

以神經生理回饋為主之神經心理治療對改善注意力監控之療效研究—以注意力缺陷／過動疾患兒童為例*

廖御圻

國立成功大學醫學院行
為醫學研究所
國立成功大學醫學院健
康照護科學研究所
衛生福利部嘉南療養院

郭乃文

國立成功大學醫學院行
為醫學研究所
國立成功大學醫學院健
康照護科學研究所

陳信昭

殷建智精神科診所

蔡幸芳

春暉精神科診所

蘇倍儀

國立成功大學醫學院健
康照護科學研究所

Arns 等人 (2009) 後設分析指出神經生理回饋 (neurofeedback, NF) 訓練對注意力缺陷／過動疾患 (ADHD) 之注意力與行為症狀具有良好療效，但所應用之 NF 訓練模組需時較長，且缺乏以神經心理層面的證據來討論所強化的注意力監控功能之心智機制。本研究旨在驗證一套需時較短且融合 NF 和神經心理理論的神經心理治療模組，且以多層次的心智功能指標來檢驗其療效。以廣泛性注意力訓練系統 (comprehensive attention training system, CATS) 與自主性概念融入 NF，建構一套稱為「Will Well NF (WWNF)」之神經心理治療模組，每治療期程約 20 小時。二十二名學齡期 ADHD 患者隨機分派至等候控制組 (CON 組) 與實驗組 (WWNF 組)。CON 組接受前測後，維持原醫囑和治療方式於十週後進行後測；WWNF 組則在原醫囑和治療方式內加上十週之 WWNF 治療。以個案之神經心理功能、家長填答之日常功能行為問卷，以及學習適應問卷三層級指標做為療效指標。統計以二因子重複量數分析與拔靴法之相依 t 檢定檢驗組內改變。F-test 檢測三層級療效指標結果顯示在多項指標上達顯著交互作用，皆為 WWNF 組進步優於 CON 組，分別為神經心理測驗中多項注意力指標，如遲緩錯誤數、漏失錯誤數、正確反應數，及反應時間；行為問卷中之不注意症狀數、總症狀數，及注意力指標；以及適應行為之時間管理功能等。經 WWNF 後，注意力監控與執行功能無論在神經心理層面與生活行為上均呈現明顯改善。雖樣本數較少，但已可實證 WWNF 對 ADHD 之療效。未來研究可增加樣本數，用以討論個別差異對療效之影響、追蹤療效之持續性，以及跨其他心智障礙患者之治療效果。

* 本篇論文通訊作者：郭乃文，通訊方式：austing@mail.ncku.edu.tw。

關鍵詞：CATS、注意力缺陷／過動疾患、注意力監控、神經心理治療、神經生理回饋

一、神經心理治療之運用

因神經科學與影像學的進步，研究紛紛強調神經心理學運用於行為改變的技術原理及實證研究，提出以「大腦為基」的心理治療原則 (brain-based therapy) (Cappas, Andres-Hyman, & Davidson, 2005)，為目前心理治療之一支新取向。Grawe (2007) 以「神經心理治療」(neuropsychotherapy, NPsyT) 來指稱此取向之心理治療並提出重要的幾項原則，包括重視個體的生理與環境互動、經驗歷程、記憶系統、認知與情緒、人際關係與大腦功能的相互關係，以及想像如真實般影響大腦等原則。整體而言，NPsyT 乃針對神經心理衡鑑結果進行個別化心智功能復健或增能為治療目標，其病理來自經大腦科技研究佐證的腦心智功能區域與迴路、神經心理功能發展模式、以及臨床神經心理疾患，而使用之治療介入策略必須標定療效所作用的路徑與腦區 (李昇恆, 2012; Cappas et al., 2005; Cozolino, 2010; Grawe, 2007; Laaksonen & Ranta, 2013; Walter, Berger, & Schnell, 2009)。

二、神經生理回饋技術於 ADHD 兒童之應用

神經生理回饋 (neurofeedback, NF) 是經儀器提供大腦電訊號活動的回饋來改變個體行為表現之技術。在 NF 歷程中，個體藉著具體的視覺或聽覺化回饋來學習自己對腦波 (electroencephalography, EEG) 正常化感覺的察覺 (awareness)，並嘗試修改自身 EEG 型態，將相對無效能的 EEG 頻率往正常化或效能化方向作出調整。治療目標乃希望藉此獲得自我控制感並能應用於日常生活情境 (Butnik, 2005; Gevensleben et al., 2009)，且逐步脫離儀器引導，達到自我調節 (self-regulation) 的歷程 (Peper, Tylova, Gibney, Havey, & Combatalade, 2008)。注意力缺陷過動疾患 (attention deficit hyperactivity disorder, ADHD) 為常見於學齡期兒童的神經發展疾患 (neurodevelopmental disorder)，其主要症狀為不專心、過動，以及衝動行為 (American Psychiatric Association, 2000)，有腦部神經生理之病因 (American Psychiatric Association, 2013; Monastra, Monastra, & George, 2002)。

以神經心理測驗 (neuropsychological tests) 作為 ADHD 大腦發展異常證據之後設分析研究顯示，ADHD 相較正常發展兒童在各執行功能 (executive function) 面向，如反應抑制 (response inhibition)、注意持續度 (sustain attention)、工作記憶 (working memory)，以及計畫 (planning) 能力均顯現中等 (.46~.69) 效果量的弱勢 (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005)。此外，ADHD 兒童也被發現反應時間有高變異度與表現不穩定的狀況，顯示了注意力監控 (meta-attention) 之缺損 (詹雅雯、陳信昭、郭乃文, 2006; Kaufmann et al., 2010; Pasini, Paloscia, Alessandrelli, Porfirio, & Curatolo, 2007)。這些不足的功能都被認為與 ADHD 兒童進行執行注意力控制與計畫作業時，其額葉區域活化程度較低有關 (Amen & Carmichael, 1997; Amen, Paldi, & Thisted, 1993; Barkley, Grodzinsky, & DuPaul, 1992; Grodzinsky & Diamond, 1992; Kovatchev et al., 2001)。

另一方面，EEG 研究指出，ADHD 兒童在閉眼、開眼休息階段 (eye-closed/eye-open resting condition) 及認知活動 (cognitive activity) 中，相較於正常兒童，於大腦中央及前額位置常見有較多且持久的低頻波 (如：1-3Hz 之 Delta 波、4-7Hz 之 Theta 波)、較少的高頻波 (如：13-21Hz 之 Beta 波)，這也被視為是當下大腦皮質活化較低之證據 (Mann, Lubar, Zimmerman, Miller, & Muenchen, 1992; Monastra, Lubar, & Linden, 2001; Monastra et al., 1999; Monastra et al., 2002)。研究者也以 Theta/Beta 能量比值 (power ratio) 來指稱個體的中樞神經系統以及腦皮質的激發程度 (Cook, O'Hara, Uijtdehaage, Mandelkern, & Leuchter, 1998; Amen & Carmichael, 1997; Amen et al., 1993)，同樣地 ADHD 兒童之 Theta/Beta ratio 並不理想，尤其是前額葉區 (Barry, Clarke, & Johnstone, 2003; Clarke, Barry, McCarthy, & Selikowitz, 2001; Monastra et al., 1999; Monastra et al., 2001)。新近研究指出左前額葉處的 Theta/Beta ratio 和神經心理衡鑑中所產生的違反錯誤高與反應時間的大變異量有

關 (González-Castro et al., 2010)。可見，強化前額葉區之激發程度可能具有提高 ADHD 兒童注意力監控功能的意義。

三、神經生理回饋技術應用之檢討與監控性注意力理論

過去研究大多選擇大腦中央處 (Cz, International 10-20 system) (Teplan, 2002) 為介入點，以提升此處的快波 (如：Beta 波) 或抑制慢波 (如：Theta 波) 做為訓練指標 (Kropotov et al., 2005; Linden, Habib, & Radojevic, 1996; Lubar, Swartwood, Swartwood, & O'Donnell, 1995; Lubar, 2003; Thompson & Thompson, 1998; Vernon, Frick, & Gruzelier, 2004)。NF 訓練在 ADHD 兒童的 EEG 指標 (如：Theta、Beta、Theta/Beta ratio 等) 上有進步證據 (Linden et al., 1996; Monastra et al., 2002)，對行為症狀也有訓練成效 (Arns, de Ridder, Strehl, Breteler, & Coenen, 2009; Thompson & Thompson, 1998; Yucha & Gilbert, 2004)。Monastra 等人 (2005) 則以一年追蹤研究驗證 NF 歷程可持續維持皮質激發能量。Arns 等人 (2009) 後設研究認為 NF 於 ADHD 的實證治療等級應可達等級五 (Level 5: 有效且明確, Arns et al., 2009)。其回顧 8 個具對照組的實驗設計中，除 Rossiter 與 La Vaque (1995) 及 Holtmann 等人 (2009) 挑戰 20 小時期程的短時數介入外，其餘平均時間從 25 至 50 小時不等，平均為 36 小時。Lubar (2003) 回顧文獻中也提出之平均需 40 小時以上的訓練期程，故 NF 介入常被檢討訓練次數和花費過多之問題 (Arns et al., 2009; Heinrich, Gevensleben, & Strehl, 2007; Thompson & Thompson, 1998)。此外，Lubar (2003) 在 NF 訓練進行兩方面的檢討，其一為 EEG 介入區位，Lubar 認為避開了眼動干擾之後，最佳位置前額區；其二，指出個案受訓時常不知道如何由自己之力來產生 EEG 的改變，並建議後續 NF 研究應將此列入訓練目標以協助個案較易察覺和理解自己可以改變或未能改變的原因。Arns 等人 (2009) 的後設分析也指出難以確實引導個案體驗專注為當今 NF 研究之缺點。可見，NF 技術需要更完整之治療理論協助，而 NPsyT 中針對監控性注意力的理論或可補足。

監控性注意力理論非常多，比如 Luria (1973)、Shallice (1982)、Burgess 與 Shallice (1996)、Posner (2004)，以及 Stuss 等人 (2005) 等，而在此研究中所訓練的監控性注意力模式，須從刺激進入、至產生新的反應，並累積建立一個新循環，所以選擇 Cohen 所強調的注意力歷程架構最為符合，Cohen (2014) 回顧完成注意力歷程所需之四個元素，分別為感覺選擇 (sensory selective attention)、聚焦與注意力容量 (focus and capacity)、反應選擇與控制 (response selection and control)，以及持續注意力 (sustain attention)，回應 Shallice (1982)、Burgess 與 Shallice (1996) 所提出監控注意力系統 (supervisory attentional system, SAS) (Burgess & Shallice, 1996; Shallice, 1982) 之概念，將控制歷程再分成兩個部分，包含競爭程序化 (contention scheduling, 代表個體對於刺激處理時常依賴過去已組成的策略及記憶，採較自動化反應及穩定性的回應)，和下行控制歷程之監督性注意力控制 (supervisory attentional control, SAC)，其以彈性對發生於非例行事物，進行反應策略及型態的抑制及調節能力，調控了選擇注意力的單一性。當進行高階認知或注意力作業時，個體需倚賴當下的監控認知歷程 (metacognition process) 以重新評估，主動對刺激進行覺察，根據自我設定之目標導向意圖，對其注意力選擇歷程進行修正。此一藉由監控評估自身狀態、仰賴長期經驗，以及下行 (top-down) 抑制及調節之注意力調控歷程，實應為進行 NF 所需之神經心理治療架構所標的 (Burgess & Shallice, 1996; Cohen, 2014; Cohen & Kaplan, 1993; Shallice, 1982)。

Tinius (2007) 曾提出結合 (combination) NF 及認知訓練 (cognitive training) 的概念作為一種新的治療模式。Tinius 認為提供認知作業的練習機會給個案，可讓個案針對同一認知功能部件進行多次練習，也更能有較多類型的作業方式供選擇，或許能讓個案在 NF 當下提高自我覺察與認知作業表現的機會，並提出心理治療師的角色乃為協助個案在 NF 歷程中擁有自我覺察及監控認知技巧，並引導個案在其他治療歷程中與其他情境 (如：學校) 下成功複製其專注狀態。然而此合併 NF 技術及認知訓練的概念，至今尚無明確且實證的作法與實證研究支持之。

四、研究目標

綜合上述，本研究參考 Tinius (2007) 概念，使用注重自主性訓練的電腦化神經心理訓練工具 (CATS) 結合 NF，以提供其監控性注意力之直接增強治療，建構出 Will Well Neurofeedback (WWNF) 訓練模組，並縮短訓練期程至 20 小時以內；而在結合 NF 及認知作業時，治療的作為並非僅讓個案完成所有的認知作業，而是在練習這些認知功能練習的歷程中，利用 NF 當作媒介，讓個案更容易清楚地抓到當下自我監控注意力之經驗，以穩定並強化此種經驗在腦中迴路的累積。並以神經心理功能、日常行為以及學習適應行為共三層面的測量資料作為療效分析。

研究方法

一、受試者

ADHD 個案由兒童青少年精神科專科醫師與主要照顧者及兒童晤談的內容、行為觀察或心理衡鑑報告結果，依據 DSM-IV-TR 準則 (APA, 2000) 確診為注意力缺陷/過動疾患之個案，排除過去有神經學病史、器質型腦傷、智能不足診斷、其他廣泛性發展疾患與抽搐性疾患。納入年齡為 7-14 歲，經知情後同意過程，簽署家長與個案同意書參與研究。由研究者實施魏氏兒童智力量表 (第四版中文版, WISC-IV) (陳榮華, 2007) 全量表智商大於 75 分者納入，經隨機分派 (random assignment) 至實驗組 (WWNF 組) 與等待控制組 (CON 組)。此外，以基本資料問卷評量人口學變項與控制變項，包含疾病史、家族史、一般功能狀態與學習歷程及家庭環境評量表 (Home Observation for Measurement of the Environment, HOME) (詹雅雯等人, 2006; Bradley, Caldwell, Rock, Hamrick, & Harris, 1988)，以及二因素社會地位指數 (The Two Factor Index for Social Position of Hollingshead) (Hollingshead, 1957)。

二、療效評估工具

(一) 神經心理衡鑑層次

廣泛性非語文注意力測驗 (Comprehensive Nonverbal Attention Test, CNAT) (郭乃文, 2002, 2003; 郭乃文、鄭中平, 2005): 採低動作需求和低語言互動模式，可評估各種面向的注意力功能及執行功能，包括：注意力資源、持續度、知覺選擇以及反應抑制等。本研究採用的分測驗將分點依序說明，共需 20-35 分鐘進行。

1. 集中注意力，共 36 嘗試次，對測驗機上同點的每一個亮燈 (定點刺激) 作按鍵反應。每次起始聲響後等待燈亮起的時間並不相同，測量受試者是否因不同等待而造成反應時間減慢、衝動反應或等待過程中的分心；也測量受試者動作反應的基本速度。

2. 搜尋注意力，共 36 嘗試次，對「可能在面版上任何地方出現」的每一次亮燈 (不定點刺激) 作按鍵反應。可看否因不同等待而造成反應時間減慢、衝動反應或等待過程中有分心現象及檢查受試者是否有視覺搜尋困難。

3. 抑制注意力，共 36 嘗試次，對「可以在任何地方出現」的亮燈作選擇反應性的按鍵反應，亮單一紅燈時按鍵，亮起紅燈加綠燈時不作反應 (Go/no Go)。受試者須按照內在行為原則的控制，可知道注意力資源的侷限以及抑制功能。

4. 抗拒分心，共 36 嘗試次，對「可以在任何地方出現」的亮燈 (綠燈) 為指引，並再對燈上的圖形作區辨反應 (Go/no Go)。不但須依循原則來激發行為反應或抑制行為反應，且要克制不受到隨時都呈現於面板上的許多圖形 (外星眼) 的干擾，評測受試者的選擇性注意力以及其抑制功能。

5. 轉逆注意原則：依循與抑制注意力分測驗相反之原則作反應，評估受試者有無轉換反應原則之困難。

其注意力監控指標包含(1)衝動錯誤(impulsive error, IE):當起始聲響後刺激燈光未亮起時反應、或反應時間少於100毫秒。(2)漏失錯誤(missing error, ME):刺激燈光暗掉與等待時間過後仍未反應。(3)遲緩錯誤(delay error, DE):扣除以上兩錯誤後,正確反應之平均反應時間與標準差為基準,超出2.5標準差後之嘗試。(4)違反錯誤(commission error, CE):僅在Go/no G分測驗中存在,對不該反應的嘗試反應。(5)扣除以上錯誤類型後之嘗試視為正確,但正確率需達到75%以上,才採計反應時間(reaction time, RT)與反應時間標準差(standard deviation of reaction time, SD of RT)。

(二) 日常行為功能層次

1. 日常生活注意力問卷(余麗樺、郭乃文、黃茂雄, 2002):本問卷參考國內外相關問卷所編製,共21題,為四點量表,可在10~15分鐘內完成,內部一致性係數達.81,研究中由父母填答。譬如第一題為「是否聽別人說話時,聽著聽著,就聽丟了」、第二題為「有些事情雖然很吸引他,像是看電視、漫畫、電玩等,但是也持續不久」。

2. 日常執行功能行為量表-兒童版(倪子洛, 2011):參考吳玉欣、余麗樺、陳靖與郭乃文(2009)編製之成年患者適用的日常執行功能量表與國內外其他相關測驗修改編製而成,共三十題,為五點量表,每題分數範圍為1~5,可在10~15分鐘內完成,內部一致性係數為.93,研究中由父母填答。譬如第一題為「可以自己安排活動或事情的順序」、第二題為「需要別人提醒才能逐步完成事情」。

3. SNAP-IV 家長版(Swanson, Nolan, and Pelham, version IV, SNAP-IV)(Liu et al., 2006; Gau et al., 2008):依據DSM-IV準則評估個體在ADHD症狀行為表現上的符合程度,共26題,四點量表,每題分數範圍為0~3,本研究採其不注意分量表(1~9題,如:很難持續專注於工作或遊戲活動等)及過動/衝動分量表(10~18題,如:很難安靜地玩或參與休閒活動),以每題答0~1視為無此症狀,2~3視為有此症狀,研究中由父母填答,作為評估ADHD症狀數之指標。信度:再測信度介於.61至.73,內部一致性信度介於.88至.90;效度方面,以兒童行為檢核表(Children Behavior Checklist, CBCL)進行校標關聯效度,三個分量表與CBCL的相關為.51至.72。

(三) 學習適應功能層次

從Ramdass與Zimmerman(2011)回顧提到,學習時間管理為自我調節技巧,以及課業學習的要素之一,故以此能力作為類推之後學習適應功能之指標。採用時間管理量表(家長版),為賴培增(2011)自編,共16題,為五點量表,每題分數範圍為1~5。研究中由父母填答,以介於7-12歲的125份家長問卷,其內部一致性係數為.92。內容主要了解兒童的時間概念,包含:是否會看時鐘、是否能從鐘面得到與時間相關的訊息、是否可自行規劃時間以完成事情、是否可主動注意到自己花多少時間完成某事等,賴培增(2011)結果提到,ADHD兒童在此量表之得分較正常發展兒童差。

三、訓練方案與治療設備

(一) 訓練方案

Will Well Neurofeedback (WWNF)為一結合認知訓練作業及NF之自編訓練方案,可依個案的主觀興趣命名為「威好、威力、好耶」等名。

治療歷程與設計基於重視個案對專注狀態的經驗,與其在療程之主動性,依個案當天或當下的主觀感受與NF參數所回報之專注情形與意願,自主性(autonomy)選擇調整訓練目標及認知作業之規畫。在提升其對目標監控、自我調節能力,增加對自我狀態與EEG狀態連結之覺察,故將NF回饋閾值設為可手動調整,訓練中與個案討論能達成目標與否之情形,強化其自我效能及自我掌控感。

採用Tinius(2007)之建議,結合認知作業訓練之訓練方式,在訓練認知訓練針對的心智功能時,更能清楚當下NF的生理激發程度回饋,各療程階段之訓練目標摘要請見表1。訓練歷程中的成功經驗,提供個案體會自我效能感,不僅只與當下注意力或NF狀態的達到目標(功能修復),而是體會增加對自身認知歷程的自我調節與管理能力,過去研究也反映如此可增加個案對認知歷程及能力的掌控感與接納限制(Medley & Powell, 2010)。

其訓練內容之搭配，主要以廣泛性注意力訓練系統（Comprehensive Attention Training Systems, CATS）（郭乃文、鄭中平，2005）作為核心。其乃根據 Cohen 與 Kaplan（1993）注意力理論設計之電腦化神經心理訓練工具，以直接增強策略。分別從練習控制視覺刺激的複雜度、視覺搜尋的難度、反應的模式等變項組合而成，共 12 套訓練組合，120 訓練題，每題 10 題項，且依個案在各題目的精熟程度設計視覺回饋之成果記錄，依答對率給予一到四顆星號「☆☆☆★」。該系統以著重於自主及主動性為特點，設計可依個案意願選擇難度及達成之目標，以訓練彈性、自主選擇、計劃，以及各注意力向度之練習為主，過程中體會自我效能感。除 CATS 外，其他認知訓練作業部份，依個案對自己注意力監控的熟悉程度，可自行挑選能引發專注歷程的認知作業或活動，體會自主性，並依照其自定玩法引發及體會該訓練的專注經驗。依自主興趣選擇，故內容可為進行認知遊戲、自選書籍，或學校安排的作業。

生態效度的類化部份，每次療程皆與個案檢討、並再計畫該次的家庭作業，包括於生活中對自我狀態覺察之練習及調節，依其日常生活需經驗專注的時段安排，如：校園課堂、休閒遊戲、完成學校作業，以及與家人相處活動等日常作息。也在療程中練習於完成學校作業、閱讀課本或讀物等當下的操作活動，練習生態環境中自我覺察腦波與注意力狀態之關聯。隨療程的進行與個案討論並練習將專注及自我覺察類化至生態環境中。

（二）設備設置與程式

硬體採用 Thought Technology Ltd 之 PROCOMP INFINITI SYSTEM 生理回饋儀；訓練程式軟體為 BioGraph Infiniti™ 內建之編輯程式套裝撰寫，以供個案自由點選、變換的介面為主；搭配兩條腦波感應偵測器（EEG sensor），選取 F3、F4 之電極區位為前額葉區域訓練目標處，以雙耳作為負極與參考電極。

EEG 參數選取注意力歷程最為相關且可代表該處皮質激發指標之 Theta 波（4-7Hz）、Beta 波（13-21Hz）的電位強度以及 Theta/Beta ratio 為主，與個案討論並以其自主意願設定閾值。目標為個案能經驗到注意力專注當下，可使 F3、F4 處之 Beta 波增強、Theta 波減少，以及降低 Theta/Beta ratio。回饋方式包含視覺及聽覺提醒回饋。

（三）治療期程

採一週一次，每次 2 小時，以進行 20 小時為結案目標。

每療程進行以下歷程，包括 1. 家庭作業檢討、基準線測量、論並以其自主性與意願設定欲增強之 EEG 閾值；2. 進行訓練循環：（1）單純視覺回饋治療期，每次約五分鐘，隨設定之閾值給予視覺回饋。（2）認知作業練習搭配聽覺回饋治療期，約五分鐘，隨設定之閾值給予聽覺提醒回饋。（3）每次練習間皆休息約一分鐘；以及 3. 結束基準線測量，與個案共同討論訓練之狀況、家庭作業之計劃。

（四）治療師之能力與角色

Walter 等人（2009）提到，進行 NpsyT 時應能標定出其療效作用於大腦之結構與功能所在，與可根據神經科學知識設計心理治療介入策略，故治療師需有基本神經心理學與衡鑑之基礎。且 NF 乃由生理回饋（Biofeedback）技術演化而來，治療者須理解中樞神經系統（CNS）激發與個案當下 EEG 訊號所代表之生理狀態之原理（Pepe, Tylova, Gibney, Harvey, & Comblade, 2008）。

目前台灣進行的神經心理治療養成系統的基本要求為修習 12 學分（包括神經心理學、神經心理衡鑑學、神經心理治療學，以及復健心理學等），加上由神經心理專長之資深臨床心理師進行實習之督導半年以上。神經心理治療師在訓練歷程中的角色，除了視個案為獨立個體、個案與生態環境的互動為其改變的基礎、重視其在治療情境中的情緒與動機，以及將治療的掌控權交還給個案外（李昇恆，2012；Cappas et al., 2005）。於 NF 中也可與個案討論其在各訓練作業、EEG 數值達成回饋的監控認知策略（Lubar, 2003; Tinius, 2007），複製專注經驗及強化個案對於自身專注狀態改變的自我效能感，增強行為抑制、了解如何造成 EEG 改變，以及提升自我控制感，並協助個案在治療歷程與其他情境中（如：學校、家中、認知活動等）中類化此專注的狀態經驗。

表 1 WWNF 訓練與目標認知功能摘要

期程	目標執行功能部件	介入作法
前期	1. 目標導向行為/動機 (goal-directive behavior/motivation) 2. 計畫與執行 (planning & execution) 3. 自我覺察 (self-awareness)	1-1. 示範與意義化專注狀態，體會注意力歷程，連結回饋及作業表現間的成功。1-2. 使個案理解 WWNF 理論，理解改變目標，並透過自主選擇作業建立動機。 2-1. 能設定每次、整體之目標，依照目標表現之行爲。2-2. 能計畫當天的練習，認知活動、或回家作業練習活動，安排並執行之。 3-1. 能透過認知訓練 (CATS) 部件之得到得分回饋注意力表現。3-2. 配合 NF 能透過視覺或聽覺訊息了解自身專注狀況。3-3. 透過腦波指標數值之差異，回饋自己前後之成長及原因。
中期	1. 自我調節 (self-regulation) 2. 集中注意力 (focus attention) 3. 選擇性注意力 (selective attention) 4. 抑制控制/等待 (inhibit control ability/take turn)	1-1. 自我覺察到狀態與目標不一致時，可試著改善或做調整。1-2. 提供自我覺察討論，加入個案對自我的要求，預期表現及實際結果之差異。1-3. 將認知訓練的專注經驗實際運用，直接嘗試自我控制。 2. 能持續按照訓練刺激燈號、聲響提示反應。進入專注狀態。 3. 能搜尋、選擇目標刺激燈號反應。 4-1. 體驗等待，放鬆經驗；能忽略干擾燈號。4-2. 抑制不合宜行爲之反應。4-3. 藉由合宜的輪流互動過程訓練在適當時機做出反應。
後期	1. 分散性注意力 (divided attention) 2. 轉移注意力 (shift attention) 3. 自我效能 (self-efficacy)	1-1. 同時練習 F3 及 F4 區域、個腦波指標之狀態。1-2. 能一次對多個訓練刺激燈號做反應。1-3. 認知訓練活動中配合 NF，同時調節注意力及調節生理激發狀態。 2. CATS 練習題目或活動間的規則轉換，能有效快速地轉換，並可立即進入此活動歷程的專注狀態。 3-1. CATS 練習題目完成後的回饋星星數。3-2. 認知訓練活動的成功及與治療師互動所給予之社會性酬賞。3-3. 狀態情境的類化，能自主歸納日常生活情境中運用專注的方法；長久維持注意力的方法、短期集中注意力方法，以及注意力監控改變變覺感。3-4. 個案對於自己達成度的滿意感及自我回饋。

四、研究倫理審查

本研究於民國 98 年 6 月 5 日經成功大學醫學院附設醫院人體試驗委員會審核通過，編號 ER-97-219。

五、研究流程

詳細研究流程如圖 1，受試者進入研究後隨機分派至實驗組 (WWNF 組) 與控制組 (CON 組)。WWNF 組前測後接受 WWNF 訓練，CON 組則等待十週，待後測完畢後併回訓練方案。

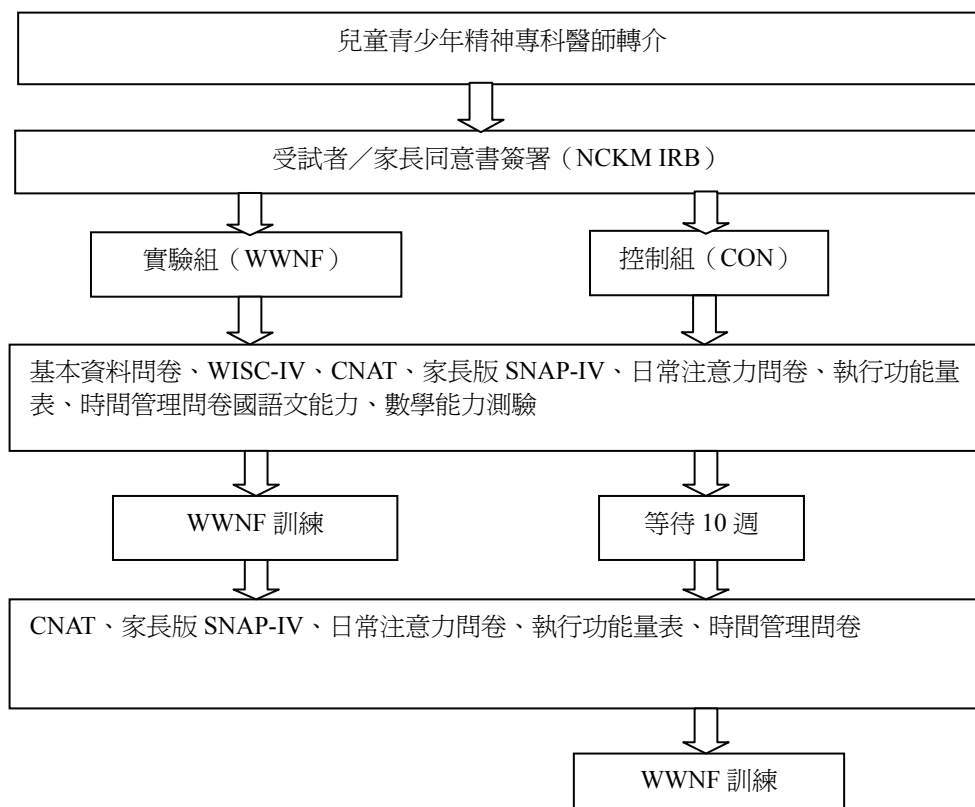


圖 1 研究流程圖

六、統計分析

使用 SPSS 18.0 套裝軟體進行統計分析。

結果

一、訓練前測量

人口學與控制變項（見表 2），兩組在年齡、性別、家庭社經地位指數、用藥與否、HOME 分數，以及 WISC-IV 全量表智商分數皆未有顯著差異。神經心理衡鑑層次（見表 3），CNAT 上，WWNF 組在集中注意力分測驗之反應時間（RT）及反應時間標準差（SD of RT）、搜尋注意力分測驗之漏失錯誤數（OE）、反應時間（RT）及反應時間標準差（SD of RT）、抑制注意力分測驗之反應時間（RT）顯著高於 CON 組，且在搜尋注意力之答對數低於 CON 組，其餘各分測驗之注意力指標皆未達顯著差異。行為與學習適應功能問卷（見表 4）上，兩組於日常生活注意力問卷、日常執行功能量表、日常時間管理問卷總分、SNAP-IV 之不注意症狀數、過動／衝動症狀數以及總 ADHD 症狀數無顯著差異。

表 2 人口學與控制變項

	WWNF 組 (N = 12)		CON 組 (N = 10)		p-value t-test/ χ^2
	M	SD	M	SD	
年齡 (yr)	9.75	0.72	10.78	2.13	.228
性別 (男/女)	10/2		7/3		.624
用藥 (是/否)	4/8		3/7		.867
社經地位指數	31.25	8.69	34.30	9.25	.435
HOME 問卷總分	39.42	6.16	34.50	6.36	.128
全量表智商 (FSIQ)	99.33	14.61	96.10	12.91	.591

二、WWNF 療效探討

（一）神經心理衡鑑層次（見表 3）

CNAT 上，經重覆量數之二因子變異數分析，交互作用顯著的有集中注意力分測驗的遲緩錯誤數 ($p = .009$, $\eta^2 = .295$) 及 RT ($p = .006$, $\eta^2 = .404$)；搜尋注意力分測驗的遲緩錯誤數 ($p = .003$, $\eta^2 = .359$)；抑制性注意力分測驗的漏失錯誤 ($p = .049$, $\eta^2 = .181$) 及 RT ($p = .004$, $\eta^2 = .359$)，除集中注意力的遲緩錯誤數為 CON 組上升外，WWNF 組相較 CON 組在這些指標有顯著下降。而在搜尋注意力分測驗的答對數 ($p = .049$, $\eta^2 = .181$) 達顯著差異，WWNF 組較 CON 組在此指標顯著提升。再依拔靴法之相依 t 檢定 (Davison, 1997) 與效果量比較，CON 組在集中注意力分測驗的 SD of RT 有顯著提高 ($p = .044$, Cohen's $d = .91$)；而 WWNF 組在抑制注意力分測驗之答對數顯著提高 ($p = .025$, Cohen's $d = .92$)；WWNF 組在抗拒分心分測驗之漏失錯誤數 ($p = .044$, Cohen's $d = -.70$) 與 RT ($p = .050$, Cohen's $d = -1.02$) 顯著降低；轉逆注意力分測驗中，WWNF 組之衝動錯誤數有降低趨勢 ($p = .083$, Cohen's $d = -.76$)、答對數有提高趨勢 ($p = .051$, Cohen's $d = .79$)，而 CON 組的違反錯誤數有降低趨勢 ($p = .087$, Cohen's $d = -.79$)。

（二）行為層次（見表 4）

重覆量數之雙因子變異數分析結果，在家長評分之日常生活注意力問卷總分 ($p = .019$, $\eta^2 = .257$)、SNAP-IV 之不注意症狀數 ($p = .005$, $\eta^2 = .345$) 及 ADHD 症狀數 ($p = .039$, $\eta^2 = .206$) 有顯著交互作用效果，皆為 WWNF 組較 CON 組有顯著下降。2. 拔靴法之相依 t 檢定與效果量比較部分，WWNF 的日常執行功能量表總分 ($p = .010$, Cohen's $d = .56$)、日常時間管理問卷總分 ($p = .017$, Cohen's $d = .37$) 有顯著提升，而在 SNAP-IV 中 ADHD 的過動／衝動症狀數 ($p = .047$, Cohen's $d = .33$) 有顯著下降。

表 3 WWNF 訓練前後之 CNAT 比較

	WWNF 組 (N = 12)			CON 組 (N = 10)			組內前後比較		組內前後比較		前測 組間比較		交互 作用			
	前測	後測	後測	前測	後測	後測	Bootstrapping t-test	效果量	Bootstrapping t-test	效果量	t-test	ANOVA	效果量	交互 作用		
集中注意力 (A)	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	p	η^2		
衝動錯誤數	2.83	3.43	3.83	3.81	1.40	2.07	2.30	2.06	.434	-	1.40	2.30	.231	.262	.950	-
漏失錯誤數	0.83	1.59	0.50	0.80	0.10	0.32	0.40	0.70	.303	-	0.10	0.32	.177	.167	.122	-
遲緩錯誤數	2.83	1.70	2.92	1.68	1.80	1.32	4.00	1.56	.883	-	1.80	1.32	.002	.132	.009	.295
答對數	29.50	5.20	28.75	5.29	32.70	1.83	29.30	2.95	.560	-	32.70	1.83	.014	.082	.152	-
反應時間 (RT, s)	0.425	0.07	0.409	0.054	0.355	0.050	0.382	0.043	.107	-	0.355	0.050	.040	.023	.006	.404
SD of RT (s)	0.087	0.017	0.088	0.017	0.065	0.017	0.085	0.026	.948	-	0.065	0.017	.044	.006	.076	.195
搜尋注意力 (B)	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	p	效果量	p	η^2
衝動錯誤數	3.33	3.37	1.92	1.83	0.80	1.32	1.00	1.70	.228	-	0.80	1.32	.822	.037	.263	.062
漏失錯誤數	1.33	1.23	1.33	1.30	0.20	0.42	1.10	1.66	1.000	-	0.20	0.42	.127	.012	.203	.080
遲緩錯誤數	0.83	0.72	0.17	0.39	0.60	0.70	1.00	0.67	.032	-1.05	0.60	0.70	.144	.451	.003	.359
答對數	30.50	4.08	32.58	2.81	34.40	1.40	32.90	2.92	.145	-	34.40	1.40	.171	.009	.049	.181
反應時間 (RT, s)	0.512	0.106	0.511	0.093	0.415	0.073	0.439	0.07	.985	-	0.415	0.073	.175	.038	.428	.035
SD of RT (s)	0.157	0.060	0.152	0.052	0.107	0.046	0.125	0.048	.766	-	0.107	0.046	.291	.047	.327	.053
抑制注意力 (BT)	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	p	效果量	p	η^2
衝動錯誤數	1.50	1.73	1.00	1.21	0.80	0.79	0.60	0.52	.335	-	0.80	0.79	.336	.253	.610	.013
漏失錯誤數	2.17	2.76	0.92	0.90	0.40	0.70	1.00	1.05	.121	-	0.40	0.70	.196	.063	.049	.181

表 3 (續)

違反錯誤數	M	SD	1.00	1.13	0.67	0.65	.367	-	1.00	0.94	0.40	0.70	.141	-	1.000	.611	.013
遲緩錯誤數	M	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.20	0.42	0.10	0.32	.101	-	.114	.284	.057
答對數	M	SD	31.30	3.20	33.42	2.11	.025	0.76	33.60	1.50	33.90	1.10	.517	-	.053	.070	.154
反應時間 (RT, s)	M	SD	0.745	0.125	0.687	0.100	.084	-0.51	0.635	0.089	0.708	0.129	.020	0.66	.032	.004	.359
SD of RT (s)	M	SD	0.175	0.047	0.171	0.044	.855	-	0.140	0.040	0.171	0.073	.205	-	.077	.269	.064
抗拒分心 (CA)																	
衝動錯誤數	M	SD	1.42	1.38	1.00	1.60	.424	-	0.70	1.06	0.40	0.70	.499	-	.194	.864	.002
漏失錯誤數	M	SD	3.83	2.55	1.92	2.75	.044	-0.70	3.00	3.20	1.40	1.51	.063	-0.64	.504	.748	.005
違反錯誤數	M	SD	0.67	1.37	0.50	0.67	.662	-	1.20	1.69	0.80	1.48	.528	-	.422	.729	.006
遲緩錯誤數	M	SD	0.08	0.29	0.08	0.29	1.000	-	0.00	0.00	0.10	0.32	.124	-	.374	.547	.018
答對數	M	SD	30.00	3.84	32.50	2.94	.091	0.74	31.10	3.31	33.30	2.26	.142	-	.485	.852	.002
反應時間 (RT, s)	M	SD	1.067	0.076	0.986	0.083	.050	-1.02	0.999	0.154	0.976	0.151	.516	-	.228	.242	.079
SD of RT (s)	M	SD	0.168	0.037	0.164	0.042	.764	-	0.180	0.055	0.168	0.035	.490	-	.598	.756	.006
轉逆注意力 (BP)																	
衝動錯誤數	M	SD	1.33	1.78	0.33	0.49	.083	-0.76	0.50	0.71	0.20	0.42	.261	-	.180	.212	.077
漏失錯誤數	M	SD	1.42	1.44	1.42	1.51	1.000	-	0.50	1.27	0.30	0.67	.438	-	.133	.765	.005
違反錯誤數	M	SD	0.42	0.67	0.33	0.49	.714	-	0.50	0.85	0.00	0.00	.087	-0.79	.799	.212	.077
遲緩錯誤數	M	SD	0.75	0.75	0.50	0.80	.516	-	0.70	0.82	0.40	0.70	.457	-	.883	.925	.000
答對數	M	SD	32.08	2.31	33.42	2.35	.051	0.55	33.80	1.99	35.10	1.10	.128	-	.080	.972	.000
反應時間 (RT, s)	M	SD	0.740	0.106	0.762	0.129	.740	-	0.674	0.086	0.706	0.127	.340	-	.131	.813	.003
SD of RT (s)	M	SD	0.143	0.044	0.157	0.042	.143	-	0.124	0.032	0.129	0.028	.663	-	.274	.520	.021

表 4 WWNF 訓練前後之家長問卷比較

	WWNF 組 (N = 12)			CON 組 (N = 10)			組內前後 比較			組內前後 比較			組內前後 比較			交互 作用		
	M	SD	後測	M	SD	後測	Bootstrapping t-test	Cohen's d	p	Bootstrapping t-test	Cohen's d	p	ANOVA	p	ANOVA	p	η^2	
行為層次																		
日常生活注意力問卷	57.83	9.86	48.42	10.83	.001	-0.91	56.60	10.95	53.80	9.05	.273	-	.405	.011	.285			
日常生活執行功能量表	79.83	15.90	89.50	18.49	.010	0.56	79.80	16.90	85.00	10.72	.364	-	.566	.360	.042			
SNAP-IV-ADHD	10.58	4.14	7.00	5.31	.001	-0.76	11.40	3.50	10.50	2.80	.336	-	.627	.030	.215			
SNAP-IV-不注意	6.33	2.06	3.75	2.93	.004	-0.99	6.90	2.08	6.80	1.93	.839	-	.530	.003	.360			
SNAP-IV-過動/衝動	4.25	2.80	3.25	3.17	.047	-0.33	4.50	2.68	3.70	2.06	.228	-	.834	.770	.004			
學習適應功能層次																		
日常生活時間管理問卷	43.42	12.13	48.08	13.27	.017	0.37	40.80	9.46	42.60	6.90	.692	-	.991	.414	.034			

(三) 學習適應功能層次(見表 4)

重覆量數之雙因子變異數分析結果未達顯著。拔靴法之相依 t 檢定與效果量比較部分, WWNF 組的日常時間管理問卷總分 ($p = .017$, Cohen's $d = .37$) 有顯著提升。

三、訓練結果分析

訓練前測時, WWNF 組與 CON 組在人口學變項與控制變項(年齡、性別、社經地位及家庭功能、智能分數)、EEG 資料及神經心理、行為層次的多項指標上皆未有顯著差異,唯在 CNAT 中集中注意力的 RT、SD of RT, 搜尋注意力的漏失錯誤數、RT 及 SD of RT 與抑制注意力分測驗的 RT 顯著高於 CON 組,而搜尋注意力的答對數少於 CON 組,皆顯示 WWNF 組的起點表現弱於 CON 組。

經 WWNF 介入 20 小時的訓練後,和等待 10 週並依原醫囑治療的 CON 組比較發現:在神經心理衡鑑層次,WWNF 組於 CNAT 中集中注意力分測驗的遲緩錯誤數、RT 減低,搜尋注意力分測驗的遲緩錯誤數減低、答對數提高,抑制性注意力分測驗的漏失錯誤及 RT 減低。且進一步以拔靴法之相依 t 檢定與效果量分析,WWNF 組在抑制注意力分測驗的答對數提高,抗拒分心分測驗的漏失錯誤數、RT 減少,轉逆注意力分測驗的衝動錯誤數有減少趨勢、答對數有提高趨勢。可見經 WWNF 訓練後,在神經心理層面可加快在簡單反應及搜尋作業的處理速度及正確率,更在 Go-No Go 作業中提升個案的處理速度,答對率及更能區辨目標,並減少衝動錯誤的發生,在增加感官選擇能力,高層次之注意力選擇與控制,認知轉換的彈性能力上有明顯的訓練效果。

從家長所報告的日常生活行為方面觀點來看,WWNF 訓練減輕了 ADHD 的症狀數,尤以不注意症狀數的減少、提升兒童日常生活的注意力功能,相較未訓練的 CON 組,皆達顯著的進步。此外,進一步以拔靴法之相依 t 檢定與效果量分析,可看到經 WWNF 訓練後,在日常生活的執行功能(Cohen's $d = .56$)、時間管理能力(Cohen's $d = .37$)及 ADHD 的過動/衝動症狀的減輕(Cohen's $d = .33$),WWNF 組可有顯著小到中等效果量的進步(Cohen, 1988),顯示確實可提升個案在平時生活表現中的注意力監控功能,減少失功能的行為發生。

討論

一、WWNF 療效分析

本研究提供隨機分派的實驗設計,在神經心理層面與行為層面皆有顯著療效之證據。Tucha 等人(2006)研究回顧過去藥物治療(pharmacological treatment)無法完全改善 ADHD 兒童無法專注的症狀,且在多向度注意力測驗表現中之選擇性注意力、分散性注意力、轉移和保持警覺能力仍有缺損,故在研究 ADHD 兒童的治療研究中,仍建議個案們持續使用藥物治療。此外,Guaitieri 與 Johnson(2008)也提到單純藥物治療難讓 ADHD 兒童的認知能力與正常發展兒童的表現相符。且 Arns 等人(2009)回顧 NF 的八篇實驗設計文獻中,也有五篇在控制組部份持續用藥。故在本研究中,研究者仍建議個案家長持續讓兩組 ADHD 兒童回診接受治療及評估,並利用隨機分派的方式處理藥物治療的影響。

針對治療期程上,就 Arns 等人(2009)回顧當時所有針對 ADHD 所做 NF 的實驗設計研究,共 476 參與者中,20 小時訓練時數以下的僅 Rossiter 與 La Vaque(1995)使用 46 位、Holtmann 等人(2009)使用 34 位參與者,人數共占 16.8%,其 NF 訓練後與前測差異之效果量於不注意症狀介於 0.6 至 0.7 之間,過動症狀介於 0.2 至 0.7 之間。相比之下,本研究提供三層次的效果量,於神經心理層次的效果量由 .51 至 1.05、行為層次由 .33 至 .91,以及學習適應功能有 .37 的效果量,此結果應可與先前類似研究對照。

WWNF 之所以有療效，可從四方面分別探討：(1) WWNF 乃針對前額葉區域 (F3、F4) 介入，以改變此區之 Theta、Beta，以及 Theta/Beta ratio，而在三層次的結果中，指出此訓練位置的可行性。(2) 神經心理功能層面。Thompson 與 Thompson (1998) 及 Fuchs、Birbaumer、Lutzenberger、Gruzelier 與 Kaiser (2003) 指出 NF 可提升個案在多向度注意力測驗中之分心與衝動指標表現，以提升反應速度及減少不穩定性為主。本研究結果也支持經 WWNF 後可提升反應速度且減少反應的不穩定性，更顯示出經 WWNF 後，可在前額葉功能為主之 Go/NoGo 作業中 (抑制、抗拒分心及轉逆注意力分測驗) 有顯著的療效，可增加個案對目標辨識速度，答對數及減少衝動反應，指出 WWNF 可有明確提升與前額葉相關神經心理層面的療效。而在集中注意力分測驗時，控制組的指標退步，可能是受到注意力監控不好的個體在重複施測時容易覺得無聊所造成。因注意力測驗並非難度測驗，而是一個評估個體注意力監控的狀態，所以當作答反應的設計簡單時，更容易引發此注意力監控失誤的效果，其中，WWNF 組雖未進步，卻是一個可以維持注意力監控的狀態。(3) 行為層次上，本研究結果在不注意症狀有大的效果量之改變，且在總症狀數的下降也可達大的效果量，指出對行為症狀的顯著療效。此外，WWNF 也可有日常生活功能層次的類化，尤其是日常生活的注意力與執行功能，可達大的效果量進步。(4) 訓練歷程的療效上，與 Tinus (2007) 提出與 NF 結合同時的認知訓練之療效成份一致，同時訓練認知活動作業針對的認知功能，且當下利用 NF 作為媒介，對自身生理激發程度有同時間的回饋增強自我覺察與調節，訓練當下與個案討論如何進行的監控認知策略外，也有同時間策略性地分配注意力 (divided attention) 的練習。例如藉由當下認知作業的操作與 NF 間，練習同步 (synchronization) 與轉換注意力的能力 (Couillet et al., 2010)。

Kandel (1998) 提到「環境和經驗對神經的發展與功能造成顯著的影響」，與 Cappas 等人 (2005) 提出 NPsyT 的原則中，皆重視「經驗能改變大腦 (experience transforms the brain)」的概念，加上 Kelly 與 Garavan (2005) 指出，練習 (practice) 能強化主要神經機制的有效性，或發展出新的策略而產生大腦皮質活動的功能性重組 (functional reorganization)，以增加與其他區域功能性且有效的連結。WWNF 在療效的發生中，推論應是透過認知作業活動的進行，經驗認知操作的直接增強，配合可自主性選擇及反覆練習注意力的歷程，增加其大腦活動的突觸傳遞，促進並效率化其神經系統統整能力。並且引發個案當下確實的專注狀態，藉由認知作業的表現與 NF 媒介的 EEG 狀態的雙重回饋幫助個案自我覺察及調整心智狀態。

強調兒童在接受訓練的經驗，並強化對兒童產生目標導向行為之回饋，將兒童接受治療之經驗從過去 NF 的被動觀看電腦螢幕而轉為主動及提供其選擇權，自發性的規畫及組合，以促發個案有提升注意力、自我覺察 (self-awareness) 及自我調節的動機 (motivation) 為主。呼應 Cappas 等人 (2005) 提出「認知與情緒相輔相 (cognitive and emotional processes work in partnership)」，透過完成活動、作業、及 EEG 激發狀態的改變後的正向自我效能 (self-efficacy) 累積，增進其願意繼續重覆練習增強並連結此學習經驗至日常生活中。

而在單獨認知訓練的療效方面，CATS 與其他認知操作遊戲之設計為可彈性、自主選擇、計劃與執行每次內容，自我導向行為及自我監控成果的能力為主的訓練方針。CATS 過去曾運用在自閉症類兒童之執行功能及注意力功能訓練，相較接受閱讀理解訓練的控制組，八週的訓練後，在執行功能測驗中可減少執續錯誤及違反錯誤率，提升概念形成能力 (陳孟筵, 2010)。且此類電腦化的注意力或認知訓練程式也被證實可直接提升其相關的認知功能 (Kerns, Eso, & Thomson, 1999)。

接受 WWNF 訓練的個案，大多會報告對於自身專注狀態的 EEG 激發可有相當的掌控感，可與過去研究指出自我調節的進步可以增加個人的控制感，且提升其自信相呼應 (Thompson & Thompson, 1998)

二、研究限制與建議

本研究主要以針對個體腦與行為的介入為主，未討論針對不同環境或不同家庭的介入模式，且雖為隨機分派及等待控制組設計，然未採雙盲 (double-blind) 方法，雖本研究前、後測的施測

情境中，會採用不同的施測者，其皆未參與治療，且不在腦波室進行施測，其不知那些受試者為實驗或控制組，但因治療者會在最後協助進行 CNAT 與腦波評估儀器的準備與操作，仍無法明確排除實驗者預期效果造成之影響。故以隨機分派的方式控制 ADHD 兒童的藥物使用，並鼓勵 WWNF 組與 CON 組依原醫囑繼續治療，排除服藥所造成的療效，且訓練時間多利用週末早上，以期減少藥物使用與否在訓練期間之差異。

最後，WWNF 乃結合 NF 與認知訓練作業之方案，無法明確分辨 NF 或認知訓練作業的療效，而 Gevensleben 等人(2009)曾比較 NF 與電腦化注意力訓練(attention skill training, AST)在 ADHD 治療的差異，指出 NF 在行為症狀上的單獨效果優於 AST 的訓練。但也指出在臨床運用上多元介入(multimodal treatment)的重要性(Gualtieri & Johnson, 2008; Tucha et al., 2006; Tucha et al., 2011)，因應 ADHD 兒童生活中複雜的心理、行為或社會的複雜性，建議若可結合 NF 與認知行為、社會互動、父母諮商及藥物治療等多元的介入模式，更可能有效幫助這些個案。本研究以 NF 結合認知訓練作業的角度介入，已可初探其在日常行為與學習適應功能的成效。

三、研究貢獻與未來展望

本研究結果提供 WWNF 在 ADHD 兒童可在多項注意力及執行功能、日常生活功能與行為症狀改善的療效指標，且多可達大的效果量($\eta^2 > .138$, Cohen's $d > .8$)，並提供未來研究可持續探討之方向，如：年齡、智力高低在執行注意力及 WWNF 訓練歷程上可能的表現。

經過 WWNF 的個案大多回饋可在學校或家中可找出一些屬於自己的專注方法，如：一直看著目標，感受其興趣，及思考自己當下狀態，專注且放鬆，自我覺察與調節(控制自己)，顯示 WWNF 可提供一實際的專注經驗，並藉由回饋使其能體驗自我調節與成功的經驗歷程，並整理出自我的一套專注模式。

未來研究可修增 WWNF 之多元性，並增加檢驗療效持續性的變項收集，並且更細緻的探討 WWNF 中療效產生的因素，並運用在不同類型的注意力或執行功能缺損個案，以跨其他心智障礙患者，如創傷性腦傷、癲癇等檢驗療效，及長期持續性。

致謝

感謝行政院國科會的研究經費補助(國科會計畫編號 NSC 98-2410-H-006-020-MY3)，並感謝戴淑媚、賴培增、李昇恆、林育岑、黃品嘉、陳南君、王筱雯等人在研究收案上的協助。

參考文獻

- 吳玉欣、余麗樺、陳靖、郭乃文(2009)：日常執行功能量表之發展與其因素結構及信效度研究。
臨床心理學刊，4(2)，86-94。[Wu, Y. H., Yu, L., Chen, C., & Guo, N. W. (2009). Development of the daily executive behaviors scale: Five-factor solution, reliability, and validity. *Archives of Clinical Psychology*, 4(2), 86-94.]
- 李昇恆(2012)：神經心理治療的內涵建構：先導研究。國立成功大學行為醫學研究所碩士論文。
[Lei, S. H. (2012). *Construction of the neuropsychotherapy model: A pilot study* (Unpublished master dissertation). National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.]

- 余麗樺、郭乃文、黃茂雄（2002）：**注意力功能之神經心理學建構與衡鑑模式研究—以青少年與腦傷患者之實證資料為基礎**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號：NSC902413-H-037-010）。[Yu, L., Guo, N. W., & Huang, M. H. (2002). *Attention functions in neuropsychological construction and assessment models-based empirical data of adolescent and brain injury patients*. National Science Council of the executive research report (No. NSC902413-H-037-010). Taipei, Taiwan: National Science Council.]
- 倪子洛（2011）：**早期發展正常之極低出生體重早產兒於學齡前執行功能之受損研究**。國立成功大學行為醫學研究所碩士論文。[Ni, T. L. (2011). *Executive function deficit in preschool children born very low birth weight with normal early development* (Unpublished master dissertation). National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.]
- 郭乃文、鄭中平（2005）：**非語文注意力與記憶力測驗之修訂與應用**。台北：教育部社教司研究報告。[Guo, N. W., & Cheng, C. P. (2005). *Revise and application of nonverbal attention and memory test battery*. Taipei, Taiwan: Department of Social Education Research Report.]
- 郭乃文（2002）：**非語文性注意力與記憶力測驗指導手冊**。台北：台灣師大特殊教育中心。[Guo, N. W. (2002). *Comprehensive nonverbal attention and memory test battery-instruction manual*. Taipei, Taiwan: National Taiwan Normal University.]
- 郭乃文（2003）：**以Cohen 認知神經心理學概念探討注意力功能測量研究**。國立台灣大學心理學研究所博士論文。[Guo, N. W. (2003). *Cognitive neuropsychology on the assessment model of attention-A study on the Cohen-based model* (Unpublished doctoral dissertation). National Taiwan University, Taipei, Taiwan.]
- 陳榮華（2007）：**WISC-IV 魏氏兒童智力量表第四版（中文版）指導手冊**。台北：中國行為科學。[Chen, Y. H. (2007). *Wechsler intelligence scale for children-fourth edition (WISC-IV) Chinese version: Administration and scoring manual*. Taipei, Taiwan: Chinese Behavioral Science.]
- 陳孟筵（2010）：**學齡期高功能自閉症與亞斯伯格症孩童執行功能之訓練成效**。國立成功大學行為醫學研究所碩士論文。[Chen, M. T. (2010). *A training study of executive function in school-age children with autism or Asperger's disorder* (Unpublished master dissertation). National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.]
- 詹雅雯、陳信昭、郭乃文（2006）：**注意力缺失／過動疾患不注意型與合併型之多面向注意力功能分析**。*臨床心理學刊*, 3(2), 85-92。[Jan, Y. W., Chen, S. J., & Guo, N. W. (2006). Differentiating the deficit of attention components in attention-deficit/hyperactivity disorder-combined and inattentive subtypes. *Archives of Clinical Psychology*, 3(2), 85-92.]
- 賴培增（2011）：**注意力缺失／過動疾患-不注意型與複合型兒童在前瞻性記憶表現之比較**。國立成功大學行為醫學研究所碩士論文。[Lai, P. T. (2011). *The difference of prospective memory in*

- children with ADHD-I and ADHD-C* (Unpublished master dissertation). National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan.]
- Amen, D. G., & Carmichael, B. D. (1997). High-resolution brain SPECT imaging in ADHD. *Annals of Clinical Psychiatry, 9*(2), 81-86. DOI: 10.3109/10401239709147778
- Amen, D. G., Paldi, F., & Thisted, R. A. (1993). Brain SPECT imaging. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 32*(5), 1080-1081. DOI: 10.1097/00004583-199309000-00036
- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistic manual of mental disorders* (4th ed., text rev.). Washington, DC: Author. DOI: 10.1176/appi.books.9780890423349
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistic manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric. DOI: 10.1176/appi.books.9780890425596.744053
- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: The effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: A meta-analysis. *Clinical EEG and Neuroscience, 40*(3), 180-189. DOI: 10.1177/155005940904000311
- Barkley, R. A., Grodzinsky, G., & DuPaul, G. J. (1992). Frontal lobe functions in attention deficit disorder with and without hyperactivity: A review and research report. *Journal of Abnormal Child Psychology, 20*(2), 163-188. DOI: 10.1007/BF00916547
- Barry, R. J., Clarke, A. R., & Johnstone, S. J. (2003). A review of electrophysiology in attention-deficit/hyperactivity disorder: Qualitative and quantitative electroencephalography. *Clinical Neurophysiology, 114*(2), 171-183. DOI: 10.1016/S1388-2457(02)00362-0
- Bradley, R. H., Caldwell, B. M., Rock, S. L., Hamrick, H. M., & Harris, P. (1988). Home observation for measurement of the environment: Development of a HOME inventory for use with families having children 6 to 10 years old. *Contemporary Educational Psychology, 13*(1), 58-71. DOI: 10.1016/0361-476X(88)90006-9
- Burgess, P. W., & Shallice, T. (1996). Confabulation and the control of recollection. *Memory, 4*(4), 359-411. DOI:10.1080/096582196388906
- Butnik, S. M. (2005). Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychology, 61*(5), 621-625. DOI:10.1002/jclp.20124
- Cappas, N. M., Andres-Hyman, R., & Davidson, L. (2005). What psychotherapists can begin to learn from neuroscience: Seven principles of a brain-based psychotherapy. *Psychotherapy, 42*(3), 374-383. DOI: 10.1037/0033-3204.42.3.374

- Clarke, A. R., Barry, R. J., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001). Age and sex effects in the EEG: Differences in two subtypes of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *112*(5), 815-826. DOI: 10.1016/S1388-2457(01)00487-4
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cohen, R. A., & Kaplan, R. F. (1993). Attention as a Multicomponent Process - Neuropsychological Validation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *15*(3), 379-379.
- Cohen, R. A. (2014). *The neuropsychology of attention* (2nd ed.). New York, NY: Springer. DOI: 10.1007/978-0-387-72639-7_28
- Cook, I. A., O'Hara, R., Uijtdehaage, S. H., Mandelkern, M., & Leuchter, A. F. (1998). Assessing the accuracy of topographic EEG mapping for determining local brain function. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *107*(6), 408-414. DOI: 10.1016/S0013-4694(98)00092-3
- Couillet, J., Soury, S., Lebornec, G., Asloun, S., Joseph, P. A., Mazaux, J. M., & Azouvi, P. (2010). Rehabilitation of divided attention after severe traumatic brain injury: A randomised trial. *Neuropsychological Rehabilitation: An International Journal*, *20*(3), 321-339. DOI:10.1080/09602010903467746
- Cozolino, L. J. (2010). *The neuroscience of psychotherapy : healing the social brain* (2nd ed.). New York, NY: W.W. Norton.
- Davison, A. C. (1997). *Bootstrap methods and their application* (Vol. 1). Cambridge, MA: Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9780511802843
- Fuchs, T., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Gruzelier, J. H., & Kaiser, J. (2003). Neurofeedback treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder in children: A comparison with methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *28*(1), 1-12. DOI: 10.1023/A:1022353731579
- Gau, S. S., Shang, C. Y., Liu, S. K., Lin, C. H., Swanson, J. M., Liu, Y. C., & Tu, C. L. (2008). Psychometric properties of the Chinese version of the Swanson, Nolan, and Pelham, version IV scale - parent form. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, *17*(1), 35-44. DOI: 10.1002/mpr.237
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., Wangler, S., Rothenberger, A., Moll, G. H., & Heinrich, H. (2009). Distinct EEG effects related to neurofeedback training in children with ADHD: A randomized controlled trial. *International Journal of Psychophysiology*, *74*, 149-157. DOI:10.1016/j.ijpsycho.2009.08.005

- González-Castro, P., Álvarez, L., Núñez, J. C., González-Pienda, J. A., Álvarez, D., & Muñiz, J. (2010). Cortical activation and attentional control in ADAH subtypes1. *International Journal of Clinical and Health Psychology, 10*(1), 23-39.
- Grawe, K. (2007). *Neuropsychotherapy: How the neurosciences inform effective psychotherapy*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Grodzinsky, G. M., & Diamond, R. (1992). Frontal lobe functioning in boys with attention-deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology, 8*(4), 427-445. DOI:10.1080/87565649209540536
- Gualtieri, C. T., & Johnson, L. G. (2008). Medications do not necessarily normalize cognition in ADHD patients. *Journal of Attention Disorders, 11*(4), 459-469. DOI: 10.1177/1087054707305314
- Heinrich, H., Gevensleben, H., & Strehl, U. (2007). Annotation: Neurofeedback-train your brain to train behaviour. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 48*, 3-16. DOI: 10.1111/j.1469-7610.2006.01665.x
- Hollingshead, A. B. (1957). *Two factor index of social position*. New Haven, CT: Yale University.
- Holtmann, M., Grasmann, D., Cionek-Szpak, E., Hager, V., Panzner, N., Beyer, A., Poustka, F., & Stadler, C. (2009). Spezifische wirksamkeit von neurofeedback auf die impulsivität bei ADHS. *Kindheit und Entwicklung, 18*(2), 95-104. DOI: 10.1026/0942-5403.18.2.95
- Kandel, E. R. (1998). A new intellectual framework for psychiatry. *American Journal of Psychiatry, 155*(4), 457-469. DOI: 10.1176/ajp.155.4.457
- Kaufmann, L., Zieren, N., Zotter, S., Karall, D., Scholl-Burgi, S., Haberlandt, E., & Fimm, B. (2010). Predictive validity of attentional functions in differentiating children with and without ADHD: A componential analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology, 52*(4), 371-378. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2009.03560.x
- Kelly, A. M., & Garavan, H. (2005). Human functional neuroimaging of brain changes associated with practice. *Cerebral Cortex, 15*(8), 1089-1102. DOI: 10.1093/cercor/bhi005
- Kerns, K. A., Eso, K., & Thomson, J. (1999). Investigation of a direct intervention for improving attention in young children with ADHD. *Developmental Neuropsychology, 16*(2), 273-295. DOI: 10.1207/S15326942DN1602_9
- Kovatchev, B., Cox, D., Hill, R., Reeve, R., Robeva, R., & Loboschewski, T. (2001). A psychophysiological marker of attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) defining the EEG consistency index. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 26*(2), 127-140.

- Kropotov, J. D., Grin-Yatsenko, V. A., Ponomarev, V. A., Chutko, L. S., Yakovenko, E. A., & Nikishena, I. S. (2005). ERPs correlates of EEG relative beta training in ADHD children. *International Journal of Psychophysiology*, 55(1), 23-34. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2004.05.011
- Laaksonen, R., & Ranta, M. (Eds.). (2013). *Introduction to neuropsychotherapy: Guidelines for rehabilitation of neurological and neuropsychiatric patients throughout the lifespan*. New York, NY: Psychology Press. DOI: 10.4324/9780203075876
- Linden, M., Habib, T., & Radojevic, V. (1996). A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with attention deficit disorder and learning disabilities. *Biofeedback and Self Regulation*, 21(1), 35-49. DOI:10.1007/BF02214148
- Liu, Y., Liu, S., Shang, C., Lin, C., Tu, C., & Gau, S. (2006). Norm of the Chinese Version of the Swanson, Nolan and Pelham, Version IV Scale for ADHD. *Taiwanese Journal of Psychiatry*, 20(4), 290-304.
- Lubar, J. F. (2003). Neurofeedback for the management of attention deficit disorders. In M. S. Schwarz & F. Andrsik (Eds.), *Biofeedback: A practitioner's guide* (3rd ed., pp. 409-437). New York, NY: The Guilford Press.
- Lubar, J. F., Swartwood, M. O., Swartwood, J. N., & O'Donnell, P. H. (1995). Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback and Self Regulation*, 20(1), 83-99. DOI: 10.1007/BF01712768
- Luria, A. R. (1973). The frontal lobes and the regulation of behavior. In K. H. Pribram & A. R. Luria (Eds.), *Psychophysiology of the frontal lobes* (pp. 3-26). Oxford, England: Academic. DOI:10.1016/B978-0-12-564340-5.50006-8
- Mann, C. A., Lubar, J. F., Zimmerman, A. W., Miller, C. A., & Muenchen, R. A. (1992). Quantitative analysis of EEG in boys with attention-deficit-hyperactivity disorder: Controlled study with clinical implications. *Journal of Pediatric Neurology*, 8(1), 30-36. DOI: 10.1016/0887-8994(92)90049-5
- Medley, A. R., & Powell, T. (2010). Motivational interviewing to promote self-awareness and engagement in rehabilitation following acquired brain injury: A conceptual review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 20(4), 481-508. DOI: 10.1080/09602010903529610
- Monastra, V. J., Lubar, J. F., Linden, M., VanDeusen, P., Green, G., Wing, W., Phillips, A., & Fenger, T. N. (1999). Assessing attention deficit hyperactivity disorder via quantitative electroencephalography: An initial validation study. *Journal of Neuropsychology*, 13(3), 424-433. DOI: 10.1037/0894-4105.13.3.424

- Monastra, V. J., Lubar, J. F., & Linden, M. (2001). The development of a quantitative electroencephalographic scanning process for attention deficit-hyperactivity disorder: Reliability and validity studies. *Journal of Neuropsychology*, *15*(1), 136-144. DOI:10.1037//0894-4105.15.1.136
- Monastra, V. J., Lynn, S., Linden, M., Lubar, J. F., Gruzelier, J., & LaVaque, T. J. (2005). Electroencephalographic biofeedback in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *30*(2), 95-114. DOI: 10.1007/s10484-005-4305-x
- Monastra, V. J., Monastra, D. M., & George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *27*(4), 231-249. DOI: 10.1023/A:1021018700609
- Pasini, A., Paloscia, C., Alessandrelli, R., Porfirio, M. C., & Curatolo, P. (2007). Attention and executive functions profile in drug naive ADHD subtypes. *Brain and Development*, *29*(7), 400-408. DOI: 10.1016/j.braindev.2006.11.010
- Peper, E., Tylova, H., Gibney, K. H., Havey, R., & Combatalade, D. (2008). *Biofeedback mastery an experiential teaching and self-training manual*. Wheat Ridge, CO: Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback.
- Posner, M. I. (2004). *Cognitive neuroscience of attention*. New York, NY: Guilford Press.
- Ramdass, D., & Zimmerman, B. J. (2011). Developing self-regulation skills: The important role of homework. *Journal of Advanced Academics*, *22*(2), 194-218. DOI: 10.1177/1932202X1102200202
- Rossiter, D. T. R., & La Vaque, T. J. (1995). A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders. *Journal of Neurotherapy*, *1*(1), 48-59. DOI: 10.1300/J184v01n01_07
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, *298*(1089), 199-209. DOI: 10.1098/rstb.1982.0082
- Stuss, D. T., Alexander, M. P., Shallice, T., Picton, T. W., Binns, M. A., Macdonald, R., Borowiec, A., & Katz, D. I. (2005). Multiple frontal systems controlling response speed. *Neuropsychologia*, *43*(3), 396-417. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2004.06.010
- Teplan, M. (2002). Fundamentals of EEG measurement. *Measurement Science Review*, *2*(2), 1-11.
- Thompson, L., & Thompson, M. (1998). Neurofeedback combined with training in metacognitive strategies: Effectiveness in students with ADD. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *23*(4), 243-263. DOI: 10.1023/A:1022213731956

- Tinius, T. (2007). The combination of cognitive training exercises and neurofeedback. In J. Evans (Ed.), *Handbook of neurofeedback: Dynamics and clinical application* (pp. 137-153). New York, NY: Informa Helthcare USA. DOI: 10.1201/b14658-10
- Tucha, O., Prell, S., Mecklinger, L., Bormann-Kischkel, C., Küber, S., Linder, M., Walitza, S., & Lange, K. W. (2006). Effects of methylphenidate on multiple components of attention in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Psychopharmacology*, 185(3), 315-326. DOI: 10.1007/s00213-006-0318-2
- Tucha, O., Tucha, L., Kaumann, G., König, S., Lange, K. M., Stasiket, D., Streather, Z., Engelschalk, T., & Lange, K. W. (2011). Training of attention functions in children with attention deficit hyperactivity disorder. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 3(3), 271-283. DOI: 10.1007/s12402-011-0059-x
- Vernon, D., Frick, A., & Gruzelier, J. (2004). Neurofeedback as a treatment for ADHD: A methodological review with implications for future research. *Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience*, 8(2), 53-82. DOI: 10.1300/J184v08n02_04
- Walter, H., Berger, M., & Schnell, K. (2009). Neuropsychotherapy: Conceptual, empirical and neuroethical issues. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 259(2), 173-182. DOI: 10.1007/s00406-009-0058-5
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336-1346. DOI: 10.1016/j.biopsych.2005.02.006
- Yucha, C., & Gilbert, C. (2004). *Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback*. Wheat Ridge, CO: Applied Psychophysiology and Biofeedback.

收稿日期：2014年05月20日

一稿修訂日期：2014年12月22日

二稿修訂日期：2015年01月28日

三稿修訂日期：2015年02月26日

接受刊登日期：2015年03月02日

Bulletin of Educational Psychology, 2015, 47(2), 281-304
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Effectiveness of Neurofeedback-Based Neuropsychotherapy on Improving Meta-Attention Functions for Children with ADHD

Yu-Chi Liao

Institute of Behavioral Medicine, College of
Medicine, National Cheng Kung University
Institute of Allied Health Sciences, College
of Medicine, National Cheng Kung
University
Jiana Psychiatric Center, Ministry of Health
and Welfare

Nai-Wen Guo

Institute of Behavioral Medicine, College of
Medicine, National Cheng Kung University
Institute of Allied Health Sciences, College
of Medicine, National Cheng Kung
University

Shin-Jaw Chen

Doctor Yin Clinic

Hsing-Fang Tsai

Spring Sun Psychiatric Clinic

Bei-Yi Su

Institute of Allied Health Sciences, College
of Medicine, National Cheng Kung
University

Neurofeedback (NF) training technique can effectively reduce inattention and behavioral symptoms in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) based on a meta-analysis study of Arns et al. (2009). Yet, there are two concerns that need be addressed. First, most training programs developed from the NF technique last for more than 40 hours. Second, little efforts had been put to the neuropsychological function, especially training effects on improvement of meta-attention and executive functions. Thus, this study was aimed to establish a novel neuropsychotherapy training program with a shorter training time and to investigate if it has multi-level mental function training effects. Combined Comprehensive Attention Training Systems (CATS) and the concept of autonomy throughout the whole training process with NF technique developed into a novel neuropsychotherapy program, called Will Well NF (WWNF). The training course for WWNF lasts 20 hours.

Twenty-two ADHD children were randomly assigned to either a control group (CON group) or an experimental group (WWNF group). The CON group, after taking interview and pretests, kept original treatment protocols until posttests were done after 10 weeks. The WWNF group, after taking interview and pretests, received additional WWNF training for 10 weeks until posttests were done. This study used indices from three levels of evidences to discuss the curative effects, including clients' neuropsychological functions and behavioral and learning adaptive questionnaires reported by their parents. The two-way repeated measured method (ANOVA) and bootstrapping method of a dependent T-test were used for statistical analysis. An F-test revealed that there were interaction effects in both neuropsychological and behavioral questionnaire levels. Compared to the CON group, the WWNF group made less delay errors and omission errors, more correct responses, reduced reaction time among attentional assessments in neuropsychological tasks, decreased inattention and ADHD symptoms in SNAP, and better daily attention function reported by parents in the questionnaire level. Improving time management behaviors reported by parents within WWNF group were also noted. This study suggested that ADHD children improve in mental functions, including attention monitoring and executive functions, and daily life behaviors after WWNF. Even though the sample size in this study was small, it proved the effect of WWNF. Future studies should increase the sample size to discuss individual impacts on effectiveness, follow up on the maintenance of effectiveness, and apply the method to different mental disabilities.

KEY WORDS: ADHD, CATS, meta-attention, neurofeedback, neuropsychotherapy