合物為主。透過乳酸分析軟體可得知，選手無氧閾值速度與心跳率。

三、專項(跑步-射擊)能力

本研究所指的專項能力是用來診斷冬季兩項選手專項能力的表現，因天候與場地的限制，所以採用與比賽負荷型態較相近的方法來進行。跑步是一項全身性的運動，因此與滑雪的運動型態較為相似，故以跑步-射擊的方式來診斷冬季兩項選手之專項表現，選手以跑步方式取代滑雪，並作間歇性的射擊。

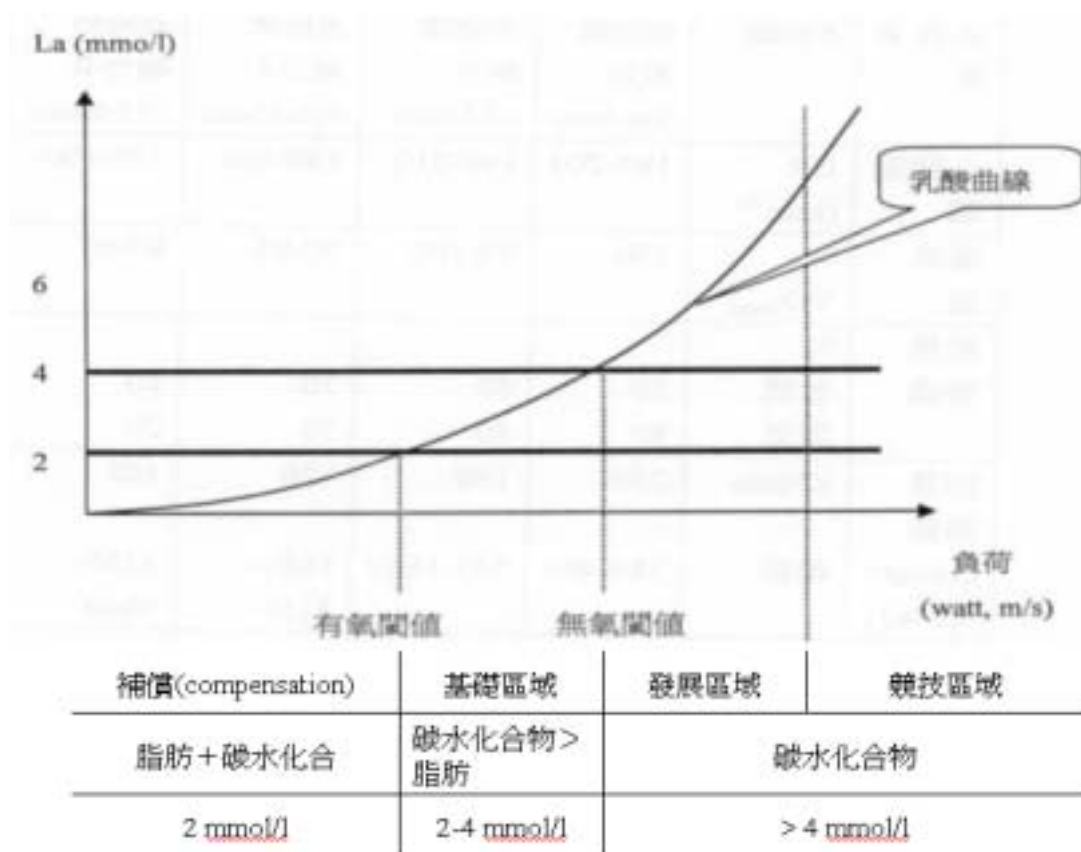


圖 1-2 乳酸閾值與能量代謝關係 (Mader, 1976)

第貳章 文獻探討

本章內容共分兩個部分進行探討，其分別為：一、耐力訓練之相關文獻；二、冬季兩項之相關文獻。

第一節 耐力訓練之相關文獻

一、耐力訓練對心跳率影響之文獻

心跳率是最能直接反映生理機能的有效指標，不僅能快速獲得訓練時生理反應，也能立即對訓練強度作調整。在耐力訓練下，可使心肺適能改善，每跳輸出量增加，安靜心跳率下降，安靜時血壓下降，紅血球數增加(Jackson, Beard, and Wier, 1995)。有許多研究指出規律耐力訓練，可降低穩定狀態下的非最大運動及安靜心跳率，非最大運動後之心跳率也會較快恢復至安靜心跳率。Koch and Rucker (1980)也指出，在 4-6 週的耐力運動，身體便會做出適應，心臟輸出量增加，血漿容量增加，身體血液容量增加，血紅素總量增加。

黃榮松等人(2001)以 42 位男性分長跑、短跑、控制組三組，所有訓練結束後，接著做 12 分鐘跑走測驗，研究發現長期從事運動訓練，尤其是長跑訓練有助於心肺適能提升，安靜心跳率下降。

越野滑雪屬於有節奏、持續性的運動，肌肉需要大量的使用氧氣，因此從空氣到肌肉組織的氧攝取與運輸必須提升交換率。一般來說，耐力訓練之效果首先適應的是心肺系統，使氧氣攝取量及交換效率提升，可提升最大攝氧量能力約 20% (Arne, Linda, and Adil, 2000)，進而增加氧氣攝取的新

陳代謝，造成安靜心跳率降低與增加運動中的最大心跳率。

Hollmann, Liesen, Rost, and Kawahats (1987)研究指出可利用最大運動結束後五分鐘之恢復心跳率來評估體能及訓練效果判斷，超過 130min^{-1} 表示差； $120\text{-}130\text{ min}^{-1}$ 表示不好； $115\text{-}120\text{ min}^{-1}$ 表示好； $105\text{-}100\text{ min}^{-1}$ 表示非常好； 100min^{-1} 以下表示高競技運動能力(Böhmer et al., 1975)。

二、耐力訓練對乳酸影響之文獻

乳酸為運動能量代謝中的一個中間產物，也是耐力能力的指標。乳酸產生的因素包括運動強度、參與的肌肉量及持續的時間等(Hultman and Saholm, 1980)。乳酸濃度上升會間接地影響選手運動表現，造成肌肉的暫時性疲勞，使肌肉無法維持一定的力量輸出。乳酸經常被用於訓練強度的評定及監控，經由訓練的刺激會產生不同的濃度的乳酸，故乳酸濃度也可以被當作訓練強度的指標(Weltman, 1995)，藉由訓練後立即的乳酸濃度分析，能作為當日訓練調整的依據。

Pilegaard, Bangsbo, Richter, and Juel (1994)研究指出，中強度的反覆跑或漸進性耐力訓練能提高乳酸的轉換能力，並且發現訓練者比無訓練或極少訓練者有更高的乳酸轉換能力，此顯示出耐力訓練能改善人體乳酸的轉換。許多運動項目的訓練計畫都會加入耐力訓練，尤其以耐力性項目最多。MacRae, Dennis, Bosch, and Noakes (1992)，以 8 名非運動員進行 9 週耐力訓練後，發現在一定運動強度下乳酸濃度皆顯著降低。故耐力訓練對於乳酸的排除具有正面的效果，減少因體內乳酸濃度堆積，而造成運動能力下降的情況。

當運動強度不變，持續 20 分鐘以上，將產生乳酸穩定狀態(lactate steady state)，也就是乳酸堆積與排除達成平衡。有氧能力越強，其乳酸排除能力就越好 (Neumann and Berbalk, 1991)。



第二節 冬季兩項之相關文獻

Fořt (1979、1983)探討冬季兩項選手心跳率對射擊表現的影響指出：一、由於場地、努力程度、及運動員身體條件不同之關係，第一次射擊心跳率平均每分鐘約 130-170 下，隨著時間延長，在最後一次射擊時，心跳率會逐漸下降至每分鐘 110-140 下；二、最佳射擊表現時間為每次射擊約 4-6 秒，較優秀的冬季兩項選手甚至可用 2.5 秒來完成每次射擊表現。由研究顯示出射擊時的心跳率與時間會影響射擊最佳表現，射擊時心跳率越低、射擊時間越短，即能完成最理想的射擊表現。縮短射擊時間是完成較高品質射擊表現的重要因素之一。

冬季兩項選手在射擊時會因滑雪疲勞造成的心跳上升，導致呼吸加快、增加對中樞神經系統的刺激(Klusiewicz, 2000)，因此增加了射擊命中的困難度。Hoffman and Street (1992)指出當選手完成一段激烈的長距離滑雪時平均心跳率可達最大心跳率之 90%，而接近射擊範圍約 50-60 秒時，第一要務即是讓身體緩和以進行射擊，經由速度的調整，每分鐘心跳率可下降 10-12 下，在進入射擊過程時，心跳率可降至最大心跳率之 85-87%，最低的心跳率可達最大心跳率之 61-73%，而臥姿射擊比立姿射擊之每分鐘心跳率還可以再下降約 20 下。

Augustín and Moravec (2002)指出冬季兩項選手達到成功的射擊表現之重要條件為，射擊時心跳率與射擊動作能相互配合的能力。心跳率降低會造成心臟收縮次數減少，不但能使選手在心臟間歇收縮中找到心臟進行輸張時的空檔，來增加射擊表現的穩定性，也能減緩準備開始射擊時的能量消耗。擁有優越的恢復能力即能將處於高負荷的身體狀態迅速

降低，協助選手進入需要穩定能力的射擊狀態，進而減少射擊所花費的時間。

Mahood, Kenefick, Kertzer, and Quinn (2001)以 13 名大學滑雪選手作為研究對象，探討在越野滑雪比賽中生理反應之影響，結果顯示出上半身能力對於越野滑雪表現是重要的，故冬季兩項選手於訓練時應對於上半身的耐力訓練作加強。越野滑雪是一項全身性的運動項目，除了著重於上肢訓練外(Andrzej, Zbigniew, Leszek, and Janina, 2004)，更應配合上肢以外的部位作訓練，研究指出在非競技運動員中上肢所作的功只佔全部的 30%，優秀的運動員可達將近 40% (Bergh, Kanstrup, and Ekblom, 1976)，由此可見，應平均分配運動時所用到的肌群，減緩肌肉組織因過度使用無法獲得充分恢復而造成的疲勞。

MacDougall, Hughson, Sutton, and Moroz (1979)研究指出，擁有優越的耐力能力即能有效提升越野滑雪速度表現($r=0.868$, $p<0.001$)。Rundell and Bacharach (1995)以男性 11 位、女性 10 位優秀的美國冬季兩項選手為研究對象，探討生理特徵與運動表現的關係，結果顯示全國積分排名與滑雪時間達顯著相關(男性： $r=-0.88$ ；女性： $r=-0.91$)；女性選手全國積分排名與射擊命中率達顯著相關($r=0.75$)；男性在最大攝氧量測試的耗竭時間與全國積分排名、滑雪時間達顯著相關($r=0.72$ 、 $r=-0.80$)。由此可知，男子選手的耐力能力會影響滑雪表現與比賽的成績，女子選手滑雪、射擊表現會影響比賽的成績。

Cholewa, Gerasimuk, Szepelawy, and Zając (2005)分別以來自 35 個國家之 2001-2002 冬季兩項世界盃與冬季奧運選手 67-110 位進行比賽數據統計，結果指出全部選手的滑雪時間與最後比賽成績呈現較高的相關($r=0.78\sim0.9$)，優秀的前 30 名選

手平均每 20 發射擊只失誤 1.7~2.4 發，射擊效率更高達約 90%。再次證明滑雪表現與射擊能力對冬季兩項成績之影響，滑雪速度快、耐力好、射擊精準的選手即能創造比賽佳績。



第三節 文獻總結

經由以上文獻所述，綜合歸納為下列幾點：

- 一、冬季兩項運動在激烈的越野滑雪後，心跳率可達最大心跳之 90%，故射擊表現會受到心跳率的影響，進入射擊階段若心跳率下降越快，射擊時間將能大幅減少，射擊穩定性也會相對提升。
- 二、耐力能力會影響冬季兩項選手越野滑雪速度之表現，且與比賽成績呈現相關，耐力越佳者，其維持高速度滑雪的能力即越佳，相對地能有效縮短比賽時間。
- 三、冬季兩項運動之越野滑雪是一項全身性的耐力運動，除了上半身能力是關鍵因素外，也是必須配合其他肌群作耐力性的訓練，平均分配運動時所用到的肌群，減緩肌肉組織因過度使用無法獲得充分恢復而造成的疲勞。
- 四、規律的耐力訓練可使心肺適能改善，每跳輸出量增加、安靜心跳率下降、安靜時血壓下降、紅血球數增加、增加運動中的最大心跳率及降低穩定狀態下的非最大運動心跳率，非最大運動後之心跳率也會較快恢復至安靜心跳率。
- 五、規律的耐力訓練可改善人體乳酸的轉換能力，加速乳酸排除，減少因體內乳酸濃度堆積，而造成運動能力下降的情況，有氧能力越強，其乳酸排除能力就越好。
- 六、優秀的冬季兩項選手必須具備滑雪快、擊發快、射擊準的條件。

第參章 研究方法

本章主要目的在說明本研究的研究對象、檢測時間與地點、研究設計、檢測的流程、訓練內容、檢測儀器的使用、及資料分析方法，共分爲七節，分別敘述如下：

第一節 研究對象

本研究以兩位高雄市左營高中之冬季兩項選手男、女各一名爲研究對象，進行爲期四週之冬季兩項夏季訓練，兩位選手皆自願參與本研究，且熟知測試流程與方法，並盡最大努力完成測試，選手基本資料如表 3-1。

表 3-1 冬季兩項男、女選手基本資料表

性別 (sex)	年齡 (year)	身高 (cm)	體重 (kg)	訓練 年數 (year)	比賽 項目 (km)	目前 成績 (min)	96 年 歐洲盃 (min)
男	18	179	80	3	10	45	39
女	17	167	63	1	7.5	45	37

第二節 檢測時間與地點

一、基礎檢測

(一)時間：96 年 7 月 30 日及 8 月 27 日，共二次(前、後測)。

(二)地點：國立台灣體育大學(桃園)教練研究所-訓練生理暨運動能力診斷實驗室。

二、專項檢測

(一)時間：96 年 7 月 30 日及 8 月 6、13、20、27 日，共五次(包括前、中、後測)。

(二)地點：公西綜合靶場(桃園縣龜山鄉公西村)。



第三節 實驗流程

兩位高雄市左營高中冬季兩項選手參與本研究，經由四週冬季兩項之夏季訓練後，探討對冬季兩項射擊與耐力表現之影響，選手須完成二次基礎檢測及五次專項檢測；所有檢測所得之資料，以 Microsoft Office Excel 2003 軟體為工具，呈現選手各項檢測結果。實驗流程包括基礎檢測與專項檢測，主要內容如(圖 3-1、3-2)。



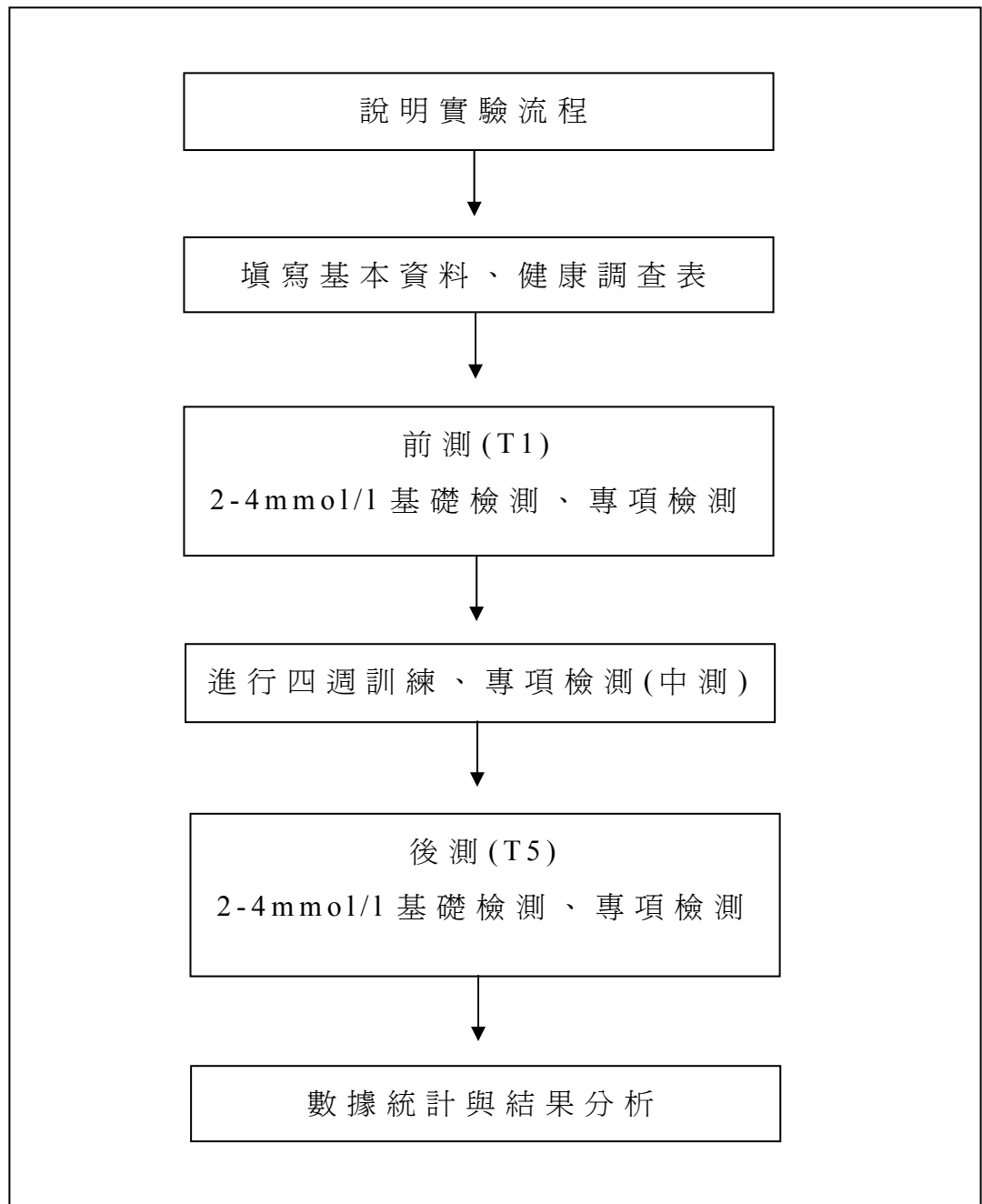


圖 3-1 實驗流程圖

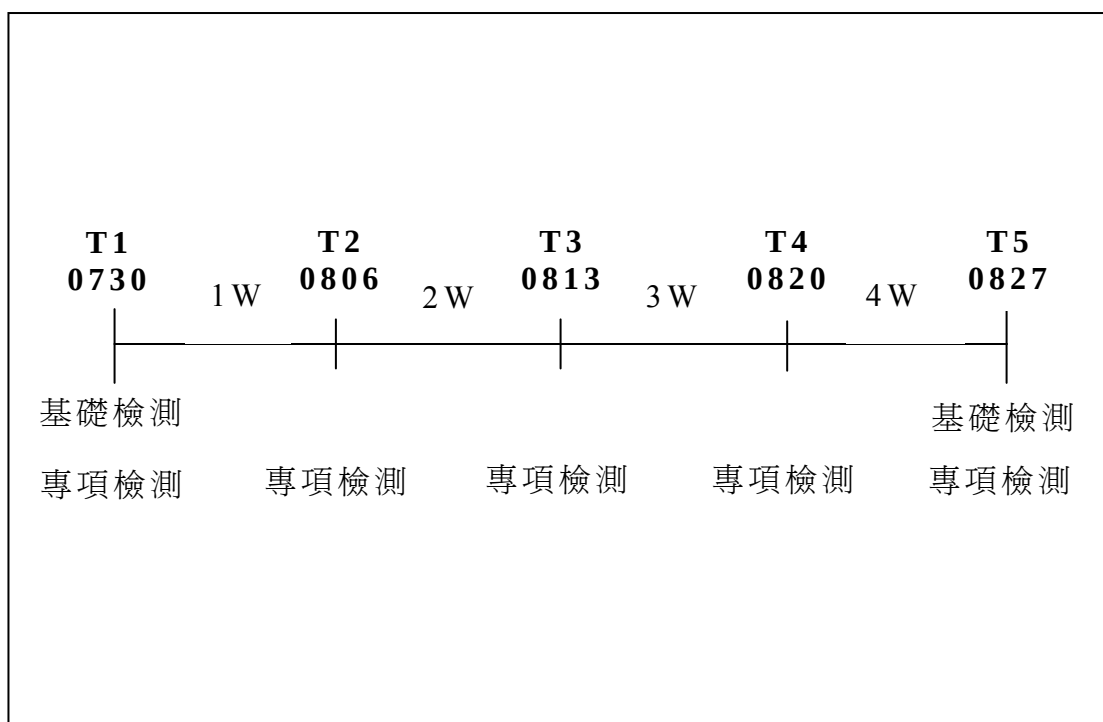


圖 3-2 檢測流程圖

第四節 檢測項目與方法

一、基礎檢測

室內跑步機是常見地用來測量最大攝氧量與乳酸閾值的檢測工具，也是用來評估訓練效果最普遍的方法之一，也可在訓練時作強度的調整，其方便性極高。故本研究以 Mader 階梯式測試理論 (Mader, Lisen, Philippi, Rost, Schuerch, and Hollamnn, 1976) 為依據，應用室內跑步機來進行基礎耐力的檢測。於選手熱身前，以耳垂採血方式，採集 $10\mu\text{l}$ 血液，做為安靜時乳酸與血糖值。測試前選手需穿戴上心跳偵測器 (Polar 錶，610i)，並進行約 10 分鐘的伸展活動。伸展結束後，選手在跑步機上以 2.0m/s 的速度，開始進行第一階測試。每階段測試持續時間為 5 分鐘；每階結束時立即進行採血 (同時紀錄心跳率)，在選手稍做水分補充後即便進行下一階測試；每階速度提升 0.5m/s ，測試進行至選手所能承受之最大負荷 (all-out) 為止。(如表 3-2)

測試中所採集之血液以德國製乳酸血糖分析儀進行分析，所得之數據再以德國奧林匹克研發之 Laktat-Exprot 軟體乳酸軟體進行計算，即可得知選手的基礎耐力之能力。

表 3-2 基礎 (2-4mmol/l)耐力測試

步驟	測試強度
開始速度	2.0 m/s
每階增加速度	0.5 m/s
每階持續時間	5 min
測試進行時間	選手最大努力

(Mader et al., 1976)

二、專項檢測

跑步與滑雪皆屬於全身性的運動型態，因此許多冬季兩項選手在夏季的訓練計畫中通常都包含耐力跑訓練，故本研究專項能力的檢測以跑步方式取代滑輪，進行模擬比賽型態之跑步-射擊的專項檢測（男生：5km、女生：3km），選手在完成每段 1000m 的距離後，對距離 50m 的鏢靶做射擊（男生：5 次，共 25 發；女生：3 次，共 15 發），並於每次完成 1000m 跑步及射擊時，紀錄下心跳率與時間，所收集的參數有每 1000m 跑步心跳率與時間、射擊時間、射擊心跳率及射擊命中率。其專項檢測方式如圖 3-3。

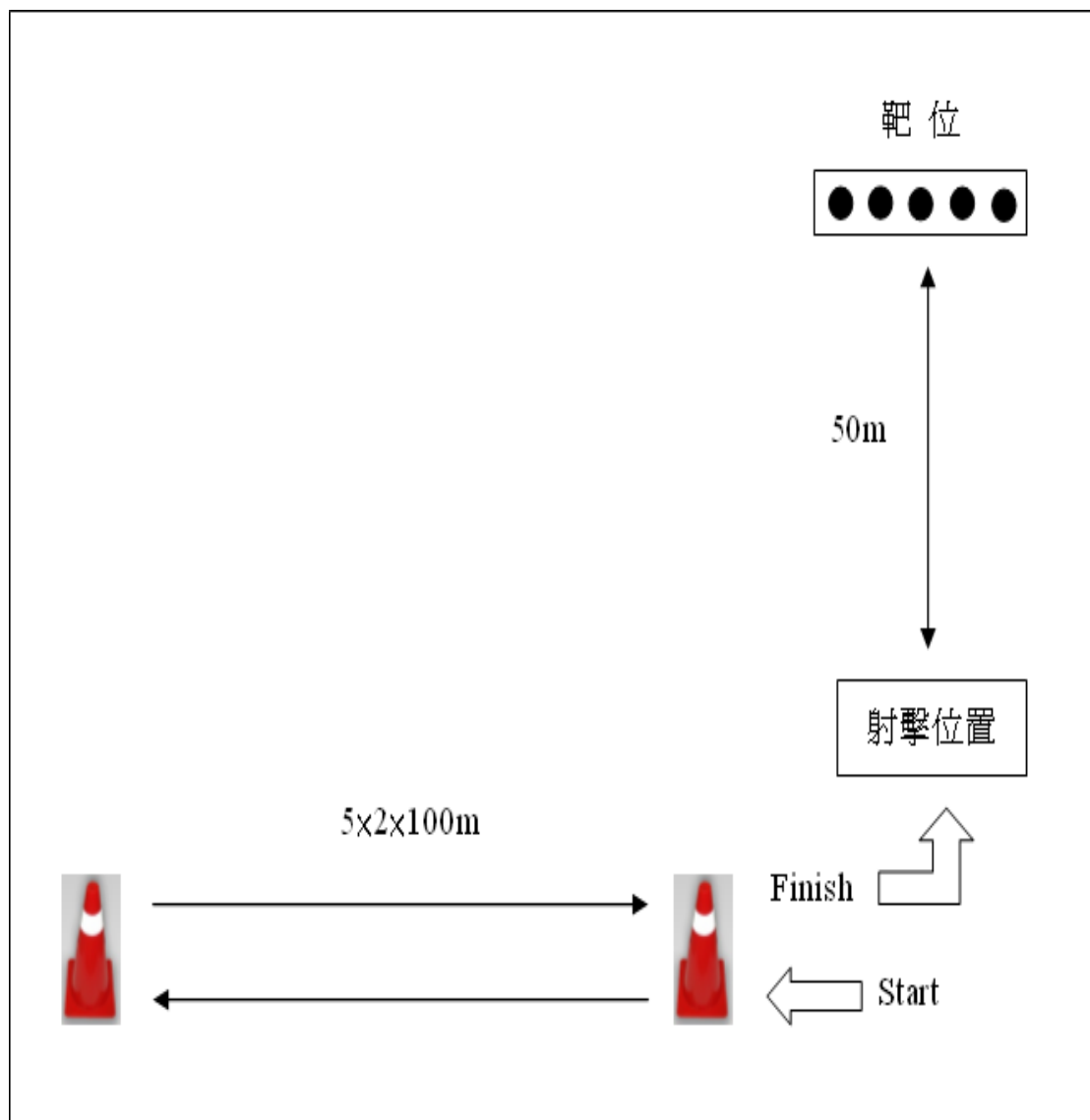


圖 3-3 專項(跑步-射擊)檢測方式

第五節 訓練內容與方法

由於雪季的短暫或缺乏，冬季兩項之越野滑雪訓練會以滑輪訓練取代滑雪，並且加入跑步和自由車等輔助訓練方式，來提升選手耐力表現。本研究擬定之訓練計畫是以發展冬季兩項所需的專項體能為依據，訓練方法著重於四週冬季兩項之夏季訓練模式，每週訓練六天，訓練週期為專項期，訓練目標著重於培養：(1) 維持長時間高速度滑雪表現能力、(2)提升動態射擊的穩定能力，訓練內容包括速度滑、耐力跑、耐力滑等，其訓練內容與方法如表 3-3。表 3-4 為快速力量訓練負荷與休息時間之內容。表 3-5 為滑輪訓練負荷與休息時間之內容。



表 3-3 冬季兩項訓練內容與方法

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
A m	專項檢測 (跑步-射擊)	靜態射擊 10x5 發 (臥姿)	靜態射擊 10x5 發 (立姿)	靜態射擊 10x5 發 (臥姿)	靜態射擊 10x5 發 (立姿)	靜態射擊 10x5 發 (立姿)
		耐力跑 2x5x100m Set 休息: 5min	耐力跑 2x5x100m Set 休息: 5min	耐力跑 2x5x100m Set 休息: 5min	耐力跑 2x5x100m Set 休息: 5min	
P m	快速力量	速度 (滑輪) 2x5x50m	快速力量	速度 (滑輪) 2x5x50m	快速力量	
		耐力 (滑輪) 6x200m 持續滑 3 km		耐力 (滑輪) 6x200m 持續滑 3 km		
	持續跑 20min 男:2.5 m/s 女:2 m/s		速度變換 20min 男: 2.5-3 m/s 女: 2-2.5 m/s		持續跑 20min 男: 2.5 m/s 女: 2 m/s	

表 3-4 快速力量訓練方式與內容

訓練原則	訓練要求	訓練動作
訓練方式	重覆方式	上斜胸推
負荷強度(%)	35-50%	(Incline press machine)
重複次數(rep)	7	坐姿划船
反覆頻率(Tempo)	快速	(Seated row machine)
訓練組數(set)	5	蹲舉(Hack Squat)
休息時間(min)	≥ 3min	

表 3-5 滑輪訓練方式與內容

訓練項目	訓練方式	訓練強度	訓練組數	趟次休息	組間休息
速度(滑輪)	重覆方式	最大速度	2x5x50m	1min	3min
耐力(滑輪)	重覆方式	最大速度	6x300m	4min	—
耐力(滑輪)	持續方式	輕快	1x3km	—	—

第六節 實驗儀器與設備

- 一、Diagnostic Biosen C_line 德國製乳酸血糖分析儀。
- 二、Polar(610i)心跳控制器。
- 三、高速跑步機(h/p/comsmos pulsar)。
- 四、冬季兩項裝備(步槍兩支、滑輪與手杖各兩組、步槍子彈一盒)
- 五、冬季兩項專用靶紙。
- 六、碼錶、測距輪、圓錐筒、消毒用酒精、採血針、紅血球破壞劑、採血毛管($10\mu l$)、手套(外科用)。

第七節 資料處理與統計分析

- 一、以 Microsoft Office Excel 2003 軟體進行計算，呈現兩位選手各項檢測參數平均值(Mean)與標準差(SD)。
- 二、兩位選手之各項訓練參數皆以個案分析方式，探討其個別差異。
- 三、以德國奧林匹克研發之 Laktat-Exprot 軟體，分析基礎檢測之有氧-無氧閾值($2-4\text{mmol/l}$)結果。
- 四、所有圖形皆以 SigmaPlot 8.0 軟體製作。

第肆章 結果與分析

本研究以二位高雄市左營高中冬季兩項選手為研究對象，選手分別接受基礎能力、專項能力測試後，開始為期四週之冬季兩項夏季訓練，再進行後測。將所得結果經統計分析後以圖表進行說明，共分成三個部分呈現：

- 一、基礎耐力測試(2-4mmol/l)分析。
- 二、專項(跑步-射擊)能力測試分析。
- 三、無氧閾值對專項(跑步-射擊)能力之影響。



第一節 基礎耐力測試(2-4mmol/l)分析

基礎耐力測試中，男選手在 2.0m/s 速度之乳酸值與心跳率於前、後測時，均無明顯差異。速度上升至 2.5m/s 開始，乳酸曲線向下向右移動(後測)。前、後測最大速度(4.5m/s)之乳酸值分別為：10.67mmol/l、10.91mmol/l；前、後測最大心跳率分別為：192min⁻¹、194min⁻¹。而兩次基礎耐力測試(T1、T5)之心跳率則無顯著變化。如圖 4-1 所示。

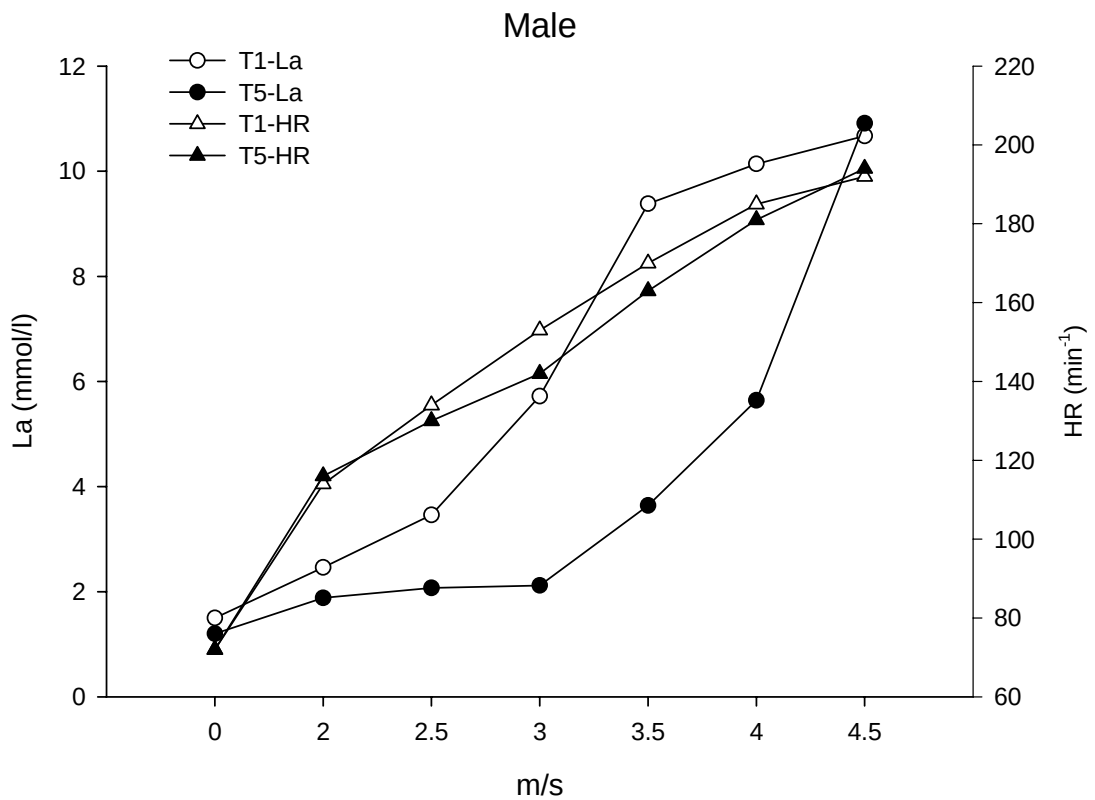


圖 4-1 男選手 2-4mmol/l 基礎耐力前(T1)、後測(T5)心跳率及乳酸值

女選手於兩次基礎耐力測試(T1、T5)，最大速度均達 3.5m/s。心跳率曲線於 T1 與 T5 則無顯著變化，乳酸曲線則明顯向下向右移動(後測)。最大速度(3.5m/s)乳酸值於前測(T1)為 9.78mmol/l，後測(T5)則為 7.84mmol/l，兩者差異 -1.94mmol/l；前、後測最大心跳率分別為 180min^{-1} 、 184min^{-1} 。如圖 4-2 所示。

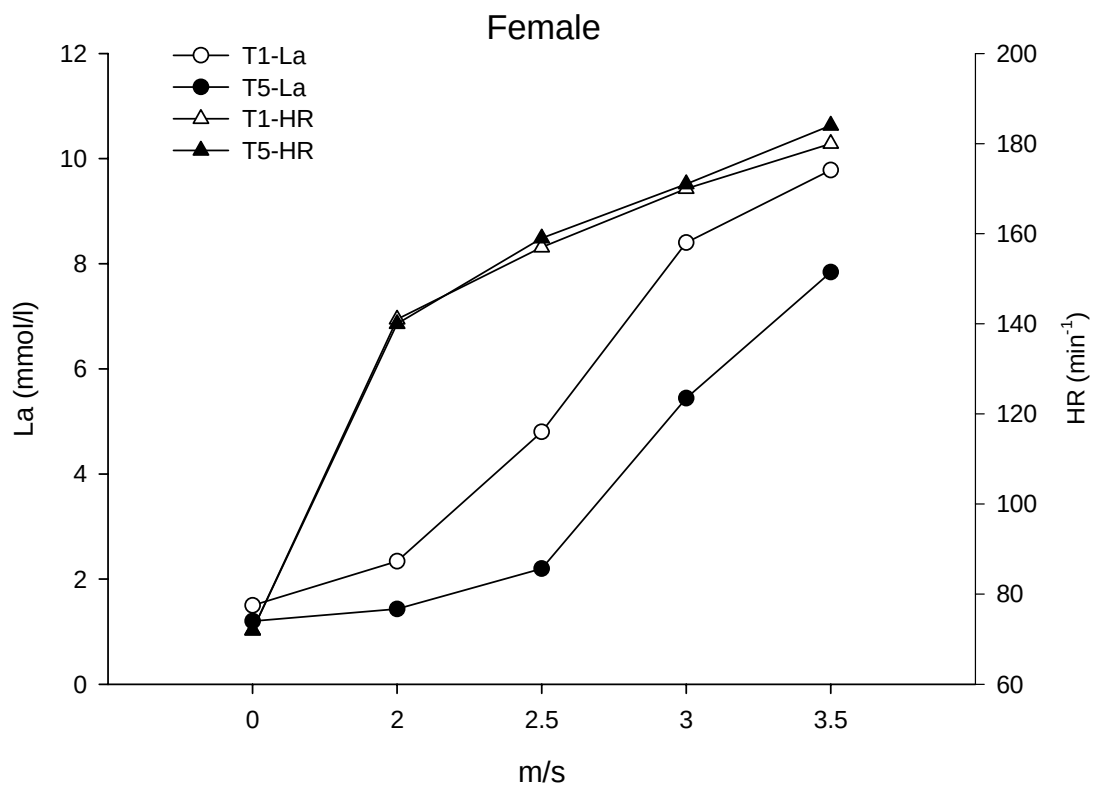


圖 4-2 女選手 2-4mmol/l 基礎耐力前(T1)、後測(T5)心跳率及乳酸值

表 4-1 為個人有氧-無氧閾值(2-4mmol/l)耐力分析。男選手 2mmol/l 閾值速度於 T5 測試增加 +0.8m/s，女選手則提升 +0.6m/s。4mmol/l 閾值速度於 T5 測試，男、女選手分別為 3.4m/s 與 2.9m/s，前、後測差異則為 +0.8m/s、+0.5m/s。於 2mmol/l 閾值心跳率，男選手為 129min⁻¹(T5)，女選手則為 151min⁻¹(T5)。4mmol/l 閾值心跳率，男、女選手於前、後測差異分別為 +10min⁻¹、+13min⁻¹。

表 4-1 基礎耐力前(T1)、後測(T5)閾值速度與心跳率

		2mmol/l		4mmol/l	
		m/s	HR	m/s	HR
男	T1	1.7	119	2.6	149
	T5	2.5	129	3.4	159
	Diff.	+0.8	+10	+0.8	+10
女	T1	1.7	135	2.4	153
	T5	2.3	151	2.9	166
	Diff.	+0.6	+16	+0.5	+13

第二節 專項（跑步-射擊）能力測試分析

一、運動負荷時間

男選手 5km 分段(1000m)速度，前測(T1)第一段(1x)為 3.5m/s，第五段 1000(5x)則為 3.3m/s，兩段速度差異-0.2m/s。前測(T1)5km 平均速度為 $3.22\pm0.19\text{m/s}$ 。5km 前測(T1)與後測(T5)差異為 $+0.38\text{m/s}$ 。5km 最大分段速度於 T5 第一段 1000m(1x)顯現(4.0m/s)，最小則為 3.0m/s 於 T1(4x)顯現。如表 4-2 所示。

表 4-2 男選手 5km 分段(1000m)跑步速度平均值與標準差

Test	1x	2x	3x	4x	5x	M $\pm$ SD
T1	3.5	3.2	3.1	3.0	3.3	3.22 ± 0.19
T2	3.3	3.3	3.4	3.2	3.4	3.32 ± 0.08
T3	3.8	3.7	3.3	3.1	3.5	3.48 ± 0.29
T4	3.6	3.5	3.4	3.3	3.4	3.44 ± 0.11
T5	4.0	3.7	3.6	3.3	3.4	3.60 ± 0.27

女選手 3km 分段(1000m)速度，前測(T1)第一段(1x)為 3.0m/s，第三段 1000m(3x)則為 2.4m/s，兩段速度差異-0.6m/s。前測(T1)3km 平均速度為 2.63 ± 0.32 m/s。3km 前測(T1)與後測(T5)差異為 +0.24m/s。3km 最大分段速度於 T4、T5 第一段 1000m(1x)顯現(3.1m/s)，最小則為 2.2m/s 於 T4(3x)顯現。如表 4-3 所示。

表 4-3 女選手 3km 分段(1000m)跑步速度平均值與標準差

Test	1 x	2 x	3 x	M $\pm$ SD
T1	3.0	2.5	2.4	2.63 ± 0.32
T2	3.0	2.8	2.5	2.77 ± 0.25
T3	3.0	2.5	2.4	2.63 ± 0.32
T4	3.1	2.8	2.2	2.70 ± 0.46
T5	3.1	2.8	2.7	2.87 ± 0.21

男選手 5km 跑步總時間，前測(T1)所花費時間最多，後測(T5)所花費的時間為最少。T1 與 T2 皆大於 1500s，T3 與 T4 為介於 1400~1500s 之間，T5 則是小於 1400s。而後測(T5)又較前測(T1)所花費的時間少。如圖 4-3 所示。

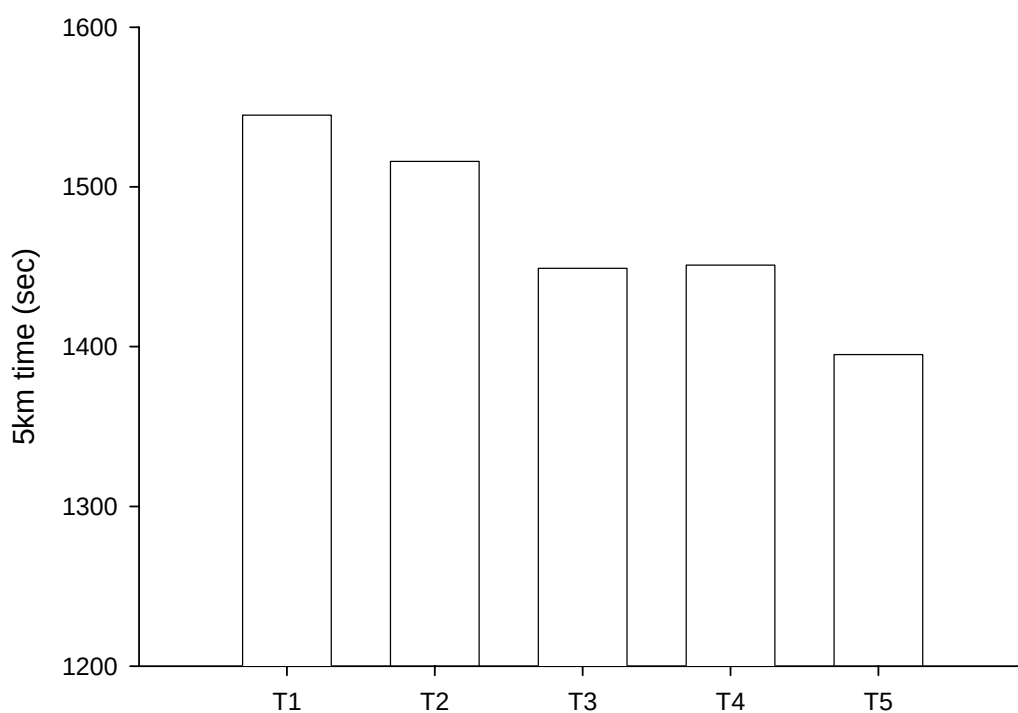


圖 4-3 男選手 5km 跑步總時間之分析

女選手 3km 跑步總時間，則是於 T4 所花費時間最多，後測(T5)所花費的時間為最少。T1、T3 與 T4 介於 1100~1150s 之間，T2 與 T5 則介於 1050~1100s 之間。如圖 4-4 所示。

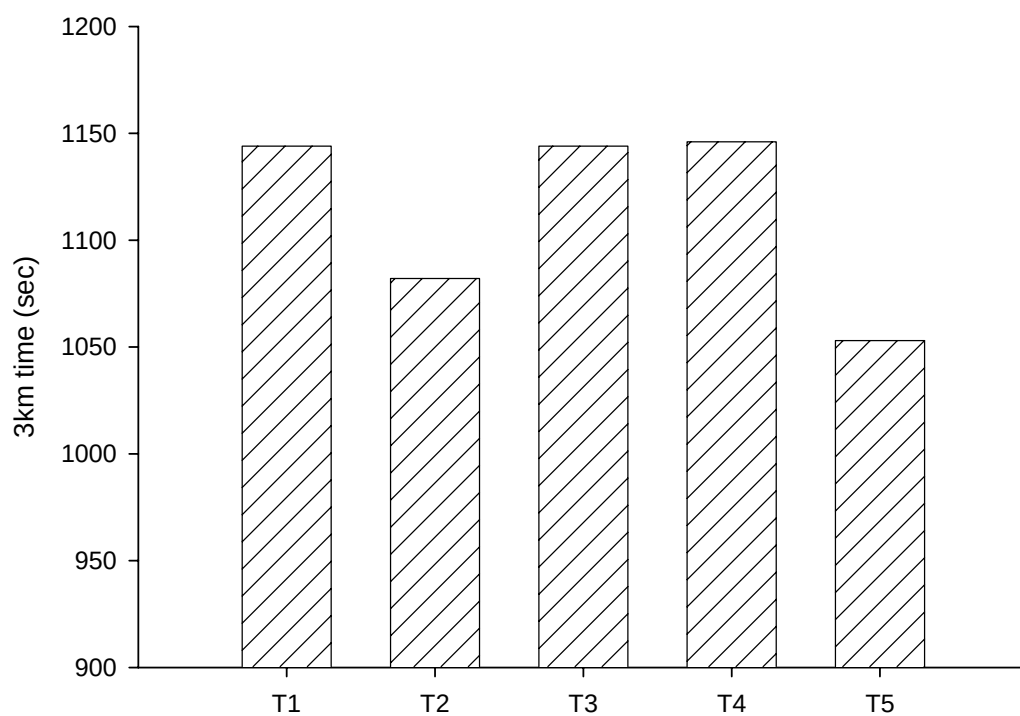


圖 4-4 女選手 3km 跑步總時間之分析

二、運動負荷心跳率

男選手 5km 分段(1000m)平均心跳率，前測(T1)第一段(1x)為 169min^{-1} ，第五段 1000(5x)則為 184min^{-1} ，兩段心跳率差異 $+15\text{min}^{-1}$ 。後測(T5)第一段(1x)為 166min^{-1} ，第五段 1000(5x)則為 187min^{-1} ，兩段心跳率差異 $+21\text{min}^{-1}$ 。前(T1)、後測(T5)5km 平均心跳率分別為 $178\pm 5.93\text{min}^{-1}$ 、 $180\pm 8.44\text{min}^{-1}$ ，差異為 $+2\text{min}^{-1}$ 。5 km 最大分段平均心跳率於 T5 第五段 1000m(5x)顯現(187min^{-1})，最小則為 147min^{-1} 於 T2(1x)顯現。如表 4-4 所示。

表 4-4 男選手 5km 分段(1000m)心跳率平均值與標準差

Test	1x	2x	3x	4x	5x	M $\pm$ SD
T1	169	176	180	182	184	178 ± 5.93
T2	147	160	168	169	175	164 ± 10.80
T3	162	177	177	177	185	176 ± 8.35
T4	158	171	175	181	181	173 ± 9.50
T5	166	180	185	184	187	180 ± 8.44

女選手 3km 分段(1000m)平均心跳率，前測(T1)第一段(1x)為 170min^{-1} ，第三段 1000(3x)則為 179min^{-1} ，兩段心跳率差異 $+9\text{min}^{-1}$ 。後測(T5)第一段(1x)為 167min^{-1} ，第三段 1000(3x)則為 181min^{-1} ，兩段心跳率差異 $+14\text{min}^{-1}$ 。前(T1)、後測(T5)3km 平均心跳率分別為 $175\pm 4.51\text{min}^{-1}$ 、 $175\pm 7.37\text{min}^{-1}$ ，兩次測試無差異。3km 最大分段平均心跳率於 T5 第三段 1000m(3x)顯現 (181min^{-1})，最小則為 165min^{-1} 於 T2(1x)與 T4(1x)顯現。如表 4-5 所示。

表 4-5 女選手 3km 分段(1000m)心跳率平均值與標準差

Test	1x	2x	3x	M $\pm$ SD
T1	170	175	179	175 ± 4.51
T2	165	177	179	174 ± 7.57
T3	169	178	177	175 ± 4.93
T4	165	178	173	172 ± 6.56
T5	167	178	181	175 ± 7.37

由圖 4-5 可看出，男選手的 5km 跑步最大平均心跳率與平均速度皆於 T5 顯現($180\pm 8.44\text{min}^{-1}$ 、 $3.60\pm 0.27\text{m/s}$)。5km 跑步平均心跳率除 T2 外，T1、T3、T4 與 T5 皆介於 $170\sim 180\text{min}^{-1}$ 之間，而平均速度則是 $T5(3.60\pm 0.27\text{m/s}) > T3 > T4 > T2 > T1(3.22\pm 0.19\text{m/s})$ 。

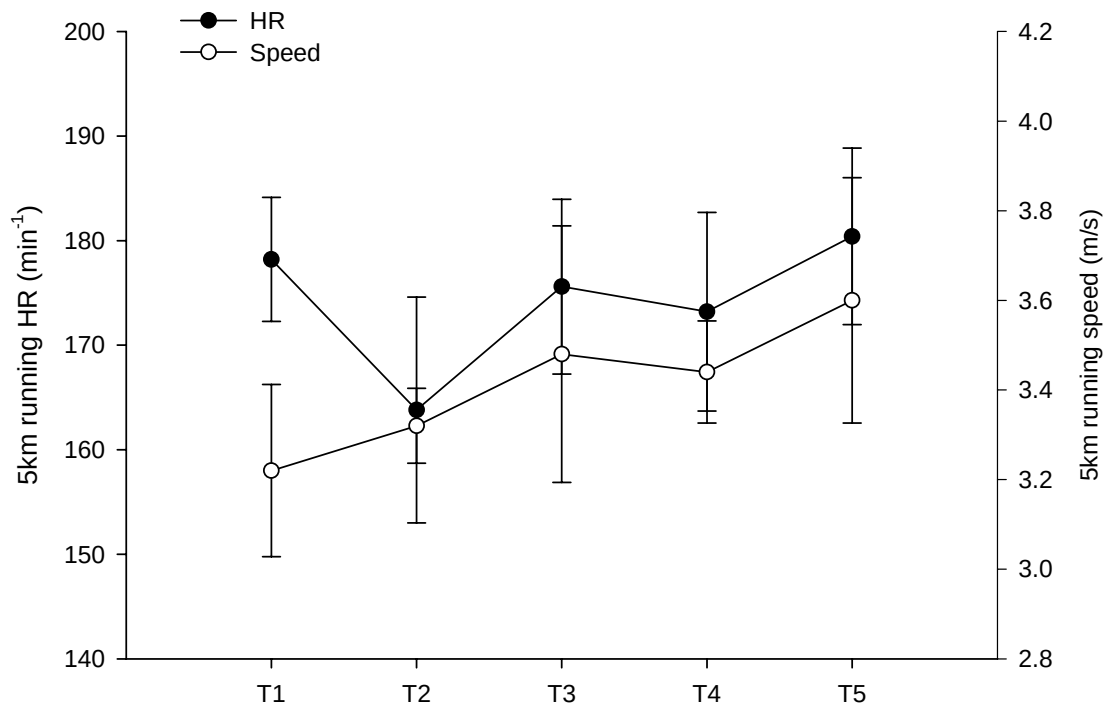


圖 4-5 男選手 5km 跑步平均心跳與速度之分析

女選手 3km 跑步最大平均心跳率於 T1、T3 與 T5 顯現，而 T1~T5 平均心跳率皆介於 $172\sim175\text{min}^{-1}$ 之間。3km 跑步最大平均速度於 T5 顯現 ($2.87\pm0.21\text{m/s}$)，T1~T4 跑步平均速度則介於 $2.6\sim2.8\text{m/s}$ 之間。如圖 4-6 所示。

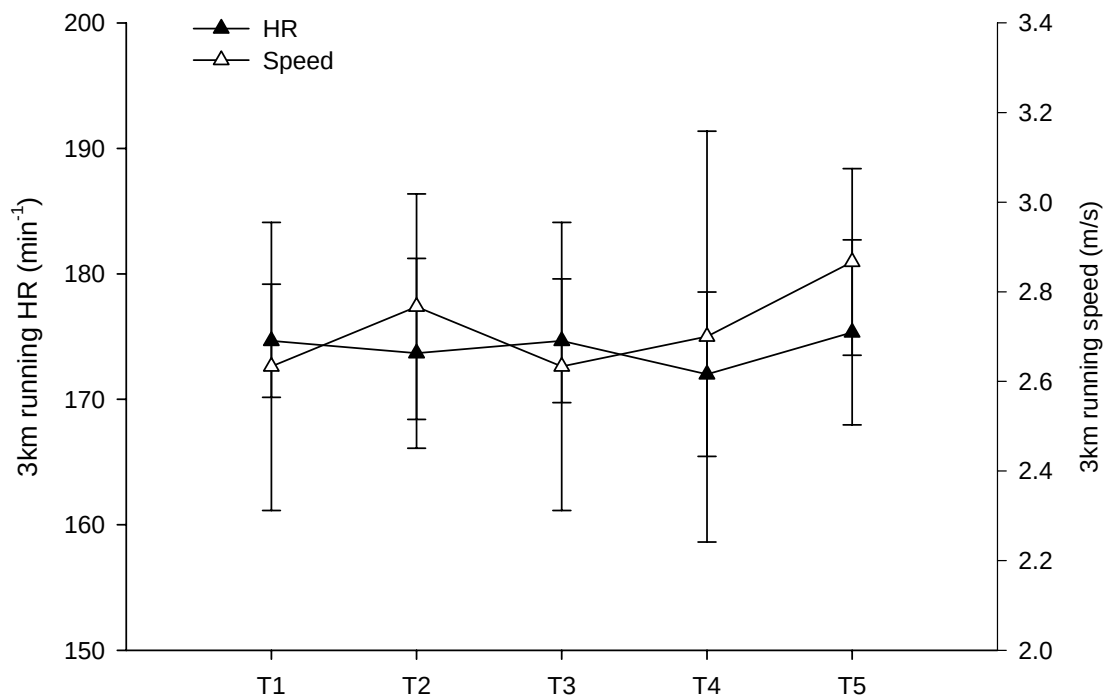


圖 4-6 女選手 3km 跑步平均心跳與速度之分析

三、運動負荷後乳酸堆積值

專項能力測試，男選手於 T1、T2、T3、T4、T5 最大乳酸值分別為 11.15mmol/l、13.65mmol/l、12.59mmol/l、14.08mmol/l、12.28mmol/l；T1、T2、T3、T4 最大乳酸值皆出現於運動結束後第五分鐘(E5)，T5 最大乳酸值則出現在 E3。如表 4-6 所示。

表 4-6 男選手 5km 專項測試血乳酸分析

Test	R	E1	E3	E5	E7	E10	E12	E15
T1	1.5	9.62	9.68	11.15	10.89	8.78	11	7.03
T2	1.68	11.72	8.45	13.65	7.28	7.34	6.85	6.71
T3	1.42	11.75	10.73	12.59	9.98	9.27	9.07	8.14
T4	1.82	9.6	10.14	14.08	10.48	10.5	9.43	7.66
T5	2.38	11.53	12.28	11.66	12.25	11.09	11.27	8.27

專項能力測試，女選手於 T1、T2、T3、T4、T5 最大乳酸值分別為 12.26mmol/l、7.24mmol/l、5.84mmol/l、5.88mmol/l、8.23mmol/l；T1、T2、T3、T4 與 T5 最大乳酸值皆出現於運動結束後第一分鐘(E1)。如表 4-7 所示。

表 4-7 女選手 3km 專項測試血乳酸分析

Test	R	E1	E3	E5	E7	E10	E12	E15
T1	2.03	12.26	12.13	7.05	8.61	5.58	4.86	7.92
T2	1.73	7.24	6.63	7.1	5.66	4.75	4.26	4.36
T3	0.93	5.84	5.14	4.15	3.6	3.04	4.02	2.87
T4	1.94	5.88	4.9	4.6	5.66	3.28	3.05	3.89
T5	2.18	8.23	6.96	6.57	5.95	5.42	5.05	4.1

圖 4-7 顯示男選手運動結束後，乳酸排除曲線。T1 與 T3 最大乳酸堆積值於運動結束後第 5 分鐘(E5)顯現 (11.15mmol/l、12.59mmol/l)。T5 之最大乳酸堆積值則於運動結束後第 3 分鐘(E3, 12.28mmol/l)。測試結束(E1)至第 15 分鐘(E15)，乳酸值下降百分比於 T1 為 -26.9%，T3 與 T5 則分別為 -30.7%、-28.3%。T1 與 T5 差異 1.4%。

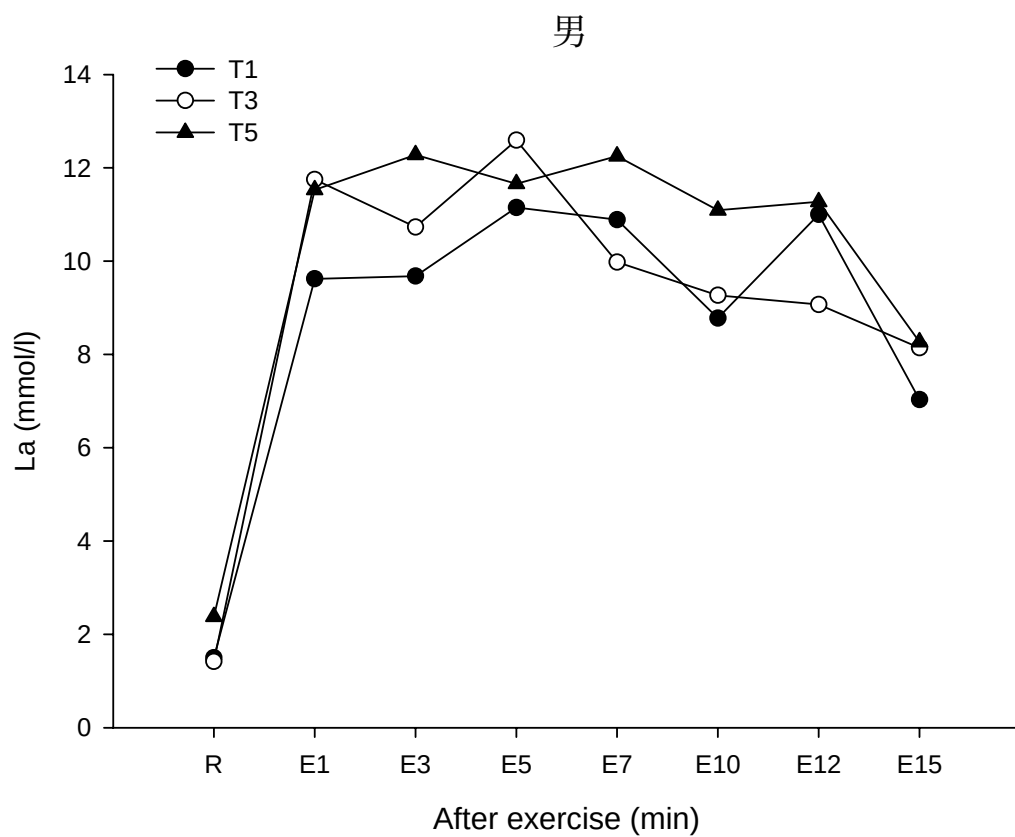


圖 4-7 男選手專項測試前(T1)、中(T3)、後測(T5)比較

由圖 4-8 可得知女選手運動結束後，乳酸排除之狀況。T1 最大乳酸堆積值於運動結束後第 1 分鐘(E1)顯現 (12.26mmol/l)。E3、E5 之最大乳酸堆積分別出現於運動結束後第 1 分鐘(E1: 5.84mmol/l、8.23mmol/l)。測試結束(E1)至第 15 分鐘(E15)，乳酸下降百分比於 T1、T3 與 T5 分別為 -35.4%、-50.9%、-50.2%。T1 與 T5 差異 14.8%。

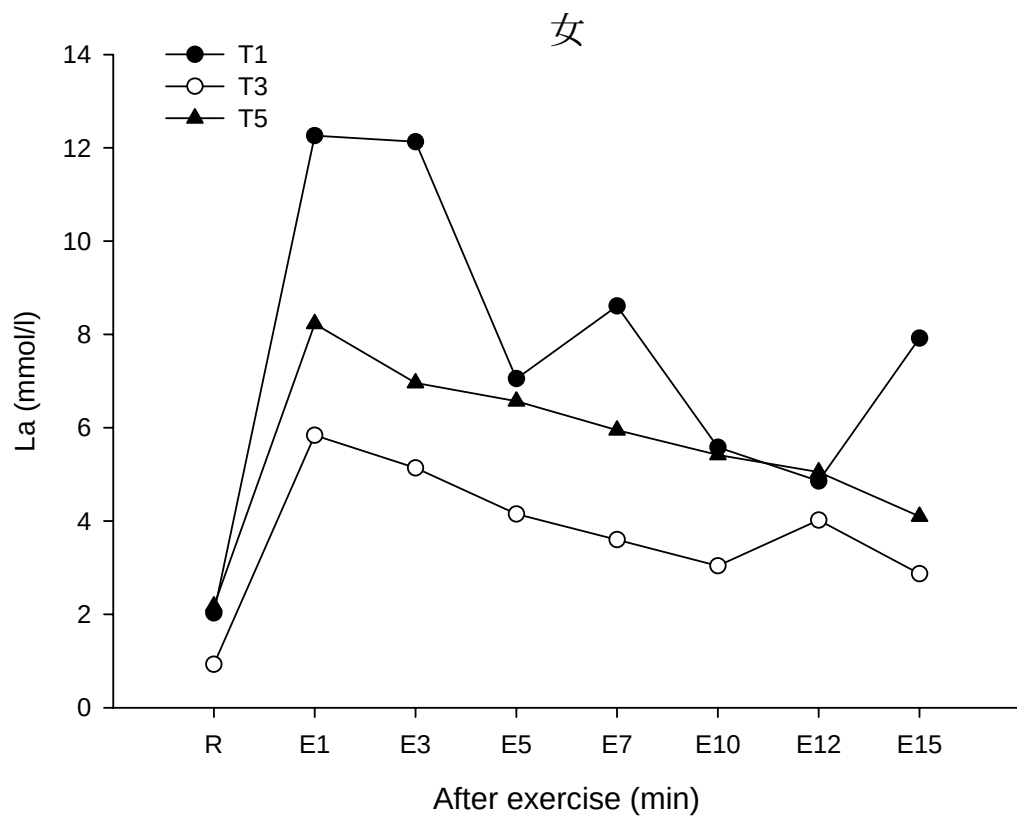


圖 4-8 女選手專項測試前(T1)、中(T3)、後測(T5)比較

四、心跳率與射擊表現

男選手於前(T1)、後測(T5)射擊時間上分別為 $35.34 \pm 7.38\text{sec}$ 、 $43.38 \pm 4.06\text{sec}$ ；射擊命中率分別為 $52 \pm 36.33\%$ 、 $56 \pm 35.78\%$ 。前測(T1)射擊前、後心跳率分別為 $184 \pm 9.48\text{min}^{-1}$ 、 $172 \pm 7.21\text{min}^{-1}$ ，差異為 -12min^{-1} ，後測(T5)射擊前、後心跳率分別為 $189 \pm 6.06\text{min}^{-1}$ 、 $169 \pm 8.17\text{min}^{-1}$ ，差異為 -20min^{-1} ，最大差異之射擊前、後心跳率於 T2 時出現 (-32min^{-1})。如表 4-8 所示。

表 4-8 男選手射擊表現與心跳率分析

Test	Shooting time (sec)	Shooting percent (%)	Start HR (min^{-1})	End HR (min^{-1})	Diff.
T1	35.34 ± 7.38	52 ± 36.33	184 ± 9.48	172 ± 7.21	-12
T2	47.65 ± 10.04	40 ± 14.14	176 ± 10.93	144 ± 14.50	-32
T3	40.86 ± 7.83	52 ± 33.47	185 ± 6.71	160 ± 11.59	-25
T4	25.75 ± 1.21	40 ± 20	180 ± 8.51	164 ± 10.95	-16
T5	43.38 ± 4.06	56 ± 35.78	189 ± 6.06	169 ± 8.17	-20

女選手於前(T1)、後測(T5)射擊時間上分別為 $27.57 \pm 5.29 \text{ sec}$ 、 $32.93 \pm 2.6 \text{ sec}$ ；射擊命中率分別為 $46.67 \pm 11.55 \%$ 、 $60 \pm 20 \%$ ，最高射擊命中率於 T2 時出現(80%)。前測(T1)射擊前、後心跳率分別為 $180 \pm 8.02 \text{ min}^{-1}$ 、 $175 \pm 5.86 \text{ min}^{-1}$ ，差異為 -5 min^{-1} ；後測(T5)射擊前、後心跳率分別為 $182 \pm 4.36 \text{ min}^{-1}$ 、 $168 \pm 9.5 \text{ min}^{-1}$ ，差異為 -14 min^{-1} ，最大差異之射擊前、後心跳率於 T5 時出現(-14 min^{-1})。如表 4-9 所示。

表 4-9 女選手射擊表現與心跳率分析

Test	Shooting time (sec)	Shooting percent (%)	Start HR (min^{-1})	End HR (min^{-1})	Diff.
T1	27.57 ± 5.29	46.67 ± 11.55	180 ± 8.02	175 ± 5.86	-5
T2	33.96 ± 1.66	80 ± 20	181 ± 2.87	168 ± 7.48	-13
T3	23.63 ± 1.96	46.67 ± 11.55	178 ± 3.46	171 ± 8.0	-7
T4	30.09 ± 6.94	26.67 ± 11.55	179 ± 1.73	168 ± 7.02	-11
T5	32.93 ± 2.60	60 ± 20	182 ± 4.36	168 ± 9.5	-14

在射擊時間表現上：男選手最快射擊時間於 T4 顯現且低於 30sec，T1 介於 30~40sec 之間，T2、T3 與 T5 則是大於 40sec；女選手最快射擊時間於 T3 顯現，T1、T3 與 T4 射擊時間皆於 30 秒內完成，T2 與 T5 則是介於 30~40sec 之間。如圖 4-9 所示。

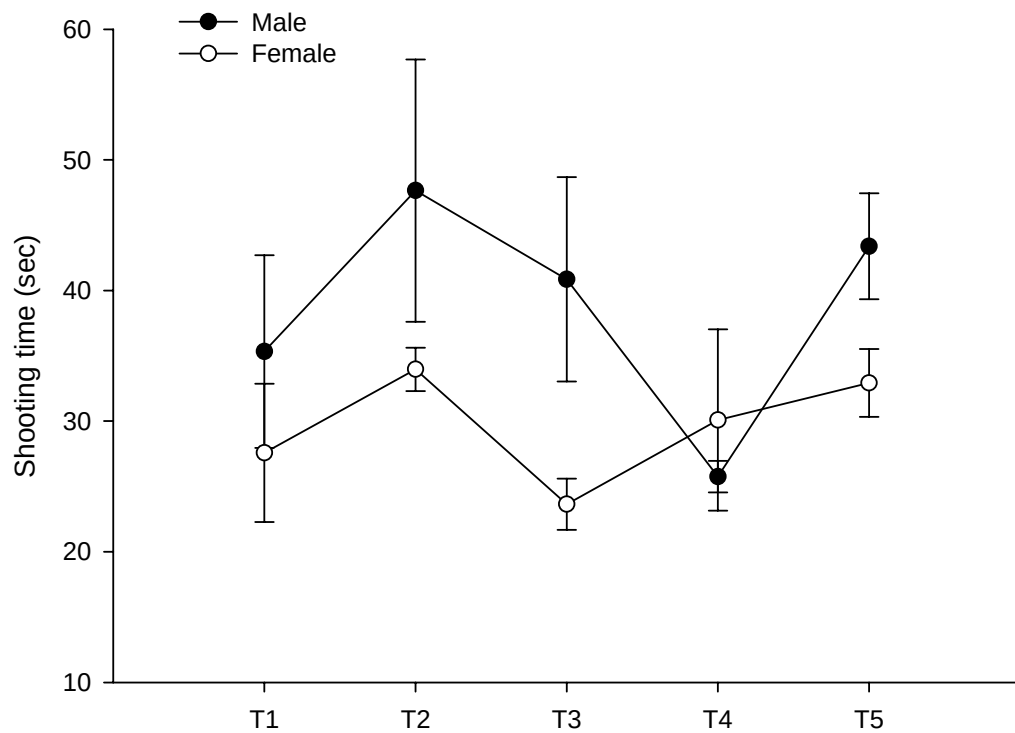


圖 4-9 男、女選手射擊時間之分析

在射擊穩定性方面：男選手最高射擊命中率於後測(T5)出現，T1、T2、T3、T4 與 T5 之射擊命中率皆介於 40~60%之間；女選手最高射擊命中率达 80%於 T2 出現，T1、T3 與 T5 之射擊命中率為介於 40~60%之間，最低則低於 40%(T4)。如圖 4-10 所示。

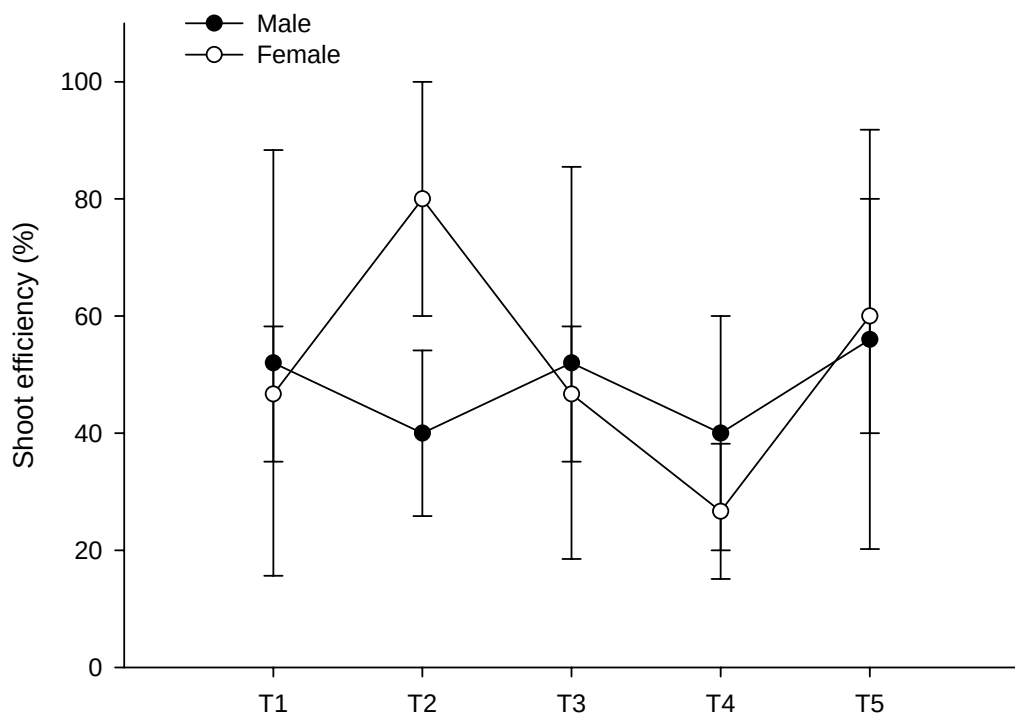


圖 4-10 男、女選手射擊穩定性分析

第三節 無氧閾值對專項(跑步-射擊)能力之影響

一、無氧閾值對專項測試最大乳酸堆積之影響

男選手的無氧閾值(4mmol/l)速度於 T1 為 2.6m/s，T5 則為 3.4m/s。專項 5km 跑步平均速度於 T1 為 3.22m/s，T5 為 3.60m/s，兩者差異+0.38m/s。T5 專項測試(5km)、無氧閾值(4mmol/l)之速度均呈現進步。T1 與 T5 之最大乳酸堆積值差異+1.13mmol/l，呈現上升趨勢。如圖 4-11 所示。

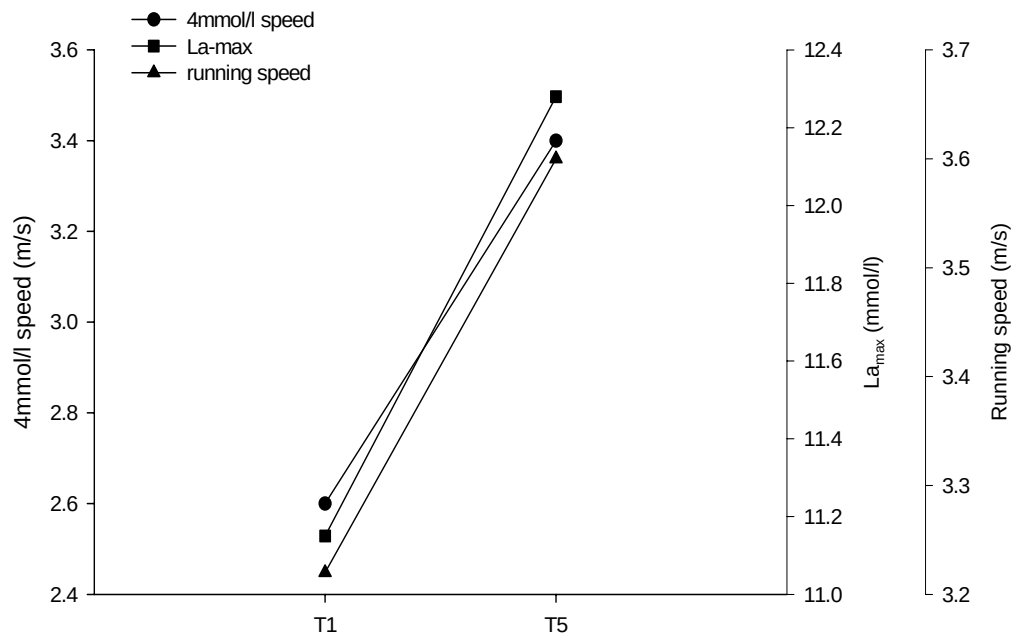


圖 4-11 男選手無氧閾值對專項測試最大乳酸堆積之影響

由圖 4-12 可知女選手的無氧閾值(4mmol/l)速度於 T1 爲 2.4m/s，T5 則爲 2.9m/s。專項 3km 跑步平均速度於 T1 爲 2.63m/s，T5 爲 2.87m/s，兩者差異+0.24m/s。T5 專項測試(3km)與無氧閾值(4mmol/l)速度均呈現進步。T1 與 T5 之最大乳酸堆積值差異-4.03mmol/l，呈現下降趨勢。

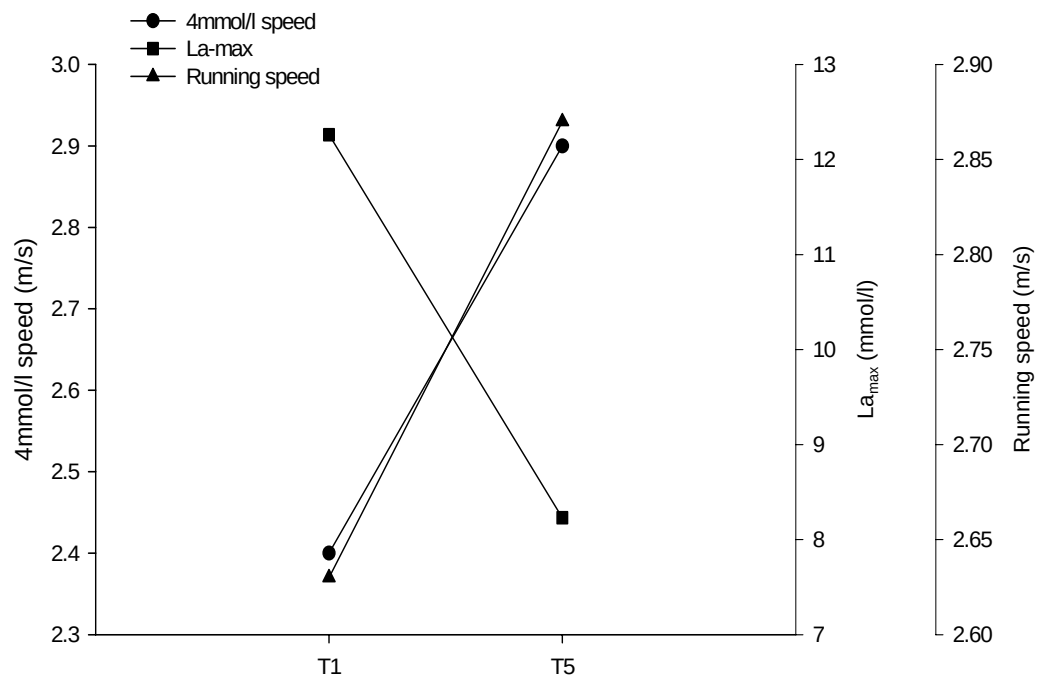


圖 4-12 女選手無氧閾值對專項測試最大乳酸堆積之影響

第伍章 討論

本研究主要目的在了解冬季兩項選手，經過四週夏季訓練之後，基礎能力與專項能力之變化情形，以及基礎能力與專項能力之交互關係。研究結果透過資料統計與分析後，將分為三部分進行討論：

- 一、基礎耐力 (2-4mmol/l)能力。
- 二、專項(跑步-射擊)能力。
- 三、無氧閾值對專項(跑步-射擊)能力之影響。



第一節 基礎耐力能力

基礎耐力是發展專項運動能力的基礎，也是提升運動能力的基本條件，擁有高水準的基礎耐力能力不但能輔助專項運動的表現，也可以增加運動表現的穩定性，因此不論是何種項目之運動選手，皆須具備優秀的基礎耐力能力。而乳酸與心跳率對冬季兩項或其他耐力性項目的選手來說，可作為監控訓練強度的重要依據，及判斷訓練效果的指標。

本研究之兩位冬季兩項選手，經過四週夏季訓練後，由圖 4-1、4-2 可明顯看出，男、女選手於相同強度下，後測(T5)之乳酸曲線皆有明顯向下向右偏移的趨勢，即後測之乳酸值低於前測(T1)，表示兩位選手透過四週夏季訓練後，身體產生適應，肌肉新陳代謝能力與乳酸代謝速率均獲得提升，顯現出訓練效果，這也與 Coyle (1984)所提出的耐力訓練之效果相符合。本研究所擬定的訓練計畫中，兼具有氧性與無氧性的耐力訓練，因此兩位選手不論在有氧或無氧閾值的速度表現上皆能有所進步。

在運動訓練初期，人體為了適應運動強度的負荷，身體血液的需求量會增加，因此相同運動強度下心跳率會隨之上升，故本研究兩位選手在有氧與無氧閾值的心跳率反應上皆呈現上升趨勢(表 4-1)。若隨著訓練週期延長，心肺功能將獲得改善且維持穩定狀態，促使心臟每跳輸出量(stroke volume)增加，於相同強度下心跳率則可能會有下降趨勢。

第二節 專項（跑步-射擊）能力

一、運動負荷時間

Rundell and Bacharach (1995)與 Cholewa 等人(2005)對參與冬季兩項比賽之選手進行統計後，顯示出越野滑雪時間與比賽成績呈現較高的相關，說明了縮短滑雪時間對比賽總時間的重要性。本研究中兩位選手經過四週夏季訓練後，在完成專項測試的跑步平均速度表現上，男選手前測(T1)為 $3.22 \pm 0.19 \text{ m/s}$ 、後測(T5)為 $3.60 \pm 0.27 \text{ m/s}$ ；女選手前測(T1)為 $2.63 \pm 0.32 \text{ m/s}$ 、後測(T5)為 $2.87 \pm 0.21 \text{ m/s}$ ，兩位選手之跑步平均速度皆有提升。由圖 4-3、4-4 也可明顯看出，男、女選手在完成專項測試的總時間上皆有明顯進步(後測 < 前測)。無氧閾值是提供選手長時間持續地維持高速度的能力，本研究中兩位選手個人無氧閾值的速度均獲得提升，因此相對地專項測試的跑步表現也能獲得改善。

二、運動負荷心跳率

心跳率是訓練科學領域中被廣泛運用的參數之一，它能及時與有效地評估選手心肺系統的機能。由圖 4-5 可得知，男選手於前測(T1)時產生較高的平均心跳率，是訓練初期常可見到的心肺功能反應，但 T2 時卻大幅度的下降，此情形可由表 4-2 解釋，T2 跑步的平均速度介於 $3.2 \sim 3.4 \text{ m/s}$ 之間，選手以維持穩定速度的方式進行跑步，故降低了在高速度下造成高心跳率的影響，雖然速度不快，卻減少了對心肺系統的負荷，達到穩定狀態(steady-state)。T3~T5 平均心跳率則是隨著跑步平均速度的變化而改變，在 T5 時平均心跳率達最高，此時的跑步平均速度也是最快的。

如圖 4-6 所示，女選手在 3km 跑步平均心跳率表現上相當穩定，差異皆不超過 $\pm 3\text{min}^{-1}$ ，T1、T3 與 T5 之平均心跳率皆為 175min^{-1} ，但 T1 與 T3 的跑步平均速度皆為 2.63m/s ，T5 則是 2.87m/s ，由此顯示出透過訓練後相同心跳率負荷下，女選手所能承受之運動強度明顯提高，表示體循環系統的功能獲得改善。

三、運動負荷後乳酸堆積值

由圖 4-7 可得知，男選手前測(T1)運動負荷後乳酸最高值於運動結束後第 5 分鐘(E5)顯現，其後乳酸開始排除至 E10，但 E12 再度堆積形成乳酸第二高點，E15 時才慢慢下降，顯示出選手的肌肉新陳代謝系統呈現不穩定狀態。經由訓練後，後測(T5)時乳酸最高值於運動結束後第 3 分鐘(E3)顯現，其後乳酸值以差距不到 $\pm 1\text{mmol/l}$ 的趨勢開始進行乳酸排除，代表選手之肌肉新陳代謝系統漸漸趨於穩定。而乳酸下降百分比為 $T5(-28.3\%)>T1(-26.9\%)$ ，顯示出乳酸的排除速度隨著有氧閾值的提升獲得改善，此結果與 Neumann and Berbalk (1991)研究中提出，有氧能力越高者，乳酸排除速度亦快之理論相符合。

由圖 4-8 可得知，女選手前測(T1)運動負荷後乳酸最高值於運動結束後第 1 分鐘(E1)顯現，E3 時開始下降，但乳酸值分別在 E7 與 E15 時又產生堆積，肌肉新陳代謝系統呈現較不穩定的狀態。經由訓練後，於 T5 時乳酸最高值出現在運動結束後第 1 分鐘(E1)，其後開始以類似線性的趨勢開始進行乳酸排除，在 E15 時乳酸值達最低，顯示出選手之肌肉新陳代謝系統逐漸呈現穩定的狀態。而隨著有氧閾值得提升，乳酸下降百分比也明顯獲得改善($T5>T1$; $-50.2\%>-35.4\%$)，此結果也與 Neumann and Berbalk (1991)研究中提出之理論相符合。

四、心跳率與射擊表現

冬季兩項的射擊表現講求「快、準、穩」，擊發快、射擊準、表現穩的動作要求，而射擊表現也需要與射擊時的心跳率相互配合 (Augustin and Moravec, 2002)，才能達到成功的射擊表現。

由圖 4-9 顯示出，男、女選手在五次專項測試的射擊平均時間表現之最高與最低值差異分別為 21.9s、10.33s，代表兩位選手對於射擊時間上的掌控較不穩定，從瞄準到擊發的過程可能易受到干擾，造成每次射擊時間的不固定性，又根據兩位選手在開始射擊前的心跳率得知，兩位選手心跳率都接近於最大心跳率之 90%(182min⁻¹)，其原因為兩位選手並沒有於接近射擊區約 50~60s 時，讓身體獲得緩和以利進行射擊，與 Hoffman and Street (1992)所提出的觀點不符合，故兩位選手無法有效縮短與維持穩定的射擊時間。

Fořt (1979、1983)提出最佳射擊時間表現為每發射擊約 4-6s，而本研究中的兩位選手每發射擊時間約為，男選手：5.15~9.53s、女選手：4.73~6.79s。由此可看出，女選手較符合 Fořt (1979、1983)所提出的最佳射擊時間表現。

在競爭激烈的冬季兩項比賽中，射擊命中率與比賽成績呈現相關，優越的射擊命中率能夠有效縮短比賽的總成績，以取得更好的排名成績。在射擊命中率方面，男、女選手射擊命中率皆低於 80%(如表 4-8、4-9)，與 Cholewa 等人(2005)對 2001~2002 冬季兩項世界盃與冬季奧運選手進行比賽數據統計之優秀選手的 90%射擊命中率有些許落差，顯示出兩位選手在射擊命中率表現上較需加強、改善。

在射擊穩定性方面，由圖 4-10 顯示出，男選手射擊命中率介於 40~60%之間，女選手則介於 26~80%之間，雖然男選手平

均射擊命中率較低，但在射擊穩定性方面卻較女選手穩定，命中率起伏較小。由此可知，在訓練時男選手需要以提高射擊命中率為優先，並維持其射擊的穩定性能力，而女選手則是需以加強射擊穩定性為主要目標。

第三節 無氧閾值對專項(跑步-射擊)能力之影響

冬季兩項是與時間競賽的運動項目之一，縮短完成比賽的時間是獲取優秀名次的關鍵。MacDougall 等人(1979)研究指出擁有優越的耐力能力即能有效提升越野滑雪速度表現，再次證明耐力能力對專項表現的重要性。本研究中男選手之無氧閾值速度前、後測分別為：2.6m/s、3.4m/s；女選手為：2.4m/s、2.9m/s。男選手專項跑步平均速度前、後測分別為：3.22m/s、3.6m/s；女選手為：2.63m/s、2.87m/s。由圖 4-11、4-12 顯示出兩位選手之無氧閾值速度經由訓練後皆獲得提升，相對地專項測試的跑步速度也隨之提升，此現象與理論相符合。

MacRae 等人(1992)研究指出經由耐力訓練後，在相同的運動強度下乳酸濃度皆顯著降低，但研究中男選手因專項跑步速度的提升，而改變了運動負荷的強度，故運動結束後的最大乳酸堆積量也隨之上升(T1：11.15mmol/l；T5：12.28mmol/l)；而女選手因專項跑步平均速度的提升，增加了運動負荷強度，理論上運動結束後的最大乳酸堆積值，後測會大於前測，但結果卻與事實相反，運動結束後的最大乳酸堆積值為後測小於前測(8.23mmol/l<12.26mmol/l)，其原因可能為女選手於後測之專項跑步平均速度低於個人無氧閾值的速度所導致(2.87m/s<2.9m/s)。

第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究是以高雄市左營高中冬季兩項男、女選手各一名為研究測試對象，以冬季兩項之夏季訓練模式為依據，進行四週、每週六次的夏季訓練。探討經過四週夏季訓練後，對冬季兩項選手射擊(命中率、穩定性)與耐力(基礎耐力能力、專項耐力能力)表現之影響。本研究結論如下：

一、基礎耐力測試(2-4mmol/l)

夏季四週訓練能提升本研究中兩位選手之有氧與無氧閾值速度，但在有氧與無氧閾值心跳率方面則呈現不穩定之現象。

二、專項(跑步-射擊)能力測試

(一)專項跑步表現

夏季四週訓練能提升本研究中兩位選手之專項測試跑步速度，且運動負荷心跳率能維持穩定的狀態。

(二)專項射擊表現

夏季四週訓練無法有效縮短本研究中兩位選手之射擊時間表現，但些微提升了選手之專項射擊命中率。

第二節 建議

- 一、本研究觀察之專項能力皆為選手個人表現，建議未來可觀察團體專項能力表現，作更進一步之探討。
- 二、冬季兩項之射擊表現易受到心跳率影響，選手需注意進入射擊區前的心跳率調整，訓練時應有系統地、有技巧地加以練習。
- 三、未來在從事冬季兩項訓練時可參考本研究中所應用之訓練計畫模型，並針對選手之特性進行調整，以達有效提升選手能力之目標。



參考文獻

一、中文部分

程文欣 (2006)。心跳率控制跑步速度之耐力訓練效果研究。

中正大學運動與休閒教育所碩士論文。嘉義縣。

黃榮松、許美智、簡鴻玟、張永政、黃涵蹉、方進隆 (2001)。
長期從事運動訓練對 12 分鐘跑走、血壓、心跳率、及血
中抗氧化劑的影響。 **體育學報**， **31**， 207-218。

二、外文部分

Augustín, M., & Moravec, R. (2002). Dependence of
shooting accuracy in biathlon on parameters observed
at the moment of shot, 32(2), 7-12.

Arne, E., Linda, J.C., & Adil, E.S. (2000). ***Sports Medicine
For Coaches And Athletes: Skiing***. Harwood academic
publishers, 4, 86-87.

Åstrand, P. O., Hallbäck, I., Hedman, R., & Saltin, B.
(1963). Blood lactate after prolonged severe exercise.
Journal of Applied Physiology, 18, 619-622.

Andrzej, K., Zbigniew, T., Leszek, B., & Janina, S. C.
(2004). Assessment of specific work capacity of elite
cross-country skiers and biathletes. ***Physical
Education and Sport***, 48, 215-221.

Bergh, U., Kanstrup, I. L., & Ekblom, B. (1976). Maximal
oxygen uptake during exercise with various

- combination of arm and leg work. *Journal of Applied Physiology*, 41, 191-196.
- Böhmer, D., Baron, D., Bausenwein, I., Fischer, H., Groher, W., Hess, M., Jäger, D., Martin, L., Mühlfahrt, J., Nöcker, P., Nowacki, G., Rompe, A., Thiel, B., & Schmücker, O. (1975). *Das sportmedizinische Untersuchungssystem. Leistungssport*, Beiheft.
- Cholewa, J., Gerasimuk, D., Szepelawy, M., & Zajac, A. (2005). Analysis of structure of the biathlon runs. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica*, 35(1), 35-41
- Dan, B. (1997). *Winter Olympics Made Simple*. p3-9.
- Groslambert, A., Candau, R., Belli, A., & Rouillon, J. D. (1997). Influence of the duration of the different biathlon phases on the performance of the athletes of the 1992 Olympic Games. *Coaching and sport science journal*, Rome, 2(3), 30-33.
- Holloszy, J. O. (1967). Biochemical adaptations in muscle: effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle. *Journal of Biological Chemistry*, 242, 2278-2282.
- Hultman, E., & Saholm, K. (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise and sport Science Review*, 8, 41-128.
- Holloszy, J. O., & Coyle, E. F. (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *Journal of Applied*

- Physiology**, 56, 831-838.
- Hoffman, M. D., & Street, G. M. (1992). Characterization of the heart rate response during biathlon. **International journal of sports medicine**, 13(5), 390-394.
- Hollmann, W., Liesen, H., Rost, R., & Kawahats, K. (1987). Über Das Leistungsverhalten und die Trainerbarkeit im Alter. *Z. Geront*, 11, 312.
- Hoffman, M. D., Gilson, P. M., Westenburg, T. M., & Spencer, W. A. (1992). Biathlon shooting performance after exercise of different intensities. **International journal of sports medicine**, 13, 270-273.
- Jackson, A. S., Beard, E. F., & Wier, L. T. (1995). Changes in aerobic capacity in men, age 25-70 yr. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, 27, 113-120.
- Klusiewicz, A. (2000). Fizjologiczna charakterystyka wysiłku startowego w biathlonie. **Sport wyczynowy**, 11(12), 11-21.
- Koch, G., & Rucker, L. (1980). Total amount of hemoglobin, plasma and blood volumes, and intravascular protein masses in trained boys. In K. Beng and Eriksson, B. O. (Eds.), *Children and Exercise IX*. Baltimore, MD. University Park Press, 15-109.
- Martin, D., & Hoffman, M.D. (1993). **Skiing, Cross-Country**.
- MacDougall, J. D., Hughson, R., Sutton, J. R., & Moroz, J. R. (1979). The energy cost of cross-country skiing among elite competitors. **Medicine and Science in Sport and**

- Exercise**, 11(3), 270-273.
- 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.
- Mahood N. V., Kenefick R. W., Kertzer R., & Quinn T. J. (2001). Physiological determinants of cross-country ski racing performance. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, 33(8):1379-1384.
- Mader, A., Lisen, H., Philippi, H., Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. **Sportarzt und sportmed**, 27(4), 80-88.
- Neumann, G. (1991). Umstellung und Anpassung des Organismus-grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit. **Leistungssport**, 21, 29-31.
- Neumann, G., & Berbalk, A. (1991). Umstellung und Anpassung des Organismus-grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit.
- Pilegaard, H., Bangsbo, J., Richter, E. A., & Juel, C. (1994). Lactate transport studies in sarcolemmal giant vesicles from human biopsies: Relation to training status. **Journal of Applied Physiology**, 77, 1858-1862.
- Rundell K. W., & Bacharach, D. W. (1995). Physiological characteristics and performance of top U.S. biathletes. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, 27(9),

1302-1310.

Weltman, A. (1995). Factor affecting the blood lactate response. In: ***The blood Lactate Response to Exercise***. IL: Human Kinetics, Publisher, Canada, 29-47.



【附錄一】

參與者同意書

本人經研究者詳細解說，確實了解研究內容及步驟，同意參與研究，並接受實驗設計中各項檢測。

研究名稱：夏季四週訓練對冬季兩項選手射擊與耐力之影響

研究者：國立臺灣體育大學教練研究所 陳建達

參與者簽名：

日期： 年 月 日

本研究目的在探討經過四週夏季訓練後，對冬季兩項選手射擊（命中率、穩定性）與耐力（基礎耐力能力、專項耐力能力）表現之影響。參與者於研究期間應遵守相關規定，接受各項檢測時，應穿著運動服並全力以赴。實驗期間參與者可提出研究與測試相關問題，研究者除將盡力回答外，也將盡力保障參與者安全，參與者如因身體不適或其他理由，得隨時退出本研究。

由於您的參與，使本研究得以順利完成，期望能對運動訓練科學領域有所貢獻，再一次誠摯的感謝您的支持與參與。

【附錄二】



國立臺灣體育大學 教練研究所

訓練生理與健康實驗室 運動專項能力診斷疾病調查

姓名：	出生年月：	身高(cm)：	體重(kg)：	性別：
項目：		最佳成績：		訓練年數：
請據實回答以下問題：				
1. 是否有心臟疾病 2. 是否有血液疾病 3. 是否有糖尿病 4. 是否有高血壓 5. 最近六個月是否有開刀手術 6. 其他： 1) _____ 2) _____ 3) _____ 4) _____ ☐ 是 ☐ 否 ☐ 是 ☐ 否 ☐ 是 ☐ 否 ☐ 是 ☐ 否 ☐ 是 ☐ 否				
運動員簽名： _____			日期： _____	
教練簽名： _____				