

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，2010，42 卷，2 期，185-208 頁

聽覺中樞處理功能測驗之發展*

蔡志浩

高雄市立民族國民小學
輔導室

陳小娟

國立高雄師範大學
聽力學與語言治療研究所

本研究旨在發展一套評量聽覺中樞處理功能的測驗，測驗選取係以美國聽語學會 2005 年提出之聽覺中樞處理功能新定義為依據，各測驗均採非語音、最簡約及電腦作答原則編製，包括頻率分辨、間隔察覺、音高型態辨識、時長型態辨識、雙耳異訊音高及聽覺辨位等六項測驗。研究對象為國小三年級聽覺正常兒童，包括預試樣本 30 人、正式施測樣本 100 人、重測與效標效度樣本 31 人。研究顯示聽覺中樞處理功能測驗之內部一致性介於.83 到.94 之間，相隔十週後之重測信度介於.41 到.88 之間，且得分不受試題呈現先後次序的影響；在效度部分包括專家效度、效標效度、透過因素分析以及驗證性因素分析取得之構念效度之證據。本研究依據上述各項研究結果，針對實際在臨床施測與解釋提出各項建議。

關鍵詞：非語音、電腦化測驗、聽覺中樞處理功能測驗

在有聲的世界中，聽覺正常者透過聽覺系統接收周遭人事物產生的聲音。各種聲音蘊含著不同訊息，影響著人們學習、溝通、娛樂、休閒、人際等各項互動。然而這些多變且交織的聲音訊息中，聽覺系統必須透過一套機制進行各項處理，聽覺中樞處理功能即肩負著這項重責，讓人們將耳朵所傳送來的各種聲音進行處理。

聽覺中樞處理功能研究迄今已逾半世紀的發展，早期研究始於 1940 到 1950 年代間 (Bocca, Calero, & Cassinari, 1954; Bocca, Calero, Cassinari, & Migliavacca, 1955; Myklebust, 1954)，這些研究對象多因腦部相關部位病變而有聽覺中樞處理功能問題。在 1970 年代，小兒醫學與特殊教育工作者開始對於一些聽覺神經發展異常之個案產生研究興趣，並進行一系列聽覺中樞發展之探討 (Keith, 1977; Lindamood & Lindamood, 1971; Rees, 1973)。到了 1990 年代，愈來愈多學者採用聽覺中樞處理異常 (Central Auditory Processing Disorder, 簡稱 CAPD) 一詞來稱呼此類障礙，而美國聽語學會 (American Speech-Language-Hearing Association, 簡稱 ASHA) 於 1992 年也開始思索是否應將近 50 年來不同學者對聽覺中樞處理障礙的名詞與定義做統一，透過不同專家共同討論其

* 本篇論文通訊作者：陳小娟，通訊方式：chenhc@nknuc.nkna.edu.tw。

在理論與實務方面之研究經驗，統整臨床有關 CAPD 之報告與研究，提出聽覺中樞處理功能技術報告 (ASHA, 1992; ASHA, 1996)，透過這個領域的進展建立了基礎的知識平台。

聽覺中樞處理功能不佳者，對生活有何影響？功能不佳者常常在噪音中感到口語接收困難，對於相似語音有分辨的困擾、聽覺注意力不佳、容易感到聽覺負荷重，造成口語接收與聽覺記憶的困難，影響當事人在生活中的學習、溝通以及人際關係等 (Chermak & Musiek, 1997; Masters, Nancy, Stecker, & Katz, 1998)。至於有多少人可能有聽覺中樞處理功能問題？Chermak 與 Musiek (1997) 綜合相關研究指出美國約有 10 到 20% 的老年人有聽覺中樞處理功能的問題，兒童出現率則為 2 到 3%。許多聽覺中樞處理功能不佳的兒童會罹患中耳炎，常伴隨學習、語言、注意力缺陷及至閱讀問題，而這些兒童往往在聽覺中樞處理功能測驗表現不佳。由於聽覺是學習的重要管道，對處於學習重要關鍵期的學齡兒童，有必要發展出評估聽覺中樞處理功能之測驗，以瞭解聽覺中樞處理功能的優劣勢，診斷後即刻提供適當的經營方案與補救教學 (陳小娟, 1998; Bellis, 1996)。

聽覺中樞處理功能評估包括客觀與主觀兩種方式，依據 ASHA (2005) 的建議，客觀式聽覺測驗包括兩種：其一，為聲電測量 (electroacoustic measure)，即紀錄外耳道之各項反應，如耳聲傳射 (otoacoustic emission)、聽小骨肌反射測驗 (acoustic reflex)；其二，為電生理測量 (electrophysiologic measure)，也就是紀錄中樞神經系統對音響訊息的神經活動反應，如誘發性聽覺腦幹檢查 (auditory brainstem response)、中潛值測驗 (middle latency response)、晚潛值測驗 (late latency response)、穩定狀態聽性誘發反應檢查 (auditory steady-state evoked response) 及核磁共振造影 (Magnetic Resonance Imaging) 等。客觀式聽力檢查雖然可以幫助我們瞭解聽覺神經傳導路徑及形態是否異常，然而卻無法提供各項聽覺中樞處理功能優劣之訊息，ASHA (2005) 建議將這些測驗運用在嬰幼兒等特殊群體個案上，或者搭配行為式聽覺中樞處理功能測驗做解釋。至於主觀式評量則以行為式聽覺中樞處理功能測驗為主，相較於客觀式聽覺測驗，行為式測驗診斷結果的確能提供各項聽覺中樞處理功能之優勢與弱勢之訊息 (Bellis)，主觀測驗面向可以很廣，國內外多數測驗的編製都不出美國聽語學會所定義的範疇。

2005 年美國聽語學會之聽覺中樞處理異常定義中所指的聽覺中樞處理功能包括聽覺分辨 (auditory discrimination)、聽覺時序處理 (auditory temporal aspects of audition)、聽覺型態辨識 (auditory pattern recognition)、在競訊中的聽覺表現 (auditory performance in competing acoustic signals)、聲源定位與辨位 (sound localization and lateralization)、在衰退性音響訊息下的聽覺表現 (auditory performance with degraded acoustic signals) 等六項。以下說明這六項功能之理論背景與應用情形，以及本研究自編測驗的依據。

(一) 聽覺分辨

聽覺分辨指分辨頻率、音強及時長等聲學屬性的能力，例如頻率、音強及時長最小差異分辨 (difference limens for frequency, intensity, and duration) 及音素分辨 (phoneme discrimination)，Tallal (1990) 指出一些特定語言損傷者 (specific language impairment) 對於短時間迅速改變的聲音差異在分辨時經常感到困難。而 Bailely 及 Snowling (2002) 認為頻率分辨能力是學習語音之重要技能，例如 /pa/ 及 /ga/ 兩個單音節，其最大的聲學差異在第二共振峰轉換之起始處 (onset formant transition)，若兒童的頻率分辨能力不佳，會影響其音韻表徵，進而影響後續讀寫能力。本研究發展六項測驗之一的頻率分辨測驗就是採 Moore、Glasberg 及 Shailer (1984) 評量個體分辨聲音高低頻率有無差異的能力之概念，有助於找出聽覺皮質損傷患者及聽覺接收有問題之閱讀障礙者其困難所在 (McArthur & Bishop, 2004)。

(二) 聽覺時序處理

個體對說話音響訊息的時間線索掌握是聽取語音的關鍵能力之一 (McCroskey & Keith, 1996), Tallal、Miller、Bedi 及 Byma (1996) 指出一些聽覺語音處理失用者 (speech processing dysfunction) 常對輸入訊息的間隔察覺感到困難, 而影響正常語言及說話的發展 (Phillips, 1995)。本研究發展的六個測驗之二的間隔察覺測驗係採用 Keith (2000) 的主張, 亦即認為一連串音響訊息可區分為數個小單位的處理能力, 單位與單位間的間隔察覺可視為一項重要解碼線索, 對於處理速率較快的聽覺訊息有困難之兒童具有診斷的效果。

(三) 聽覺型態辨識

聽覺型態辨識是指評估個體在時間向度上處理音響事件之能力, 特別是與超語段 (suprasegment) 有關的線索 (ASHA, 2005)。一些研究指出超語段辨識困難之大腦皮質病變者對聽覺型態辨識作業得分偏低。該項評估能夠有效診斷左右半球聽覺皮質對超語段之辨識困難 (Dyven & Hirsh, 1974; Elfenbein, Small, & Davis, 1993; Musiek, Pinheiro, & Wilson, 1980)。本研究發展的六項測驗中的第三與第四個測驗即是採相似於 Musiek (1994) 編製的測驗原則發展電腦化音高與時長型態辨識測驗, 上述兩項測驗優點在於較不受感音性聽力損失而影響作答, 在聽力損失之個案也有運用的可能性。

(四) 在競訊中的聽覺表現

Efron (1990) 認為人類的兩耳, 在戴上耳機後, 若分別在兩耳輸入不同訊息, 一旦訊息進入中樞聽覺系統, 就不再是左右半腦各自處理左右兩耳所輸入的訊息, 而是以整合方式被處理, 雙耳異訊作業正是評估聽覺中樞處理功能最佳的方式。一般雙耳異訊測驗所採用的材料可包括純音 (Efron, 1963)、數字 (Kimura, 1963)、字詞與句子 (Willeford & Burleigh, 1985) 等。就臨床診斷價值來看, 雙耳異訊評估可診斷左右半腦對兩耳競爭的訊號的處理以及半球間訊息的傳遞功能, 從而確認病灶所在。例如, 兩耳得分有差異, 但左耳不致於得零分的個案, 其胼胝體仍具有功能, Musiek、Gollegly、Kibbe 及 Verkest-Lenz (1991) 發現雙耳異訊測驗對偵測聽覺中樞系統有很好的敏感度, 他們以 33 位多發性硬化症的病人為研究對象, 發現左耳正確辨識率比右耳差 (Musiek, Gollegly, Kibbe, & Reeves, 1989)。但是對胼胝體病變的患者, 其左耳得分則會接近零分, 右耳在胼胝體切除術後得分接近滿分 (Musiek et al., 1980)。至於在頭顱內受損患者, 結果顯示這項測驗對偵測皮質病變患者有很高的敏感度 (Musiek, 1983)。本研究發展的六項測驗之五的雙耳異訊音高測驗即是採與 Efron 之相似原則, 以純音為刺激音, 評量受試者在非語音之競訊下的聽覺表現。

(五) 聲源定位與辨位

聲源定位係指個體在空間中辨識聲音來向之能力, 而辨位則是指操弄耳機輸入兩耳不同的音響參數, 個體辨識聲音在頭部相對位置的能力。本研究發展的測驗之六即是辨位測驗, 採用的作業方式是以兩個頻率相同但音強不同的刺激音分別呈現在受試者的兩耳, 受試者會認為聲音來自音量大的一耳, 而當左右兩耳音量相同時受試者會覺得聲音在頭部的中央, 該項作業經常在臨床上用來評估聽覺辨位能力 (Groen, 1969; Hausler & Levine, 1980; Matathias, Sohmer, & Biton, 1985)。

(六) 在衰退性音響訊息下的聽覺表現

聽覺中樞處理系統在評量時的重點除了聽覺系統的多重處理功能, 也要瞭解衰退性音響訊息被處理的能力。語音低冗贅 (low-redundency speech) 測驗即是嘗試以干方式去掉語音重要辨識線索 (如: 時間縮短、頻率減少、增加背景噪音干擾、扭曲語音等), 然後瞭解個體辨識衰退語音訊息的能力。這類性質的測驗, 多半是用單耳方式施測, 不同型式的低冗贅測驗評估的聽覺中樞功

能亦不同，需視診斷的需要採用適切的評估方式（Bellis, 1996），鑑於國內外地區已發展了不少相關測驗（李昭幸，1999；陳小娟，1993；陳小娟，1998；蔡志浩、陳小娟，2002），且本研究以非語音做為編製原則，因此測驗內容未納項此項功能的評估。

一、研究目的

國外聽覺中樞處理功能診斷測驗的發展雖已逾半世紀，但在評估聽覺中樞處理功能時仍有諸多因素需要考量，以下略舉數項：(1)就測驗的編製而言，包括需要考量語音均衡(phonetic balance)（Kalikow, Steven, & Elliott, 1977）、音素平衡(phonemic balance)（Broothroyd, 1968; Hirsh et al., 1952）等語音要素、語料採用字詞或是句子(Fry, 1961; Hayes & Gerald, 1985)、字詞的熟悉度(Howes, 1957; Pollack, Rubenstein, & Decker, 1959)、測驗是否具有一定的信效度(Cacace & McFarland, 1998; Elliott, 1995)、選取的測驗組合能否評估各種不同的聽覺中樞處理功能(McFarland & Cacace, 1995; Noffsinger, 1993; Singer, Hurley, & Preece, 1998)等。(2)就受試者而言，包括是否有具備足夠的口語能力作答(Jerger & Musiek, 2000; Masters et al., 1998)、測驗題目內容有無涵蓋過多的語言與認知處理負荷因素(Bilger, Nutzel, Rabinowitz, & Rzeczkowski, 1984)、兒童本身認知及語言能力(Elliott, 1979)、在聽力損失者的可行性(Chermak & Musiek, 2002)、少數族群及文化不利個案的公平性(Marrigae, King, Briggs, & Lutman, 2001)、施測時間全長(Silman, Sliverman, & Emmer, 2000)、併存其它障礙者作答之適用性(Chermak & Musiek)等。(3)就施測過程而言，不同編製者對發展測驗的考量不同，類似的測驗在控制訊號呈現的時長與音量之參數不一、指導語不同，造成相似的測驗卻評量出不一致的結果，形成解釋上的困難(Bellis, 1996)。

相較於國外多年來在評估工具與經營方面均有不少實徵研究支持，國內聽覺中樞處理功能的研究進行了十多年，截至目前已發展出一些華語版的聽覺中樞處理功能測驗（李昭幸，1999；陳小娟，1993；蔡志浩、陳小娟，2002）。一份診斷測驗必須以聽覺正常者之表現為基礎，本研究根據2005年ASHA所界定的聽覺中樞處理功能，發展非語音取向之聽覺中樞處理功能診斷測驗，這在國內外都是一項突破，國外依據ASHA界定的聽覺中樞處理功能，發展了相當多測驗，但是極大多數都是語音導向，非英文系國家無法使用，語言能力不及者也無法使用。本研究發展的六項測驗都是非語音性質，不需要考量語料的均衡性、受試者作答有無牽涉過多語言認知歷程，及受試者認知、年齡、語言、種族背景限制而無法施測或影響測驗的結果。展望未來，用來施測於幼兒與特殊需求學生有其價值，並且測驗結果也能夠就聽覺中樞處理困難者後續之經營與復健，提供適切建議。

方 法

一、測驗架構與發展原則

本研究所發展的六項測驗分別取自ASHA（2005）於其技術報告中述及聽覺中樞處理功能，在聽覺分辨功能中發展頻率分辨測驗、在聽覺時序處理功能中發展間隔察覺測驗、在聽覺型態功能中發展音高及時長型態辨識兩測驗、在競訊中的聽覺表現功能發展雙耳異訊音高測驗、從聲源

定位與辨位功能中發展聽覺辨位測驗等，上述六項測驗均以非語音及最簡約之原則而編製，以下分別說明之。

所謂非語音的評估，係指控制測試材料為純音，施測者在預先錄製的材料中操弄純音訊號在頻率、音量及時長等參數。雖然可做為非語音測驗之訊號選擇很多，但是國外研究指出，相較於其它非純音訊號，純音無論是在製作及播放都有明確可依循的標準，在臨床之診斷敏感度亦較高 (Keith, 2000)。本研究透過 CSL (Computerized Speech Lab, 簡稱 CSL) 製作數位式純音訊號。另外為了使上述六項測驗在施測時有一致之標準，透過文獻探討 (Cranford, Stream, Rye, & Slade, 1982; Hartmann & Loty, 1996; Mannell, 1994; Moore, 1997; McArthur & Bishop, 2004; McGiven, Berka, Languis, & Chapman, 1991) 之結論，一律以 320msec 及其相關倍數的時長做為刺激音時長，聽力檢查播放的音量一律採用 65 dB HL，以符合評量聽覺中樞處理功能的假定 (Zwicker & Fastl, 1972)，並達到統一測驗實施條件與結果解釋的目的。另外，多數國外發展之聽覺中樞處理測驗之頻率多選擇在 1k Hz 附近，本測驗則兼採 1k 與 4k Hz 為中心頻率，主要目的在於呼應國外之研究設計，並探討相隔兩個音程 (octaves) 的中心頻率，受試者的各項表現如何。

至於最簡約原則包括兩部分：第一部分是針對受試者，簡約指的是作答方式簡單，本研究之六項測驗在作答時，受試者僅需判斷聽到聲音高低一樣或不一樣、聽到的是一個或是兩個聲音、哼出聽到聲音的高低或長短、指出聲音移動的方向等，減少受試者因測驗使用的語言及認知成分過於複雜而造成在該項聽覺中樞處理功能作答的困難。第二部分則是對施測者，由於過去聽覺中樞測驗有諸多困難，包括：(1) 施測時間漫長；(2) 操作程序複雜；(3) 播放訊號儀器經常因轉換不同的測驗而需不斷地改變設定；(4) 需長時間全神貫注受試者的反應以避免紀錄失誤；(5) 题目的播放需配合受試者反應時間，施測者需以手動調整控制播放/暫停鍵；(6) 紙筆紀錄答案及徒手統計分數產生誤差等，上述因素讓實務工作者在臨床運用聽覺中樞處理測驗進行評估時望之卻步。本研究的簡約原則指的是施測與計分簡便，以電腦呈現題目與計分，當施測者確認受試者瞭解測驗的作答方式後，即可在電腦上輸入受試者的基本資料與選定題組，透過電腦施測。當受試者點選答案後，電腦會自動紀錄受試者所選擇的答案、判斷答案正確與否，並統計總分，另外可同時透過電腦紀錄受試者各題反應時間，具有多種簡便之優點。

二、聽覺中樞處理功能測驗的設計與編製

(一) 頻率分辨測驗

本研究參酌 Mannell (1994) 對頻率分辨的表示方式，所謂頻率分辨係指聽力正常者能夠分辨出兩個時長為 320 msec 而頻率數值不同之純音的最小差異值，中心頻率係指兩個高低不同頻率數值的平均值，以 f_c 表示，另外每次呈現的訊息均包含高低兩個不同的頻率，頻率數值較高的純音以 f_H 表示，至於頻率數值較低的純音則以 f_L 表示。兩個頻率數值相減所得的差異數值則以 Δf 表示，至於不同中心頻率，其頻率差異與所屬中心頻率之關係，則取各個中心頻率為分母，頻率差異為分子，以 $\Delta f/f_c$ 表示 (Durrant & Lovrinic, 1995; Mannell, 1994; Moore, 1997; Steven, 1974; Zemlin, 1998)。

本研究分別以 1k 及 4k Hz 為中心頻率，將 $\Delta f/f_c$ 界定為 .000 到 .010，以每 0.002 到 0.10 不等的差距做為題目間的頻率差異，編製 24 題，這些題目之 $\Delta f/f_c$ 包括 .000、.002、.004、.006、.008、.010、.012、.014、.016、.018、.020、.022、.024、.026、.028、.030、.032、.034、.036、.038、.040、.060、.080、.010 等。

(二) 間隔察覺測驗

本研究參酌國外相關測驗 (Keith, 2000; McCroskey & Keith, 1996; Mannell, 1994) 分別製作刺激音時長為 16 msec 之 1k 與 4k Hz 純音, 並將這些純音存於檔案中, 之後透過 CSL 編修題目, 每次出現兩個純音, 中間有 0 至 40 msec 不等的間距。受試者僅需判斷聽到的聲音是一個或兩個即可。本研究中, 兩個純音中的間距包括 0、1、2、4、6、8、10、15、20、25、30、40msec, 換言之, 共有 12 題正式測驗的題目。

(三) 音高型態辨識測驗

國外主要研究 (Musiek, 1994; Musiek, Baran, & Pinheiro, 1990) 大致以純音為音高型態辨識測驗的材料, 其中兒童頻率設定為 1430 Hz 及 880 Hz, 而成人頻率設定為 1122 Hz 及 880 Hz。研究者參酌先前相關研究 (Musiek, 1990; Musiek et al., 1990; Pinheiro & Ptacek, 1971), 以 $\Delta f/f_c = 0.5$ 為高低頻率選擇的依據, 因此 1k Hz 及 4k Hz 中心頻率產生的兩組題目分別是「1250 與 750 Hz」, 以及「5000 及 3000 Hz」。另外亦參考國外相關研究 (Marshall, Snowling, & Bailey, 2001; Musiek) 的組合, 每一組聲音包括 2 個相同頻率的純音及另 1 個不同頻率的純音, 依頻率高低區分為高低高、低高低、高高低、低低高、高低低與低高等六種組合。

至於每個純音呈現的時間長度, 國外建議至少 500 msec (Marshall et al., 2001; Musiek, 1990; Musiek et al., 1990), 然而為了與本研究編製之其它聽覺中樞處理功能測驗之時長控制一致, 以 640 msec 為呈現的時長, 小朋友僅需哼出聲音的高低型態即可, 本測驗共 18 題, 包括高低高、低高低、高高低、低低高、高低低、低高等六種組合重覆三次。

(四) 時長型態辨識測驗

國外時長型態辨識測驗採用的頻率均在 1k Hz 左右 (Grose, Hall III, & Buss, 2004; Musiek, et al., 1980), 本研究則包括 1k 與 4k Hz。在長短音的時長安排上, Grose 等人 (2004) 指出長音與短音兩者時間至少要差 104 msec 方能被分辨其時間長短的不同, Musiek 等人 (1980) 採用的長短音時長組合分別為 500 msec 及 250 msec, 為了與本研究編製之其它測驗在純音時長控制一致, 以 640 msec 及 320 msec 為長短音的組合, 每一組聲音包括 2 個相同長度純音及 1 個不同長度的純音, 長短組合包括長短長、短長短、長長短、短短長、長短短、短長長等六種。小朋友僅需判斷聽到的聲音的時長型態, 即可選擇作答, 六種組合各重覆 3 次共計 18 題。

(五) 雙耳異訊音高測驗

這個測驗的方式是左、右耳依次聽到一個純音, 受試者要回答聽到的聲音。在以 Efron 為首的一系列雙耳異訊音高研究中, 不論其採用的中心頻率為 1500 Hz 或 1700 Hz, 均顯示當 $\Delta f/f_c$ 為 .01 及 .04 時, 是最有信度的頻率差異值 (Diveny, Efron, & Yund, 1977; Efron & Yund, 1976)。本研究以 1k 及 4k Hz 為中心頻率, 分別編製 $\Delta f/f_c$ 約為 .01 及 .04 之題目, 所有純音時長皆為 320 msec, 兩純音間隔時長為 500 msec, 這些都與 Efron 原始設計一致 (Efron, 1990)。至於音量則考量到兩耳音強差若超過 40 dB, 恐有聽覺跨傳之虞, 因此將 Efron 所採用的兩耳音強差 50 dB, 調整為 35 dB, 以避免跨傳對答題正確率造成的影響。而各題音強的安排主要是依據左右兩側音強差異值, 以相鄰兩題相差 5 dB 的方式, 由 +35 依次遞減為 -35 dB, 共編製 15 題, 受試者僅需判斷兩耳聽到的純音高低組合。

(六) 聽覺辨位測驗

本研究所編製的聽覺辨位測驗是以 1k 與 4kHz 的純音為刺激音, 其時間長度為 3200 msec, 這個 3200 msec 之訊號被平分為兩段不同的音強, 受試者接收到的訊息, 一開始是雙耳同時接收左右

兩側音強不同之訊息，接下來雙耳再次同時接收到左右兩側音強數值與前段相反的訊息。舉例來說，若開始 1600 msec 接收的音強差，左耳比右耳大 10 dB，接下來接收到的會是左耳比右耳小 10 dB。這樣的設計和先前研究（Groen, 1969; Hausler & Levine, 1980; Matathias et al., 1985）相較，優點在於受試不僅只依據兩耳音量差距來辨識某個固定位置，亦可模擬生活環境中的聲音在空間中移動的特質，更能偵測出聽覺辨位之效率。依據上述原則，本研究以 2dB 為步距，編製兩耳音強差介於+10 到-10 dB，共計 21 個題目，小朋友僅需判斷所聽到的聲音是由左到右、由右到左或是中間即可。

表 1 呈現的是本研究發展的六項測驗所測量的聽覺中樞處理功能、題型與題數之摘要。

表 1 聽覺中樞處理功能測驗各分測驗內容與題型摘要表

測驗名稱	聽覺中樞處理功能	題型	題數
頻率分辨測驗	聽覺分辨	選擇題	左耳 1k Hz 及 4k Hz 各 24 題
			右耳 1k Hz 及 4k Hz 各 24 題
			兩耳 1k Hz 及 4k Hz 各 24 題
間隔察覺測驗	聽覺時序處理	選擇題	左耳 1k Hz 及 4k Hz 各 12 題
			右耳 1k Hz 及 4k Hz 各 12 題
			兩耳 1k Hz 及 4k Hz 各 12 題
音高型態辨識測驗	聽覺型態辨識	選擇題	左耳 1k Hz 及 4k Hz 各 18 題
			右耳 1k Hz 及 4k Hz 各 18 題
			兩耳 1k Hz 及 4k Hz 各 18 題
時長型態辨識測驗	聽覺型態辨識	選擇題	左耳 1k Hz 及 4k Hz 各 18 題
			右耳 1k Hz 及 4k Hz 各 18 題
			兩耳 1k Hz 及 4k Hz 各 18 題
雙耳異訊音高測驗	在競訊中的聽覺表現	選擇題	1k Hz $\Delta f/f_c = .01$ 及 $.04$ 各 15 題
			4k Hz $\Delta f/f_c = .01$ 及 $.04$ 各 15 題
聽覺辨位測驗	聲源定位與辨位	選擇題	1k Hz 21 題
			4k Hz 21 題

三、電腦化編製說明

將六項測驗所有聲音檔分類，組合成六個題庫，再以 Visual-Basic 程式，依據題目呈現次序、組數、頻率、耳朵呈現、作答畫面及獎勵回饋動畫等各項測驗設計的考量，商請軟體工程師協助撰寫程式，上述程式並且以資料庫連結協定（Open Database Connectivity，簡稱 ODBC）與 FoxPro 之資料庫程式連結，可直接透過驅動程式，執行各項測驗，之後將受試者各項資料匯入資料庫中，

受試者可在作完題目後立即看到測驗結果（參考附錄一），並把結果匯出 EXCEL 檔案，以提供進一步統計之所需。

四、施測地點與設備

將測驗題目存於編輯軟體檔案中，透過 P4 3.0 型之電腦主機之播音系統連接聲音擴大器，再與聽力檢查計連接，施測地點為國立高雄師範大學聽力學與語言治療研究所之聽力檢查室 (RS-252 Custom Audiometric Examination Suite with EMI Shielding Package)，六項測驗均以 65 dB HL 做為施測音量。

五、研究對象

研究對象均為國小三年級聽覺正常兒童，包括預試 30 名、正式測驗 100 名、重測信度及效標效度 31 名等三部分。所謂聽覺正常，係指受試者在純音測驗之 250、500、1k、2k、3k、4k、6k、8k Hz 等頻率之純音聽閾均為 20 dB HL（含）以下，且在 3k、4k 與 6k Hz 沒有凹谷（所謂凹谷，是指上述 3 個頻率聽閾比左右相鄰 1/2 音程頻率之聽閾大，而且相差至少 10 分貝），並符合 1k 與 4k Hz 之左右兩耳聽閾差不超過 5 dB。另外中耳鼓室圖為正常之 A 型圖型者，聽小骨肌反射閾測驗之 500 Hz 與 1k Hz 有對側聽小骨肌反射現象，符合上述篩選標準者，即為本研究之研究對象。

六、研究工具

（一）右利手評量表

本研究依據 Oldfield（1971）之建議，評估受試者日常生活中的 9 項慣用手，受試者至少需 7 項符合即介定為右利手者，評量表內部一致性係數為 .89。

（二）聽知覺檢核表

本研究對兒童之聽覺表現評估係採用陳小娟（1998）所發展之聽知覺檢核表的所有題目，檢核表內部一致性係數為 .70。以因素分析可抽取出聽覺注意力與溝通情境之聽覺表現等兩組因素。

（三）中耳功能檢查儀測驗與純音聽力測驗

以 GSI Grason-Stadler Middle Ear Analysis 進行中耳鼓室圖及對側聽小骨肌反射閾測驗進行檢測。純音聽力檢查係以 Madsen ORBITER 922 之聽力檢查儀，以 TDH-39 耳機為輸出體，施測前由 Madsen 廠商校正，以符合美國國家標準局之標準（American National Standards Institute, 1996）。

（四）效標效度工具

本研究向美國 AUDiTEC 公司購得之三項原版測驗光碟做為效標效度之研究工具，國外版間隔察覺測驗時（Ramdon Gap Detection Test，簡稱 RDGT）係由 Keith（2000）所編製；國外版音高型態測驗（Pitch Pattern Test，簡稱 PPT）係由 Musiek 等人（1990）所編製，其高音頻率為 1430 Hz，低音頻率為 880 Hz；國外版時長型態測驗（Duration Pattern Test，簡稱 DPT）係由 Musiek 等人（1990）所編製，上述三項測驗以 CD 播放器連接聽力檢查計播放，受試者透過聽力檢室內之耳機接收訊

號後以口頭方式回答。選用上述三項測驗的理由為美國聽語學會近年倡導臨床採用之評估測驗必須依據證據本位 (Evidence-Based Practice) 為原則，2005 年 ASHA 在 CAPD 評估指南中曾建議在時序處理功能中的間隔察覺能力可採 RGDT 做為評估工具，而在聽覺型態中的音高型態辨識與時長型態辨識則可採 PPT 及 DPT 為評估工具，這三項測驗均列為近十年美國臨床聽力師評估聽覺中樞功能之十大測驗，且具有不錯的信效度。此外就測驗的材料性質的相似度來看，國外三項測驗與本國測驗均採純音為刺激音。就呈現的方式來看，RGDT 與間隔察覺則均為二選一型式，PPT 與音高型態測驗均屬六選一型式，DPT 與時長型態測驗亦均屬六選一之型項。至於設計的不同處在於純音的頻率數值、呈現的時長及作答方式（電腦與口頭作答之不同），本研究發展之電腦化測驗即透過這三項國外行之有年的測驗做為效標效度之參照工具。

七、實施程序

施測者首先請國小三年級導師推薦聽覺功能正常兒童名單，再徵詢家長及小朋友的同意後，請家長帶小朋友至聽力檢查室進行測驗。施測者先請家長填寫聽知覺檢核表，確定小朋友日常生活各項聽覺表現正常後，之後進行中耳功能與純音聽力檢查，兩項檢查結果符合聽力正常標準，最後再進行六項聽覺中樞處理功能測驗，每項聽覺中樞處理功能結束，受試者均有五到十分鐘的休息時間，所有測驗完成約需一個半到兩個小時。施測者為本研究第一作者，研究所曾修習聽力實習課程，在北、中、南之幾個教學型醫院進行各項聽力實習總計逾 375 小時，熟悉一般聽力檢查設備與程序，施測前並請聽力學教授及臨床聽力師共兩名專家審核整個施測流程，經修正無誤後，再開始進行施測。

八、資料處理與分析

本研究資料處理主要使用 SPSS11.0 版、AMOS 5.0 等統計套裝軟體進行各項資料分析。

結果與討論

表 2 呈現的是 100 名兒童在六項測驗得分情形，本研究以各測驗總題數為分母，答對題數為分子，統計受試者在六項測驗之平均答對百分比及標準差，其結果如表所示，整理。以單因子重複量數變異數分析結果顯示 F 值為 133.214，達 .01 之顯著水準，顯示六種測驗之答對百分比之平均分數有顯著差異。事後考驗之結果呈現為音高型態 > 間隔察覺 > 聽覺辨位 > 雙耳異訊音高 > 時長型態 > 頻率分辨。

表 2 本研究 100 名受試者在六項測驗之答題正確得分情形

	頻率分辨	間隔察覺	音高型態	時長型態	雙耳異訊音高	聽覺辨位	<i>F</i>
答對百分比 (%)	60.42	85.76	97.13	68.63	72.75	81.24	134.214**
百分比後標準差	11.53	14.33	5.50	15.93	11.81	11.18	

一、測驗的信度分析

本研究分別從內部一致性、重測信度，以及受試者在題目呈現的先後次序的表現等三部分探討測驗之信度。

(一) 內部一致性

以 100 名國小三年級學童進行正式測驗，並進行內部一致性分析，各測驗 1k 與 4k Hz 之 α 係數均在 .72 以上，而整體 α 係數都在 .83 以上。就六個測驗內在比較來看，總分內部一致性未達 .90 的有兩個測驗（即雙耳異訊音高及聽覺辨位測驗），這可能是因為該兩項測驗之題目均保留兩耳絕對音量最大值及最小之六個題目，保留目的是為了未來可比較疑似 CAPD 學童與正常聽覺學童之表現，而受試者在這六個題目之得分與整體測驗得分之一致程度不高，以致在未刪除情況下使得整體內部一致性也不高。至於與國外相近測驗比較則有以上發現，Tsai 與 Chen (2005) 曾以本國人為受試，該研究以國人為對象在 RGDT (Keith 2000) (相當於本研究之間隔測驗)、PPT (Muisek, 1990) (相當於本研究之音高型態測驗) 及 DPT (Muisek et al., 1990) (相當於本研究之時長型態測驗) 所測得之內部一致性係數分別為 .79、.94、.76，本研究僅音高型態測驗內部一致性略低於國外版測驗，間隔察覺與時長型態兩項測驗之內部性均高於國外相近測驗。

表 3 聽覺中樞處理功能測驗之內部一致性摘要表

項目 測驗	頻率分辨	間隔察覺	音高型態	時長型態	雙耳異訊音高	聽覺辨位
1k Hz	.86	.89	.88	.87	.74	.75
4k Hz	.86	.88	.86	.87	.76	.72
總分	.92	.94	.92	.93	.83	.83

(二) 重測信度

自 100 名正式樣本中徵求有意願參與重測信度者，共計 31 位兒童在相隔 10 週後重測；重測過程中，頻率分辨、間隔察覺、音高型態辨識、時長型態辨識等四項測驗，均僅以雙耳題目進行重測，雙耳異訊測驗中僅選取 1k 與 4k Hz 之 $\Delta f/f_0$ 為 .04 題目重測，至於聽覺辨位測驗則是所有題目都重測。

表 4 為 31 兒童在前測及後測兩次得分之重測相關係數，各測驗之相關程度陳聽覺辨位之 1k Hz 之水準達 .05 外，其餘之顯著水準均達 .01。就總分之相關數值來看，相關程度分級，可分為五級，

r 值在 .80 以上指相關很高, r 值在 .60 至 .80 屬相關高, r 值在 .40 至 .60 屬相關中等, r 值在 .20 以上至 .40 屬相關低, 低於 .20 者屬相關很低 (吳明隆、涂金堂, 2007), 時長型態、音高型態及間隔察覺測驗之相關係數達 .80 以上, 屬於一致性較高的測驗。重測係數最低的雙耳異訊音高及聽覺辨位測驗之重測係數分別為 .59 及 .65, 屬於中等程度相關之測驗。從受試者在前後兩次測試之能力的穩定性來看, 可能的原因為是否涉及聽覺路徑之互動, 前兩項兩耳在同一時間接受不同訊息, 兩耳聽覺徑路需互動方能處理, 而另三項測驗則不需透過兩耳互動處理歷程 (Levine et al., 1993; Efron, 1990)。另外聽覺分辨測驗 (.61) 各題目之高低音的頻率差異極為細微, 在施測時主試者會告訴受試者只要覺得高低有一點點不同, 就選不同的答案, 因此作答者在仔細判斷兩個頻率之純音的音低後, 仍可能因題目中頻率差距過小而在前後兩次表現之穩定度不一致 (Moore, 1997)。

表 4 聽覺中樞處理功能測驗重測信度摘要表

	頻率分辨	間隔察覺	音高型態	時長型態	雙耳異訊音高	聽覺辨位
1k Hz	.54**	.62**	.87**	.74**	.74**	.41*
4k Hz	.61**	.86**	.78**	.74**	.53**	.58**
總分	.59**	.82**	.82**	.88**	.65**	.61**

註: ** $p < .01$, * $p < .05$

(三) 不同呈現方式之結果分析

本研究在實施過程中, 以對抗平衡設計型式, 分別依據刺激耳朵、頻率高低及題目順序, 設計成不同題組, 將受試者分派於不同組, 探討受試者在不同呈現方式之表現。

1. 刺激耳朵之安排

頻率分辨、間隔察覺、音高型態辨識與時長型態辨識等四項測驗呈現之安排係採「左耳→右耳→兩耳」、「左耳→兩耳→右耳」、「右耳→左耳→兩耳」、「右耳→兩耳→左耳」、「兩耳→左耳→右耳」、「兩耳→右耳→左耳」等六種方式。本研究以單因子多變項變異數分析, 探討 100 名兒童在四項測驗之六種呈現方式的表現, 結果顯示頻率分辨、間隔察覺、音高型態辨識、時長型態辨識等四項測驗之 Λ 值分別為 .951、.724、.735、.763, 而 η^2 分別為 .059、.063、.060、.053, 四項測驗在六種不同呈現方式的測驗結果均未達 .01 顯著水準, 說明該四項測驗在實施時不會受到耳朵呈現先後次序而影響受試者的得分。

2. 頻率呈現之次序

100 名受試者在六項測驗之呈現安排, 係採「1k Hz→4k Hz」、「4k Hz→1k Hz」兩種呈現方式。六項測驗分別以單因子多變項變異數分析進行統計, 以瞭解受試者的得分是否受頻率呈現次序的不同而有差異, 其結果顯示頻率分辨、間隔察覺、音高型態辨識、時長型態辨識、雙耳異訊音高及聽覺辨位測驗之 Λ 值分別為 .938、.947、.952、.918、.977、.987, 而 η^2 分別為 .062、.053、.048、.082、.023、.013, 六項測驗在兩種呈現方式之得分均未達 .01 之顯著水準, 顯示本研究所發展六項測驗在實施時不受到頻率呈現先後次序而影響受試者的得分。

3. 不同題組之分析

依據各測驗的題數, 設計相同數目之題組, 之後再將 100 位受試者分別以對抗平衡方式, 安排進入各組, 目的在使每一個題目, 有同等機會呈現在每一個題號, 以探討各題的表現是否會因為題序的不同而表現不同, 透過單因子多數項變異數分析探討受試者在頻率分辨、間隔察覺、音

高型態辨識、時長型態辨識、雙耳異訊音高及聽覺辨位測驗等六測驗之結果，其 Δ 值分別為 .211、.502、.311、.298、.668、.559，至於 η^2 分別為 .234、.109、.177、.183、.096、.252，六項測驗在不同題組之得分均未達 .01 之顯著水準，說明了受試者在各測驗表現，不受到題目呈現之先後次序而有不同結果。

語音材料之聽覺中樞處理功能測驗常因具有多重線索而產生學習效應，進而影響測驗結果 (Kalikow et al., 1977)，本研究所發展的純音測試材料，顯然因外在冗贅線索較少而不易有次序與學習效應的產生，較具有測驗的信度 (Bellis, 1996; Chermak & Musiek, 1997)。

二、測驗的效度分析

本研究分別從內容效度、效標效度及構念效度等三項進行分析，探討有關效度之各項證據。

(一) 專家效度

本研究敦請一位聽力學教授與一位臨床聽力師依據題目的選擇與分布是否有代表性與周延性進行審查，實際在聽力檢查室聽取及作答後，依據提供意見進行多次修正。

(二) 效標效度

在效標效度部分，由於目前國外發展之相對應的測驗僅為 RGDT、PPT 及 DPT 測驗，分別與本研究之間隔察覺測驗可互相比較的是 Keith (2000) 所發展 RGDT 測驗，與音高型態測驗可互相比較的是國外版之 PPT 測驗 (Musiek, 1994)，而與時長型態辨識測驗可互相比較的是國外版之 DPT 測驗 (Musiek)。

31 名學童在接受測驗時均採對抗平衡之原則，即受試者在 1k 與 4k Hz 兩個頻率之控制聽取次序，並且也在效標測驗與自編測驗兩項測驗實施之先後次序也做了控制。表 5 呈現的是 31 名兒童在同時效度各測驗之相關係數摘要表，該表顯示本研究的三項測驗各自與對應的測驗其同時效度具有 .44 至 .98 不等的相關，相關係數屬中等的是間隔察覺測驗及時長測驗 (.44 至 .73)，而相關係數較高的相關則是音高型態測驗 (.95 以上)，分析個中原因如下：首先看到相關較高的音高型態測驗，題數與國外相同，使用刺激音頻率與國外相近，本研究採用的頻率為 1250 與 750 Hz ($\Delta f/f_c = 0.5$)，Musiek 等 (1990) 採用的頻率為 1430 與 880 Hz ($\Delta f/f_c = 0.55$)，8 歲左右的孩童表現都很接近滿分，顯示這個年齡的孩童其中樞聽覺對於處理音高型態有相當不錯的能力，本研究編製的測驗頻率雖略與國外有差異，但測驗的屬性仍然十分相近。其次看相關程度屬中等的間隔測驗，本研究間隔察覺測驗與 RGDT 屬中度相關，這是因為兩項測驗之刺激音長度相差 1 msec、相關兩個純音之時長間隔設計不等 (國外版係每 2 到 10msec 為間距，本研究則以 1 到 5msec 為間距)，題數不等 (RGDT 有 9 題，本研究為 12 題)，形成不同的表現，做為同時效度其效度較弱。至於 DPT 採用的長音與短音時長與本研究分別相差 70msec，在題數上 DPT 為 30 題，本研究為 18 題，刺激音與題數差異或許是造成 DPT 與本研究之時長型態相關較低之故。

表 5 聽覺中樞處理功能測驗之效標效度摘要表

測驗	同時效度測驗名稱	本研究發展之測驗	<i>r</i>
間隔察覺	RGDT 1k Hz	間隔察覺 1k Hz 兩耳	.44**
	RGDT 4k Hz	間隔察覺 4k Hz 兩耳	.55**
音高型態	PPT 左耳	音高型態 1k Hz 左耳	.95**
	PPT 右耳	音高型態 1k Hz 右耳	.98**
時長型態	DPT 左耳	時長型態 1k Hz 左耳	.56**
	DPT 右耳	時長型態 1k Hz 右耳	.73**

註：** $p < .01$ ，* $p < .05$

(三) 構念效度

1. 因素分析

本研究以 1k 及 4k Hz 之各題目進行因素分析，將各測驗依頻率特質區分為 1k 及 4k Hz 兩組分數，以斜交轉軸法 (Oblimin rotation) 進行因素分析，其因素組型矩陣如表 5 所示，相同構念的因素負荷量主要皆在同一因素上，每一測驗的在該因素中負荷量都大於 .70，顯示同一向度內部同質性高於其它層面的關聯。

表 6 聽覺中樞處理功能測驗斜交轉軸後之因素組型矩陣

	頻率分辨	間隔察覺	音高型態	時長型態	雙耳異訊音高	聽覺辨位
頻率分辨 1k Hz	.906	.026	.058	-.051	.031	-.042
頻率分辨 4k Hz	.878	-.010	-.078	.068	-.052	.027
間隔察覺 4k Hz	.001	.946	.024	.021	.029	.016
間隔察覺 1k Hz	.012	.958	.010	-.017	-.023	-.008
音高型態 1k Hz	.051	.019	.929	.006	.034	-.112
音高型態 4k Hz	-.066	-.016	.936	.006	-.038	.101
時長型態 4k Hz	.026	.075	-.035	.922	.031	.051
時長型態 1k Hz	-.001	-.042	.049	.973	.001	-.080
雙耳異訊音高 1k Hz	-.065	.032	-.040	-.049	.965	-.079
雙耳異訊音高 4k Hz	.104	-.046	.096	.177	.663	.204
聽覺辨位 1k Hz	-.087	.046	-.039	.103	-.025	.897
聽覺辨位 4k Hz	.063	-.045	.035	-.135	.040	.885

透過因素分析，可找到本研究之測驗與理論六個期待的結構，因此進一步以結構方程模式之適合度評鑑進行驗證性因素分析，以檢驗六個分量表之構念效度。

2. 驗證性因素分析

以 100 名兒童進行多向度初階因素分析模式的適配度考驗，以 AMOS 5.0 版之統計軟體進行資料分析，將各項因素負荷量設計為 1，代表 1k 與 4k Hz 兩種測驗等值，以最大概式可能法 (Maximum Likelihood method) 進行參數估計。就模式基本適合度部分，模式本身沒有負的誤差變異，誤差變異皆達顯著水準，參數間相關之絕對值都未太接近 1，至於因素負荷量除了 1 項略高於 .95 外，其餘均介於 .05 到 .95 之間。

就模式外在品質來看，整體模式適合度之 χ^2 為 50.523，自由度為 45，未達顯著水準，在基準適配指數 (Normed fit index, 簡稱 NFI)、適配指數 (Comparative fit index, 簡稱 GFI)、相關適配指數 (relative fit index, 簡稱 RFI)、增量適配指數 (Incremental fit index, 簡稱 IFI)、Tucker-Lewis 指數 (Tucker-Lewis index, 簡稱 TLI)、比較適配指數 (comparative fit index, 簡稱 CFI) 等較不受樣本影響之指標進行模式適合度的評估，由表 7 可知多向度初模式各項適合度指標，標準化 RMR (root mean square residual, 簡稱 RMR) 為 .00，小於 .05；除調整後適配指數 AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index, 簡稱 AGFI) 為 .885 外，NFI、GFI、AGFI、RFI、IFI、TLI、CFI 皆大於 .9，整體模式適合度良好，總量表之多項度模式可被接受。

表 7 聽覺中樞處理功能測驗模式適配度評鑑摘要表

	評鑑項目	實際數值	評鑑結果
基	是否沒有負的誤差變異數?	是	良好
本	誤差變異是否都達顯著水準?	是	良好
適	參數間相關絕對值是否都太接近 1?	是	良好
合	因素負荷量是否介於 .05 到 .95 之間?	只有兩個略高於 .95	可接受
整	χ^2 值是否未達顯著?	$\chi^2 = 50.523$	良好
體		$df = 45$	
模		$P = .264$	
式	GFI 指數是否大於 .9?	.926	良好
適	AGFI 指數是否大於 .9?	.871	接近 .90 可接受
合	SRMR 指數是否低於 .05?	.0521	良好
度	NFI 指數是否大於 .9?	.908	良好
標	IFI 指數是否大於 .9?	.989	良好
準	TLI (NNFI) 指數是否大於 .9?	.983	良好
	RMSEA 是否小於 .05?	.035	良好

就聲音物理特質來看，這六項測驗均以 1k 及 4k Hz 為中心頻率，但操弄頻率、時長、音強及左右兩耳之呈現式之各項參數均各自不同。就牽涉到的生理來看，Chermak 及 Musiek (1997) 歸納腦傷患者在聽覺中樞處理評量工具表現之文獻指出從耳蝸後之耳蝸核 (cochlear nucleus)、上橄欖複合體 (superior olivary complex)、外側蹄系 (lateral lemmisus)、下丘 (inferior colliculus)、內

側膝狀體 (medial geniculate)、大腦聽覺皮質 (Auditory Cortex)、胼胝體 (corpus collusum) 等多重同側與對側聽覺傳導中，進行不同層次之頻率分辨、間隔察覺、音高型態、時長型態、雙耳異訊、聽覺辨位等之功能的處理，分屬於六種不同之聽覺中樞處理歷程，因此透過因素分析，可抽取出六個不同的因子。

結論與建議

鑑於過去半個世紀以來，發展聽覺中樞處理功能測驗產生的諸多限制，本研究首要目的在發展一份跳脫語言、認知、年齡、族群等傳統各項限制的測驗，以國小三年級兒童為受試者做為未來進一步在臨床運用的依據。至於在實施方式，則透過電腦化呈現、作答與計分提高施測者之便利性，期望增加臨床工作者未來使用的意願。

一、結論

(一) 聽覺中樞處理功能測驗的信度

1. 六項聽覺中樞處理功能測驗之內部一致性均在 .83 以上，尚屬可以接受程度。
2. 間隔十週進行重測信度，僅有時長型態、音高型態及間隔察覺測驗之相關係數達 .80 以上，屬於重測一致性較高的測驗。相較之下，雙耳異訊音高、聽覺辨位及頻率分辨等三項測驗則介於 .59 到 .65 間，屬於重測信度較低的測驗。
3. 就施測程序來看，以非語音為測試材料而編製的各測驗不受到施測的耳朵、頻率、題組呈現順序之影響，具有一定的穩定性。

(二) 效度方面的證據

1. 本研究所發展的測驗，經聽力學專家、臨床聽力師之針對題目的型審核內容並認可實施流程，大致可提供本測驗在專家效度方面的證據。
2. 就效標效度之證據來看，本研究之所發展間隔察覺、音高型態辨識與時長型態辨識等三項測驗與國外臨床運用之相對應測驗相關，僅有音高型態測驗之相關係數達 .95 以上，音高型態與時長型態辨識測驗之相關係數介於 .44 至 .73 間。
3. 在構念效度部分，除音高型態與時長型態因兒童發展未臻成熟度而分屬兩項不同功能外，其餘四項測驗透過因素分析與驗證性因素分析均顯示大致符合原本發展測驗的理念。

二、建議

(一) 測驗的解釋

本研究所發展的測驗目前僅能用來做為聽覺正常者之各項聽覺中樞處理功能評估工具，未來研究需要再累積更多聽覺中樞處理異常個案建立診斷切截分數。ASHA (2005) 曾建議在尚未累積足夠的個案之前，受試者得分至少需有兩項測驗得分低於兩個標準差，再搭配客觀聽力檢查 (如電生理測驗及核磁照影) 結果，方能進行診斷，目前以本測驗搭配客觀聽力檢查為聽覺中樞處理異常者之個案研究僅有兩篇 (Chen, Lian, Yang, Lee, & Huang, 2008; Chen, Yang, Mei, Lee, & Huang,

2008), 上述兩篇研究之個案在透過神經照影檢查結果均顯示聽覺中樞傳導異常, 且在本研究發展測驗中至少有兩項測驗得分遠低於兩個標準差以上, 可說明本研究所發展的測驗若依據 ASHA (2005) 之診斷建議, 負兩個標準差確能說明上述個案診斷之依據。

(二) 臨床個案運用

就受試對象來看, 本測驗採用的材料為純音, 未來在不同文化與族群之兒童時, 可不用考慮其使用母語, 施測者在示範操作電腦軟體的題目後, 可讓兒童進行練習, 一旦練習熟練後即進行施測, 此外對於語言與認知能力有限的兒童及幼兒, 本測驗可不需藉由口語理解與表達, 僅需透過簡單判斷與選擇, 即可進行作答, 能有效去除各項干擾因素, 在短時間內對兒童進行最大潛能的評量。就施測者的操作而言, 本研究測驗軟體操作簡便, 僅需把測驗軟體安裝在聽力檢查室的電腦中, 連接聽力檢查儀, 並在測試室擺置受試者作答螢幕與滑鼠, 即可進行測試。施測者一旦確認受試者瞭解如何作答後, 僅需輸入受試者之各項基本資料, 點選採用的測驗, 即可讓受試者自行在電腦作答, 施測者毋需多耗精神在控制整體播放流程與紀錄答案。再就解釋與計分方式來看, 本測驗透過自動計分程序, 測驗一結束即可立即提供各測驗的結果, 節省計分與統計方面的誤差, 在必要時, 還可提供反應時間之各項分析。

本研究僅以小三學生做為初步測驗發展的對象, 未來仍需再將年齡向上及向下延伸進行更多的探討, 目前僅能做為小三以上的學生評估的參考依據, 若年級高於小三學童或成年受試者在該測驗得分遠低於兩個標準差, 則僅能明該名個案的能力遠低於小三學童兩個標準差。

(三) 就未來研究之建議

就聽覺中樞處理功能內涵來看, 本研究僅對非語音測試進行探討, 非語音與語音測驗兩者關聯如何, 仍待未來研究說明。就臨床解釋部分, 本研究目前僅能分析聽覺正常兒童各項功能之優弱勢分析, 進一步診斷仍需要建立其它不同年齡的常模, 並且針對診斷標準進行切截分數的探究, 方能正式在臨床診斷上進行運用。

參考文獻

- 李昭幸 (1999) : 聽覺正常者之聽覺中樞能力研究。 *特殊教育學報*, 13, 33-60。
- 陳小娟 (1998) : 聽覺中樞功能篩檢測驗賡續研究。 *特殊教育與復健學報*, 6, 39-63。
- 陳小娟 (1993) : 中樞聽覺處理障礙鑑定—國語同調號疊詞初探。國立台南師範學院特殊教育學系。
- 蔡志浩、陳小娟 (2002) : 噪音背景辨識語音測驗編製之研究。 *特殊教育研究學刊*, 23, 121-140。
- American National Standards Institute. (1996). *American national standard specification for audiometers (ANSI S 3.6)*. NY: Author.
- American Speech-Language-Hearing Association (1992). *Issues in central auditory processing disorders: A report from the ASHA Ad Hoc committee on central auditory processing*. Rockville, MD: Author.
- American Speech-Language-Hearing Association (1996). Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *American Journal of Audiology*, 5, 41-54.

- American Speech-Language-Hearing Association (2005). *(Central) Auditory processing disorders*. MD: ASHA Author.
- Bailely, P. J., & Snowling, M. J. (2002). Auditory processing and the development of language and literacy. *British Medical Bulletin*, *63*, 135-146.
- Bellis, T. J. (1996). *Assessment and management of central auditory processing disorders in the education setting: From science to practice*. CA: Singular.
- Bilger, R. C., Nutzel, J. M., Rabinowitz, W. M., & Rzeczkowski, C. (1984). Standardization of a test of speech perception in noise. *Journal of Speech and Hearing Research*, *27*, 32-84.
- Bocca, E., Calearo, C., & Cassinari, V. (1954). A new method for testing hearing in temporal lobe tumors. *Acta Otolaryngologica*, *42*, 219-221.
- Bocca, E., Calearo, C., & Cassinari, V., & Migliavacca, F. (1955). Testing "cortical" hearing in temporal lobe tumors. *Acta Otolaryngologica*, *44*, 289-304.
- Broothroyd, A. (1968). Development in speech audiometry. *Sound*, *2*, 2-10.
- Cacace, A. T., & McFarland, D. J. (1998). Central auditory processing disorder in school-aged children: A critical review. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *41*, 355-373.
- Chen, H. C., Lian, M. R., Yang, Z. H., Lee, T. S., & Huang, M. R. (2008). *To investigate central auditory processing function in a patient with sudden hearing loss: Case report*. Paper presented in 2008 Central Auditory Processing Disorder International Academic Symposium, Taiwan.
- Chen, H. C., Yang, H. M., Mei, B. W., Lee, T. S., & Huang, M. R. (2008). *To explore central auditory processing function in a patient suspected with mild aphasia: Case study*. Paper presented in 2008 Central Auditory Processing Disorder International Academic Symposium, Taiwan.
- Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (1997). *Central auditory processing disorders: New perspective*. CA: Singular Publishing Group.
- Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2002). Auditory training: Principles and approaches for remediating and managing auditory processing disorders. *Seminars in Hearing*, *4*, 297-307.
- Cranford, J. L., Stream, R. W., Rye, C. V., & Slade, T. L. (1982). Detection discrimination of brief-duration tones. *Arch Otolaryngol*, *108*, 350-357.
- Diveny, P. L., Efron, R., & Yund, E. W. (1977). Ear dominance in dichotic cords and ear superiority in frequency discrimination. *Journal of the Acoustical Society of American*, *62*, 607-617.
- Durrant, J. D., & Lovirinc, J. H. (1995). *Bases of hearing science*. MD: William & Wilkins.
- Dyven, P. L., & Hirsh, I. (1974). Identification of temporal order in three-tone sequences. *Journal of the Acoustical Society of America*, *56*, 582-593.
- Efron, R. (1963). Temporal perception, aphasia and déjà vu. *Brain*, *86*, 403-424.

- Efron, R. (1990). *The decline and fall of hemispheric specialization*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Efron, R., & Yund, E. W. (1976). Ear dominance and intensity independence in the perception of dichotic chords. *Journal of the Acoustical Society of America*, 59, 889-898.
- Elfenbein, J. L., Small, A. M., & Davis, J. M. (1993). Developmental pattern of duration discrimination. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 842-849.
- Elliott, L. L. (1979). Performance of children aged 7 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled word predictability. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66, 651-653.
- Elliott, L. L. (1995). Verbal auditory closure and the speech perception in noise (SPIN) test. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 1363-1376.
- Fry, D. B. (1961). Word and sentences tests for use in speech audiometry. *Lancet*, 22, 197-199.
- Groen, J. (1969). Diagnostic value of lateralization ability for dichotic time differences. *Acta Otolaryngology*, 67, 326-332.
- Grose, J. H., Hall III, J. W., & Buss, E. (2004). Duration discrimination in listeners with cochlear hearing loss: Effect of stimulus type and frequency. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47, 5-12.
- Hartmann, W. M., & Loty, S. L. (1996). On the pitches of the components of complex tones. *Journal of Acoustical Society of America*, 99, 567-578.
- Hausler, R., & Levine, R. (1980). Brainstem auditory evoked potentials are related to interaural time discrimination in patients with multiple sclerosis. *Brain Research*, 91, 589-594.
- Hayes, A. N., & Gerald, R. P. (1985). *Audiology*. NJ: Prentice Hall.
- Hirsh, I. J., Davis, H., Sliverman, S. R., Reynold, E. G., Eldert, E., & Benson, R. W. (1952). Development for speech audiometry. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 17, 321-337.
- Howes, D. (1957). On the relation between the intelligibility and frequency of occurrences of English words. *Journal of the Acoustical Society of America*, 29, 296-307.
- Jerger, J., & Musiek, F. E. (2000). Diagnosis of auditory processing disorder in school-age children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 11, 467-474.
- Kalikow, D. N., Steven, K. N., & Elliott, L. L. (1977). Development of a test of speech intelligibility in noise testing sentence materials with controlled word predictability. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 61, 1337-1351.
- Keith, R. W. (1977). *Central auditory dysfunction*. NY: Grune & Stratton.
- Keith, R. W. (2000). Random gap detection test. St. Louis, Mo: Auditec.

- Kimura, D. (1963). Speech lateralization in young children as determined by an auditory test. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56, 899-902.
- Levine, R., Gardner, J., Stufflebeam, S., Filterton, B., Carlisle, E., Furst, N., Rosen, B., & Kiang, M. (1993). Effects of multiple sclerosis brainstem lesions on sound lateralization and brainstem auditory evoked potential. *Hearing Research*, 68, 73-88.
- Lindamood, C., & Lindamood, P. (1971). *Auditory discrimination in depth*. TX: Pro-Ed.
- Mannell, R. H. (1994). *The perceptual and auditory implication of parametric scaling in synthetic speech* (Unpublished doctoral dissertation). Macquarie University, Australia.
- Marriage, J., King, J., Briggs, L., & Lutman, M. E. (2001). The reliability of the Scan test: Results from a primary school population in the U.K. *British Journal of Audiology*, 35, 199-208.
- Marshall, C. M., Snowling, M. J., & Bailey, P. J. (2001). Rapid auditory processing and phonological ability in normal readers and readers with dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 925-940.
- Masters, M. G., Nancy, A., Stecker, N. A., & Katz, J. (1998). *Central auditory processing disorders: Mostly management*. MA: Allyn and Bacon.
- Matathias, O., Sohmer, H., & Biton, V. (1985). Central auditory test and auditory nerve brainstem evoked response in multiple sclerosis. *Acta Otolaryngology*, 99, 369-376.
- McArthur, G. M., & Bishop, D. V. M. (2004). Which people with specific language impairment have auditory processing deficits. *Cognitive Neuropsychology*, 21, 869-874.
- McCroskey, R. L., & Keith, R. W. (1996). *Auditory Fusion Test-Revised (AFT-T)*. St. Louis, Mo: Auditec.
- McFarland, D. J., & Cacace, A. T. (1995). Modality specificity as a criterion for diagnosing central auditory processing disorders. *American Journal of Audiology*, 4, 17-18.
- McGiven, R. F., Berka, C., Languis, M. L., & Chapman, S. (1991). Detection deficit in temporal pattern discrimination using seashore rhythm test in young children with reading impairments. *Journal of Learning Disabilities*, 24, 58-62.
- Moore, B. C. J. (1997). *An introduction to the psychology of hearing* (3rd ed.). London: Academic Press.
- Moore, B. C. J., Glasberg, B. R., & Shailer, M. J. (1984). Frequency and intensity difference limens for harmonics within complex tones. *Journal of the Acoustical Society of America*, 75, 550-561.
- Musiek, F. E. (1983). Assessment of central auditory dysfunction: The dichotic digit test revisited. *Ear Hearing*, 4, 79-83.
- Musiek, F. E. (1990). *Pitch pattern recognition tests*. St. Louis, Mo: Auditec.
- Musiek, F. E. (1994). Frequency (pitch) and duration pattern tests. *Journal of the American Academy of Audiology*, 5, 265-268.

- Musiek, F. E., Baran, J. A., & Pinheiro, M. L. (1990). Duration pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology*, *29*, 304-313.
- Musiek, F. E., Gollegly, K. M., Kibbe, K. S., & Reeves, A. G. (1989). Electrophysiologic and behavior auditory findings in multiple sclerosis. *The American Journal of Otolaryngology*, *10*, 343-350.
- Musiek, F., Gollegly, K., Kibbe, K., & Verkest-Lenz, S. (1991). Proposed screening test for central auditory disorders: Follow-up on Dichotic Digits test. *The American Journal of Otolaryngology*, *12*(2), 109-113.
- Musiek, F. E., Pinheiro, M., & Wilson, D. H. (1980). Auditory pattern perception in "split brain" patients. *Archives of Otolaryngology*, *106*, 610-612.
- Myklebust, H. R. (1954). *Auditory disorders in children : A manual for differential diagnosis*. NY: Grune & Stratton.
- Noffsinger, D. (1993). Behavioral special test. *American Journal of Audiology*, *1*, 17-18.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, *9*, 97-113.
- Phillips, D. P. (1995). Central auditory processing: A view from auditory neuroscience. *American Journal of Otolaryngology*, *16*, 338-352.
- Pinheiro, M. L., & Ptacek, P. H. (1971). Reversals in the perception of noise and tone patterns. *Journal of the Acoustical Society of America*, *49*, 1779-1782.
- Pollack, K., Rubenstein, H., & Decker, L. (1959). Intelligibility of known and unknown message sets. *The Journal of the Acoustic Society of America*, *31*, 273-279.
- Rees, N. S. (1973). Auditory processing factors in language disorders: The view from Procrustes bed. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, *38*, 304-315.
- Silman, S., Silverman, C. A., & Emmer, M. B. (2000). Central auditory processing disorders and reduced motivation: Three case studies. *Journal of the American Academy of Audiology*, *11*, 57-63.
- Singer, J., Hurley, R. M., & Preece, J. P. (1998). Effectiveness of central auditory processing tests with children. *American Journal of Audiology*, *7*, 1-12.
- Steven, S. S. (1974). *Sound and hearing*. Netherlands: Time-Life International.
- Tallal, P. (1990). Fine-grained discrimination deficits in language-learning-impaired children are specific neither to the auditory modality nor to speech perception. *Journal of Speech and Hearing Research*, *33*, 616-617.
- Tallal, P., Miller, S. L., Bedi, G., & Byma, G. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, *271*, 81-84.

- Tsai, C. H., & Chen, S. C. (2005). *The development auditory processing test in adult with normal hearing*.
Paper presented at 20th International Congress on the Education of the Deaf, Netherlands.
- Willeford, J. A., & Burleigh, J. M. (1985). *Handbook of central auditory processing disorders in children*.
NY: Grune, & Stratton.
- Zemlin, W. R. (1998). *Speech and hearing science: Anatomy and physiology*. MA: Allyn and Bacon.
- Zwicker, E., & Fastl, H. (1972). On the development of the critical band. *Journal of the Acoustical Society of American*, 52, 699-702.

收稿日期：2008年10月01日

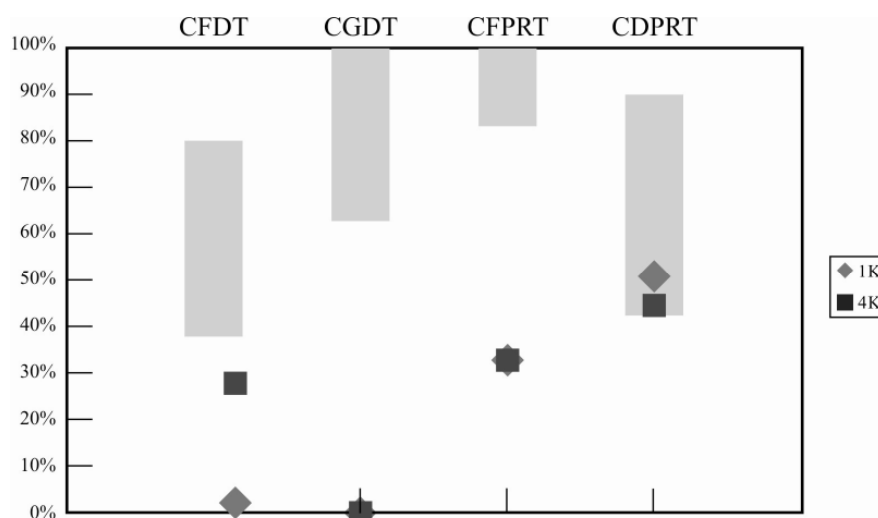
一稿修訂日期：2009年03月03日

二稿修訂日期：2009年05月06日

接受刊登日期：2009年05月20日

附錄一 一名聽覺皮質傳導異常個案在測驗表現之結果範例

圖 2 為一名單側聽力損失且經醫師診斷有聽覺皮質接收訊息異常之個案在四項測驗之表現，各項測驗 1k 與 4k Hz 題目的分數均換算成正確得分百分比，分別以方塊 (■) 及菱形 (◆) 表示，各測驗正確得分百分比之平均數上下兩個標準差的範圍以長條表示。圖 2 顯示該名個案在時長型態辨識測驗得分在負兩個標準差以內，至於頻率分辨測驗、間隔察覺測驗及音高型態辨識測驗得分均遠低於兩個標準差。



註：CFDT 為頻率分辨測驗、CGDT 為間隔察覺測驗；CFPRT 為音高型態辨識測驗、CDPRT 為時長型態辨識測驗

圖 2 一名聽覺皮質傳導異常個案在測驗表現

Bulletin of Educational Psychology, 2010, 42(2), 185-208
National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

The Development of the Central Auditory Processing Test Battery

Chih-Hao Tsai

Office of Counseling

Koahsiung Municipal Min-Tsu elementary school

Hsiao-Chuan Chen

Graduate Institute of Audiology

and Speech Therapy

National Kaohsiung Normal University

The purpose of the study is to develop the Central Auditory Processing Test Battery (CAPTB). The six tests were chosen according to the definition made by American Speech-Language-Hearing Association in 2005. Test composition followed these principles: First, non-speech materials were adopted as the stimuli; second, the test was designed as a computer-assisted system, in which low level of effort was required of subjects to make responses. Participants were 3rd graders with normal hearing, including 30 for pre-testing, 100 for formal testing, and 31 for re-test and criteria validity test. The CAPTB included frequency discrimination, gap detection, pitch pattern recognition, duration pattern recognition, dichotic pitch, and lateralization tests. The main results were as follows: (1) The internal consistency reliability ranged from .83 to .94, and the test-retest correlation coefficient of test scores was between .41 and .88; (2) The expert validity, criterion-related validity, and construct-related validity were satisfactory. Suggestions for the application of the CAPTB and future research were offered and discussed.

KEY WORDS: central auditory processing test battery, computertized test, non-speech

