

國立臺灣體育學院體育研究所
碩士學位論文

青少年衝刺跑能力的發展效應
Developmental Effects of Sprinting Skill for Adolescence



研 究 生：許瓊美 撰

指 導 教 授：陳重佑 博士

中華民國九十三年六月

論文名稱：青少年衝刺跑能力的發展效應

總頁數：41 頁

院校組別：國立臺灣體育學院體育研究所競技運動組

畢業時間及提要別：九十二學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：許瓊美

指導教授：陳重佑博士

論文提要內容：

過去有關衝刺跑的動作發展課題中，僅著眼於完成固定距離的時間、固定時間的衝刺距離等動作結果測量的分析，卻尚無衝刺跑表現過程之相關文獻。本研究的主要目的在探討青少年百米衝刺跑過程的發展效應，並通過達到最大速度的運動學參數與速度維持的變異性參數計算進行年齡差異與性別差異比較。研究以 111 位 13 歲（72 男、39 女）、133 位 15 歲（63 男、70 女）與 92 位 17 歲（39 男、53 女）青少年為自願實驗參加者，並以雷射距離測量系統（LDM module 300C、100Hz）與 AcqKnowledge 3.7.2 版訊號分析統記錄與分析實驗參加者完成百米衝刺跑之速度變異性計算。統計方法係以獨立樣本二因子變異數分析與 Duncan 法事後比較進行差異考驗，顯著水準訂為 $\alpha=.05$ 。結果顯示百米衝刺跑時間男生（ $16.75 \pm 2.14s$ ）均快於女生（ $18.46 \pm 2.66s$ ）（ $p<.05$ ），且 17 歲青少年（ $16.65 \pm 2.93s$ ）均顯示快於 13 歲（ $18.05 \pm 2.12s$ ）與 15 歲青少年（ $17.82 \pm 2.43s$ ）（ $p<.05$ ）；達到最大速度後的 20 公尺平均速度也顯示男生（ $6.74 \pm 0.89m/s$ ）快於女生（ $5.98 \pm 0.66m/s$ ）（ $p<.05$ ），且 17 歲青少年（ $6.76 \pm 0.99m/s$ ）均顯示快於 13 歲（ $6.14 \pm 0.76m/s$ ）與 15 歲青少年（ $6.30 \pm 0.79m/s$ ）（ $p<.05$ ）；而達到最大速度後的 20 公尺速度標準差與變異係數則顯示 15 歲女生高於 15 歲男生，且也高於 13 歲與 17 歲女生（ $p<.05$ ）。15 歲女生的百米衝刺跑表現之速度維持特徵的此一結果，說明 15 歲女生正處於轉換成可產生最快衝刺速度的關鍵期，而表現出此一階段的變異性增加。

關鍵詞：動作發展、衝刺跑、變異性、運動學

Developmental Effects of Sprinting Skill for Adolescence

Chiung-Mei Hsu

ABSTRACT

In regard to passed the subject of sprint run for motor development, most of them were mainly focus on time to complete a distance, distance for constant duration and suchlike performance outcome measures and do not provide any information about the behavior of human being that let to the observed outcome. The purpose of this study was to investigate the developmental effects of the process of 100m sprints run for adolescence. The variability of speed retain after peak speed emerge was used to compare the age-related difference and gender difference. 111 13-year-old (72 male and 39 female), 133 15-year-old (63 male and 70 female), and 92 17-year-old (39 male and 53 female) volunteers were severd as participants in this study. A laser distance measurement system (module 300C, 100Hz) and AcqKnowledge 3.7.2 were respectively used to record and to analyze the variability of sprint speed of 100m sprint. The between-subjects design ANOVA and Duncan posterior comparison were adopted to analyze the statistical differences with an alpha level of .05. The time of 100m sprint showed that male ($16.75 \pm 2.14s$) was faster than female ($18.46 \pm 2.66s$) ($p < .05$) and the 17-year-old ($16.65 \pm 2.93s$) was faster than 13-year-old ($18.05 \pm 2.12s$) and 15-year-old ($17.82 \pm 2.43s$) ($p < .05$). The average speed of 20m after peak speed showed that female was also slower than male (male: $6.74 \pm 0.89m/s$, female: $5.98 \pm 0.66m/s$) and 13-year-old ($6.14 \pm 0.76m/s$) and 15-year-old ($6.30 \pm 0.79m/s$) were showed slower than 17-year-old ($6.76 \pm 0.99m/s$) significantly. The coefficient of relative variability and standard deviation of speed of 20m after peak speed in age 15-year-old showed that female was not only higher than male ($p < .05$), but also higher than 13-year-old and 17-year-old ($p < .05$). The findings of the characteristics of speed retain indicated that female in age 15-year-old was facing the critical transitional sprinting skill stage to perform 100m sprint run with an increase in variability prior to the emergence of the fastest sprinting.

Keywords: motor development, sprint, variability, kinematics

謝 誌

終於，我做到了，夢想終於成真。

回首這二年來的學術研究之路，我最先要感謝的人是指導教授陳重佑博士。是老師為我開啟這一扇學術之窗，以廣博的學識與無比的教學熱忱，教導我以謹慎、踏實與謙卑的態度治學；每當研究過程出現難題時，老師總是不吝於伸出援手，或是解惑、或是鼓勵，因為老師的堅持不放棄，才有今天的我。此外，在我人生最低潮時，十分感謝桂雲姐及駱明瑤老師對我的關心與幫助，這份情我也將永銘於心。

我更感謝李四川老師的栽培之恩。我的求學之路處處可見李老師的幫助與鼓勵，而老師影響我最大的便是那一份「打死不退」的堅持與毅力，老師常告訴我：只要是對的事情，即便是艱困難成，也要堅持到最後。我想我應該不負老師的對我的期望。在這二年的求學生涯中，多虧身旁的好友柏毅、育賢、界飛、育靜、育徹、雅苓、嘉欣、明輝、碧珠、秀珠、瑾珩幫我找資料、幫忙學校課務，讓我得以專心於論文的撰寫上；有這群朋友的幫忙與支持，是我最大的收穫。

最後，我要感謝我的家人。謝謝爸爸媽媽含辛茹苦，一路呵護；爸媽是我精神最大的支柱，雖然他們不知道該如何幫我，只是選擇默默的在身後陪伴著我，但我知道，他們以這個女兒為榮。謝謝他們對我的愛與無限的包容。另外，我也要謝謝田徑隊的所有隊員，這些孩子雖然都只是國、高中生，但他們卻細心的在我準備論文期間，自動自發的做好一切該做的，甚至例常性的體能練習與晚間自習都較往昔認真，只為不讓我分心擔憂。想告訴你們，你們是上天派來的小天使。

再多的感謝都無法以言語形容，但我會將這一切放在心中，永遠永遠不忘！

許瓊美 謹誌

2003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.....	VIII
第壹章 緒論.....	1
第一節 問題背景.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究範圍與限制.....	4
第四節 名詞解釋與操作性定義.....	4
第五節 研究的重要性.....	5
第貳章 文獻探討.....	7
第一節 青少年時期的衝刺跑.....	8
第二節 步頻與步幅對衝刺跑之影響.....	10
第三節 衝刺跑的生理機能.....	11
第四節 結語.....	12
第參章 研究方法與步驟.....	14
第一節 實驗參加者.....	14
第二節 實驗儀器與設備.....	15
第三節 儀器的架設.....	16

第四節 實驗日期與地點.....	16
第五節 實驗步驟.....	17
第六節 資料處理與分析.....	17
第肆章 結果與討論.....	19
第一節 百米衝刺跑成績分析.....	18
第二節 速度維持能力.....	26
第三節 綜合討論.....	33
第伍章 結論與建議.....	36
第一節 結論.....	36
第二節 建議.....	37
參考文獻.....	38
中文部份.....	38
外文部份.....	39
附錄一 實驗參加者同意書.....	41

表目錄

表 1	: 實驗參加者基本資料.....	15
表 2	: 百米時間獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	20
表 3	: 年齡在百米時間之主要效果事後比較.....	20
表 4	: 最大速度獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	21
表 5	: 年齡在最大速度之主要效果事後比較.....	21
表 6	: 最大速度產生時間獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	22
表 7	: 年齡在最大速度產生時間之主要效果事後比較.....	23
表 8	: 最大速度產生位置獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	23
表 9	: 不同年齡男生與女生衝刺跑運動學參數之平均數與標準差.....	24
表 10	: 不同年齡男生與女生衝刺跑速度維持能力參數之平均數與標準差.....	25
表 11	: FASAPS 之平均速度獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	26
表 12	: FASAPS 之速度標準差獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	27
表 13	: FASAPS 之速度標準差單純主要效果的變異數分析摘要表.....	28
表 14	: FASAPS 之速度變異係數獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	29
表 15	: FASAPS 之速度變異係數單純主要效果的變異數分析摘要表.....	29
表 16	: SASAPS 之平均速度獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	30
表 17	: SASAPS 之速度標準差獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	31

表 18	: SASAPS 之速度標準差單純主要效果的變異數分析摘要表.....	31
表 19	: SASAPS 之速度變異係數獨立樣本二因子變異數分析摘要表.....	32
表 20	: SASAPS 之速度變異係數單純主要效果的變異數分析摘要表.....	33

圖目錄

圖 1	: 雷射距離測量系統(LDM module 300 C).....	16
圖 2	: 各階段參數計算示意.....	18

第壹章 緒論

第一節、問題背景

人從出生到死亡，身體與心理都會隨著年齡的成長而經歷不同的發展階段；其中除了胎兒時期的個體發展成熟程度較為顯見外，就屬青少年時期的發展最為重要。從研究者職場觀察所得，剛從兒童轉為青少年時期的學生對自己所持的看法十分敏感，且專注於是否被同儕所接受，並對同儕團體產生決定性的信服，有些則會模仿同儕團體的行為表現。隨著對於團體歸屬感的需求，如何成為一個團體的領袖或是取得同儕的認同，便成了此期青少年追求的目標與評斷自我的標準。因此，如果教師能善知青少年時期的心理需求，便能加以引導學生的學習表現。

同樣的，從生理發展上來看，這個時期的青少年面對身體上的改變，尤其是第二性徵的出現與發展，如：日益增加的身高與肌肉組織，與月經來潮、胸部的豐滿等特徵出現（張媚，1994）；這些身體變化都使青少年認為自己日益接近成人，除了影響青少年對於男性和女性角色的認同外，這些生理上的改變與身體發展情況對青少年也造成某些心理上的影響，如：不夠高、肥胖對青少年體能上的限制，使得他們遭受同儕的嘲笑；另外，隨著賀爾蒙的影響，青春期的學生開始進入思春期，強壯高大的身軀與敏捷快速的運動表現，也都成了青少年吸引異性的一種方式；因此，這個時期的學生，特別專注於自己身體的各種變化，並擅用能展現體能的各式活動，來增強自己與班級同儕團體間的互動關係，或取

得異性的青睞，例如：特別喜歡上體育課、自願籌組球隊參加比賽，為吸引異性而模仿運動明星特有的運動姿勢等。為了增加同儕的認同，這個階段的學生也會一窩蜂的崇拜當紅的明星或偶像，並試著模仿其行為表現，以作為誇耀或吸引同儕團體的一種手段。從激勵學生向上的角度來看，這些行為都具有正面的意義，但若從運動生理而言，這個時期的學生可能會因身體各部位的肌肉組織發展不均，而在學習的運動技能的過程中，產生各種運動傷害，應當小心避免（張媚，1994）。

以個體發展過程為主的各種研究論述中，皆主張在個體成熟發展的關鍵期內，若對個體施以良好的環境，並給予適當的刺激與發展機會，將促進個體日後運動機能發展的正常化；根據西德專家的研究，運動訓練關鍵期為介於兒童期與青年期間的青少年階段，約為 7 歲至 15 歲；研究中並指出，運動神經的發展與速度能力的提升在個體 12 歲時，漸趨於成熟而穩定，而對於培養跑步運動過程中不可或缺的肌力發展與耐力訓練，可逐步發展到個體 15 歲，並達最佳狀態（許樹淵，1990）。

因此，對這個時期的青少年而言，儘管身體各部位的發育並不是以同樣的速度進行，但日益增高的身高與肌肉組織，卻提供足夠的衝刺跑的訓練條件，尤其是肌肉力量的增長達到頂峰通常是在身高猛增後大約 12 至 14 月後（Carron & Baily，1974），使得這個時期的腿部肌力發展趨於成熟，因此，若在此關鍵期進行衝刺跑的訓練，將可達到顯著的成效。若過此期，訓練效果則不易顯現。

「衝刺跑」在運動競賽中是不可或缺的基本項目；它所

強調的是運動員必須在一定的距離內，將速度發揮到最快，以取得最佳的成績；但是，儘管良好的速度素質是決定運動員成績高低的因素，但靠著肌肉快速收縮所能夠產生的力量，高度發展的速度素質仍得靠耐力發展來提升，方能將時間的優勢轉化為空間上的勝利。因此，在固定的距離內，影響衝刺跑的因素除了爆發力、耐力、速度素質外，如何維持最大速度便成了值得探討與分析的問題。

研究者本身因擔任體育教學工作，長期觀察學生在短跑項目上的表現，對於青少年短跑成績表現是否隨年齡增長而提高？17歲的表現一定優於15與13歲嗎？性別成熟是否會影響成績表現？而男生與女生在速度維持能力上有顯著差異嗎？又速度的變異係數何者為大？研究者對這些課題感到興趣，希望透過對青少年衝刺跑能力的發展效應之研究，分析、了解如何在教學過程中，提升並促進短跑成績的表現。

第二節、研究目的

本研究主要是以13、15、17歲青少年在衝刺跑項目上的表現，進行觀察與比較不同年齡與不同性別在100公尺衝刺跑成績的差異，並進一步針對他們在最大速度後的第一個20公尺（first 20M average speed after peak speed, FASAPS）、第二個20公尺（second 20M average speed after peak speed, SASAPS）的速度變化及維持能力進行分析與探討。

第三節、研究範圍與限制

本研究除了對百公尺衝刺的結果進行分析外，還進一步探討三個年齡層在衝刺過程中，速度的改變。因此，為了方便取得樣本的採樣，在實驗參加者的選擇上係使用鄰近學校的學生進行測驗，此乃本研究的範圍。而研究者無法確實掌控實驗參加者過去的學習經驗、自然的身體生長與心智成熟等質與量的發展，此即為本研究的限制。當然，研究的結果是否可推論到其他年齡層或其他地域的相關青少年發展，也有待檢驗。故研究的範圍與限制因而有推論的侷限性。

第四節、名詞解釋與操作性定義

- 一、青少年時期：根據 Gallahue 與 Ozmun (2002) 的定義青春前期男生是 10 至 12 歲，女生是 11 至 13 歲；青春後期的男生是 12 至 18，而女生則是 14 至 20 歲。
- 二、最大速度：在 100 公尺的全程過程中，出現的最大速度。
- 三、最大速度出現的位置：在 100 公尺的全程過程中，出現最大速度的位置。
- 四、最大速度出現時間：在 100 公尺的全程過程中，出現最大速度的時間。
- 五、速度維持能力：本研究以產生最大速度後的第一個 20 公尺 (first 20M average speed after peak speed, FASAPS)、第二個 20 公尺 (second 20M average speed after peak speed, SASAPS) 的速度變異係數，為探討速度維持能力的指標。

六、速度變異係數：當平均數不同時，若欲了解個別差異情形，應用變異係數加以比較較為合理（林清山，1992）。本研究欲了解速度維持能力的變化情形，因此以速度變異係數為計算公式，其公式為：

$$\text{速度變異係數} = (\text{速度標準差} / \text{平均速度}) \times 100$$

第五節、研究的重要性

在動作行為學（motor behavior）領域中，動態系統（dynamic system）是一個很重要的理論，它強調動作的發展是由環境（environment）、工作（task）、有機體（individual）三個次系統交互影響所產生。以動態系統的觀點來看動作的發展（Magill，1998），動作的發展並非呈線性的改變；在動作穩定（stability）的階段，產生動作本身吸引子（attractor）的影響，往往使動作不易產生改變，然而一旦因某些條件，如：工作、環境、有機體因素產生變化，動作便開始產生不穩定（instability）的狀態，而此時即是動作轉換（transition）的關鍵時期，亦即動作由原本穩定的狀態產生改變，並進入另一個持久穩定的狀態，動作的發展因而形成。而另一方面，在教學的環境中，很重要的是必須根據學生三個次系統的變化，提供適切的學習內容、教具器材，否則便會產生許多學習上的限制因素（constraints），圍限了學習的效果（Ennis，1992）。此外，適當的學習內容可以提供學習者動作控制參數（control parameters），在關鍵的時刻幫助動作的轉換。本研究主要針對體育老師或教練之教學需求，期望透過發展速度能力的穩定性，深究探索產生不穩定轉換階段之因並掌握關

鍵期，適當設計教材教法，並提供必要促進力量，幫助學生克服環境、工作或是有機體的限制，使學生獲得更適切的練習機會，並提升衝刺跑的動作能力。

第貳章 文獻探討

在運動發展的研究中，人類最基本的運動方式與技巧乃為跑、跳、擲等項目；而其中最重要的便是『速度』。Bompa（2001）曾提到『速度』是運動時所需的最重要體能要素之一。速度在許多運動中具有決定的影響力，例如短跑、足球、棒球、籃球及橄欖球等。而不以速度為主的運動項目中，訓練時也可以將速度訓練納入其中，以提高訓練的強度。因此在運動項目中，速度能力的發展與維持是十分重要的研究課題；若將範圍縮小，針對衝刺跑項目而言，維持接近最大速度跑步的運動型式，更具有研究的價值性。

雖然對於短距離衝刺跑的動作能力發展已有不少的相關研究，然則有關短距離跑的動作能力發展研究，大都在於最後完成結果的比較，而在短距離跑動作的進行當中，最大速度、最大速度出現的時間、距離及速度維持能力的變化，並沒有加以分析探討。以百米跑而言，從一開始的加速階段，到最大速度的出現，之後即出現速度的維持階段。百米完成的時間長短，除了反應時間、步幅、步頻、開始的加速能力以外，能夠維持接近最大速度跑的能力也是一個很重要的影響因素。蘇耿賦和范瑞亭（1994）測量 1992 年臺北國際田徑邀請賽前 6 名選手的每 10 公尺分段速度，文中並與 1991 年李承志研究的大陸組與奧運組選手每 10 公尺分段速度加以比較，發現臺北國際田徑邀請賽前 6 名選手與大陸組選手，均比奧運組較快達到最大速度，而且在最大速度出現後的速度消退情形也比較大，因此造成百米成績的差異。由此可知，若能有較長的加速能力使最大速度出現的時間不致太

早出現，並在最大速度出現後能有較佳的速度維持能力，將有助於百米跑成績。

有關於動作技能表現的測量通常有二種方式，一種是表現結果的測量（performance outcome measures），如反應時間、跑一段距離的時間、或是跑了多遠。而另一種則是表現產生過程的測量（performance production measures），如動作過程中速度、加速度、關節力矩的變化等（Magill, 1998）。表現結果測量的缺點在於不能提供造成動作改變的因素，而以往有關於短離跑步動作能力發展的研究，多以表現結果的測量方式，以 30 至 60 碼距離的跑步時間，換算成每秒跑多少距離，加以比較年齡、性別的差異，然而除了最後的結果外，卻無法得知在跑步的過程當中所產生的變化情形。本研究即採與以往不同的研究方式，以動作表現產生過程的研究方法，對於百米跑全程加以測量，並分析出在此過程當中最大速度、最大速度時間、最大速度距離及維持速度能力的變化情形，再加以比較不同年齡、性別的差異。

第一節、青少年時期的衝刺跑

有關於衝刺跑的動作發展，國內外研究的相關文獻有早期的 Espenschade 於 1962 年針對加州 10 到 18 歲的男女學生為研究對象，以 50 碼跑為測試距離，提出男性從 10 歲至 17 歲，其衝刺跑速度呈現逐步成長狀態，女性從 10 歲至 13 歲亦有相同表現，16 歲時之成績更明顯優於 13 歲。Seefeldt 與 Haubenstricker(1986)綜合前人研究發現，針對短跑能力（每秒所跑的距離），男性於 1960 年代前後，均隨年齡的增加而

逐漸進步，直至青春前期；但 1960 年代以前的女性，短跑能力到 13 歲後便成下滑狀態；1960 年代以後，女性短跑速度能力卻可進步到 15 歲以後。故此，Seefeldt 與 Haubenstricker 推論，此結果是因文化的刺激，使得女性在中早期兒童階段有較多的身體活動，改變了女性在衝刺跑的表現。另外，Gallahue 和 Ozmun (2002) 的研究指出，男性因腿長與肌力的增加，復加上體脂肪的減少，速度跑的能力可進步到十幾歲；反之，女性則因體脂肪增加等因素，14 歲後便成衰退現象。此外，Loko、Aule、Sikkut、Ereline (2000) 與 Viru 等人，專以 10 歲至 17 歲之女性為研究對象，針對 30 公尺距離跑研究發現，13 歲後女性跑者便不復呈現進步狀況。而 Volver 和 Selege (1997) 及 Volver 和 Viru (1997) 亦運用 Tanner 的性別成熟評估法的研究發現，女性 20 公尺衝刺跑的運動過程與動作發展，與其性別成熟度有極大的關係。國內研究論述則有邱維城 (1981) 以國小一年級至國中三年級學生為取樣，針對 50 公尺距離跑為測量基準，發現男生除國中一年級時期略顯退步外，餘則隨年齡呈進步狀態；女生則因生理發育之影響，從國小一年即逐年進步至國小六年級，爾後則隨年級增加而逐年退步。總觀以上論述，我們可發現，若以 50 公尺距離跑為測量基準，男女短跑成績表現，在國小階段隨年齡增加而呈進步；但至國一開始，男生成績雖仍漸次成長，但女生則呈衰退現象；較有意義的發現則是，若以統計差異顯著性來看，即使相接年級或間隔年齡不同，女性運動員較男性呈現較早的高原現象，但無可避免的是消退 (regression) 趨勢也來得快；且此兩種現象的產生均視個體狀況而定，並無一致性的。

第二節、步頻與步幅對衝刺跑之影響

速度在許多運動項目中均具有決定性的影響力；它包含了位移能力及移動快慢的能力，若以力學的方式表示，則為距離與時間的比值。換句話說，速度包含了三個要素：反應時間、單位時間移動的頻率和位移一固定距離的速度能力。因此，在短跑項目中，成績優劣是取決於運動員起跑的反應、行進的速度、及速度的維持能力（Bompa，2001）。

中國體育教練員崗位培訓教材（1999），提到決定跑步速度的主要因素是步頻與步幅。當代世界上優秀的短跑運動員都具有較高的步頻和步幅的能力。步頻是單位時間內完成的步數，步幅則是每步兩腳之間的距離。步頻與步幅是相互矛盾、相互對立，又相輔相成的；在發展運動員速度能力時，若隨意超出運動員自身的能力範圍，無限制的提高步頻或步幅中的任一因素，必然會造成另一個因素的下降，當然亦無助於速度能力的提升。因此，唯有透過科學化的訓練，從發展身體素質與改善跑的技術入手，才能適當地提高步頻與步幅。此外，中國體育教練員崗位培訓教材（1999）中也提及因步頻與遺傳因素較密切，因此後天的可塑性便相對減少。

根據上海體科所馮敦壽對男子成年運動 2-6 年追蹤觀察之結論，儘管步頻與先天因素有關，但經過後天的科學訓練，依然可以得到一定的提高；結論並指出經過 2-6 年的訓練，步頻提高的幅度約為 3% 左右。而步幅則與技術的合理性、力量及柔韌性等素質有關，與訓練因素較為密切。因此，在選擇短跑運動員時應把步頻能力作為首先考慮的因素，而在訓練上則應對運動員上的步頻、步幅能力作一評估，並注意不

同時期和階段的發展方法與手段，才能有效提高跑速（郭榮全，2002）。

Wood（1987）曾以生物力學的觀點，提出人類跑步動作中所受到的限制，進而提出改善跑步技術的方法。研究中發現：影響跑步成績最大因素是支撐腳的收縮問題，為了提升成績，就必須在不縮小步幅的原則下，盡量提高步頻，也就是縮短支撐時間，而縮短支撐時間將會減少水平衝量的減少，而為了克服這一點，身體必須盡量靠近身體重心投影點下方，才能直接做推蹬的動作，並且在推蹬後迅速作膝蓋的彎曲及回拉，以求加快步頻，又能產生最大的步幅（郭榮全，2002）。

第三節、衝刺跑的生理機能

對於生理機能影響衝刺跑的原因探討，歷來論述頗多。Ozolin（1971）認為速度可分成一般速度及專項速度兩種類型。一般速度指的是：快速完成任何運動（動作反應）的能力，因此透過一般及特定的身體準備可提高一般速度。專項速度則是以一定速度完成某一運動或技能的能力，而這個速度值往往是很高的。運動員若要改善專項速度能力，必須先針對每項運動的特殊性，施以專業的方法才能達到成效。無論你要獲得何種類型的速度，除非在運動學及動力學上的動作結構相符，否則將與學習動作技能一樣，無法獲得正面的遷移（郭榮全，2002）。

經測試結果發現，運動員至少要經過 30 公尺的加速，否則無法立即達到最大速度。從速度與距離座標圖中發現，最

大速度要在 40 公尺後，或起跑後 5 秒才會出現 (Zatzyorski 1980)，並且持續地保持速度至 80 公尺，過了 80 公尺後，由於中樞神經系統疲勞而速度下降 (Harre 1982)，運動員只能透過改善爆發力 (power)、速度耐力 (speed-endurance) 和爆發耐力 (power-endurance) 來提高。(Bompa, 2001)

速度受到遺傳的影響極大，需要有與生俱來的天份，才可以有傑出的表現。因為，神經活動的靈敏性、與奮與抑制間的快速交替和調節神經間協調模式的能力 (DeVries, 1980)，皆是重要的影響因素；透過它們，可產生較高的運動頻率。骨骼肌的特性也是限制速度的潛在先天因素之一 (Dintiman, 1971)。這反映在慢縮肌纖維 (紅肌) 與快縮纖維 (白肌) 間結構及比例的差異，白肌纖維收縮的速度比紅肌快，這對短跑選手而言十分有利。DeVries (1980) 認為最大速度的能力受限於肌肉組織原本的運動速度，顯示遺傳是一個影響快速運動的重要因素。

此外，神經衝動的強度與頻率同樣是具有影響速度能力的因素之一。至於造成速度快慢的因素中，肌力及耐力反而不是取決定於先天的資質，而是需要透過適當合宜的訓練，來輔助速度能力的提升。

第四節、結語

速度能力的提升是決定運動競賽成績及及運動表現的重要因素，因此，如何促進學生的速度能力，並維持最大速度的時間，對學生在衝刺跑的成績表現，有極為重要意義。由以上的文獻中可發現，儘管遺傳上所帶來先天上的差異會影

響學生衝刺跑的成績表現，但就生理上的發展來看，女性進入青春期的時間為 11-14 歲，早於男性在 12-15 歲才進入青春期（張春興，1997），造成女性在身高、體重上的快速成長期較男性早。另外，男、女性除了性器官主性徵（primary sex characteristics）的差異外，在身體其它部位所產生的次性徵（secondary sex characteristics）之變化，如：女性乳房隆起、臀部加寬及增加皮下脂肪等因素，都可能造成男生與女生在成績上的差異。而就性別角色社會化（sex-role socialization）的觀點而言，個體會因為模仿及認知歸屬的過程，形成自己所應有的行為或選擇活動的類型（張春興，1996）。尤其是現代的女性有健康的理念，也為了吸引異性而儘量保持纖細的身材，因而身體活動的增加，可提昇速度的能力。因此，體育教師可透過專業的教學引導，如步幅與步頻的教學，去可克服先天性別與生理上的差異，而以學生在跑步訓練中的最大速度的維持能力，進行分析與探討是個值得我們深究的課題。

第參章 研究方法與步驟

為達到研究目的，本研究方法與步驟可分為：第一節、實驗參加者；第二節、實驗儀器與設備；第三節、儀器的架設；第四節、實驗日期與地點；第五節、實驗步驟；第六節、資料收集與處理。

第一節、實驗參加者

本研究以 13 歲（男 72 人，女 39 人）、15 歲（男 63 人，女 70 人）、17 歲（男 39 人，女 53 人）為實驗參加者，其基本資料如表 1 所示，男生身高的年齡差異相較於女生而言，男生差別的程度較高於女生，也就是說，本研究的實驗參加者男生身高在 13 歲與 15 歲差異了約 12 公分，在 15 歲與 17 歲則有約 7 公分的差異；而女生的身高在 13 歲組約略與男生的身高一致，而 17 歲組女生則僅與 13 歲組相差約 7 公分不到。就上述的簡單觀察，本研究的 13 歲至 17 歲實驗參加者，男生應處於身高的快速成長的青春中期階段，而女生約略處於成長幅度和緩的青春後期階段。就體重的年齡差異看來，男生在 13 歲與 15 歲相差了約 15 公斤，而女生在這二個年齡則僅相差約 7 公斤，顯示體重最大差異的產生應是此一階段。

表 1：實驗參加者基本資料

組別	年齡 (歲)		身高 (公分)		體重 (公斤)	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
男						
13	13.2	0.33	152.83	8.66	46.94	11.97
15	15.0	0.26	164.61	6.76	61.14	13.68
17	16.9	0.27	171.12	4.85	63.47	11.92
女						
13	13.1	0.32	153.47	5.40	44.64	9.65
15	15.0	0.24	157.53	5.11	51.14	8.81
17	16.9	0.27	160.16	6.33	53.30	7.92

第二節、實驗儀器與設備

本實驗所使用的儀器如下：

- 一、雷射距離測量系統 (LDM module 300C)。
- 二、腳架一支 (Manfrotto 055C)。
- 三、筆記型電腦一台。

資料分析與處理的主要軟體包括：

- 一、AcqKnowledge 3.7.2 版生物訊號處理系統。
- 二、SPSS for Windows 10.0 版統計分析軟體。
- 三、Origin 6.0 版專業科學繪圖與數值分析系統。



圖 1：雷射距離測量系統（LDM module 300C）

第三節、儀器的架設

將雷射距離測量系統置於距離終點線 12 公尺處，鏡頭對準實驗參加者的胸前，且鏡頭高度應與實驗參加者胸前平行，並於起跑動作前即進行資料的採集，直到實驗參加者跑完百米後才停止記錄。

第四節、實驗日期與地點

- 一、實驗時間：民國 93 年 02 月 09 日至 02 月 20 日期間。
- 二、實驗地點：嘉義縣立東石國民中學田徑場。

第五節、實驗步驟

測試前與實驗參加者約定測試的時間與地點，在抵達測試地點後，實驗者首先進行說明測驗操作的流程並填寫基本資料及實驗同意書。隨後帶領實驗參加者進行暖身活動，並於 5 分鐘後開始進行檢測。實驗者先將雷射距離測量系統（LDM module 300C，100Hz）設於離終點線 12 公尺處，實驗者調整適當的腳架高度，使瞄準十字能對準實驗參加者的胸前。實驗參加者以站立起跑姿勢於起跑線後預備，於起跑前便進行拍攝，直到實驗參加者跑完百公尺才停止拍攝。利用雷射距離測量系統實際測量實驗參加者百米全程衝刺跑的位置-時間曲線。

第六節、資料處理與分析

將雷射距離測量系統（LDM module 300C）對準實驗參加者，測量直至跑完百公尺。資料收集頻率為 100Hz，將收集到的位移原始資料以 AcqKnowledge 3.7.2 軟體進行讀取，經傅立葉分析（FFT）的低通濾波（low pass）修勻（截止頻率 8Hz）後加以微分得到速度曲線，並計算出最大速度、最大速度出現時間與距離、FASAPS 的平均速度、速度標準差，及 SASAPS 的平均速度、速度標準差，並分別計算出二段 20 公尺距離的變異係數，如圖 2 所示。

隨後利用 SPSS for Windows 10 軟體，將各依變項以獨立樣本二因子變異數分析（two-way ANOVA）進行統計分析，比較不同年齡、不同性別的差異。交互作用若達顯著水準，

則進行單純主要效果分析；若透過單純主要效果分析後又達顯著水準，則進行 Duncan 法事後比較。若交互作用未達顯著水準，而主要效果達統計顯著水準，則採 Duncan 法進行事後比較，統計顯著水準訂為 .05。

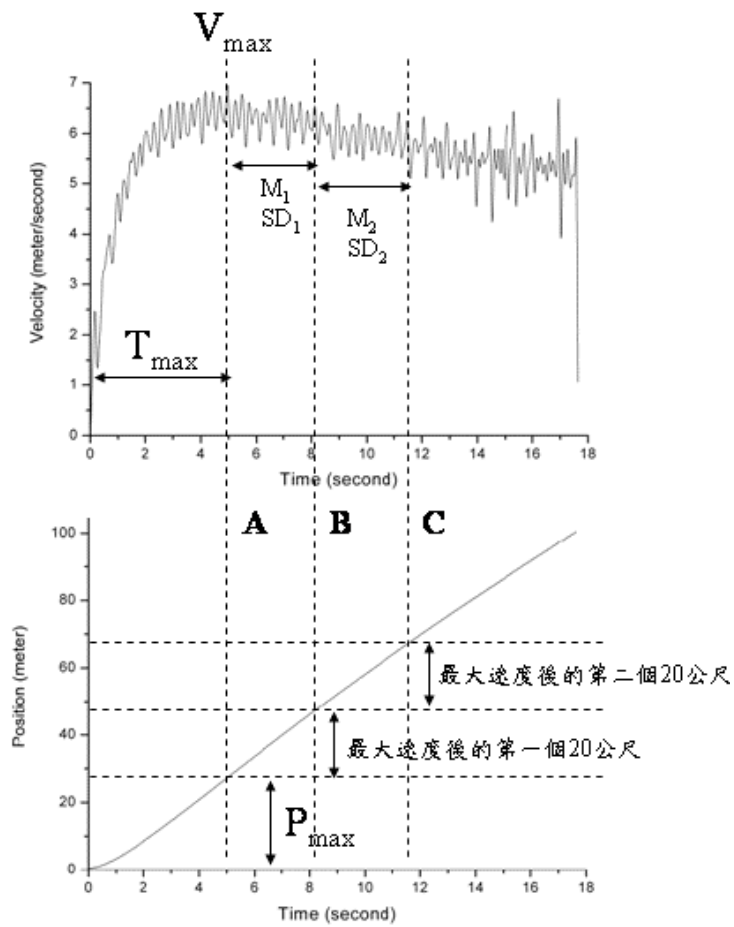


圖 2：各階段參數計算示意

第肆章 結果與討論

本研究主要在探討青少年時期男生與女生在百米衝刺跑成績分析及速度維持能力的差異。蒐集有效之相關數據資料，經由統計處理並加以分析，所得結果與討論分為三部分闡述：第一節百米衝刺跑成績分析、第二節速度維持能力與第三節綜合討論。

第一節、百米衝刺跑成績分析

首先，分別就本實驗三個年齡層（13、15、17歲）的男生與女生，在百米衝刺跑成績上的關係，以獨立樣本二因子變異數分析（如表2）中發現，年齡與性別交互作用未達顯著差異（ $F_{(2, 330)}=0.53$ ， $p>.05$ ， $\eta^2=.003$ ， $power=.14$ ），因此，進行年齡與性別的主要效果分析，結果發現年齡與性別皆達顯著，在性別方面來比較，男生之百米衝刺跑成績男生皆優於女生，而在年齡方面，則以Duncan法進行事後比較，結果如表3所示，17歲組（ $16.65 \pm 2.93s$ ）的百米衝刺跑成績皆優於13歲與15歲組的青少年，而13歲組（ $18.05 \pm 2.12s$ ）與15歲組（ $17.82 \pm 2.43s$ ）之百米衝刺跑成績並無顯著差異。在過去的研究中可知，影響百米衝刺跑的成績有幾種因素，分別是遺傳、反應、肌力與爆發力、速度的維持能力。根據上述結果推論，13歲與15歲正居於青春早期階段，身高與體重的成長進入了另一個加速期，身高增加的速率幾乎為原來的二倍，肌肉與骨骼都在快速的成長，因此，在此階段會有一些不對稱的現象存在，例如，腿部長度增加的速率沒

有軀幹長度來的快，以致於骨骼肌肉都還未定型，進而影響到百米衝刺的成績。而 17 歲的成績較優於另二個年齡層，或許也是因處於青春後期的階段，身體的成長機能也趨於緩慢穩定，相對的也導致百米衝刺跑成績較好。

表 2：百米時間獨立樣本二因子變異數分析摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	82.43	15.51*	.09	1.00
性別	1	296.89	55.86*	.15	1.00
年齡×性別	2	2.84	0.53	.00	.14
誤差	330	5.31			

*p<.05

表 3：年齡在百米時間之主要效果事後比較

年齡	平均數	13 歲	15 歲	17 歲
13 歲	18.05	--		*
15 歲	17.82		--	*
17 歲	16.65			--

*p<.05

其次，再進一步以獨立樣本二因子變異數分析去比較最大速度，發現年齡與性別交互作用未達顯著差異 ($F_{(2,330)}=1.20$, $p>.05$, $\eta^2=.01$, $power=.26$)，隨即進行主要效果分析，發現年齡與性別皆達顯著差異 (如表 4)。在性別上，比較平均數可知男生 ($7.52 \pm 0.95s$) 的最大速度優於女

生 (6.87 ± 0.71s)。在不同年齡方面，以 Duncan 法進行事後比較 (如表 5)，發現 17 歲組 (7.57 ± 1.02s) 最大速度明顯優於 13 歲組 (7.00 ± 0.80s) 與 15 歲組 (7.13 ± 0.83s) 之青少年。男生在最大速度優於女生，研究者推論是青少年時期男生與女生在身體組成上的改變，當男生進入青春期中，在雄性激素的刺激下肌肉質量有較大的成長，而女生在此時期，由於雌性激素的影響而增加皮下脂肪的堆積。因此在這種需要肌力與爆發力的運動項目中男生較佔優勢。至於 17 歲優於另二組，或許是因為肌力成熟的原因所造成。

表 4：最大速度獨立樣本二因子變異數分析摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	13.57	21.38*	.12	1.00
性別	1	45.20	71.23*	.18	1.00
年齡 × 性別	2	.76	1.20	.01	.26
誤差	330	0.64			

*p < .05

表 5：年齡在最大速度之主要效果事後比較

年齡	平均數	13 歲	15 歲	17 歲
13 歲	7.00	--		*
15 歲	7.13		--	*
17 歲	7.57			--

*p < .05

根據過去的研究運動員至少要經過 30 公尺的加速後或起跑後 5 秒才能達到最高速度 (Zatsiorsky, 1980), 本研究也以達到最大速度的時間與位置加以分析探討。以獨立樣本二因子變異數分析不同年齡層 (13、15、17 歲) 男生與女生在最大速度產生的時間, 如表 6 結果顯示, 年齡與性別交互作用並未達顯著差異 ($F_{(2, 330)}=0.12$, $p>.05$, $\eta^2=.00$, $power=.07$), 進而比較男生與女生的平均數發現, 最大速度產生時間男生 ($4.78 \pm 1.21s$) 快於女生 ($5.15 \pm 1.36s$)。同樣地以 Duncan 法來進行事後比較最大速度產生的時間 (如表 7), 結果反映 17 歲 ($4.68 \pm 1.05s$) 比 13 歲 ($4.95 \pm 1.43s$) 與 15 歲 ($5.15 \pm 1.31s$), 較早出現最大速度, 也就是說 17 歲能在較短的時間內達最高速度。

表 6：最大速度產生時間獨立樣本二因子變異數分析摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	6.86	4.23*	0.03	.74
性別	1	13.00	8.00*	0.02	.81
年齡×性別	2	0.19	0.12	.00	.07
誤差	330	1.62			

* $p<.05$

表 7：年齡在最大速度產生時間之主要效果事後比較

年齡	平均數	13 歲	15 歲	17 歲
13 歲	4.95	--		*
15 歲	5.15		--	*
17 歲	4.68			--

* $p < .05$

速度產生的位置，以獨立樣本二因子變異數分析不同年齡層（13、15、17 歲）男生與女生在最大速度產生的位置，表 8 結果顯示，年齡與性別交互作用並未達顯著差異（ $F_{(2, 330)} = 1.74$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .01$ ， $\text{power} = .36$ ）。進一步分析年齡與性別的主要效果也均未達顯著差異。本研究結果反映青少年男生與女生在最大速度產生的位置大約在 24 公尺左右。表 9 顯示各組實驗參加者百米時間與到達最大速度的相關運動學參數。

表 8：最大速度產生位置獨立樣本二因子變異數分析摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	67.62	1.24	.01	.27
性別	1	0.49	0.01	.00	.05
年齡 × 性別	2	95.03	1.74	.01	.36
誤差	330	54.72			

表 9：不同年齡男生與女生衝刺跑運動學參數之
平均數與標準差

	13 歲		15 歲		17 歲	
	男	女	男	女	男	女
百米時間 (s)						
平均數	17.49	19.08	16.79	18.74	15.34	17.61
標準差	1.77	2.34	2.03	2.41	2.26	3.02
最大速度 (m/s)						
平均數	7.21	6.59	7.49	6.80	8.13	7.17
標準差	0.78	0.69	0.95	0.52	0.98	0.84
最大速度產生時間 (s)						
平均數	4.78	5.28	4.97	5.32	4.47	4.83
標準差	1.35	1.53	1.19	1.39	0.87	1.14
最大速度產生位置 (m)						
平均數	24.08	26.36	25.75	25.11	24.61	23.21
標準差	6.93	9.30	7.37	7.97	6.46	6.22

表 10：不同年齡男生與女生衝刺跑速度維持能力參數之
平均數與標準差

	13 歲		15 歲		17 歲	
	男	女	男	女	男	女
FASAPS 之平均速度 (m/s)						
平均數	6.39	5.68	6.76	5.88	7.34	6.34
標準差	0.72	0.60	0.84	0.43	0.95	0.79
SASAPS 之平均速度 (m/s)						
平均數	6.24	5.43	6.63	5.66	7.22	6.14
標準差	0.73	0.58	0.88	0.43	0.99	0.82
FASAPS 之速度標準差 (m/s)						
平均數	0.33	0.30	0.31	0.38	0.32	0.33
標準差	0.13	0.11	0.14	0.15	0.13	0.12
SASAPS 之速度標準差 (m/s)						
平均數	0.33	0.34	0.28	0.42	0.31	0.35
標準差	0.13	0.14	0.10	0.19	0.12	0.14
FASAPS 之速度變異係數						
平均數	5.19	5.28	4.59	6.58	4.31	5.29
標準差	2.02	2.10	2.14	2.72	1.65	2.23
SASAPS 之速度變異係數						
平均數	5.35	6.18	4.25	7.51	4.37	5.77
標準差	2.15	2.29	1.62	3.39	1.74	2.56

第二節、速度維持能力

有關速度維持力的探討需針對 FASAPS 與 SASAPS 之平均速度、標準差與變異係數分別進行比較，各組實驗參加者到達最大速度後的速度維持能力相關參數如表 10 所示。從 FASAPS 之平均速度來看，不同年齡層男生與女生在獨立樣本二因子變異數的分析結果顯示別與年齡的交互作用未達顯著差異 ($F_{(2, 330)}=1.01$, $p>.05$, $\eta^2=0.01$, $\text{power}=.23$)，如表 11 所示，因此，進一步進行年齡與性別的主要效果比較，結果顯示 FASAPS 之平均速度在年齡與性別變項均達顯著差異，此一階段的男生顯示快於女生，而年齡差異經事後比較發現 17 歲組實驗參加者明顯高於 15 歲與 13 歲組，15 歲的青少年與 13 歲的青少年在此一階段的平均速度則無顯著差異存在。

表 11：FASAPS 之平均速度獨立樣本

二因子變異數分析摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power(1 - β)
年齡	2	15.67	29.68*	0.15	1.00
性別	1	58.79	111.18*	0.25	1.00
年齡×性別	2	0.54	1.01	0.01	0.23
誤差	330	0.53			

* $p<.05$

從 FASAPS 之速度標準差來看，針對不同年齡層男生與女生在獨立樣本二因子變異數結果分析中，如表 12 可發現性別與年齡交互作用達顯著差異 ($F_{(2, 330)}=4.72$ ， $p<.05$ ， $\eta^2=.03$ ， $\text{power}=.79$)；再進行單純主要效果分析後，在性別因子的結果中發現，女生在 FASAPS 之速度標準差有顯著差異，但男生則無顯著差異；其中，女生在 FASAPS 之速度標準差結果中，顯示 15 歲 ($0.38 \pm 0.15\text{m/s}$) 的值較大 (如表 13)。

以男生與女生在年齡因子的單純主要效果分析下，13 歲與 17 歲的男生和女生均未達顯著水準，15 歲則有性別差異的情況存在 ($F_{(2, 330)}=8.93$ ， $p<.05$)。

表 12：FASAPS 之速度標準差獨立樣本二因子變異數分析

摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	0.03	1.92	.01	.40
性別	1	0.03	1.72	.01	.26
年齡 × 性別	2	0.08	4.72*	.03	.79
誤差	330	0.02			

* $p<.05$

表 13：FASAPS 之速度標準差單純主要效果的
變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
年齡 (A)				
在 b1 (男生)	0.01	2	0.00	0.41
在 b2 (女生)	0.21	2	0.10	5.71*
性別 (B)				
在 a1 (13)	0.02	1	0.02	1.57
在 a2 (15)	0.19	1	0.19	8.93*
在 a3 (17)	0.00	1	0.00	0.26

* $p < .05$

在 FASAPS 之速度變異係數中，從獨立樣本二因子變異數結果中，可發現在不同年齡層男生與女生，性別與年齡交互作用達顯著差異 ($F_{(2, 330)}=5.28, p < .05, \eta^2=.03, \text{power}=.83$) (如表 14)；若進一步進行單純主要效果分析，女生 ($F_{(2, 330)}=5.60, p < .05$) 在各個年齡層是顯著差異，男生則無顯著差異存在。若從各個年齡層的男生與女生性別因子的單純主要效果之結果分析中，如表 15 可發現 15 歲 ($F_{(2, 330)}=21.49, p < .05$) 與 17 歲 ($F_{(2, 330)}=5.35, p < .05$) 均有顯著差異，13 歲則無顯著差異。

表 14：FASAPS 之速度變異係數獨立樣本二因子變異數分析

摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	16.43	3.36*	.02	.63
性別	1	81.75	16.74*	.05	.98
年齡 × 性別	2	25.79	5.28*	.03	.83
誤差	330	4.88			

*p<.05

表 15：FASAPS 之速度變異係數單純主要效果的

變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
年齡 (A)				
在 b1 (男生)	22.56	2	11.28	2.86
在 b2 (女生)	65.93	2	32.97	5.60*
性別 (B)				
在 a1 (13)	0.24	1	0.24	0.06
在 a2 (15)	130.21	1	130.21	21.49*
在 a3 (17)	21.47	1	21.47	5.35*

*p<.05

從 SASAPS 之平均速度來看，在不同年齡層男生與女生的獨立樣本二因子變異數結果分析中，顯示性別與年齡交互作用未達顯著差異 ($F_{(2, 330)}=0.72, p>.05, \eta^2=0.00, \text{power}=.17$) (如表 16)。所以，從性別與年齡的主要效果分析發現此二因子均達顯著差異，再經比較平均值得知，男生 ($6.60 \pm 0.92\text{m/s}$) 比女生 ($5.76 \pm 0.68\text{m/s}$) 快，且 17 歲 ($6.60 \pm 1.04\text{m/s}$) 跑得比 15 歲 ($6.12 \pm 0.84\text{m/s}$) 與 13 歲 ($5.96 \pm 0.78\text{m/s}$) 快。

表 16：SASAPS 之平均速度獨立樣本二因子變異數分析

摘要表					
變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	17.31	31.02*	0.16	1.00
性別	1	71.57	128.30*	0.28	1.00
年齡×性別	2	0.40	0.72	0.00	.17
誤差	330	0.56			

* $p<.05$

從 SASAPS 之標準差來看，不同年齡層男生與女生在獨立樣本二因子變異數結果分析中，亦可發現性別與年齡交互作用達顯著差異 ($F_{(2, 330)}=7.94, p<.05, \eta^2=.05, \text{power}=.95$) (如表 17)；再繼續進行單純主要效果分析，如表 18 顯示男生 ($F_{(2, 330)}=3.27, p<.05$) 與女生 ($F_{(2, 330)}=4.99, p<.05$) 的各個年齡層當中皆有顯著差異存在。而進行事後比較中亦可發現，在男生的 SASAPS 標準差結果中，13 歲 ($0.33 \pm 0.13\text{m/s}$) 的值最大，且與 15 歲 ($0.28 \pm 0.10\text{m/s}$) 有差異。但女生 SASAPS

之標準差的結果中，卻顯示了 15 歲 ($0.42 \pm 0.19\text{m/s}$) 的值最大並與 13 歲 ($0.34 \pm 0.14\text{m/s}$)、17 歲 ($0.35 \pm 0.14\text{m/s}$) 有差異。若以性別為因子比較各年齡層男女的差異，僅有 15 歲 ($F_{(2, 330)}=29.67$, $p<.05$) 男女生有達顯著水準。

表 17：SASAPS 之速度標準差獨立樣本二因子變異數分析摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power(1 - β)
年齡	2	0.02	0.79	.01	.19
性別	1	0.31	15.55*	.05	.98
年齡×性別	2	0.16	7.94*	.05	.95
誤差	330	0.02			

* $p<.05$

表 18：SASAPS 之速度標準差單純主要效果的變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
年齡 (A)				
在 b1 (男生)	0.09	2	0.05	3.27*
在 b2 (女生)	0.27	2	0.14	4.99*
性別 (B)				
在 a1 (13)	0.00	1	0.00	0.08
在 a2 (15)	0.71	1	0.71	29.67*
在 a3 (17)	0.02	1	0.02	1.51

* $p<.05$

從 SASAPS 之速度變異係數來看，從分析不同年齡層男生與女生在獨立樣本二因子變異數之差異中，得到性別與年齡交互作用達顯著差異 ($F_{(2, 330)}=8.08$, $p<.05$, $\eta^2=.05$, $\text{power}=.96$) 的結果 (如表 19)；若深入進行單純主要效果分析，從表 20 各年齡層的結果發現，無論男生 ($F_{(2, 330)}=6.62$, $p<.05$) 或女生 ($F_{(2, 330)}=6.03$, $p<.05$) 在各年齡層皆有顯著差異存在。再進一步進行事後比較則可發現，男生 15 歲 (4.25 ± 1.62) 的值較小，僅與 13 歲 (5.35 ± 2.15) 有差異。而在女生方面，17 歲 (5.77 ± 2.56) 的值最小與 15 歲 (7.51 ± 3.39) 有差異。但從不同年齡層，性別因子的單純主要效果中所顯示的數據得知 15 歲 ($F_{(2, 330)}=48.14$, $p<.05$) 與 17 歲 ($F_{(2, 330)}=8.60$, $p<.05$) 皆達顯著差異，而 13 歲 ($F_{(2, 330)}=3.60$, $p>.05$) 則無達顯著差異。

表 19：SASAPS 之速度變異係數獨立樣本二因子變異數分析

摘要表

變異來源	df	MS	F	η^2	power (1 - β)
年齡	2	19.07	3.24*	.02	.62
性別	1	262.73	44.70*	.12	1.00
年齡×性別	2	47.51	8.08*	.05	.96
誤差	330	5.88			

* $p<.05$

表 20：SASAPS 之速度變異係數單純主要效果的變異數分析

摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
年齡 (A)				
在 b1 (男生)	46.89	2	23.45	6.62*
在 b2 (女生)	101.09	2	50.55	6.03*
性別 (B)				
在 a1 (13)	17.37	1	17.37	3.60
在 a2 (15)	351.03	1	351.03	48.14*
在 a3 (17)	43.73	1	43.73	8.60*

*p<.05

第三節 綜合討論

Espenschade (1962)、Seefeldt 與 Haubenstricker (1986) 曾針對百米衝刺跑之動作發展，提出青少年在衝刺跑速度能力上是呈逐步成長狀態的看法，而此次的實驗正好證實了此論點。Gallahue 和 Ozmun (1998) 針對男生與女生在生理發育所進行的研究中，提出男生與女生因為生長發育的差異，造成男生因肌肉、肌力與身高的增加，使得他們在百米衝刺跑的成績呈現逐步成長的狀態；女生則因第二性徵出現及體脂肪的增加，14 歲後便呈衰退狀態。

但此論點卻與本實驗結果有些許出入，根據研究的運動學參數所呈現的結果，研究者發現 17 歲的女生並未如 Gallahue 和 Ozmun (1998) 所提出的說法一樣呈現衰退現象。探究可能之原因，研究者認為此現象與現代人多具有健康觀

念，知道攝取足夠的飲食，可提供正常的生長、及營養之所需有關；同時，這時期的女生可能為了吸引異性的注意而保持苗條纖細的身材，而增加了身體的活動，進而提昇速度能力的表現。本研究的實驗參加者本資料即顯示了一些端倪，13 歲至 15 歲系屬於男生的快速成長期，身高的增加與體重的差異均較女生要來得多，而女生在此一階段的身體在量的差異雖沒有如同男生那麼多，可是在就 15 歲至 17 歲的比較上，其差異程度特別是在體重方面，女生與男生的差異量並非如身高那樣多。如果可以推論此一階段女生已進入了青春後期，在身體維度之量的增加到達了較快速生長期和緩的時期，此一時期女生的初期（約 15 歲時）剛經歷了身體的快速生長，肌肉力量或爆發力的條件或質的問題（成熟的問題）尚未能處理身體肢體之量的增加，也就顯現出 15 歲與 13 歲時期的許多參數沒有達到統計的顯著差異；而一直到了 15 歲以後到 17 歲，身體肢體的生長量已達和緩，肌肉力量或爆發力等身體適能已可以適應或追趕上來，所以也就產生了 17 歲組顯著快於或優於 13 歲和 15 歲組的女生等之實驗結果。

Zatzyorski (1980) 研究發現運動員最大速度要在 40 公尺後，或起跑後 5 秒才會出現。本實驗結果最大速度產生的時間也約莫在起跑 5 秒左右，可是在最大速度產生的位置大約只在 25 公尺左右，研究者認為這可能是因運動員經過訓練後與未經訓練的差異所在。本研究也以達到最大速度的時間與位置加以分析探討。結果顯示 17 歲 ($4.68 \pm 1.05s$) 比 13 歲 ($4.95 \pm 1.43s$) 與 15 歲 ($5.15 \pm 1.31s$)，較早出現最大速度，也就是說 17 歲能在較短的時間內達最高速度。

又在速度維持能力方面的研究結果顯示男生與女生在各

年齡層間皆有差異存在；男生在 17 歲 ($7.34 \pm 0.95\text{m/s}$) 的 FASPAS 最快，而女生也是 17 歲 ($6.34 \pm 0.79\text{m/s}$) 最快。而在 SASAPS 方面，也呈現相同的結果。而女生在 FASPAS 與 SASAPS 標準差的結果中顯示 15 歲的值最大並與 13 歲、17 歲有差異，也就是說女生在 15 歲是處於階段與階段間的不穩定時期，即是動作轉換的關鍵期。

第五章 結論與建議

第一節、結論

本研究以 13 歲、15 歲與 17 歲的男女生為研究對象，使用雷射距離測量系統（LDM module 300C，100Hz）全程測量百米公尺的衝刺跑，並將所得資料以 Acqknowledge 3.7.2 軟體分析並利用 SPSS for Windows 10.0 軟體，將各依變項以獨立樣本二因子變異數分析（two-way ANOVA）進行統計分析，分別計算出二段 20 公尺距離的平均速度、標準差與變異係數。研究結果發現：三個年齡層的男生與女生在最百米衝刺跑成績及最大速度的年齡差異情形，是隨著年齡的增加呈線性的發展，這與 Espenschade(1962)、Seefelt 與 Haubenstricker (1986) 的研究短距離跑的速度表現結果相近。而與 Gallahue and Ozmun (2002) 的研究結果有些許出入；Gallahue and Ozmun 認為男性衝刺跑的能力可以進步到十幾歲，而女生則在 14 歲以後有輕微退化的傾向，並提出此一現象與青春期中性肌力、腿長增加、體脂肪減少，而女性則因體脂肪增加造成百米衝刺跑的成績下滑。當然，有些生理上的變化，並非體育教師或教練可以有效控制，但應可透過後天環境上的努力來改變，例如，現在的青少年有較以往更多的管道可得知，該如何透過營養或運動來改善自己的身高或體形。此外，透過本實驗在速度維持能力的研究中發現，不管男生與女生在 FASAPS 與 SASAPS 這兩個階段都是 17 歲優於 15 歲與 13 歲，也就是 17 歲的速度維持能力最好。因為透過測速槍實際操作，在產生百米衝刺跑過程的測量分析得知，不論是男生

或女生，在速度維持能力上皆存在階段性的發展情形。就動態系統的觀點而言，階段與階段間的不穩定時期即是動作轉換的關鍵期，以本研究的結果推估，女生在 15 歲時的速度維持發展是個重要關鍵期，如果能在此階段針對百米衝刺跑的課程加以訓練，將可以有效提升百米衝刺跑的速度維持能力。

第二節、建議

本研究的實驗設計，只限定青少年 13 歲、15 歲、17 歲的男生與女生進行研究，但如果可以往兒童時期及青年時期延伸，探究各年齡層的變化，可以更詳細的了解青少年各階段的速度變化。且可進一步在 FASAPS 與 SASAPS 兩個階段，進行速度維持下降率的比較，以便看出各年齡層的差異，了解究竟在那一個年齡層速度維持能力下降得較快；這些都可作為體育教師

在未來體育教學活動實施中，對不同的性別之發展階段的差異及特點有初步的了解，進而設計適當的課程加以練習或訓練，以提升短距離的衝刺能力。

參考文獻

中文部分：

- Bompa, T. O. (2001)。運動訓練法(林正常總校閱、蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳編譯)。臺北市：藝軒。
- 中國國家體育總局(1999)。短跑技術分析及其訓練方法。中國體育教練員崗位培訓教材-田徑。北京市：人民體育。
- 王嘉連譯(1982)。短距離訓練指導(金原勇編著、宮丸凱史、依田郁子執筆)。臺北市：經世書局。
- 田麥久(1997)。論運動訓練計畫。臺北市：文化大學。
- 吳鑒鑫、黃超文主編(2001)。運動生理學。臺北市：亞太圖書出版社。
- 林尚武(2002)。身體狀態限制對兒童靜態平衡動作控制的發展效應。國立臺灣體育學院體育研究所碩士學位論文，臺中市。
- 林清山(1992)。心理與教育統計學。臺北市：東華書局。
- 邱維城(1981)。我國兒童及青少年體格與體能之發展研究。教育心理學報，14，59-78。
- 國立體育學院叢書編輯委員會編譯(1989)。運動生理學－教練指南。桃園縣：國立體育學院。
- 張春興(1996)。教育心理學：三化取向的理論與實踐。臺北市：東華書局。
- 張春興(1997)。現代心理學。臺北市：東華書局。
- 張媚(1994)。人類發展之概念與實務。臺北市：華杏出版社。
- 許樹淵(2000)。運動生理心理學。臺北市：師大書苑。
- 許樹淵(2001)。運動訓練智略。臺北市：師大書苑。

郭榮全 (2002)。短跑訓練對跳馬助跑之影響。國立臺灣體育學院體育研究所碩士學位論文，臺中市。

德國運動教練培育系統教材-訓練計畫第十九冊。臺北市：中華民國體育運動總會。

鄭清榮 (1978)。短距離賽跑的研究。臺中市：書恆。

外文部分：

Ennis, C. D. (1992). Reconceptualizing learning as a dynamical system. *Journal of Curriculum and Supervision*, 7(2), 115-130.

Espenschade, A. S. (1962). Restudy of relationships between physical performances of school children and age, height, and weight. *Research Quarterly*, 34(2), 144-153.

Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2002). *Understanding motor development* (5th ed.). Singapore: McGraw-Hill.

Haubenstricker, J., & Seefeldt, V. (1986). Acquisition of motor skills during childhood. In V. Seefeldt (Ed.), *Physical activity and well-being* (pp. 41-102). Reston, VA: AAHPERD.

Hensley, L. D., East, W. B., & Stillwell, J. L. (1982). Body fatness and motor performance during preadolescence. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(2), 133-140.

Loko, J., Aule, R., Sikkut, T., Ereline, J., & Viru, A. (2000). Motor performance status in 10 to 17-year-old Estonia girls. [CD-ROM]. *Scandinavian Journal of Medicine and*

- Science in Sports*, 10(2), 109-113.
- Magill, R. A. (1998). *Motor learning: Concepts and applications* (5th ed.). Singapore: McGraw-Hill.
- Volver, A., & Selge, A. (1997). Relation between biological maturation and motor abilities in pubescent girls. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 2, 88-95.
- Volver, A., & Viru, A. (1997). Motor development related to sexual maturation in 11-to 14-year old girls. *Biology of Sport*, 14(3), 205-211.

附錄一 實驗參加者同意書

研究題目：青少年衝刺跑能力的發展效應

研究生：許瓊美

指導教授：陳重佑博士

單位：國立臺灣體育學院體育研究所

聯絡電話：05-3794440；0932970964

依實驗研究的規定與保護實驗參加者的權益，研究者應將研究過程可能發生的危險和法律上的責任等事宜，向實驗參加者說明清楚。而研究者應盡其所能保護實驗參加者的健康與權益，並隨時回答實驗參加者的問題。實驗參加者如有改變意願時應通知實驗者，可隨時退出實驗而不受任何限制。參與實驗研究的實驗參加者並須明瞭並注意下列事項：

- 一、實驗時間：93年2月5日至93年2月20日止。
- 二、在指定的時間至嘉義縣立東石國民中學操場集合，待做完熱身操，一一的以排定的順序，以認真、努力不懈的態度跑完百米。
- 三、所有實驗過程，使用雷射距離測量系統（LDM module 300C 100Hz）來蒐集運動參數。
- 四、參與本實驗的實驗參加者，應將本身調整至最佳體能狀態，並以站立式起跑來進行測試。

本實驗需要您的參與合作，才能圓滿進行。現在煩您在姓名欄內簽名，表示同意並遵守同意書內的各項規定。

實驗參加者：_____簽名

日 期： 年 月 日