

國立臺灣體育大學（臺中）  
National Taiwan Sport University  
體育研究所碩士學位論文

兒童折返跑的年齡差異  
AGE-RELATED DIFFERENCE OF SHUTTLE-RUN  
IN CHILDREN



研究生：蔡逸蘋 撰  
指導教授：陳重佑 博士

中華民國九十七年六月

論文名稱：兒童折返跑的年齡差異

總頁數：40 頁

院校組別：國立臺灣體育大學（臺中）體育研究所

畢業時間及提要別：九十六學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：蔡逸蘋

指導教授：陳重佑博士

## 中文摘要

本研究旨在通過運動學分析的手段分析不同年齡兒童 12 公尺折返跑表現的年齡差異，並進一步探討兒童短距離加速與急停動作在運動學特徵的差異。研究以 8 歲、10 歲、12 歲各 30 位的男性兒童為自願實驗參與者，通過高頻雷射距離測量儀（LDM 300C SPORT, LAVEG-SPORT, 100Hz）與 AcqKnowledge 3.7.2 版資料分析系統記錄與分析實驗參與者完成折返跑的運動學參數。統計分析則以獨立樣本單因子變異數分析與 Duncan 法事後比較進行差異考驗，顯著水準訂為  $\alpha = .05$ 。結果顯示不同年齡兒童最大速度與完成動作時間都具有年齡差異（ $p < .05$ ），但各年齡兒童的制動距離參數則沒有顯著差異（ $p > .05$ ）；回程階段出現最大速度的位置，8 歲兒童明顯小於其他年齡層（ $p < .05$ ）。本研究顯示，兒童在 12 公尺折返跑的表現會隨年齡進步，8 歲兒童在 12 公尺全速衝刺中僅能加速至 7 公尺左右。此外，各年齡兒童在 12 公尺短距離衝刺至距目標物約 4.5 公尺時，就必須開始減速急停。

關鍵詞：年齡差異、折返跑、運動學

Tsai, Yi-Ping (2008). Age-related Difference of Shuttle-run in Children. Unpublished master thesis, National Taiwan Sport University, Taichung.

### **Abstract**

The purpose of this study was to investigate the age-related difference of the 12m shuttle-run on the acceleration stage and the deceleration stage in children by kinematical approach. Thirty boys by each group who were 8-year-old, 10-year-old, and 12-year-old respectively volunteered to participate in this study. A laser distance measurement system (LDM 300C SPORT, LAVEG-SPORT, 100Hz) and AcqKnowledge version 3.7.2 were respectively used to record and to analyze the kinematical parameters of shuttle-run. The independent one-way ANOVA and Duncan post hoc test with an alpha level of .05 were adopted to analyze the statistical differences. The results showed that there were age-related difference significantly on peak velocity and total movement time ( $p < .05$ ) but not on braking distance ( $p > .05$ ). The 8-year-old boys were showed the shortest on the position of peak velocity of return stage ( $p < .05$ ). The findings indicated that make progress in the performance of 12m shuttle-run with age from 8-year-old through 12-year-old. The 8-year-old boys showed accelerate until 7m during the return stage. Moreover, all participants had to brake to change direction before 4.5m to the target.

Keywords: age-differences, shuttle-run, kinematics

## 謝 誌

時光荏苒，在消逝的歲月裡發生許多難以盡訴的經歷，迄今終於完成最後一步。在學術的路上我深刻的明白，學問的廣博只有起點沒有終點，回首來時路，此刻心裡浮現許多的感激。首先要感謝我的指導教授陳重佑博士，他對學問的堅持和付出令我畢生難忘，讓我明白那才是做研究該有的熱忱。更要感謝口試委員卓俊伶老師、蔡虔祿老師、湯文慈老師、陳帝佑老師，在繁忙的教學與研究工作之餘，仍願撥空給予論文上的指導建議，特別是卓俊伶老師，在動作發展的領域給予我許多寶貴意見。其次，感謝東平國小周文杰主任以及陳玉如主任，在研究過程中給予的協助，讓我能順利完成實驗。當然也要感謝許光庶所長和柏慧助教在研究過程給予的協助、提醒和關懷。

一路走來仍有許多要感謝的人，包括駱明瑤老師、新社高中體育組的所有老師、涂俊苑老師、好友秣榛、詩珣、筱涵及待我如家人般的余家一家人，在家中遭逢變故時給予許多關懷和支持，讓我能堅定的走完這段時光。當然還要感謝多年同窗好友柏毅，這段研究旅程多虧有你相互提攜。

最後我要感謝我最愛的家人，這段時間一起走過最悲傷的時光，卻依舊要我堅持在學術的路上。我的母親蔡秀琴女士，如果我能有些微成就，這一切都是因為有您。最終，我要將這份榮耀獻給我在天上的父親，很想親手獻上這一切，抱歉來不及讓您看見，未來我會更加努力，請您放心。

簡短的感謝也許不能一一描述，但對各位的感激早已溢於言表，我會永遠銘記在心。

蔡逸蘋 謹誌

中華民國九十七年六月

## 目 錄

中文摘要.....	
英文摘要.....	
謝誌.....	
目錄.....	
表目錄.....	
圖目錄.....	
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.....	3
第四節、名詞解釋與操作性定義.....	3
第五節、研究的重要性.....	4
第貳章、文獻探討.....	5
第一節、動作發展的相關概念.....	5
第二節、知覺 - 行動連結的概念.....	7
第三節、衝刺表現的相關研究.....	10
第四節、本章總結.....	12
第參章、研究方法與步驟.....	14
第一節、實驗參與者.....	14
第二節、研究設備.....	15
第三節、實驗程序.....	16

第四節、資料處理與分析 .....	18
第肆章、討論與結果 .....	19
第一節、折返跑過程的運動學特徵 .....	19
第二節、知覺障礙物衝刺的運動學分析 .....	22
第三節、急停轉身衝刺的運動學分析 .....	25
第四節、綜合討論 .....	30
第伍章、結論與建議 .....	33
第一節、結論 .....	33
第二節、建議 .....	34
引用文獻 .....	35
一、中文部份 .....	35
二、英文部份 .....	36
附錄	
附錄一、實驗參者者家長( 監護人 )同意書 .....	40

## 表 目 錄

表 1：實驗參與者基本資料.....	14
表 2：不同年齡層知覺障礙物衝刺最大速度單因子變異數 分析摘要表.....	22
表 3：年齡在知覺障礙物衝刺最大速度的事後比較.....	23
表 4：不同年齡層知覺障礙物衝刺運動學參數之平均數與 標準差.....	24
表 5：不同年齡層急停轉身衝刺最大速度單因子變異數分 析摘要表.....	26
表 6：年齡在急停轉身衝刺最大速度事後比較摘要表.....	26
表 7：不同年齡層急停轉身衝刺最大速度產生位置單因子 變異數分析摘要表.....	27
表 8：年齡在急停轉身衝刺最大速度產生位置事後比較摘 要表.....	29
表 9：不同年齡層急停轉身衝刺運動學參數之平均數與標 準差.....	30
表 10：不同年齡層完成折返跑時間單因子變異數分析摘要 表.....	30
表 11：年齡在完成折返跑時間事後比較摘要表.....	30

## 圖 目 錄

圖 1：實驗場地 .....	17
圖 2：8 歲兒童折返跑過程的參數示意 .....	21

## 第壹章 緒論

### 第一節 問題背景

在兒童動作發展的過程中，會因為個體本身質跟量的改變衍生許多動作技能，根據 Gallahue 與 Ozmun (2002) 的說法基本動作包括穩定性、移動性、操作性等能力，2-7 歲的兒童處於基礎動作階段 (fundamental movement phase)，研究者認為在這個階段的兒童能獲得上述的基本能力，而 7 歲以後就進入特殊化動作階段 (specialized movement phase)，這個階段兒童開始會根據他們本身曾有的動作經驗發展出不同的動作策略，而走路跟跑步等移動性動作是每一個健全個體日常生活的一部份，無須精心設計體育課程，也不需要特殊的場地設備，追逐嬉戲是每一個兒童都樂於參與的身體活動，因此在跑步相關的動作技能應該在基礎動作階段就已熟練，屏除個體身體發育因素，在跑步的加速能力會隨年齡呈現怎樣的改變？跑步速度的變化主要透過步長或步頻的改變，兩者之間存在消長關係，以往對於跑步的運動學分析多以競技型選手為主，為能有效提升選手成績而進行步長與步頻的研究 (Hoffman, 1971; Armstrong, Costill, & Gehlsen, 1984; Hay, 1994; Korhonen, Mero, & Suominen, 2003; Hunter, Marshall, & McNair, 2004)，且針對增加步長或步頻何者對跑速改變最具關鍵性的問題爭論不休，卻很少針對發展中的兒童進行探討。而相關探討兒童衝刺能力的文獻，認為兒童衝刺能力會隨年齡增加而進步 (邱維城, 1981; Butterfield, Lehnhard, Lee, & Coladarci, 2004)。Magill (2004) 指出在

動作技能的測量方面通常有兩種模式，一種是表現結果變項 ( performance outcome measures )，這種評估方式是針對技能表現的結果，主要評估動作完成的時間、距離或完成動作的次數；一種是表現產生過程變項 ( performance production measures )，主要在了解技能是如何表現，或是探討產生動作的過程。以往文獻大多以表現結果變項呈現，鮮少著墨於衝刺過程中的表現。因此，兒童在短距離衝刺中，如何產生最大速度，表現出最大速度的加速距離和所需時間會隨年齡呈現如何的變化，尚待進一步的討論。

另外，根據內政部戶政司在 96 年人口密度的統計中顯示，台灣地區每平方公里就有 635 人，尤其是都會區的人口密度更高，人口密度漸增導致目前生活居住空間日益狹小，在這樣的前提下，相對的兒童活動範圍也受到限制，在狹小空間嬉戲的兒童如何避免因為追逐而產生的碰撞傷害，根據 Gibson ( 1986 ) 所提出的生態系統觀點中提到，個體本身會知覺環境中的變數，且特別強調由視覺接收環境的訊息，而個體在接受環境給予的訊息時，會依照自身的身體比率 ( body scaling ) 判斷採取獨特的動作策略 ( Haywood & Getchell, 2001 )，進而改變本身的動作。亦即個體藉由視覺判斷即將與物體產生碰撞時，會產生一個制動機制，避免因為碰撞產生傷害，Lee ( 1976 ) 所提出的  $\tau$  參數是以數學模式計算，主要是依據個體在移動過程中知覺前方目標物在視網膜成像的相對改變率，認為個體是根據  $\tau$  調控自身動作。Wann、Edgar 與 Blair ( 1993 ) 利用 12 公尺短距離折返衝刺的表現，認為個體會根據與目標物之間的距離產生制動機制。對於正值動作發展關鍵期的兒童在移動性技能發展的過程中，對於知覺

障礙物後如何產生制動 (braking) 機制，是本研究關心的課題。

## 第二節 研究目的

藉由上述問題的陳述，本研究主要透過運動生物力學中的運動學 (kinematics) 概念，探討不同年齡層的兒童在折返跑的衝刺過程中，產生最大速度表現的運動學參數是否具有年齡差異？以及知覺前方障礙物所產生制動的距離為何，是否具有年齡差異？

## 第三節 研究範圍與限制

本研究主要探討年齡介於 8-12 歲兒童在短距離衝刺表現，實驗參與者來源主要以中部地區國小，由於地域的因素，所得的結果無法推論到其他地區相同年齡層的兒童。

## 第四節 名詞解釋與操作性定義

### 一、移動性動作技能

Gallahue 與 Ozmun (2002) 指出移動性動作是身體在地面上位置的改變，包括水平或是垂直的位移，例如：走、跑、跳、躍，等動作。在本研究中的移動性動作技能，係指跑步的型態。

## 二、折返跑

指短距離的衝刺、減速、急停、轉身再衝刺的動作型態，在本研究中由實驗參與者直接接觸前方的軟墊作為折返的目標物，全程的距離為  $2 \times 12$  公尺。

## 三、最大速度

在 12 公尺衝刺過程中，出現的最大速度。

## 四、最大速度出現位置

在 12 公尺衝刺過程中，出現最大速度的位置。

## 五、最大速度出現時間

在 12 公尺衝刺過程中，出現最大速度的時間。

## 六、制動距離

個體開始產生制動位置與目標物之間的距離。

## 第五節 研究重要性

本研究主要針對 8-12 歲年齡層的兒童，進行折返跑的衝刺、減速、急停的研究。從中可瞭解兒童在短距離衝刺的表現，且在產生最大速度後面對障礙物時需要多遠的距離才足夠作為避免碰撞的緩衝。這個年齡層的兒童活動力一般較佳，藉由本研究的探討，可以作為未來設計兒童活動的參考或是活動場所安全範圍的考量。

## 第貳章 文獻探討

根據知覺 - 行動 ( perception-action ) 的觀點認為當個體知覺到環境中的變數時，會適當的調整個體本身的行動。本研究關心的課題即在兒童動作發展過程中，對於控制移動性動作技能的策略是否具有年齡差異。主要針對兒童在折返跑時，初期知覺前方目標物的加速表現及開始產生制動的距離和回程的加速表現是否具有年齡上的差異。因此，在文獻方面會從以下各節分別探討，其中包括：第一節、動作發展的相關概念；第二節、知覺 - 行動連結概念；第三節、衝刺表現的相關研究；第四節、本章總結。

### 第一節 動作發展的相關概念

動作發展 ( motor development ) 是指個體從出生到老死的過程中，經由生長、成熟、老化等因素交互作用下，導致動作行為的改變 ( Gallahue & Ozmun, 2002; 卓俊伶、簡曜輝、張智惠、楊梓媚、黃麟棋, 1998; 陳重佑、陳帝佑, 2004 )。Haywood 與 Getchell ( 2001 ) 認為動作發展是持續不斷的一個過程，這個過程是指個體動作行為會隨著年齡改變，兩者之間具有相關性。Gallahue 與 Ozmun ( 2002 ) 認為兒童動作發展一直到 14 歲都是很重要的時期，每個不同發展階段中的兒童必須獲得該階段適當的動作能力，才能順利的進入下一個動作發展階段。相反的，如果沒有獲得適當的動作經驗，動作發展的階段就會停滯不前，從中即可探討有關兒童動作遲緩的因素。

在動作發展研究領域主要有三個理論觀點，分別是：神經成熟論（neuro-maturational theory）、訊息處理理論（information-processing theory）以及生態系統（ecological system）觀點，三種理論各有不同立論基礎（Haywood & Getchell, 2001）。神經成熟論認為動作發展是因為腦部發育成熟以及遺傳所導致，此觀點主要是由神經胚胎學者 McGraw 和 Gesell 等人所提出（Thelen, 1995；陳重佑、陳帝佑，2004）。訊息處理觀點是延續神經成熟論的觀點而來，主要是由認知心理學家所提出，這派的學者認為個體經由刺激輸入，經過訊息處理（information processing）階段之後產生反應，說明行為的產生是因為動作程式運行的結果（Michaels & Carello, 1981），亦可稱為間接知覺（indirect perception）。生態系統觀點則強調動作發展不只是個體本身的因素，還要考量環境及工作任務的需求，動作的產生是藉由這三個因素交互作用後所產生的一種協調機制。Thelen（1995）指出動作發展不只是認知、記憶等單獨透過腦部運作後所產生，還需考慮其他因素，包括個體本身的知覺、認知及行動。

近年來對於動作發展的探討，已由傳統的間接知覺觀點趨向生態系統觀點（Michaels & Carello, 1981），美國生態學者 Gibson（1986）認為個體的行為主要是經由個體與環境的互動後所產生；換句話說，行為的產生並不是純粹取決於人的腦部，而是藉由個體知覺環境的訊息後所構成，亦即環境賦使（affordances）的結果。Michaels 與 Carello（1981）將這種觀點定義為直接知覺（direct perception），進一步解釋環境對於動作產生的關鍵因素，即環境中的物體在某種特定的情境下，會直接提供個體知覺物體的外觀、大小等訊息，

而個體在接受環境給予的訊息時，會隨自身的身體比率( body scaling ) 判斷採取何種動作策略 ( Haywood & Getchell, 2001 ), 進而改變本身的動作。本研究主要從生態系統觀點作為立論基礎。

## 第二節 知覺 - 行動連結概念

Magill ( 2004 ) 認為知覺 ( perception ) 是指個體察覺和運用環境中具有關鍵性訊息的一種交互作用 ; 而行動 ( action ) 則是個體為達到某種目的而設定或調整相關動作控制的參數。根據生態系統理論的看法 , 認為知覺和行動是有直接關聯的 , 行動的產生絕對不是全由腦部運作 , 重點在於環境所傳遞出的訊息。Gibson ( 1958/1998 ) 認為對善於移動性技能的生物體來說 , 視覺是最容易用來接收環境訊息的感官系統 , 他提出視覺控制生物體產生反應主要是因為流動視覺 ( optic flow ) , 也就是生物體能透過環境中的光線排列進入視網膜成像後 , 傳達出物體的特徵 ( 例如 : 大小、高低、遠近 ) , 而這就是啟動生物體產生動作反應的訊息。當生物體接收到環境傳遞的訊息 , 會根據有意義的訊息改變自身動作 , 這樣的過程就是環境賦始。由生態系統理論衍生而來的知覺 - 行動連結 ( perception-action coupling ) 即主張個體藉由視覺截取出環境中具特殊意義的訊息 , 然後產生動作 , 兩者之間的連結即是個體行為的表現 ( Ruby, Taga, Montagne, Buekers, & Laurent, 2002 )。由上述文獻可知 , 視覺對於知覺行動連結具有相當大的影響。

Warran ( 1998 ) 認為在環境賦始的觀點中強調 , 當個體

在移動的過程中，察覺將與前方的物體產生碰撞時，個體會直覺反應出一個制動機制，使個體與物體接觸時不會產生危險的碰撞，這個過程即是迫近時間（time-to-contact）。而這個機制的產生是因為個體會根據物體在視覺上漸漸擴大的比率，逐漸減低本身前進的速度。Lee(1976)根據這樣的觀點，藉由數學模式提出 tau 參數（ $\tau$ ）說明個體產生減速機制時宜， $\tau$ 的計算主要是透過個體移動到物體的過程中，物體在眼睛視網膜成像大小的相對改變率，研究者認為 $\tau$ 基本上介於 0 到 -1 之間，其中以 -0.5 作為臨界值說明減速結果。當 $\tau$ 等於 -0.5 時，個體會在碰到物體同時速度為 0；當 $\tau$ 小於 -0.5 時，個體跟物體會產生一個猛烈的碰撞；當 $\tau$ 大於 -0.5 時，個體會在碰到物體前產生大量減速，甚至在碰到物體前速度已為 0。Lee 提出這樣的假設之後，許多與知覺行動相關的研究開始驗證 $\tau$ 在調節速度、減速或是碰撞方面的課題，也證實 $\tau$ 確實存在於個體需要調節速度或避免碰撞的情境，但對於以 -0.5 作為判斷減速結果的臨界值都持保留的態度（Wann, Edgar, & Blair, 1993; Bardy & Warren, 1997; Hopkins, Churchill, Vogt, & Rönqvist, 2004; Fajen, 2005）。其中最大的差異在於 Lee 當時提出這樣的臨界值是針對汽車駕駛人踩煞車的情境，因此後續的研究者針對人體真實的運動情境分析會提出這樣的質疑，但仍同意在個體要產生急停動作時，可以藉由瞬間速度和當下與目標物之間的距離計算出 $\tau$ 值。

在相關知覺行動概念運用在移動性動作的文獻中，可以發現許多研究者認為 $\tau$ 不僅是一個產生制動的數值，更可以調節個體繼續進行的動作（Lee, Lishman, & Thomson, 1982; Warren, Young, & Lee, 1986; Berg & Mark, 2005）。Lee 等人

(1982) 藉由跳遠項目的過程需要選手助跑到最大速度之後能準確踩到起跳板的動作，了解個體如何在運動情境中利用視覺訊息調整自身動作，研究者分析三名女跳遠選手從助跑至踩到起跳板的過程，結果顯示選手在最後助跑階段藉由改變垂直衝量 (vertical impulse) 達到準確踩到起跳板動作，研究者認為這是個體藉由迫近時間與需達到的動作要求結合下所產生的結果。而後 Warren 等人 (1986) 根據相同的概念，在跑步機上設置一系列長 0.3 公尺、寬 0.2 公尺的目標物，目標物的大小幾乎與實驗參與者的腳掌長相同，研究者將跑步機的速度定在 4 公尺/秒，實驗參與者在一段助跑之後必須準確踩在目標物上，藉由相同速度不同助跑距離的操弄，結果顯示與 Lee 等人所提出的一樣，個體會改變垂直衝量達到準確踩到目標物的要求，同意個體藉由  $\tau$  的訊息調整本身步長。其後，仍有研究者提出相同見解 (Berg & Mark, 2005)，但這類的研究中大多探討個體仍需維持一定的速度，且目標物的設置都在地面，當目標物的設置與個體間視覺角度比較小，且要求個體產生完全靜止的情境中， $\tau$  在個體調整動作的過程是否還具影響。

Wann 等人 (1993) 根據上述的質疑，將以往實驗中目標物設置在地面的方式，修正為由門作為目標物，減少個體與目標物之間的視覺角度，運用各種不同任務需求控制減速的要求，包括：跑向一個關著的門然後抓住門把往實驗參與者的方向開啟；推開一個活動門然後穿過那扇門；用手以及用一根木棒跑向門邊碰到門之後再往回跑；跑向門邊用鼻子碰門。研究者設計 12 公尺的助跑距離，分析實驗參與者開始產生減速時的速度與距離目標物的距離，研究者認為在不考慮

視覺角度的情形下，個體短距離衝刺當知覺目標物後產生制動機制，並不是根據一個特定的  $\tau$  值，反而是根據與目標物之間的距離。

藉由以上的研究可以了解，個體會根據迫近時間調整自身動作，當然包括個體在短距離急速衝刺後的制動機制，本研究欲探討除了計算  $\tau$  值之外，是否可以找出個體知覺障礙物開始產生減速的位置與目標物之間最佳的制動距離，且這樣的制動距離對於活動力較佳的兒童是否具有年齡差異？

### 第三節 衝刺表現的相關研究

在急速衝刺下，個體可以透過改變步長 (step length) 或是改變步頻 (step rate) 來增加衝刺的速度；藉由不同的加速策略達到最大速度的目標，由於步長與步頻是構成跑者在跑步速度變化的主要影響因素，為了能在短時間內達到最大的速度，增加步長或步頻何者對於跑速的影響最大，這個課題一直是許多研究者爭論的重點。

根據 Armstrong 等人 (1984) 研究指出，步長對於跑速具有決定性的因素；Hoffman (1971) 則認為步頻的增加對於短跑選手的表現才具有明顯助益，他認為選手的步長會受到腿長的限制，因此唯有透過增加步頻才能改善選手的成績。Hunter 等人 (2004) 研究指出步長確實會影響選手衝刺的速度，但是當選手被要求展現最大速度時，還是會採取增加步頻的加速策略。

藉由以上的研究不難發現，雖然各自支持的觀點不同，但從中可以發現在加速的表現上，跑者多會以增加步長或步

頻其中一項作為主要加速策略。Hay (1994) 指出這是因為步長與步頻之間具有一個互相消長的關係，亦即增加步長會導致步頻下降，反之亦然。競技型的選手或許可以透過教練的指導在不減低步頻的前提下增加步長，一般人卻很難做到，因此在加速的策略上必定採取增加步長或是增加步頻。Korhonen 等人 (2003) 針對 45 歲到 80 歲在年輕時曾接受過短跑訓練的中老年人進行 100 公尺衝刺跑測試，結果指出在 100 公尺衝刺跑的加速策略中，衝刺的速度明顯隨著年齡增加而減低，主要是因為步長會隨著年紀的增加而下降，步頻則沒有太大的差異，亦在說明年齡較長的人由於體能和肌力下降等生理因素的影響，導致步長減小，因此在衝刺跑的表現會傾向採取增加步頻的加速策略。

綜合以上研究對於步長與步頻對於跑速的影響，多在說明如何增進選手的衝刺速度、如何改進選手訓練技巧，鮮少針對發展中的兒童進行分析，雖然 Korhonen 等人針對年齡變項探討 100 公尺衝刺跑的差異，但研究中的主要實驗參與者為中、老年人，其身體組成與正值發展階段的兒童仍有相當大的差別。陳嘉玲等人 (2000) 針對 3-12 歲的兒童藉由連續性足底壓步態分析儀分析不同年齡層步態，研究結果指出，5 歲之前的兒童步態呈現混亂，研究者認為兒童的步態是在 5-6 歲時達到穩定的狀態，且在步行方面，兒童的步頻、步長並沒有年齡上的差異。在加速能力方面，邱維城 (1981) 根據 7-15 歲學童在 50 公尺距離跑測試指出，男女生在 12 歲之前短跑成績會隨年齡增加而進步。Butterfield 等人 (2004) 針對 11-13 歲兒童在 20 碼的衝刺表現中，也呈現相同的結論。許瓊美 (2004) 針對 13-17 歲的青少年探討百米

衝刺的發展效應，不同以往只討論表現結果變項，研究中主要探討表現產生過程變項，結果顯示 15 歲女生處於衝刺能力轉換的關鍵期，在男生方面則是隨年齡增加呈現線性發展。因此，本研究也將運用表現產生過程變項探討年齡層介於 8-12 歲的兒童在 12 公尺短距離衝刺的表現，兒童在加速能力即最大速度、位置、時間等，運動學參數如何隨年齡改變。

#### 第四節 本章總結

綜合以上的文獻探討發現，生態系統理論認為個體動作是藉由個體與環境、工作任務三個因素交互作用下所產生的協調機制，其中知覺行動連結特別強調個體視覺在移動性動作中具有重要影響。個體透過視覺訊息會藉由本身速度與前方障礙物的距離產生一個制動機制，避免可能發生的危險。因此，本研究將探討 8-12 歲兒童在短距離衝刺後如何產生制動機制。另一方面，在衝刺表現的研究，大多以運動生物力學的分析為主軸，且探討的重點都以增進選手表現為主，對於兒童方面的研究較少著墨，然而動作發展相關概念卻一再強調兒童時期的動作經驗將影響其成人之後的動作表現，對於調配速度的控制策略究竟是與生俱來或是藉由相關動作經驗所獲得，鮮少有人關注。其次，大多數與衝刺表現研究都以表現結果變項作比較，許瓊美（2004）以表現產生過程變項探討 13-17 歲百米衝刺，本研究採取相似做法，觀測兒童在短距離中表現最大速度的運動學參數。

近年來討論有關動作發展的課題已突破傳統運用實驗心理學的角度探討，不少相關的研究課題開始藉由生物力學的

概念或儀器作為資料收集的工具（陳重佑、陳帝佑，2004），而本研究藉由運動生物力學中的運動學概念探討移動性動作的發展課題。

## 第參章 研究方法

本研究主要透過兒童折返跑表現，探討兒童加速能力、制動機制是否具有年齡差異。因此，在本章節將描述研究相關的設備及研究流程，以下將分成四部分敘述，包括：第一節、實驗參與者；第二節、研究設備；第三節、實驗程序；第四節、資料處理與分析。

### 第一節 實驗參與者

本研究的實驗參與者為 30 名 8 歲、30 名 10 歲、30 名 12 歲男性兒童，表 1 為各實驗參與者基本資料，實驗內容為 12 公尺折返跑測試。實驗開始之前，會先徵求實驗參與者及家長的意願，確定實驗參與者是自願參與本研究，並由實驗參與者家長簽署同意書後，才列為本研究的參與者，且每位實驗參與者視力皆為正常，一年內無受過嚴重外傷。

表 1：實驗參與者基本資料

	8 歲組		10 歲組		12 歲組	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
年齡 (歲)	8.7	0.4	10.4	0.4	12.4	0.5
身高 (公分)	127.8	5.6	139.1	5.4	151.6	8.4
體重 (公斤)	29.5	6.4	38.3	8.9	50.1	11.9

## 第二節 研究設備

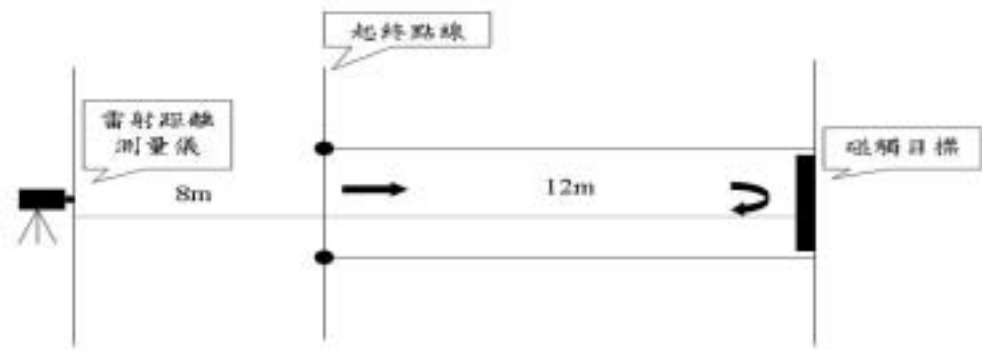
本研究資料收集主要透過德國製高頻雷射距離測量儀 (LDM 300C SPORT, LAVEG-SPORT)，這部儀器內在設計是利用紅外線反射原理收集目標物在一段時間內移動的距離，本儀器主要可運用在直線運動的資料收集，利用所得的距離數值轉換為速度及加速度等運動學參數。本儀器可施測的距離為 0.5 公尺 - 400 公尺，施測環境的溫度範圍為  $-20^{\circ}\text{C}$  -  $60^{\circ}\text{C}$ ，測量速度限制為 0 公尺/秒 - 70 公尺/秒，採樣頻率為 100 Hz，實驗過程最好在光線充足的條件下收集資料，且實驗參與者的服裝盡量為淺色系，以利資料有效收集。高頻雷射距離測量儀內建紅外線發射器及反射感應器，外觀具有一個瞄準窗口，透過瞄準窗口可以精確的瞄準目標物，儀器需架設在攝影專用移動式腳架，此腳架具備可以精準調整水平的專用雲臺，將雷射距離測量儀安置在雲臺上，資料收集主要透過具有 R232 數據輸出插頭的傳輸線將資料傳送到電腦，電腦必須具備雷射距離測量儀訊號處理軟體 (Laveg V3.8)，最後將傳輸線另一端連接雷射距離測量儀的專用電池，開啟電源開關即可開始測量。

### 第三節 實驗程序

本實驗針對 8、10、12 歲的兒童各 30 名進行測試。透過折返跑作為資料收集手段，收集實驗參與者在 2×12 公尺衝刺的加速、減速過程。場地佈置方面，首先由研究者選定起點，在起點處設置起跑線，利用全長 30 公尺的皮尺從起點丈量長 12 公尺、寬 1.22 公尺的跑道，在跑道 12 公尺末端放置一個白色軟墊作為碰觸的目標物，軟墊的長度為 40 公分，寬度為 20 公分，而軟墊厚度不計入跑道長度考量，軟墊架設在一個可調整高度的支架上，使目標物的高度可隨實驗參與者身高不同進行調整，由於支架承受過多力量會造成移動，藉此要求實驗參與者在碰觸目標物時必須瞬間呈現靜止狀態。研究者將高頻雷射距離測量儀架設在跑道另一端距離起點 8 公尺的地方，並在起點處以白色紙板作為起點丈量的目標物，作為歸零的基準。實驗開始前先要求實驗參與者做暖身運動，避免在測試過程發生不必要的傷害。接著由研究者為實驗參與者解說實驗流程：「當聽到研究者發出起跑的口令之後，盡全力衝刺到跑道末端，衝刺的過程需注意前方的軟墊，觸碰到軟墊之後立即轉身衝回起點處」，並請實驗參與者在折返跑的過程中盡量保持直線加速，每位實驗參與者都要做兩趟折返跑。

資料收集是由實驗參與者站上起點之後開始測量，當實驗參與者衝刺回起點處之後結束測量。研究者將從實驗參與者的表現選出成績較佳的三名給予獎勵，作為引起實驗參與者盡力表現的手段。

( a )



( b )



( c )



圖 1：實驗場地。註：( a ) 實驗場地設計圖；( b ) 實際場地與目標物；( c ) 儀器實地架設。

#### 第四節 資料處理與分析

本次研究將雷射距離測量儀的採樣頻率設定為 100Hz，經由專用軟體可立即檢視資料收集的完整性，雖然軟體本身可以將收集的距離曲線立即轉換為速度曲線，但為能更精準的轉換原始數值，因此將原始數值匯出使用 AcqKnowledge 3.7.2 版資料分析系統進行修勻及速度的計算，利用低通濾波 (low-pass filter) 進行原始數值的修勻，設定截止頻率 (cutoff frequency) 為 4Hz，修勻過後的數值經過一次微分之後即轉換成為速度。藉由換算後的數值可得知實驗參與者在折返跑的過程中，實驗參與者何時達到最大衝刺速度、達到最大速度的位置、開始產生制動位置與軟墊間的距離。

所有數值將使用 SPSS12 版資料分析軟體進行統計分析，利用獨立樣本單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 檢定不同年齡層在加速策略、制動距離的差異。統計的顯著水準定為  $\alpha = .05$ ，當達到顯著水準時以 Duncan 法進行事後比較。

## 第肆章 結果與討論

本研究主要在探討兒童折返跑的過程中，加速能力和知覺前方障礙物後產生制動的距離是否具有年齡效應，蒐集所有相關運動學參數之後，藉由統計處理並加以分析，所得結果分為以下四部分說明：第一節、折返跑過程的運動學特徵；第二節、知覺障礙物衝刺的運動學分析；第三節、急停轉身衝刺的運動學分析；第四節、綜合討論。

### 第一節 折返跑過程的運動學特徵

為了解兒童在折返跑的行為，以本實驗參與者中一名 8 歲兒童表現為例，將高頻雷射距離測量儀所得的運動學特徵「時間 - 位移」、「時間 - 速度」資料呈現如圖 2，進一步加以描述。位移曲線座標 0 為實驗參與者站上起點位置，藉由速度曲線圖可以發現，速度曲線隨時間逐漸上升，而最大的峰值即為實驗參與者在接近目標物衝刺時達到最大速度（ $V_{max1}$ ），對應位移曲線圖即可找出達到最大速度的位置，此位置與原點間距離即知覺障礙物衝刺的加速距離，而經過的時間（ $T1$ ）即為知覺障礙物衝刺的加速時間。由速度曲線圖可以發現由最大速度到碰觸目標物的過程，實驗參與者開始進行減速行為，對應位移曲線圖即可找出制動距離。

當實驗參與者碰觸目標物後即轉身衝刺回原點，藉由位移曲線圖呈現隨著時間增加而位移遞減，速度曲線圖也隨著時間呈現負值，皆表示此階段實驗參與者開始進行折返行為。由速度曲線圖判斷當速度曲線呈現負值的最大峰值，即

為實驗參與者在前方未具目標物的衝刺達到最大速度 ( $V_{max2}$ )，對應位移曲線圖由碰觸目標物至最大速度之間的距離即為轉身衝刺的加速距離，所經過的時間即轉身衝刺達最大速度的加速時間 ( $T2$ )。當實驗參與者衝過原點即完成折返跑，從實驗參與者由原點開始進行折返跑至完成的時間，即為全程所花費的時間 ( $T3$ )。

以圖 2 為例，此實驗參與者在進行折返跑的過程，知覺障礙物的過程，最大速度為 4.61 公尺/秒，加速距離為 8.47 公尺，時間為 2.68 秒，制動距離為 3.74 公尺。當實驗參與者急停碰觸目標物後轉身衝刺，其最大速度為 4.51 公尺/秒，加速距離為 8.01 公尺，時間為 2.57 秒，全程折返跑所花費的時間為 7.71 秒。

本研究依此判斷準則，針對不同年齡層在折返跑過程相關運動學參數，進行統整與分析。

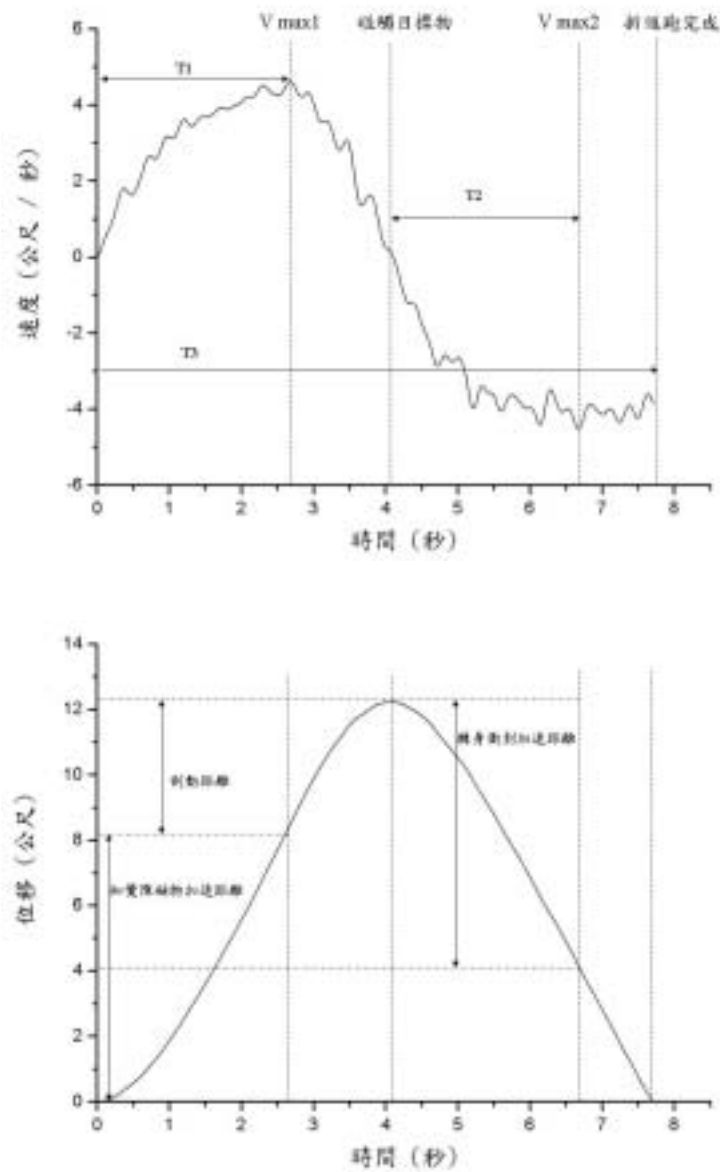


圖 2：8 歲兒童折返跑過程的參數示意。註： $V_{max1}$  代表知覺障礙物衝刺達最大速度； $V_{max2}$  代表急停轉身衝刺達最大速度； $T_1$  代表知覺障礙物達最大速度的時間； $T_2$  代表急停轉身衝刺達最大速度的時間； $T_3$  代表完成折返跑的時。

## 第二節 知覺障礙物衝刺的運動學分析

對於 8、10、12 歲兒童知覺前方具有目標物的 12 公尺短距離衝刺中，產生最大速度的關係，以單因子變異數分析（如表 2）發現，各年齡層朝向目標物衝刺所產生的最大速度達到顯著（ $F(2,87) = 20.26$ ， $p < .05$ ， $\eta^2 = .32$ ， $power = 1.00$ ），進一步以 Duncan 法進行事後比較，結果如表 3 所示，12 歲組（ $5.50 \pm 0.46$  公尺/秒）表現的最大速度優於 10 歲組與 8 歲組的兒童，而 10 歲組（ $5.13 \pm 0.30$  公尺/秒）又優於 8 歲組（ $4.87 \pm 0.38$  公尺/秒）。邱維城（1981）認為在短距離衝刺中，國小階段的兒童是隨年齡增加呈現進步，本研究觀測的是衝刺中最大速度表現，結果與短跑成績相同，在兒童最大速度的表現亦隨年齡增加呈現進步。根據 Wann 等人（1993）的研究，12 名 21 歲實驗參與者在相似實驗程序中所表現最大速度為  $5.36 \pm 0.53$  公尺/秒，本研究 12 歲兒童（ $5.50 \pm 0.46$  公尺/秒）所表現出的最大速度不亞於成人所表現，可見 12 歲兒童在短距離加速能力已臻成熟。

表 2：不同年齡層知覺障礙物衝刺最大速度單因子變異數分析摘要表

變異來源	自由度	離均差平方和	F	$\eta^2$	Power ( $1-\beta$ )
年齡	2	3.04	20.26*	.32	1.00
誤差	87	0.15			

\*  $p < .05$

表 3：年齡在知覺障礙物衝刺最大速度的事後比較

年齡	平均數	8 歲組	10 歲組	12 歲組
8 歲組	4.87	--	*	*
10 歲組	5.13		--	*
12 歲組	5.50			--

\*  $p < .05$ 

當不同年齡層在最大速度的表現上具有年齡效應後，進一步以單因子變異數分析不同年齡層達到最大速度的位置，發現年齡在產生最大速度的位置沒有達到顯著 ( $F(2,87) = 0.40$ ,  $p > .05$ ,  $\eta^2 = .01$ ,  $power = .11$ )。其次，再以單因子變異數比較不同年齡層產生最大速度的時間，發現年齡在產生最大速度的時間並沒有達到顯著 ( $F(2,87) = 1.06$ ,  $p > .05$ ,  $\eta^2 = .02$ ,  $power = .23$ )。表 4 呈現各組實驗參與者知覺障礙物衝刺達到最大速度的相關運動學參數，從表 4 可以發現各年齡層幾乎在 7 公尺左右的位置，花費 2 秒左右的時間就能產生最大速度。從上述的統計可以發現，兒童在前方具有障礙物的 12 公尺衝刺下，最大速度隨年齡增加而呈現進步，但產生最大速度的位置和時間皆沒有年齡上的差異，表示兒童知覺前方有障礙物時，不同年齡層最佳的加速能力會在相同距離跟加速時間下展現。瞭解有關兒童知覺障礙物衝刺產生最大速度的運動學分析之後，下一步將分析有關兒童在開始產生制動機制與目標物間的距離。

表 4：不同年齡層知覺障礙物衝刺運動學參數之平均數與標準差

	8 歲組	10 歲組	12 歲組
最大速度 (公尺/秒)			
平均數	4.87	5.13	5.50
標準差	0.38	0.30	0.46
最大速度產生位置 (公尺)			
平均數	7.28	7.16	7.41
標準差	1.14	1.13	0.93
最大速度產生時間 (秒)			
平均數	2.36	2.25	2.30
標準差	0.31	0.27	0.30
開始減速時與目標物距離 (公尺)			
平均數	4.69	4.73	4.56
標準差	1.10	1.05	1.01

根據行動知覺的概念，個體在接近目標物時會因為當下的速度、與物體間的距離，進而產生制動機制，本研究主要目的之一在探討兒童對於制動距離方面有沒有年齡上的差異。以單因子變異數分析不同年齡層在開始產生制動時與目標物間的距離發現，不同年齡層開始產生制動的距離沒有達到顯著 ( $F(2,87) = 0.22, p > .05, \eta^2 = .01, power = .08$ )，結果顯示不同年齡層在知覺前方有障礙物的 12 公尺衝刺開始產生制動距離大約在 4.5 公尺左右 (如表 4 所示)，本研究在 8-12 歲兒童產生制動距離方面與 Wann 等人 (1993) 所提

出的制動距離  $4.48 \pm 0.70$  公尺相似，雖然在制動距離上未具年齡效應，但根據本研究結果在 12 公尺短距離衝刺表現中，個體會在距離障礙物約 4.5 公尺的位置產生制動機制。

### 第三節 急停轉身衝刺的運動學分析

有關兒童與目標物接觸之後產生急停動作，轉身朝向起點 12 公尺的衝刺表現中，在前方未具障礙物的情境下，不同年齡層最大速度表現以單因子變異數分析（如表 5），結果達到顯著（ $F(2,87) = 31.73, p < .05, \eta^2 = .42, power = 1.00$ ），進一步以 Duncan 法進行事後比較，結果如表 6 所示，最大速度在年齡差異上依舊呈現隨年齡增加而進步的結果，8 歲兒童最大速度為  $4.96 \pm 0.33$  公尺/秒；10 歲兒童最大速度為  $5.32 \pm 0.41$  公尺/秒；12 歲兒童最大速度為  $5.85 \pm 0.54$  公尺/秒，經過先前 12 公尺衝刺加上碰觸目標物產生急停動作之後，各年齡層在無目標物的最大速度表現仍然與年齡增加成正比，表示在短距離衝刺中最大速度的表現上確實具有年齡差異。

表 5：不同年齡層急停轉身衝刺最大速度單因子變異數分析摘要表

變異來源	自由度	離均差平方和	F	$\eta^2$	Power (1- $\beta$ )
年齡	2	6.03	31.73*	.42	1.00
誤差	87	0.20			

\* p < .05

表 6：年齡在急停轉身衝刺最大速度事後比較摘要表

年齡	平均數	8 歲組	10 歲組	12 歲組
8 歲組	4.96	--	*	*
10 歲組	5.32		--	*
12 歲組	5.85			--

\* p < .05

其次，比較各年齡層在急停轉身衝刺下達到最大速度的位置，透過單因子變異數分析發現（如表 7），不同年齡層在產生最大速度的位置達到顯著（ $F(2,87) = 4.22, p < .05, \eta^2 = .09, power = .73$ ），以 Duncan 法進行事後比較如表 8 所示。8 歲（ $7.57 \pm 1.55$  公尺）兒童產生最大速度的位置明顯比 10 歲（ $8.79 \pm 1.90$  公尺）及 12 歲（ $8.58 \pm 1.73$  公尺）兒童早，而 10 歲和 12 歲在產生最大速度的位置上並沒有明顯差距。此結果顯示 8 歲兒童在持續加速的距離不及 10、12 歲兒童，

8 歲兒童在 7 公尺左右就無法持續加速。

表 7：不同年齡層急停轉身衝刺最大速度產生位置單因子變異數分析摘要表

變異來源	自由度	離均差平方和	F	$\eta^2$	Power (1- $\beta$ )
年齡	2	12.65	4.22*	.09	.73
誤差	87	2.99			

\*p < .05

表 8：年齡在急停轉身衝刺最大速度產生位置事後比較摘要表

年齡	平均數	8 歲組	10 歲組	12 歲組
8 歲組	7.57	--	*	*
10 歲組	8.79		--	
12 歲組	8.58			--

\*p < .05

在不同年齡層產生最大速度的時間，藉由單因子變異數分析，年齡對產生最大速度所需時間沒有顯著 ( $F(2,87) = 1.91$ ,  $p > .05$ ,  $\eta^2 = .04$ ,  $power = .39$ )，不同年齡層在急停轉身之後 12 公尺衝刺產生最大速度的相關運動學參數如表 9

所示。由表 9 可以看出不同年齡層產生最大速度的平均時間在 2 秒左右。

藉由上述運動學參數的分析結果，可以發現不同年齡層在急停轉身之後，也就是在前方未具障礙物的情境下所表現出的最大速度依舊隨年齡增加而進步，但在最大速度產生的位置上卻呈現與前一節不同的結果，前一節對於前方具有障礙物的衝刺分析中，不同年齡層只有在最大速度呈現年齡差異，但位置跟時間方面都沒有顯著差異，而本節對於返回起點的衝刺在個體前方未具障礙物的情境下，個體可以完全展現最大衝刺速度，由不同年齡產生最大速度的位置可以看出對於 8 歲的兒童，其維持加速的距離僅能達到 7 公尺左右，而 10、12 歲兒童都可以維持加速的距離到 8.5 公尺左右，表示在沒有障礙物的情境下，8 歲兒童在加速能力上與其他兩個年齡層產生顯著差異，除最大速度的表現外，維持加速的距離也具有相當的影響。

表 9：不同年齡層急停轉身衝刺運動學參數之平均數與標準差

	8 歲組	10 歲組	12 歲組
最大速度 (公尺/秒)			
平均數	4.96	5.32	5.85
標準差	0.33	0.41	0.54
最大速度產生位置 (公尺)			
平均數	7.57	8.79	8.58
標準差	1.55	1.90	1.73
最大速度產生時間 (秒)			
平均數	2.36	2.53	2.35
標準差	0.42	0.44	0.34
全程完成時間 (秒)			
平均數	7.25	6.95	6.63
標準差	0.42	0.38	0.53

最後，統計不同年齡層完成折返跑的時間，結果如表 9 所示，8 歲兒童花費  $7.25 \pm 0.42$  秒；10 歲兒童花費  $6.95 \pm 0.38$  秒；12 歲兒童花費  $6.63 \pm 0.53$  秒。將不同年齡層完成折返跑的時間以單因子變異數分析（如表 10），結果達顯著（ $F(2,87) = 14.56$ ， $p < .05$ ， $\eta^2 = .25$ ， $power = .99$ ），進一步以 Duncan 法進行事後比較，如表 11 所示，結果顯示不同年齡層完成 12 公尺折返跑的時間與年齡的增加呈現進步。

表 10：不同年齡層完成折返跑時間單因子變異數分析摘要表

變異來源	自由度	離均差平方和	F	$\eta^2$	Power (1- $\beta$ )
年齡	2	2.96	14.62*	.25	.99
誤差	87	0.20			

\* p &lt; .05

表 11：年齡在完成折返跑時間事後比較摘要表

年齡	平均數	8 歲組	10 歲組	12 歲組
8 歲組	7.25	--	*	*
10 歲組	6.95		--	*
12 歲組	6.63			--

\* p &lt; .05

#### 第四節 綜合討論

邱維城(1981)、Butterfield 等人(2004)與許瓊美(2004)對於衝刺能力表現之動作發展，皆認為加速表現會隨著年齡增加呈現進步，本次研究結果與上述觀點相同。本研究採取以往多用於檢測敏捷性的方式，但不同於以往只根據表現結果瞭解不同年齡層的表現，本研究藉由產生最大速度的運動學參數，進一步瞭解是否具有年齡效應的因素。

透過本研究可以瞭解，當兒童知覺前方有障礙物時，最大速度的產生確實呈現隨年齡進步的現象 ( $p < .05$ )，但產生最大速度的位置和時間卻沒有差異 ( $p < .05$ )。相反的，當兒童接觸目標物之後衝刺回原點的過程中，前方未具障礙物的情境下，產生最大速度的位置會隨著年齡不同而有差異 ( $p < .05$ )，8 歲 ( $7.57 \pm 1.55$  公尺) 兒童產生最大速度的位置上明顯比 10 歲 ( $8.79 \pm 1.90$  公尺) 及 12 歲 ( $8.58 \pm 1.73$  公尺)。顯示在 12 公尺的衝刺中，8 歲兒童大約在 7 公尺左右已無法繼續表現加速能力。速度的產生主要透過時間和距離兩個變項呈現，根據本研究可以發現造成 8 歲兒童最大速度表現較差的主因來自其加速距離。根據 Gallahue 與 Ozmun (2002) 對於兒童動作發展的分類，8 歲兒童屬於基礎動作階段與特殊化動作階段的轉移期，相較於處於特殊化動作階段應用期的 10、12 歲相同的任務需求，8 歲兒童能採取的加速能力有限。

根據知覺 - 行動連結概念，個體在接近障礙物時會評估自身的速度與障礙物之間的距離產生制動機制。Lee 等人 (1982)、Warren 等人 (1986) 及 Berg 與 Mark (2005) 皆認為個體在知覺環境變數會根據其動作任務需求，而調整個體本身的動作。本研究設計 12 公尺衝刺距離並在終點放置與兒童視覺高度相同的目標物，以期瞭解兒童產生制動的距離，研究結果顯示不同年齡層表現出的制動距離並沒有顯著差異 ( $p < .05$ )，各年齡層在達到最大速度之後產生制動的距離大約在 4.5 公尺左右，此研究結果與 Wann 等人 (1993) 所提出產生制動距離相似。本研究中不同年齡層接近目標物的最大速度是隨年齡增加呈現進步，但對於產生制動的距離

卻沒有差異，因此研究者推論個體在知覺障礙物的情境下，會採取相似的加速和制動機制策略，雖然最大速度會隨年齡增加，但加速的距離和時間未具有年齡差異，在 12 公尺的衝刺下，個體與障礙物間的距離剩餘 4.5 公尺左右，為避免強烈碰撞個體會開始產生制動。

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究主要以 8、10、12 歲三個年齡層作為研究對象，運用高頻雷射距離測量儀收集兒童在折返跑過程中相關的運動學參數，透過研究結果可以發現在最大速度和完成時間方面都會隨年齡呈現線性發展。在本研究中兒童在面對障礙物衝刺的過程，其最大速度產生的位置沒有年齡差異，但在回程沒有目標物的衝刺下，8 歲兒童達到最大速度的位置明顯比 10、12 歲的兒童早，可見 8 歲兒童在全速衝刺下，其加速能力略遜於年長兒童的原因，在加速時無法維持較長的距離。透過本研究在 12 公尺短距離衝刺中，可窺出對於 8 歲兒童來說，其加速能力最多僅能維持 7 公尺左右。

另一方面，有關產生制動機制的距離雖然不具年齡差異，但各年齡層在不同最大速度下所產生的制動距離相似，表示個體在可能發生碰撞時，主要根據與碰撞物之間的距離啟動制動機制。根據本研究結果，研究者推論在 12 公尺衝刺表現中，個體會在距離障礙物 4.5 公尺左右開始產生避免碰撞的制動。

### 第二節 建議

本研究只探討 8-12 歲的男性兒童，未來可進一步瞭解相同年齡層的女性兒童在短距離衝刺表現上有何不同，是否與

男性兒童相似。另外，本研究對於行動知覺連結的操弄針對制動距離，後續研究可以根據相同的概念，藉由不同的目標物材質或是衝刺的距離，進一步瞭解個體在啟動制動機制的距離是否會有變化。

## 引用文獻

### 中文部份

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*，14，59-77。

卓俊伶、簡曜輝、張智惠、楊梓楣、黃麟棋(1998)。身體活

動心理學與動作行為的發展概況與規劃。*臺灣師大體育研究*，5，117-130。

陳嘉玲、洪維憲、陳協慶、吳菁宜、王錦滿、黃美涓，等(2000)。

量測地面作用力對三至十二歲兒童所作之步態分析。*中華復健醫誌*，28(3)，153-161。

許瓊美(2004)。青少年衝刺跑能力的發展效應。未出版碩士

論文，國立臺灣體育學院，臺中市。

陳重佑、陳帝佑(2004)。動態系統理論在動作行為學之應用。

*彰化師大體育學報*，4，53-65。

**英文部份**

- Armstrong, L., Costill, D. L., & Gehlsen, G. (1984). Biomechanical comparison of university sprinters and marathon runners. *Track Technique*, 87, 2781-2782.
- Bardy, B. G., & Warren, W. H. (1997). Visual control of braking in goal-directed action and sport. *Journal of Sports Sciences*, 15, 607-620.
- Berg, W. P., & Mark, L. S. (2005). Information for step length adjustment in running. *Human Movement Science*, 24, 496-531.
- Butterfield, S. A., Lehnhard, R., Lee, J. & Coladarci, T. (2004). Growth rates in running speed and vertical jumping by boys and girls ages 11-13. *Perceptual and Motor Skills*, 99, 225-234.
- Fajen, B. R. (2005). Calibration, Information, and Control Strategies for Braking to Avoid a Collision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(3), 480-501.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2002). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Gibson, J. J. (1958/1998). Visually controlled locomotion

- and visual orientation in animals. *British Journal of Psychology*, 49, 182-194, Reprinted in *Ecological Psychology*, 10(3-4), 161-176.
- Gibson, J. J. (1986). *The ecological approach to visual perception* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hay, J. G. (1994). *The Biomechanics of Sports Techniques* (4th ed.). New York: Prentice-Hall.
- Haywood, K. M., & Getchell, N. (2001). *Life span motor development* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hoffman, K. (1971). Stature, leg length and stride frequency. *Track Technique*, 43, 1463-1469.
- Hopkins, B., Churchill, A., Vogt, S., & Rönnqvist, L. (2004). Braking reaching movements: a test of the constant tau-dot strategy under different viewing conditions. *Journal of Motor Behavior*. 36(1), 3-12.
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair P. J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 261-271.
- Korhonen, M. T., Mero, A., & Suominen, H. (2003). Age-related differences in 100-m sprint performance in

- male and female master runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1419-1428.
- Lee, D. N. (1976). A Theory of Visual Control of Braking Based on Information About Time to Collision. *Perception*, 5, 437-459.
- Lee, D. N., Lishman, J. R., & Thomson, J. A. (1982). Regulation of gait in long jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8(3), 448-459.
- Magill, R. A. (2004). *Motor learning and control: Concepts and applications* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Michaels, C. F., & Carello, C. (1981). *Direct perception*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Rugy, A., Taga, G., Montagne, G., Buekers, M. J., & Laurent, M. (2002). Perception-action coupling model for human locomotor pointing. *Biological Cybernetics*, 87, 141-150.
- Thelen, E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American Psychologist*, 50, 79-95.
- Wann, J. P., Edgar, P., & Blair, D. (1993). Time-to-contact judgment in the locomotion of adults and preschool children. *Journal of Experimental Psychology: Human*

*Perception and Performance*, 19, 1053-1065.

Warren, W. H., Young, D. S., & Lee, D. N. (1986). Visual control of step length during running over irregular terrain. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 259-266.

Warren, W. H. (1998). Visually controlled locomotion: 40 years later. *Ecological Psychology*, 10(3-4), 177-219.

附錄一

實驗參者者家長（監護人）同意書

親愛的家長您好：

我是國立臺灣體育大學（臺中）體育研究所的研究生，目前進行一項有關兒童折返跑表現的研究，本研究主題是探討兒童在12公尺折返跑的加速和減速表現是否具有年齡上的差異，主要針對8、10、12歲的兒童，由於貴子弟在年齡和健康狀況方面符合研究條件，因此想邀請貴子弟參與本次研究。本研究的地點設於臺中縣東平國小操場，時間將運用課外時間不會影響貴子弟上課權益，所使用的儀器是高頻雷射距離測量儀，操作過程不會對貴子弟造成任何傷害，進行研究之前和結束後都會由研究者帶領貴子弟做暖身及緩和運動。在此簡短說明，並希望徵得您的同意，本次研究收集到所有相關資料僅作為研究之用，不會危害貴子弟的隱私權。

最後，非常期盼獲得您的同意，由於貴子弟的參與將使本研究可以順利完成，對於運動科學方面有相當的助益。如果您對於本研究有任何疑問，歡迎您隨時以電話聯絡國立臺灣體育大學體育研究所研究生蔡逸蘋 0920-098945

---

---

實驗參與者家長同意回條

本人已詳閱且了解上述內容，同意我的小孩參與上述研究。

兒童姓名：\_\_\_\_\_

家長簽章：\_\_\_\_\_

指導教授：陳重佑 博士

研究生：蔡逸蘋 敬上