

結合腦波儀發展視聽專注力評估系統:應用於注意力缺損的孩童

陳金鈴
朝陽科技大學資訊工程系
教授
clc@cyut.edu.tw

周永豐
朝陽科技大學資訊工程系
研究生
allen27029@gmail.com

唐詠雯
中山醫學大學物理治療學系
助理教授
tangyw@csmu.edu.tw

中文摘要

本研究的主要目的主要針對患有注意力不集中或過動衝動症(ADHD)的孩童進行專注力的評估,因此結合腦波儀發展視聽專注力評估系統(VAAT)。我們透過VAAT與克氏持續度表現測驗第三版(Conners Continuous Performance Test 3, CPT 3)測量8位8歲到12歲之注意力缺損的孩童,在結果進行比對,並觀察VAAT與CPT 3的同時效度,以及在測驗中做錯與做對測驗當下腦波變化的相關性。實驗結果顯示,這些孩童做CPT 3測驗的結果表示都有注意力不集中的狀況,VAAT視覺部分與CPT 3的原始分數之同時效度的錯誤率、反應時間、持久力、反應能力變化均呈現顯著正相關,在辨別能力呈現顯著負相關。在VAAT測驗時收集腦波並分析得到,在目標物出現時,做錯比做對測驗當下的前一秒腦波平均Delta波與High Alpha波會降低。

關鍵詞：腦波、克氏持續度表現測驗、注意力不集中。

Abstract

In this study, we focus on children with attention deficit hyperactivity or impulsivity disorder (ADHD). Thus, we develop a combination of electroencephalogram (EEG) of visual and auditory attention task system (VAAT). We used the VAAT and CPT 3 (Conners Continuous Performance Test 3) to assess 8 children of aged 8 to 12 years old with attention deficit. The results compared with the concurrent validity of VAAT and CPT 3. And observe the doing right or wrong at the correlation between the changes of brain waves. The experimental results show. These children were attention deficit. VAAT and CPT 3 of original score concurrent validity in detectability showed significant

negatively correlation, while the error rate, response time, stamina and variability showed significant positive correlation. In the VAAT test, to collect brain waves and analysis in the target occurs, do the wrong trials contrast with the current one second before the average Delta wave and High Alpha wave will decrease.

Keywords : EEG, Conners CPT 3, attention deficit.

1. 引言

注意力缺陷過動症 (Attention deficit hyperactivity disorder, ADHD) 是一種常見的精神失調狀況,目前常見的案例以兒童為主,但此類狀況也會在成人身上出現。ADHD 症狀又分為三種類型[6]:

1. 注意力缺損(ADHD-I): 只有注意力不能集中的症狀。
2. 過動-衝動型(ADHD-HI): 只有過動和衝動的症狀。
3. 綜合型(ADHD-C): 同時有注意力不集中、過動、衝動的症狀。

ADHD 孩童在全球患病率約為 5.3%,並且會延續到成人期患病率約有 2.5% [9]。過動症的評估是一項複雜的任務,需要父母和老師的臨床訪談,觀察,報告,心理教育評估和神經發育檢查全面調查 [4]。

王乙婷學者將 ADHD 的注意力缺損分為多種向度:警覺、持續性注意力、選擇性注意力、轉移性注意力與注意力廣度等 [1]。王乙婷學者也發現 ADHD 兒童在持續注意力是有問題,他們無法長時間專注在一件事情上,並且比起一般的孩童有明顯的落差,所以持續注意力是 ADHD 孩童的主要問題與困擾[1]。

在評估兒童注意力能力常用持續性的表現測驗(CPT)來檢測，常用的測驗工具包括 TOVA (Test of Variables of Attention)[8]、IVA-2 (Integrated Visual and Auditory CPT)[10]和 CPT 3(Conners CPT 3)[5]，這些軟體主要用來協助醫生診斷 ADHD 的工具，是一種電腦化的測驗。CPT 測驗時會要求受測者每隔一段時間選擇反應特定刺激物，刺激物包括圖形、字母、數字和聲音；因此 CPT 有許多測驗類型[7]。許多研究都支持 CPT 的實用性，在分析健康孩童與 ADHD 孩童當中，ADHD 組比對照組間更顯著遺漏錯誤及違規錯誤[7]。在 IVA-2 測驗中會在電腦螢幕上固定 1.5 秒出現數字或聲音，當聽到或看到數字 1 時要反應按下按鍵，測驗時間為 15 分鐘，測驗年齡在八歲以上。在克氏持續度表現測驗第三版(CPT 3)中，會要求受測者看到在電腦螢幕上的出現的刺激物除了字母 X 之外的字母都要反應按下空白鍵以計算各項參數，刺激物出現時間為 1、2、4 秒，每出現 20 個刺激物變換一次速度，目標物與非目標物的比例

為 16:4，測驗時間為 14 分鐘，測驗年齡為 8 歲以上。在 CPT 3 的折半信度為 0.92~0.93[5]，屬於高度信度，因此我們使用克氏持續度表現測驗第三版(CPT 3)與 VAAT 測驗受測者並分析同時效度。

另外在使用腦電圖或 CPT 診斷 ADHD 孩童的研究正在增加[7]。在許多文獻報導當中，ADHD 是腦的一種疾病，尤其在前額葉和皮層下領域，這是負責維持注意力和控制行為；它可以識別這些異常和方便診斷儀器的研究[7]。測量腦電波是一種非侵入式，並可以提供許多頻段的波型，以下是不同腦波頻段與特性[3]，如表 1 所示。

因此，為了評估患有注意力不足或過動衝動症(ADHD)的孩童，我們開發視聽專注力評估系統，來分析孩童的注意力程度。我們整合了視覺、聽覺還有視聽覺統合能力，並且結合了警覺性、持續性以及選擇性綜合注意力評估，並利用腦波儀來量測目前的腦波狀況，並在評估過程中收集腦波的立即變化。

表 1 腦波頻段與特性

腦波類型	頻率範圍	特性
Delta 波	0.1Hz-3Hz	最慢的腦波並與睡眠有關。當試圖專注時 Delta 波會降低，對於身體的覺察下降或無意識的處理資訊時他會增加。
Theta 波	4Hz-7Hz	與深度放鬆、昏昏欲睡、睡眠相關。過度的 Theta 波與不佳的決定、衝動及較慢的反應時間有關。
Low Alpha 波	8-10Hz	與放鬆和自由有關，也與學習新的訊息（記憶而無理解）有關。
High Alpha 波	10-12Hz	和身體平靜與警醒專注的內心有關，也與參與被交付的任務之前有關，也與專注、覺察和心智的穩定有關。
Low Beta 波	12-18Hz	與專注、主動思考、專心、處在身體放鬆但內心警醒的狀態有關。
High Beta 波	18-30Hz	與警醒和激動有關。當一個人處在驚慌的狀態下會出現過高的 Beta 波，也與焦慮、過度思考和強迫的行為有關。
Low Gamma 波	30-50Hz	與學習和精神的敏銳有關。維持 40Hz 的 Gamma 波有助於良好的注意力和有效率的問題解決能力。
High Gamma 波	50-70Hz	與認知任務有關，如聆聽、閱讀和說話，Gamma 波的降低會與認知下降有關。

本研究使用 VAAT 及 CPT 3 來測量注意力缺損的孩童，並比較 VAAT 與 CPT 3 的同時效度，並分析做 VAAT 測驗時，做錯與做對的腦波變化。

2. 方法

2.1 CPT 3

本研究使用 CPT 3，是評估 ADHD 有公信力的工具之一。受測者需在電腦螢幕上反應出現的字母，除了 X 之外的字母為目標物，測驗中有 6 個區塊。一個區塊包含了 48 個目標物和 12 個非目標物。測驗持續 14 分鐘，字母出現的間隔時間為 1、2、4 秒，每一個字母顯示時間為 0.25 秒。結果參數描述如下: Detectability(辨別目標物與非目標物的能力)，Omissions(遺漏目標物的比例)，Commissions(在非目標物出現時做出錯誤反應的比例)，Perseverations(反應時間小於 0.1 秒的比例)，Hit Reaction Time(目標物出現時到按下按鍵的時間為 HRT)，HRT Standard Deviation(反應速度的一致性)，Variability(反應速度一致的變化性)，HRT Block Change(每一個區塊反應速度的變化)，HRT Inter-Stimulus Interval(不同速度區塊反應速度的變化)。

CPT 3 在評估受測者的問題分為四種向度包括: 注意力不集中、衝動、持續專注及警覺問題。在受測者的症狀我們是依照 CPT 3 得到的結果去做分類。

2.2 軟體開發

2.2.1 開發工具

本研究所使用的腦波儀器是由 Neurosky 神念科技[2]所開發的 MindWave 腦立方，它使用單點乾式電極感測頭皮的腦電波，比起傳統溼式電極且不易配帶的腦波儀來得好。腦立方的測量部位在 Fp1 左前額葉的位置，參考電極夾在左耳垂當參考點位及接地，利用單通道測量就能處理消除噪音並輸出 EEG 腦電功率譜包括 High Alpha 波、Low Alpha 波、High Beta 波、Low Beta 波、High Gamma 波、Low Gamma 波、Delta 波、Theta 波以及神念科技公司所提供的 eSense 指數，包括專注度、放鬆度、眨眼檢測以及其他指數。腦立方的腦電波訊號是透過無線藍芽發送到電腦。

視聽專注力評估系統是在 Windows 作業系統中開發，由 Unity 3D 軟體所設計而成，編寫語言為 C# 及 JAVA。

2.2.2 系統架構及流程

下圖 1 為視聽專注力評估系統的架構圖，一開始先輸入個人基本資料後，選擇視聽專注力評估測驗，在測驗之前會有介紹測驗以及練習，讓受測者了解測驗內容再進行測驗，測驗過程中會記錄遺漏率、錯誤率及反應時間等等，測驗畫面右上端會即時顯示專注度，右下端會即時顯示測驗剩餘時間。當測驗結束後即時算出專心程度、衝動程度、視聽能力差異、認知理解能力和詳細腦波平均數據(High/Low Alpha、High/Low Beta、Delta、Theta、High/Low Gamma 波)。下圖 2 是視聽專注力評估系統測驗流程。

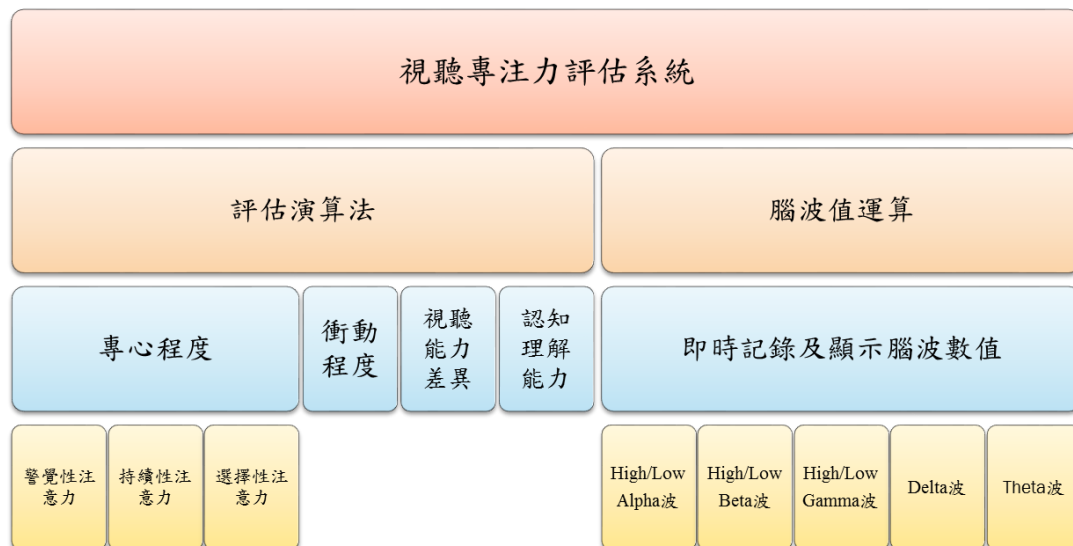


圖 1 視聽專注力評估系統架構圖

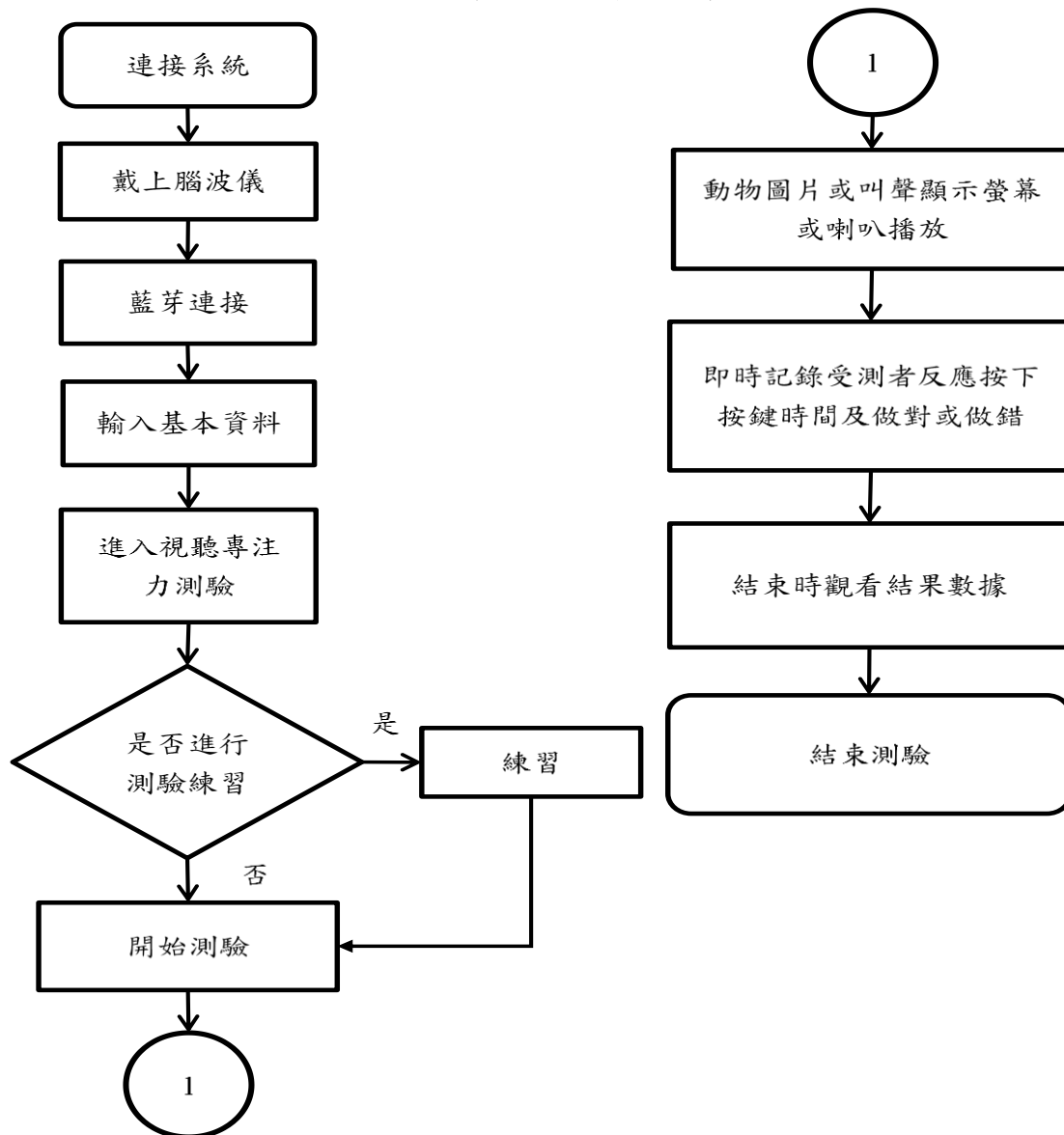


圖 2 視聽專注力評估系統處理流程圖

2.2.3 腦波連線與基本資料

一開始進入評估軟體會先進行腦波連線，腦波連線成功的右上方會顯示使用者當前的專注值，方便給指導人員觀看。

下一步進行基本資料的輸入，內容包括姓名、性別、出生年月日、受測者的症狀，如圖 3 所示為進行基本資料的填寫。

圖 3 輸入基本資料畫面

2.2.4 測驗設計與比較

本研究測驗設計主要是以黑白卡通

的動物圖片當作主要方向。以下為目標物與非目標物內容及出現方式介紹:

1. 目標物與非目標物內容:目標物為常用見動物圖片(狗、牛、羊等)以及動物叫聲共 30 個，非目標物為單一的貓咪圖片以及貓叫聲。
2. 測驗時間與刺激物出現方式:測驗時間共 14 分鐘，每次刺激物間隔時間為 1,2,4 秒，共三種方式，出現 20 個刺激物後會間隔時間會變換一次，刺激物出現時間為 0.25~0.75 秒，共三種方式，測驗中，分六回進行。

表 2 係本研究開發的視聽專注力評估系統(VAAT)、克氏持續度表現測驗第三版(CPT 3)、K-CPT 2 及 IVA-2 設計之比較。

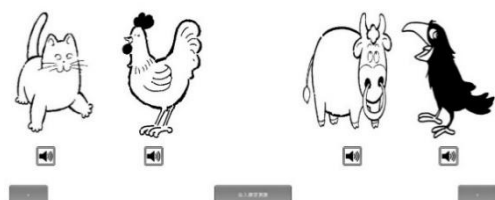
表 2 視聽專注力評估系統(VAAT)、克氏持續度表現測驗(CPT 3)、K-CPT 2 及 IVA-2 設計之比較

	K-CPT 2	CPT 3	IVA-2	VAAT
刺激物顯示時間	500 毫秒	250 毫秒	500 毫秒	250~750 毫秒
刺激物出現方式	圖片	圖片	圖片及聲音	圖片及聲音
出現刺激物的間隔時間	1.5 秒、3 秒，兩種變化	1 秒、2 秒、4 秒，三種變化	1.5 秒	1 秒、2 秒、4 秒，三種變化
按按鍵	目標物	目標物	目標物	目標物
非目標物(數量/顯示方式)	1/足球	1/字母 X	2/數字 2、聲音 2	2/動物貓、貓叫聲
目標物(數量/顯示方式)	10/生活上常見工具的圖片	25/除了 X 以外的字母	2/圖片 1、聲音 1	30/非貓的動物圖片、動物叫聲
目標物與非目標物比例	15:5	16:4	42:8/8:42	18:2
測驗年齡	4 到 7 歲	8 歲以上	6 歲以上	8 歲以上
測驗時間	7.5 分鐘	14 分鐘	15 分鐘	15 分鐘
測驗區塊/子區塊/測驗數量	5/2/20	6/3/20	5/2/50	6/3/20

在 VAAT 與 CPT 3 比較中不同的地方是我們多加了聽覺的刺激物，並且視覺與聽覺刺激物交互出現，就能看出視覺及聽覺統合的能力。在與 IVA-2 比較不同是 IVA-2 出現刺激物出現都為固定 1.5 秒，我們系統的刺激物出現分為 1 秒、2 秒及 4 秒，在圖片的設計上我們利用可愛的動物黑白圖案來吸引兒童注意，不會感到枯燥無聊。

2.2.5 測驗前準備與練習測驗

在測驗前的準備，會先讓使用者了解測驗內容，必須讓使用者認識了解以下動物圖片以及動物叫聲，點擊動物圖片下方的喇叭圖示即可聽當前動物叫聲，總共有 16 個動物圖片及 16 個動物叫聲，如圖 4



所示。

圖 4 認識動物畫面

在開始測驗前，會先進行測驗規則說明，了解後在開始練習測驗，如圖 5 所示，測驗方式為當聽到或/和同時看到目標物出現做按鈕反應，看到非目標物無需做按鈕反應。



圖 5 練習測驗說明畫面

圖 6 為練習測驗中的畫面。練習測驗完後會再提示使用者是否在練習一次，主要是要讓使用者完全了解測驗的規則，如圖 7 所示。



圖 6 練習測驗畫面

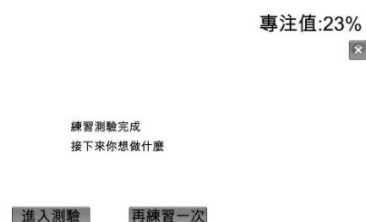


圖 7 練習測驗結束畫面

2.3.6 視聽專注力測驗

在測驗開始準備畫面如圖 8 所示，一樣會說明規則，測驗規則為看到及聽到貓的圖片及叫聲都不能按，其他動物的圖片及叫聲都要快速按下按鈕，按下”評估開始”測驗就會立即開始。圖 9 為測驗中的畫面，左上方為當前使用者腦波的專注數值，右下方為測驗剩餘時間，若兩個數值會影響到使用者作答時，可以按下旁邊”打叉”按鈕即可關閉，再按一次可以再開啟觀看數值。



圖 8 測驗開始說明畫面

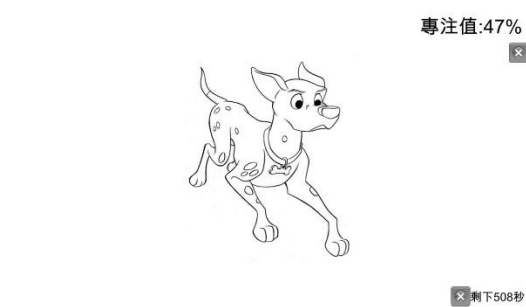


圖 9 測驗畫面

測驗完後會立即顯示結果畫面，畫面顯示包括了使用者簡單的數據及測驗中腦波數值高低，如圖 10 所示。



圖 10 測驗結束畫面

2.2.7 儲存原始數據與參數

在測驗完後會立即儲存完整及分析完的數據，圖 11 為完整的數據 EXCEL 檔，會儲存記錄使用者每一秒的腦波包括 high/low α 波、high/low β 波、 θ 波、 δ 波、high/low gamma 波以及 NeuroSky 腦波儀公司所提供 eSense 的演算法包含了專注度數值(0~100)(越高代表越專注)和放鬆度數值(0~100)(最高代表越放鬆)、動物圖片及聲音出現時間點、使用者有無按下按鍵及作答有無正確。

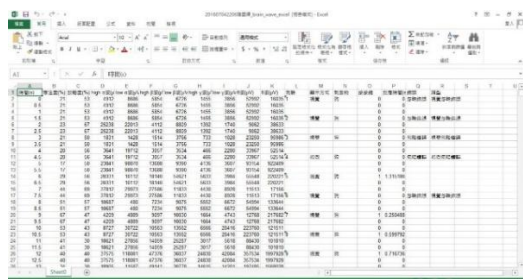


圖 11 原始數據畫面

視聽專注力評估系統(VAAT)的評估參數用來評估不專心程度、衝動程度、視聽能力差異與認知理解能力的情形，分析

的參數包括遺漏率、錯誤率、反應時間、衝動率等等，以下是 VAAT 的參數介紹：

- (1) 遺漏率:對目標物無按鍵反應與全部需按下按鍵的比例為遺漏率。
- (2) 視覺和聽覺遺漏率:將遺漏率分為視覺及聽覺各別算出視覺遺漏率及聽覺遺漏率。
- (3) 錯誤率:當非目標物出現，不需按鍵反應，實際錯誤按鍵反應與全部非目標物的比例為錯誤率。
- (4) 視覺和聽覺錯誤率:將錯誤率分為視覺及聽覺各別算出視覺錯誤率及聽覺錯誤率。
- (5) 反應時間:當目標物出現，需按鍵反應時，目標物出現到實際按鍵反應的時間稱為反應時間。
- (6) 衝動率:當目標物出現，需按鍵反應時，反應的時間小於 0.1 秒的比例。
- (7) 辨別能力:答對目標物的次數與答對非目標物的次數的比例為辨別能力。
- (8) 反應時間標準差:將所有的反應時間做標準差為反應時間標準差。
- (9) 反應變異能力:算出每一個區塊的反應時間標準差，以最後一個區塊減去第一個區塊為反應變異能力。
- (10) 反應區段的變化:將測驗時間分為六個區塊來算出每一個區塊的反應時間，以每一個區塊減去下一個區塊的差為反應區段的變化。
- (11) 遺漏區段的變化:將測驗時間分為六個區塊來算出每一個區段的遺漏率。
- (12) 錯誤區段的變化:將測驗時間六個區段來算出每一個區段的錯誤率。
- (13) 速度變化反應能力:不同的刺激物間隔時間算出個別的平均反應時間的變化，以每一個區塊減去下一個區塊的為速度變化反應能力。
- (14) 遺漏能力變化:不同的刺激物間隔時間算出個別的遺漏率的變化。

- (15) 錯誤能力變化:不同的刺激物間隔時間算出個別的錯誤率的變化。
- (16) 視聽平衡能力:視覺反應時間和聽覺反應時間的差值。
- (17) 持久性:暖身(測驗一開始前 20 次都是目標物)和緩和(測驗結束前 20 次都是目標物)所按到的反應時間,取各個最快三次的反應時間平均的比例為持久性。
- (18) 感覺動作控制能力:最快三次暖身反應時間的平均與緩和反應時間的平均,以最快當作分數。
- (19) 模式轉換:當出現完兩個視覺(聽覺)刺激物都答對的時候,在下一個出現聽覺(視覺)刺激物卻做錯時為模式轉換。
- (20) 視覺和聽覺一致性:視覺及聽覺各別找出超過平均 1.5 倍的反應時間。
- (21) 視覺和聽覺持久力: 視覺及聽覺各別算出測驗前後 150 個刺激物的反應時間的差值。
- (22) 視覺和聽覺速度能力: 按到所有目標物反應時間,並排除小於 0.125 秒的反應時間。
- (23) 視覺和聽覺專心能力:找比反應時間加上 1.5 倍的反應時間標準差還要慢的值。

在結束後會記錄受測者的各項數據,利用分析遺漏率、錯誤率和反應時間等的變異性。在 VAAT 測驗可以評估受測者的四個向度:不專心程度、衝動程度、視聽能力差異與認知理解能力情形,以下為每一個向度會用到哪些參數的介紹:

一、專心程度:以警覺性注意力、持續性注意力、選擇性注意力分析專心程度。

- (1) 警覺性注意力:分為目標反應能力與速度反應能力兩部分。目標反應能力部分:以辨別能力分析目標反應能力的情形。速度反應能力部分:以反應能力變化、遺漏能力變化、錯誤能力變化、視覺和聽覺速度能力、視覺和

聽覺專心能力、反應時間分析速度反應能力的情形。

- (2) 持續性注意力:分為階段變化與反應一致性兩部分。階段變化部分:以反應區段的變化、遺漏區段的變化、錯誤區段的變化與視覺和聽覺耐久力分析階段變化的情形。反應一致性部分:以反應時間標準差、反應變異能力、視覺和聽覺一致性分析反應一致性的情形。
- (3) 選擇性注意力:分析選擇性注意力分為目標物與非目標物選擇以及視聽選擇目標物與非目標物能力兩部分。目標物與非目標物選擇部分:以遺漏率、錯誤率、辨別能力分析選擇性注意力的情形。視聽選擇目標物與非目標物能力部分:以視覺和聽覺遺漏率、視覺和聽覺錯誤率與模式轉換來分析視聽選擇目標物與非目標物能力的情形。

二、衝動程度:以衝動率、錯誤率與反應時間來分析衝動程度的情形。

三、視聽能力差異:以視聽平衡能力、視覺和聽覺遺漏率比例與視覺和聽覺錯誤率比例分析視聽能力差異的情形。

四、認知理解能力:以感覺動作控制能力與持久性分析認知理解能力的情形。

與 CPT 3 不同的是,我們多了分析受測者視聽能力的差異,以及視覺刺激物轉換聽覺刺激物是否會發生錯誤,與 IVA-2 不同的地方在我們有分析受測者有沒有衝動的情形。

2.3 實驗工具

在實驗的硬體設備有: Mindwave Mobile 腦立方、筆記型電腦。軟體應用程式:結合腦波儀發展視聽專注力評估系統(VAAT)、CPT 3、SPSS ver. 20。

2.4 實驗對象與流程

我們找了 8 位受測者,在做 CPT 3 測驗結果顯示都有注意力不集中的問題(從輕微到嚴重都有),其他在警覺及持續專注也有問題,年齡在 8 到 12 歲之間,男生有 6 位,女生有 2 位。測驗流程首先進行

CPT 3 的測驗，測驗完 CPT 3 之後休息十分鐘後再進行 VAAT 測驗，首先戴上腦波儀後開始 VAAT 測驗，當測驗完成後會立即顯示測驗參數結果和腦波數值，接著進行數據的存檔後即完成測驗。測驗地點主要在醫院的小教室進行，環境明亮且安靜的。

2.5 統計分析

本研究使用 SPSS 統計軟體分析，使用到相關性分析，觀察 CPT 3 與 VAAT 參數之原始分數的相關程度。成對樣本 T 檢是分析兩組連續變數之間的平均數差異，所以我們用來分析在目標物出現的當下，做對與做錯兩組間腦波的差異。統計分析顯著的定義為 $p < 0.05$ 。

3. 結果

3.1 參數分析

表 3 是 8 位受測者之 VAAT 與 CPT 3 參數之原始分數進行 SPSS 統計軟體的相關性分析，結果顯示在 CPT 3 測驗參數與 VAAT 視覺部份(V-part)測驗參數之原始分數在辨別能力屬於低度負相關，另外在錯誤率 ($r=0.770$ ， $p < 0.05$)、反應時間 ($r=0.908$ ， $p < 0.01$)、視覺持久力 ($r=0.799$ ， $p < 0.05$)、反應變異能力 ($r=0.639$ ， $p < 0.05$) 都有高度正相關。

在 CPT 3 測驗參數與 VAAT 整體的測驗參數之原始分數在錯誤率 ($r=0.736$ ， $p < 0.05$)、反應時間 ($r=0.866$ ， $p < 0.01$)、持久力 ($r=0.760$ ， $p < 0.05$) 都有高度正相關，因為 VAAT 整體參數有加入聽覺的分析，所以與 CPT 3 參數的相關性沒有很高。

表 3 CPT 3 與 VAAT(V-part)相關性比較

CPT 3 參數	參數平均值	VAAT 參數	VAAT(V-part)參數 平均值(相關係數)	VAAT 參數平均 值(相關係數)
Detectability	-1.89578626	辨別能力	0.305855625 ($r=-0.359^*$)	0.3138932 ($r=0.253^*$)
Omissions	4.557291667	遺漏率	8.875 ($r=0.627$)	11.805556 ($r=0.655$)
Commissions	43.92361111	錯誤率	65.625 ($r=0.770^*$)	64.2361125 ($r=0.736^*$)
Perseverations	1.215277778	衝動率	1.5 ($r=-0.129$)	1.5 ($r=0.140$)
Hit Reaction Time	557.3653145	反應時間	0.610371288 ($r=0.908^{**}$)	0.69942265 ($r=0.866^{**}$)
HRT Standard Deviation	0.330505425	持久力	0.04931388 ($r=0.799^*$)	0.000671208 ($r=0.402$)
Variability	0.098053986	反應變異能力	0.381719263 ($r=0.639^*$)	0.3740032 ($r=0.633$)
HRT Block Change	0.007546953	反應區段的變化	0.091667307 ($r=-0.405$)	0.031484888 ($r=-0.361$)
HRT Inter-Stimulus Interval Change	0.097413215	反應能力變化	0.33138862 ($r=0.024$)	0.270947786 ($r=-0.070$)

* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$

$r=0.1 \sim 0.39$ 為低度相關， $r=0.4 \sim 0.69$ 為中度相關， $r=0.7 \sim 0.99$ 為高度相關。

表 4 目標物出現時按對與按錯之前一秒的腦波差異

做對減去做錯測驗平均腦波	平均數	標準差	T 值	平均差異
專注度	-3.65406	5.59169	-1.848	0.107
放鬆度	-0.72305	6.78779	-0.301	0.772
High Alpha 波	2604.14134	2847.80213	2.586	0.036*
Low Alpha 波	1621.65976	8854.97910	0.518	0.620
High Beta 波	1298.65940	4744.44302	0.774	0.464
Low Beta 波	1728.04495	5185.76555	0.943	0.377
High Gamma 波	718.61801	2114.38430	0.961	0.368
Low Gamma 波	-4216.54128	12550.19263	-0.950	0.374
Theta 波	12309.60990	29584.32980	1.177	0.278
Delta 波	90904.58639	106795.79154	2.408	0.047*

*p<0.05, **p<0.01

在分析結果表示，VAAT(V-part)是與 CPT 3 大部分是有高度正相關。所以我們可以用 VAAT 做專注力的評估。

3.2 腦波分析

在測驗中本研究將每一位受測者在測驗中在目標物出現時，有做對測驗的當下前一秒的腦波平均與做錯測驗的當下前一秒的腦波平均進行比對，分析方式使用統計軟體 SPSS 的成對樣本 T 檢定進行比對。在表 4 中可以發現在目標物出現時做對與做錯測驗當下前一秒的腦波差異，在做錯測驗的 Delta 波與 High Alpha 波比做對測驗的 Delta 波與 High Alpha 波有明顯顯著的下降，代表做錯的時候前一秒受測者的警覺性降低，呈現放空狀態。

4. 結論

本研究的開發使用結合腦波儀與視聽專注力評估用來測量注意力不集中的孩童，從結果可以發現，VAAT 與 CPT 3 的同時效度有一定的相似度，所以我們可以用 VAAT 來測量孩童的專注力，並且與 CPT 3 不同的地方 VAAT 可以比較受測者在視聽覺的注意力有什麼樣的差異。CPT 3 與 IVA-2 使用字母及數字來測試受測者，在 VAAT 測驗裡使用了簡單的動物圖片及動物叫聲，目的為了能讓小孩能夠容易了解測驗內容去做出適當的反應。VAAT 評估專注力又分為四大項，專心程

度(警覺性、持續性、選擇性注意力)、衝動程度、視聽能力差異及認知理解能力，CPT 3 評估專注力分為四大項，不專心、衝動、持續專注及警覺，我們的 VAAT 比起 CPT 3 在專注力部分，我們分析比較多專注向度。在 IVA-2 評估專注力分為兩大項，反應控制商數及專注商數，所以比起 IVA-2，我們多分析了衝動程度。

本研究找了 8 位注意力缺損的受測者，並做 VAAT 及 CPT 3 測驗，並將參數的資料使用統計軟體 SPSS ver.20 進行相關性分析，主要是探討 VAAT 與 CPT 3 同時效度，結果可以發現 VAAT(V-part)的錯誤率、反應時間、視覺持久力、反應能力變化與 CPT 3 的 Commission、HRT、HRT SD、HRT ISI Change 呈現顯著高度正相關，在辨別能力與 CPT 3 的 Detectability 是呈現顯著低度負相關，因此 VAAT 與 CPT 3 有替代性，是可以用來測試受測者的專注力。在分析受測者的腦波時，我們使用 SPSS 成對樣本 T 檢定，在統計分析顯示，當目標物出現時做錯比做對的前一秒 Delta 波及 High Alpha 波下降的情形，代表受測者做錯測驗前一秒的狀況有放空且警覺性也降低。

參考文獻

- [1] 王乙婷、何美慧，”自我教導策略增進 ADHD 兒童持續性注意力之效果”，*特殊教育學報*，Vol. 18，pp.

- 21-54, 2003。
- [2] 神念科技公司官方網站，Available: <http://www.neurosky.com.tw/>
 - [3] 陳映達，腦波的介紹，Available: <http://eingdar.blogspot.tw/2014/03/blog-post.html>
 - [4] Berger, I. and Cassuto, H., “The effect of environmental distractors incorporation into a CPT on sustained attention and ADHD diagnosis among adolescents,” *Journal of Neuroscience Methods*, Vol. 222, pp. 62–68, 2014.
 - [5] Conners, C.K., *Conners Continuous Performance Test Third Edition (CPT 3)*, Multi-Health Systems Inc., Toronto, 2014.
 - [6] Hayward, A., Tomlinson, A. and Neill, J. C., “Low attentive and high impulsive rats: A translational animal model of ADHD and disorders of attention and impulse control,” *Pharmacology & Therapeutics*, Vol. 158, pp. 41–51, 2016.
 - [7] Kim, J. W., Lee, Y. S., Han, D. H., Min, K. J., Kim, D. H. and Lee, C. W., ”The utility of quantitative electroencephalography and Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test as auxiliary tools for the Attention Deficit Hyperactivity Disorder diagnosis,” *Clinical Neurophysiology*, Vol. 126, pp. 532–540, 2015.
 - [8] Llorente, A. M., Voigt R., Jensen C. L., Fraley J. K., Heird W. C. and Rennie K. M., ” The test of variables of attention (TOVA): internal consistency (Q1 vs. Q2 and Q3 vs. Q4) in children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD),” *Child Neuropsychol.*, Vol.14, no.4, pp. 314–322, 2008.
 - [9] Rietz, E. D., Cheung, C. H. M., McLoughlin, G., Brandeis, D., Banaschewski, T., Asherson, P. and Kuntsi, J., ”Self-report of ADHD shows limited agreement with objective markers of persistence and remittance,” *Journal of Psychiatric Research*, Vol. 82, pp. 91–99, 2016.
 - [10] Sandford J. A. and Sandford S. E., *Integrated visual and auditory continuous performance test manual*, BrainTrain, Inc., Richmond, 2014.