

注意力缺陷多动症孩童的神经回馈专注训练

陳金鈴
朝陽科技大學
資訊工程系教授
clc@cyut.edu.tw

張念喬
朝陽科技大學
訊工程系碩士生
eric87898789
@yahoo.com.tw

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

摘要

近年來，治療注意力缺陷多动症（Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD）的方式逐漸的往非藥物性的方式在治療改善注意力，而神經回饋訓練（Neurofeedback training）的治療方式也逐漸的在發展。於本研究當中，讓患有 ADHD 的孩童事先在訓練前後進行評估，探討訓練對孩童所造成的影響與改善。本研究利用腦波儀結合電腦遊戲訓練，在遊戲的過程中讓孩童學習認識專注與培養放鬆，在熟悉專注與放鬆後能控制它，幫助提升自己學習的效率與減緩 ADHD 症狀發生的頻率，透過本研究訓練後，分析了在進行訓練間所紀錄的遊戲參數與腦波原始數據，另外透過遊戲訓練的成績，所分析出的遊戲參數，發現使用者在相同難度訓練的情況下，經由多次的訓練下來是有進步的，系統藉由孩童訓練的過程中給予的回饋與變化藉此提高孩童注意力及放鬆度。

關鍵詞：腦波、過動症、神經回饋訓練、評估、訓練遊戲

Abstract

In recent years, treatment of attention-deficit hyperactivity (ADHD) approaches gradually to non-pharmacological modalities in the treatment of attention, and neuro-feedback training in the treatment of the gradual development. In this study, children with ADHD were assessed before and after training to explore the impact of training on children and improvement. In this study, the use of brain wave combined with computer game training. In

the course of the game so that children learn to focus on and training to relax, to become familiar with the relaxation and control it to help and improve their learning efficiency and slow the frequency of ADHD symptoms. After training, we analyze the raw data of the brain waves during the training. In addition, through the game training results, the analysis of the game parameters and found that players in the same difficulty of training, through repeated training down there is progress. It can improve children's attention and relaxation through the process of child training to give feedback and changes.

Keywords: Neurofeedback, learning, ADHD, EEG, brainwave, train game

1. 前言

1.1. 研究背景

注意力缺陷多动症（Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD）或稱注意力缺失症（Attention Deficit Disorder, ADD）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。在 DSM-5[4]定義中，ADHD 發生在 12 歲之前，不是預期發展中的基準，包括注意力缺陷和過動/衝動中出現至少兩種環境。據報導 ADHD 的全球患病率是 5.29%[11]。

雖然 ADHD 這種疾病的確切病因尚未確定，它被認為是由神經解剖系統和神經生物之間複雜的相互作用引起的而不是單一的病因。此外，遺傳因素，神經發展因素、心理因素和神經生理因素也有一定影響。整體來說，研究結果認為，ADHD 是腦的一種疾病[12]。在許多報告表示，額葉和皮層下領域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[12]。

一直以來，家長在關注的話題就是自己的孩子是否能專注的學習，注意力的好壞影響了孩子做事的情形，同樣的事情有的孩子可能要花上一段時間才能完成，相反的有的孩子做事的效率很快，吸收知識接收訊息的程度也會比較好，注意力高容易讓自己快速進入狀況，容易集中精神，孩子輕鬆的學習。

近年來大腦的研究發展的越來越純熟，逐漸的被拿來討論，特別在教育學習的這一部分是最常被關注的議題，腦波在認知神經學的研究是很常被提起的，透過截取腦波的儀器，能觀察人類大腦活動的變化。

本研究為針對兒童或成年過動症狀加以研究，結合腦波儀的分析，參酌相關的文獻，藉此了解醫學上關於過動症的整體面向，由腦波儀的分析數據中了解過動的程度，進而得知治療的關鍵問題所在，藉由結合腦波儀的分析並導入演算法，讓使用者在專注度及放鬆度方面有各種不同程度的訓練。

1.2. 研究動機

在現在的社會中，隨著電腦科技越來越發達，評估系統也漸漸成熟，可自行購買回家測試，而目前醫療院所腦波儀器十分昂貴，因此我們透過結合輕量化的產品，進行研究。

由於大部分的醫療院所進行腦波分析都還是用貼片式的儀器，操作也很繁雜，而貼片式的腦波儀都很容易因為貼片黏性不夠而脫落，使用 Mindwave 腦波儀[10]只要用酒精棉片將額頭擦乾淨之後在戴上，NeuroSky 公司的頭戴式腦波儀具有良好的可信度，可以做為本研究的測量工具[8]。本研究使用 Mindwave 腦波儀來做研究，使用藍芽技術，操作起來也很簡單，不需要一直拿使用說明手冊出來查看是哪個貼片沒弄好。而評估系統一般主要都只是在預測，本研究加入了腦波儀能邊評估邊得知腦波當下與平均的狀況，讓受測者能得知更多的訊息。

1.3. 研究目的

本研究結合評估系統以及腦電波圖的演算法，藉此減少整個流程的硬體、軟體的成本以及評測流程的時間。再透過意念遊戲讓使用者可以邊遊玩邊記錄腦波數值來得知遊玩時的狀況，並可以在流程做完之後利用系統儲存的原始資料來查看使用中的區間變化，藉以得知用戶的狀態。

本研究之研究目的有如下：

- (1) 觀看使用者在刺激出現時所反應的腦波變化，探討刺激物所帶來給使用者的認知反應。
- (2) 在不同時間壓力下所帶來的錯誤率以及反應時間，用以評估時間壓力下對行為反應之影響。
- (3) 利用 Microsoft Excel 2013 來讀取原始資料，更細微的觀察使用者在反應時的變化為何。

2. 相關技術介紹與文獻探討

2.1. 腦波的性質

本研究所使用之測量腦波訊號儀器是由神念科技(NeuroSky)[10]所開發的一款名叫腦立方行動版(Mindwave Mobile)的腦波儀器，可透過放置在頭皮上的感測器，測量到大腦神經元所發出的生物電信號的模式和頻率，在通過 NeuroSky ThinkGear 感測器技術採集腦部模擬電信號，即我們通常所說的腦電波，然後將類比信號轉換為數位信號，從而使各種應用可以利用這些參數進行交互控制其可接收到的訊號包含： α 、 β 、 θ 、 δ 波，而這四種頻率可反應出受測者之專注度、放鬆度 [1]，再將這些訊號撰寫的演算法程式加以運算。

- (1) **Alpha activity (α 波)**：頻率為 8-13 Hz，振幅約 20-200 μV 。對大部分的人而言，腦部 Alpha 波產生於清醒、安靜且放鬆的狀態時，只要閉上眼睛並放鬆，就可以立即提高腦波 Alpha 波的活動。
- (2) **Beta activity (β 波)**：頻率為 13 Hz 以上，但一般很少高於 50 Hz。在清醒而警覺狀態下，尤其當大腦思考或接受感官刺激時，此波段會較明顯，因此時身體是處於緊張狀態，準備隨時對外界做反應，此狀態下人的體力和精神能量耗費較劇烈。
- (3) **Theta activity (θ 波)**：頻率為 4-7 Hz，一般而言其振幅較小。主要在成人情緒受到壓力時會出現少數的 Theta 波，但都沒有規則的型態，或是在昏昏欲睡與意識深層放鬆狀態的時候，此波段也會很明顯。
- (4) **Delta activity (δ 波)**：頻率低於 3 Hz 以下的腦波波段。正常成人在清醒狀態下沒有 δ 波，通常發生在沈睡且不易喚醒。

表 1 腦電波頻率與精神狀態

腦波類型	頻率範圍	振幅	精神狀態
Delta 波	0.1Hz 到 3Hz	2~100 μ V	沉睡,非快速動眼睡眠,無意識狀態
Theta 波	4Hz 到 7Hz	小於 30 μ V	直覺的,創造性的,回憶,幻想,想像,淺睡
Alpha 波	8Hz 到 12Hz	30~50 μ V	放鬆但不困倦,平靜,有意識地
低頻 Beta 波	12Hz 到 15Hz	5~20 μ V	運動感覺節律,即輕鬆又專注,有協調性
中頻 Beta 波	16Hz 到 20Hz		思考,對於自我和周圍環境意識清楚
高頻 Beta 波	21Hz 到 30Hz		警覺,激動

上表 1 整合了上述腦電波的頻段劃分以及不同類型腦電波所反映出的腦部精神狀態。而注意力缺陷過動症的孩童在在平常時休息的情況下，腦波狀態 Alpha、Beta 波會偏低，Theta 波會偏高。[5]

2.2. 研究工具

1. 腦波儀器 MindWave Mobile

本研究所使用的腦波儀器是由神念科技(Neurosky)所研發的腦立方移動版(MindWave Mobile)，如圖 1，具有體積小、攜帶方便以及簡單配對等特性，因此能夠非常快速的量測腦波數值。在一般腦波測量需要利用凝膠來提高導電率,但腦立方是利用乾式電極感測,因此只需要前額葉和耳垂部位就可以完成測量,透過 ThinkGear™ 晶片感測後,可以顯示出一般人就能夠辨別的 eSense 指數，例如:專注度和放鬆度，腦波原始值，如:Alpha、Beta、Gamma、Delta 以及 Theta 波。



圖 1 腦立方移動版(MindWave Mobile)

2. Unity3D 4.5 開發環境

本研究遊戲訓練系統是使用 Unity3D 4.5 版本的軟體開發(官方以更新至 5.5.0 版)。Unity3D 是一個兼具 3D 遊戲、3D 動畫與模組視覺化的綜合創作工具，其軟體編輯可以在 Windows 和 Mac OS X 下，也可發布遊戲至 Windows、Wii、OSX 或 iOS 平台。

以下介紹 Unity3D 的特性[3]:

- (1) 層級式的綜合開發環境,視覺化編輯,詳細的屬性編輯器和動態的遊戲預覽。Unity 也被用來快速的製作遊戲或者開發遊戲原型。
- (2) 專案中的資源會被自動匯入,並根據資源的改動自動更新。
- (3) 整體內建對 Nvidia 的 PhysX 物理引擎支援。
- (4) 內建地形編輯器,支援樹木與植被貼片。

3. 評估工具

- (1) CPT/KCPT 為本研究評估孩童注意力能力的系統。
- (2) SNAP-IV 量表篩檢為本研究評估和診斷注意力缺陷過動症之工具。

以下將接著介紹注意力之評估工具。

2.3. 注意力評估工具

關於注意力能力常用持續性表現測驗來檢測，常用的測驗工具包括 TOVA (Test of Variables of Attention)、IVA+plus (Integrated Visual and Auditory CPT)、TOSSA (Test of Sustained Selective Attention) 和 Conner's CPT。

康納斯持續性能測試 CPT (Conners Continuous Performance Test) [6] 和專注力變化測試 TOVA [11] 是用來測量兒童注意力表現的電腦化測驗，而這些儀器常主要用來評估 ADHD 的主要診斷工具。

CPT 為成人版的注意力檢測工具，CPT 要求受測者每隔一段時間(間隔時間為 1 秒、2 秒、4 秒三種變化)選擇反應特定刺激物，此刺激物分為兩種，一種為目標物，有 25 個英文字母，看見這 25 種英文字母須按下按鍵反應；另一種為非目標物，為英文字"X"，看見英文字母"X"不能按下按鍵反應，而每次刺激物顯示的時間為 0.25 秒。KCPT 為兒童版的注意力檢測工具，間隔時間為 1.5 秒、3 秒兩種變化刺激物中目標物為生活中常見工具的 10 種圖片，非目標物為足球圖片，而每次刺激物顯示的時間為 0.5 秒。

許多研究都支持 CPT/KCPT 的實用性 [7] 與健康孩童與 ADHD 的辨別分析，ADHD 組比對照組更顯著遺漏率及錯誤率 [9]，本研究給受測者進行的 CPT/KCPT 評估系統當中，系統將受測者評估結果的每個參數與系統中正常孩童的常模進行比較，轉換 T 分數。T 分數是一種標準分數，標準分數是以受測者分數高於或低於平均數幾個標準差來表示他在團體中的相對地位 [14]。關於 TOVA 的研究，ADHD 組和對照組之間在測試過程中的遺漏率、錯誤率、變異量、反應時間和表現品質有顯著差異。

常用來診斷注意力缺損及過動症的標準工具有 DSM-5 [4] (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th edition)、中文版 SNAP-IV (Chinese version of Swanson, Nolan and Pehlam version IV)。

在臨床的診斷上，中文版 SNAP-IV 量表 (Chinese version of Swanson, Nolan and Pehlam version IV) 是常被拿來使用的篩檢

工具，此量表具有良好的性效度 [2]，透過家長及老師填寫，協助在臨床上的評估和診斷注意力缺陷過動症，在學校也被當作篩選注意力缺陷以及過動症的依據。

本研究讓受測者進行訓練的前後進行了 CPT/KCPT 的評估系統，以及讓家長填寫 SNAP-IV 量表，分析受測者在訓練介入之後注意力變化的情形。

2.4. 注意力的特性與訓練的類型

專注力的種類包括警覺性注意力、持續性專注、分散性注意力、選擇性注意力。

(1) **警覺性注意力**：偵測特定刺激的出現，警覺性高對環境刺激及反應有助於提升學習興趣。

(2) **持續性注意能力**：持續一段長時間去察覺特定刺激物，持續性注意能力高，專心時間變長，可延長學習時間。

(3) **分散性注意能力**：分散性注意能力高執行雙項任務時不容易失誤，不易受外在事物干擾。

(4) **選擇性注意能力**：專心從事一件事，不受另一件事干擾，選擇性注意能力高有助於環境辨識能力，容易分別事物，有利於學習。

本研究欲加強各類型專注力的訓練，以提升孩童的學習力，特別是注意力缺損/過動孩童的注意力容易不集中，以及衝動與過動現象，嚴重影響課業的學習，因此各類型專注力的訓練就顯得特別重要。而這些孩童也需要各類型專注力的訓練，同時回饋腦波訓練以加強訓練結果，所以本研究設計各類型專注力的遊戲訓練，並整合腦波回饋與遊戲當中，以提供有效的注意力訓練，促進學習。

腦波回饋的注意力遊戲訓練，包括警覺性注意力訓練、持續注意力訓練合併放鬆訓練、分散式注意、選擇性注意訓練。

表 2 為受測者基本資料

受測者	性別	年齡	診斷
A	女	11	ADHD 混合型
B	男	6	ADHD 混合型
C	男	6	ADHD 混合型

3. 研究方法

3.1. 受測者與實驗環境

本研究先找來3名受測者如上表2，並讓他們長達14堂的遊戲訓練，這3個孩童來自醫院復健科門診，排入條件為經由SNAP-IV量表篩選出有注意力缺損以及過動症的問題，三名受測者都被歸類在混合型(combination type)。其進行的地點在醫院診間，環境維安靜且明亮。

3.2. 實驗步驟



圖2 實驗步驟圖

步驟一：我們透過醫院找到注意力缺陷的孩子。

步驟二：在訓練前會讓受測者進行CPT的評估，並且讓家長填寫SNAP-IV兒童注意力評估量表，來評斷受測者在訓練前後注意力表現的差異性。

步驟三：評估完後並開始進行長達14次腦波訓練遊戲，每周平均進行2次，在訓練中會以腦波變化來提醒使用者是否有狀況，並將訓練完的結果也同步輸出至報表檔裡。

步驟四：在14次訓練結束後再給受測者做評估一次。

步驟五：將評估數據與每次遊戲訓練所記錄的數據進行分析。

3.3. 遊戲訓練架構

圖3可以看見，本研究開發出8個遊戲訓練，讓受測者一一進行所有遊戲訓練的關卡。以下將詳述遊戲訓練內容。



圖3 為系統架構圖

3.4. 遊戲訓練

(1) 警覺性注意力：遊戲一刺激物反應訓練(無腦波回饋)、遊戲二刺激物反應訓練(結合腦波)

遊戲一、二為警覺性注意力的類型，在遊戲一中，一開始先不使用腦波操控遊戲，讓使用者簡單的進行對目標物反應的訓練，遊戲進行時將會持續出現目標物，受測者需按下按鍵進行反應，遊戲有五個難度可以選擇，從一開始目標物出現頻率少、出現時間固定、出現時間較長的訓練難度較低，讓使用者容易的進行，到最後目標物出現頻率高、出現時間有變異、出現時間較短，使用者需進行的訓練難度較高。

遊戲二加入腦波，當孩童專注力提升(專注力高於孩童遊戲前基準值或自設標準值)的時候，遊戲主角小熊開始前進，速度越來越快，當專注力下降的時候，其速度變慢。專注度須大於遊戲設定基準(難度越高基準也會提高)，使用者才能進行操作。

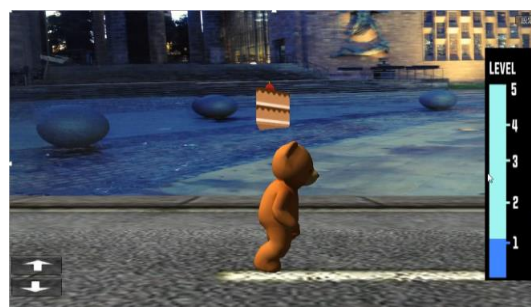


圖4 遊戲一刺激物反應訓練(無腦波回饋)遊戲畫面



圖5 遊戲二刺激物反應訓練(結合腦波)遊戲畫面

(2) 持續性注意能力：遊戲三、遊戲四、遊戲五

遊戲三、遊戲四、遊戲五為持續專注力的訓練類型，遊戲三為放鬆度的訓練，遊戲有5個階段，從第1階段開始到第5

階段，預設的標準會增加，每個階段需持續大於當階段的預設專注水準達 10 秒才會進入下一階段。遊戲四訓練方式與遊戲三一樣，但訓練的腦波值為專注度的訓練。遊戲五結合專注度與放鬆度的訓練，受測者需同時控制專注度與放鬆度進行闖關。

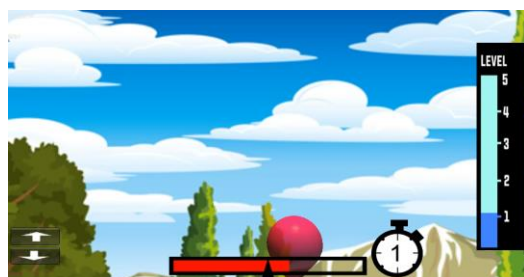


圖 6 遊戲三階段性放鬆訓練遊戲畫面

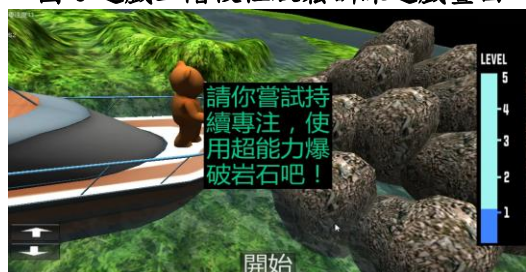


圖 7 遊戲四階段性專注訓練遊戲畫面



圖 8 遊戲五持續注意力合併放鬆訓練遊戲畫面

(3) 分散性注意能力：遊戲六、遊戲七

遊戲六、遊戲七為分散性注意力的訓練類型，在這兩個遊戲當中受測者須使用兩手進行操作。於遊戲六中，受測者一手須持續點擊其一按鍵操作小熊前進，另一隻手須持續點擊另一按鍵進行任務。

遊戲七一樣一隻手須持續點擊其一按鍵操作小熊前進，另一隻手須持續點擊另一按鍵反應，這一關加入腦波儀專注度，專注度的高低影響了小熊前速度與狀態的變化，專注度越高速度越快之外，小熊得到的分數也會較高。



圖 9 遊戲六雙項任務訓練 1 遊戲畫面



圖 10 遊戲七雙項任務訓練 2 遊戲畫面

(4) 選擇性注意能力：遊戲八

最後一關遊戲八為選擇性注意力的訓練類型，受測者須使用兩手操作按鍵，在遊戲中小熊左右邊會隨機出現刺激物，刺激物分別為可以反應與不可反應的種類，受測者在刺激物出現時正確的判斷出對的一邊進行反應。



圖 11 遊戲八選擇性注意力訓練遊戲畫面

4. 結果分析

4.1. 中文版 SNAP-IV 量表分析

本研究中分別在訓練前後讓受測者的家長填寫 SNAP-IV 兒童注意力量表，評估受測者在訓練前後注意力缺陷與過動症狀的情形。本研究中有 18 題題目，每個題目評估的數分為 0 分到 4 分，分數超過 2 分以上判定為有注意力缺陷或過動的症狀。

從表 3 和表 4 可以發現，在訓練前的評估中，3 位受測者都有注意力缺陷以及過動的症。在訓練後所有人都有改善的情況，A、B 受測者改善的情況較大，而 A 受測者在訓練之後注意力缺陷與過動症的評估都分數小於 2 分。

表 3 為 3 位受測者在 SNAP-IV 量表中 1~9 題的平均分數

注意力缺陷	
參與者	訓練前評估分數 / 訓練後評估分數
A	2.44 / 1.44
B	2.90 / 2.00
C	3.00 / 2.67

表 4 為 3 位受測者在 SNAP-IV 量表中 10~18 題的平均分數

過動症狀	
參與者	訓練前評估分數 / 訓練後評估分數
A	2.11 / 1.44
B	2.90 / 2.00
C	3.00 / 2.67

4.2. CPT/KCPT 注意力缺失測驗

本研究讓受測者在訓練前後進行了 CPT/KCPT 注意力缺失測驗的評估軟體，分析受測者注意力情況。於表 5 可以看到，系統分析了表中 9 個參數，並分別對照於系統常模給予 T 分數評分。

所分析的參數有

(1) 辨別力 (Detectability)

辨別非目標物(X)的能力，T 分數越低代表能正確的分辨目標物與非目標物。

(2) 遺漏率(Omissions)

遺漏率高通常為注意力不集中的一

個指標，受測者因某些原因無法聚焦，因此影響到辨認刺激物。

(3) 錯誤率(Commissions)

錯誤率高可能代表注意力不集中或是衝動，如果錯誤發生時的反應時間慢代表是注意力不集中，反應速度快可能代表衝動。如果錯誤率過高有可能是衝動而不是注意力不集中。

(4) 衝動率(Perseverations)

此參數為受測者反應時間小於 0.1 秒的佔所有反應比例。

(5) 反應時間(Hit Reaction Time, HRT)

反應時間慢可能為注意力不集中，也有可能是比較保守的反應造成。

(6) 反應時間一致性(Hit Reaction Time Standard Deviation, HRT SD)

此參數高代表受測者在某些時候反應時間較差，代表這時候可能是比較不專注，或是沒有參與反應。

(7) 變異性(Variability)

此參數代表受測者對於刺激物出現變化時候的反應程度，當出現刺激物的頻率改變時，受測者適應變化的能力可以從此參數得知。

(8) 反應時間區塊(HRT Block Change)

反應時間區塊在評估當中有 6 個反應時間的斜率，正斜率代表反應速度有變慢趨勢，反之反應時間有加快的趨勢。此參數 T 分數高代表受測者接收訊息的效率降低，表示持續專注喪失。

(9) 變應時間變化(HRT ISI Change)

此參數代表 1 秒 2 秒 4 秒間隔時間分別反應時間的斜率變化情況，正斜率代表反應時間快，負代表反應時間慢，此參數的評分意味著受測者在刺激物出現間隔時間拉長的時候，反應情況如何，有些受測者在出現較頻繁的情況下反應時間是比較好的。

從 T 分數來看，T 分數 55~59 分為正常的情况，T 分數大於 70 分為嚴重，T 分數小於 45 嚴重情况較少。在反應時間的 T 分數來看，T 分數大於 55 分為反應時間較慢(分數越高反應時間越慢)，T 分數 45~54 分反應時間為正常，T 分數小於

表 5 為三位受測者在訓練前後所進行 CPT/KCPT 評估 T 分數表較

受測者	A	B	C
	T 分數 (訓練前/訓練後)	T 分數 (訓練前/訓練後)	T 分數 (訓練前/訓練後)
Detectability (d')	45/51	70/69	64/73
Omissions	45/45	90/90	78/90
Commissions	45/55	55/52	59/59
Perseverations	47/47	73/68	59/82
Hit Reaction Time(HRT)	63/56	68/68	72/68
HRT Standard Deviation (SD)	58/47	90/90	87/85
Variability	54/49	0/0	84/0
HRT Block Change	57/60	78/27	60/49
HRT Inter-Stimulus Interval (ISI) Change	76/45	69/66	57/57

44 分反應時間較快(分數越低反應時間越慢)。

在評估當中用以下 4 個類型來分析受測者。

第一個類型為不專注的面向，影響此類型的參數有 Detectability (d')、Omissions、Commissions、Hit Reaction Time(HRT)、HRT Standard Deviation (SD)、Variability，在這 6 項參數當中，A 受測者在 Hit Reaction Time(HRT)、HRT Standard Deviation (SD)、Variability 的參數當中有改善，而 B 受測者在 Detectability (d')、Commissions 的參數當中有改善，C 受測者在 Hit Reaction Time(HRT)、HRT Standard Deviation (SD)的參數當中有所改善。

第二個類型為衝動的面向，影響此類型的參數有 Commissions、Perseverations、Hit Reaction Time(HRT)，在這 3 項參數當中，A、C 受測者在 Hit Reaction Time(HRT)的參數中是有改善的，B 受測者分別在 Commissions 和 Perseverations 的兩個參數中有進步。

第三個類型為持續專注的面向，影響此類型的參數有 HRT Block Change，在這個部份來看，除了 A 受測者退步之外，B、C 受測者都有所進步，而 B 受測者有很顯著的進步。

第四個類型為警覺性的面向，影響此類型的參數有 HRT ISI Change，從此慘數來看，A、B 受測者都有進步，C 受測者

則是沒進步也沒退步。

總結來看 A、B、C 受測者在這 9 個參數的 T 分數前後比較來看，分別進步了 4 項、5 項以及 3 項參數，A 受測者雖然有 3 項參數退步，但退步的分數在常模當中都是在正常邊緣，算是不差的。B 受測者除了 Commissions 之外其他參數的評分都是較常模標準差的，在訓練之後有 5 個參數有進步，其中 HRT Block Change 有很明顯的進步，代表 B 受測者在持續專注的情況改善很多。C 受測者 HRT Block Change 的參數也進步到正常常模的分數。

4.3. 遊戲訓練參數與腦波分析

本研究將 4 位受測者之各項訓練結果所計算的遊戲參數進行分析，所有遊戲訓練所分析的參數有遺漏次數、遺漏率(%)、平均反應時間(S)、衝動次數、衝動率(%)、達成率(%)等參數，遺漏次數為遊戲刺激物出現受測者沒反應到的次數，遺漏率即為遺漏次數除以遊戲刺激物出現次數的百分比，反應時間為刺激物出現，受測者對於按下按鍵反應的時間，衝動次數為受測者的反應時間小於 0.1 秒時將會判定為衝動並累積次數，衝動率即為衝動次數除以遊戲刺激物出現次數的百分比，某些訓練關卡有預設專注度與放鬆度標準，受測者專注放鬆度需達到預設的標準才能過關，而遊戲訓練關卡中達到預設標準的秒數除以遊戲總時間即為達成率。

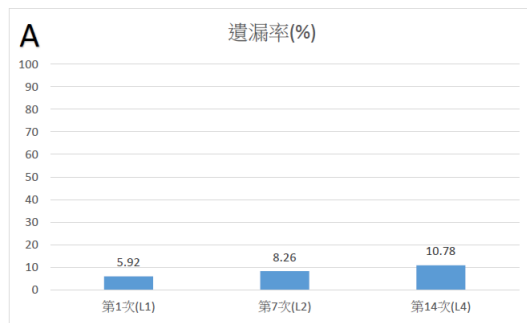


圖 12 為 A 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的遺漏率

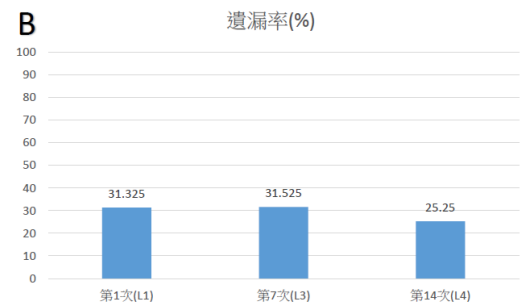


圖 13 為 B 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的遺漏率

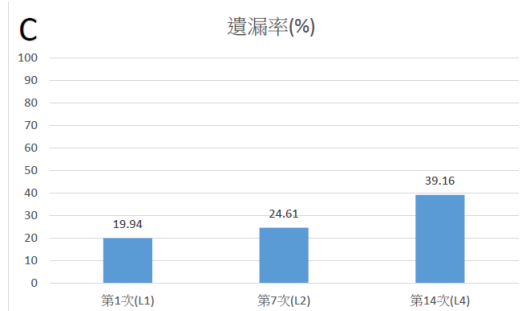


圖 14 為 C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的遺漏率

從圖 12 可以看到 A 受測者雖然第七次與最後一次訓練之遺漏率都相較於第一次訓練高，但整體遺漏率大概都保持在 10% 以內，算是很不錯的成績。在圖 13 可以看到 B 受測者在最後一次訓練之遺漏率都比第七次與第一次訓練低，看的出進步的趨勢。在圖 14 可以看到 C 受測者隨著難度增加，遺漏率也跟著上升。

總結來看在遺漏率的部分來看 A 保持著一定的成績，B 受測者是有進步的，而 C 受測者在這部分是沒進步的。

圖 15、16、17 分別為 A、B、C 受測者在反應時間的表現，在圖 15 可以看見 A 受測者的反應時間從第一次訓練 0.52 秒到最後一次訓練，進步至 0.29 秒。

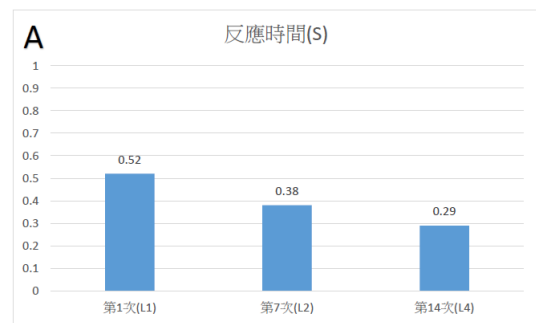


圖 15 為 A 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的反應時間

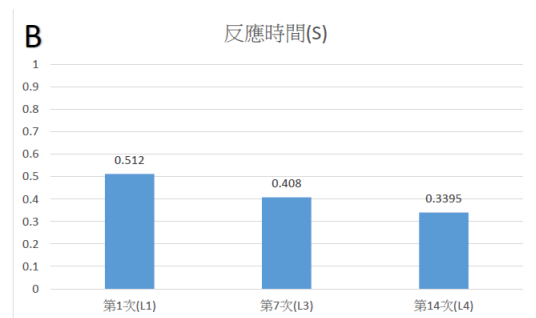


圖 16 為 B 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的反應時間

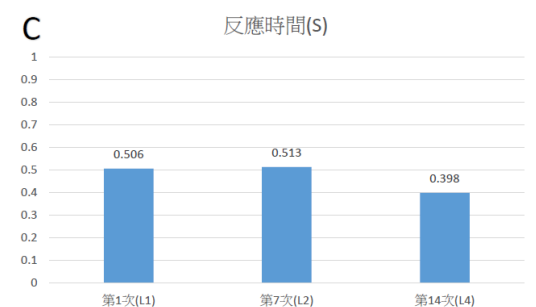


圖 17 為 C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的反應時間

在圖 16 可以看見 B 受測者的反應時間從第一次訓練 0.51 秒到最後一次訓練，進步至 0.33 秒。在圖 17 可以看見 C 受測者的反應時間從第一次訓練 0.5 秒到最後一次訓練，進步至 0.39 秒。

總結來看在反應時間的部分，A、B、C 受測者在完成 14 次訓練後，反應時間都有所進步。

圖 18、19、20 分別為 A、B、C 受測者在衝動率的表現，整體來看，B 受測者最後一次訓練衝動率從 27.79% 進步至 11.58%，雖然 A、C 受測者衝動率有上升的趨勢，但 A、C 受測者整體的衝動率仍是偏低的。

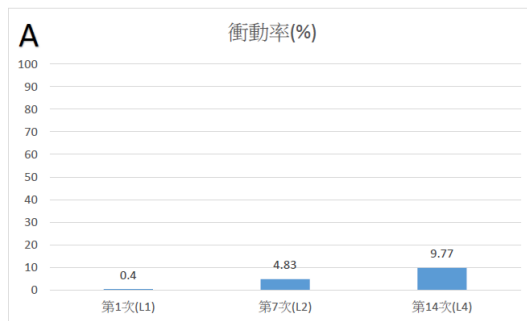


圖 18 為 A 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的衝動率

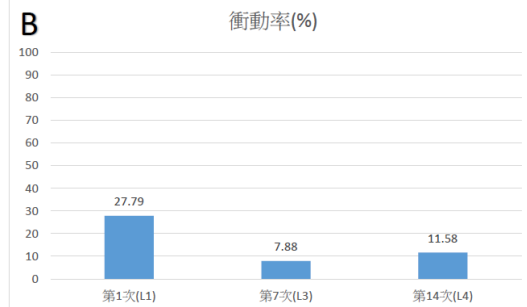


圖 19 為 B 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的衝動率

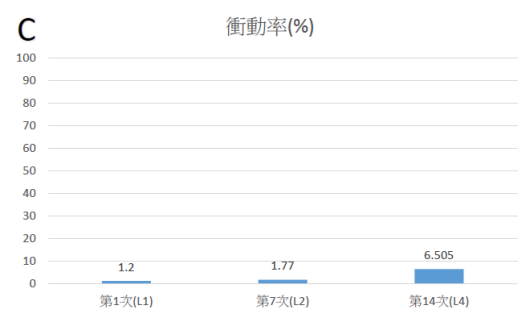


圖 20 為 C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的衝動率

圖 21、22、23 分別為 A、B、C 受測者在達成率的表現，從圖 21 可以看見，A 受測者達成率從 40%進步至 79.52%，有顯著進步的趨勢。而從圖 22 和圖 23 來看，B、C 受測者達成率的表顯示比較不佳的。

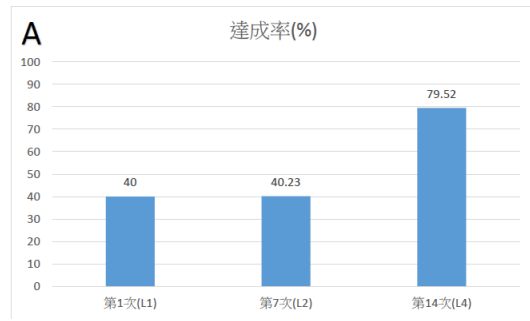


圖 21 為 A 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的達成率表現

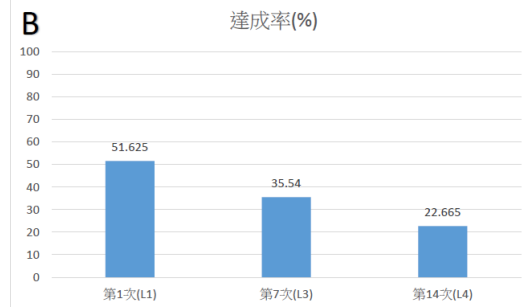


圖 22 為 B 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的達成率表現

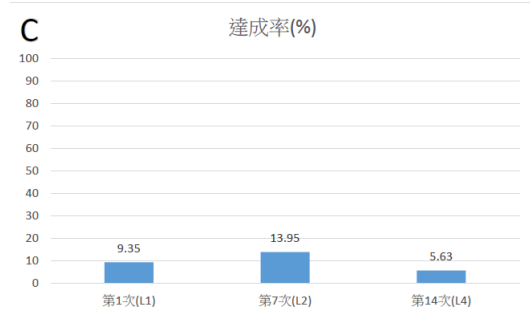


圖 23 為 C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練的達成率表現

圖 24、25、26、27、28 分別為 A、B、C 受測者在第 1、7、14 次訓練各項平均腦波的表現。

整體來看，三位受測者在 Alpha、Beta 波的表現，從第一次與最後一次來比較，三位都有進步，而 A、B 受測者進步的趨勢最為明顯，A 受測者與其他兩位受測者比較，平均腦波也較其他兩位受測者高。在 Theta 波來看三位受測者的 Theta 波也顯得活躍。腦波改善的趨勢是很明顯的。

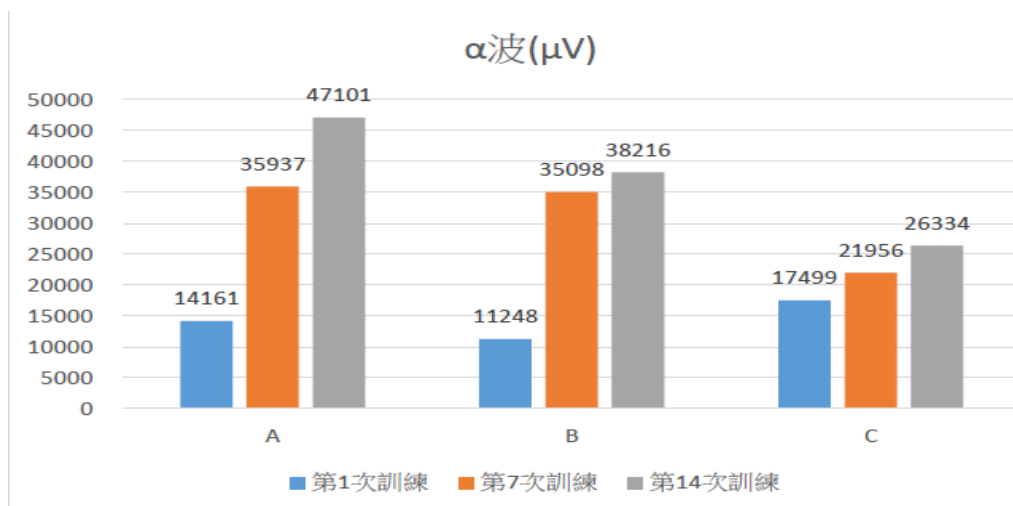


圖 24 為 A、B、C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練 α 波表現

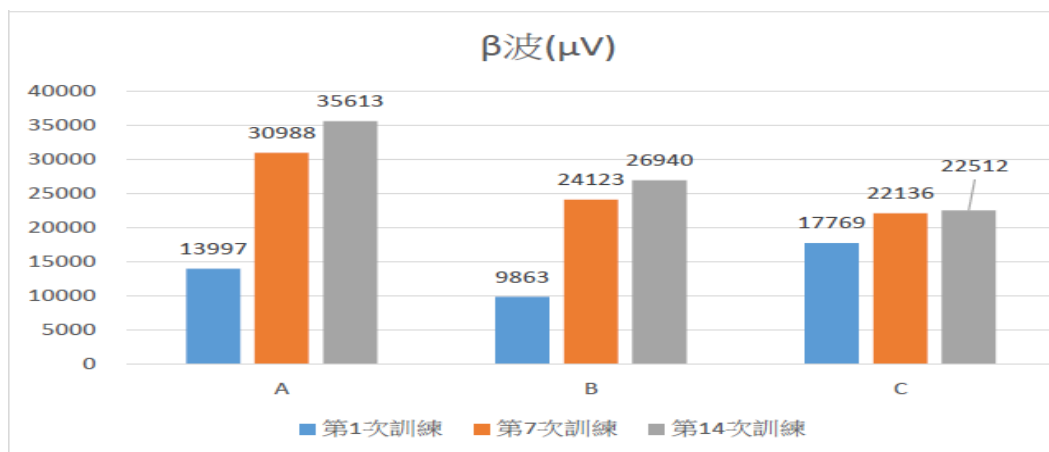


圖 25 為 A、B、C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練 γ 波表現

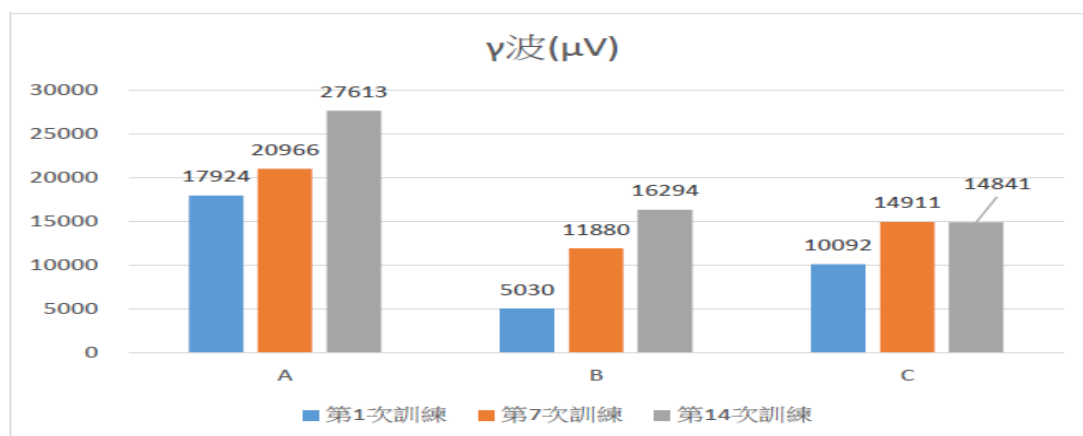


圖 26 為 A、B、C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練 α 波表現

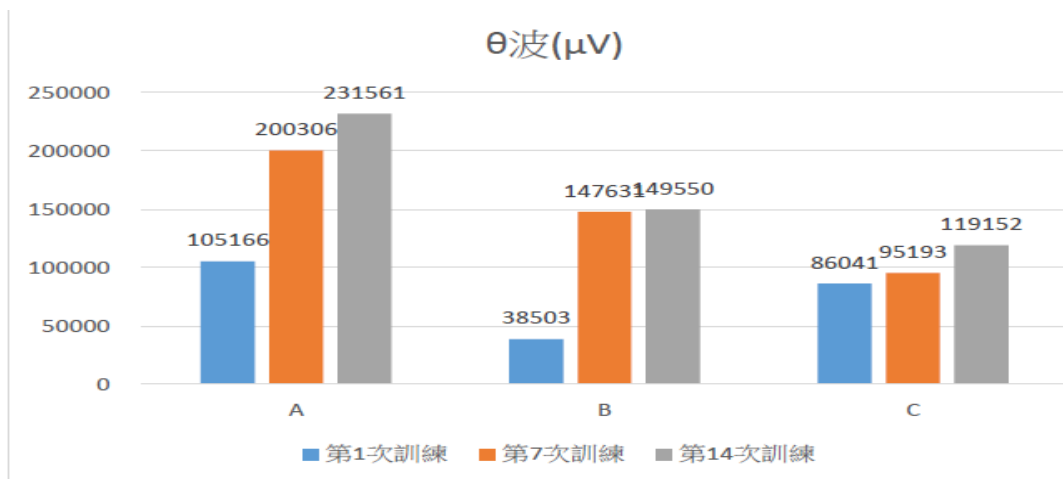


圖 27 為 A、B、C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練 θ 波表現

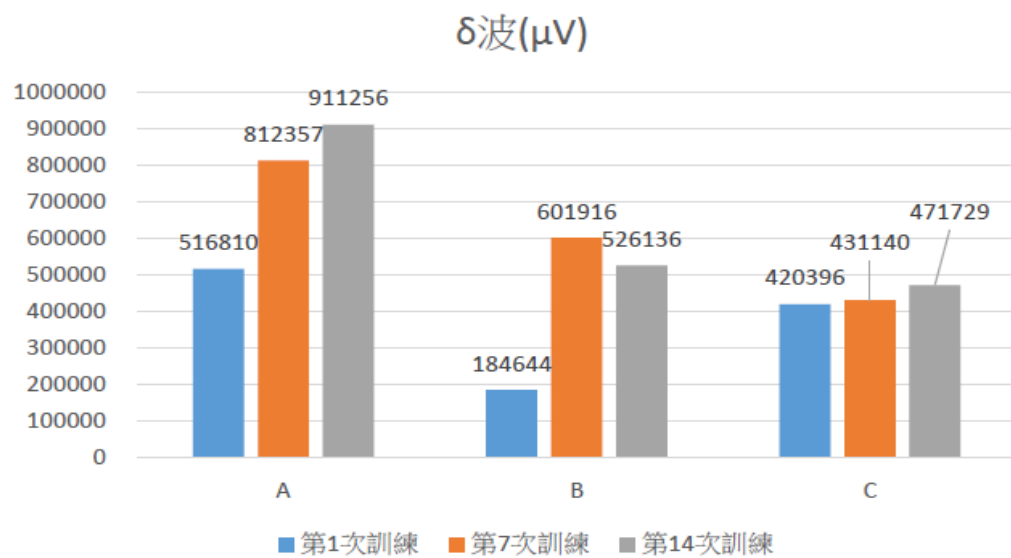


圖 28 為 A、B、C 受測者分別在第 1、7、14 次訓練 δ 波表現

5. 結論

我們所製作的系統主要是為了能讓注意力不集中的兒童或成人得到有效的訓練其注意力，利用演算法的設計，佐以醫學數據再評估整體狀況，進而了解使用者的過動症狀問題所在，藉由評估系統了解使用者在過動方面的嚴重程度，使用者在使用本系統後也能得到一些回饋。另外，在測驗完畢時系統會隨即將測驗數據以報表形式儲存，比較使用者當下的狀況來知道自己本身狀況的反應力及專注力是否有在水平之上，不僅讓使用者能知道自己的狀況，也讓我們對改善過動傾向有更進一步的了解。

我們所開發的專注力遊戲訓練系統主要是為了能讓注意力不集中的兒童或成人得到有效的訓練其注意力，於本研究當中有以下幾點貢獻。

1. 用 CPT/KCPT 評估系統以醫學數據評估輔助我們瞭解受測者整體狀況，進而瞭解使用者的過動症狀問題所在，得知受測者在過動方面的嚴重程度，而受測者在使用本系統後也能得到一些回饋。
2. 受測者在做訓練的過程中，系統會依據受測者當下的腦波狀況給予適合受測者注意力程度的訓練程度，讓受測者掌握自己注意力程度，並且加強自己較差的注意力類型。
3. 在測驗完畢時系統會隨即將測驗數據以報表形式儲存，並透過讀取的數值加以比較，受測者能得知自己在訓練過程中的狀況，本身狀況及專注力是否有在水平之上，也讓我們對改善注意力和過動傾向的成效有更進一步的了解。

在上述的結果分析裡面 CPT/KCPT 的評估當中，受測者進步的空間很小，有的人甚至沒有改善，而在我們給予受測者訓練後的 CPT 評估當中，受測者對於重新在相同的評估感到厭倦，而不是很願意配合做評估，這是否會影響到評估結果的分析是我們往後研究中要討論

的。在給家長的兒童注意力量表的問卷與遊戲訓練的參數評估當中，受測者進步的幅度是在我們預期中的，雖然在每個注意力面向無法都達到進步，而成效是看見的。

最後就是本次研究所分析的樣本只有四個，在發表本篇論文的同時，我們還是持續的在接收新的個案做評估與訓練的介入，在未來樣本數更多的時候我們希望能在系統上再做變化，再後端產生的分析可以更及時，這是我們接下來要努力的方向。

6. 參考文獻

- [1] 王昭文，”以腦波評估時間壓力對認知反應之影響(Evaluation of effect on cognition response to time pressure by using EEG)” 嘉南藥理科技大學，產業安全衛生與防災研究所碩士班，2012 年碩士論文。
- [2] 劉昱志、劉士愷、商志雍、林健禾、杜長齡，”高淑芬臺灣精神醫學，注意力缺陷過動症中文版 Swanson, Nolan, and Pelham, Version IV (SNAP-IV) 量表之常模及信效度 Norm of the Chinese Version of the Swanson, Nolan and Pelham, Version IV Scale for ADHD”， pp.290-304，2005。
- [3] 3D Unity, website: [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Unity_\(%E9%81%8A%E6%88%B2%E5%BC%95%E6%93%8E\)](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Unity_(%E9%81%8A%E6%88%B2%E5%BC%95%E6%93%8E))
- [4] American Psychiatric Association, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-Fifth Edition, American Psychiatric Association, 2013.
- [5] Barry, R. J., and Clarke, A. R., "A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: I. Qualitative and quantitative electroencephalography," Clin Neurophysiol, Vol. 114, No. 2, pp.171-183, 2003.
- [6] Conners, C. K., Ph, D. and MHS Staff., Conners' Continuous Performance Test II (CPT II V.5), 2012.
- [7] Conners, C. K., Conners' Continuous

Performance Test II (CPTII) for Windows. Technical Guide and Software Manual, NHS, New York, 2004.

- [8] Johnstone, S. J., Blackman, R., and Bruggemann, J. M., "EEG from a single-channel dry-sensor recording device, " Clin EEG Neurosci, 2012, Vol. 43, No. 2, pp. 112-120.
- [9] Losier, B. J., McGrath, P. J., Klein, R. M., Error patterns on the continuous performance test in non-medicated and medicated samples of children with and without ADHD:a meta-analytic review. J Child Psychol Psychiatry ;Vol. 37, pp.971–987, 1996.
- [10] NeuroSky website : <http://neurosky.com/>.
- [11] Polanczyk, G., De Lima, M., Horta, B., Biederman, J., Rohde, L., The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. Am J Psychiatry, Vol. 164 pp.942–948,2007.
- [12] Swanson, J. M., Castellanos, F.X., Biological bases of ADHD: neuroanatomy, genetics, and pathophysiology. Attention-deficit hyperactivity disorder: state of the science,best practices. Civic Research Institute, 2002.
- [13] T.O.V.A., website: <http://www.tovatest.com/about-the-t-o-v-a/>
- [14] T-score, website: <http://terms.naer.edu.tw/detail/1453816/>