

國立臺灣體育學院體育研究所
碩士學位論文

智能障礙學生節奏練習過程的自我組織

Practice Self-organization in a Polyrhythmic Tapping Task
for the Student with Mental Retardations



研究生：陳玉圓 撰

指導教授：陳重佑 博士

中華民國九十三年六月

論文名稱：智能障礙學生節奏練習過程的自我組織

院校所組別：國立臺灣體育學院體育研究所舞蹈教育組

總頁數：37 頁

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：陳玉圓

指導教授：陳重佑

論文提要內容：

中文摘要

本研究的主要目的在探討智能障礙學生雙手打擊節奏練習過程，並分析打擊節奏各小節間相互影響的自我組織現象。研究以二名國中智能障礙學生為實驗參加者，跟隨本研究自行製作之節奏打擊教學光碟練習約 140 次，BIOPAC MP100 多通道多功能生物訊號處理系統與加速度傳感器則用以紀錄分析實驗參與加者每次練習的正確次數，並以 SPSS 11.0 版統計軟體計算三個小節節奏打擊正確次數的交叉相關係數作為自我組織現象之觀察。結果顯示實驗參加者節奏練習的正確性未隨練習次數而成線性增加，且由初期穩定階段進入另一穩定階段時，正確次數的變異性先出現降低的現象；但是在進入可以完全正確跟隨的穩定期時，實驗參加者仍會經常性出現練習初期的低正確次數現象，顯示智能障礙學生雖然已處於一穩定階段，卻仍然容易退化至練習初期的低正確性階段。交叉相關分析顯示實驗參加者各小節的正確次數未產生延遲情況，說明了實驗參加者三小節的節奏打擊練習係同時自我組織完成。

關鍵詞：變異性、雙手協調、交叉相關

Practice Self-organization in a Polyrhythmic Tapping Task for the Student with Mental Retardations

Yu-Yuan Chen

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the practice process of two hands in polyrhythmic tapping for the student with mental retardation and to analyze the characteristics of self-organization of tapping task between rhythmical bars. Two junior high school students with mental retardation were served as the participants in this study. Participants were asked to follow the instructional video DVD that produced from researcher to perform tapping task approximately 140 times. Biopac system (MP100) and two tri-axis accelerometers were used to record and to analyze the correct beats of three bars for every practice. SPSS v11.0 statistics software was used to analyze the cross correlation function among the accuracy of three bars to observe the characteristics of self-organization. The results showed that the tapping accuracy did not increase in linearity, and the variability of tapping accuracy was prior reduced from the stability of initial stage shift to the higher accuracy stage. Participants were often presenting the lower accuracy same with initial stage during the higher accuracy stage that they were capable to follow the instructional video DVD. It was indicated that although the student with mental retardation situated in the higher accuracy stage as a result of practice, they were easy regress to the initial stage was lower accuracy. The results of cross correlation analyze showed there were no any times lag among the accuracy of three bars. It demonstrated that participants self-organized into the higher accuracy stage of polyrhythmic tapping for three bars synchronously.

Keywords: variability, bimanual coordination, cross correlation

謝 誌

時光飛馳，一轉眼，兩年的研究生求學日子，在滿懷感恩的心情下將告結束。雖然以知天命之年艱辛為學，但卻也是我一生學習過程中永難忘的一段自我組織歷程。

能完成本研究論文，首先要感謝的是，我的導師也是指導教授—陳重佑博士，不僅不嫌棄我年老又資質平庸，還不辭辛勞滿懷熱忱的教導，每當我在學習中遇到瓶頸時，重佑老師總會給我激勵，使我能堅持下去。其次，也要感謝駱明瑤教授和涂瑞洪教授兩位口試委員，在百忙中審閱論文，並給予許多寶貴的建議及改進方向。在此更要感謝師母—林鈺萍老師，她無私、無怨、無悔的將重佑老師割捨給我們。每當看到她安靜坐在研究室，陪伴重佑老師的情境，真令我感激萬分。

感謝研究所的師長們，因他們的諄諄教誨，使得我在撰寫論文時有更多的思考方向。也感謝同窗兩年來，同學們的砥勵及支持，讓我這老學生在學習路程上，不僅不孤寂而且還充滿樂趣及成就感。也要感謝太平國中陳田雄校長、各處室主任及特教組卓組長、照朱、怡君、秀春老師，因為有了他們的協助及支持才使得我順利完成學業。

最後，要感謝的是我的先生，在我求學期間，不僅大力的支持與鼓勵，甚至在我因學習困擾而心情鬱卒時，更是給于我無比的包容與關懷，讓我得以在無後顧之憂情形下完成學業，在此致上最深的謝意。

陳玉圓 謹誌

中華民國九十三年六月

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
謝誌.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
第壹章 緒論.....	1
第一節 問題背景.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究範圍、限制與假定.....	3
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.....	6
第一節 節奏練習之相關研究.....	6
第二節 智能障礙學生動作練習之相關研究.....	7
第三節 動態系統觀點之相關研究.....	8
第四節 動作控制與協調之相關研究.....	9
第五節 本章總結.....	11
第參章 研究方法與步驟.....	13
第一節 實驗參與者.....	13
第二節 實驗時間與地點.....	14
第三節 實驗儀器與設備.....	14

第四節 實驗流程與步驟.....	16
第五節 資料處理與分析.....	17
第肆章 結果與討論.....	19
第一節 節奏練習的正確性.....	19
第二節 節奏練習的交叉相關分析.....	25
第三節 綜合討論.....	29
第伍章 結論與建議.....	32
第一節 結論.....	32
第二節 建議.....	33
參考文獻.....	34
中文部份.....	34
外文部份.....	35
附錄 I：參與研究家長(監護人)同意書.....	36
附錄 II：參與研究家長(監護人)回條.....	37

圖目錄

圖 1	: BIOPAC MP100 多通道多功能生物訊號處理系統.....	15
圖 2	: 加速度傳感器 2 個.....	15
圖 3	: 加速度傳感器安置位置.....	15
圖 4	: 實驗節奏設計圖.....	16
圖 5	: 實驗參與者 A 每次試作正確次數統計圖.....	20
圖 6	: 實驗參與者 A 試作正確次數平均統計圖.....	22
圖 7	: 實驗參與者 B 每次試作正確次數統計圖.....	22
圖 8	: 實驗參與者 B 試作正確次數平均統計圖.....	24
圖 9	: 實驗參與者 A 節奏打擊各小節正確性之交叉相關分析.....	27
圖 10	: 實驗參與者 B 節奏打擊各小節正確性之交叉相關分析.....	28

第壹章 緒論

第一節、問題背景

智能障礙學生由於先天不足或是後天失調，導致其智能發育遲滯，智力低下，因此在學習或適應方面，比同年齡一般正常的學生易產生較大的障礙或困難。在其日常生活或體能活動方面，也由於伴隨身體機能障礙與末梢神經的發達狀態而無法均衡發展，因此具有手眼協調能力不足之障礙，時常顯現出其身體活動遲鈍與缺乏活潑靈活的動作。

基於「教育機會均等、有教無類」的教育理念，促使每位身心障礙學生能享有和一般正常學生一樣的平等地位。聯合國在 1981 年國際殘障年所提出的「身心障礙者權利宣言」中表示，智能障礙者不論其障礙程度之輕重，皆享有生存、教育、工作和社會參與的權利。身心障礙者之教育發展脈絡，不只是一種從「無」到「有」、從「分」到「合」的過程；更是「人權」的伸張與「教育權」的尊重（吳武典，1996）。

我國教育部為了要落實人權的基本尊重及維護教育機會均等，在民國 73 年 12 月〈特殊教育法〉公佈實施以來，大力的發展特殊教育工作。為了落實特殊教育教學，以滿足智能障礙學生的需求，故作整體規劃並推動研究完成「國民教育階段啟智學校（班）課程綱要」。俾能增進智能障礙者更進一步認識與了解休閒活動的休閒教育領域，為特殊教育課程六大領域之一；而能增強智能障礙學生在動作及技巧均衡發展的舞蹈、律動教學，則為休閒教育領域－體育活動教學項目之一。

研究者從事國中啟智班舞蹈律動教學工作多年，發現智能障礙學生往往因受到家長過度的保護，產生自我的活動經驗不足；且因對身體運動經驗缺乏，導致肌肉呈現軟弱無力；又因智能發展顯著遲滯、身體型態發育差、動作發展遲鈍，所以在協調統合動作或平衡機能工作、肌耐力、速度、爆發力等機能性動作上與一般正常學生相比較結果，常出現動作遲鈍與缺乏靈活度之現象。因此在一般人觀點中，認為智能障礙學生在動作發展過程中，往往存在著有協調能力不足的障礙。

胡名霞（2001）在動作科學領域有關動作控制與學習的探討中提起，所謂協調能力是個體為了解決自由度的問題所發展出來的能力，也就是說能夠熟練的掌控可活動生物體多餘的自由度的能力。因此當智能障礙學生要學習新的動作時，面對新的工作，常由原本穩定的動作姿勢控制型態產生不穩定的狀態，經歷了動作轉換的關鍵時期，經由自我組織去發展形成另一個穩定的動作型態（Magill, 1998）時，因其智能障礙，且學習能力也比一般正常學生差，因此發展出一般人認為並不完美的動作時，我們可以斷定的說，智能障礙學生經由自我組織發展出的動作，會有所謂的協調能力不足的障礙嗎？

第二節、研究目的

本著對智能障礙學生個體的尊重，經由上述研究背景的探討後，本研究的目的在於以智能障礙學生為研究對象，以左、右手打擊動作發展次數的正確性與各小節間的交叉相關

係數為主要參數，探討其在練習雙手作節奏打擊時之動作協調控制過程。且以多元的時間序列分析法之「交叉相關函數（cross correlation function，簡稱 C.C.F.）」，作為雙手節拍打擊系統性自我組織鑑定之主要工具，探討各小節間雙手動作出現正確性的動態影響，以解釋各小節在沒有時間的延遲下（相隔時差 $K=0$ ）產生共同差異的時間關係，或是在有時間的延遲下（相隔 K 個時差），彼此相互影響產生共同差異的時間關係（林茂文，1992）。

第三節、研究範圍、限制與假定

過去有關智能障礙學生的研究中，通常會以性別、年齡及障礙程度的不同作為分組差異。因本研究並非探討以上因素的差異或因素改變的效應問題，且又由於上述每一組群間的差異相當大，在生理、心理等特徵表現不盡相同。為避免影響，因此本研究只以三位國中一年級領有中度智障（亦稱為可訓練性智能障礙兒童， $IQ=25-49$ ， $MA=4-7$ ）殘障手冊，且無感官障礙與嚴重情緒困擾，並能遵循簡易指令的智能障礙學生為本研究範圍。

本研究礙於無法確實了解與控制實驗參與者國小時的舞蹈律動學習經驗、個人生活背景、家庭狀況...等因素，對於其節奏練習的情況並非研究者可控制。因此盡可能挑選無感官障礙與嚴重情緒困擾，並能遵循簡易指令的智能障礙學生的實驗參與者。亦即是假定研究的結果並不會受到上述研究限制的影響，並且這些實驗參與者也會確實表現出研究者所要求的雙手打擊的動作。

第四節、名詞解釋及操作型定義

一、智能障礙學生

依據美國智能不足協會（American Association on Mental Retardation, AAMR）的定義：「智能不足係指個體在發展期間（受孕開始至 18 歲），即已產生一般智力功能顯著低於常態之現象，因而造成或伴隨著適應行為方面的缺陷」（Grossman, 1983）。

我國教育部在 92 年修正公佈特殊教育法之身心障礙學生鑑定標準中第三條第二項第一款所稱智能障礙，則係指個人之智能發展較同年齡者明顯遲緩，且在學習及生活適應能力表現上有嚴重困難者；其鑑定標準如下：

1. 心智功能明顯低下或個別智力測驗結果未達到平均數負二個標準差。（ $IQ < 70$ ）
2. 學生在自我照顧、動作、溝通、社會情緒或學科學習等表現上較同年齡者有顯著困難情形。

符合以上二點鑑定標準現象的在學學生，稱之為智能障礙學生。

二、節奏

節奏的學習不僅只是依賴著大腦知識性的分析，更是借重著肌肉的感覺記憶去完成。且動物的運動模式是由一種有節奏行為的神經線路（不一定要在腦中）所產生的，由此判斷可知，節奏為神經網路的必需品。節奏練習可以幫助智能障礙學生藉由節奏訓練來增進身心的平衡發展，並能更進一步加強動作協調發展之功能。

三、自我組織

由大量具有簡單性質的相同單元粒子在彼此的交互作用下，產生具有原本粒子所無的性質之新結構，再由這些具有新性質的結構進一步的彼此作用，產生更高一級的性質和結構，如此反覆不已，便產生了趨向複雜的系統。這種系統的存在，只需該群中的每個個體依照簡單的規則彼此互動就可以產生，這種完全自發性的秩序就是所謂的自我組織（self-organization）（洪朝欽，1992）。

本研究所論及的自我組織，是指以雙手作節奏打擊動作發展次數的正確性，作為練習過程的一種評判；並作為進一步探討各小節之間的相似性比對分析，且描述實驗參與者對於動作自我組織的歷程。

第五節、研究的重要性

智能障礙學生可藉由舞蹈律動之教學，得以促進其增進聽力、集中注意力、反應力、敏銳度、以及身心的平衡發展，進而增強動作能有更進一步的協調能力；而節奏練習為學習舞蹈律動教學的基礎訓練。透過本研究，可以了解智能障礙的學生，在雙手節奏練習動作發展過程中自我組織之變化，藉此幫助從事特殊教育工作者在教導智能障礙學生的舞蹈律動時，能給予有效且成功的教學策略，以落實特殊教育領域之教學。更願未來能進行相似的實驗設計，增加相關弱勢族群、高齡族群等團體為實驗參與者，以更進一步驗證本研究之結果。

第貳章 文獻探討

我國從事特殊教育研究學者，在特殊教育領域學術研討的論文研究方向，常有「質」的研究較著重於「量」的研究之趨勢，而藉由動作發展過程探討其自我組織變化之研究，則為一嶄新且值得探討的議題。本章將相關文獻加以陳述與討論，第一節、節奏練習之相關研究；第二節、智能障礙學生動作學習之相關研究；第三節、動態系統觀點之相關研究；第四節、動作控制與協調之相關研究；第五節、本章總結。

第一節、節奏練習之相關研究

殘障兒童的福音－「奧福音樂教學法」推展的理念，為特殊兒童發展出音樂治療，並藉由音樂教學達到重整治療智能障礙學生心理及生理上缺失的目的。它的教學法是把音樂、舞蹈律動相結合，藉由肢體語言去表達對音樂的感受，或藉此宣洩心中的感情，是一種兒童心理的正常建設－敢於表達內心的意願和想法，藉此建立健康的體魄、體力和肢體功能，進而糾正不健全的肢體功能或畸形的肢體成長，是一種生理的正常建設（陳道南，1986）。

日內瓦音樂學院的音樂教育學家，也是發展韻律節奏創始者艾米爾·沙克－達克羅士（Emile Jaques-Dalcroze，1865-1950）認為音樂的節奏來自人體自然的律動。以身體節奏感練習而言，是指筋肉組織與神經中樞的特別訓練，是發展時間和空間、力與彈性的感受及表現的方法。因此主張教導兒童用身體的律動來感受並表達節奏，應是節奏教學最自

然而有效的方法。在其教學方法中，節奏是教學的中心，學生可由節奏練習來專心聽音樂，或調整自己的動作來配合音樂。在其調整過程中，肢體所運用的力度，劃過的空間及進行的速度都會對肌肉能否協調配合產生直接的影響。在此練習過程中，學生由於要配合音樂，逼使自己必須仔細聆聽，無形中音感也被訓練敏銳起來，而肌肉控制協調能力也因而獲得增進（黃政傑，1996）。

第二節、智能障礙學生動作學習之相關研究

動作學習（motor learning）是指學會動作、或修正動作的過程。Schmidt 和 Lee（1999）將動作學習定義為經由練習或經驗而導致相當永久的動作技能的改變之過程。Shumway-Cook 及 Woollacott（2001）將其定義為是個人、任務、環境等三方面互動所自然呈現的結果，而需和感知、認知、行動等系統的複雜處理過程來共同解決工作難題。

就腦皮質（cerebral cortex）飽和說的論點中，大腦不僅是認知的中樞，也是人類學習活動的總指揮站。其中包含有：運動皮質（motor cortex）、身體感覺皮質（somatosensory cortex）、聽覺皮質（auditory cortex）及視覺皮質（visual cortex）四葉，而各葉腦皮質依其所司功能又可區分為：前葉（frontal lobe）主司動作、刺激與自發性行為；顳葉（temporal lobe）主司聽覺和說話功能；枕葉（occipital lobe）主司視覺；頭葉（parietal lobe）主司身體感覺、知覺（Carlson，1984），故而一旦個體大腦任何部分發生病變都將導致個體某種行為機能的異常。心理學家認為智能障礙學

生在中樞神經方面，或是神經生理上（neurophysiological）存在著某種缺陷（defect），導致認知能力的障礙，不僅發展遲緩，在認知結構上也異於一般學生。而且其腦皮質在本質上異於一般正常學生，造成腦部的發育直接影響著智慧的發展，而心智能力的優劣則為左右學習成敗的因素。

Spitz 等心理學家，假定智能障礙學生腦皮質細胞的電解與化學變化較費時間，所以在思想行為的轉換上較遲鈍且吃力。蔡阿鶴（1996）也指出智能障礙學生由於腦皮質飽和作用（cortical satiation）的因素，所以在學習上常有偏執不化（fixation）的現象，常見的毛病為學習遷移（transfer of learning）和類化（generalization）的困難，因而降低智能障礙學生學習效率。

第三節、動態系統觀點之相關研究

卓俊伶（1986）就動作行為學理論觀點提出動態系統主要概念，認為一個個體是由多個次系統（subsystems）所組成的一個系統，當個體在從事動作行為時，是受各個不同次系統之間交互作用的協調結果。觀察一個人的動作行為表現可知，行為的變化是受不同次系統動態交互作用的結果。因此從動態系統的策略來看人的動作行為，可分為兩種狀態：一個是行為的穩定狀態；另一個是行為的不穩定狀態。一個行為的穩定狀態之前一定會經過一個行為的不穩定狀態。此過程我們稱為轉移現象（transition phenomenon）。

胡名霞（2001）在探討動態系統理論中提到，天文學家 Laurance 提出了混沌（chaos）理論，認為許多大自然的現象，

乃是由許多可以獨立運動的元素依據某些原則自然形成的，這些可以獨立運動的元素，稱之為自由度。而所謂自然形成的型態，就表示系統中的變數經過自我組織（self-organization）、相互影響的過程後，所必然出現的結果。

Thelen 及 Ulrich 等人（1991）在研究孩童獨立行走的能力時，證實除了神經系統成熟為其必要條件外，還須有環境及其他功能的配合。而依據混沌理論說法，是將包括下肢動作型態產生、單關節控制能力、姿勢控制、視覺資訊、張力控制、伸肌肌力、身體型態、動機等八項行走狀態的次系統，經過自我組織，也就是依據各次系統的各自發展速度，達到步行所需的某個決定性的發展程度（critical level of skill）後，步行狀態就自然產生了。

第四節、動作控制與協調之相關研究

胡名霞（2001）在動作科學領域有關動作控制與學習的探討中提到，所謂協調能力是個體為了解決自由度的問題所發展出來的能力。所謂自由度的問題，可指多塊肌肉如何組合、在不同平面的關節動作、多重感覺回饋資訊的整合、複雜環境與外力的協調等等問題。因此在系統理論方面，主要在探討個體如何組織動作以成功地達成目標的動作控制。

俄國生理學家 Bernstein（1979）對身體控制的主要觀念有五點看法：

1. 將整個身體視為一種機械系統，神經系統不能單獨作用於身體之外。因為人類本身具有質量，而其動作發展會持續

受到重力與慣力的影響。

2. 活動生理學與反應生理學的不同，人類因一連串的不平衡而產生動作，通常並不是反映的結果，而是主動活動的現象。並且需持續的修正動作、協調動作以完成可適應環境所需的動作。
3. 自由度的觀念，Bernstein 強調穩定性的重要，為了簡化控制過程，中樞神經系統可將幾塊肌肉聯結成一個控制單元，稱為協同作用，而 Bernstein 稱這些協同動作為協調的結構。
4. 動作協調能力就是能夠熟練的掌控可活動生物體多餘的自由度的能力，此觀念衍申出一些與階層觀念類似的看法，如低階層控制簡單的動作，而簡單動作被協調為較複雜的大單元後，由較高階層控制。
5. 最少互動原則，指脊髓以上的中樞控制的主要角色，在於將各個系統在脊髓所產生的互動結果，加以適切的重新整理。中樞控制產生了一種「動作準備狀態」以減少高低階層間互動的次數。

Kelso (1981、1984) 的手指運動協調實驗中，由受試者作平行同方向移動兩手的手指，在研究者口頭要求，或是按照節拍器加速的移動手指。在某一臨界頻率處，手指的運動模式突然出現完全不由自主的改變。雙手的手指，由同方向的平行移動變為反方向的反平行移動時，也就是變為對稱運動。因為手指運動的改變出現在一個特定頻率，自然就想到把頻率作為控制參數。

Haken (1985) 等人進行雙手食指作彎曲、伸直動作實驗，由受試者雙手食指同時作一手伸直、一手彎曲的不相同

動作，如此交替並逐漸增加速度。後來會突然變成雙手作相同的動作，變成雙手食指同時伸直同時彎曲。由以上研究我們可假設，多數的功能性活動，可由不同動作型態完成。但我們通常會選擇一種最節省能量且能最有效整合各系統的動作型態，稱之為優先行動作型態，它的主要特色是穩定性很高。

Peters (1977) 在其雙手多重節奏的實驗中，要求受試者一手作快速敲擊，一手作 1、2、3、4 (有規律的節拍) 敲擊，發現在 150 位受試者中，只有 15 位受試者可以完成。而在另一個實驗中，要求受試者配合著節奏輕鬆的童謠－“蛋頭”(humpty dumpty) 作出一手有規律的打節拍，一手跟著歌詞作動作，結果在 100 位受試者當中，竟然沒有一個完成。

Peters (1990) 在“認知模式”理論中提到，中樞結構發佈命令(告知訊息)，由神經系統告知動作振動幅度的大小(也就是系統變數)，其中只有一個系統可以決定動作的先後。且發現兩邊不對稱的動作中，較節省能量且能最有效整合各系統的動作，通常會表現在習慣使用的那隻手，而不常慣用的手會不自覺的跟著慣用手作相同的動作。

第五節、本章總結

動作協調能力的發展，是由個體多重自由度的動力系統，藉由自我組織的過程，在每一自由度穩定狀態進入到不穩定狀態後，再進入穩定狀態的方式下完成(Cleick, 1999)。當不同動作產生時，在其本體感覺不同或在感覺間產生衝突時，即會經由它的感覺訊息通知用動態或統合的方式，去組

合一個新的形式。經由許多研究顯示，動作協調功能可以透過練習或相關訓練，改善協調能力。而良好的協調能力，可加強智能障礙學生舞蹈律動的有效學習。因此把節奏練習過程的自我組織探討，作為了解智能障礙學生在雙手打擊的動作協調控制過程變化，應該是一個具有實用性且值得探索的課題。

另由此研究可發現，瞭解練習過程的自我組織探討歷程後，可幫助教師改變其舞蹈律動教學觀點，可將教學順序採隨機教學，不需從第一個動作依著順序的教到最後一個動作。而動作的自我組織也並非是只靠教師給予的，甚至可由學生的動作來自我組織成目標動作。

第參章 研究方法與步驟

本章研究視研究問題所需，可分為：第一節、實驗參與者；第二節、實驗時間與地點；第三節、實驗儀器與設備；第四節、實驗流程與步驟；第五節、資料處理與分析。

第一節、實驗參與者

本研究以三位（二男一女）領有中度智能障礙殘障手冊的國民中學特殊教育啟智班一年級學生為實驗參與者。但實驗結果發現，實驗參與 C 無法達到完全成功次數，研究者放棄對其繼續研究分析，因此本研究之實驗參與者流失一位。在其經就讀學校推行特殊教育委員會通過之非正式智力評量表「92 學年度學生現況（具體表現之技能）評估表」（內容包含：1.溝通能力之適應能力：具體表現項目有口語與非口語溝通能力；2.自我照顧之適應能力：具體表現項目有飲食、穿脫衣服、個人衛生、生活習慣；3.居家生活之適應能力：具體表現項目有家事處理、居家安全、家庭結構；4.社會能力之適應能力：具體表現項目有人際關係、社交技巧；5.社區活動之適應能力：具體表現項目有認識設區環境、使用社區資源；6.實用知識之適應能力：具體表現項目有語文與數學知識；7.休閒活動之適應能力：具體表現項目有參與休閒活動；8.職業活動之適應能力：具體表現項目有基本工作技能、工作知識、工作態度）紀錄中，發現三位實驗參與者皆具有老師肯定的優良適應能力表現。因此可判定其無感官障礙與嚴重情緒困難，並能遵循簡易指令，且三位實驗參與者

皆未接受與節奏有相關的特別訓練。實驗前，研究者為三位實驗參與者及其家長或是監護人說明實驗的流程與步驟，並簽署「參與研究家長（監護人）同意書」（附錄 I），及「實驗參與者家長（監護人）回條」（附錄 II）。

第二節、實驗時間與地點

- 一、實驗時間：中華民國九十三年五月一日。
- 二、實驗地點：依據實驗需求，在國立臺灣體育學院生物力學研究室佈置一間不受外界干擾的實驗室。

第三節、實驗儀器與設備

本研究所需的測量儀器與設備，包含測量部份及資料處理部份：

一、測量儀器部份

- （一）BIOPAC MP100 多通道多功能生物訊號處理系統（如圖 1），包含 PIII 600 筆記型電腦一部，A/D 訊號擷取卡一只，連線盒一只。
- （二）加速度傳感器 2 個（如圖 2）。
- （三）單槍投影機一部。

二、資料處理部份

- （一）Microsoft Excel 2000 版資料分析系統。
- （二）SPSS 11.0 版統計分析軟體。



圖 1：BIOPAC MP100 多通道多功能生物訊號處理系統



圖 2：加速度傳感器 2 個



圖 3：加速度傳感器安置位置

第四節、實驗流程與步驟

一、實驗節奏設計

研究者自行設計三小節 4/4 拍（以 J 為一拍，每小節有四拍）的雙手打擊節奏，如下：

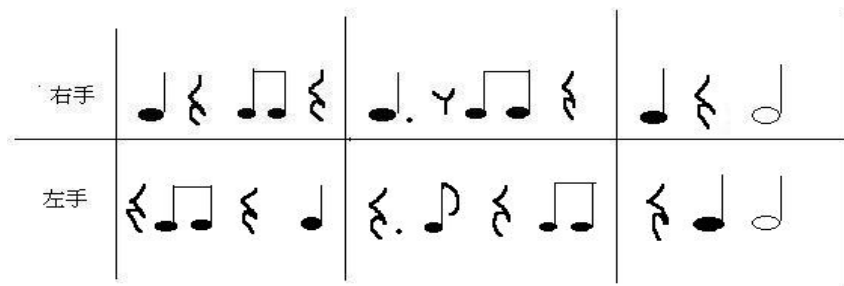


圖 4：實驗節奏設計圖

打擊動作左、右手起落出現標準順序（右、左、左、右、右、左、右、左、右、右、左、左、右、左、雙手同時之右、雙手同時之左）實驗次數紀錄為 16 次。

二、實驗示範

研究者說明實驗動作後，配合示範錄影帶，進行三次動作示範，並說明動作注意事項，如：動作前力求穩定，以手掌部位打擊桌面。

三、實驗測量方法

依據實驗需求，安排實驗參與者在安靜環境下，採個別方式，將加速度傳感器安置在雙手中指根部掌股手背位置。（如圖 3）目視且跟著節奏打擊動作示範錄影帶打擊桌面，進行測量。

四、實驗流程

- (一) 選出二男一女國中一年級的中度智能障礙學生為實驗參與者。
- (二) 實驗前，取得每一位實驗參與者家長（監護人）的實驗同意，及實驗參與者家長（監護人）回條。
- (三) 實驗當天研究者先說明實驗操作的流程及注意事項。
- (四) 實驗前，研究者為實驗參與者裝置好加速度傳感器，並告知其安全性，請實驗參與者放輕鬆坐在椅子上。
- (五) 實驗參與者連續觀看 3 次，由研究者配合示範錄影帶作節奏打擊實驗動作。
- (六) 實驗參與者安靜觀看節奏打擊動作示範錄影帶 3 次。
- (七) 實驗參與者起立，開始跟著示範錄影帶進行節奏打擊動作。
- (八) 實驗參與者進行實驗 10 次後，坐下閉目休息 2 分鐘，再繼續進行實驗工作。

第五節、資料處理與分析

一、收集的方法

將傳感器安裝置於實驗參與者的中指根部，紀錄實驗參與者在其節奏打擊過程時的加速度變化。

二、處理方法

所有資料是以 BIOPAC MP100 多通道多功能生物訊號處理系統進行資料收集，採樣頻率為 1000Hz。研究計算在雙手節奏打擊時，通過左、右手起落的動作發展正確次數，以便瞭解雙手節奏打擊的協調控制過程。

三、交叉相關分析

本研究採用 SPSS 11.0 版統計分析軟體計算每次節拍練習時，各小節左、右手起落出現順序的打擊動作正確次數，在沒有試作次數延遲時（ $K=0$ ）的皮爾森積差相關係數，意即以該次試作的各小節正確次數計算相關，與有試作次數延遲時（相差 K 個時差）的皮爾森積差相關係數，即指該次試作第一小節與 K 次後第二小節的相關係數。其計算方法乃假設有一組 n 個觀測值數列 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ ，其中 x y 為各小節正確次數；則在相隔 K 個時差之樣本交叉相關係數定義為：

$$r_{xy}(K) = \frac{c_{xy}(K)}{\sqrt{\{c_{xx}(0)c_{yy}(0)\}}} \quad K=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots, \pm 20$$

$$\text{公式中 } c_{xy}(K) = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-K} (X_t - \bar{X})(Y_{t+K} - \bar{Y}) & , K=0, 1, 2, \dots \\ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n+K} (Y_t - \bar{Y})(X_{t-K} - \bar{X}) & , K=0, -1, -2, \dots \end{cases}$$

第肆章 結果與討論

本研究主要在探討智能障礙學生節奏練習過程中的打擊動作正確性及各小節打擊次數正確時，彼此互相間的相似性比對。測量方式是將標準動作示範者與三位實驗參與者（A、B、C）實驗所得數據，採個別處理分析，將結果分為四部份闡述；第一節、節奏練習動作的正確性；第二節、節奏練習的交叉相關分析；第三節、綜合討論。

第一節、節奏練習動作的正確性

一、標準動作示範者

如圖 4 所示，本研究實驗節奏共有 15 個音符，依據每個音符出現順序，給以左、右手單手打擊動作。以第一小節為例：先右手打擊 1 次、左手打擊 2 次、右手打擊 2 次、左手打擊 1 次，以此類推。在第 15 個音符是由雙手作同時打擊動作，但因雙手同時落下打擊時，無法達到分秒不差的同時打擊桌面。所以將第 15 個音符計算為雙手同時之右、雙手同時之左的 2 次打擊動作。

由上述計算方式，標準節奏練習打擊動作時，左、右手起落出現標準順序為右、左、左、右、右、左、右、左、右、右、左、左、右、左、雙手同時之右、雙手同時之左，其實驗次數紀錄為 16 次。

二、實驗參與者 A

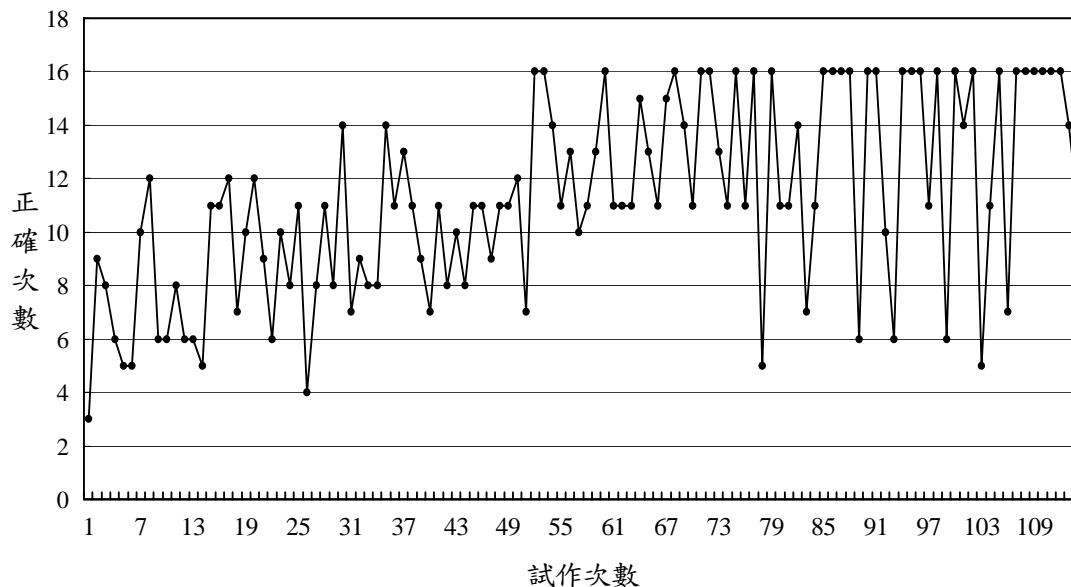


圖 5：實驗參與者 A 每次試作正確次數統計圖

由前述「92 學年度學生現況（具體表現之技能）評估表」及學校老師平時觀察，得知該生學習能力及四肢運作活動能力皆良好，屬於運動高功能型，所以在其 120 次的實驗試作中（包含 9 次的影片播放失敗），完全成功次數（16 次）可高達到 28 次之多。

由圖 5 可看出，實驗參與者 A 在實驗前段時，因其作動作打擊時，未跟著動作示範者，將預備手（無打擊動作的手）抬離桌面，作下一次打擊前的準備。在第 44 次實驗試作後，由研究者指導其預備手要跟著示範者一樣，抬離桌面準備下一次的打擊。在第 45 次之後的實驗試作，該生能跟著示範影

片，將預備手抬起的正確打擊動作後，試作次數成功性逐漸穩定並且增加，在第 52 次實驗試作時，達成第一次完全正確次數（16 次）後，漸漸步入穩定狀況，且試作次數達到完全正確次數現象也增加許多。

本研究實驗參與者，在進行節奏打擊實驗研究時，是採取每完成 10 次實驗試作後，可坐下休息一次的實驗方式。為了求研究結果統一且易分析，所以在 111 次（去除 9 次的影片播放失敗）的實驗試作次數裏，將每 10 次實驗試作和一次休息劃分為一組（區間），給以平均統計分析。也就是將每次試作的原始資料，以 10 次為一區間，作一整體性分析描述。

如圖 6 實驗參與者 A 試作正確次數平均統計圖可看出其實驗試作區間 0-3（實驗試作次數為 1-29）屬於不穩定期階段；實驗試作區間 3-5（實驗試作次數為 31-50）屬於漸入穩定期階段；實驗試作區間 5-12（實驗試作次數為 51-111）則進入完全穩定期階段。

由上述分析得知實驗參與者 A 節奏練習過程由不穩定階段（實驗試作區間 0-3）到進入完全穩定期階段（實驗試作區間 5-12）之間的漸入穩定期階段（實驗試作區間 3-5）為實驗參與者 A 節奏練習過程自我組織的一關鍵期。

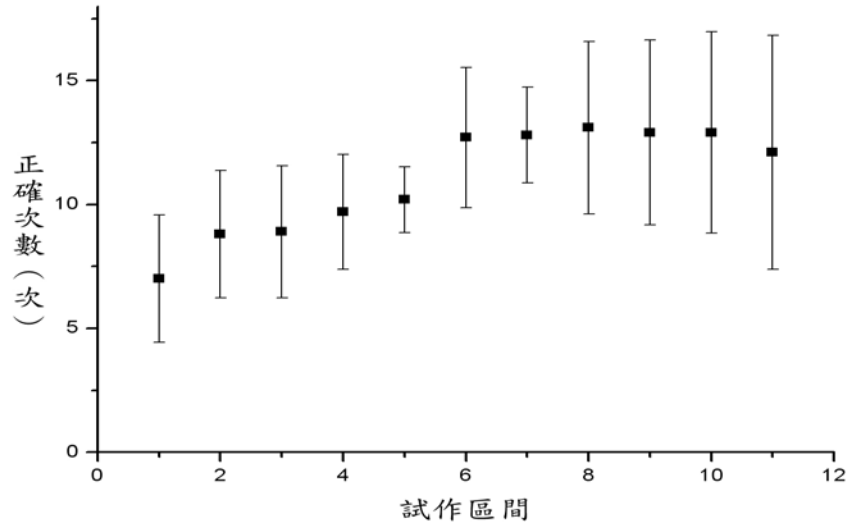


圖 6：實驗參與者 A 試作正確次數平均統計圖

三、實驗參與者 B

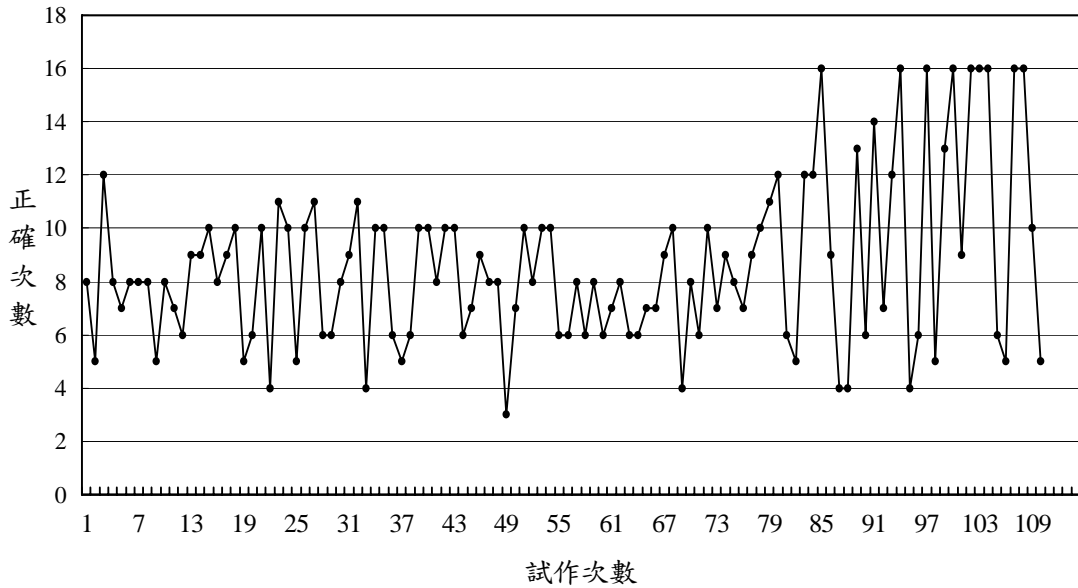


圖 7：實驗參與者 B 每次試作正確次數統計圖

由前述「92學年度學生現況(具體表現之技能)評估表」及學校老師平時觀察，得知該生在學習能力上尚屬高功能型。但因其身材肥胖、動作遲緩、視力功能差，因此在學習意願上較不高。又因其好勝心強，如遇到多次失敗，則較會產生學習排斥心理。因此在其實驗試作，完全成功次數(16次)只達到9次。

由圖7可看出，實驗參與者B在第80次實驗試作結束前，一直處於無法達成完全成功次數(16次)的現象。經由研究者在其休息時間，給以2次示範及講解後，實驗試作次數漸漸步入穩定狀況，在第85次實驗試作時，達成第一次完全正確次數(16次)後，漸漸步入穩定狀況，且試作次數達到完全正確次數現象也增加許多。

如圖8實驗參與者B試作正確次數平均統計圖可看出其實驗試作區間0-8(實驗試作次數為1-84)屬於不穩定期階段；實驗試作區間8-12(實驗試作次數為85-111)則進入完全穩定期階段。

由上述分析得知，實驗參與者B節奏練習過程，在進入完全穩定期階段(實驗試作區間8-12)前的不穩定階段(實驗試作區間0-8)，為實驗參與者B節奏練習過程自我組織的一關鍵期。

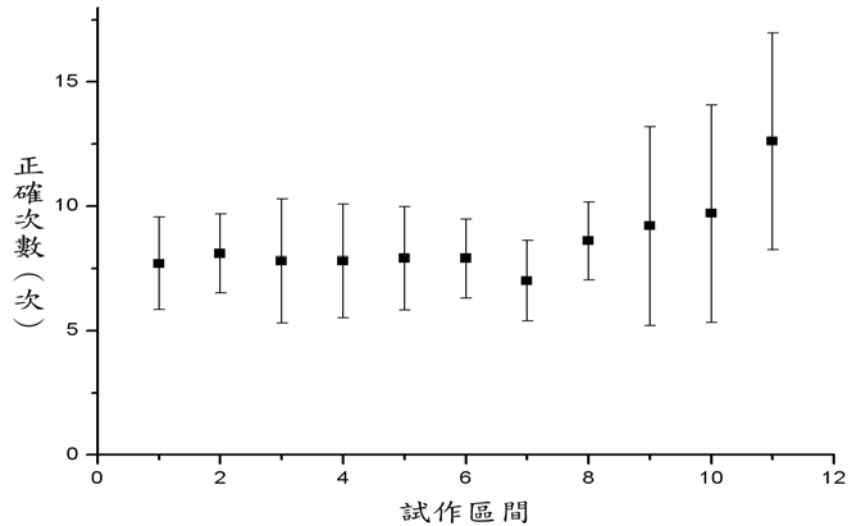


圖 8：實驗參與者 B 試作正確次數平均統計圖

四、實驗參與者 C

由前述「92 學年度學生現況（具體表現之技能）評估表」及學校老師平時觀察，得知該生在學習能力上尚屬高功能型。但該生因伴隨視力不佳，且未戴矯正眼鏡情況下，在總共 160 次實驗試作中（無影片播放失敗次數），雖然在第 75 次及第 111 次的實驗試作後，研究者給以再次講解及示範，仍無法達到完全成功次數（16 次）。本研究之關鍵期為動作由漸入穩定期階段到進入完全穩定期階段，來作為分析時間落差及動作變化過程之自我組織的探討。該生無法產生關鍵期階段現象，因此本研究是為實驗參加者流失。

第二節、節奏練習的交叉相關分析

交叉相關函數 (cross correlation function) 又稱錯位相關函數，是指一種波型對另一種波型的相似性比對，用以比較在條件作用下的運動和競賽運動間的適應過程，這種一系列的分析方法常被作為研究二變數與運動表現間的相關性 (Liu & Schollhorn, 1993)。

研究者在建構本研究時，假想如果實驗參與者在第一小節動作打擊，其正確性有所提高時，是否對第二小節或第三小節，會具有互相立即反應或延遲反應其試作次數的正確性關係？因此採用交叉相關分析方法，研究實驗參與者在節奏打擊各小節次數正確性時，各小節之間的相似性比對，用以比較各小節之間的適應過程後，所產生的相關係數高低分數，來決定各小節之間的試作次數正確性，有否互相影響達成次數正確性關係，且產生試作次數延遲現象。本研究使用 SPSS 11.0 版統計分析軟體計算分析結果，說明如下：

一、實驗參與者 A

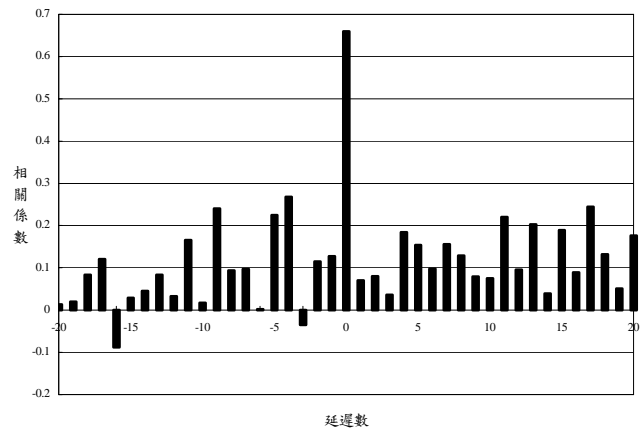
在第一小節與第二小節打擊正確性交叉相關分析結果，其試作次延遲數為 0 時，則其相關係數高達 .659 (圖 9-1)；在第一小節與第三小節打擊正確性交叉相關分析結果，其試作次延遲數為 0 時，則其相關係數高達 .317 (圖 9-2)；在第二小節與第三小節打擊正確性交叉相關分析結果，其試作次延遲數為 0 時，則其相關係數高達 .507 (圖 9-3)。

二、實驗參與者 B

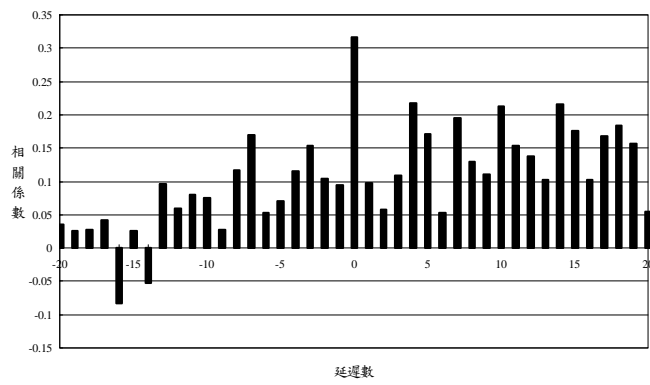
在第一小節與第二小節打擊正確性交叉相關分析結果，其試作次延遲數為 0 時，則其相關係數高達 .449 (圖 10-1)；在第一小節與第三小節打擊正確性交叉相關分析結果，其試作次延遲數為 0 時，則其相關係數高達 .171 (圖 10-2)；在第二小節與第三小節打擊正確性交叉相關分析結果，其試作次延遲數為 0 時，則其相關係數高達 .447 (圖 10-3)。

經由上述實驗參與者 A 與實驗參與者 B，在各小節的節奏打擊正確性交叉相關分析，發現如果試作次數延遲為 0 (延遲=0)，而其相關係數為最高時，即為顯示在第一小節或第二小節的次數正確性提昇，會直接立即反應在第二小節或第三小節。也就是說如果第一小節試作練習表現良好，則第二小節及第三小節也可以有表現良好的現象，呈現出正向關係並且未延遲其試作次數。

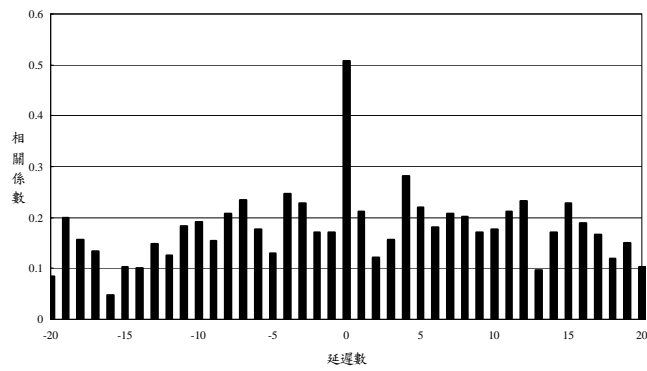
由此分析可證實，研究者在研究實驗前，原預測對於有關各小節試作次數正確性，會互相影響達成次數正確性關係，產生試作次數延遲現象 (第一小節表現好，而第二小節、第三小節未必會跟著一樣好)，實驗結果發現沒有支持三各小節間的延遲作用。此為本研究要探討的人體生物系統的一種自我組織現象。



1.



2.



3.

圖 9：實驗參與者 A 節奏打擊各小節正確性之交叉相關分析。1. 第一小節與第二小節；2. 第一小節與第三小節；3. 第二小節與第三小節。

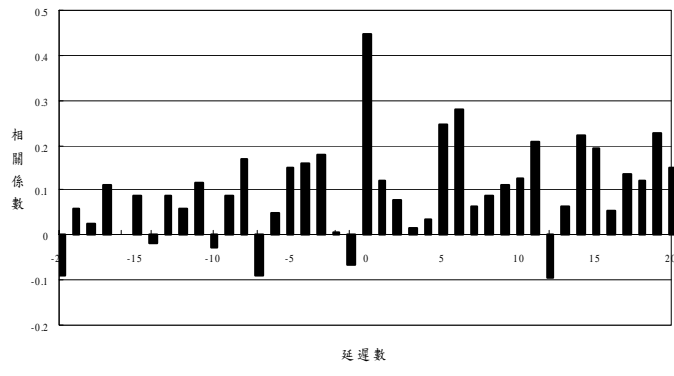
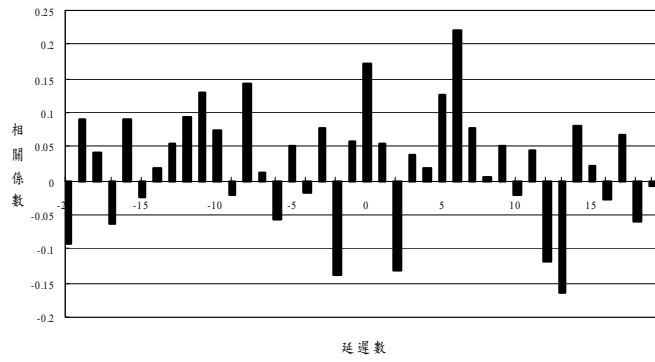
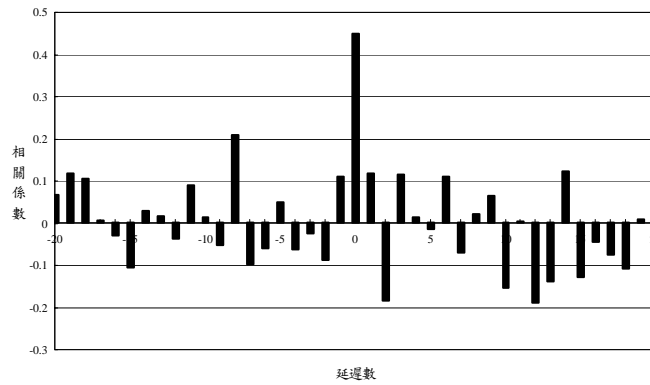


圖 10：實驗參與者 B 節奏打擊各小節正確性之交叉相關分析。1. 第一小節與第二小節；2. 第一小節與第三小節；3. 第二小節與第三小節。

第三節、綜合討論

生物系統的行為產生主要是個體本身、工作與環境等限制的交互作用，Thelen et al. (1993) 根據系統理論的概念，指出解釋生物體運動模式 (movement patterns) 的學習與發展過程，即動作的重新組織是從生物體周邊的生物力學訊息開始，通過生物體的運動器官 (organism) 與周邊環境以動態、共生 (symbiotic) 的交互作用形式，使得中樞神經系統逐漸產生適應。也就是說，動作發展的過程中，運動模式不僅僅是單純在腦部獨立工作、思考、記憶等，並命令運動器官完成動作；而是運動器官經由外界環境的回饋與外力場交互作用等因素，再混合於神經肌肉系統中。

本研究在實驗節奏的設計主要分成三個小節，第一個小節的左右手各包含了一個一拍與二個半拍的點擊內容，第二小節延伸了第一小節的左右手各二個半拍與一拍半的點擊內容，第三小節則延續了第一小節的左右手各一拍，再以左右手同時點擊的二拍動作最為結束，演練一次的總點擊次數為 16 次。若以各小節的動作順序分析，第一小節先是右手一拍、左手二個半拍、再右手二個半拍、左手一拍，第二小節則是右手的一拍半後、左手半拍、再依序接右左手二個半拍。實驗參加者在練習初期跟隨影像 DVD 動作時，並非是第一小節動作完成再依此類推實施第二小節、第三小節的內容，研究顯示實驗參加者多半依循影像施作每一小節開始的慢速節拍打擊，至於單手快速連擊再接續另一手的快速連擊動作，往往會由於無法接續而省略、跳過。因此，每一小節的動作正確性分析結果顯示實驗參加者 A 在 44 次前、實驗參加者 B

在 85 次前的低正確性（約 6 至 9 次而已），就是這些各小節前期的慢速動作較容易達成使然。而動作節奏較為快速的節拍，實驗參加者就必須在個體的運動器官與周邊環境產生交互作用形式，使得中樞神經系統逐漸產生適應的過程，方可形成較高正確性的節奏打擊動作。此一結果確實也說明了 Spitz 與蔡阿鶴等學者指出智能障礙學生腦皮質細胞的電解與化學變化較費時間，而在思想行為的轉換上較遲鈍且吃力，並出現學習上的偏執不化現象，故有所謂的學習遷移和類化困難等問題，因而降低智能障礙學生學習效率。

本研究透過實驗參與者雙手節奏打擊動作，在探討節奏練習正確性之分析方面，由實驗參與者每次節奏練習試作正確統計圖的結果顯示，實驗參與者的節奏練習過程中，由正確次數甚少的不穩定狀況，經過多次的練習，進入正確次數逐漸提高的穩定狀況，即為實驗參與者自我組織的變化歷程現象。而由實驗參與者每次節奏練習試作正確平均統計圖，能更進一步清楚分析觀察，實驗參與者的節奏練習過程中，由不穩定階段到，進入完全穩定期階段之間的漸入穩定期階段，為實驗參與者節奏練習過程自我組織的一關鍵期。而實驗參與者 B 的節奏練習過程中，在進入完全穩定期階段前的不穩定階段，亦為其節奏練習過程自我組織的一關鍵期。雖然實驗參加者進入了完成高正確性的動作階段，可是仍然經常性出現正確性大幅下落的初期動作階段特徵，顯示縱使是進入了穩定的高正確性階段，在個體限制、工作限制或是環境限制的影響下，智能障礙學生均極易出現動作品質退化的現象。

本研究使用 SPSS 11.0 版統計分析軟體，計算分析實驗

參與者在各小節的節奏打擊正確性的交叉相關，結果發現如果試作次數延遲為 0 ($k=0$)，而其相關係數為最高時，各小節間試作練習表現良好，能交互呈現出正向關係並且未延遲其試作次數。由此實驗結果發現沒有支持各小節間的延遲作用，此乃為本研究探討智能障礙學生的人體生物系統的一種自我組織現象，並非僅是單純的第一小節動作正確性提高或熟練後，實驗參加者方進行第二小節的節拍練習，這也說明了智能障礙學生在節奏練習的過程混合了三個小節的慢速節拍，經過人體生物系統的自我組織才進入可以完成快速節拍動作技能的階段。

第五章 結論與建議

本研究旨在探討透過雙手節奏打擊練習過程之實驗，來分析描述智能障礙學生自我組織動態系統變化之歷程。在研究中以三名國中一年級中度智能障礙學生為實驗參與者，給予三小節節奏實驗操作，來觀察實驗參與者打擊動作發展的次數正確性，及實驗參與者節奏打擊各小節間次數正確性之交叉相關關係。以下僅就研究結果與討論中的發現提出結論，並針對未來後續相關研究方向提出建議。

第一節、結論

本研究以雙手打擊節奏練習，探討智能障礙學生藉由動作發展過程，對其自我組織變化之研究。結果顯示實驗參加者節奏練習的正確性未隨練習次數而成線性增加，且由初期穩定階段進入另一穩定階段時，正確次數的變異性先出現降低的現象；但是在進入可以完全正確跟隨的穩定期時，實驗參加者仍會經常性出現練習初期的低正確次數現象，顯示智能障礙學生雖然已處於一穩定階段，卻仍然容易退化至練習初期的低正確性階段。研究結果發現雖然智能障礙學生的學習能力比一般智能正常學生不佳，但當智能障礙學生在學習新動作時，亦即由原本穩定的動作姿勢控制型態產生不穩定的狀態，經歷了動作轉換的關鍵時期，產生自我組織去發展形成另一個穩定的動作型態時，如此經由自我組織發展出的連續動作。

希望藉本研究能幫助從事啟智教育工作者，在教學時能

多了解智能障礙學生動作發展過程的自我組織變化，而加以改善本身的教學策略，以落實啟智教育領域之教學品質。

第二節、建議

根據本研究的發現，並歸納分析討論的結果，就未來應用於後續相關研究，提出建議研究方向如下：

1. 本研究因考量智能障礙學生在生理、心理等特徵表現不盡相同，易產生互相影響跡象，故只以三位學生為實驗對象。未來可考慮以性別、年齡及障礙程度的不同，作為分組差異，以進一步探討各組間因素的差異或因素改變的效應問題。
2. 本研究可擴展以相關弱勢族群或高齡失智族群...等團體為實驗對象，以更進一步驗證本研究之結果，造福更多族群。
3. 未來可延續研究以雙手打擊動作發展中，其左、右手打擊起落的時間差為主要參數，以求更進一步的探討分析動作時宜在動作發展練習時各階段的變化現象。
4. 本研究中所採用的「交叉相關函數」動態模式鑑定，可運用為爾後個別性隨時間變化的動作表現過程的縱向追蹤之研究方法。

參考文獻

中文部分：

- 王文科 (1994)。特殊體育導論。臺北市：心理出版社。
- 朱敏進 (1986)。智能障礙者體育指導法。臺北市：國立臺灣師範大學體育學會。
- 吳武典 (1996)。特殊教育國際學術交流的經驗與啟示。特殊教育季刊，60，1-7。
- 卓俊伶 (1986)。運動行為學的探討。國民體育季刊，15(2)，73-77。
- 林茂文 (1992)。時間序列分析與預測。臺北市：華泰。
- 洪朝欽 (1992)。非線性動力系統：秩序、混沌、複雜與自我組織。科學月刊，350。
- 胡名霞 (2001)。動作控制與動作學習。臺北市：金名。
- 黃政傑 (1996)。音樂科教學法(一)。臺北市：師大書苑。
- 郭治安、呂翎譯 (2000)。大腦工作原理－腦活動、行為和認知的協同學研究。上海市：上海科技教育。
- 陳道南 (1986)。國民小學音樂基礎指導的理論與實際。高雄市：復文。
- 蔡信行譯 (2000)。生物世界的數字遊戲。臺北市：天下遠見。
- 蔡阿鶴 (1996)。智障學生之學習心理與輔導。八十五學年度智障類特殊體育教師研習會報告書，99-116。

外文部分：

- Carlson, N. R. (1984). *Psychology: The science of behavior*. Boston: Allyn and Bacon.
- Grossman, H. J. (Ed.). (1983). *Classification in mental retardation*. Washington, DC: American Association on Mental Deficiency.
- Liu, Y., & Schollhorn, W. (1993). Process oriented comparison between conditioning exercises and competition in sprint running. 1993 International Society of Biomechanics Congress in Paris.
- Magill, R. A. (1998). *Motor learning: Concepts and applications* (5th ed.). Singapore: McGraw-Hill.
- Summers, J. J., & Pressing, J. (1994). Coordinating the two hands in polyrhythmic tapping. In S. P. Swinnen, H. Heuer, J. Massion, & P. Casaer (Eds.), *Interlimb coordination: Neural, dynamical, and cognitive constraints* (pp. 571-593). New York: Academic Press.
- Thelen, E., Corbetta, D., Kamm, K., Spencer, J., Schneider, K., & Zernicke, R. F. (1993). The transition to reaching: Matching intention and intrinsic dynamics. *Child Development*, 64, 1058-1098.

附錄 I：參與研究家長（監護人）同意書

親愛的家長您好：

我是國立臺灣體育學院體育研究所的研究生，目前進行一項有關特教啟智班學生節奏練習的研究，想邀請貴子弟參與本次研究。本次研究的地點設於國立臺灣體育學院生物力學研究室，實驗的動作是雙手作節奏練習，實驗動作與所使用的實驗儀器完全不會對同學造成任何傷害。

為了尊重您的權益，您可以選擇是否讓貴子弟參與本次研究，另外即使您同意讓貴子弟參與研究，但是之後如您的意願有所更變，仍可以告知本人後隨時退出研究。本次研究測量的結果只當作研究之用，相關資料的隱私權將可獲得保障。

非常期盼您的協助！將使得本研究可以順利完成，另外對於特教啟智班學生運動科學將有非常大的貢獻。如果您對於本次研究或是貴子弟的權益有任何問題，歡迎來電聯絡。

最後再次的謝謝您的支持！

本人服務地點：臺中縣立太平國民中學特教班

TEL：23922540 轉 119

衷 心 感 恩 您！

研 究 生 陳玉圓 敬上

指 導 教 授 陳重佑 博士

於國立臺灣體育學院體育研究所

附錄 II：參與研究家長（監護人）回條

本人已經詳細閱讀並了解上述內容，我同意我的小孩
參與上述研究。

學生姓名：_____

家長簽名：_____

日期：_____

※ 填寫後請由貴子弟交回即可。

非常感謝您的支持與答應貴子弟參與！