

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

前期時間對不同年齡兒童訊息處理能力的影響

EFFECTS OF FOREPERIOD TIME ON THE ABILITY
OF INFORMATION PROCESSING IN MIDDIE/LATE
CHILDREN



研 究 生：賴 鳳 梅 撰

指 導 教 授：周 桂 名 副 教 授

中 華 民 國 98 年 6 月

謝誌

在研究求學的過程中，首先要感謝的周桂名教授的啟發及不厭其煩的建議與修正，使資質駑鈍的我能領略求學之趣味，並使論文得以順利付梓。另外，我想最應該感謝的是重佑博士。在重佑老師的身上，我看到一份對於學術追求的無比熱忱與誨人不倦的教學態度，更體會到知識的汲取是來自於謙卑的態度、踏實的研究過程與一顆對真善美堅持的心。而重佑老師亦師亦友的指導方式，也讓我幸運獲得許多對於學問的辨證空間，特別在這段求學的過程當中的林林總總，都將銘刻在我的心中，對於未來人生的途旅有莫大的助益。其次我要感謝林靜兒教授，百忙當中仍撥冗指導我的論文，並不吝給予我許多寶貴的建議與思考方向，知無不言的熱心指導，傾囊相授並提供寶貴的意見，使得這本論文可以更臻完美。

在這兩年的求學生涯中，力學團隊的夥伴們寶濟、阿絹、文等、佩玲、惠靜、宜禎、佩香、芳玫，由於他們的陪伴，讓我的實驗過程不至於孤寂獨行，在互相砥勵與幫助的過程中，更體會到一起做實驗的樂趣與成就感。此外，要感謝陳裕鏞博士、高明峰博士、聶喬齡博士、許光庶教授及台體大所有的師長，因為您們不斷的指導、鼓勵與打氣，讓資質平庸的我能順利完成研究所的學業。另外要感謝學校同事，蔣東霖校長、劉怡玲學姊、黃國建、劉佳佩、李倩宜、鄭美麗、李佳蓉、鄧致德、林惠真、楊敏怡、張文蒼和陳榮男等老師的信任、配合與協助指導。

而最重要的，我要感謝我的家人，謝謝爸爸媽媽含辛茹苦的栽培，讓我有機會得以窺探知識的奧秘。另外也感謝姊姊鳳珠、鳳雀與姊夫崇清、諒榮的幫忙照顧，若不是他們在生活上無微不至的支持與照料，並給予無比的包容，使我能夠無後顧之憂全力於知識的汲取。二年亮麗完美的成果要歸功於我最親密的外子----俊成，常身兼數職，忙裡忙外，將整個家打理得更井然有序，沒有他厚實的肩膀讓我依靠，這兩年來的成果都將成為不可能，在此願將這點滴的成果獻給他與我們的寶貝們垣廷與郁庭。

最後，對每一個幫助過我的教授、同事、同學致上深深的謝意，僅以此論文獻給所有關心我的人。

賴鳳梅 謹誌

中華民國九十八年六月

論文名稱：前期時間對不同年齡兒童訊息處理能力的影響

總頁數：64 頁

院校組別：國立臺灣體育大學研究所

畢業時間及提要別：九十七年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：賴鳳梅

指導教授：周桂名 副教授

中文摘要

目的：本研究的主要目的乃通過簡單聽覺反應時間測試手段，探討長短前期時間的操弄對於中晚期兒童訊息處理能力的影響，並比較前期時間長短影響注意力的年齡差異。方法：研究以 8 歲、10 歲與 12 歲的兒童共 192 名為自願實驗參與者，並要求實驗參與者分別在前期時間平均 6 秒與 30 秒的情境下，在出現音源刺激時按壓觸動開關以測驗全部反應時間，Catsys 2000 神經行為評估系統則用以產生刺激訊號的操控與反應時間的收集。結果：研究結果顯示在短前期情境 10 歲組兒童的反應時間顯著慢於 12 歲組，而長前期情境則 10 歲組與 12 歲組的反應時間未有統計的顯著差異，10 歲組與 12 歲組兒童的反應時間變異性則未有年齡差異存在；8 歲組兒童的反應時間與反應時間變異性也都顯著大於 10 歲組與 12 歲組兒童。結論：當前期時間過長時，12 歲兒童的訊息處理能力也會退化至 10 歲兒童，說明了 12 歲兒童訊息處理能力仍處於不穩定的階段。

關鍵詞：中晚期兒童、反應時間、年齡差異、預警階段、全部反應時間

Lai, Feng-Mei (2009). *Effects of foreperiod time on the ability of information processing in middle/late children*. Unpublished master thesis, National Taiwan Sport University, Taichung.

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the difference of information processing and the age through the manipulation of long or short foreperiod time in the approach of simple auditory reaction time test for middle/late children. **Method:** Eight-year-old, ten-year-old, and twelve-year-old children, 192 in total, were recruited as the voluntary participants in this study. Every participant was asked to press a switch to assess the response time after the stimulus of voice that following the warning signal around 6 second and 30 second. The Catsys 2000 system was used to generate the signal of stimulus and to acquire the information of reaction time. **Results:** The results showed the reaction time in ten-year-old children were slower than twelve-year-old children in the condition of short foreperiod, but not in the condition of long foreperiod. There were no statistical different between ten-year-old and twelve-year-old children for the variability of reaction time. The reaction time and variability of reaction time in eight-year-old children were the highest significantly. **Conclusion:** It indicated the ability of information processing for twelve-year-old children regress same as ten-year-old children under the condition of long foreperiod. The ability of information processing was an unstable stage in the age of twelve.

Key words: middle/late child, reaction time, age-related difference, vigilance stage, response time

目 錄

謝 誌	
中文摘要	I
英文摘要	II
目 錄	III
表目錄	IV
圖目錄	V
第壹章 緒 論	1
第一節 問題背景	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究範圍與限制	4
第四節 名詞解釋與操作性定義	5
第五節 研究的重要性	6
第貳章 文獻探討	8
第一節 人類訊息處理三階段	8
第二節 注意力的概念	14
第三節 注意力與中晚期兒童的發展相關課題	25
第四節 反應前期的相關課題	28
第五節 本章總結	30
第參章 研究方法	33
第一節 實驗參與者	33
第二節 實驗器材	33
第三節 實驗設計與流程	34
第四節 資料處理	36
第肆章 結果與討論	37
第一節 平均反應時間	37

第二節	反應時間的變異性	41
第三節	綜合討論	43
第伍章	結論與建議	47
第一節	結論	47
第二節	建議	47
引用文獻		49
附錄一	實驗參與同意書	56

表目錄

表 1.反應時間描述統計資料	36
表 2.各組年齡與不同前期的平均反應時間變異數分析摘要	37
表 3.各組年齡與不同前期的單純主要效果與事後比較	38
表 4.反應時間的標準差描述統計資料	39
表 5.各組年齡與不同前期的反應時間變異數分析摘要	40

圖目錄

圖 1.訊息處理的三階段	8
圖 2.反應時間人體動作圖	12
圖 3.Catsys 2000 神經行為評估系統	31
圖 4.測試場景	32
圖 5.平均反應時間統計圖	36
圖 6.反應時間的變異性統計圖	38

第壹章 緒論

第一節 問題背景

日常生活裡每天上、下學途中，每個人邊走邊聊天是稀鬆平常的事，但當路上的車子變多、變得擁擠時，這時走在路上或行經十字路口的交通號誌注意，就須格外小心。從日常生活到遊戲進而參加競賽性運動，這些活動的參與者必須隨時隨地去注意環境中的各種改變（包括了人、事、物）並做出正確的因應動作。因此，輸入訊息經常是以四周大量的環境刺激，例如：在躲避球運動中，時常有「你丟我躲」或「你閃我避」的活動；丟的球強不強？球從那個方向來？要閃躲哪一邊才不會被打到？要瞬間做出正確的選擇才能從遊戲當中獲得快樂心情，從競賽獲得絕佳的勝利。

為了解釋所接觸到各種不同的刺激到做出適當的因應動作，在這些看不到的中樞神經處理過程，訊息處理學派則將之比擬為電腦處理資訊的過程。Schmidt 與 Lee (2005) 依據刺激的型態，提出了中樞神經所進行的訊息處理認為應包括「刺激確認」、「反應選擇」和「反應計劃」等三個階段，而這三階段的工作歷程則通常以反應時間（reaction time，簡稱 RT）進行檢查。Sage (1984) 對於反應時間的各階段，他認為當感覺器官接收刺激源以後，就會將這些訊息變成神經衝動，這些神經衝動傳達到大腦皮質以後，就產生中樞神經系統對刺激的處理，這些處理運算以後，再通過傳出神經傳達到肌肉系統，並由肌肉產生動作，這些過程的時間就是反應時間。所以，Boutcher (1992) 就綜合提出反應時間為個體在接收刺激的知

覺感受系統 (stimulus-response) 所傳達到個體內的各種訊息 (information) , 而反應則是在得到訊息後的結果行為 (resulting behavior) 。體育運動經常測驗反應時間以作為動作能力 (motor ability) 的指標, Magill (2007) 指出反應時間越短, 代表個體與表現環境交互作用以產生行動的準備時間越短, 而有更迅速的動作決策速度。

從發展的觀點來探究個體的訊息處理能力, Grouios (1992) 研究指出個體超越 20 歲後, RT 會隨年齡的增加而逐漸增長, 其變慢的原因在於大腦對干擾訊息處理的能力降低而造成; 20 歲以下的青少年則有較短的 RT, 而顯示此階段個體的訊息處理速度較快, 而兒童的訊息處理速度就相對較慢了。是以 Sugden (1980) 就針對 6 歲、8 歲、12 歲兒童的動作速度, 進行訊息處理能力的分析, 其平均訊息處理速度隨著年齡的增加依序為 3.15 位元/秒、4.29 位元/秒、5.53 位元/秒。溫卓謀與林清和 (1998) 也指出中高年級學童反應時間顯著快過低年級學童, 中高年級在反應時間的差異則未達顯著水準。然而在警告訊號出現到刺激訊號開始的這一段前期 (foreperiod) 時間, 卻也影響了訊息處理歷程的時間, 例如: 一定長度的前期就比無法預測刺激訊號開始的情境有較短的反應時間 (Magill, 2007) ; 而 Eversheim 與 Bock (2002) 從操弄先前提示 (precue) 出現的研究中, 確認了注意的歷程必須由提示開始持續到刺激源出現, 方能產生降低不確定性的效果, 至於在刺激訊號出現前, 如果個體多做一些注意或警戒 (vigilance) , 是否可以縮短動作反應所需的決策時間? 當今的各項競技運動中, 除了運動員的先天後天各種條件之外, 運動員本身的注意力是否攸關運動表現? 溯源至警戒時間與年

齡差異對於訊息處理能力的影響等問題，則需要研究者進一步釐清。

Los, Knol 與 Boers (2001) 就針對動作反應的強度與實驗參加者準備反應此一強度狀態而需要的前期時間，修整 Machado 的情境模式結構，建構了前期時間的最佳化的數學微分方程式，在前期發生時增加了反應的強度、前期時間過短反應的強度不會改變、過長的前期時間將降低了反應的強度等前提下，測驗 0.5 秒、1.0 秒和 1.5 秒前期時間情境下的反應時間，結果發現過長的前期時間（模擬至 3 秒）就不再增加反應時間了。Mattes 和 Ulrich (1997) 也就 0.50 秒、1.75 秒與 3.00 秒的前期時間情境操弄下，發現反應時間與反應按壓力量都會隨著前期時間的增加而降低，顯示動作表現受到前期時間的影響。從個體發生學 (ontogenetic development) 的發展角度探討前期時間的論題，Vallesi, Shallice 和 Walsh (2007) 通過穿顱磁波刺激 (transcranial magnetic stimulation) 手段、Stuss 等人 (2005) 使用神經心理學的技術，發現前期的效應與右背外側前額葉皮質區 (right dorsolateral prefrontal cortex, rDLPFC) 的神經發展曲線有關，由於此區控管著計畫、抑制、記憶等功能 (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006)，並且此區的神經元將會在 4-7 歲快速發展，直至青少年時期整合過多的神經元 (overproduction of synapses) (Delalle, Evers, Kostovic, & Uylings, 1997; Huttenlocher & Dabholkar, 1997)，所以就致使前期時間影響了動作的反應或動作的順序或執行。Vallesi 和 Shallice (2007) 也就 rDLPFC 的個體發展觀點，探討前期時間的不同 (1 秒、3 秒、5 秒) 對 4-11 歲兒童反應時間的影響，並探討每一前期時間與下一次動作反應時間的關

係（研究中稱之為“連續效應”），而發現連續效應只發生於 4-5 歲，且推論兒童與成人的認知發展歷程具有階段性的差異。

訊息處理論者也強調，注意力可以說是任何學習與表現之第一道關卡，所以注意力狀態是影響反應時間的重要因素（洪聰敏、豐東洋，2003；楊坤祥、陳錦龍、洪聰敏、豐東洋，2001）。過去關於前期時間對於反應時間的影響問題，多僅針對 0.5 秒到 5.0 秒的時間間隔進行探討，再更長的前期時間研究就沒有相關文獻的論述，而有關反應時間前期的長短，影響訊息處理能力，就成為本研究的課題，本研究主要的目的是要探討長前期時間與短前期時間操弄下，持續注意力對不同年齡兒童訊息處理能力在反應時間表現的影響。

第二節 研究目的

上述問題背景的探討後，本研究的主要目的即是透過反應時間的前期注意力持續時間過長而產生注意力疲勞狀態的個體限制，以了解身體注意力疲勞狀態，對於不同年齡兒童反應時間的影響。

第三節 研究範圍與限制

一、研究範圍

由於以往有關於反應時間的發展，所探討的參數不同或是實驗情境設計的差異而有不同的結果，但是均未對兒童的

反應時間前期的持續時間長短而有所探討。因此，為了更清楚了解中晚期兒童反應時間的年齡效應，即在反應時間前期持續時間過長而產生注意力疲勞的個體限制狀態下，反應時間所產生的變化，以 8 歲、10 歲、12 歲兒童的自願實驗參與者為研究對象，以了解反應時間的年齡效應，即在個體反應時間前期持續過長而產生疲勞的狀態下，對既有的反應時間所產生的變化。

二、研究限制

本研究以無聽覺障礙者主要對象，但礙於無法確實掌控實驗參與者身體疲勞程度、過去的運動經驗、家庭狀況、生活環境、社經背景與在班級狀況等因素對反應時間的影響，並非研究者可以控制。因此本研究假定所有實驗參與者均能按照實驗要求盡力完成。

第四節 名詞解釋與操作性定義

一、持續性注意力(sustained attention)

Parasuraman (1984) 指出持續性注意力，是針對單一刺激維持注意，並持續一段時間，假如刺激對於個體是有興趣和吸引人的，則注意力可以維持很長的時間，但是如果是單調無趣的，則注意力維持不久。

二、反應時間的前期(foreperiod)

Magill (2007) 指出預備訊息至反應訊號所經歷的時間稱

為反應前期，在極短的反應時間過程中，需做出快速又準確性的反應，為使反應時間能達到最快速，個體在反應前應有預備時間且時間的發生應選擇隨機無規律性，以避免個體有預測性產生，而反應前期最佳化為 2-4 秒。

三、簡單反應時間(simple reaction time)

胡名霞(2006)指出反應時間是指由一個隨機而不可預知的刺激訊號發生的時間開始計算，到反應動作開始的時刻，這段歷程與間隔時間，即為反應時間(RT)。而簡單反應時間是指給予實驗參與者單一刺激，只要對應單一的按鍵反應形成。

四、中晚期兒童(later childhood)

Gallahue (2006) 把年齡分成 7 個階段，分別為懷孕期、嬰兒期、兒童期、青少年期、青年期、中年期和老年期。其中兒童其分為 2-3 歲的學步期 (todder perioa)、3-5 歲的早期兒童期 (early childhood)、6-10 歲的兒童中期 (middle/late childhood)，而 10-12 歲學童就屬於青春期的前期階段。本研究因為台灣的學制 10-12 歲學童都屬於國民小學教育階段，學校的老師或行政人員也都統稱他們為小朋友，因此本研究將 10-12 歲兒童歸類限定為晚期兒童。

第五節 研究的重要性

「注意」是任何學習的第一道關卡，不管是平常的交談、體育課的教學、優異的課程內容和動作技能的學習，均需要透過注意，才能進入腦內的訊息處理，因此如能知道中晚期

兒童的注意力持續疲勞狀態下反應時間的差異情形，使教學可以對不同年齡兒童注意力持續疲勞的反應時間有更全面的了解，以供教學者在教學時的參考。

第貳章 文獻探討

本章共分成五部分加以敘述討論依序分為：一、人類訊息處理三個階段；二、注意力的概念；三、注意力與中晚兒童的發展相關課題；四、反應前期的相關課題；五、本章總結。

第一節 人類訊息處理三階段

在日常生活當中有突發狀況的發生，例如：騎腳踏車碰到凹洞而應立即反應而使自己不致跌倒；當不小心跌倒時，個體要做出立即的反應，是要跌向哪一邊才可使傷害降到最低？因此，反應時間是測量人類訊號處理最快速的主要指標 (Martnium, 1976)。在競技運動中有時間限制的運動項目其勝負決定在毫秒差之間，所以反應時間也是快速運動中動作表現的決定因素。認知訊息處理理論 (cognitive information processing) 最主要在探討人是如何組織和表達經驗，個體的動作從簡單的舉手、抬腳到複雜的內在活動歷程，都需要生理方面的基礎。億萬個神經細胞相互連結而成，將訊息由身體的最前線傳達到中樞神經，支配控制全身的動作，人類利用它來處理環境四周所接觸的訊息、作出決定、訂定目標並且執行動作。而荷蘭醫生 Donders 在 1868-1969 年期間是最早提出訊息處理觀點者，當時他將反應時間分成三種不同的反應型態，偵測 (detection)、辨認 (recognition) 與反應選擇 (responseselection) 為訊息處理的三階段，將實驗中的實

驗 A 設計為簡單反應時間 (simple RT) ，一個燈光訊號即產生一個反應，此反應歷程只有偵測階段。實驗 B 設計為選擇反應時間 (choice RT) ，二個燈光訊號，右邊燈亮右邊反應，左邊燈亮左邊反應，此反應歷程包含了偵測、辨認和反應選擇。實驗 C 設計為分辨反應時間 (discrimination RT) ，同一個位置有二個不同顏色燈光訊息，但針對特定的一個訊息做反應，此反應歷程包含了偵測和辨認。Donders 經過有系統邏輯分析後讓後來的學者對人類對訊息處理階段有更深入的了解，吸引後來心理學家對人類動作行為研究之興趣。Schmidt 與 Wrisberg (2000) 對三個訊息處理階段的解釋，刺激確認階段提供了知覺 (perception) 、反應階段提供了決定 (decision) 、及反應編序階段提供了行動 (action) ，此訊息處理的三階段，即是反應時間，它所代表的意義有兩點是神經傳導的速度和訊息處理所需的時間。後來 Schmidt (2002) 認為，個體在接收刺激到作出動作之間包含了刺激確認階段 (stimulus-identification stage) 、反應選擇階段 (response-selection stage) 和反應編序階段 (response-programming stage) (如圖 1) ，訊息必須通過這些階段，經過輸入到輸出的過程。



圖 1. 訊息處理的三階段 (修改自 Schmidt,2002)

在第一階段刺激確認是指動作執行者是否有把提供的訊息當作刺激，而這些刺激有可能是透過視覺、聽覺、嗅覺、運動感覺等。感覺 (sensation) 是指從外在環境接收到的刺激，來探討個體內在感覺以及外在環境和感官系統的關係；知覺 (perception) 是指較高層次的認知，也就是對於感官所接收的訊息的解釋。感覺是刺激接收的開端，而知覺則是個體對於感覺到的東西所理解的程度。感覺經驗的處理都是以接收者對所在環境的知識為背景，把從前的各種經驗賦予感官經驗意義。人類刺激的接收感受受到他過去的知識背景及需要的影響 (Solso,1991)。感覺是指人體感官，在接收外界環境在體內產生化學變化而改變的刺激，將這些訊息轉換成神經衝動，經由感覺神經纖維傳入各神經中樞，經過體內協調，最後產生反應，接收外在訊息的過程是透過知覺神經系統，即生理上主宰感覺過程的主要機構。在工作環境的刺激是以各種形式的‘轉化能量’傳入人體的感受器，視覺是由光線的刺激、聽覺仰賴於空氣分子的震動、嗅覺則是以化學分子為媒介來傳達，各種感覺器官均只對某種特殊型態的物理能量有所反應。人類認知事物或獲取外界資訊，在一般工作場所中之環境刺激類型裡，最常用的感覺為視覺，其次為聽覺，兩者占相當高的比例；再其次為觸覺、味覺和嗅覺。然而，人類的感覺上仍有許多種，如壓覺、痛覺和平衡感覺等，用來分析、分辨何者是正確的刺激。而心生理學研究學者又將刺激確認階段細分為刺激注意與刺激評估兩步驟。在刺激注意期，依感覺訊息的清晰程度，以及刺激的強度，會影響偵測刺激的能力。而在刺激評估期，依需要與經驗來評估其內容是否為個體想要的刺激型態，再到第二階段反應選擇階

段，是指刺激階段，依據外界環境提供的有關訊息再傳到中樞神經系統，而中樞神經系統依據這些訊息選擇適合的反應，得到適合的訊息就到第三階段反應編序階段，在這階段主要任務是組織動作系統做出理想的動作，組織過程包括使腦幹和脊椎中樞做好動作準備，以提取和組織動作計畫控制動作，指示肌肉按正確的順序作用並收縮，產生適合的力量強度，使肌肉得以有效的做出動作，在簡單反應時間的實驗裡會先在開始訊號之前先給予一個警告訊號，由警告訊號到開始訊號之間的時間就稱為預警期或稱前期 (foreperiod)。反應時間的定義是依動作開始的時間來做為依據，如果實驗時以肌電圖的訊號開始時間來當作反應時間的判斷依據，則應注意通常肌電訊號開始後大約 25 毫秒到 130 毫秒才會產生足夠的肌力而開始動作，這段時間稱為肌電機械延遲期間 (electromechanical delay, EMD) (Georgoulis et al., 2005; Van, Cutsem & Duchateau, 2005; Vint et al., 2001)。所以反應時間又可以細分為開始訊號到肌圖訊號產生之間的動作前期 (pre-motor component)，以及由肌電訊號開始到動作開始的這段時間的動作期 (motor component) (Magill, 2007)。一般認為，反應時間的測量是由訊號輸入後，中樞系統在編序動作反應過程中，所需要的時間，所以可以藉由反應時間的測量，來推測這些動作所需要的中樞處理之複雜程度，進而推測動作控制的過程。一般說來一個簡單的「刺激－反應」實驗，例如看到燈亮就按下按鍵，其反應時間約需 150 毫秒至 212 毫秒之間，這也是一般為簡單的主要動作中所需要的反應時間 (Hyman, 1953)；(胡名霞，2006)。

Kroemer 與 Grandjean (1997) ; Wargo (1967) 指出刺激

訊號開始至反應動作出示從感覺器官的感覺接受刺激而產生訊號大約 1-40 msec, 再從刺激訊號由周圍神經傳至中樞神經大約 2-100 msec, 進而到中樞神經處理時間大約 70-300 msec。這些過程須由肌電訊號儀來測量。做動作時肌肉產生的電活動可以利用肌電圖 (electromyography 簡稱 EMG) 進行測量。肌電訊號儀是一種能將實驗參與者和儀器間的電氣隔離, 重視生理訊號, 訊號放大及減少雜訊的放大系統。肌電圖可用插入式電極在肌肉處量測, 或在皮膚表面放置電極量測, 電極的放置位置愈靠近被量測肌肉愈好, 表面電肌量取的動作電位均很微弱, 再將微弱電位訊號予以過濾放大, 以顯示肌電活動的特性。提供中樞神經所產生的控制訊息及某一動作中特定肌肉之肌纖維活化的程度, 並紀錄肌肉活動電位變化等重要訊息。圖 2 顯示的是實驗參與者接收到亮燈信號後, 將放在反應時間儀器按鍵上的手臂鬆開並抬高至肩膀的目標位置時, 大腿同側股二頭肌 (BFi) 和對側股二頭肌 (BFc) 以及三角肌前部位 (AD) 的肌電圖。肌電圖信號顯示了肌肉活動開始的時間, 而肌電圖頻率的增加和振幅的增大說明了肌肉的運動狀態。圖 2 RT 紀錄末端的垂線顯示的是鬆開反應時間儀器按鍵後, 動作真正開始的時間。

肌電圖所提供的信息具有多種用途, 而最常見的用途是在動作技能學習和控制, 研究中紀錄肌肉激活開始和結束的時間。肌肉開始激活與沒有被激活時相比, 激電圖紀錄會表現出頻率加快、振幅增大。當用肌電圖同時紀錄多塊肌肉的肌電活動時, 研究人員透過觀察肌肉激活紀錄序列可以了解動作過程的協調性。例如: 在圖 2 中, 第一個肌電圖顯示的是在信號發出後與運動手臂同側大腿的股二頭肌 (BFi) 開

始激活；下一個肌電圖顯示的是運動手臂三角肌前部位在實驗任務操作中的肌電活動。肌肉激活序列首先說明參與手臂運動的絕不僅僅是手臂肌肉，還有很多起為了固定姿態作用的肌肉參與了工作。另外，研究人員通過研究肌肉活動序列還發現，人體在進行手臂動作時，首先激活的是穩定身體姿勢的大腿肌肉。(Magill,2007)

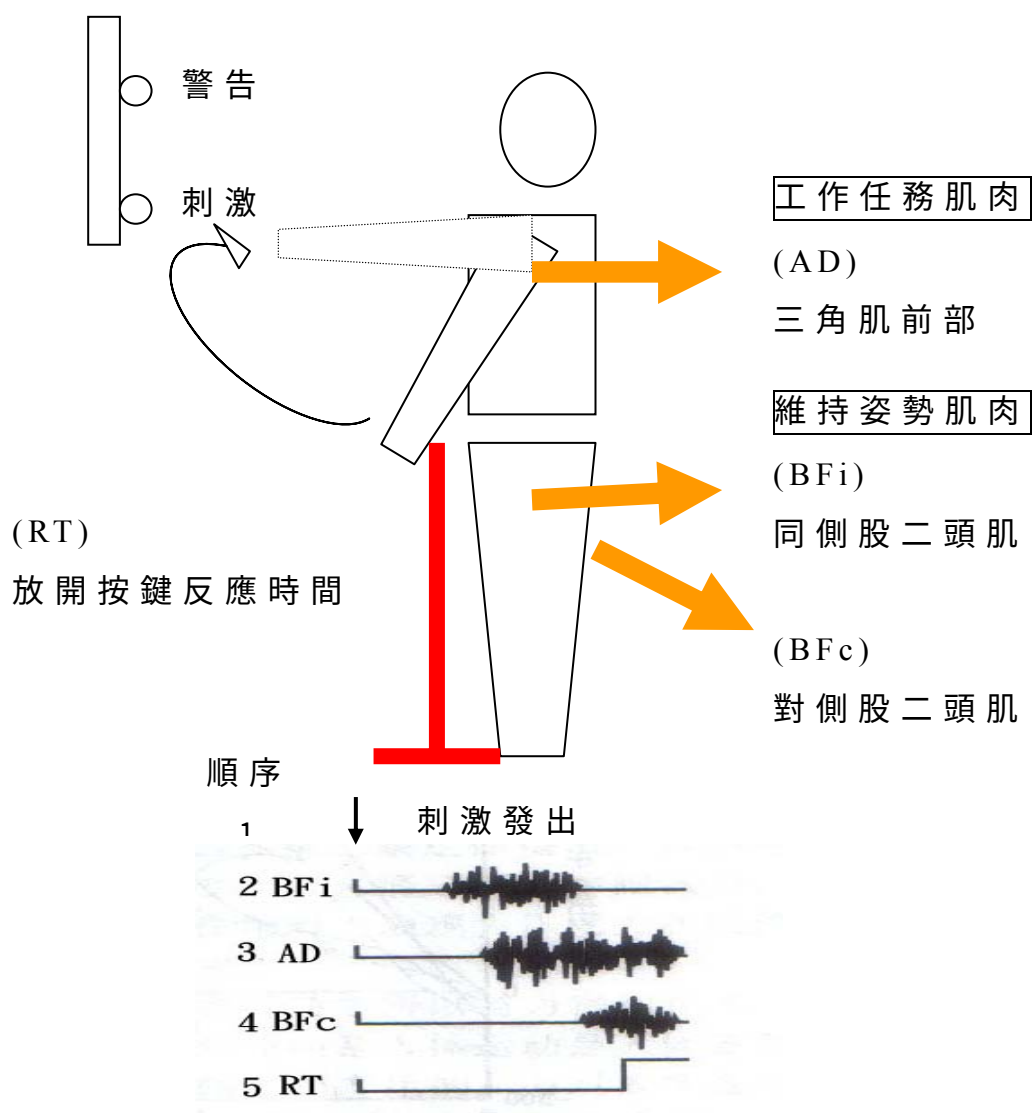


圖 2. 反應時間人體動作圖(修改自 Magill,2007)

第二節 注意力的概念

注意力是指個體身處在四周眾多刺激當中，只選擇其中一個或一部份去反應，並從而獲得知覺經驗的心理活動（張春興，1989）。在注意力的領域有兩個向度，為方向和寬度；注意力方向可分為內在注意力、外在注意力，而注意力寬度則可分為寬大注意力、窄小注意力。注意力的內在是指個體自我思考、計畫和分析。而注意力的外在是指個體將注意力集中於四周環境的刺激線索；而注意力的寬大是指個體在瞬間內感受到許多訊息；在注意力的狹窄則是個體將注意的焦點集中於特定的事物。依據注意力的方向與寬度是相互作用的，可形成有關操作活動，因此，注意力可分為四種基本型態（Nideffer,1993）：

一、內在寬大（broad internal）：個體將注意力集中在內在的思考、分析，並同時注意許多外來的訊息。例如：後場足球員例如：要注意踢球給接球的隊友是否有人防守；要傳給哪一位隊員最適當。二、外在寬大（broad external）：個體能同時注意到外在環境中許多不同的刺激線索。例如：要順利通過狹窄的走廊，需要寬大的外在注意。三、內在狹小（narrow internal）：個體在實施動作之前，內在系統先複演某一種表現動作。例如：球員在傳球時應注意是否會被敵方球員截斷。四、外在狹小（narrow external）：個體將注意力集中於外在環境中的特定事物上。例如：在接球時需要狹窄的外在注意了。

如果環境愈吵雜，干擾因子愈多時，在測試時，實驗參

與者無法專心注意訊號而容易分心，以致影響反應速度，在做反應時間測試時，注意力愈集中時，反應速度愈快。而注意力集中於否，也將關係實驗參與者是否能注意訊號的產生而做出適切、正確反應之能力（林正常，2002）。而注意目標的形式可分為：感覺形式（sensory set）與動作形式（motor set）。感覺形式是指實驗參與者注意力集中於知覺反應訊號之出現，而動作形式則是指將注意力集中於接收刺激後之欲採取的反應動作本身（林耀豐，1996）。

Buckolz 與 Vigars (1987) 研究注意目標形式時指出，傳統動作練習之實驗參與者，只注意動作本身的執行而失去方向感導致反應時間延長，而自發性感覺形式的選擇，雖會影響動作的執行，但卻是能產生較快的反應時間之因素。

Christina (1973) 探討注意目標形式時，令實驗參與者在聽到蜂鳴聲後，立即將右手食指在四種不同的反應的反應鍵上做適當反應。結果顯示，將注意焦點集中於蜂鳴聲之「感覺形式」者，其反應時間比將焦點集中於迅速的動作之「動作形式」者快 20ms。其探究原因是認為將注意力的焦點集中與反應訊號時會使動作的發生較順暢，且縮短準備之時間。

彭聃齡、張必隱（2000）認為在心理學中「注意」是心靈的窗戶，而知識的陽光必須通過注意才有辦法照進個體的心靈中；亦認為「注意」可以看成一種意識狀態，個體透過意識才可以進行並選擇某種活動。而認知心理學者認為「注意」在個體透過訊息處理中扮演著重要的地位，如果沒有「注意」的參與，那就算訊息的輸入、編碼、儲存和提取都將難以實現。而彭聃齡、張必隱將「注意」分成選擇性注意、認知容量與分配性注意、持續性注意、自動化處理。本研究就

只針對警覺與持續性注意做更深入的研究。

持續性注意 (sustained attention) 是指在一段時間內將注意保持在特定活動上。例如，國小兒童在持續 40 分鐘上課時間內，將注意保持在與教學有關的對象上；而飛行員長時間注視儀表板上出現的訊息。這些訊息的出現有些是可以預期的，有些是偶發的，難以預測發生的時機。研究持續性注意，經常使用警覺作業來進行，這種作業包含了信號檢測（或信號偵測）(signal detection) 和信號分辨 (signal detection) 兩種作業。信號檢測作業要求實驗參與者，判斷信號是否出現，如有信號出現做“是”反應，沒有信號出現做“否”反應；而信號分辨作業要求實驗參與者區分不同的信號，如對紅光做“是”反應，對綠光做“否”反應。

Mackworth (1950) 以模擬雷達的裝置，設計了一個鐘錶測驗 (clock test) 的實驗。在一個沒有刻度，沒有任何參照點的鐘面上但是有背景噪音，指針以每秒 0.3 英吋的速度移動，然後以隨機的順序使指針做每秒 0.6 英吋的跳動，做為關鍵信號，要求實驗參與者用按鍵反應報告他所看到的每一個關鍵信號，檢測的信號是偶然的、非週期性地發生的。實驗參與者是單獨接受實驗的，實驗內容持續 2 小時，每半小時作為一個時間組統計實驗參與者的作業成績，以漏掉信號的發生率作為測量警覺性隨時間變化的指標。透過警覺研究發現實驗參與者的作業成績隨時間增加而逐漸下降的一條曲線。Mackworth 將這條曲線稱為減縮函數 (decrement function)。研究警覺下降（或衰減），除了可以用信號的正確反應率（或正確檢測率）做指標，也可利用反應時間的做為指標，Davies 與 Tune (1969) 透過實驗證明了關鍵信號的

反應速度隨著時間增長而下降。Parasuraman 與 Davies (1976) 以持續 45 分鐘的聲音強度分辨作業 (auditory intensity discrimination task) , 實驗中有正確檢測、(correct detection, 簡稱正檢) , 錯誤檢測 (false detection, 簡稱誤檢) , 正確拒絕 (correct rejection) 和漏檢 (omission) 等反應。從實驗中可以得知, 正檢和誤檢的反應潛伏期, 隨作業時間而上升, 說明了警覺隨作業時間增加而下降; 而正確拒絕和漏檢的反應潛伏期, 隨作業時間而下降或保持穩定。從以上結果得知如果作業時間延長後, 可能引起疲倦或不耐煩等的內在不良情緒等。

影響持續性注意或警覺衰減的因素是非常複雜, 包含一、感覺通道的特點; 二、刺激物的強度和持續時間; 三、事件率; 四、時間和空間的不確定性; 五、作業的性質; 六、了解活動的結果。以下分別討論這些因素。(彭聃齡、張必隱, 2000)

一、感覺通道的特點

即個體通過不同的感覺通道 (sensory modality) 。例如聽覺、視覺、嗅覺、味覺和觸覺, 接受外界輸入的訊號。Baker, Ware 與 Sipowitz (1962) ; Warm 與 Alluisi (1971) 研究發現在不同的感覺通道對持續注意的能力具有很低的相關。在 Gunn 與 Loeb (1967) 研究當中視、聽作業中所要求的分辨作用相等, 這兩種的作業成績的相關性也上升, 因此雖然感覺通道的不同, 但都是以共同的中樞神經因素為主, 所以是同樣重要的。

二、刺激物的強度和持續時間

刺激訊號的強度對持續性注意是有相當的影響。Loeb 與 Binford (1963) 的實驗：如果給實驗參與者發出強度為 60 分貝的脈衝訊號，做為一個正常的聽覺刺激，其餘的強度分別為 62.1 分貝、63.6 分貝、65.1 分貝，要求實驗參與者在這些訊號中分辨出正常的聽覺刺激。結果發現，遺漏訊號的數量和關鍵訊號的強度成反比，當關鍵訊號越強時，漏掉的訊號最少；而當關鍵訊號減弱時，漏掉的訊號最多。因此，持續性注意或警覺的衰減更明顯。

三、事件率

多數警覺實驗都使用持續時間內要一直注意不可分心的呈現方法。在這種方式中，特定關鍵訊號會出現在合理發生的中性背景事件中。從背景事件中。實驗時實驗參與者對背景事件不用做出反應，但並不代表背景事件對注意的維持就沒有影響。從以往的研究發現，中性事件的頻率或背景事件的速率及事件率 (Event rate) 將是決定警覺作業成績的重要因素。Jerison 與 Pickett (1964) 實驗中，要求實驗參與者注意一條光線的來回運作。這是訊號分辨的作業的背景事件，關鍵訊號是一條增量為 4 毫米的光線，此光線出現在以下兩個事件中。事件的速率有兩種：(1) 慢速，每分鐘 5 個事件；(2) 快速，每分鐘 30 個事件。關鍵訊號在兩個事件中是一樣多的。綜合發現，在慢速背景事件中，對關鍵訊號的正檢百分數，大於快速背景事件中對關鍵訊號的正檢百分數。而在快速條件下，注意或警覺的函數也減縮了。Loeb 與 Binford (1968) 的研究也證明了，持續性注意的專注是與中性事件的

呈現速率成反比的。Metzger, Warm 與 Senter (1974) 發現了事件率對不同關鍵訊號強度有不同作用。在他們的實驗中，背景事件的速率分別為每分鐘 6 個和 21 個事件，而關鍵訊號的增加分別為 2 毫米和 8 毫米。結果證明了，在背景事件的兩種速率下，實驗參與者對增量為 8 毫米的關鍵訊號正檢率大於 2 毫米的關鍵訊號正檢率，所以，關鍵訊號的強度效應在高速率下越大。從以上的實驗得知，背景事件率對關鍵訊號的正確檢測有顯著影響。

四、時間和空間的不確定性

在警覺作業中，研究人員常用改變關鍵訊號的數量或密度來觀察時間和空間的不確定性而產生的改變。Smith, Warm 與 Alluisi (1966) 設計了時間的不確定性由訊號的數量或密度來決定，其範圍為每小時有 6、12、24、48 和 96 個等訊號來觀察時間不確定性對訊號檢測速度的影響。從實驗中發現，實驗參與者對關鍵訊號的反應是隨著訊號的不確定性的上升而增加的。當訊號的密度為每小時 96 個訊號時，反應時間只要一秒左右；當訊號的密度為每小時 6 個訊號時，反應時間增加到 2 秒左右。Baker (1963) ; Warm, Epps 與 Ferguson (1974) 的實驗中把每個實驗的訊號時間間隔，有分規則與不規則。研究發現訊號時間間隔越規則，訊號檢測的數量就越大，速度也越快。Nicely 與 Miller (1957) 研究發現改變訊號出現的區域位置的出現機率，可以控制觀察者的空間不確定性，因此得知，訊號在某個區域位置出現的機率越高，實驗參與者對該訊號的檢測也越好。

五、作業的性質

Parasuraman (1979 ; 1984) 把警覺作業區分為同時性分辨 (simultaneous discrimination) 和繼時性分辨 (或連續性分辨) (successive discrimination) 兩類。Parasuraman (1979) 的研究中將作業分兩種，要求實驗參與者要記住並分辨以下的不同：(1) 在同時性分辨作業中，以一個 1000 赫茲 (Hz) 的純音要求實驗參與者在一個間歇性的突發產生內檢測出；(2) 在繼時性分辨作業中，以一個 1000 赫茲 (Hz) 的間歇性純音在強度上的變化要求實驗參與者要分辨出來檢測。事件率有兩種：(1) 低速率，每分鐘 15 個事件；(2) 高速率，每分鐘 30 個事件。來檢驗作業類型與事件率對視覺和聽覺作業成績下降的影響。從實驗結果 Parasuraman 認為，實驗參與者需要將當前出現的刺激與上述的在繼時性分辨作業中的目標刺激做比較，因為記憶的負荷增加，在高速率的情況下，個體敏感性會隨時間延長而下降。

六、了解活動的結果

Mackworth (1950)指出實驗前如果把結果告訴實驗參與者，將提高訊號檢測的數量和預防警覺的衰減。而 Adams 與 Humes (1963) ； Warm, Epps 與 Ferguson (1974) 的研究證明了，實驗前先了解實驗的結果可以提升警覺作業中訊號檢測的頻率和速度。

持續性注意的理論，包含了喚起理論、信號檢測理論和期待理論等，分述如下：

一、喚起理論：喚起 (arousal) 指的是個體的心理和生理的

興奮水準，它影響到個體完成各項注意與包括維持警覺的功能 (Parasuraman, 1984)。現代神經生理學者指出，腦幹網狀結構主要的功能之一是喚起，指個體腦幹的網狀結構 (reticular formation, 簡稱 RF) 或網狀激活系統 (或網狀活化系統) (reticular activating system, 簡稱 RAS) 是指從脊椎上端到丘腦之間的一種彌散性的神經網路。網狀結構的神經細胞結構很複雜，大小也不同。網狀結構的神經細胞的軸突較長，側枝也較多。因此，一個神經元可以和周遭的神經元形成突觸 (synapse)；其中一個受到刺激就可以引起周圍細胞的廣泛的興奮而群起工作。神經生理學的研究發現，來自身體各部位的感覺訊號，其中一部分沿感覺傳導通路 (特定通路) 直接到達相應的皮層感覺區；另一部份通過感覺通路上的側支先進入網狀結構，然後由網狀結構釋放一種衝擊性脈衝，投射到大腦皮層的廣大區域，進而使大腦產生一般性的興奮水準或喚起水準，使皮層的功能普遍得到衝擊性脈衝增強。因此 Hebb 在 1955 年提出，感覺輸入有兩個主要的功能，透過傳遞環境中的訊息與提供一種彌散性的活動背景，增強腦的功能。傳遞環境中的訊息提高個體的警覺水準，進而加強皮層的傳輸功能。

根據喚起的概念，使知覺環境出現不斷的變化就可以使網狀激活系統處於最佳的機能狀態。當刺激物的變化低於臨界閾值時，喚起的程度就會下降，在單調的持續性注意作業中，維持警覺所需要的非特異性活動的水準因而降低了檢測訊號的有效性。喚起理論是非常多實驗研究者會用來解釋持續性注意的生理機制。Davies 和 Krkovic (1965)；Eason, Beardshall 和 Jaffee (1965) 用腦電波的 α 波活動水準和皮膚

電傳導能力（或膚電反應）（electro dermal response，簡稱 EDR）作為大腦喚起水準的指標。實驗結果指出，警覺作業中訊號檢測分數下降是與腦電 α 波活動水平的下降及皮膚電傳導能力的下降一致的。由此可知，腦的覺醒水準是完成持續性注意作業的重要基礎。O'Hanlon 在 1965 年研究實驗參與者對訊號的檢測和血液中腎上腺素含量的關係。結果發現當血液中腎上腺素的濃度上升時，實驗參與者對訊號的檢測百分數也隨提高；不同的是，當血液中腎上腺素的濃度下降時，實驗參與者對訊號的檢測百分數下降。由於血液中腎上腺素的含量可用來表示網狀結構的激活水準或腦的喚起水準。因此，由 O'Hanlon 實驗結果同樣可說明警覺作業的成績與喚起水平有密切關係。Parasuraman 在 1984 年提出的與 O'Hanlon 有不同的看法指出，警覺與喚起是有聯繫，但兩者是不同的概念。在一定的時間內，警覺的下降伴隨著生理喚起的下降。但在所有持續時間較長的測驗情景中，幾乎都會出現生理喚起的下降。因此，生理喚起下降的出現與作業類型和行為結果無關。Davies 等人（1983）證明，引起生理喚起下降的最主要原因是實驗情景的延長比較單調與無趣。在單調與無趣情景下，生理喚起水準是會下降的。

在持續的訊號檢測作業和分辨作業中，出現了生理喚起的下降，但警覺的衰減不一定是生理喚起下降的結果。因此，不可只用生理喚起的單一狀態來解釋警覺衰減的原因。

二、信號檢測理論：信號檢測理論（或訊息偵查論）（signal detection theory，簡稱 SDT）是屬於測量感受性的理論，應用於無線電通訊中。由 Green 與 Swets（1966）加以改進，應用於心理物理實驗中，到了 60 年代以後，此理論廣泛應用於警

覺或持續性注意方面的研究。

信號檢測理論假設，人們對正確信號和噪音刺激的感覺呈常態分布。常理來看，正確信號引起的感覺水準較高。但是，由正確信號和噪音所發出的訊號兩者訊號有時會疊加在一起有時各自呈現，因此，實驗參與者有時難以分清什麼是信號、什麼是噪音。正因為如此，人對信號的檢測會出現四種不同情況：(1) 正確檢測（或中的）（hit）：信號出現，檢測有信號；(2) 漏報（或失察）（miss）：信號出現，檢測無信號；(3) 正確拒絕（correct rejection）或正確（correct）：信號未出現只有噪音出現，檢測無信號；(4) 誤報（或虛驚）（false alarm）：信號未出現只有噪音出現，檢測無信號。

信號檢測理論與傳統的心理物理學論點不同。傳統的心理物理學者以感受性為指標來測量感覺閾限。這種測量方法有可能因實驗參與者的主觀判斷標準而對所測得的感覺閾限產生重要影響。信號檢測理論區分：檢測敏感性（或感覺辨別力）（sensory discrimination）（ δ ）和選擇標準（selective criterion）（ β ）這兩個重要的參數。這是信號檢測理論不同於傳統的心理物理學（psychophysics）方法的重要特點。信號檢測理論實驗設計方式為檢測敏感性（ δ ）是用正確信號和噪音兩個分布之間的距離來表示的，兩者的距離越大，信號與噪音較易分辨。選擇標準（ β ）是由觀察者主觀決定的，當感覺水準低於此標準時，觀察者會將刺激一律判斷為信號。選擇標準（ β ）的變化不會引起檢測敏感性（ δ ）的改變。

Egan, Greenberg 與 schulmn (1961) 指出用信號檢測理論來研究警覺問題的重要意義。他們認為，警覺減縮函數可

能反應了人們在作業中採用的較傳統保守的反應標準，而不是由於對信號的知覺能力或敏感性的下降所致。後來 Broadbent 與 Gregory (1963) 驗證了，在警覺作業期間，敏感性指標 (δ) 保持不變，而選擇標準 (β) 隨時間而逐漸上升。

又有另一些研究學者發現，在警覺作業中，知覺敏感性是隨環境而改變的。Parasuraman (1979) 在研究作業類型和事件率對警覺下降的影響時，發現在繼時性分辨作業和高事件率條件下，敏感性隨時間延長而有明顯的下降，這種下降可能是增加記憶負荷所造成的。Nuechterlein 等人 (1983) 在實驗中，快速呈現數字（每秒 1 個），要求實驗參與者從非目標數字 1-9 中，檢測出目標數字為 0。實驗對比在三種刺激衰變條件（高衰變、中衰變、不衰變）的結果，作業時間為 8 分鐘。結果發現在高衰變條件下，檢測敏感性 (δ) 明顯隨作業時間迅速下降；而在中衰變和不衰變的條件下，沒有出現檢測敏感性 (δ) 下降的現象。這說明，由刺激衰變引起較高知覺負荷和高刺激的結合，會造成檢測敏感性 (δ) 的速度有較大幅度的下降。在 5-8 分鐘時間內，個體的喚起不會下降。因此，上述結果用喚起理論是無法解釋的。

信號檢測理論最重要意義是把警覺作業中引起注意衰減的原因區分為反應標準的上升和知覺敏感性的下降，一些研究結果對喚起理論也提出更多有力的挑戰。但是，究竟是什麼原因引起反應標準和知覺敏感性的變化，這些問題還需進一步研究與討論。

三、期待理論：Baker (1963)；Deese (1955) 提出有關警覺的期待理論 (expectancy theory)。指出人對信號的檢測與對

信號的準備性或期待是呈正相關。這種期待來源是頭腦中已儲存的訊息對要檢測的信號與信號出現的重要條件。按照這種理論，個體預測關鍵信號的出現時間因作業持續時間的延長而變壞，而產生持續性注意的衰減。理論中還提出，回饋能改善觀察者期待的精確性，因此而防止作業成績的下降。Colquhoun 與 Baddeley (1967) 指出，透過訓練來建立實驗參與者面對很高訊號率的期待，而在作業時實際出現的信號，比實驗參與者期待出現的信號概率要低的多，實驗參與者因而修改自己的標準，對信號檢測採取較嚴格的態度，所以能明顯地影響警覺衰減的過程。但是 Craig 與 Colquhoun (1975) 指出在警覺作業成績下降，他們可能主要是在作業前形成的不適當期待作用造成的。一系列實驗支持了期待理論。降低實驗參與者的時間不確定性，有助於提高警覺的效應。這一發現與期待理論的預測是一致的。但是，期待理論同樣不能解釋所有的警覺現象。因此，期待理論不能解釋事件的速率與信號規則性效應複雜的相互關係 (Moore & Gross, 1973)；期待理論也不能說明知覺敏感性為什麼下降；另外，根據期待理論，實驗參與者應該能精確的估計信號出現的時間。而 Mcgrath 與 O'Hanlon (1967) 實驗證明，實驗參與者並沒有這種精確時間的能力。

第三節 注意力與中晚期兒童的發展相關課題

根據皮亞傑的發展過程中，在發展歷程具有二個重要性特徵，即是組織 (organization) 和適應 (adaptation)。組織

是指個體智力的統合功能把較低層次的結構或以生理為基礎的行為，統合而成較複雜且高層次的心理歷程的行為。適應則是指來自外界的新訊息和新經驗做為有效處理，而有新的認知結構的過程。適應包含同化與調適兩種彼此互補的歷程使其平衡。同化是個體以其既有的認知結構處理環境中遇到的問題；其次是調適，是個體在同化不足以應付困難時，自行改變其認知結構以適應環境的需要。當個體面臨外來的刺激或遭遇問題時，同化與調適兩者之間是同時運作。皮亞傑認為兩者之間存在一種失衡狀態，如果同化不成，會造成個體和環境間失衡的狀態。對個體來說失衡是不愉快的，為了解除失衡狀態，個體必須改變擴大原有的認知結構，因此，這時就要發揮調適的功能。

皮亞傑對具體運思期的兒童能力，特別強調四個方面的能力，對環境的變動面與固定面發展出分辨的能力及把各自分開的基模調合成在某個統一的認知結構內進行組織的運思。而思考的步驟可以相反的方式來執行，從原因推到結果及從結果推到原因的能力（可逆性）。以及去中心（decentration）。開始從屬於兒童自己的內在觀點內向外移，以便考慮到其他人的不同觀點。Gautier 等人（2002）以 5 歲與 8 歲的兒童為實驗參與者，結果發現 5 歲的孩子不管在困難或是簡單的時間雙重作業，時間作業的時間再製量皆比單一時間作業的時間再製量短；但是 8 歲的孩子只有在困難雙重作業中的時間再製量低於單一作業，在簡單雙重作業中卻沒有顯著差異。若依注意力資源理論的解釋，5 歲的孩子因為認知能力較不成熟，不同難度干擾作業皆耗損過多的注意力資源，因此在兩種雙重作業中皆低估時間的長度。而 8 歲

的孩子則因為認知能力較佳，因此只有在處理困難作業時需耗費相當的心理資源，影響時間作業的表現。Smit 等人 (2004) 利用不同難度的柯能氏持續表現作業 (continuous performance test 簡稱 CPT) 作業，檢視受試者整體的警覺度表現與作業難度的關係，結果發現在愈困難且耗損心理資源愈多的作業，其整體持續注意力反應的錯誤率愈多，而反應速度愈慢。Widing (2003) 以注意力不足過動症 (Attention-deficit hyperactivity disorder 簡稱 ADHA) 行為量表將一般正常孩子區分為注意力好與不好兩組學生，也發現兩組在簡單的視覺搜尋作業的表現沒有差別，但在干擾刺激出現的作業則有顯著的差異。Egeland 等人 (2003) 以 53 名精神分裂症病人及 50 名重複發作憂鬱症病人來做測驗，以 DS-CPT、雙耳分聽作業、stroop 叫色 (color-naming) 作業和 cal CAP 四個神經心理測驗，來了解他們在處理速度與選擇性注意力警覺性的差異，結果得知在警覺性部分，精神分裂症病人和正常人沒有任何差異，而憂鬱症病患的表現則隨時間延長而下降。Rosenbaum (1983) 指出在球類運動中，發球的準備動作可是刺激出現前線索，若前線索到刺激出現的時間固定會造成對手的預期的有利條件，並藉此縮短反應時間。若能經常改變反應前期的時間，使其不規則出現，將能有效遏止對手預期的效果，其研究發現反應前期的時間適中，則反應時間縮短，而反應前期的時間太長或太短則反應時間變長。Klapp (2003) 研究中以簡單反應、選擇反應一次刺激、分段刺激，這兩種變項來分析反應時間表現的交互效果。在反應前期階段提供不同形式的口語提示，一次刺激是將刺激出現前的提示語一次說完，而分段刺激是將提示語分

段說完。而實驗的結果獲得在一次刺激的反應前期中簡單反應時間不變，而選擇反應時間變長，而在分段刺激的反應前期中簡單反應縮短，而選擇反應時間不變。黃守廉等人(2007)以 84 位 9-16 歲的一般兒童作為實驗參與者，測驗單一時間再製作業與困難度不同的時間再製雙重作業，時距皆為 5、12、17 秒讓兒童在柯能氏持續表現作業 (CPT)，及父母填寫短式柯能氏家長版量表中文版 (CPPS-R：S)。從結果顯示，此研究並沒有發現國小高年級與中年級組（9 歲以上）在時間再製的單一作業和雙重作業的表現具有發展上的變化。

第四節 反應前期的相關課題

反應前期是指在開始進入反應速度測量至刺激信號出現時的時間，前期時間太長，可能因單調、無趣而使注意力不集中；前期時間太短，實驗參與者反應動作的準備時間不夠。在探討反應前期的因素時，可以由前期時間之平均值於標準差來探討（劉英茂，1977）。前期時間標準差小時，刺激大約能在某固定時間出現，實驗參與者能高度預測刺激的出現，因此減少反應時間；若標準差太大時，則刺激出現時間不定，因不確定的心理使然而無法預測，使反應時間可能變長。反應的前期包含了預期的效果，預期即對於所提供情境是在不確定的情境下所提供之前線索，運用選擇性的注意並找出固定的前動作的刺激，然後再做出適當的反應。預期所指的是猜測刺激訊號之出現時間，然後事先將適當的反應存入短期

記憶，所以在實際的動作反應時間就會減少（Abernethy,1987；Schmidt,1982；陳俊汕，1995）。而溫卓謀也在 1995 年提出將預期區分為兩種：（林清和，1996）

（1）事件的預期（event anticipation）又稱空間的預期（spatial anticipation），即能對四周環境預測將會發生什麼事，可以讓動作者事先對動作加以準備，以便最後的動作訊號發生時，能夠在最短的反應時間來啟動動作。Thomas、Gallagher 和 Purvis 在 1981 年研究設計中針對年齡而不分性別，年齡分別為 7 歲、9 歲、11 歲、13 歲、20 歲等五組。研究 RT 與預期時間隨年齡發展的影響，結果指出，隨著年齡的增加，RT 會變快，且 7、9 歲組之預期時間的表現比年齡 11、13、20 歲組之預期時間慢，主要是因為 7、9 歲組在預期時間的表現時，缺乏較佳的運動經驗程式。另外，Larish 和 Stelmach (1982) 及 Rosenbaum (1983) 認為發球的準備動作可視為前線索，以探討前線索對技能表現的影響，如果發球形式固定，則結果指出，發球時應該避免將發球的意圖暴露出來，則會縮短對手的反應時間。因此要延遲對手的反應時間，應將發球前期時間動作控制在某一個時間之前、之後或經常改變發球前期。

（2）時間的預期（temporal anticipation）時間預期即是動作者能預期未來的刺激發生之時機。通常反應前期的動作規律性和反應前期的持續時間會影響個體對判斷刺激出現時間的時機。當反應前期是規律性且短暫時，就能縮短反應時間。Quesada 和 Schmidt (1970) 指出當反應前期為 2 秒時，平均的反應時間可以縮短為 22 毫秒。而 Magill (2007) 則認為，最適當的反應前期應考慮該動作的特性和反應的種類而

定，例如手部的反應時間和足部的反應時間，手部的最適宜反應前期較足部要短些；而簡單反應時間要比選擇反應時間的反應前期短些。所以，最適宜的反應前期範圍約在 0.5 秒至 4 秒之間。Polzella, Ramesy 和 Bower 在 1989 年以 4 名（2 男 2 女）慣用右手者為受試對象研究簡短的前期對 RT 的影響。採用電腦儀器來測試在不同前期（300、400、500、600、700 毫秒）的手部之 SRT。每位實驗參與者皆參與以手抓取路徑（catch trial）（刺激出現的機率為 0.9）及不要以手抓取（No-catch trial）（刺激出現的機率 1.0）兩種狀況測試，測試十個集團，一個集團測試 12 次，總共 120 次，並經大約三星期取得分析資料。研究結果發現，catch trial 組之平均 RT，隨著前期的增長而成直線的減少；No-catch trial 組之平均 RT，隨著前期的增長而成曲線的減少。研究學者認為，RT 與反應訊號發生瞬間的機率有關；若增加刺激出現的機率，會使實驗參與者在準備階段時，增加對訊號偵測之能力，因此，若能在訊息出現之前，對反應成功的抑制，就會伴隨著有預期的現象出現，而使 RT 縮短。Bjorklund (1991) 研究以按鍵（key-press）及放鍵（key-release）的方式反應及不同的前期對 RT 和 MT 的影響。以 20 名男大學生為實驗參與者，採用兩極真空管放射出的光線為刺激，測試不同前期（400、711、1265、2249、4000 毫秒）下慣用手食指之 SRT 及 MT 各 8 次，並重複 5 次共 200 次，分成按鍵和放鍵兩種方式測試 RT 後，之後並包含四個動作分成的 MT，每位實驗參與者兩種方式。結果指出，隨著前期的增長，兩組的 RT 有增加的趨勢；而 MT 與 RT 有相同的趨勢出現。研究者認為，RT 與 MT 受到前期的影響，可能準備形式和預期發生，造成知

覺和動作成分之表現不同所致。

Bjorkiund (1992) 以 12 位女大學生為實驗參與者來研究前期的變化和 80 分鐘的工作時間 (time on task, TOT) 對 RT 和三個動作成分之 MT 的影響，利用兩極真空管放射出的光線為刺激，測試 (500、889、1581、2812、5000 毫秒) 等不同前期慣用手食指之 SRT 及 MT 各 30 次，共 150 次。結果發現，在中間的前期為 1581 毫秒是 RT 最快的，前期與 TOT 有交互作用效果存在，在前 20 分鐘之 TOT 隨著前期增加到 1581 毫秒時，RT 也變快且達顯著；在最後 20 分鐘之 TOT，最快的出現，也是在 1581 毫秒的前期時間，且在最短的前期 (500 毫秒) 及最長的前期 (5000 毫秒) 時，RT 有增加現象。在 MT 方面，TOT 對 MT 無影響；但前期對 MT 的影響則有顯著差異，從最短的前期到最長的前期，MT 增加 23 毫秒。

第五節 本章總結

反應時間是決定運動及日常生活的應對之勝負關鍵。訊息處理能力是由知覺感受系統接受刺激後，所傳達到個體的訊息後的結果行為，而影響的訊息處理的前期，前期時間更影響反應時間的重要課題，而當前期時間太長、太短均會使反應時間變長，換句話說在適當的前期可縮短反應時間，但是當前期時間過長，而使得注意力疲勞導致反應時間變長，是意料中的事，但在不同年齡兒童的前期長短，理所當然依照年齡而的增長，而反應時間亦縮短，到了年齡 20 歲，則隨著歲月的增長反應時間也隨著增長。所以生理的成熟度影響

了反應時間及前期注意力的長短，而有無運動或有無規律性的運動也影響到了反應時間的前期時間。因此，影響前期時間長短與年齡、有無運動或有無規律性運動、預期、注意力和警戒時間有相當大的關連。

第參章 研究方法

第一節 實驗參與者

本研究的實驗參與者為 8 歲、10 歲與 12 歲的兒童共計 192 位，每組的人數與年齡分別為 8 歲組 65 人（平均年齡 8.18 歲、標準差 0.30 歲）、10 歲組 66 人（平均年齡 10.22 歲、標準差 0.31 歲）和 12 歲組 61 人（平均年齡 12.14 歲、標準差 0.34 歲）。每位研究參與者皆為聽力正常、無神經性障礙者且自願參與本研究，並經實驗參與者的監護人簽署「實驗參與同意書」（如附件一）以保障其參與實驗的權益後，方進行實驗的反應時間檢測。

第二節 實驗器材

研究中測量聽覺反應時間的主要設備為 Catsys 2000 神經行為評估系統（Danish Product Development Ltd.製）如圖 3，並使用 Catsys 2000 1.13 版分析軟體計算實驗參與者按壓觸控開關的簡單聽覺反應時間平均數與其標準差，Aguilar 等人（2008）則曾就 Catsys 系統對於量化評量顫動/運動失調患者（fragile X-associated tremor/ataxia syndrome）進行探討，並且針對系統功能在於鑑定顫動/運動失調患者給予高度評價。此外，因研究設備採用按壓觸控開關作為動作反應的時間截斷點，收集到的時間資料包含反應時間和按壓開關

的動作時間 (movement time)，就反應時間相關研究的典範係屬於全部反應時間 (response time) (Magill, 2007; Schmidt & Lee, 2005)；而開關的機械元件結構與按壓動作特徵，全部反應時間中的動作時間變異則假定趨近於零。



圖 3. Catsys 2000 神經行為評估系統

第三節 實驗設計與流程

為了探討刺激源出現的前期時間長短對於反應時間的影響，研究者招募 8 歲、10 歲與 12 歲的兒童參與實驗，並採隨機的方式試做長前期時間與短前期時間的聽覺按壓反應時間測試。實驗地點乃選擇在無噪音、無干擾的環境下進行，實驗參與者在進入實驗室後，即繳交已填寫完成的「實驗參與同意書」，並由實驗者解釋實驗工作的要求，且告知實驗參與者有權利在全部實驗的過程中任意退出實驗。正式實驗測

試時，實驗參與者平躺於舒適的軟墊上，雙手平置於左右髖關節二側，右手握持測試反應時間的器材，並以右手大拇指輕壓觸控開關（如圖 4），當 Catsys 2000 神經行為評估系統的反應時間測試功能啟動後，系統的集線盒會先發出長音的警告訊號（長度 500 毫秒、音量 20dB）提示受測者準備，並在 5-7 秒內（短前期，平均 6 秒）或 29-31 秒內（長前期，平均 30 秒）隨機產生短音刺激訊號（長度 45 毫秒、音量 20dB），實驗者要求實驗參與者在聽到短音刺激訊號後，以最迅速的時間按下觸控開關作出反應，其中短前期的測試時間為 40 秒、長前期的測試時間為 4 分鐘，每項測試間的休息時間為 1 分鐘。



圖 4. 測試場景

第四節 資料處理

收集得的反應時間資料在排除每一位實驗參與者第 1 筆資料後，取 6 次試做的測試結果計算平均反應時間和標準差，實驗資料經 SPSS 12.0 統計分析軟體進行 3（年齡） $\times$ 2（前期時間）混合二因子變異分析進行統計考驗，在出現交互作用達顯著時，則分析其單純主要效果，並以 Duncan 法進行事後比較；交互作用未達顯著差異時，則進行主要效果的分析。本研究統計的顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果與討論

本研究的主要目的即是透過反應時間的前期注意力持續時間過長而產生注意力疲勞狀態的個體限制，以了解身體注意力疲勞狀態，對於不同年齡兒童訊息處理能力反應時間的影響。實驗所得數據經處理後，結果與討論共分為三個部分加以說明：第一節為平均反應時間；第二節為反應時間的變異性；第三節為綜合討論。此外，本研究統計方法採用 3（年齡） $\times$ 2（前期時間）獨立樣本二因子變異數分析，故每節結果的陳述均先探討不同前期與年齡的交互作用，交互作用達顯著後則進一步比較單純主要效果。但若無交互作用產生，則比較與年齡兩因子的主要效果，並探討平均反應時與反應時間的變異數。

第一節 平均反應時間

本研究以 8 歲、10 歲、12 歲之兒童進行不同年齡組共分成三組兒童經兩種情境的反應時間測量後，各組反應時間的平均值與標準差結果如表 1。另外，林清山（1992）認為為了瞭解不同的團體在內部的差異比較，若直接比較其標準差恐有立足點不同的問題，故也須計算出各團體之相對差異係數（coefficient of relative variability，簡稱 CV），以進一步互相比較。結果如圖 5 表示。

	短前期 RT		長前期 RT	
	M	SD	M	SD
8 歲	0.360	0.070	0.466	0.101
10 歲	0.319	0.070	0.384	0.063
12 歲	0.294	0.069	0.360	0.057

表 1. 各組年齡與不同前期平均反應時間描述統計資料
(單位：sec)

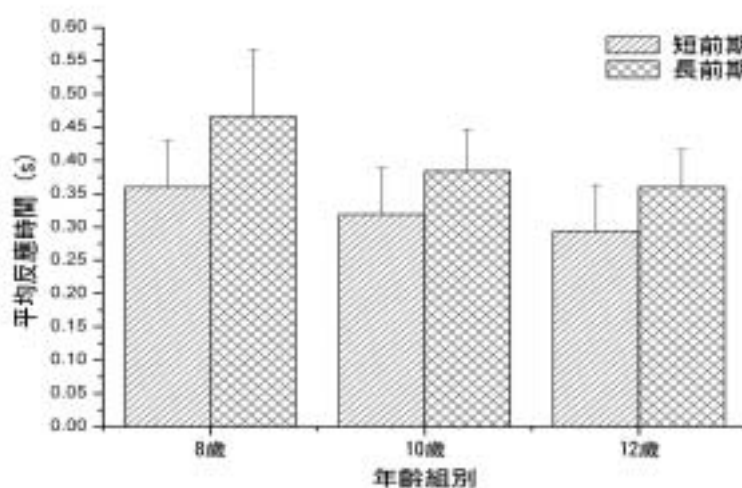


圖 5. 前期時間與年齡組別平均反應時間變異圖

短前期情境下的 8 歲、10 歲與 12 歲組反應時間分別為 $0.360 \pm 0.070s$ 、 $0.319 \pm 0.070s$ 、 $0.294 \pm 0.069s$ ，在長前期情境時的 8 歲、10 歲與 12 歲組反應時間則分別為 $0.466 \pm 0.101s$ 、 $0.384 \pm 0.063s$ 、 $0.360 \pm 0.057s$ 。就前期時間與年齡組別等二變項進行混合設計二因子變異數分析，結果顯示交

互作用達顯著水準， $F(2, 189) = 9.56, p < .05, power = .98$ 。
如表 2。

表 2. 各組年齡與不同前期的平均反應時間分析摘要

變異來源	MS	F	η^2	power
受試者間				
年齡 ^a (A)	0.251	28.131 [*]	0.229	1.00
群內受試 ^b (S/A)	0.009			
受試者內				
前期時間 ^c (B)	0.597	340.143 [*]	0.643	1.00
年齡與前期時間 ^a				
(A×B)	0.017	9.563 [*]	0.092	0.98
前期時間與組內受試				
者 ^b (B×S/A)	0.002			

* $p < .05$

註：^adf=2, ^bdf=189, ^cdf=1

因此，研究則進一步就單純主要效果加以分析，結果顯示前期時間在 8 歲組、10 歲組與 12 歲組中也均達顯著差異，其統計數分別為 $F(1, 189) = 180.00, p < .05, power = 1.00$ 、 $F(1, 189) = 71.00, p < .05, power = 1.00$ 和 $F(1, 189) = 66.00, p < .05, power = 1.00$ ，顯示各年齡組的長前期情境反應時間顯著高於短前期情境反應時間；年齡組別在短前期情境的反應時間單純主要效果則出現顯著差異， $F(2, 378) = 14.40, p < .05, power = 1.00$ ，經 Duncan 法事後比較後發現 8 歲組的

反應時間顯著高於 10 歲組與 12 歲組，10 歲組的反應時間則高於 12 歲組的兒童；年齡組別在長前期情境的反應時間單純主要效果也顯示顯著差異， $F(2, 378) = 39.20, p < .05, power = 1.00$ ，經 Duncan 法事後比較後發現 8 歲組的反應時間顯著高於 10 歲組與 12 歲組，10 歲組的反應時間則與 12 歲組的兒童沒有顯著差異存在。結果如表 3。

表 3. 各組年齡與不同前期的單純主要效果與事後比較

變異來源	MS	F	η^2	power	post hoc
年齡 (A)					
短前期 RT ^a	0.072	14.40 [*]	0.136	1.00	8>10>12
長前期 RT ^a	0.196	39.20 [*]	0.262	1.00	8>10,12
細格內誤差 ^b	0.005				
前期時間					
在 8 歲組 ^c (a1)	0.360	180 [*]	0.762	1.00	
在 10 歲組 ^c (a2)	0.142	71 [*]	0.62	1.00	
在 12 歲組 ^c (a3)	0.132	66 [*]	0.50	1.00	
前期時間 × 組內受					
試 ^d	0.002				

* $p < .05$

註：^adf=2，^bdf=387，^cdf=1，^ddf=189

第二節 反應時間的變異性

為了探討實驗操弄測量得的反應時間變異性，研究對實驗參與者的反應時間計算其標準差，以做為工作反應的穩定性指標，研究的三組實驗參與者經兩種動作情境的反應時間標準差計算後，計算其反應時間標準差的描述統計資料如表 4 所示。

表 4. 反應時間的標準差描述統計資料

	短前期變異		長前期變異	
	M	SD	M	SD
8 歲	0.061	0.026	0.084	0.075
10 歲	0.055	0.035	0.066	0.044
12 歲	0.049	0.028	0.059	0.027

(單位：sec)

短前期情境下的 8 歲、10 歲與 12 歲組反應時間標準差分別為 $0.061 \pm 0.026s$ 、 $0.055 \pm 0.035s$ 、 $0.049 \pm 0.028s$ ，在長前期情境時的 8 歲、10 歲與 12 歲組反應時間標準差則分別為 $0.084 \pm 0.075s$ 、 $0.066 \pm 0.044s$ 、 $0.059 \pm 0.027s$ ，如圖 6。就刺激來源情境與年齡組別等二變項進行混合設計二因子變異數分析，結果顯示交互作用未達顯著水準， $F(2, 189) = 1.06$, $p > .05$, $power = .23$ 如表 5。

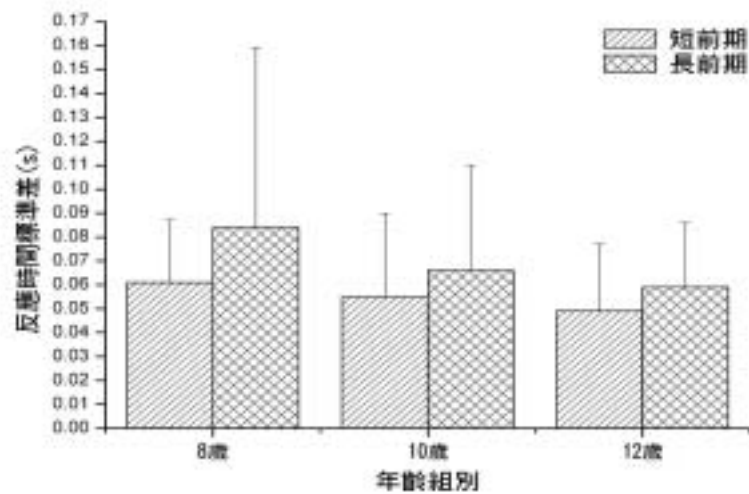


圖 6. 前期時間與年齡組別反應時間變異圖

表 5. 各組年齡與不同前期的反應時間異數分析

變異來源	MS	F	η^2	power
受試者間				
年齡 ^a (A)	0.110	4.878*	0.050	0.080
群內受試 ^b (S/A)	0.002			
受試者內				
前期時間 ^c (B)	0.021	13.732*	0.068	0.958
年齡與前期時間 ^a (A×B)	0.002	1.057	0.011	0.233
前期時間與組內受試者 ^b (B×S/A)	0.002			

* $p < .05$

註：^adf=2，^bdf=189，^cdf=1

因此，研究則僅就主要效果進行分析，在不同年齡的主要效果分析顯示反應時間的變異性有差異存在， $F(2, 189) = 4.88, p < .05, power = .80$ ，經 Duncan 法事後比較後發現 8 歲組的反應時間變異顯著高於 10 歲與 12 歲組，10 歲與 12 歲組之間的反應時間變異則未達顯著差異；前期時間長短的受試者內主要效果方面，也發現前期時間長的實驗操弄反應時間變異性顯著高於前期時間短的實驗操弄， $F(2, 189) = 13.73, p < .05, power = .96$ 。

第三節 綜合討論

反應時間就訊息處理理論的觀點而言，它代表了刺激源輸入到動作產生前的訊息處理時間，也就是在動作出現前的行動準備 (action preparation) 時間，而關於影響這訊息處理歷程的因素，過去則有諸多的實證性研究或相關的理論在深入探討，是以就有了 Hick 定律、成本-效益消長 (cost-benefit trade-off) 或刺激 - 反應相容性 (stimulus-response compatibility) 等概念的提出 (Magill, 2007)，並加以解構此一準備歷程的各個階段。然而，本研究主要是有關於刺激源出現前的前期或預警階段 (alertness) 時間長短，與以實驗的操弄，探討不同年齡中晚期兒童在簡單聽覺反應時間的表現，結果顯示前期時間在 6 秒內時，12 歲組兒童顯著快於 10 歲組兒童、10 歲組兒童顯著快於 8 歲組兒童，可是在前期時間在 30 秒內的情境下，則出現了 10 歲組兒童與 12 歲組兒童顯著快於 8 歲組兒童、10 歲組兒童與 12 歲組兒童沒有差異

的現象，說明增加前期時間使得各年齡組別兒童的反應時間增加，但是 10 歲組兒童並沒有退化到 8 歲組兒童的程度，而 12 歲組兒童的反應時間則退化到與 10 歲組兒童相同。Eason, Beardshall 和 Jaffee (1965) 就曾經操弄長達 1 小時的長期警戒時間，發現實驗參加者皮膚導電度都隨著警戒時間增加而降低，頸部的張力也隨之增加以補償神經系統傳導能力的降低。所以前期時間的增加，相對的就會致使兒童因為維持警戒水準而出現注意力的疲勞，這種為了維持警戒水準造成行動準備能力（或說反應時間）的退化，在 12 歲組兒童出現了降低至如同 10 歲組兒童的表現，顯示 12 歲組兒童的訊息處理能力在過長的警戒時間條件下，成熟的個體仍然會出現訊息處理能力的減退。就前期時間短的反應時間年齡差異來看，溫卓謀與林清和（1998）研究指出中年級與高年級學童的反應時間沒有差異，並且都顯著快於低年級學生，此一結果並沒有與本研究在短前期時間操弄的結果相同。但是，Olivier, Audiffren 和 Ripoll (1998) 則就年齡差異實驗發現 6 歲兒童的反應時間與 8 歲兒童沒有統計差異，8 歲、10 歲與 22 歲的實驗參加者則為隨著年齡的增加而反應時間越來越快。Olivier 等人則就成本-效益消長的概念，解釋年齡較大的實驗參與者因為較為謹慎處理動作準備問題，而產生動作程式前的注意階段增強，而出現年齡差異的現象。

本研究除了計算了反應時間的平均數以外，也計算了實驗參加者在長前期情境與短前期情境的反應時間標準差，以做為不同年齡實驗參加者在各實驗情境的行動準備時間變異性之指標，結果顯示年齡組別與實驗情境的交互作用未達顯著差異，而短前期的行動準備時間變異性則顯著低於長前期

的行動準備時間，8 歲組兒童的反應時間變異性則顯著高於 10 歲組兒童和 12 歲組兒童，10 歲組兒童與 12 歲組兒童的反應時間變異性則未有顯著差異。統計結果說明了過長的警戒時間，不但使得個體行動準備時間增加，也增加了行動準備時間的變異性，在執行動作的不穩定性增加，表示長前期情境的動作執行不確定性增加。從成本-效益消長的面向觀察，長前期情境使得前線索與動作刺激出現的關連性降低，而使得工作執行失去了降低不確定性的參考來源，致使反應時間平均值與反應時間的標準差都顯著地高過短前期情境，且這種現象對於 8 歲組的兒童就更為明顯了。從 Davidson 等人 (2006) 就個體發生學的觀點，過長的前期時間也會因為 8 歲兒童右外側前額葉皮質區的神經元成熟發展轉換期，而顯現本研究在更長前期時間的反應行為不穩定性。

過去有關於前期時間的研究諸多著眼於 5 秒左右的不同時間 (Los, Knol, & Boers, 2001; Mattes & Ulrich, 1997; Vallesi & Shallice, 2007)，Olivier 與 Rival (2002) 也曾經就不同前期時間操弄 (500 毫秒、1000 毫秒、2000 毫秒、4000 毫秒) 指出 6-8 歲兒童因為無法將動作確切準備，並記憶與維持動作，而無法在前期高於 2000 毫秒以上的情境獲得動作執行的優勢。可是，將前期時間增加到 20 秒以上的實驗性研究則僅有本研究，雖然日常情境或體育運動情境中不經常有警戒時間長達 30 秒的條件，可是例如技擊運動類的項目，運動員常有出現對峙僵持的情況，除了裁判員對於場上運動員提出警告以外，場上運動員則會交替運用佯攻 (假動作)、真實攻擊等技術，以影響對手防禦以致於攻擊的節奏，而這些時間就有時長達 30 秒，所以，本研究探討的前期時間論題，

就呈現影響了動作者的反應時間增加或反應時間變異增大的結果，實驗操弄造成不同年齡兒童反應時間差異的現象，可以提供未來運動教練在戰術運用的參考，唯仍需要注意外在效度的問題。此外，由於實驗要求實驗參與者分別在 6 秒內（短前期）或 30 秒內（長前期）對聽覺刺激進行反應，為了操弄測驗次數相同以進行平均數與標準差的計算，而有測驗時間 40 秒（短前期）與 4 分鐘（長前期）的差異，此一條件的不同是否影響實驗的結果，則成為本研究無法控制條件一致的研究限制。

第伍章 結論與建議

第一節 結論

研究發現，10 歲組是訊息處理的轉換關鍵期。12 歲兒童是進入青春期的階段，因此在各方面應該會比兒童期較為優異，可是當反應前期比較長時，就會退化和 10 歲組相同，但 10 歲組並不會退化到 8 歲組，所以 12 歲組在訊息處理的能力上仍屬於不穩定的階段。綜上所述，本研究結果說明了 12 歲兒童在前期時間較長的情境下，反應時間仍會退化與 10 歲兒童一樣，而 8 歲兒童則明顯與 10 歲和 12 歲兒童反應時間有差異，顯示 12 歲兒童的訊息處理能力在預警時間過長時，就會出現訊息處理能力的不穩定性，而影響動作的表現。在正常情況下，12 歲組一定優於 10 歲組，10 歲組也優於 8 歲組，但在本研究中則無這樣的結果產生。

第二節 建議

從本研究結果的分析之後，由以下幾點建議供未來相關研究參考：一、本研究實驗參與者為 8 至 12 歲的兒童，發現在持續性注意力疲勞之不同年齡兒童的反應前期。唯由於實驗儀器與前期長短的不同和以往研究的不同，以及實驗參與者樣本數的局限性，均可能影響研究結果。未來可以進行相似的實驗設計，增加不同年齡兒童或是儀器的不同以更進一步驗證研究結果。二、在實驗完前期持續注意力疲勞的反應

時間，確實對兒童的注意力疲勞產生影響。未來在體育教學上對於中晚期兒童而言，在從事高負荷持續性注意力的項目應採取不讓兒童注意力疲勞的教學再進行其他相關教學才可事半功倍。

引用文獻

一、中文部份

- Ashcraft, M. H. (2004)。 *認知心理學* (陳學志、邱發忠、劉政宏、林宜利譯)。臺北市：學富。(原著出版於 2002 年)
- 李玉琇，蔣文邪合譯 (2005)。 *認知心理學*。臺北市：雙業。
- 阮啟弘、呂岱華、劉佳蓉、陳巧雲 (2005)。視覺注意力的研究議題與神經生理機制。 *應用心理研究*，28，25-50。
- 林耀豐 (1996)。運動對反應時間影響之探討。 *中華體育季刊*，38，113-121。
- 林清和 (1996)。 *運動學習程式學*。臺北市：文史哲。
- 林正常 (2002)。 *運動科學與訓練：運動教練手冊*。臺北縣：銀禾。
- 林清山 (1992)。 *心理與教育統計學*。臺北市：東華。
- 胡名霞 (2006)。 *動作控制與動作學習*。臺北市：金明。
- 洪聰敏、豐東洋 (2003)。運動員與非運動員訊息處理資研究。 *體育學報*，35，117-126。
- 洪聰敏、羅麗娟、豐東洋、張育愷、高竟峰、洪巧菱等 (2001)。桌球運動員與非運動員在前動作時間、動作時間及反應時間之比較。 *臺灣運動心理學報*，1，81-97。
- 馬啟偉、張力為 (1996)。 *體育運動心力學*。臺北市：東華。
- 陳慧英 (2002)。注視壘包與注視場內跑壘方法在速度上的比較研究。 *體育學報*，33，113-124。
- 陳怡舟、方進隆、邱秀官 (2000)。注意力限制於無氧閾值對大專選手心理動作表現之影響。 *體育學報*，28，203-212。
- 陳俊汕 (1995)。反應時間與預期在快速運動項目的重要性。

中華體育季刊，8(4)，39-47。

陳玉英（1989）。劇烈運動對注意立即反應時間的影響。體育學報，11，97-113。

黃守廉、高淑芬、許文耀、曾幼涵（2007）。注意力資源與時間知覺雙重作業之關係。台灣精神醫學，21，185-195

彭聃齡、張必隱（2000）。認知心理學。臺北市：東華。

溫卓謀、林清和（1998）。不同年段與運動訓練有無知國小男童單純及選擇反應時間之比較研究。體育學報，24，185-192。

曾凡輝、王路得、刑文華（1992）。運動科學選材。北京市：人民體育出版社。

楊坤祥、陳錦龍、洪聰敏、豐東洋（2001）。黃色與白色對反應時間和事件關聯電位之影響。體育學報，31，59-70。

鄭昭明（2004）。認知心理學：理論與實踐。臺北縣：桂冠。

劉英茂（1977）。基本心理歷程研究法（實驗設計）。基隆市：大洋。

賴士炯、卓俊伶（1999）。晚期兒童動作表現的性別與年差異。體育學報，27，43-50。

二、外文部分

Abernethy, B., Russel, D.S. (1987). Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.

Adams, J. A., & Humes, J. M. (1963). Monitoring of complex visual display: Training for vigilance (IV). *Human Factors*, 5, 147-153.

- Aguilar, D., Sigford, K. E., Soontarapornchai, K., Nguyen, D. V., Adams, P. E., Yuhas, J. M., et al. (2008). A quantitative assessment of tremor and ataxia in FMR1 premutation carriers using CATSYS. *American Journal of Medical Genetics: Part A*, 146A, 629-635.
- Bjorklund, R. A. (1991). Reaction time and movement time in a key-press and a key-release condition. *Perceptual and Motor Skills*, 72(2), 663-673.
- Bjorklund, R. A. (1992). Effects of foreperiod and time on task on reaction time and movement time. *Perceptual and Motor Skills*, 74(1), 131-144.
- Boutcher, S. H. (1992). Attention and athletic performance: An integrated approach. In T. S. Horn (Ed.), *Advances in sport psychology* 251-263. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Broadbent, D. E. (1954). The role of auditory localization in the attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 44, 51-55
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. New York: Pergamon.
- Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears. *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, 975-997.
- Colquhoun, W. P., & Baddeley, A. D. (1967). Influence of signal probability pretraining on vigilance decrement. *Journal of Experimental Psychology*, 73, 153-155.

- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
- Delalle, I., Evers, P., Kostovic, I., & Uylings, H. B. (1997). Laminar distribution of neuropeptide Y-immunoreactive neurons in human prefrontal cortex during development. *Journal of Comparative Neurology*, 379, 515-522.
- Deutsh, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention, some theoretical consideration. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Droit-Volet, G. T. (2002). S: Attention and time estimation. *Behav Processes*, 58, 57-66.
- Eason, R. G., Beardshall, A., & Jaffee, S. (1965). Performance and physiological indicants of activation in a vigilance situation. *Perceptual & Motor Skills*, 20, 3-13.
- Eversheim, U., & Bock, O. (2002). The role of precues in the preparation of motor responses in humans. *Journal of Motor Behavior*, 34, 271-276.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Grouios, G. (1992). On the reduction of reaction time with mental practice. *Journal Sport Behavior*, 15(2), 141-157.
- Hillyard, S. A., Hink, R. F., Schwent, V. L., & Picton, T. W.

- (1973). Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, 182, 177-180.
- Huttenlocher, P. R., & Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, 387, 167-178.
- Klapp, S. T. (2003). Reaction time analysis of two types of motor preparation for speech articulation: Action as sequence of chunks. *Journal of Motor Behavior*, 35(2), 135-150.
- Larish, D. D., & Stelmach, G. E. (1982). Preprogramming, programming, and reprogramming, and of aimed hand movements as a function of age. *Journal of Motor Behavior*, 14, 322-340.
- Los, S. A., Knol, D. L., & Boers, R. M. (2001). The foreperiod effect revisited: Conditioning as a basis for nonspecific preparation. *Acta Psychologica*, 106, 121-145.
- Magill, R. A. (2007). *Motor learning and control: Concepts and applications* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Mattes, S., & Ulrich, R. (1997). Response force is sensitive to the temporal uncertainty of response stimuli. *Perception & Psychophysics*, 59, 1089-1097.
- Naatanen, R., & Picton, T. (1987). The N100 wave of the human electric and magnetic response to sound. *Psychophysiology*, 24, 357-425.
- Nideffer, R. M. (1993). Attention control training. In R.N. Singer, M. Murphey & L. K. Tennant (Eds.), *Handbook of*

- research on sport psychology* (pp. 542-566). New York: Macmillan.
- Olivier, I., Audiffren, M., & Ripoll, H. (1998). Age-related differences in the preparatory processes of motor programming. *Journal of Experimental Child Psychology*, 69, 49-65.
- Olivier, I., & Rival, C. (2002). Foreperiod duration and motor preparation during childhood. *Neuroscience Letters*, 319, 125-128.
- Polzella, D. J., Ramsey, E. G., & Boewr, S. M. (1989). The effects of brief variable foreperiod on simple reaction time. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 27(5), 467-469.
- Quesada, D. C., & Schmidt, R. A. (1970). A test of the Adams-Creamer decay hypothesis for the timing of motor responses. *Journal of Motor Behavior*, 2, 273-283.
- Sage, G. H. (1984). *Motor learning and control: A neuropsychological approach*. Dubuque, IA: William C. Brown.
- Schmidt, R. A. (2002). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2005). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Shallice, T., Picton, T. W.,

- Binns, M. A., Macdonald, R., et al. (2005). Multiple frontal systems controlling response speed. *Neuropsychologia*, 43, 396-417.
- Sugden, D. A. (1980). Movement speed in children. *Journal of Motor Behavior*, 12, 125-132.
- Vallesi, A., & Shallice, T. (2007). Developmental dissociations of preparation over time: Deconstructing the variable foreperiod phenomena. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33, 1377-1388.
- Wilding, J. M. (2003). Attentional difficulties in children: Weakness in executive function or problems in coping with difficult tasks? *British Journal Psychology*, 94, 427-436.
- Wwlford, A. T. (1952). An apparatus for use in studying serial performance. *American Journal Psychology*, 65(1), 91-97.

附錄一 實驗參與同意書

參與學術研究家長（監護人）同意書

親愛的家長您好：

我是國立臺灣體育大學體育研究所的研究生，目前進行一項有關於兒童反應時間與注意力的研究。由於貴子弟不論在年級或身體健康情況均非常符合研究的條件，因此想邀請貴子弟參加本次研究。本次研究所需時間為五分鐘，測量的動作是以拇指按壓在手握筆桿的儀器上的測量，所使用的測量儀器與拇指按壓在手握筆桿的儀器上的動作，完全不會對小朋友造成任何傷害，研究的時間不會影響貴子弟在學校的上課學習。為了尊重您的權益，您可以自由選擇要不要讓貴子弟參與本次研究。如果您同意讓貴子弟參與本次研究，但之後您的意願有所更改，仍可以告之本人後隨時退出研究，且不會對貴子弟有任何影響。本次研究測量的結果只當作研究之用，而相關資料的隱私權也將獲得保障。

最後非常期盼您的協助！由於您的參與將使得本研究得以順利完成，並對動作行為科學有相當大的貢獻。如果您對本次研究或是貴子弟的權益有任何問題，歡迎以電話連絡國立臺灣體育大學體育研究所研究生賴鳳梅。

研究者：賴鳳梅 TEL：04-24967214 ACT：0919-535582

經過閱讀，並且瞭解以上陳述，我同意我的孩子參與上述研究。

學生姓名：_____

出生日期：_____年_____月_____日

監護人簽名：_____

為了使研究可以順利進行，麻煩您填寫下面兩個問題：

一、您的孩子是否有以下情況：

感覺系統、神經肌肉代謝異常疾病、上肢受過嚴重外傷。

☐ 有，是_____

☐ 沒有。

二、您的孩子是否有學習上的困擾，如過動。

☐ 有，是_____

☐ 沒有。

感謝您的支持