

國立臺灣體育大學(桃園)
教練研究所碩士論文

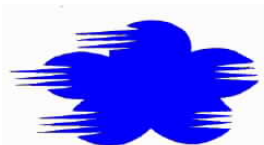
不同距離速度訓練對徑賽 100m 成績之影響

Effects of Different Distances' Speed Training on 100m Performance



共同指導教授：張嘉澤 博士
：詹元碩 博士
研 究 生：林佐吉 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

不同「距離速度訓練」對徑賽 100m 成績 之影響

摘 要

本研究主要目的在探討以不同距離速度訓練對 100m 之影響。受試對象為 18 名男女徑賽選手，平均年齡 12.3 ± 2.46 years、平均身高 174.6 ± 4.51 cm、平均體重 79.23 ± 7 kg kg、平均訓練年數 1.3 ± 1.1 year。以前側 100m 速度與 CMJ 成績，分為 A 組以 30m 訓練組 (9 人) 和 B 組以 60m 訓練組 (9 人)；訓練時間為期四週，每週四次。所得資料以 SPSS for Windows 10.0 中文視窗版套裝軟體及 Sigma 8.0 統計軟體進行統計分析及製作圖形。以混合設計二因子變異數分析 (組別 x 測試點) 考驗組間與組內之差異。若達顯著差異，則進一步以杜凱氏 HSD 法進行事後比較，所得資料皆以平均數、標準差表示，並將差異性以圖表呈現以進行分析比較。顯著水準訂為 $p < 0.05$ 。

研究結論如下：

- (一) 經過四週不同距離速度訓練上有效提升 A、B 兩組下肢動力表現，A 組 30m 訓練組優於 B 組 60m 訓練組。
- (二) 經過四週不同距離速度訓練上有效提升 A、B 兩組反應時間表現，各測試點都有顯著進步；整體測試 A 組優於 B 組。
- (三) 經過四週不同距離速度訓練上有效提升 A、B 兩組各速度能力表現，B 組測試都優於 A 組。
- (四) A、B 兩組不同距離速度訓練，對於兩組組間之速度、下肢動力、反應時間，A 組 100m 與下肢動力未達顯著相關；B 組卻在 A 組 T-2 及 A、B 組間 T-3 達高度顯著相關，100m 與

反應時間(RT)三次測試各項能力達顯著進步，但未達顯著相關。

關鍵詞：起跑、100m能力、反應時間、下肢動力、伸展縮短循環



Effects of Different Distances' Speed Training on 100m Performance

Abstract

The purpose of the study was to investigate the effect of speed training of difference distance on 100m performance. Eighteen track athletes were involved in this study with the average age, high, weight and training years were 12.3 ± 2.46 years, 174.6 ± 4.51 cm, 79.23 ± 7 kg, 1.3 ± 1.1 years. Group A that was 30m training group involved 9 athletes and group B that was 60m training groups involved 9 athletes, athletes were assigned by 100m velocity and CMJ height.

Results and graphs of research were produced by SPSS for Windows 10.0 and Sigma 8.0, respectively. The difference of intra-groups and inter-group was analyzed by mix design two-way ANOVA (group x time). Post Hoc were used by HSD when results of analysis had significant difference. Significant level was $p < 0.05$.

Conclusion of research followed below :

1. The performance of power of lower power of group A and B had both progress that group A was better than Group B after 4 weeks training.
2. The performance of reactive time of group A and B had both progress that group A was better than Group B after 4 weeks training.

3. The performance of power of lower power of group A and B had both progress that group A was better than Group B after 4 weeks training.
4. The speed, power of lower body and reactive time between groups didn't have significant correlation; Group B had high significant correlation with T-2, T-3 of group A, 100m and reactive time had significant progress, but didn't have significant correlation.

Key word : take off, reactive time, power of lower body, stretch shortening cycle



致 謝 詞

本論文得以完成，首先感謝我的上帝賜給我平安與智慧；更讓我遇見非常有耐心指導我的指導教授張嘉澤博士的悉心指導，在此致上由衷的感謝。論文蒙口試委員國立臺灣體育大學(台中校區)呂欣善教授、國立臺灣體育大學詹元碩博士的批閱斧正，提供許多寶貴建議，使我獲益良多，特置卷首，敬申謝意。

承蒙本實驗的協助教練--國立基隆高中鄭新福教練、陳金山教練、國立基隆女中吳金玉教練等鼎力協助，以及感謝基隆市體育場提供運動場地的前教育局體健課蔡明義課長、前體育場場長黃建發的場地提供，使研究能如期進行。實驗的檢測更感謝所有台灣運動能力診斷小組(SPDI)的成員，因為有你(妳)們的協助使得檢測能順利進行。兩年碩士生涯中，特別感謝所上的師長黃啓煌所長、季力康前所長、湯文慈博士、張嘉澤博士、詹貴惠博士的教導與協助，以及升格講師的月娥姐、運動生理組鱗棋學長、錠堯學長、嘉吉學長、金龍學長、佳慧學姊、廷玉學姊、建達同學、月琪同學、吉堯學弟、劭文學弟、耿賢學弟、小熊學弟、綿綿學妹、雅含學妹等人的幫忙與鼓勵，這些都是我能夠順利取得碩士學位的助力，在此致上十二萬分的敬意與謝意。

最後要感謝的是家人妻子(梅香)、兒子(一心)、女兒(頌恩)、大哥大嫂及妹妹給我的支持，父親、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！

作者簡介

姓 名：林佐吉

性 別：男

出生日期：1967年11月6日

學 歷：台北市立體育專科學校（教練運動組）

國立台灣體育學院體育學系

國立體育學院教育學分班

國立體育大學教練研究所

經 歷：國際田徑總會（國家教練講習合格）

奧林匹克（國家教練講習合格）

中華民國田徑協會（國家級A級教練合格）

中華民國大專院校體育總會籃球（A級裁判合格）

中華民國籃球協會（國家C級教練合格）

中華民國籃球協會（國家B級裁判合格）

中華民國游泳救生協會（C級教練合格）

中華民國棒球協會（C級教練合格）

中華民國網球協會（C級裁判合格）

主修領域：運動訓練學、運動能力診斷與負荷

發表著作：

- 1.林佐吉、張嘉澤(2007)。短距離選手混合式訓練對一百公尺成績進步之效果。2007年運動知識學術研討會。
- 2.戴光宇、林佐吉(2007)。電腦軟體在運動團隊管理訓練檢測之應用。2007體育專業發展與運動休閒趨勢研討會。
- 3.林佐吉、張嘉澤(2008)。兩公里一般健走與北歐式健走負荷對非運動員體循環與新陳代謝之影響。

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
致謝	IV
目錄	V
表目錄	VII
圖目錄	VIII
第壹章 緒論	
第一節 研究前言	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究目的	3
第四節 研究範圍與限制	3
第貳章 文獻探討	
第一節 反應時間與反應力量之相關研究	4
第二節 徑賽 100m 之相關研究	14
第三節 不同距離速度訓練之相關研究	17
第四節 文獻總結	21
第參章 研究方法	
第一節 研究對象	22
第二節 實驗時間與地點	23
第三節 實試儀器與設備	23
第四節 實驗方法與步驟	26
第五節 資料處理與統計分析	34
第肆章 結果與分析	
第一節 下肢動力測試表現	36
第二節 反應時間(Reaction Time)測試表現	39
第三節 100m 最高速度測試表現	41

第四節	100m 維持穩定速度之表現 -----	48
第五節	100m 最後 10m 速度下降趨勢分析比較 -----	51
第六節	100m 速度與下肢力量之關係 -----	54
第伍章 討論		
第一節	不同距離速度訓練對下肢動力之影響 -----	61
第二節	不同距離速度訓練對反應時間之影響 -----	63
第三節	不同距離速度訓練對 100m 最高速度之影響 ---	65
第四節	不同距離速度訓練對 100m 維持穩定速度之 影響 -----	66
第五節	不同距離速度訓練對 100m 最後 10m 下降之 影響 -----	67
第六節	100m 與下肢力量之關係 -----	68
第陸章 結論與建議		
第一節	結論 -----	71
第二節	建議 -----	72
參考文獻		
	中文部分 -----	73
	外文部分 -----	76

表 目 錄

表 1-1	Delecluse 等人實驗優秀女子選手百公尺運動學 參數 -----	12
表 1-2	不同群的反應時間 -----	14
表 2-1	短距離項目-全國女子青年紀錄至女子世界紀錄 對照表 -----	20
表 2-2	短距離項目-全國男子青年紀錄至男子世界紀錄 成績對照表 -----	20
表 3-1	表 3-1 受試者基本資料 -----	22
表 3-2	30m 訓練組與 60m 訓練組訓練內容 -----	32
表 4-1	A 組 30m 訓練下肢動力(CMJ)三次測試 -----	36
表 4-2	B 組 60m 訓練下肢動力(CMJ)三次測試 -----	37
表 4-3	A 組 30m 訓練反應時間(RT)三次測試 -----	39
表 4-4	B 組 30m 訓練反應時間(RT)三次測試 -----	40
表 4-5	A 組 30m 訓練 100m 全程速度三次測試 -----	42
表 4-6	B 組 30m 訓練 100m 全程速度三次測試 -----	43

圖 目 錄

圖 1-1	圖 1-1 反應時間、動作時間和整體反應時間之關係-----	8
圖 1-2	訊息處理模式三階段-----	10
圖 3-1	起跑架與起跑反應器-----	24
圖 3-2	紅外線測速感應器-----	24
圖 3-3	Newtest 主機-----	25
圖 3-4	Newtes 操作-----	25
圖 3-5	可摺疊式測力板-----	26
圖 3-6	紅外線感應器組-----	26
圖 3-7	下蹲跳測試-----	28
圖 3-8	起跑反應時間儀器圖-----	29
圖 3-9	起跑反應時間測試場地設置圖-----	30
圖 3-10	起跑訓練蹲式動作示意圖-----	31
圖 3-11	起跑訓練之預備動作示意圖-----	31
圖 3-12	測試流程圖-----	33
圖 4-1	A 與 B 兩組 CMJ 三次測試指數之比較-----	38
圖 4-2	A 與 B 兩組反應時間三次測試指數之比較-----	41
圖 4-3	A、B 組前測和後測(T-2、T-3)100m 最高速度跑之比較-----	44
圖 4-4	A 組前測和後測(T-1、T-2)100m 最高速度之比較	45
圖 4-5	B 組前測和後測(T-1、T-2)100m 最高速度之比較	46
圖 4-6	A、B 兩組停止一週後測試(T-3)100m 最高速度之比較-----	47
圖 4-7	A 組前測和後測(T-1、T-2) 100m 維持穩定速度之比較-----	48

圖 4-8	B 組 後測 (T-2) 100m 最高速度跑之比較 -----	49
圖 4-9	A、B 兩組 停止一週後測試 (T-3) 100m 維持穩定 速度之比較 -----	50
圖 4-10	A 組 前測和後測 (T-1、T-2) 100m 最後 10m 速度 下降之比較 -----	51
圖 4-11	B 組 前測和後測 (T-1、T-2) 100m 最後 10m 速度 下降之比較 -----	52
圖 4-12	A、B 兩組 停止一週後測試 (T-3) 100m 最後 10m 速度下降之比較 -----	53
圖 4-13	A 組 前、後測 (T-1、T-2) 100m 速度與下肢動力 分佈情形 -----	54
圖 4-14	B 組 前、後測 (T-1、T-2) 100m 速度與下肢動力 分佈情形 -----	55
圖 4-15	A、B 組 後測 (T-3) 100m 速度與下肢動力分佈情 行 -----	56
圖 4-16	A 組 (T-1、T-2) 100m 速度穩定與反應時間 (RT) 指 數之關係 -----	57
圖 4-17	B 組 T-1、T-2 100m 速度穩定與反應時間 (RT) 指 數之關係 -----	58
圖 4-18	A、B 組 T-3 100m 速度穩定與反應時間指數之關 係 -----	59

第壹章 緒 論

第一節 前 言

速度是短距離運動的基本形式，而徑賽100m跑是田徑短距離運動中速度最快的項目，爲了求得更好的成績，徑賽100m跑無論在訓練、跑步動作技術及速度應用的要求特別比一般要來得高，其目的只在爭取百分之一毫秒的精進，是眾多運動生理學研究的重要課題。

徑賽項目，尤其是起跑、起跑後加速，肌肉收縮的能源主要是無氧代謝中ATP-PC系統的功能。肌肉在劇烈工作1-3秒，僅靠肌肉內儲存的ATP供應能量，若持續激烈運動，則由磷酸肌酸(CrP)分解釋放能量供ADP還原成ATP，但也僅能讓劇烈運動維持5-10秒。

徑賽100m是屬於強度極高的短跑項目，在田徑比賽中最具有魅力及競爭性。依據生理學、生物化學的理論基礎認爲，極限強度之短跑運動是由無氧代謝ATP-PC系統供應能量方式提供所需的能量。因此，從事徑賽100m訓練的選手除了需具備良好的全面性體能、專項體能之外，還需具備肌肉與神經系統快速且準確支配的功能，以及良好的速度特質等專項運動能力。

採用不同距離速度訓練方式對未來徑賽100m選手速度是否比過去訓練有幫助，所以速度訓練便廣泛的受到教練在訓練選手上所能運用，現在田徑徑賽100m成績不如過去表現得好，400m以下的徑賽項目，教練必須找出使用更好、更快、時間更短的訓練方式訓練，所以速度訓練在徑賽100m訓練及競賽中，亦扮演重要的角色，不同距離速度訓練對徑賽100m之影響乃爲本研究所以探討之課題。

第二節 研究動機

個人在這幾年的訓練工作裡主要分為兩個訓練階段，前階段的訓練工作中，訓練重點著重於投擲項目，後階段的訓練工作則著重於高速度的400m以下之項目訓練。在這十五年的訓練工作日子，訓練方式及內容須要加強及改變。

在訓練選手過程中深刻的體會到，速度的產生並不是單一的素質，它是結合力量、速率、柔軟、耐力、協調技術、天候等因素，是身體組織複雜的組合，在短距離的競賽中，若能有一個平穩、快速及順暢的跑法，往往能夠奠定勝利的基礎，且能影響成績表現，所以速度的訓練與研究是徑賽100m訓練的重大課題之一。

速度能力是徑賽100m選手所追求的，毫秒的成績，以最短的時間跑完全程是徑賽100m選手所要求的，我國教練及選手都能理解跑100m的流程是起跑、加速期、高速期、維持期、減速期、終點。可是很多教練及選手不知道如何訓練或自己跑100m各段速度變化為何？所以我將利用科學儀器Newtest系統的輔助找出選手，在100m跑時各階段速度變化位置，以及受試者的每10m區段平均速度以及最高速度位置、速度維持情形、最後速度下降的趨勢.....等。來進行分析、訓練內容研究，來提供選手以及往後教練訓練或比賽調整之參考。

第三節 研究目的

本研究是以不同距離(30m、60m)速度訓練為訓練的方式，將受試者分為A、B兩組，每週四天，共進行四週訓練。探討經過訓練後A、B兩組前、後測及停止訓練一週後100m能力之影響。依據Neumann(1991)生理適應原理，適應週期為4-6週。因此本研究之訓練時間訂為4週，希望透過研究結果，將此訓練方式實際運用於選手訓練中，幫助教練和選手在徑賽100m訓練上，更有效率的訓練。

本研究目的如下：

- 一、探討A、B兩組不同距離速度訓練對下肢動力之影響。
- 二、探討A、B兩組不同距離速度訓練對反應時間之影響。
- 三、探討A、B兩組不同距離速度訓練對100m最高速度之距離。
- 四、探討A、B兩組不同距離速度訓練對維持穩定速度之差異。
- 五、探討A、B兩組不同距離速度訓練對100m最後10m下降之差異。

第四節 研究範圍與限制

本研究範圍僅限於國中運動代表為研究對象，利用Newtest系統檢測記錄受試者在不同距離速度跑時的各段區間速度，搜集相關的實驗參數，以瞭解徑賽100m跑成績的影響。

第貳章 文獻探討

徑賽100m選手需結合專業的速度及訓練內容才能穩定跑出好的成績，短跑運動發展至今已有百年的歷史，全球運動生理學學者及實驗團隊對研究有關徑賽100m速度訓練方式並不是很完整，而本研究對於短跑訓練文獻回顧主要是以探討不同距離速度訓練對徑賽100m之影響為主，透過運動科學領域來探討不同距離速度訓練之運動訓練學特徵。

第一節 反應時間與反應力量之相關研究

一、反應力量

反應力量是肌肉在瞬間作出伸展縮短循環，也就是肌肉在離心收縮後拉長至向心收縮時，利用肌肉彈性能在肌肉中儲存與再釋放，以及神經反射性調節所爆發出的力量。徑賽100選手擁有好的反應力量，可以在肌肉伸長時很快速的作出反應，迅速縮短肌肉，能使身體往一定的方向移動。Bührlé(1989)指出發展反應力量有兩個目標(1)在肌肉伸展縮短循環階段的轉換縮短，最佳向心收縮速度(2)在伸展縮短循環階段改善離心期的高度負荷，以維持肌肉張力。

Young (1995)研究下蹲跳和三種落下跳的特性，三種落下跳分別為：一、只要求跳最高的高度，二、只要求最短的接觸時間，三、要求跳最高的高度和最短的接觸時間。結果發現跳最高的高度和最短的接觸時間的落下跳，在短的時間內給予肌肉最大刺激，然後快速收縮，也就是提高跳躍的踏跳時間，而不是跳躍的高度或遠度做為訓練，使肌肉反應收縮速度達到效果。

Young, Wilson, and Byrne(1999)研究在六週兩種落下跳訓練的方式中，何者能有效決定力量特性和跳躍表現？參與者共35位男性且有從事一年的身體活動包括跳躍，也就是指在俱樂部從事田徑、籃球或足球的休閒活動者，分為三組。第一組訓練型態為只要求跳最高的高度，第二組訓練型態為要求跳最高的高度和最短的接觸時間，而第三組接受沒有跳躍訓練，但要求每天從事正常的活動。落下跳高度會在訓練之前，利用高度為30、45、60和75cm測試第一組最佳高度和第二組反應力量的表現分別作為其訓練強度。共訓練六週，前四週每週3天共4組，6次，每組間休息4-5min；後二週由原本4組增加為5組。測試項目：站立垂直跳和跑跳，力量特性包括靜態跳(static jump, SJ)、落下跳高度和落下跳反應力量。結果發現，第二組站立垂直跳和跑跳成績都進步但是第一組和第三組卻退步。第二組在高度30、45、60和75 cm測試反應力量，後測明顯比前測進步，且跑跳成績和反應力量有顯著相關。利用要求跳最高的高度和最短的接觸時間訓練型態比其他兩組可以改善反應力量20%。

Young等(2002)研究足球選手爆發力和快速改變方向中，測試反應力量利用落下跳的方式，15cm高的箱子，要求參與者盡量跳最高的高度和最少的接觸時間。利用測出來的高度除於接觸時間得到反應力量指數。研究發現雙腳反應力量指數和8m直線速度表現、8m長只有一個轉彎角度為右邊20°、轉彎角度為右邊40°和8m長有四個轉彎角度60°速度表現達顯著相關。左腳反應力量指數與8m長有四個60°轉彎速度表現達顯著相關。右腳反應力量指數與直線速度表現、8m長有只有一個轉彎角度為右邊20°和8m長有四個60°轉彎速度表現達顯著相關。

Tossavainen(2004)利用落下跳作測試，分別為以20、30、40、50和60cm的高度測試，結果發現最理想的高度為40cm。因為在

高度為40cm高時，所獲得之跳躍高度、短的接觸時間和動力表現是在這五個高度之中最佳的成績。

二、反應時間(Reaction Time)理論

運動中的速度能力包含著反應速度、動作速度及移動速度三種基本的表現形式。反應速度：機體對外界刺激反應快慢。通常以施予刺激到肌肉系統做出應答性收縮時間的長短來表示反應速度的快慢。如果給予刺激的信號是固定不變的，則稱為簡單反應速度；而如果給予的刺激信號不同，個體又必須針對不同的刺激信號做出不同的反應，則稱其為複雜反應速度或選擇反應速度。

動作速度：機體某一部份完成特定動作的快慢。移動速度：在特定方向上快速移動的能力稱為移動速度。影響速度的因素：反應速度，決定反應速度快慢的生理基礎是刺激信號通過反射弧時間的長短。參與反射的結構由五個部分組成，總稱為反射弧。它們是感受器→傳入神經→中樞→傳出神經→效應器，反應速度的高低取決於感受器接受刺激產生興奮的快慢；興奮沿神經傳導速度的快慢；興奮通過中樞神經系統的快慢；效應器接受刺激產生興奮的快慢。

動作速度：影響動作速度的生理因素有很多，有以下幾類：肌肉收縮時所發揮的力量和阻力的大小。

動作速度快慢的主要限制因素就是肌力：

- 一、肌纖維的類型：腿部肌肉中快肌纖維有優勢的特徵，使之能獲得較大的動作速度。
- 二、肌纖維的興奮性：肌纖維的興奮性受許多因素影響，如刺激強度的大小、刺激時間的長短、刺激強度的變化。肌纖維的興奮性增加，從而提高動作速度。

條件反射的鞏固程度：運動技能成熟，條件反射的程度就越鞏固，且大腦皮層運動中樞內支配肌肉活動的神經元在機能上進行最優化排列組合，表現在外表肌肉上就是反應時間明顯縮短，動作速度明顯提高。線性運動的位移速度是指在循環性運動中，單位時間內人體快速位移的能力。以跑步為例，速度主要取決於步頻和步幅兩個因素及這兩個因素的協調關係，因為這兩個因素是互為相關的，過分加大步幅勢必影響步頻，而過分強調步頻，也一定會在某程度上影響到步幅的增加，必須以最適當的步頻和最佳的步幅才能獲得最快的位移速度。

一、步幅提高的影響因素：腿長和髖關節的柔韌性。步幅的提高首要影響因素就歸於腿的長短，腿長且髖關節柔韌性好的運動員，其步幅相對就大。在腿長和髖關節的柔韌性固定的前提下，腿部肌肉力量越大，則步幅相對就越大。

二、步頻提高的影響因素：神經過程的靈活性。大腦皮層運動中樞興奮與抑制的轉換速度是影響位移速度的最重要因素，肌肉的收縮和放鬆均由運動中樞的興奮和抑制過程來控制，如運動中樞興奮與抑制轉換速度慢，即神經過程的靈活性較低，肌肉的收縮與放鬆的轉換速度也必將受到影響，結果將導致位移速度降低(楊錫讓等，1997)。

在徑賽 100m 講求速度的運動中，場上情況瞬息萬變，從刺激到反應的時間極短，亦即從刺激出現到引發動作反應之間是非常快速的，通常以毫秒計，故擁有快速的反應時間(Reaction Time, 簡稱 RT)，是優秀選手必須具備的。嚴格地說，反應速度是指對各種刺激發生反應的快慢，但在運動過程中，反應速度總是和一定的動作相關聯的，肌肉收縮引起動作開始的瞬間已包括了運動時間，所以，我們在運動實驗中經常使用

的反應速度是神經反射時間和運動時間的總和。在短跑項目中，反應速度主要表現在起跑上，即接受槍聲刺激後，經中樞神經傳導過程和神經肌肉系統，直至蹬離起跑架的瞬間。

根據訊息處理模式(Information Processing Model)的觀點，人體的動作反應決定於刺激訊息的出現，亦即人體藉由感官系統接受外界訊息，經過認知處理做出反應所需的時間，稱之為反應時間(圖 1-1)，但反應時間和動作時間是截然不同的。反應時間是開始信號（刺激出現）到發動反應之間的時間，並不包含動作本身的時間，並強調是在發動動作反應前的時間。而動作時間是發動動作到完成動作所需的時間。

反應時間與動作時間之和，稱之為整體反應時間。一般而言，反應時間決定於個體的認知歷程；而動作時間決定於個體的神經生理因素（陳俊汕，1995）。

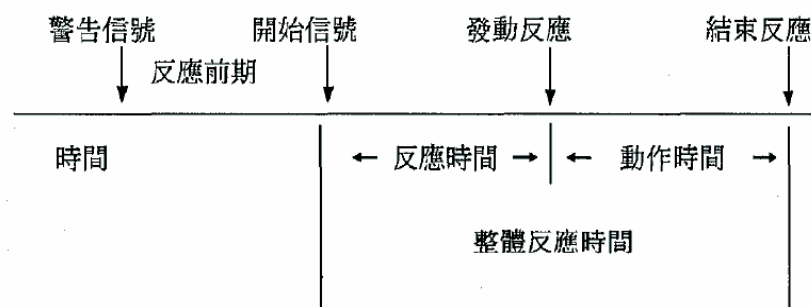


圖 1-1 反應時間、動作時間和整體反應時間之關係(Noth, 1994)

神經系統是相當重要的身體機能，它的高度發展有助於個體執行各種複雜的動作，並使所做的動作更為精緻化。然而，兒童從六歲時，在執行複雜的大肌肉活動動作時的笨拙，發育到 12 歲時能有效地執行細緻的小肌肉活動動作時的協調順

暢，這除了取決於中樞神經系統的發展成熟之外，也有賴於神經傳導能力的增加，以及經常運用到整個動作的神經路徑(吳忠芳、曹德宏、張蘋蘋、黃一昌、黃秀慧、黃滄海，2002)。

Tripp(1965)指出反應時間應包括：1.接受刺激的感覺神經；2.決定時間，亦即思考時間；3.動作時間，亦即動作的開始。反應能力實際上是神經傳導速度的外在表現，當外在刺激作用於感覺器官後，隨即產生一系統興奮，即神經衝動，這種興奮衝動沿感覺神經抵達大腦皮質的感覺區，經過結合的聯絡，使運動區產生興奮，此興奮通常再由皮質運動區下行至脊髓的前運動神經元，使肌肉產生收縮，這整個過程的時間就是反應時間，所以，反應時間與神經傳導速度存有相關。

Zatsiorsky (1980)指出反應時間包括五階段：1.感覺接受器接受刺激；2.刺激傳至中樞神經系統(CNS)；3.刺激透過神經通路傳導並產生訊號；4.訊號從中樞神經傳到肌肉；5.刺激肌肉完成機械作功。

陳俊忠(1992)指出全反應時間由下列因素構成：1.受納器興奮發生的時間；2.向心傳導興奮；3.向心信號過程、及經過神經網路；4.中樞神經發信號到肌肉的過程；5.肌肉興奮，以及隨之而來的物理變化。其中1至3屬於中樞訊息處理過程，4.為中樞到肌肉之運動神經傳導時間，5則為肌肉收縮時間。

Schmidt(1988;1991)提出，刺激輸入和輸出之間，經過三個階段(圖1-2)：刺激確認、反應選擇和反應程式，若訊息處理過程是正確而有效，配合動作反應時間，可讓動作反應適合環境的需求，並將反應時間分為前動作反應時間(Premotor RT)及動作反應時間(Motor RT)。

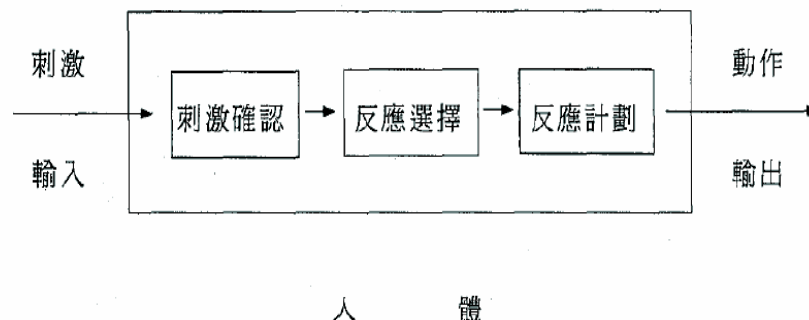


圖 1-2 Schmidt(1988)訊息處理模式三階段

三、影響反應時間之相關研究

肌梭、高爾基腱器與關節接受器，在控制肌肉反應和收縮上扮演重要的角色。肌梭避免肌肉的過度伸展，高爾基腱器避免肌肉的過度收縮，關節接受器則提供身體肢體的空間感覺。不斷練習運動技巧，可刺激大腦感覺區特定細胞，改變原生質輪廓。快速的動作存於大腦的運動區，慢速動作存於大腦的感覺區，透過自動化機轉回饋。

肌肉牽張反射：肌肉中的神經肌梭受到突然的拉張而引發，神經肌梭對拉張敏感的初級末梢，拉張後產生動作電位經過背根傳入脊髓，引發前角運動神經元發出動作電位至肌肉，造成肌肉的收縮(Bill Garoutte, 1996)。

高爾基氏肌腱接受器：神經肌梭與梭外肌肉有平行之作用，相反地，高爾基氏肌腱接受器則和梭外肌肉有串聯之作用。高爾基氏肌腱接受器的功用，防止因為收縮太強烈而使肌肉破壞。對於身體姿勢的控制，高爾基氏肌腱接受器上的張力使其對前角運動神經元維持一定而緊張的抑制興奮波，當張力減小時，肌腱接受器的抑制便減少，而前角運動神經元變的較有活

動性，使肌肉的張力恢復至原來的階段(Bill Garoutte, 1996)。

當張力增加時，肌腱接受器的抑制便增加，降低前角運動神經元的活動性，促使肌肉的張力減少至原來的階段。因此、透過高爾基氏肌腱接受器的作用，減少肌肉的張力，將有利於快速的動作。運動神經末梢，即傳出神經纖維末端與骨骼肌、平滑肌或腺體共同形成效應器。包括神經肌肉接點及植物性節後纖維末梢、神經肌肉接點又稱運動終板，由運動神經軸突末梢膨大部分的神經膜和凹成小槽的肌纖維細胞膜組成。

軸突末梢釋放乙醯膽鹼(Ach)進入其間隙，作用於肌膜的乙醯膽鹼受體，使產生終板電位(Bill Garoutte 著;陳志成，王超然譯，1996)。這些是屬於人體神經部份的運動系統，這些器官的發達有助於人體產生快速動作。

影響反應時間因素有下列幾點：1.刺激-反應選擇數目(number of stimulus-response alternatives)；2.刺激-反應的相容性(stimulus-response compatibility)；3.反應前期(foreperiod)；4.反應複雜性(response complexity)；5.動作準確性(movement accuracy)；6.練習總量(amount of practice)(Magill, 1998; 1993)。

Wickens (1984)提到反應時間受許多不同因素影響，包括：刺激種類、刺激強度、個別差異(如：年齡、性別、身高、體重等)、心理預期、事前練習、注意力、疲勞、運動、慣用側、作用肌群大小、先天遺傳等因素影響。

林耀豐、林清和(1996)探討不同網球發球方向(相容性)及發球前期對接發球反應時間(RT)與動作時間(MT)的影響。實驗對象為大學體育系之慣用右手的男性50名，來探討不同網球發球方向對反應時間的影響，實驗參與者分別觀看由一位甲組球員發網球的畫面，此畫面有五種不同的發球前期畫面及兩種不同的發球方向，每種發球方向及前期各出現5次的發球動作，共觀看50個

發球畫面。受試者在觀看每個發球畫面後，需先判斷發球方向後再往發球方向移動(雙腳離開踏墊)並按鍵，以測試RT與MT。結果顯示右邊來球的RT(720ms)比發向左邊的RT(734ms)稍快，但未達到顯著差異。

劉鎮國(2001)利用虛擬畫面產生不同方向的12次來球，大專男子足球員30名實驗參與者頭戴顯示器，站在Kistler測力板上接受反應時間的測試，結果顯示右邊來球的RT(698ms)比發向左邊的RT(792ms)稍快，表示慣用邊的反應時間較短，但未達顯著差異。

Delecluse 等人(1990)分析優秀短跑選手的起跑運動學參數，研究前後腳的動作與起跑好壞的關係。研究中紀錄整個起跑動作的水平動力和時間的相關，計算三個參數；1.起跑的水平速度、2.起跑反應時間、3.平均水平加速度。其中平均水平加速度最能反映一趟起跑的好壞。研究中有四位世界級女短跑選手的起跑資料作比較，成績最好是Echols，100m成績為10秒83研究結果如表1-1。

表 1-1：Delecluse 等人實驗優秀女子選手百公尺運動學參數

受試者	ECHOLS Sheila	OTTEY Merlene	JONES Esther	COOMAN Nelli
百公尺成績(s)	10.83	10.95	11.12	11.08
水平加速度 (m/s^2)	12.53	9.83	9.84	9.74
水平速度 (m/s)	3.31	3.53	3.75	2.99
反應時間 (s)	.264	.359	.369	.307

四、運動訓練對反應時間之影響

Nougier, Azemar, Stein, and Ripoll(1992)探討運動訓練對選擇反應時間的影響，實驗參與者為41名從事規律訓練之網球選手和26名無規律運動者，採用視覺刺激。結果顯示有規律運動者反應時間較快並達顯著差異。

王文正（1994）探討不同休息時間與不同反覆次數折返跑間歇訓練下，各組之間全身反應時間、瞬發力與敏捷性訓練效果之差異情形。實驗參與者為籃球、羽球、排球、網球之女子運動選手共36名。結果顯示，在全身反應時間訓練效果上，作反覆10次與15次的兩組選手其效果最佳($p<0.05$)。若要採用折返間歇訓練，則反覆次數至少需10次以上，才能得到較佳的效果，至於休息時間採用30s至90s均可。

王文正（1995）探討增強式和等張訓練對全身反應時間和瞬發力效果之影響。以18位有從事規律訓練的五專女性運動員為研究對象，平均分配於增強式訓練組、等張訓練組與控制組等3個組別，接受為期8週，每週3次的訓練。以日本TKK全身反應測量器來評估全身反應時間，結果發現在全身反應時間的訓練效果上，增強式訓練效果最佳且顯著優於控制組。

吳忠政、陳克舟（2005）探討阻斷式接發球訓練對排球選手全身反應時間能力之影響。研究對象為國立台灣體育學院男子排球代表隊運動員12名，分為阻斷式接發球訓練組、一般接發球訓練組2組。以全身反應測定器(TAKEI)為主要實驗儀器，經6週實驗控制。研究結果為：(一)兩組實驗分組之間的全身反應時間各階段均無顯著差異($p>0.05$)。(二)兩組實驗分組之間的全身反應時間在6週後有顯著差異($p<0.05$)，其中阻斷式接發球訓練組的全身反應時間(280ms)優於一般接發球訓練組(320ms)。本研究結果發現「阻斷式接發球訓練」能顯著縮短排球選手的全身反應時間

能力。

威斯特勒(Westerland)研究競賽項目和跑者之反應時間之間的關係，發現反應時間和跑75馬之間的相關高達0.863。他並研究22位經訓練的跑者，包括220碼世界紀錄保持者、NCAA 220碼冠軍，高中440碼跑冠軍，發現不同群組的反應時間如下表1-2：

表1-2：不同群組的反應時間

優勝者0.121秒	短跑者0.131秒
中距離跑者0.149秒	長距離跑者0.169秒

第二節 徑賽 100m 之相關研究

本章主要目的在探討徑賽100m選手速度能力，經過不同距離速度訓練對徑賽100m專項速度表現影響。徑賽100m是運動員從靜止不動的姿勢，聽鳴發令槍聲，用最快速而有效的運用自己出發最大的速度，破壞身體的靜止移動，協調極高的速度跑出去。因此爲了達到最好的動力與速度，以及透過過去研究學者及實驗者，對徑賽100m跑運動員都採不同的相關其建議與看法來做研究探討。

Martin et al. (1995)利用1993年世界盃田徑錦標賽短跑競賽結果，探討100m跑時間對短跑成績的相關，其研究結果指出；出發反應速度的快慢直接影響100m跑成績，而其研究更指出影響徑賽100m成績的要素分別爲：（1）槍聲起跑動作反應、（2）加速距離、（3）最高速度值（即加速階段所能達到的峰值）以

及（4）高速維持能力。因此在研究可知100m出發速度聯接加速度及最高速的維持是徑賽100m研究速度訓練的重要課題。由此可見速度的發展時間短暫，若不能即時的訓練，對日後的發展有莫大的影響。速度在徑賽100m中是必備的因子，且影響著短時間最高速度表現的優劣，然而速度的訓練卻是徑賽100m技能中最不易訓練的，所以速度的訓練除把握它的關鍵期外，也要配合訓練發展的生理機制共同實施，才能達到事半功倍的效果。

在徑賽100m跑能力發展的型態中，我們可明確了解徑賽100m跑發展能力最佳的時期，尤其在青少年階段發展的幅度更為顯著，這點非常值得我去關注與探討。張鳳儀（2002）指出運動能力的提升是人體因訓練而產生改變的過程，它必需是建立在自然生長發育基礎上。胡金榮等（2006）指出對年約12歲的學生實施衝刺跑高強度之速度訓練，在不疲勞的狀況下、更可提高下肢爆發力的表現，所以要考量個體發展之生理特質，是否減少負荷量能而有效的提昇訓練效果。徑賽100m選手身體發展有其一定的規律性，此種規律性與運動能力的表現息息相關。所以我們更加肯定依據生理發展的特徵，施予適當的訓練是合乎科學與有效的。徑賽100m運動能力之發展有其特殊性，不同距離訓練有不同的訓練特徵，是我們必須要了解的。在不同階段能力的發展趨勢為何？在訓練學上有重要的意義，依據此生理發展趨勢，如何訂定合理、科學化的訓練模式，是我們從事訓練工作者必備的重要認知。

速度能力顯現型式組合有反應速度、加速能力、快速動作頻率(Martin et al., 1991)，而快速動作頻率的顯現就在於步頻能力(Grosser et al., 1981)。速度是根據其發生的現象來分類，在訓練學上是介於-快速反應和快速動作交換頻率之間，依速度的發生程序有反應階段、加速度階段、速度不變（穩定）階段、速度下

降階段。

反應程序是透過腦部對刺激接收與輸入訊號之間做出合理回饋，經由肌肉組織之運動終板啟動肌肉收縮，做出快速動作 (Grosser et al., 1981)。國外學者 Sinning and Forsyth (1970) 研究的結果同樣指出增快步頻及加大步幅可以加快跑步的速度，且更進一步指出步頻則是造成速度快慢的重要因素。

陶武訓(2002)以國立體育學院及私立輔仁大學具有潛力共 10 名，並有機會成為國家代表隊之男子短跑選手，作為受試對象研究對象。將百公尺跑分為四個分期，來幫助教練、選手提升競技成績：第一個分期 0-30m 稱為加速期；第二個分期 30-60m 稱為高速期；第三個分期 60-90m 稱之為維持期；最後一個分期為 90-100m 稱為減速期。研究結果指出在進入高速期的階段，速度與步頻的相關達 .05 顯著水準。這表示徑賽 100m 的速度如果越高步頻就會越快，而徑賽 100m 速度在第二分期達到最高速。

在維持期階段；儘量要求快速度的維持時間，時間越久，徑賽 100m 成績就越理想。簡鴻文(1995)指出對其研究受試者之 100m 步頻每秒僅 4.30 步，短距離世界一流選手之每秒 4.60 步仍有一段差距必須要加強步頻之訓練。世界優秀短跑選手之步頻與普通水準的選手相比，是有顯著的差異，而步幅則無明顯差異（郭步前，2001）。由上述的論述，明白的揭示出，步頻對徑賽 100m 成績表現是我們急待發展的重點，也是我國短跑成績能夠跟上國外的訓練方向。

第三節 不同距離速度訓練之相關研究

根據生長發育的規律、型態及生理的特點，將13-17歲劃分為青少年期，也是人體生長發育過程中最為關鍵的時期（田麥久，2005）。優秀運動員的生長過程中，青少年時期的速度訓練是至關重要（陳玉泰，2002）。

速度訓練的發展，方法包括以牽引跑、順風跑及下坡跑進行提高步頻訓練的效果最佳；而透過不同強度重複跑也是發展速度最常用的訓練方法，一般以30m至80m為主要訓練距離（邱春、翟德平，2000）。

速度是指在短時間內完成一定的距離並利用最大能量做完一個動作。在速度表現的完成特別是於反應速度、最大速度、加速度、維持速度等。不同速度型態很難同時以相同的訓練內容達成（張博夫，1992）。

提高運動員專項能力訓練可適當減少，多結合技術訓練，跑的段落要延長，不能光做20-60m加速，適當多做80-100m段落（張繼紅、潘英賢，2001）。一般速度訓練的體能是全身器官系統的整合能力。隨著運動訓練方式的不同而有不同的體能特質。有的運動是有氧性體能，有的是無氧性體能，有的則是全身性混合體能（許樹淵，2001）。速度也包含了快速移動及協調速度的能力（Grosser, 1981）。

速度的訓練可以與固定方式訓練，設定多次重覆性距離進行速度訓練，這種重覆法是速度訓練最基本的方法，並強調訓練的過程必須符合：（一）高強度運動負荷；（二）短運動持續時間；（三）長的間歇及恢復時間等三個原則（陳全壽，1993）。短時間高速度的衝刺跑是改徑速度與敏捷性的最重要的方法（馬祥海，2002；許瓊美，2004）。最高速度訓練一般是於85-100%的強度

進行訓練，而訓練時間應不超過10秒，距離可分為30m、60m、80m來做訓練（田麥久，2005）。

速度訓練可以使肌肉與組織間增加神經傳導速度，能使更多肌肉能夠精準地參與動作的進行(Neumann and Hottenrott, 2002)。肌肉快速收縮與維持能力取決於肌纖維之快收縮肌肉型態，與快速有氧能量提供系統進一步相互支援的結果(Hollmann, 1987)。

如何提高肌肉中磷酸肌酸(ATP-CP)的儲存量既是短距離選手訓練的重點。研究證明，增加磷酸肌酸的主要方法，是用最高速度重複跑30m，間隔休息3到5分鐘，重複次數5到6次左右，這類的練習運動員要以最大的速度完成每一次的練習，反覆的訓練不僅可以提升磷酸肌酸的儲存量(Grosser, 1991)。30m及60m跑的成績和100m成績呈高度相關，因此是提高速度最有效的訓練距離（湯躍、孫煥江，2006）。

陸建軍、陳麗麗(2003)指出提高周期性肌肉快速收縮能力：採用一定距離(60~100m)的快速後退跑，跨步跳，快速高抬腿跑及輕負重（穿沙衣，拖車胎等）快速跑、上坡跑、沙地跑等，這些訓練方式可提高百公尺跑的速度。

100m的技術，一般可分為起跑、起跑後加速跑，途中跑及衝線等四個階段（李昭慶，2003）。專項速度是以一定的速度完成某一項運動或技術能力，運動員透過改善爆發力、速度耐力和爆發耐力來提高速度(Ozolin, 1971)。速度在許多運動中具有決定性的影響，如果不是特別以速度為主要訓練的項目內容，訓練中也可將速度強度提高，便使專項運動速度成績大有提升及改善。

速度是影響徑賽 100m 成績表現的重要因素之要點，儘管徑賽 100m 運動選手具有較好速度和較強的速度能力，但是如

果全程的速度差、最高速度無法發揮、最高速度不能保持，很難在比賽中獲得很好表現，在歷年來徑賽 100m 訓練，常常容易忽略對速度訓練的重視。而現代徑賽 100m 的比賽，運動員之間不再是天生或基因遺傳的特徵優勢，必須強調平日訓練內容的支配及訓練計劃的調整，才能在最高速度強烈競爭下獲得勝利。

現今世界優秀徑賽 100m 運動員為提升成績，在訓練課題中重視最高速度的衝刺，將短時間速度跑及速度維持距離成績干擾影響降至最低。我國在徑賽 100m 紀錄差世界一大截，甚至於亞洲紀錄也有一段距離，青年時期成績與成年成績的比較，進步幅度並不是很多。雖然徑賽 100m 跑成績水準有在提升，可是和世界級徑賽 100m 成績比較，成績差距還是相當的大，會造成這些差距原因是多方要思考的問題之一，但是就徑賽 100m 選手速度和速度訓練的方式是兩個主要的因素來看，影響我國徑賽 100m 成績表現主要原因是教練及選手對速度訓練理解不足。

速度的提升必須有一定速度做基礎（姜麗，1996），因此對徑賽 100m 的速度訓練觀念不理清，便會影響速度成績的未來發展。表 2-1、2-2 為國內至 2006 年 12 月份徑賽 100m 成績與世界紀錄比較表。

表 2-1 短距離項目-全國女子青年紀錄至女子世界紀錄成績對照表

項 目	全 國 青 年	全 國 紀 錄	亞 洲 紀 錄	世 界 紀 錄
100m	11.54	11.22	10.79	10.49
200m	23.47	22.56	22.01	21.34
400m	53.74	52.74	49.81	47.60
100mh	13.75	12.93	12.44	12.21
400mh	57.93	55.71	53.96	52.34

(2004)中華民國田徑協會製

表 2-2 短距離項目-全國男子青年紀錄至男子世界紀錄成績對照表

項 目	全 國 青 年	全 國 紀 錄	亞 洲 紀 錄	世 界 紀 錄
100m	10.41	10.29	10.00	9.77
200m	21.22	20.81	20.03	19.32
400m	46.94	46.72	44.56	43.18
110mh	14.31	13.90	12.88	12.88
400mh	50.47	48.63	47.53	46.78

(2004)中華民國田徑協會製

綜合以上探討，過去大部分及多數的徑賽100m選手和教練對速度訓練不知如何安排也不是很重視。但近幾年來，許多短距離教練及選手對徑賽100m速度訓練的了解的不夠需多方面參與訓練學知識，在訓練速度跑專項能力特別要在最高速度的前提下來訓練，那麼現在也並沒有針對速度有明確訓練距離的概念。各

有各的訓練方法，嚴重影響對徑賽100m速度訓練成績的提升。尤其是國內男女短距離徑賽100m成績水準，至今還未能突破國外高一等級的比賽成績。

因此徑賽 100m 選手在速度訓練，必須是以最高速度的方向進行專項速度訓練。徑賽 100m 選手發展最高速度，應綜合選手力量、耐力、協調、柔軟度、敏捷性等身體能力訓練。

而國內徑賽 100m 多年來，對與短距離訓練至今每有一套理想訓練模式及方向，歸納其原因可能是國內基層教練對徑賽 100m 訓練學術知識不足關係；使得速度訓練及訓練內容缺乏正確安排的訓練觀念。

第四節 文獻總結

綜合以上的研究可以發現，有效率的不同距離訓練攸關運動表現，速度的好壞，可藉由訓練內容討論之。而100m跑的技術如何獲得較大的速度，需以運動生學及運動科學領域輔助對短跑技術與速度能力做分析，針對運動員的個別差異，提出適合該運動員的技術能力設計與訓練計劃，因材施教，提昇專項徑賽100m速度的效率。

第參章 研究方法與步驟

本章將利用五個小節介紹研究進行時所使用之方法，其內容包括：研究對象、測試時間及地點、測試器材與設備、測試步驟、蒐集與分析。其詳細敘述如下：

第一節 研究對象

一、本研究以18位徑賽（基隆市某國中田徑運動員）選手為研究對象。所有參與者在最近半年內並無特殊疾病，且下肢肌群及神經無特別傷害或病變，參與者基本資料如表3-1。參與測試前，每一位參與者會被清楚的告知本研究目的、實驗方法、實驗程序及注意事項，並填寫參與者同意書（附錄一）及運動專項能力診斷疾病調查表（附錄二）。

表 3-1 受試者基本資料 (n=18)

組別	身高(cm)	年齡(year)	體重(kg)	訓練(year)
基本資料	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
30m 組 (n=9)	159.56±8.37	14.11±0.79	48.44±6.85	0.98±0.96
60m 組 (n=9)	162.33±5.99	14.22±0.83	52.22±7.01	1.18±0.90

二、依前測100m及下肢動力(CMJ)測試之成績，以平均分方式(Average way cent set)將研究對象分為30m訓練組與60m訓練組（每組各9人）。

第二節 實驗時間與地點

一、實驗時間

(一)檢測時間：(前測)民國97年2月21日。

(後測-1)民國97年3月19日。

(後測-2)民國97年3月26日。

(二)訓練時間：民國97年3月5日至3月30日止

二、實驗地點：基隆市立田徑場

第三節 測試儀器與設備

本研究主要以不同距離30m、60m速度訓練與起跑架為實驗儀器，並利用Newtest多功能攜帶型運動能力檢測系統來收集測試之各項參數。其中各項儀器之規格、應用功能敘述如下：

一、速度訓練器材

為本研究預備實驗及正式訓練之儀器(圖3-5)。本儀器為用台灣起跑架(jex-021a)不距離之全速性速度衝刺訓練器，儀器規格：長16.7cm×寬12cm、可調節鋁製踏板，四段高度調整，附彈性助跑踏板膠片，鋼製中心桿總長85.6cm×6.26cm寬，適用PU、PE、蒙多紅磚粉使用。

起跑架上的膠片，起跑型態為向前移動，實施起跑訓練時，必須以蹲屈姿勢來進行，避免產生之不協調動作至移動產生動力，是用於下肢的全身性起跑訓練的訓練器材。利用機械所產生之反衝移動來刺激肌肉和神經系統而促進大量運動單位的徵召。此起跑訓練器屬於間接刺激法，間接刺激法則是將起跑器放置於固定位置訓練肌群的角度，起跑通過身體傳達到欲訓練的肌群上。

起跑移動後刺激之下肢，時間為起跑後距離，控制有教練操作使用，所有訓練操作由實驗者控制，包含起跑頻率、起跑後距離及休息時間的設定。起跑訓練器之底座長16.7cm×寬12cm，中心桿總長85.6cm×6.26cm寬。訓練時利用蹲式於起跑架位置。雙手放置於起點線後緣方，便於訓練時兩手習慣以保持平衡。本訓練之趟數範圍2×6×30m與1×6×60m。



圖 3-1 起跑架與起跑反應器

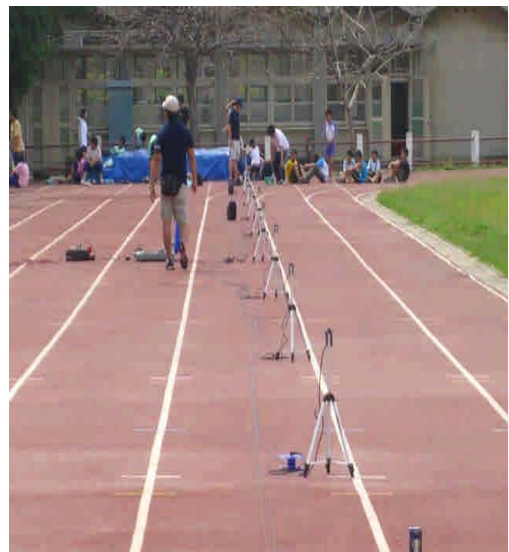


圖 3- 2 紅外線測速感應器

二、芬蘭製Newtest多功能攜帶型運動能力檢測系統

為本研究前、中、後側之測驗儀器。本儀器是一種可方便攜帶且不受場地限制，可測量速度與爆發力、無氧動力、速度與加速度能力、身體組成、反應能力、敏捷能力、有氧動力等運動能力，以有線傳輸的方式由PDA操作並擷取數據，再由PDA與電腦同步將數據傳輸。

配備包含Newtest主機(圖3-3)、操作PDA(圖3-4)、測力板(圖3-5)、紅外線測速感應器(圖3-6)、Newtest Powertimer Analyzer分析軟體等。

Newtest檢測系統所有功能及操作介面以PDA控制，操作前先將受試者年齡、身高、體重及性別等基本資料輸入，設定群組、測驗模式等即可開始使用。

紅外線測速感應器組包含紅外線感應器、傳輸線及腳架，用以測量速度，以紅外線感應物體通過後做出反應啟動或停止，可做分段計時功能。透過Newtest Powertimer Analyzer軟體將PDA擷取的訊號，進行訊號分析。



圖 3-3 Newtest 主機



圖 3-4 Newtest 操作 PDA



圖 3-5 可摺疊式測力板



圖 3-6 紅外線感應器組

第四節 實驗方法與步驟

一、實驗步驟

(一)實驗前的準備

1.填寫同意書及運動專項能力診斷疾病調查表：

讓參與者填寫年齡、身高、體重、性別、訓練年數等個人基本資料，並填寫運動專項能力診斷疾病調查表。

2.說明訓練、測試目的與注意事項：

集合所有參與者後，將本訓練及測試目的逐一與參與者說明，讓參與者清楚明白將進行的訓練與測試，為求測試嚴謹，必須提醒在訓練、測試中所需注意的事項，讓參與者以認真且盡最大能力來完成訓練、測試項目。

3.儀器架設與校正：

設定個人基本生理參數身高、體重、年齡；檢查Newtest主機系統與操作PDA之運作，檢查紅外線測速感應器與主機及操作PDA之連線是否正常；於操作PDA 設定測驗模組；試測以觀察系統是否能正常接收表現成績。

4.請參與者先進行熱身活動：

於正式訓練、測試前，請參與者至田徑場進行慢跑熱身、伸展運動至少15~30min，以避免運動傷害。

(二)進行前測

上述各項步驟完成後，進行前測，蒐集實驗所需參數前測共有100m、CMJ、起跑反應時間項目能力測試。

1.下蹲高跳測試(counter movement jump, CMJ)

以Newtest檢測系統進行下蹲跳測試。聞Newtest主機發出聲響後，參與者踏入並站立於測力板中央且雙手需叉腰，迅速下蹲至膝關節彎曲呈90°，立即垂直用力往上跳，不可有停頓的動作。落地時身體需保持平衡且垂直，避免產生晃動而造成誤差。共進行兩次最大努力跳躍，2次跳躍之間，不需退出測力板(圖3-7)。本測試是評估參與者下肢爆發力、肌肉組織協調、神經快速傳導和牽張縮短循環(stretch-shorteningcycle)的能力，檢測結果可藉由分析軟體得到下列參數：輸出動力(W)、相對動力(W/kg)、跳躍高度(cm)等數據。



圖 3-7 下蹲高跳 (CMJ)

(引自 :[http://www.u-bourgogne.fr/EXPERTISE-PERFORMANCE](http://www.u-bourgogne.fr/EXPERTISE-PERFORMANCE/tests%20detente.htm)
/tests%20detente.htm)

2. 起跑反應時間測試 (Take-off reaction time test)

參與者利用起跑架及反應器至起跑處的訊號來源由。訊號發出前，施測者須聽取起跑反應器聲音（各就位－預備－鳴槍聲）參與者聽到槍聲後快速衝出移動至規定方向與位於。本測試會利用參與者休息10分鐘後再進行第二次，起跑反應器信號起動後立即做出反應起跑，並全力衝刺到指定方向(圖3-8)。檢測結果可藉由分析軟體得到下列參數：移動反應時間(s)、加速度時間(s)、總時間(s)等數據來評估分析運動員的反應能力。



圖 3-8 起跑反應時間儀器圖

3.100m速度測試(100meters of speed tests)

利用Newtest儀器測試100m速度測試。測試的當中教練從50m區位置給予參與者加油鼓勵；參與者必須如同比賽般全力衝刺，起跑後立即往終點方向衝刺(圖3-9)，共進行兩次最大努力衝刺，每次衝刺間休息12min。蒐集參數為100m及各分斷處之秒數(s)。

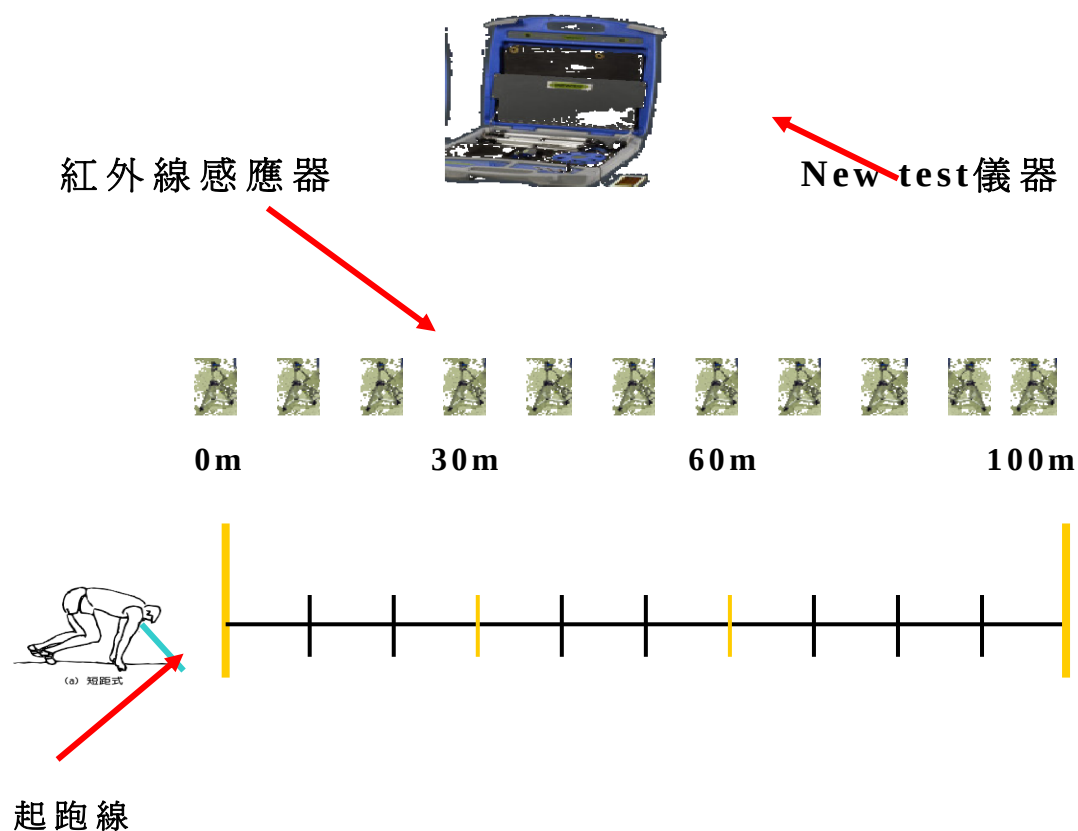


圖 3-9 起跑反應時間測試場地設置圖

(三)30m訓練組與60m訓練組開始進行四週訓練，不同距離速度訓練方式如表3-3：

1.A組進行30m訓練：

參與者於熱身後進行30m訓練，以 $2 \times 6 \times 30\text{m}$ 距離接受速度訓練，動作(1)蹲踞式動作(Squat down the type action)，雙腳跪姿方式前後，並置於預備的位置上，雙手放置起跑線後緣起跑器之圖(圖3-10)，速度訓練之起跑動作；(2)速度訓練之起跑預備動作(圖3-11)。



圖 3-10 起跑訓練蹲式動作示意圖



圖 3-11 起跑訓練之預備動作示意圖

2.B組進行 60m 訓練：

參與者於熱身後進行 60m 速度訓練，以個人最佳表現來進行 60m 訓練 $1 \times 6 \times 60\text{m}$ ，每趟休息；走回起點時間(90s)，訓練時若因故受傷(身體不適)，則必須立即停止進行訓練。

表 3-2 30m訓練組與60m訓練組訓練內容

	A	B
	N=9	N=9
訓練方法	30m直線衝刺 利用起跑方式 最快速度	60m直線衝刺 利用起跑方式 最快速度
訓練強度	2×6×30m	1×6×60m
休息時間	Set：12min Rep：90s	Rep：90s
訓練頻率	一週4次	一週4次
訓練週期	四週	四週

(四)第六週訓練後進行中測(T-2)，測驗內容為基礎運動能力檢測(100m、下肢動力CMJ測試)，第七週停止訓練後進行後測(T-3)，測驗內容與前測相同，包含基礎運動能力檢測與專項運動能力檢測。

(五)進行資料分析

二、實驗流程

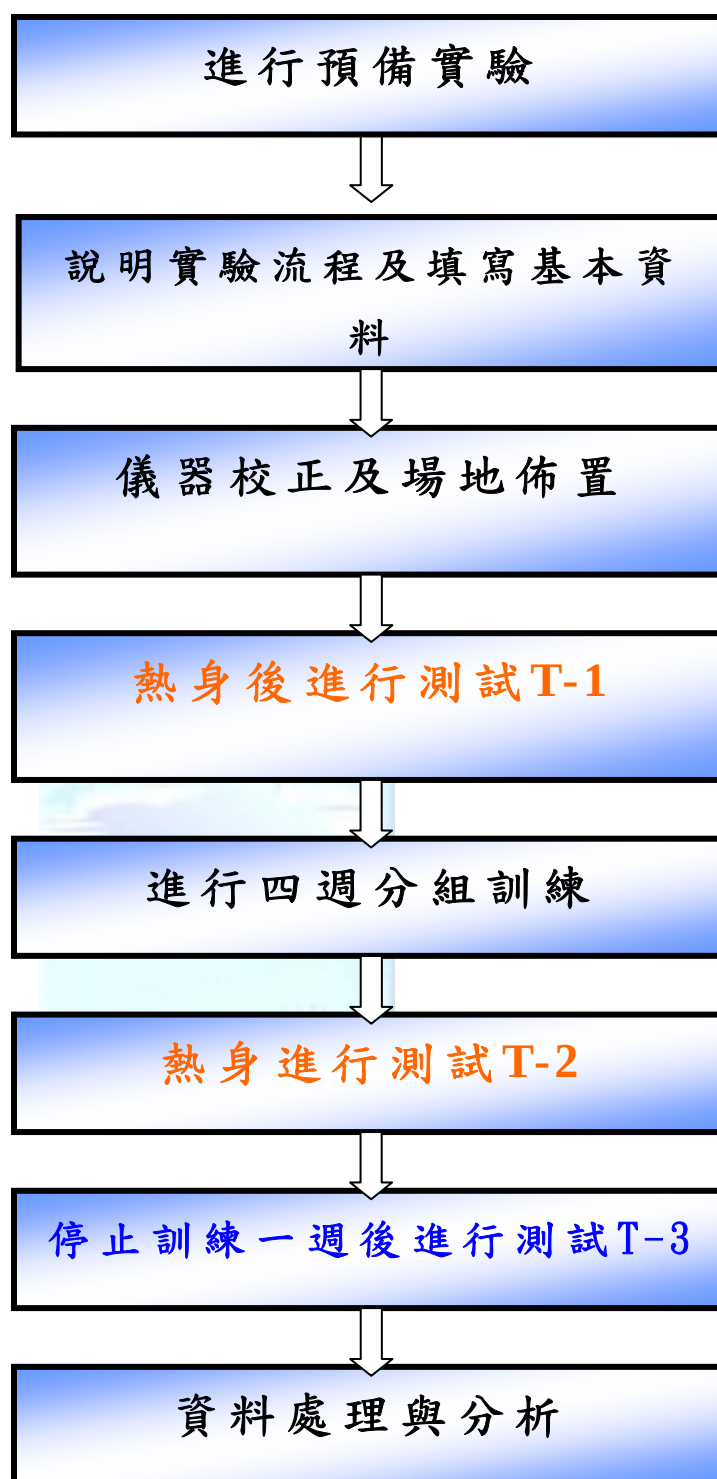


圖 3-12 測試流程圖

第五節 資料處理與統計分析

本研究以Newtest Power timer Analyzer分析軟體進行訊號處理及分析，所有測試所得之原始資料，經整理完成後，依前、中、後測將各週考驗資料分別輸入電腦，以SPSS for Windows10.0中文視窗版套裝軟體及SigmaPlot 8.0統計軟體進行統計分析及製作圖形。

- 一、以混合設計二因子變異數分析（組別x測試點）考驗組間與組內之差異。若達顯著差異，則進一步以杜凱氏HSD法進行事後比較。
- 二、以上所得資料皆以平均數、標準差表示。並將差異性以圖表呈現以進行分析比較。
- 三、本研究統計水準訂為 $p < 0.05$



第肆章 結果與討論

本研究分爲 A、B 兩組，A 組 30m 訓練、B 組則以 60m 訓練；兩組受試者人數各爲 9 人，共 18 人。本研究 100m 速度、下肢力量、反應時間能力測試採用儀器 NewTest powertimer 擷取所有的參數。將所得結果經統計分析後附上圖表及結果說明，分成六部份依序呈現：

一、下肢動力表現

二、反應時間表現

三、100m 全程速度之表現

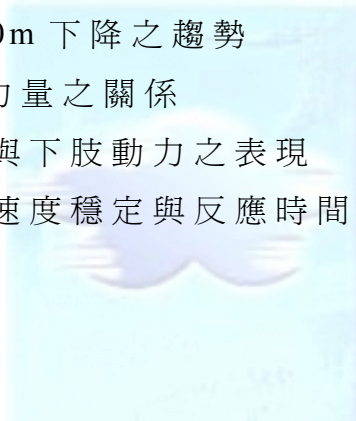
四、100m 最高速度穩定之表現

五、100m 最後 10m 下降之趨勢

六、速度與下肢力量之關係

(一)100m 速度與下肢動力之表現

(二)100m 最高速度穩定與反應時間(RT)之表現



第一節 下肢動力測試表現

一、下肢動力(CMJ)：

(一)A 組：30m 訓練下肢動力(CMJ)測試

表 4-1 為 A 組 30m 訓練下肢動力(CMJ)三次(T-1、T-2、T-3)測試。(T-1)平均值為 $32.60 \pm 6.0\text{cm}$ ，個人最大值達 40.83cm ，最小則為 23.85cm ；(T-2、T-3)平均值分別為 34.93 ± 6.5 、 $38.24 \pm 7.2\text{cm}$ 。其中 T-1 與 T-2 差異 2.33cm 未達顯著 ($p > 0.05$)，T-2 與 T-3 差異 3.31cm 達顯著 ($p < 0.01$)，如表 4-1 所示。

表 4-1 A 組 30m 訓練下肢動力(CMJ)三次測試
平均值與標準差 (n = 9)

Test	CMJ (cm)		
	Mean $\pm$ SD	Max	Min
T-1	32.60 ± 6.0	40.83	23.85
T-2	34.93 ± 6.5	45.33	27.55
T-3	38.24 ± 7.2	49.91	38.24

T-1 與 T-2 ($P > 0.05$)、T-2 與 T-3 ($P < 0.01$)

(二)B 組：60m 訓練下肢動力(CMJ)測試

B 組 60m 訓練下肢動力(CMJ)三次測試(T-1、T-2、T-3)平均值與標準差分別為 31.83 ± 6.34 、 35.41 ± 6.39 與 $37.60 \pm 7.33\text{cm}$ 。(T-3)個人最大值達 46.53cm ，最小則為 25.50cm 。其

中 T-1 與 T-2 差異 3.58cm 達顯著 ($p<0.05$)，T-2 與 T-3 差異 2.19cm 達顯著差異 ($p<0.01$)，如表 4-2 所示。

表 4-2 B 組 60m 訓練下肢動力 (CMJ) 三次測試
平均值與標準差 ($n = 9$)

CMJ (cm)			
Test	Mean $\pm$ SD	Max	Min
T-1	31.83 $\pm$ 6.34	43.70	25.50
T-2	35.41 $\pm$ 6.39	44.59	26.30
T-3	37.60 $\pm$ 7.33	46.53	25.50

T-1 與 T-2 ($P<0.05$)、T-2 與 T-3 ($P<0.01$)

(三) A 與 B 組三次下肢動力 (CMJ) 測試分析

第一次 (T-1) 測試兩組下肢動力 (CMJ) 未達顯著差異 ($p>0.05$)，第二次 (T-2) 測試平均值分別為 34.93 $\pm$ 6.5 (A) 與 35.41 $\pm$ 6.39cm (B)，B 組 60m 訓練高於 A 組 30m 訓練，兩組 0.48cm 達顯著差異 ($p<0.05$)。後測 (T-3) 測試平均值分別為 38.24 $\pm$ 7.2cm (A) 與 37.60 $\pm$ 7.33 cm (B)，A 組 30m 訓練優於 B 組 60m 訓練組差異 0.64cm 達顯著 ($p<0.01$)，如圖 4-1 所示。

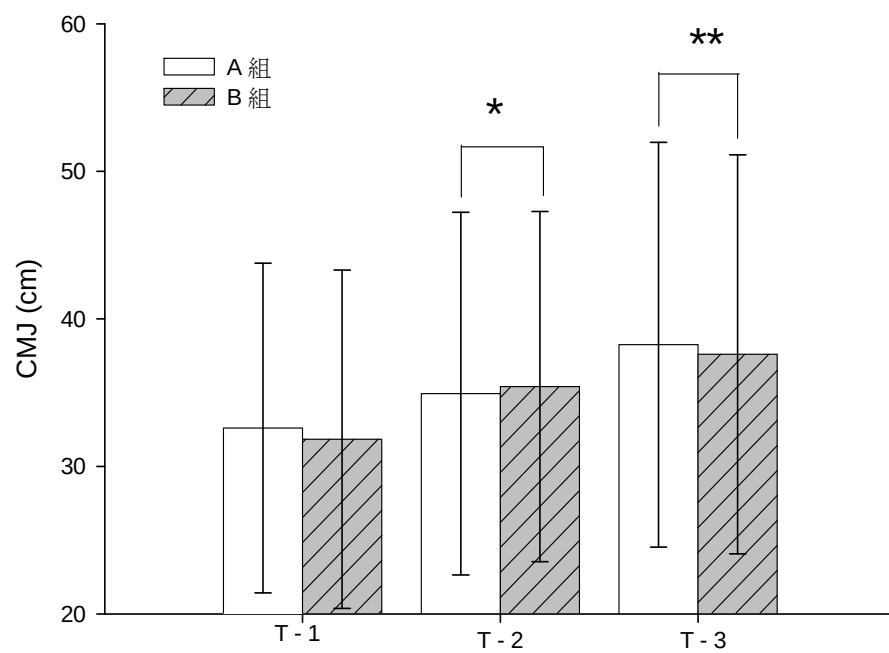


圖 4-1 A與B兩組 CMJ三次測試指數之比較， T-1($P > 0.05$)

T-2、 T-3($P < 0.05^*$) ($P < 0.01^{**}$)

第二節 反應時間(Reaction Time)測試表現

一、反應時間

(一)A 組：30m 訓練反應時間(RT)測試

表 4-3 為 A 組 30m 訓練反應時間(RT)三次(T-1、T-2、T-3)測試。(T-1)平均值為 0.253 ± 0.135 ，個人最大值達 0.55m/s 最小則為 0.17m/s ；(T-2、T-3)平均值分別為 0.175 ± 0.039 、 $0.279 \pm 0.159\text{m/s}$ 。其中 T-1 與 T-2 差異 -0.08 未達顯著差異 ($p > 0.05$)，T-2 與 T-3 差異 0.12 未達顯著差異 ($p > 0.05$)，如表 4-3 所示。

表 4-3 A組 30m訓練反應時間(RT)三次測試
平均值與標準差 (n=9)

Test	Reaction Time (s)		
	Mean $\pm$ SD	Max	Min
T-1	0.253 ± 0.135	0.546	0.173
T-2	0.175 ± 0.039	0.234	0.239
T-3	0.279 ± 0.159	0.624	0.179

T-1 與 T-2 ($P > 0.05$)、T-2 與 T-3 ($P > 0.05$)

(二)B 組：60m 訓練反應時(RT)間測試

B 組 60m 訓練反應時間(RT)三次測試(T-1、T-2 與 T-3)平均值與標準差分別為 $0.253 \pm 0.135\text{s}$ 、 $0.175 \pm 0.039\text{s}$ 與 $0.279 \pm 0.159\text{s}$ 。(T-3)個人最大值達 0.624s ，最小則為 0.179s 。

其中 T-1 與 T-2 差異 0.10s 未達顯著 ($p>0.05$)，(T-2 與 T-3) 差異 0.056s 未達顯著 ($p>0.05$) 如表 4-4 所示。

表 4-4 B 組 30m 訓練反應時間 (RT) 三次測試
平均值與標準差 (n=9)

Reaction Time(s)			
Test	Mean $\pm$ SD	Max	Min
T-1	0.274 $\pm$ 0.153	0.547	0.151
T-2	0.182 $\pm$ 0.037	0.239	0.139
T-3	0.238 $\pm$ 0.184	0.653	0.148

T-1 與 T-2 ($P>0.05$)、T-2 與 T-3 ($P>0.05$)

(三) A 與 B 組三次反應時間 (RT) 測試分析

前測 (T-1) 測試兩組反應時間差異 0.330s 未達顯著 $p>0.05$ ，後測 (T-2) 測試平均值分別為 0.175 $\pm$ 0.039s (A) 與 0.182 $\pm$ 0.037s (B)，A 組 30m 訓練優於 B 組 60m 訓練，兩組差異 0.789s 未達顯著 ($p>0.05$)。後測 (T-3) 測試平均值分別為 0.279 $\pm$ 0.159s (A) 與 0.238 $\pm$ 0.184 (B)，B60m 訓練優於 A30m 訓練組差異 0.697s 未達顯著 ($p>0.05$)，如圖 4 - 2 所示。

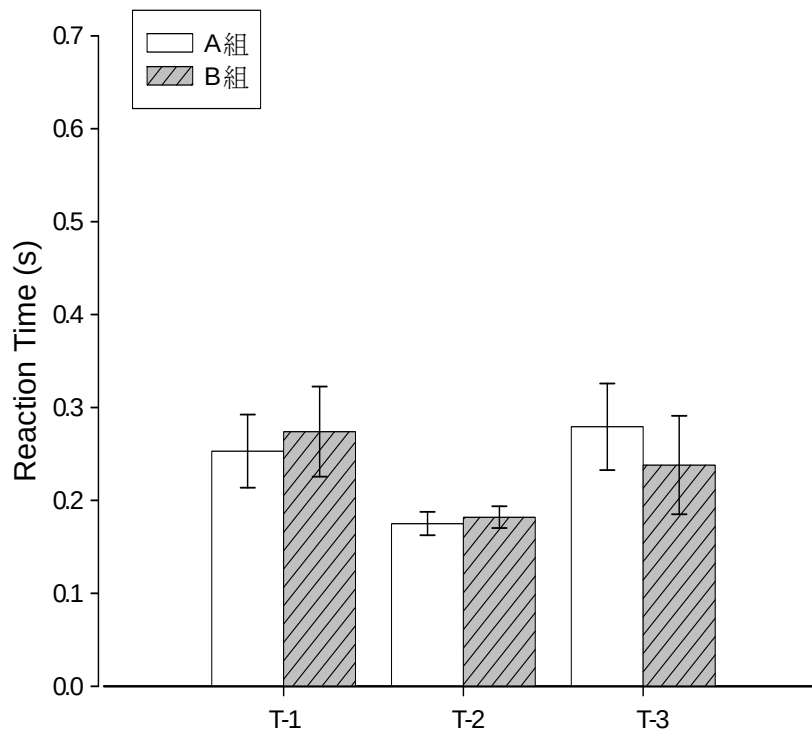


圖 4-2 A與B兩組反應時間三次測試指數之比較 $P>0.05$ 。

第三節 100m 最高速度測試表現

一、100m 最高速度(A 組、B 組)

(一)A 組：30m 訓練組 100m 最高速度

表 4-5 為 A 組 30m 訓練 100m 最高速度(T-1、T-2、T-3)測試。(T-1)平均值為 $6.56 \pm 0.63 \text{ m/s}$ ，個人最大值達 7.41 m/s ，最小則為 5.74 m/s ；(T-2)平均值為 $6.81 \pm 0.32 \text{ m/s}$ ，個人最大值達 7.24 m/s ，最小則為 6.33 m/s ；(T-3)平均值為 $6.80 \pm 0.35 \text{ m/s}$ 。前測(T-1)與後測(T-2)兩者差異 0.775 m/s 達

顯著 ($p < 0.05$)。後測 (T-2) 與後測 (T-3) 兩者差異 0.819m/s 達顯著 ($p < 0.01$) 如表 4-5 所示。

表 4-5 A 組 30m 訓練 100m 最高速度測試
平均值與標準差 ($n = 9$)

100m Max speed(m/s)			
Test	Mean $\pm$ SD	Max	Min
T-1	6.56 $\pm$ 0.63	7.41	5.74
T-2	6.81 $\pm$ 0.32	7.24	6.33
T-3	6.80 $\pm$ 0.35	7.42	6.47

T-1 與 T-2 ($P < 0.05^*$)、T-2 與 T-3 ($P < 0.01^{**}$)

(二) B 組：60m 訓練組 100m 最高速度

表 4-6 為 A 組 30m 訓練 100m 最高速度 (T-1、T-2、T-3) 測試。(T-1) 平均值為 $6.74 \pm 0.56\text{m/s}$ ，個人最大值達 7.79m/s ，最小則為 6.18m/s ；(T-2) 平均值為 $7.20 \pm 0.76\text{m/s}$ ，個人最大值達 8.42m/s ，最小則為 5.96m/s ；(T-3) 平均值為 $6.99 \pm 0.67\text{m/s}$ 。前測 (T-1) 與後測 (T-2) 兩者差異 -0.031m/s 未達顯著 ($p > 0.05$)，後測 (T-2) 與後測 (T-3) 兩者差異 0.949m/s 達顯著 ($p < 0.01$) 如表 4-6 所示。

表 4-6 B組 30m訓練 100m最高速度測試

平均值與標準差 (n = 9)

100m Max speed(m/s)			
Test	Mean±SD	Max	Min
T-1	6.74±0.56	7.79	6.18
T-2	7.20±0.76	8.42	5.96
T-3	6.99±0.67	8.19	6.12

T-1與 T-2($P>0.05$)、T-2與 T-3($P<0.01^{**}$)

(三)A 與 B 組 100m 最高速度比較

A、B 兩組之前測和後測(T-2、T-3)成績差異分別為 0.06 和 0.39、0.92。經統計分析，A、B 兩組組間 100m 最高速度無顯著差異($p>0.05$)，如圖 4-3。(T-2)測試兩組 100m 最高速度 B 組優於 A 組未達顯著($p>0.05$)，後測(T-2)100m 最高速度平均值分別為 $6.81\pm0.32\text{m/s}$ (A)與 $7.20\pm0.76\text{m/s}$ (B)，B 組 60m 訓練優於 A 組 30m 訓練組差異 0.39m/s 未達顯著($p>0.05$)，如圖 4-3 所示。

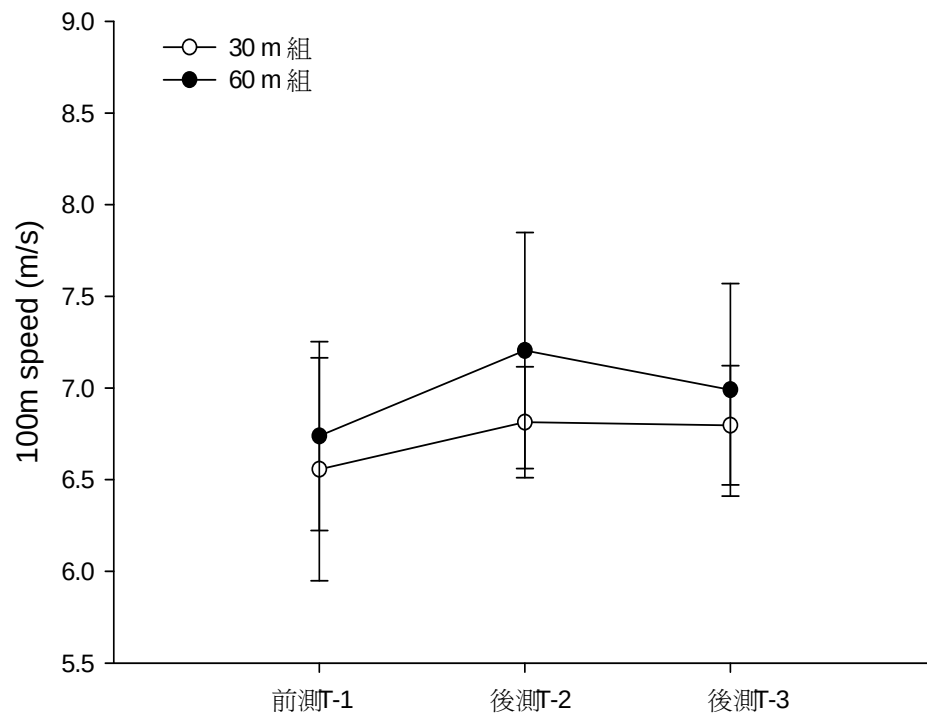


圖 4-3 A、B 組前測和後測 (T-2、T-3) 100m 最高速度跑之比較， $p>0.05$ 。

(四) A 組 100m 最高速度比較

A 組 (T-1、T-2) 成績差異為 0.433。經統計分析，A 組間 100m 最高速度未達顯著差異 ($p>0.05$)，如圖 4-4。(T-1、T-2) 測試兩組 100m 最高速度出現於 30m，(T-1、T-2) 100m 最高速度平均值分別為 $7.62\pm0.62\text{m/s}$ (T-1) 與 $7.31\pm0.40\text{m/s}$ (T-2)，如圖 4-4 所示 T-2 優於 T-1 兩組顯著性差異為 0.245m/s 未達顯著 ($p>0.05$)。

A組

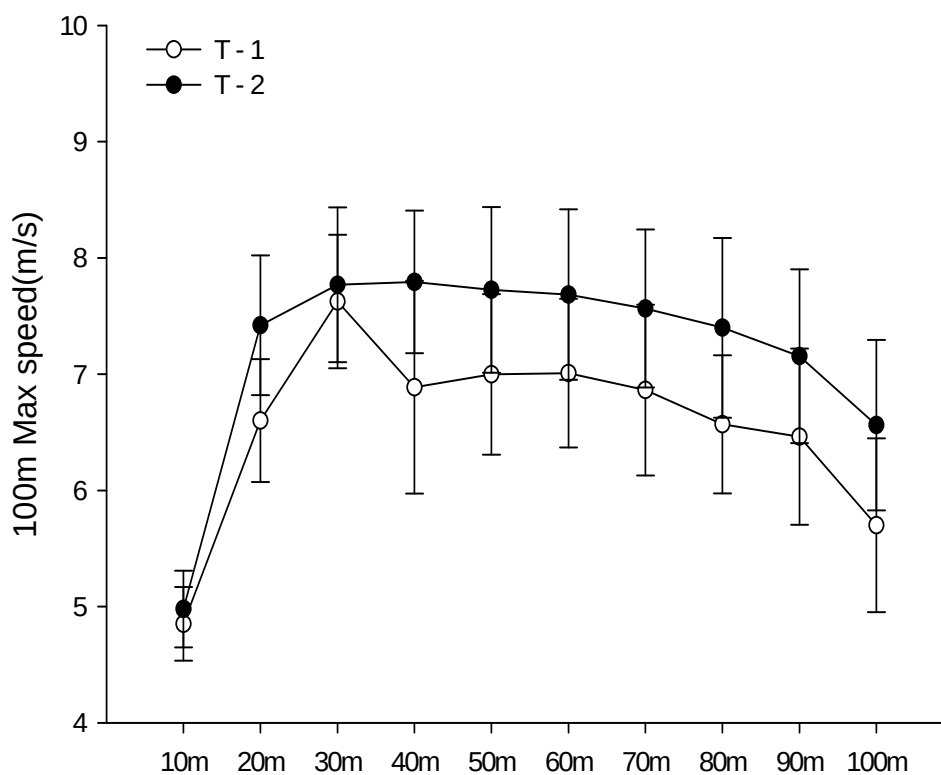


圖 4-4 A組前測和後測(T-1、T-2)100m最高速度之比較，未達顯著差異 $p>0.05$ 。

(五)B組 100m最高速度比較

B組(T-1、T-2)成績差異為0.242。經統計分析，B組100m最高速度未達顯著差異($p>0.05$)，如圖4-5。(T-1、T-2)測試兩組100m最高速度T-1出現於30m、T-2出現於40m，(T-1、T-2)100m最高速度平均值分別為 $7.63\pm0.38\text{m/s}$ (T-1)與 $7.67\pm0.697\text{m/s}$

(T-2)，如圖 4-5 所示 T-2 優於 T-1 兩組顯著性差異為 0.530m/s 未達顯著 ($p>0.05$)。

B 組

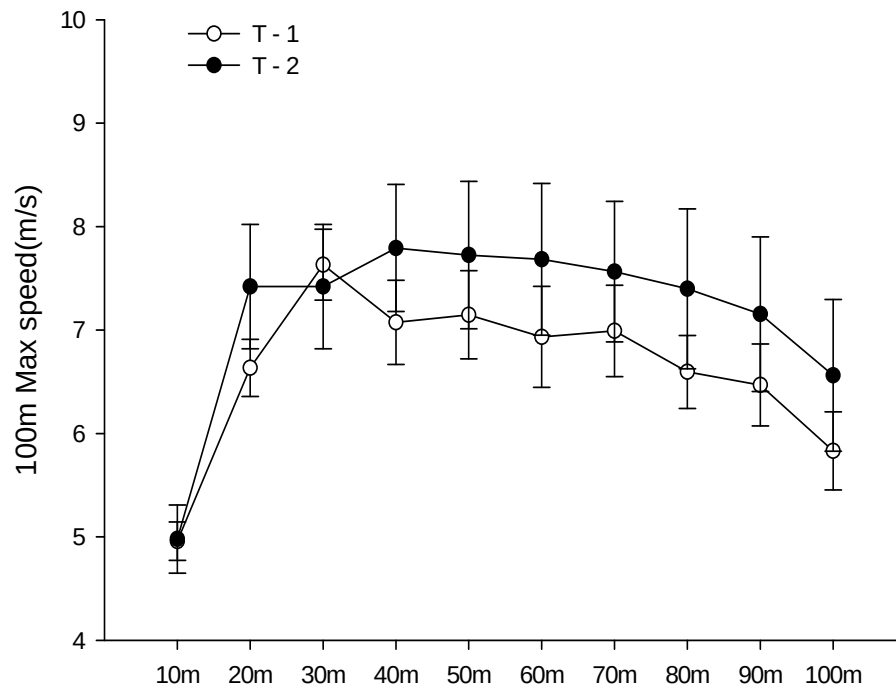


圖 4-5 B 組前測和後測 (T-1、T-2) 100m 最高速度之比較，未達顯著差異 $p>0.05$ 。

(六) A、B 兩組 100m 最高速度比較

A、B 兩組 (T-3) 成績差異為 -0.280m/s。經統計分析，A、B 兩組 100m 最高速度未達顯著差異 ($p>0.05$)，如圖 4-6 (30m、60m 組) 兩組測試 100m 最高速度都出現於 40m，(30m、40m 組) 100m 最高速度平均值分別為 7.33 ± 0.42 m/s (30m 組) 與 7.61 ± 0.69 m/s

(T-2)，如圖 4-6 所顯示 60m 組優於 30m 組兩組顯著性差異為 0.465m/s 未達顯著 ($p>0.05$)。

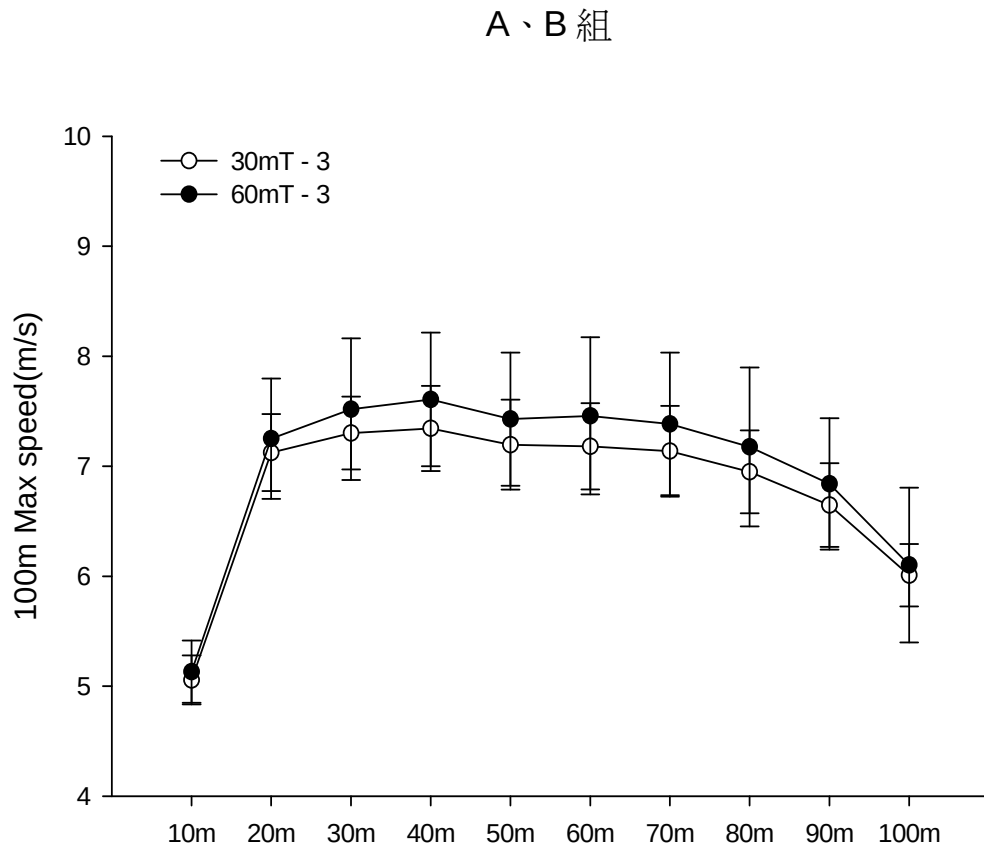


圖 4-6 A、B 兩組停止一週後測試 (T-3) 100m 最高速度之比較，未達顯著差異 $p>0.05$ 。

第四節 100m維持穩定速度之表現

(一)A組100m維持穩定速度之表現

A組(T-1、T-2)成績差異為0.775m/s。經統計分析，A組間100m維持穩定速度達顯著差異($p<0.05$)，如圖4-7。(T-1、T-2)測試100m維持穩定速度，T-1在30m後速度出現開不穩定現象；T-2速度提升40m處速度也明顯出現開不穩定現象；(T-1、T-2)100m最高速度平均值分別為 6.56 ± 0.63 m/s(T-1)與 6.81 ± 0.32 m/s(T-2)，如圖4-7所示T-2優於T-1兩組顯著性差異為0.014m/s達顯著($p<0.05$)。

A 組

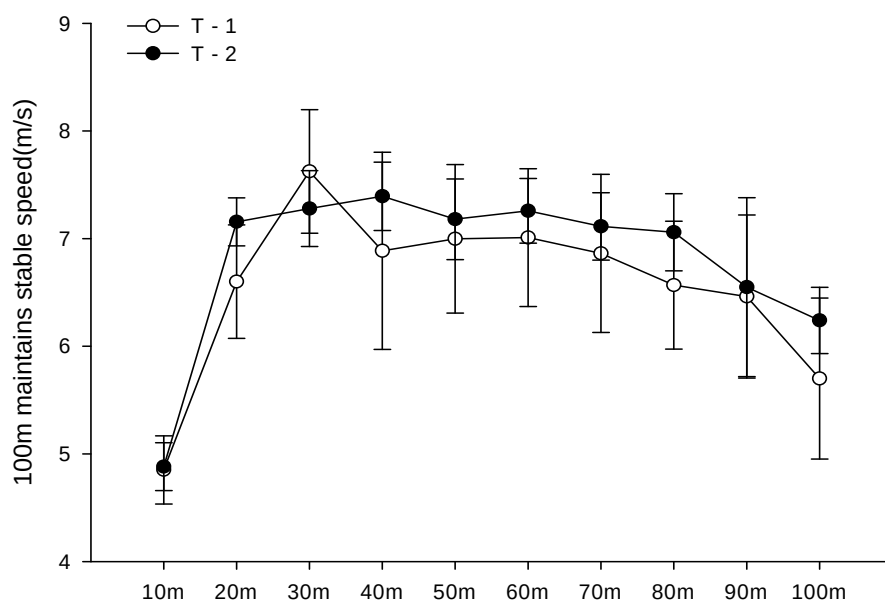


圖4-7 A組前測和後測(T-1、T-2) 100m維持穩定速度

之比較，達顯著差異 $p<0.05^*$ 。

(二)B組100m維持穩定速度之表現

B組(T-1、T-2)成績差異為-0.031m/s。經統計分析，B組間100m維持穩定速度未達顯著差異($p>0.05$)，如圖4-8。(T-1、T-2)測試100m維持穩定速度，T-1在30m後速度出現開不穩定現象；T-2速度提升至30m後明顯形成穩定現象；(T-1、T-2)100m維持穩定速度平均值分別為 $6.74\pm0.56\text{m/s}$ (T-1)與 $7.20\pm0.76\text{m/s}$ (T-2)，如圖4-8所示T-2優於T-1兩組顯著性差異為0.938m/s未達顯著($p>0.05$)。

B 組

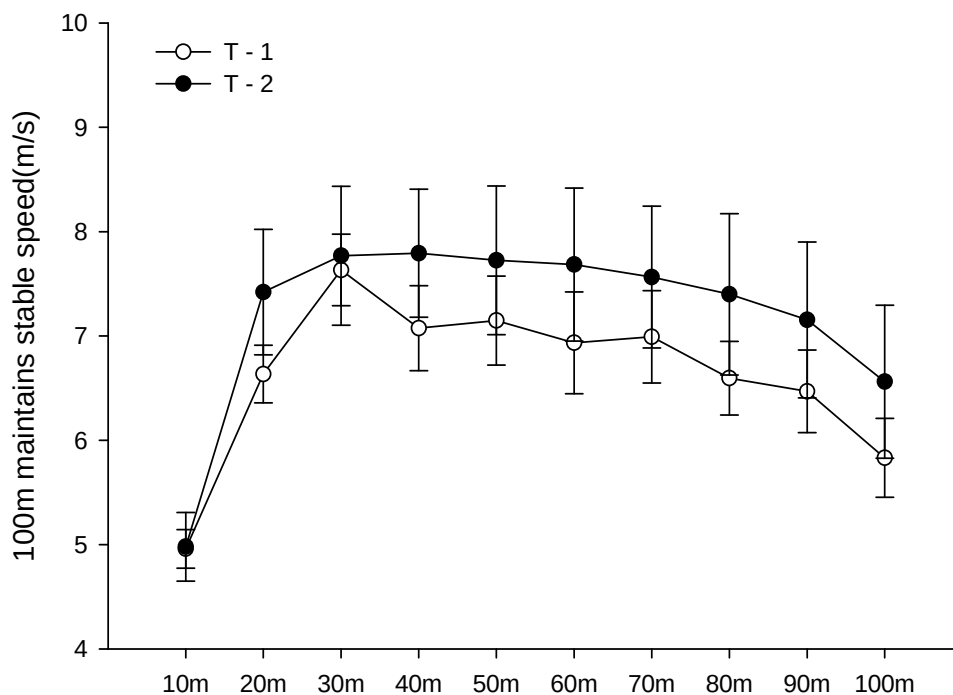


圖4-8 B組後測(T-2) 100m最高速度跑之比較，B組優於A組，
 $p>0.05$ 。

(三) A、B兩組100m維持穩定速度比較

A、B兩組(T-3)成績差異為 -0.039m/s 。經統計分析，A、B兩組100m維持穩定速度未達顯著差異($p>0.05$)，如圖4-9(30m、60m組)兩組100m維持穩定速度提升至40m速度下降後回升穩定之現象；(30m、40m組)100m維持穩定速平均值分別為 $6.80\pm 0.35\text{m/s}$ (30m組)與 $6.99\pm 0.67\text{m/s}$ (T-3)如圖4-9所顯示60m組優於30m組；兩組顯著性差異為 0.921m/s 未達顯著($p>0.05$)。

A、B組

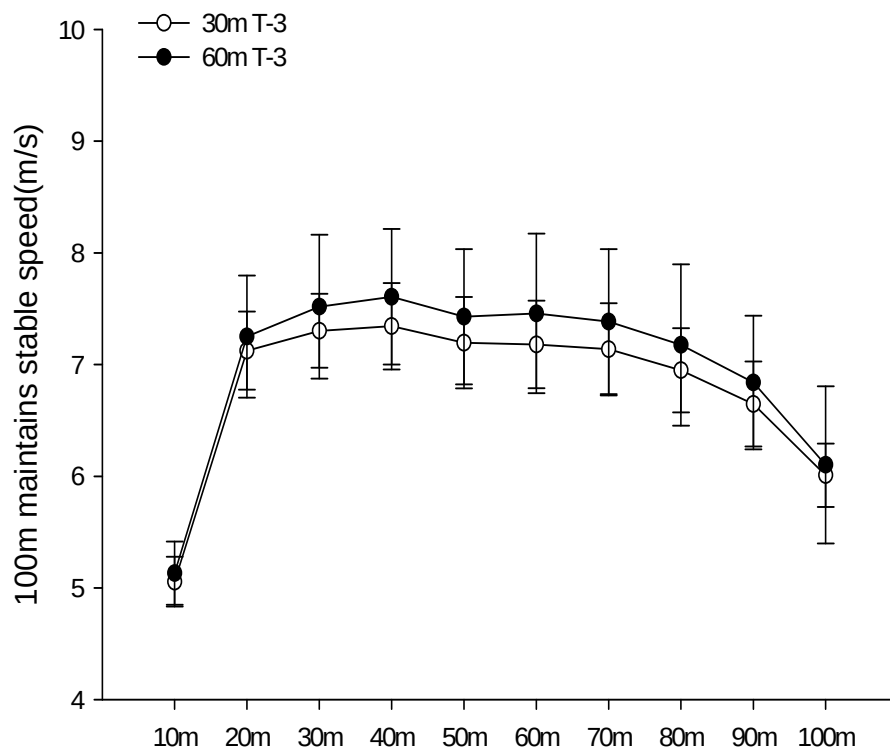


圖4-9 A、B兩組停止一週後測試(T-3)100m維持穩定速度之比較，未達顯著差異 $p>0.05$ 。

第五節 100m最後10m速度下降趨勢分析比較

(一) A組 100m最後10m速度下降趨勢比較

A組(T-1、T-2)成績差異為0.557m/s。經統計分析，A組間100m最後10m速度下降未達顯著差異($p>0.05$)，如圖4-10。(T-1、T-2)測試100m最後10m速度下降，T-1(90m至100m)速度出現快速下降的現象；反觀T-2(90m至100m)速度沒有和T-1明顯快速下降現象；(T-1、T-2) 100m最後10m速度平均值分別為 5.70 ± 0.76 m/s(T-1)與 6.24 ± 0.31 m/s(T-2)，如圖4-10所示T-2優於T-1兩組顯著性差異為0.119m/s未達顯著($p<0.05$)。

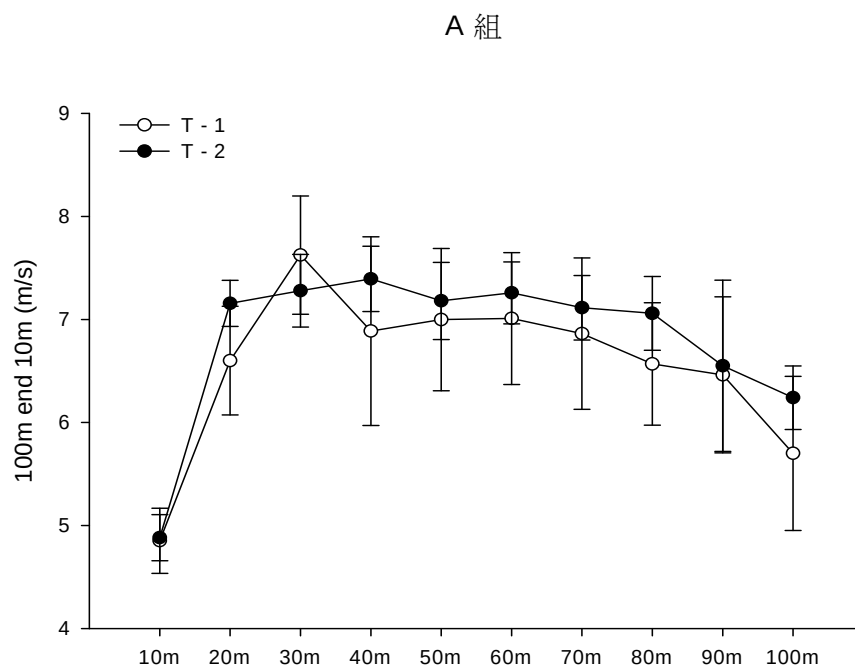


圖4-10 A組前測和後測(T-1、T-2) 100m最後10m速度下降之比較，未達顯著差異 $p>0.05$ 。

(二) B組 100m最後 10m速度下降趨勢比較

B組 (T-1、T-2)成績差異為0.283。經統計分析，B組間100m最後10m速度下降未達顯著差異($p>0.05$)，如圖4-11。(T-1、T-2)測試100m最後10m速度下降，T-1、T-2(90m至100m)速度出現下降現象；(T-1、T-2) 100m最後10m速度平均值分別為 $5.83\pm0.71\text{m/s}$ (T-1)與 $6.56\pm0.86\text{m/s}$ (T-2)，如圖4-11所示T-2優於T-1兩組顯著性差異為0.465m/S未達顯著($p>0.05$)。

B組

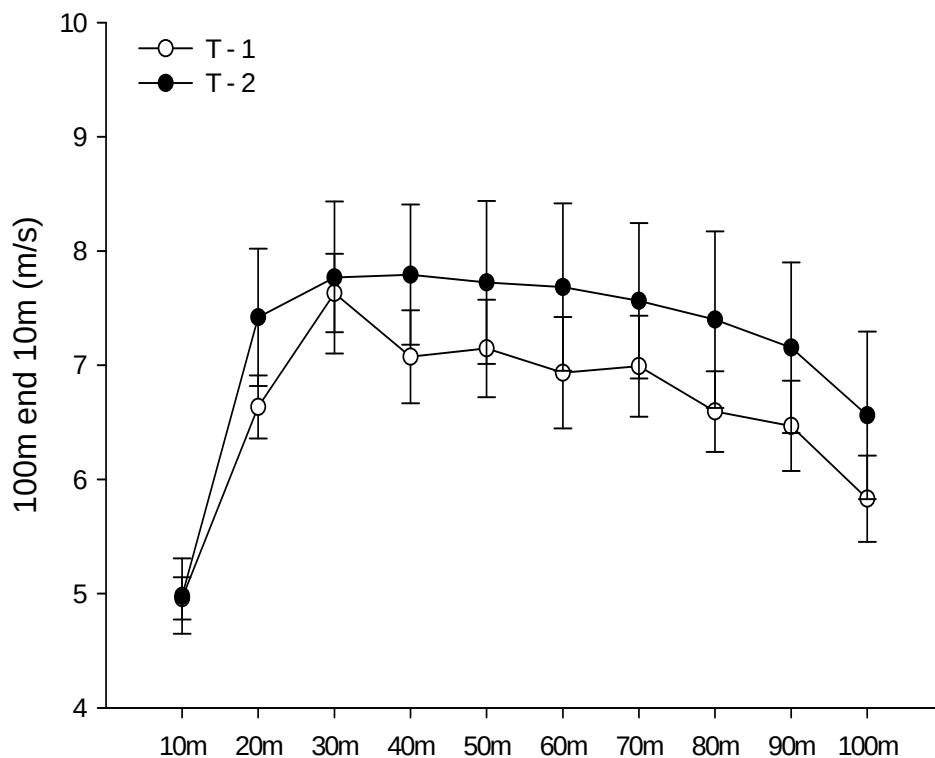


圖4-11 B組前測和後測(T-1、T-2) 100m最後10m速度下降之比較，未達顯著差異 $p>0.05$ 。

(三) A、B兩組100m最後10m速度下降趨勢比較

A、B兩組(T-3)成績差異為0.041。經統計分析，A、B兩組100m最後10m速度下降未達顯著差異($p>0.05$)，如圖4-12(30m、60m組)兩組(90m至100m)速度出現下降現象；(30m、40m組)100m最高速度平均值分別為 $6.01\pm0.32\text{m/s}$ (30m組)與 $6.10\pm0.79\text{m/s}$ (T-2)，如圖4-12所顯示60m組優於30m組；兩組顯著性差異為 0.918m/s 未達顯著($p>0.05$)。

A、B組

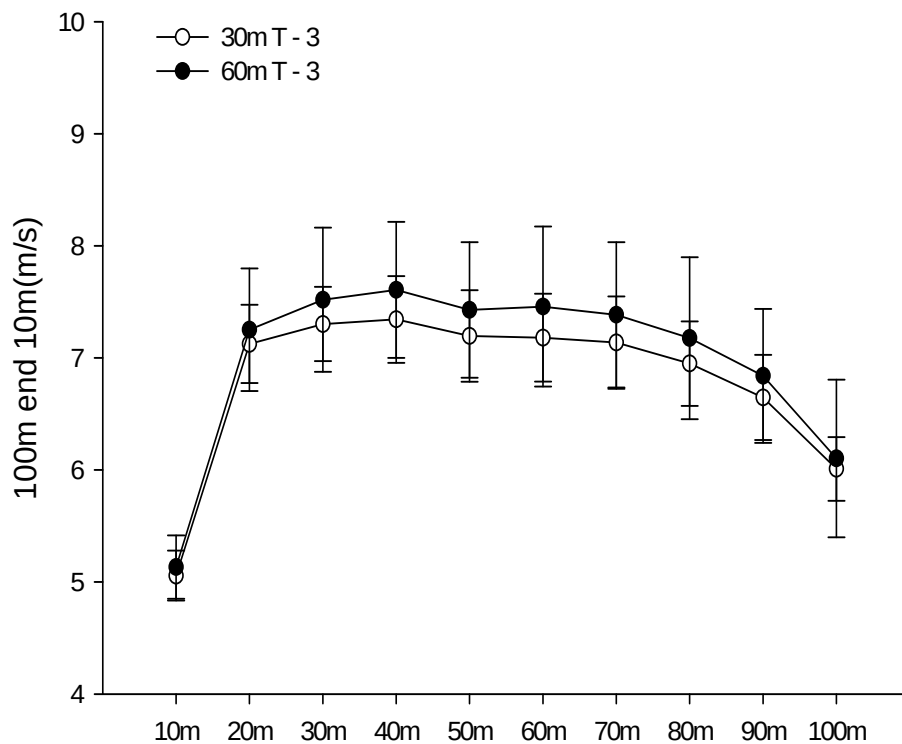


圖 4-12 A、B兩組停止一週後測試(T-3) 100m最後10m速度下降之比較，未達顯著差異 $p>0.05$ 。

第六節 100m速度與下肢力量之關係

一、100m速度與下肢動力相關分析

A組100m速度與下肢動力，運動能力相關分析。前測100m速度介於5.74m/s，後測(T-2)則由6.33至7.24m/s；下肢動力能力，前測與後測(T-1、T-2)分別介於23.85與27.55~45.33cm之間。100m速度前、後測(T-1、T-2)平均分別為 6.56 ± 0.63 與 6.81 ± 0.32 m/s；下肢動力能力前、後測(T-1、T-2)平均分別為 32.60 ± 5.99 與 34.93 ± 6.50 cm，前、後測(T-1、T-2)差異為0.107和0.109未達顯著相關 $p > 0.05$ ，如圖4-13。

A 組

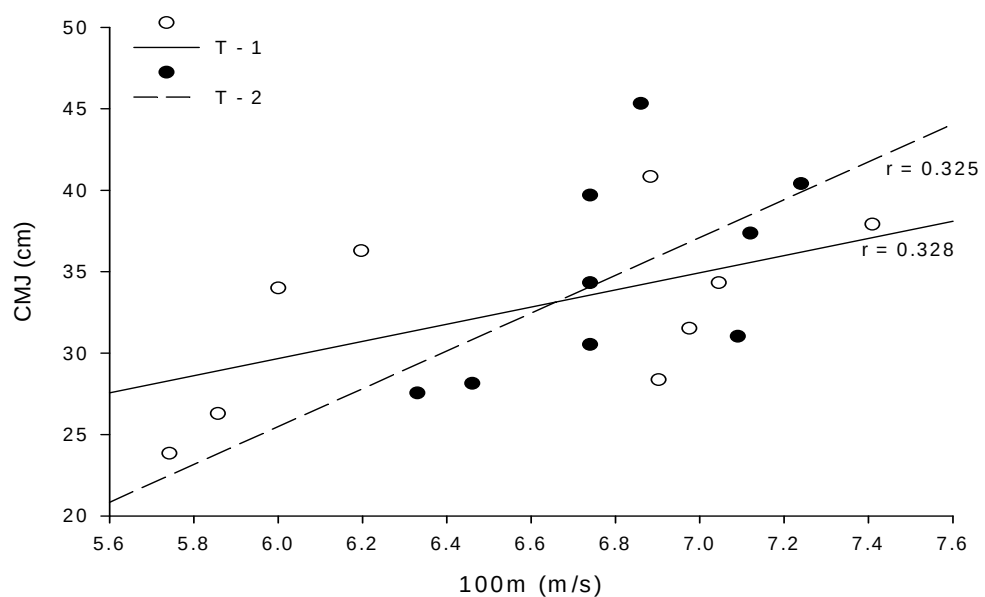


圖4-13 A組前、後測(T-1、T-2) 100m速度與下肢動力分佈情形，未達顯著相關 $p > 0.05$

B組 100m速度與下肢動力，運動能力相關分析。前測 100m 速度介於 6.18至 7.79m/s，後測(T-2)則由 5.96至 8.42m/s；下肢動力能力，前測與後測(T-1、T-2)分別介於 25.50與 26.30~44.59cm 之間。100m速度前、後測(T-1、T-2)平均分別為 6.74 ± 0.56 與 7.20 ± 0.56 m/s；下肢動力能力前、後測(T-1、T-2)平均分別為 31.82 ± 6.34 與 35.41 ± 6.39 cm，前、後測(T-1、T-2)差異為 0.33和 0.001。T-2達顯著相關 $p<0.01$ ，如圖 4-14。

B 組

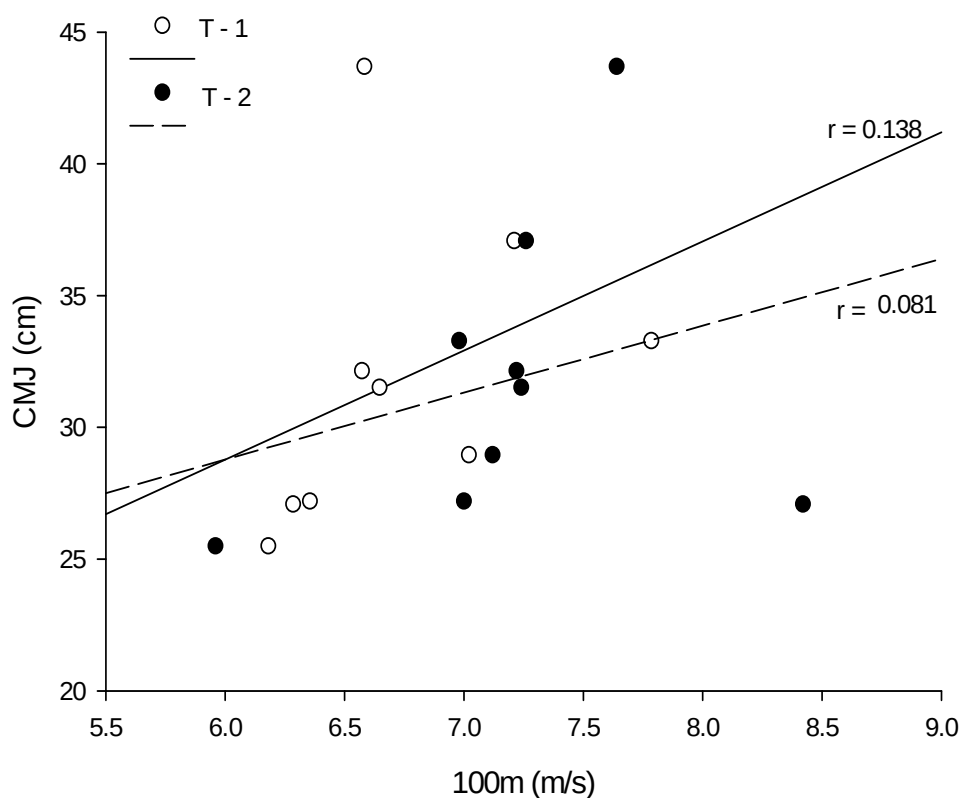


圖 4-14 B組 前、後測(T-1、T-2) 100m速度與下肢動力分佈情形，

T-2達顯著相關 $p<0.01^{**}$

A、B組 100m速度與下肢動力，運動能力相關分析。A組與B組 100m速度後測(T-3)則由6.47至7.42m/s和6.12至8.19m/s；下肢動力能力，A組與B組後測(T-3)分別30.50至49.91cm和25.50至46.53cm之間。100m速度後測(T-3)平均分別為 6.80 ± 0.35 與 6.99 ± 0.67 m/s；下肢動力能力後測(T-3)平均分別為 38.24 ± 7.20 與 37.60 ± 7.33 cm，後側(T-3)差異為0.040和0.004。T-3達顯著相關 $p < 0.05$ 、 $p < 0.01$ ，如圖4-15。

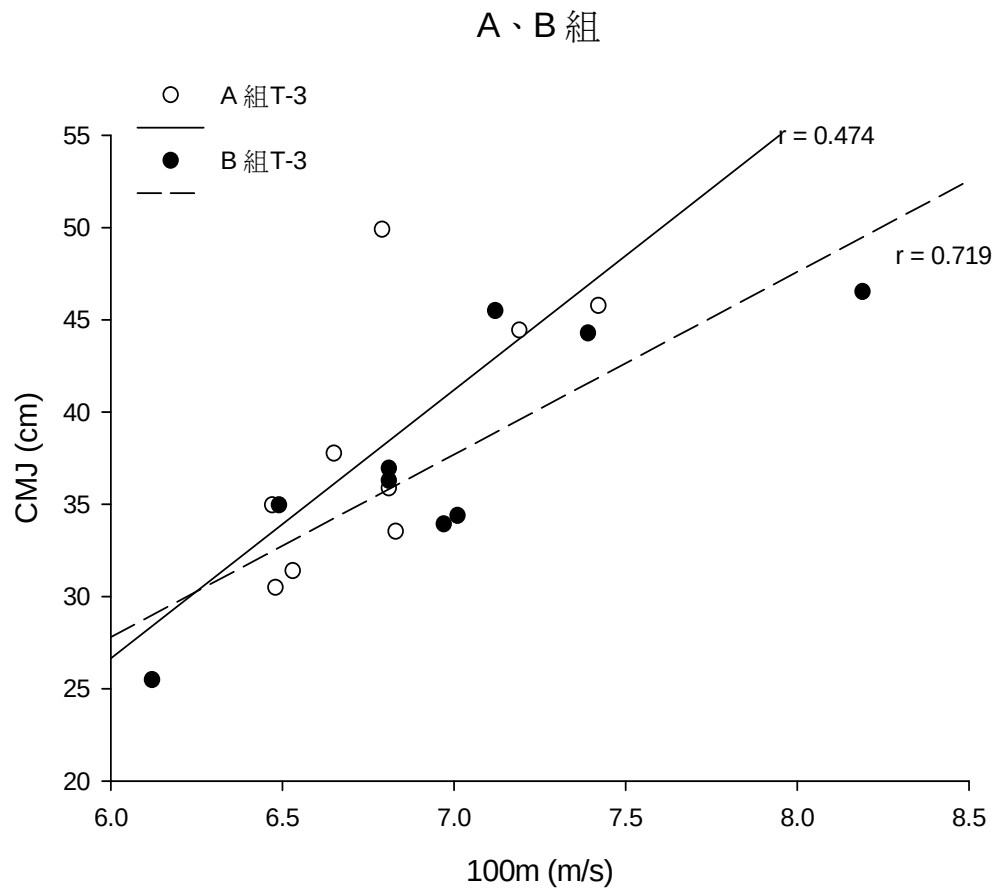


圖4-15A、B組後測(T-3) 100m速度與下肢動力分佈情形，

T-3A、B兩組都達顯著相關 $p < 0.05^*$ 、 $p < 0.01^{**}$

二、100m穩定速度與反應時間(RT)相關分析

A組100m穩定速度與反應時間(RT)相關分析。前測100m速度介於5.74m/s，後測(T-2)則由6.33至7.24m/s；反應時間(RT)能力，(T-1、T-2)分別介於0.173與0.133~0.232s之間。100m速度(T-1、T-2)平均分別為 6.56 ± 0.63 與 6.81 ± 0.32 m/s；反應時間(RT)能力(T-1、T-2)平均分別為 0.253 ± 0.135 s與 0.175 ± 0.039 s，(T-1、T-2)差異為0.243 m/s和0.636s。未達顯著相關 $p>0.05$ ，如圖4-16。

A組

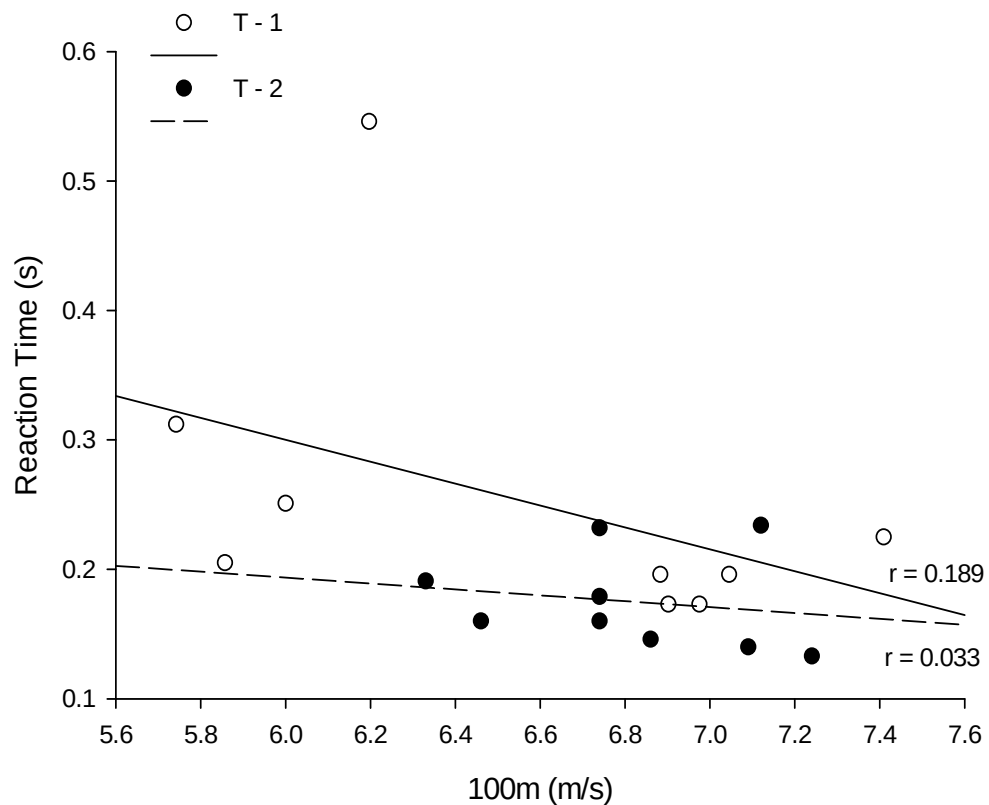


圖 4-16 A組(T-1、T-2)100m速度穩定與反應時間(RT)指數之關係，兩組間未達顯著相關 $p>0.05$ 。

B組 100m速度與反應時間(RT)相關分析。(T-1)100m速度介於6.18至7.79m/s，(T-2)則由5.96至8.42m/s；反應時間(RT)，(T-1、T-2)分別介於0.157與0.139~0.239s之間。100m速度(T-1、T-2)平均分別為 $6.74\pm0.56\text{m/s}$ 與 $7.20\pm0.56\text{m/s}$ ；反應時間能力(T-1、T-2)平均分別為 $0.274\pm0.153\text{s}$ 與 $0.182\pm0.037\text{s}$ ，(T-1、T-2)差異為0.166m/s和0.221s。未達顯著相關 $p>0.05$ ，如圖4-17。

B組

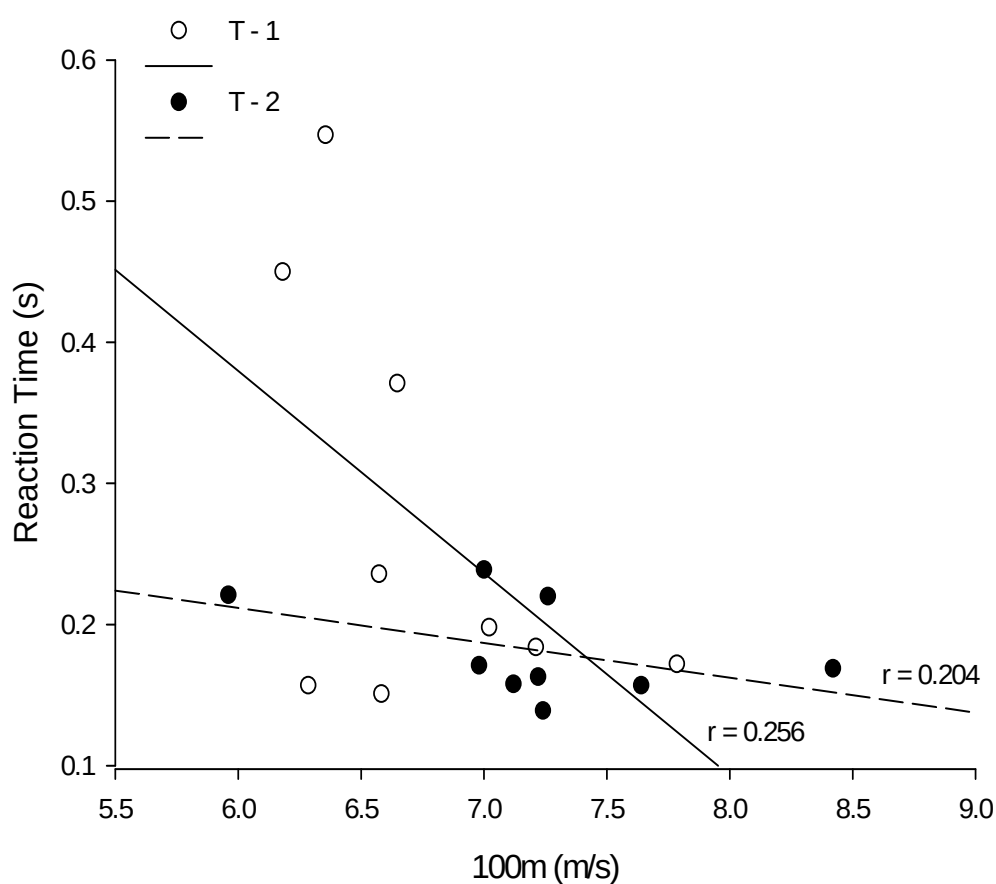


圖 4-17 B組 T-1、T-2 100m速度穩定與反應時間(RT)指數之關係，兩組間未達顯著相關 $p>0.05$

A、B組 100m速度與下肢動力相關分析。A組與B組 100m速度 (T-3)則由 6.47至 7.42m/s和 6.12至 8.19m/s；反應時間(RT)能力，A組與B組 (T-3)分別 0.179至 0.624s和 0.148至 0.653cm之間。100m速度 (T-3)平均分別為 $6.80\pm0.35\text{m/s}$ 與 $6.99\pm0.67\text{m/s}$ ；反應時間(RT)能力 (T-3)平均分別為 $0.279\pm0.159\text{s}$ 與 $0.238\pm0.184\text{s}$ ，後側 (T-3)差異為 0.304m/s和 0.055s。(T-3)A、B兩組未達顯著相關 $p>0.05$ ，如圖 4-18。

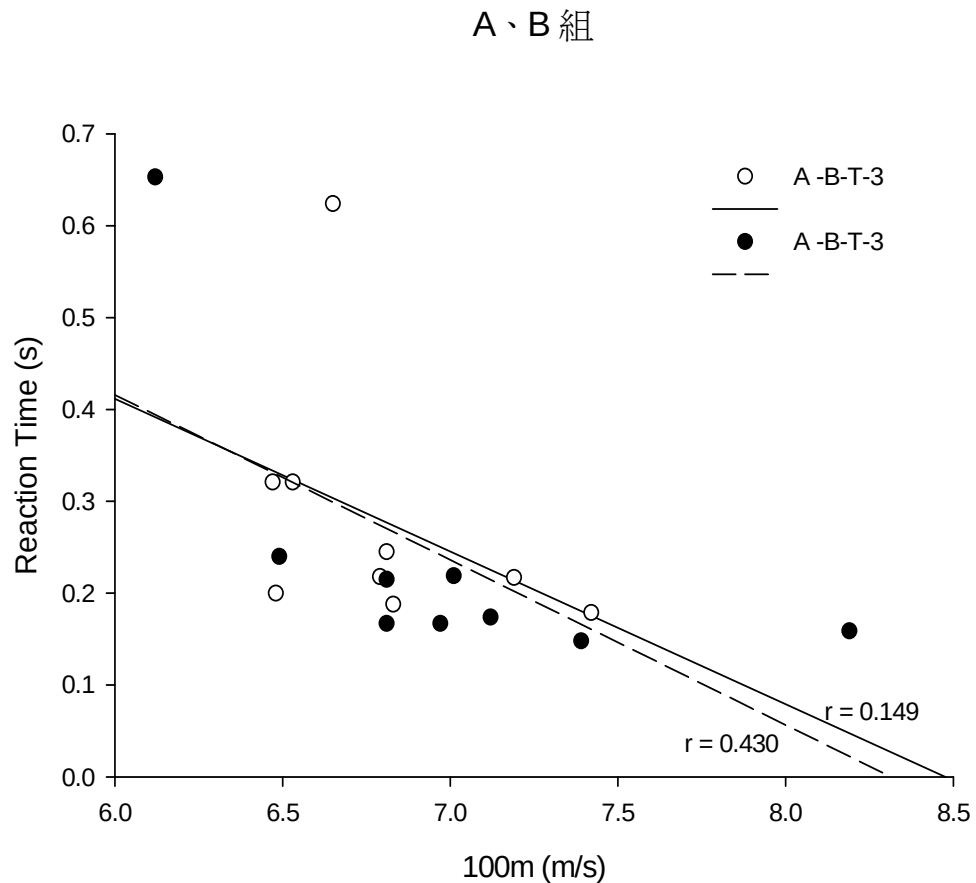


圖 4-18 A、B組 T-3 100m速度穩定與反應時間指數之關係，兩組間未達顯著相關差異 $p>0.05$

第伍章 討論

本研究主要目的，探討A、B兩組經過四週不同距離速度(30m、60m)訓練之後，100m速度、下肢力量、反應時間指數變化情形能力之影響。研究結果透過資料統計與分析後，將分為六部份加以討論：

- 一、不同距離速度訓練對下肢動力之影響
 - 二、不同距離速度訓練對反應時間之影響
 - 三、不同距離速度訓練對100m最高速度之影響
 - 四、不同距離速度訓練對100m維持穩定速度之影響
 - 五、不同距離速度訓練對100m速度最後10m下降之表現
 - 六、速度與下肢力量象限之關係
- (一)100m速度與下肢動力象限之分析
 - (二)反應時間指數與100m速度穩定象限之分析

第一節 不同距離速度訓練對下肢動力之影響

A組下肢動力表現成績T-1、T-2差異2.33cm且未達顯著差異($p<0.05$)，T-2、T-3後測進步差異3.31cm達顯著差異 $p<0.01^{**}$ ，T-2與T-3(後測)分別比前測進步0.92；B組下肢動力表現於第T-1、後測(T-2)達顯著差異 $p<0.05^{*}$ ，比前測進步為3.58cm，且於後測(T-2、T-3)差異2.19達顯著($p<0.01^{**}$)。由於A組為(30m訓練組)，這些受試者未從事過徑賽衝刺訓練且相對負荷量較大，對身體組織訓練負荷的刺激下，生理開始產生反應與變化，身體還未能適應和恢復的狀況下，導致於前測(T-1)未達達顯著，經過四週訓練後雖然還是比前測進步但進步幅度減少。B組為60m訓練組，經過四週訓練後(T-2)呈現進步。此結與Neumann(1991)，訓練到第四週時肌力提升可達最大值同時也符合生理適應週期為4-6週。但本研究結果不符於Luebbers, Potteiger, Hulver, Thyfault, Carper, and Lockwood(2003)探討四週和七週增強式訓練對垂直跳之高度及爆發力之影響，結果顯示僅訓練四週後，其垂直跳和垂直爆發力都呈現顯著下降，而訓練七週後則沒有顯著的變化；但是停止訓練後四週，兩組的垂直跳高度和爆發力均有顯著的上升。

由於本研究不同距離(30m、60m)訓練是以伸展縮短循環的動作型態為主，所發展出的訓練方法，其訓練目的是使肌肉被迫伸展而後再迅速的收縮，這種結合離心和向心兩種的收縮的訓練

方式。此訓練型態機轉與增強式訓練相似，用來增加神經感覺受納器的激發率，提高神經肌肉系統的反應能力，且在伸展反射和彈性能的機制下，來增進肌肉向心收縮的力量，產生更大的動力。在許多增強式訓練的研究，指出經過此訓練型態可以增加下肢爆發力。本研究A、B兩組不同距離速度(30m、60m)訓練之間(T-2)B組優於A組差異0.48cm但兩組訓練後均達顯著進步 $p<0.05$ 。由圖4-1所示，A組30m訓練組優於B組。過去研究亦指出，100m全程速度的增加與下肢力量表現有相關的顯著。亦即100m全程訓練速度愈快，則下肢力量表現愈佳(Jones, 2003)。Bret, Rahmani, Dufour, Messonnier, and Lacour(2002)研究發現CMJ運動表現，可用以預測短距離衝刺速度能力。其他研究亦指出，跳躍能力對短距離衝刺速度有顯著的相關。

這種結果顯示A組30m訓練的生理機制與增強式訓練法的牽張縮短循環SSC理論類似。許多運動中，下肢肌群受到外力作用而被拉長時，肌肉會先做離心收縮，然後再迅速向心收縮，這種先離心再向心的結合是一種自然動作型態，稱為stretch-shorteningcycle，簡稱SSC(Norman and Komi, 1979 ; Komi, 1984)，本研究中的CMJ與100m全程速度之動作型符合此機制。

Komi(1984)和Wilk等人(1993)亦認為SSC可以刺激神經肌肉系統，進而增加神經反射和減低肌肉機能的控制。30m與60m訓練（增強式訓練）的生理機制皆包含彈性能的儲存與釋放、牽張反射，兩者交互作用而產生力量的結果。

第二節 不同距離速度訓練對反應時間之影響

本研究發現四週30m訓練與60m訓練後，A組反應時間T-1與T-2差異-0.08s未達顯著($p>0.05$)，後測比前測進步2.05%。B組反應時間T-1與T-2差異0.10s未達顯著($p>0.05$)，後測比前測進步1.60%。A、B組T-2組間平均值差異0.789s，A組優於B組未達顯著($p>0.05$)。此症狀顯示四週30m訓練與60m訓練均能顯著縮短反應時間，增進反應能力。此結果與Delecluse等人(1990)針對男女短跑選手各21位，男子選手平均成績10.87，女子選手平均成績12.16，比較起跑技術與起跑架使用的效率。研究顯示，起跑反應時間跟起跑加速度無關，但加速度跟速度有點關係，較好的起跑一般是指較快的加速度和水平速度，不一定要反應時間短。

本研究反應時間測試所得數據範圍為接受外在刺激開始到參與者重心發生轉移前瞬間的時間間距，紀錄為反應時間。

研究結果顯示A組30m訓練組與B組60m訓練組，兩組反應時間之後測(T-2)差異0.789，未達顯著 $p>0.05$ ，B組在T-3優於A組差異0.697，未達顯著 $p>0.05$ 由圖4-2所示。這種結果可能原因為反應能力是神經傳導速度的外在表現，與下肢動力的優劣無直接關係，所以未達顯著相關。Tripp(1965)指出，反應時間機轉包括：1.接受刺激的感覺神經；2.決定時間，亦即思考時間；3.動作時間，亦即動作的開始。本研究測試方式，亦符合此反應機轉。

反應能力實際上是神經傳導速度的外在表現，主要由反射弧

各環節器官系統的機能、神經反射通路的傳導時間所決定。當外在刺激作用於感覺器官後，隨即產生一系統興奮，即神經衝動，這種興奮衝動沿感覺神經抵達大腦皮質的感覺區，經過結合的聯絡，使運動區產生興奮，此興奮通常再由皮質運動區下行至脊髓的前運動神經元，使肌肉產生收縮，這整個過程的時間就是反應時間，所以，反應時間與神經傳導速度存有相關。

Magill(1998)指出影響反應時間因素有下列幾點：1.刺激-反應選擇數目；2.刺激-反應的相容性；3.反應前期；4.反應複雜性；5.動作準確性；6.練習總量。Wickens (1984)亦提到反應時間受許多不同因素影響，包括：刺激種類、刺激強度、個別差異(如：年齡、性別、身高、體重等)、心理預期、事前練習、注意力、疲勞、運動、慣用側、作用肌群大小、先天遺傳等因素影響。所以若要加強反應能力，必須從神經傳導速度以及後天訓練兩方面著手。

第三節 不同距離速度訓練對100m最高速度之影響

本研究發現100m最高速度距離，A組T-1與T-2差異0.433m/s未達顯著差異($p>0.05$)，後測比前測進步0.35m/s。B組T-1與T-2差異0.242m/s未達顯著差異($p>0.05$)，後測比前測進步0.56m/s。A、B組T-2組間平均值 7.33 ± 0.42 m/s與 7.61 ± 0.69 m/s，B組優於A組差異0.465m/s未達顯著差異($p>0.05$)。顯然60m訓練組對於100m最高速度的訓練效果優於30m訓練組，這種結果顯示100m速度的發展在於步頻的提升，而步頻的發展在於增進神經系統的傳導，同時增進神經肌肉間的協調，神經系統的共同作用有助於速度及爆發性運動項目的表現，因此顯著提升100m速度。此訓練結果有其特殊性，Komi(1986)的研究指出特殊性在於訓練的主要效果，是建立在訓練時的動作速度或接近訓練時的動作速度，所以像100m衝刺這種要求極速的運動型態，其訓練效果是在加速度表現下所能發揮的最大速度。

60m訓練組對100m速度有顯著的效果，正符合訓練的特殊性。60m的型態屬於接近速度耐力訓練方式，是肌肉在自主情況下收縮，唯肌肉收縮頻率較30m組訓練穩定，此機轉可能是60m訓練組的100m速度較30m訓練組顯著提升的原因。本研究結果與Sinning and Forsyth(1970)等人研究不同，主要在於其論點為增快步頻及加大步幅，即可提昇快跑步的速度。且更進一是造成速

度快慢的主要因素。但是本研究60m訓練與上述研究之步幅理論相反。

第四節 不同距離速度訓練對100m維持穩定速度之影響

過去對田徑100m比賽分析，最速度距離平均為20-30m之間，且運動員約進行5次一百公尺衝刺跑，因此不同距離速度訓練對徑賽100m運動員而言相當重要！研究結果顯示，A、B兩組經過四週不同距離(30、60m)直線衝刺訓練後，A組在T-1、T-2平均值為 6.56 ± 0.63 與 6.81 ± 0.32 m/s，T-2優於T-1差異為0.014 m/s達顯著差異($p < 0.05$)。這種訓練效果反應與鄭清榮（民67）指出短跑選手離開起跑架後，加速即從零開始產生，跑者獲得的速度越快其步幅就越長，大約在40至60公尺處的速度達到最高速。結果顯示：兩組在100m衝刺的成績上均有顯著提昇，但兩T-1與T-2之間並未達顯著差異($p < 0.05$)。B組經過四週訓練後，T-1和T-2退步-0.46 m/s但未達顯著($p > 0.05$)。這種訓練效果反應與Marshall and Gleddie(1996)研究相同，此研究對男生籃球選手進行8-12週、每週4-5次和每次45分鐘之增強式訓練，結果發現在速度20和40m跑未達顯著進步。A、B兩組不同距離速度訓練對100m維持穩定速度表現差異為0.921 m/s，未達顯著差異($p > 0.05$)。因為

速度優劣取決於骨骼肌內紅肌與白肌比例，雖然經過訓練不可能改變肌肉的成分，但只要透過正確的訓練方式增進神經與肌肉之間支配的作用，使肌肉的收縮達到最佳的速度。速度訓練效果百分比(Grosser, 1987)理論，透過訓練速度能力只能改善20%。

第五節 不同距離速度訓練對100m速度最後10m下降之影響

表4-10、4-11為A、B組30m、60m訓練100m最後10m速度(T-1、T-2)測試。A組T-1平均值為 $5.70 \pm 0.76 \text{ m/s}$ ，個人最大值達 6.61 m/s ，最小則為 4.69 m/s ；T-2平均值為 $6.24 \pm 0.31 \text{ m/s}$ ，個人最大值達 6.68 m/s ，最小則為 5.90 m/s 。前測(T-1)與後測(T-2)兩者差異 0.557 m/s 未達顯著($p > 0.05$)。前測(T-1)與後測(T-2)兩者顯著性差異 0.119 m/s 未達顯著性($p > 0.05$)。B組T-1平均值為 $5.83 \pm 0.41 \text{ m/s}$ ，T-2平均值為 $6.56 \pm 0.86 \text{ m/s}$ 。前測(T-1)與後測(T-2)兩者差異 0.283 m/s 未達顯著($p > 0.05$)。前測(T-1)與後測(T-2)兩者顯著性差異 0.465 m/s 未達顯著性($p > 0.05$)。

在100m速度進入高速期的階段，A、B兩組速度未顯著差異($p > 0.05$)。這表示跑的速度如果越快速度就會越快，而速度達到最高速。最後10m階段的速度遞減期，A、B兩組速度差異 0.041 m/s 未達顯著 $p > 0.05$ ，經統計顯示顯著性差異為 0.918 m/s ，未達顯著

水準($p>0.05$)。這指出維持階段之後為減速期，因速度下降中，速度無法像高速期一樣快，速度下降步伐反而便大而速度便慢。張沛林（1995）的研究指出，短跑選手在百公尺起跑時，從起跑到高速期的步幅是逐漸加長，而最大步幅則是出現在百公尺的最後階段。這與此實驗結果相符合。

根據對，最大速度距離平均為20-30m，研究結果顯示，A、B兩組經過四週不同距離速度(30、60m)直線衝刺訓練後，但後測(T-2)比前測(T-1)達顯著進步。這種訓練效果反應與最10m為速度下降階段，速度呈現不穩定，因速度下降中，速度無法像高速期一樣維持，速度下降步幅反而增大變慢。



第六節 100m與下肢力量之關係

本研究發現A組30m與B組60m訓練其下肢動力與100m速度A組(T-1、T-2) 100m速度與下肢動力分佈情形，未達顯著相關 $p>0.05$ ；B組(T-1、T-2) 100m速度與下肢動力而T-2達相關差異 $p<0.01^{**}$ ；A、B兩組(T-3) 100m速度與下肢動力分佈情形，T-3A、B兩組都達相關差異 $p<0.05^{*}$ 、 $p<0.01^{**}$ 。由圖4-13、4-14、4-15所示，100m全程速度慢者其下肢動力(CMJ)愈低，反之下肢動力CMJ高者其100m全程速度愈快。過去研究亦指出，100m速度的增加與較高的下肢力量表現有顯著相關。亦即100m速度

愈快，則下肢力量表現愈佳(Jones , 2003)。Bret, Rahmani, Dufour, Messonnier, and Lacour(2002)研究發現下肢動力(CMJ)運動表現，可用於預測短距離衝刺速度能力。其他研究亦指出，跳躍能力對短距離衝刺速度有顯著相關。

本研究發現四週不同距離(30m、60m)訓練後，A組(T-1、T-2)差異為0.107和0.109未達相關差異 $p>0.05$ ，T-2比T-1進步。B組(T-1、T-2)差異為0.33和0.001。T-2達顯著相關 $p<0.01^{**}$ ，T-2比T-1進步。A、B組(T-3)差異為0.040和0.004。T-3達相關差異 $p<0.05^{*}$ 、 $p<0.01^{**}$ 。呈現之結果則與Young等(2001)研究相同，說明直線速度與下肢動力能力並不能互相轉移，下肢動力能力是建立在直線速度的基礎上。

二、100m速度與反應時間(RT)指數之表現

100m由起跑(Start)、速度(Speed)、衝線(Blunt line)等三要素組成。其中起跑的反應能力對於啟動、加速都很重要，佔短距離100m比賽中非常大的要素。而起跑的目的在於最短時間內使身體產生動量，因此本研究以起跑後100m作為評估起跑能力的方式。而反應時間(RT)是影響100m成績的主要因素，選手若能對外界刺激做出立即與正確的反應動作，在運動比賽中獲勝的機會必然較高。這種能力主要表現在速度性項目中，對運動成績具有決定性作用的關鍵動作，如100m來說全程跑的起跑反應時間，本研究以Newtest檢測系統中的起跑反應時間測試

(Take-off reaction time test)作為評估反應時間的方法。而100m速度穩定與反應時間測試之距離皆為100m，測驗方法同質性高。

本研究所測得之A組30m訓練組與B組60m訓練組其100m速度與反應時間後測值，A組(T-1、T-2)100m速度穩定與反應時間(RT)指數之關係，(T-1、T-2)差異為0.243m/s和0.636s。兩組間未達顯著相關 $p>0.05$ 。B組(T-1、T-2)100m速度與反應時間(RT)指數之關係，(T-1、T-2)差異為0.166和0.221。兩組間未達顯著相關 $p>0.05$ 。A、B組(T-3)100m速度與反應時間(RT)之關係，(T-3)差異為0.30m/s和0.055s。兩組間未達顯著相關 $p>0.05$ 。由圖4-16、4-17、4-18所示，這種結果顯示反應時間快者其100m速度愈快，反之反應時間慢者其100m速度愈差。

本研究結果與Martin et al.(1995)利用1993年世界盃田徑錦標賽短跑競賽結果，探討100m速度與反應時間(RT)的相關，其研究結果指出；反應時間(RT)的快慢影響100m速度成績，而其研究更指出影響100m成績的要素分別為：(1)槍聲起跑動作反應、(2)加速距離、(3)最高速度值(即加速階段所能達到的峰值)以及(4)高速維持能力。由此本研究得知反應時間(RT)的快慢影響100m銜接加速度及最高速的維持是研究100m速度的重要課題。

第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究主要是探討不同距離(A組以30m、B組以60m)速度訓練對於徑賽一百公尺速度、下肢動力、反應時間(RT)能力，其訓練前後之差異，研究結論如下：

- (一)經過四週不同距離速度訓練上有效提升A、B兩組下肢動力表現，A組30m訓練組優於B組60m訓練組。
- (二)經過四週不同距離速度訓練上有效提升A、B兩組反應時間表現，各測試點都有顯著進步；整體測試A組優於B組。
- (三)經過四週不同距離速度訓練上有效提升A、B兩組各速度能力表現，B組測試都優於A組。
- (四)A、B兩組不同距離速度訓練，對於兩組組間之速度、下肢動力、反應時間，A組100m與下肢動力未達顯著相關；B組卻在A組T-2及A、B組間T-3達高度顯著相關，100m與反應時間(RT)三次測試各項能力達顯著進步，但未達顯著相關。

第二節 建議

依據上述研究結果呈現之結論，未來於訓練上之建議：

- 一、未來在安排訓練計畫時，可以與每週加入跳躍訓練或力量訓練來增進速度、下肢動力、反應時間和徑賽一百公尺之能力。
- 二、本研究對象為國中徑賽選手有其訓練效果且先前之文獻也有針對不同層級(高中、大學或一般人)均達其訓練效果，因此不同距離速度訓練適用於不同層級選手之訓練方式。



參考文獻

一、中文部分

王世文（2006）。不同訓練方式對國小三年級學童速度能力之影響。**國立體育學院體育研究所碩士論文**，桃園縣。

王文正（1995）。增強式和等張訓練對全身反應時間和動力效果之探討。**體育與運動**，93，38-42頁。

王保成、周志雄（2001）。短跑技術專門練習的創新與教學訓練效果的實驗比較研究。**體育科學**，21卷，4期，46-4頁。

王玲（2005）。不同訓練內容對百米成績影響的實驗研究。**廣州體育學院**，25卷，第1期，87-89頁。

王健（2005）。短跑擺動技術分析與力量訓練。**威寧學院學報**，25卷，6期，117-120頁。

田麥久（2005）。運動員基礎訓練之二~人體科學原理。**臺北市：奧力達**。

朱金水（2006）。不同訓練方法對彈跳能力發展與評估模式之研究。**國立體育學院教練研究所碩士論文**，桃園縣。

吳忠政、陳克舟（2005）。排球阻斷式接發球訓練對排球選手反應時間影響之研究。**大專體育學刊**，7(4)，105-112頁。

林耀豐、林清和（1996）。不同網球接發球反應前期與方向對其反應及動作時間的影響。**中華民國體育學會體育學**

報，21，195-206頁。

邱春、翟德平（2000）。少年短跑運動員的速度素質訓練。

少年體育訓練，26期，40頁。

馬祥海（2002）。淺析中長跑運動員的速度素質及其訓練。**四**

川體育科學，第4期，25-26頁。

姜麗（1994）。關於提高中長跑速度素質重要作用的探索。

丹東師專學報，第3期，71-74頁。

胡耀紅、劉劍（2002）。短跑技術專門練習的創新與比較。

遼寧體育科技，24卷，6期，8-9頁。

胡金榮（2006）。震動訓練對青少年短跑選手步頻及速度之影

響。**國立體育學院教練研究所碩士論文**，桃園縣。

莊廷玉（2006）。震動訓練與跳繩訓練對棒球選手跑壘速度

及反應時間之影響。**國立體育學院教練研究所碩士論文**，桃園縣。

許瓊美（2004）。青少年衝刺跑能力的發展效應。未出版碩士

論文。**國立台灣體育學院體育研究所**，桃園縣。

陳佳慧（2006）。不同高度跳躍訓練對女子足球選手快速改

變方向能力之探討。**國立體育學院教練研究所碩士論文**，桃園縣。

陳俊宏（2006）。不同速度訓練對中長跑選手800公尺成績之

影響。**國立體育學院教練研究所碩士論文**，桃園縣。

陳志文（2004）。間歇性連續踢擊對跆拳道優秀與一般選手反

應時間與攻擊力量之比較。未出版碩士論文，**台北市立體育學院**，台北市。

陳俊忠（1992）。大學體育學生運動神經傳導時間與全反應時間之研究。**大專體育**，2（2），45-54頁。

陶武訓（2002）。優秀短距離選手百公尺跑之分段速度、步頻、步幅分析。**國立體育學院教練研究所碩士論文**，桃園縣。

張博智（2004）。國內優秀男子百公尺起跑出發運動學分析。**國立體育學院教練研究所碩士論文**，桃園縣。

張博夫（1992）。運動訓練理論與方法。**台北市：盈泰出版社**。

楊錫讓等（1997）。運動生理學原理及應用著。**臺北市：中國文化大學出版部**。原著 Thomas W. Rowland，總校閱謝伸裕，編譯群：吳忠芳，曹德宏，張蘋蘋，黃一昌，黃秀慧，黃滄海（2002）：發展運動生理學。臺北市：合記圖書出版社。

Bill Garoutte 著；陳志成，王超然譯（1996）。功能性解剖學。**臺北市：合記出版社**。

二、外文部分

- Bührle, M. (1989). Maximalkraft–Schnellkraft–Reaktivkraft.
Sportwissenschaft, 19(3), 311-325. In:張嘉澤運動訓練學
(未出版)
- Deshon, D. E, & Nelson, R .C. (1964). A Cinema to Graphical
Analysis of Sprint Running. *Research Quarterly*, 2 (1),
453-454.
- Grosser, M., Starisch ka, S. & Zimmermann, E. (1981).
Konditionstraining. *München–Wien–Zürich*.In :張嘉澤運
動訓練學(未出版)
- Hoffman, K. (1965). The Relationship between The Length and
Frequency of Stride, Stature and Leg Length.
Sport(Belgium).
- Noth, J. (1994). Die zentrale und periphere neuromotorische
Steuerung. In:Komi, P. V.:Kraft und Schnellkraft im Sport.
21-25.
- Nougier, V., Azemar, G., Stein, J. & Ripoll, H. (1992). Covert
orienting to central vision cuesand sport practice relation in
the development of visual attention. *Journal of
Experimental Child ychology*, 54(3), 315-333.
- Neumann, G., & Hottenrott, K. (2002).Dasgrosse Buchvom
Lauffen. 117-119. In:張嘉澤運動訓練學(未出版)
- Magill, R. A. (1998). Motor learning : Concepts and applications
(5thed.). New York : McGraw-Hill.
- Slocum, D. b, & Bowerman, W. (1962).The Biomechanics of
Running. *Clinical Orthopedics*, 23, 39-45
- Sinning, W. C. & Forsyth, H. L. (1970). Lower Limb Actions
While Running at Different Velocities .*Medicine and
Science in Sport*, 2, 28-34.

- Sinning, W. C, & Forsyth, H. L. (1970). Lower Limb Actions While Running at Different Velocities. *Medicine and Science Sport*, 2, 28-34.
- Slocum, D. b. & Bowerman, W. (1962). The Biomechanics of Running. *Clinical Orthopedics*, 23, 39-45.
- Schmidt, R. A. (1988). Motor control and learning : A behavioral emphasis (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A. (1991). Motor learning and Performance : From principles to practice. Champaign, IL : Human Kinetics.
- Tossavainen, M. (2004). Testing Athletic Performance in Team and Power Sport. Layout: Ville Valkama. 39-40.
- Taylor, P. (1971). The Relationship Among Mechanical Characteristics, Running Efficiency, and Performance of Varsity Track Men. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University.
- Tripp, R. S. (1965). How fast can you react? *Science Digest*, 55, 50.
- Wickens, C. D. (1984). Engineering psychology and human performance. Glenview, Ill. Scott, Foresman.
- Young, W. B. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Studies in Athletics*, 10(1), 88-96.
- Young, W. B., Wilson, G. J., & Byrne, C. (1999). A comparison of Drop jump training method: Effect on leg extensor-strength qualities and jumping performance. *International Journal of Sports Medicine*, 20, 295-303.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 282-288.
- Zatsiorsky, V. M. (1980). The development of endurance. In L.

Matveyev and A. Novikov (Eds.). *Teoriya i metodika
fizicheskoy vospitaniya* (The theory and methodology of
physical education). Moscow: Fizkultura i Sport. 271-290.



【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：不同距離速度訓練對徑賽100m成績之影響

研究者：國立臺灣體育大學教練研究所 林佐吉

參與者簽名： 日期： 年 月 日

本研究目的在探討四週30m訓練與60m訓練徑賽選手下肢動力(CMJ)、起跑反應時間、100m成績之影響。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。



【附錄二】

國立體育學院 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		☐ 是 ☐ 否		
2. 是否有血液疾病		☐ 是 ☐ 否		
3. 是否有糖尿病		☐ 是 ☐ 否		
4. 是否有高血壓		☐ 是 ☐ 否		
5. 最近六個月是否有開刀手術		☐ 是 ☐ 否		
6. 其他：				
1) _____				
2) _____				
3) _____				
4) _____				
運動員簽名： _____		日期： _____		
教練簽名： _____				