ƒ ‹ F | Œfia‹ ˙'e›ß• |–M^D‹ ª¤s›p e ƒ¤"G‡ł§i

« ¥ »P, £¥\fl …v„‡‹ ^ "" ˙~ ¤ £⁄⁄…˘¯¥˜–‡B†z¥\fl » ^"

¿z ¸ ßƒ ⁄u¤ª

›p e^ §¡G §O«‹ ›p e

›p e‰ ¸s„¡GNSC94-2614-S-038-001-

ıƒ · ¶¡¡G94 ƒ~08 ⁄°01 ⁄ ƒ 95 ƒ~07 ⁄°31 ⁄Ø

ıƒ ‡ ƒ ¡G» O ¥´ ˙⁄j ˙´ ˙, ŒT‹ ª¤s'

›p e¥ D ø⁄¡HG‡ fl R‰

ƒ ƒP¥ D ø⁄¡HG· ¿ „ ¦ƒ‡ƒA¥ ¿o

‡ł§i^ «‹¡G" ° †‡ł§i

‡B†z⁄ ƒ¡¡G¥»›p e¥ i ⁄ ‰ ¶‹ d,

⁄⁄ ¥` Œ 95 ƒ~10 ⁄°31 ⁄Ø

建立與腦功能影像相關的學齡兒童中樞聽覺處理功能障礙篩檢評估工具

1、 中英文摘要

個體的中樞聽覺處理能力與其聽覺理解能力息息相關，當聲學訊號傳入中樞神經系統後就會於大腦展開一連串的辨識、整合、處理並賦予正確的意義。若中樞聽覺處理功能受損或失常，通常會影響患者的聽知覺、口語理解力及學習能力。根據國外的研究報告指出，絕大部分患有中樞聽覺處理障礙的個案之聽覺敏感度在正常範圍內，但於處理音素變化迅速的口語時會遇到極大的困難，這表示患者的聽覺系統可以正確接收聲音，但中樞神經系統卻無法將其做有效的處理，便可能導致患童在認知、動作或語言方面的發展遲緩。

歐美等國家早有學者針對中樞聽覺處理障礙做深入研究，且已有數種標準化的行爲測驗供專業人員施測，縱使如此，和其他常見的感官、情緒、智能等障礙比較，中樞聽覺處理障礙仍屬新興的研究範疇，可發展的空間極大也極具研究價值。目前台灣的醫療體系對中樞聽覺處理障礙仍非常陌生，尚無中文版的標準化中樞聽覺處理能力行爲測驗，因此患者易被誤判爲其他障礙，如過動/注意力缺失症候群與學習障礙等，導致延誤接受治療與特殊教育的黃金時期。同時，大腦影像科學分析爲現今醫學運用於疾病診斷時之良好依據，功能性核磁共振造影被廣泛使用在疾病的診斷與驗證上。

本研究透過功能性核磁共振造影觀察一般成人與疑似中樞聽覺處理障礙患童在接受聽覺處理篩檢評估時，腦部生理變化之異同，比較兩群個案處理聽覺訊息時大腦皮質的數據化與影像化的資料。目前已發現兩者之不同遠超出因自然神經生理發展所造成的兒童-成人差異。另外也證實不同的聽覺處理篩檢項目，在兩群個案活化腦部不同部位。然而，由於兒童受測樣本太少，仍難以推估患童與常兒之根本差異，也仍不能確定最佳中樞聽覺處理障礙評估篩選工具與篩檢程序。不過這些結果，足以支持本研究的方向正確，有助於往後了解本疾病及作爲發展診斷標準之依據。

關鍵詞： 中樞聽覺處理障礙，評估工具，功能性核磁共振造影，兒童-成人差異。

Abstract

The central auditory processing disorder (CAPD) has been defined as a deficit in the auditory mechanisms that underline sound localization and lateralization, discrimination, temporal processing, and performance under conditions of degraded and competing acoustic signals. Generally, most languages are learned by listening. In order to learn, individuals must be able to attend to, listen to, and separate important speech signals from all the other noises in the environment. When auditory skills are weak, they may experience auditory overload. This makes learning more difficult without special assistance. In spite of normal hearing sensitivity, individuals with CAPD often exhibit communicative complaints, which include poor verbal cognitive performance, receptive language delay or disorders, and difficulty in maintaining attention to information presented auditorily.

Unfortunately, the central auditory processing disorder is rare to be applied as a diagnosis in Taiwan. This study used modern non-invasive brain imaging technique, functional magnetic resonance imaging (fMRI) to reveal functional alterations occurring in cortical areas that have been associated with auditory and speech processing. Ten normal young adults and one CAPD child were recruited as our subjects. The results of fMRI demostrated that there existed pervading differences between the two groups. The differences can not be explained by age-related brain plasticity. We also confirmed that different items in a a test battery did evoke different brain structures. However, because of the limited children sample, we were unable to deduce the key difference between normal and CAPD children and to select the best screen test items.

In spite of the aforementioned limitations, this study supports the feasibility of using fMRI to validate and facilitate the development of efficient test batteries for screening and evaluating central auditory processing disorders.

Keywords: Central auditory processing disorders (CAPD), evaluation tool, fMRI, brain plasticity.

二、緣由與目的

隨著社會變遷及時代進步，各界愈來愈重視特殊教育的相關問題，對於提供特殊兒童個別化的教育與專業團隊的服務更是不遺餘力，教育制度與社會福利的改變，使得以往被隔離或忽視的特殊兒童漸漸受到重視。根據民國九十四年的特殊教育統計年報資料指出，患有學習障礙的國小學童佔全體國小特殊兒童人口的13%，患有語言障礙的國小學童則佔全體國小特殊兒童人口的2%，加總起來，在國內被認定爲學習障礙與語言障礙的學童約佔了所有的國小特殊兒童15%，若換算成實際人數則爲非常可觀的數據，這些特殊兒童非常需要特殊的學習方式與復健醫療的輔助。從文獻中可得知學習障礙患童所遇到的主要問題爲學業低成就表現或語言障礙，所謂語言障礙則包括口語表達與聽理解能力兩方面能力低於同儕的常模(Gomez,& Condon,1999)。患有學習障礙的患童需要老師的特殊教學與醫療專業團隊提供專業的醫療與復健服務，才能使他們的求學路走的順利，培養自給自足的能力，未來才有可能達到平均以上的生活品質。爲了協助患童的學習效果與社會適應，因此本研究計畫針對患童的聽覺處理能力作深入的探討。

人類的聽覺與視覺是很重要的學習管道。在兒童的學習過程中，聽覺刺激與視覺刺激是不可或缺的知識來源。當聽覺與視覺有任何一方或兩者都受損時，對於接收外來訊息的能力會產生極嚴重的阻礙，使得個體無法順利與他人溝通，對於周遭環境的辨識與適應也比一般人困難。因此很多研究便朝向聽覺與視覺訊息接收與處理做深入的探討。根據文獻指出，當聲學訊號（Acoustic signals）傳入中樞神經系統後就會展開一連串的辨識、整合、處理並賦予正確的意義(Schminky & Baran, 1999; Friederici, 2002)。若聽覺處理功能出現障礙，通常影響患者的聽能、口語理解力、以及學習能力(ASHA, 1996)，尤其是在處理口語時會遇到很大的困難（Leonard, 1999），且可能導致區辨語音的能力不佳(Bureau of Instructional Support and Community Services, 2001)。一般而言，聽覺處理異常的患童之非口語認知表現會優於口語認知表現，並可能伴隨閱讀障礙、語言障礙以及注意力不佳等問題（Bellis & Beck, 2003）。患童典型的表現即爲聽得見但聽不懂，因此聽覺處理障礙可能是導致學童成爲學習障礙的高危險因素。另有研究使用 EEG 與 ERP 測試兩歲幼兒的快速聽覺處理能力，發現若幼兒的快速聽覺處理能力受損，可能導致日後的語言發展障礙(Benasich,et al., 2002)。這些研究結果佐證了聽覺處理能力對兒童發展與學習能力的影響程度不可小覷。由此，我們可以合理的推論，在學習障礙族群中，可能有部分學童的主要問題爲聽覺處理障礙，導致學業表現及語言能力不佳，而被認定爲學習障礙或語言障礙。若能早期篩檢出患有聽覺處理障礙的兒童，並施予醫療復健及特殊教育輔助，相信能提升日後的學業表現，而不至於被貼上學習障礙的標籤。

單就行爲表現而言，中樞聽覺處理障礙、學習障礙、過動型注意力缺陷症易混淆。Riccio et al. (1994)提出對聽覺注意力缺損和中樞聽覺處理障礙所同時存在的共同病態必須做進一步評估。雖說中樞聽覺處理障礙和過動型注意力缺陷症在診斷上均提及可能有注意缺失的問題（ASHA,1996; DSM-IV, 1987），但在行爲表現上卻有其差異性。如中樞聽覺處理障礙的患童在聽，說，讀、寫、算有極大的困難（身心障礙及資賦優異學生鑑定原則鑑定基準，民91），可能也會不專心、易沮喪，不容易跟從口頭的指導（Schminky & Baran, 1999）；而學齡的過動型注意力缺陷症兒童通常在學業和社會人際關係上有較大的問題，如無法好好坐在座位上、對單一活動無法專心、無法遵從指導、易干擾課程進行、無法等待和對自己負責的事潦草做完。其最大差別爲中樞聽覺處理障礙的患童可以對單一活動專心、可以等待，也可以對自己應該負責完成的事完成；但過動型注意力缺陷症的患童卻都無去完成上述行爲表現。David Rabiner (1999)對三群中樞聽覺處理障礙、過動型注意力缺陷症和過動型注意力缺陷症合併學習障礙的患者作聲音處理能力的比較，結果顯示中樞聽覺處理障礙與過動型注意力缺陷症在相似聲音處理的能力上有顯著差異，並提出這兩者是不同的疾病。因此，雖然在行爲表現上過動型注意力缺陷症、學習障礙與中樞聽覺處理障礙有部分的相似性，但在定義本質就已經作出了最好的區分；只是在環境與文化背景等因素的情況下，使得上述診斷的患童學習到部分類化的技巧，掩飾其疾病的表徵。

根據國外文獻，中樞聽覺處理測驗可視爲判斷中樞聽覺處理障礙的有效參考。在給予個案中樞聽覺處理測驗前，需先收集個案的資料，包括個人背景、家族史、疾病史、溝通及聽覺病史、教育心理病史等(Chermak & Musiek, 1997)。其次施與周邊聽覺測驗如：純音聽力檢查及中耳功能檢查等，以排除周邊聽覺損失的影響。再針對幾個可能影響個案處理接收訊息的面

向做全盤性的評估，例如：個案的認知能力、語言理解及表達能力、注意力及心理狀況等，不僅可以瞭解個案在認知、語言及學業等向面的程度，也可以作爲鑑定個案障礙類別的參考，也能幫助教師及治療師找出個案在處理聽覺訊號的不足處，作爲擬定教學計劃或治療計劃的參考。

三、研究方法

本研究之實驗組爲十名接受特殊教育資源的一至六年級具有學習障礙或語言障礙診斷的國小學齡兒童，將基本資料問卷與自行設計之中樞聽覺處理行爲檢劾表發與家長或老師確實填寫。藉由行爲檢劾表篩選出五名疑似中樞聽覺處理障礙的個案，並施以各項標準化評估測驗，包括魏氏兒童智力測驗、國立台灣師範大學特殊教育系編製之語言障礙評量表、視知覺技巧測試量表(Test of Visual-Perceptual Skills Revised, Gardner)、周邊聽覺敏感度測驗，以排除周邊聽覺能力、視知覺表現、智力問題等可能影響個案行爲表現的因素，並評估表達與接收的語言功能，排除學習障礙或過動型注意力缺陷症等部分類似中樞聽覺處理障礙行爲表現。

本研究的對照組則爲十名年齡爲 20 歲且自願參與本研究之大學生，男女比例爲 3：2，對照組參與者之智力、聽力、視知覺、語言理解表達能力皆處於正常範圍。實驗組與對照組的參與者皆施予自行仿傚設計的中樞聽覺處理障礙篩檢工具檢測受試者的中樞聽覺處理能力。本篩檢工具以 Screening Test for Auditory Processing Disorders in Children (SCAN-C) (Keith, 1999)爲參考範本所設計，共有三大分測驗，每個大分測驗包括兩小分測驗，每個小分測驗有 25 題測驗題目。中文語料的選取是從中文語料庫中選取適合的雙字詞與短句，針對語音特質與測驗目的所需加以濾頻、增加噪音等處理，所有的語料依照篩檢項目的需求分解爲雙聲道，使用專業錄音設備錄製說明與測試項目，同時確實的控制題目間距，以配合功能性核磁共振造影所需。

功能性核磁共振造影(fMRI)是以腦部神經活動產生的局部血流量變化爲基礎的造影技術，有助於觀察分析受測者接收處理聽覺訊號時的腦部活動情形。每位受試者造影時間平均爲 40 分鐘，包含解剖性影像造影與功能性核磁共振造影，所給予的聽覺刺激隨機選自中樞聽覺處理障礙篩檢工具的中文語料，仍分爲三大分測驗，每個大分測驗包括兩小分測驗，每個小分測驗給予 30 次聽覺刺激且造影時間爲三分鐘。其間空白實驗與聽覺刺激實驗相互交錯以獲得其腦部功能性影像，最後以 SPM2 進行影像量化分析。

四、結果

對照組十名大學生依計畫完成 fMRI 檢測，但因 fMRI 機器故障，實驗組僅完成一名 CAPD 小朋友的測試。對照組與實驗組的結果編號與相對應的刺激方式分別列於表一及表二。

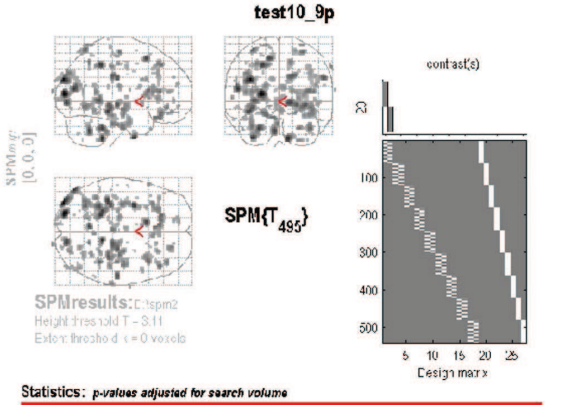
Adult	
Result	Stimulus Type
Test9p	濾頻雙字詞（右耳）
Test9p_2	濾頻雙字詞（左耳）
Test9p_3	噪音雙字詞（右耳）
Test9p_4	噪音雙字詞（左耳）
Test9p_5	雙聲道短句（右耳）
Test9p_6	雙聲道短句（左耳）

表一、對照組結果編號與相對應的刺激方式

Child	
Result	Stimulus Type
0929_4	濾頻雙字詞（右耳）
0929_8	濾頻雙字詞（左耳）
0929_12	噪音雙字詞（右耳）
0929_16	噪音雙字詞（左耳）
0929_20	雙聲道短句（右耳）
0929_24	雙聲道短句（左耳）

表二、實驗組結果編號與相對應的刺激方式

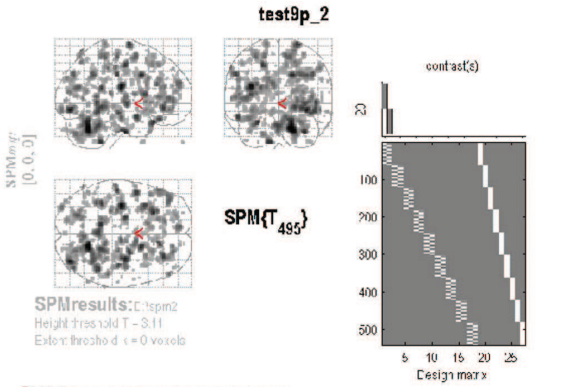
以 SPM2 分析對照組 fMRI 的結果顯示於圖一至圖六。當刺激型態是右耳輸入的濾頻雙字詞時，fMRI 並未發現腦部有意義的特別活化（圖一）。其他五種刺激型態的 fMRI 分析皆發現腦部有意義的特別活化（圖二至圖六）。由以上結果，我們發現愈是複雜的刺激，腦部活化範圍愈廣，而當刺激來自左耳時，腦部活化部位又有比刺激來自右耳時稍大的傾向。



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level						
p	c	$p_{corrected}$	k_E	$p_{uncorrected}$	$p_{FWE\,corr}$	$p_{FDR\,corr}$	T	$(Z_=)$	$p_{uncorrected}$	x,y,z {mm}	
1.000	3	0.604	1.000	0.050	3.20	3.10	0.001	24	0	30	
1.000	1	0.803	1.000	0.031	3.19	3.17	0.001	14	-10	34	
1.000	1	0.803	1.000	0.031	3.19	3.17	0.001	-8	2	64	
1.000	2	0.706	1.000	0.032	3.18	3.16	0.001	32	-66	-50	
1.000	2	0.706	1.000	0.032	3.17	3.16	0.001	14	18	14	
1.000	1	0.803	1.000	0.032	3.17	3.16	0.001	22	-46	-34	
1.000	1	0.803	1.000	0.034	3.16	3.14	0.001	-26	-70	-8	
1.000	1	0.803	1.000	0.036	3.14	3.12	0.001	36	-48	0	
1.000	1	0.803	1.000	0.037	3.13	3.12	0.001	-18	-34	78	
1.000	1	0.803	1.000	0.037	3.13	3.12	0.001	38	16	48	
1.000	2	0.706	1.000	0.037	3.13	3.11	0.001	56	-30	20	
1.000	1	0.803	1.000	0.038	3.13	3.11	0.001	16	14	78	
1.000	1	0.803	1.000	0.059	3.12	3.10	0.001	-58	-22	50	

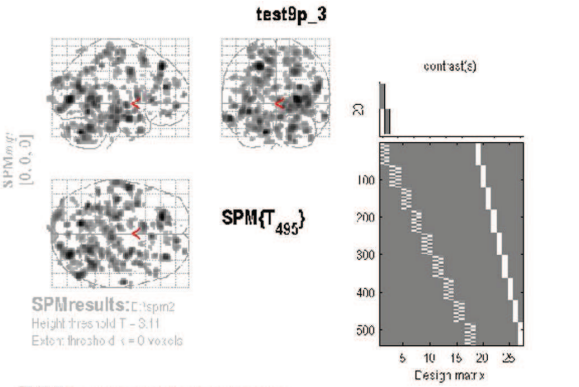
圖一、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是右耳輸入的濾頻雙字詞時，fMRI 並未發現腦部有意義的特別活化。



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level						
p	c	$p_{corrected}$	k_E	$p_{uncorrected}$	$p_{FWE\,corr}$	$p_{FDR\,corr}$	T	$(Z_=)$	$p_{uncorrected}$	x,y,z {mm}	
1.000	1	0.796	1.000	0.025	3.16	3.14	0.001	10	-64	-50	
1.000	1	0.796	1.000	0.026	3.13	3.14	0.001	26	-36	54	
1.000	1	0.796	1.000	0.026	3.14	3.12	0.001	18	16	16	
1.000	1	0.796	1.000	0.027	3.13	3.12	0.001	14	90	38	
1.000	1	0.796	1.000	0.027	3.13	3.11	0.001	34	4	12	
1.000	1	0.796	1.000	0.027	3.13	3.11	0.001	56	6	-36	
1.000	2	0.696	1.000	0.028	3.12	3.10	0.001	2	-50	0	
1.000	3	0.622	1.000	0.028	3.12	3.10	0.001	-44	2	40	
1.000	1	0.796	1.000	0.028	3.11	3.09	0.001	20	10	24	

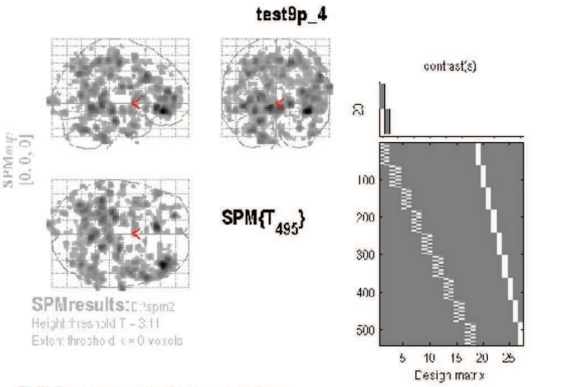
圖二、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是左耳輸入的濾頻雙字詞時，fMRI 發現腦部有意義的活化部位在右側 Cerebelum, Caudate Nucleus, Cuneu, Insula Lobe, Inferior Temporal Gyrus, 雙側 Superior Parietal Lobule, 左側 Precentral Gyrus, Temporal Pole 及 Cerebellar Vermis。



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level						
p	c	$p_{corrected}$	k_E	$p_{uncorrected}$	$p_{FWE\,corr}$	$p_{FDR\,corr}$	T	$(Z_=)$	$p_{uncorrected}$	x,y,z {mm}	
1.000	9	0.310	1.000	0.000	3.54	3.51	0.000	-2	44	20	
1.000	8	0.339	1.000	0.000	3.52	3.50	0.000	30	14	20	
1.000	17	0.247	1.000	0.000	3.52	3.49	0.000	24	18	16	
1.000	6	0.410	1.000	0.000	3.50	3.48	0.000	40	20	46	
1.000	5	0.454	1.000	0.000	3.46	3.44	0.000	22	16	10	
1.000	8	0.339	1.000	0.000	3.46	3.44	0.000	-2	-62	20	
1.000	9	0.310	1.000	0.000	3.44	3.42	0.000	-26	-54	22	
1.000	3	0.578	1.000	0.000	3.43	3.41	0.000	58	-66	-10	
1.000	6	0.410	1.000	0.000	3.42	3.40	0.000	0	-26	-34	
1.000	5	0.454	1.000	0.000	3.41	3.39	0.000	12	88	10	
1.000	2	0.651	1.000	0.000	3.37	3.34	0.000	-2	-92	-2	
1.000	7	0.651	1.000	0.000	3.36	3.34	0.000	30	8	-42	
1.000	6	0.410	1.000	0.000	3.35	3.32	0.000	4	-56	-6	
1.000	1	0.763	1.000	0.000	3.33	3.31	0.000	48	4	20	
1.000	4	0.506	1.000	0.000	3.30	3.28	0.001	-2	48	-8	

圖三、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是右耳輸入的噪音雙字詞時，fMRI 發現腦部有意義的活化部位在左側 Superior Medial Gyrus, Cuneus, Angular Gyrus, Rectal Gyrus, 右側 Insula Lobe, Caudate Nucleus, Middle Frontal Gyrus, Middle Temporal Gyrus, Hippocampus, Inferior Temporal Gyrus, Calcarine Gyrus, Inferior Temporal Gyrus, 及 Cerebellar Vermis。

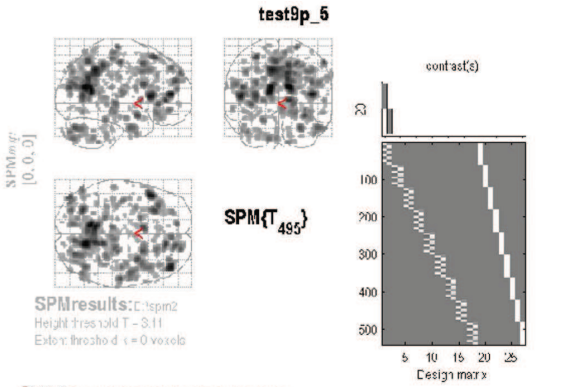


Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level						
p	c	$p_{corrected}$	k_E	$p_{uncorrected}$	$p_{FWE\,corr}$	$p_{FDR\,corr}$	T	$(Z_=)$	$p_{uncorrected}$	x,y,z {mm}	
0.000	122	0.000	1309	0.000	0.000	0.000	11.49	Inf	0.000	40	40 -10
					0.000	0.000	7.55	7.35	0.000	36	44 16
					1.000	1.000	6.41	6.28	1.000	46	42 6
		0.001	244	0.000	0.000	0.000	9.05	Inf	0.000	-8	32 -6
					0.761	0.001	4.05	4.03	0.000	2	11 18
		0.000	1287	0.000	0.000	0.000	7.78	7.55	0.000	-40	-38 -4
					0.000	0.000	7.55	7.34	0.000	-26	-24 -10
					0.000	0.000	7.51	7.31	0.000	-20	-22 -22
		0.000	391	0.000	0.000	0.000	7.76	7.54	0.000	56	18 34
					0.251	0.000	4.50	4.45	0.000	42	16 36
		0.001	240	0.000	0.000	0.000	7.69	7.47	0.000	18	-38 0
					1.000	1.000	4.68	4.58	1.000	10	-36 10
		0.000	509	0.000	0.000	0.000	7.67	7.45	0.000	4	-50 -6
		0.000	968	0.000	0.000	0.000	7.22	7.03	0.000	20	16 52
					0.000	0.000	6.25	6.13	0.000	6	-30 54
					0.000	0.000	6.25	6.13	0.000	8	-28 34

圖四、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是左耳輸入的噪音雙字詞時，

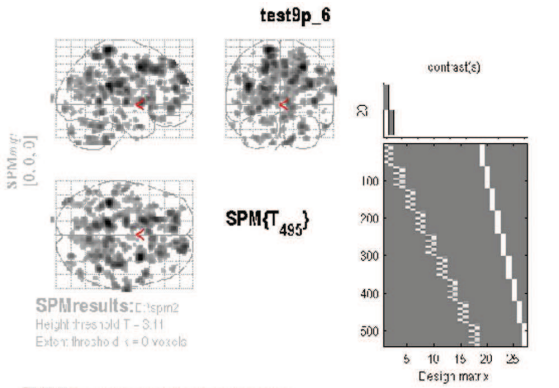
fMRI 發現腦部有意義的活化部位在右側 Inferior Frontal Gyrus, Middle Frontal Gyrus, Linual Gyrus, Posterior Cingulate Cortex, Superior Frontal Gyrus, Paracentral Lobule, Middle Cingulate Cortex, 左側 Mid Orbital Gyrus, Rectal Gyrus, Inferior Temporal Gyrus, ParaHippocampal Gyrus, Cerebelum, 雙側 Inferior Frontal Gyrus, 及 Cerebellar Vermis。



Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			voxel-level					x,y,z {mm}		
p	c	$F_{corrected}$	k_E	$F_{uncorrected}$	$p_{FWE-corr}$	$p_{FDR-corr}$	T	Z_e	$p_{uncorrected}$			
0.003	217	0.000	0.000	0.000	6.09	5.90	0.000			26	-76	-30
0.013	156	0.001	0.000	0.000	6.04	3.93	0.000			24	10	50
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			28	28	54
0.267	70	0.011	0.000	0.000	6.02	5.91	0.000			58	-18	52
0.067	110	0.003	0.000	0.000	5.93	5.87	0.000			34	30	2
0.000	380	0.000	0.001	0.000	5.80	3.70	0.000			42	-62	26
			0.010	0.003	5.26	5.21	0.000			50	-65	26
			0.061	0.007	4.79	4.73	0.000			36	-74	32
0.001	265	0.000	0.001	0.000	5.71	5.64	0.000			50	-6	-30
			0.051	0.003	4.89	4.83	0.000			46	2	38
0.000	322	0.000	0.001	0.000	5.74	3.64	0.000			18	-24	0
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			16	-25	-12
			0.037	0.003	4.98	4.92	0.000			4	-28	-6
0.129	91	0.006	0.002	0.000	5.67	5.58	0.000			30	80	26
0.551	48	0.036	0.002	0.000	5.64	3.55	0.000			24	-22	72

圖五、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是右耳爲主雙聲道短句時，fMRI 發現腦部有意義的活化部位在右側 Cerebelum, Thalamus, Middle Frontal Gyrus, Superior Frontal Gyrus, Postcentral Gyrus, Angular Gyrus, Inferior Temporal Gyrus, Precentral Gyrus, ParaHippocampal Gyrus, 左側 Inferior Frontal Gyrus, 雙側 Middle Occipital Gyrus, 及 Cerebellar Vermis。

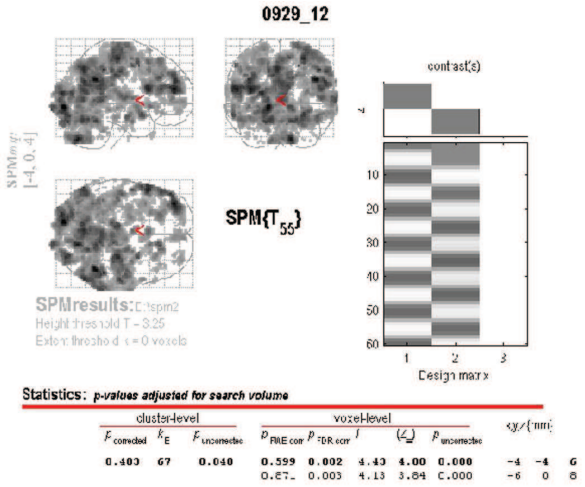


Statistics: *p-values adjusted for search volume*

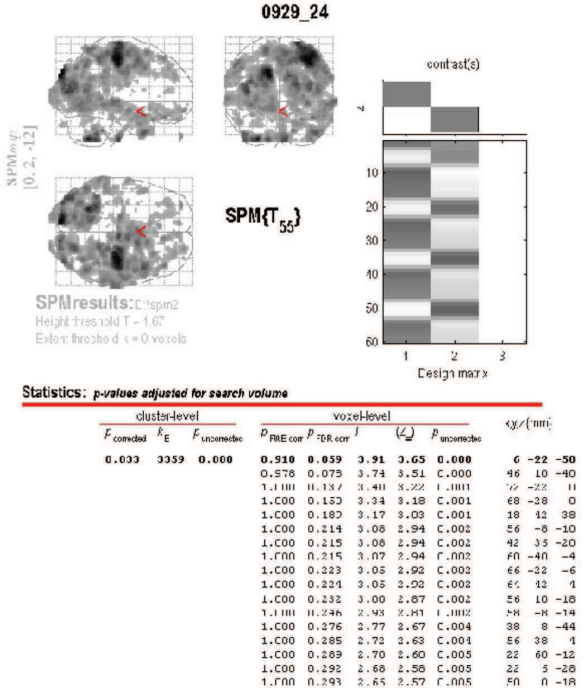
set-level		cluster-level			voxel-level					x,y,z {mm}		
p	c	$F_{corrected}$	k_E	$F_{uncorrected}$	$p_{FWE-corr}$	$p_{FDR-corr}$	T	Z_e	$p_{uncorrected}$			
0.032	131	0.001	0.000	0.000	6.04	6.00	0.000			-0	50	52
0.000	1060	0.000	0.000	0.000	6.02	6.67	0.000			-16	8	2
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			-16	-12	4
			0.002	0.000	5.68	5.54	0.000			-8	-4	34
0.012	162	0.001	0.000	0.000	6.75	6.60	0.000			70	12	18
			0.401	0.001	4.34	4.30	0.000			58	-14	20
0.001	249	0.000	0.000	0.000	6.33	6.22	0.000			24	32	42
			0.017	0.000	5.15	5.09	0.000			16	32	40
0.043	122	0.002	0.000	0.000	6.29	6.17	0.000			50	12	42
			0.028	0.000	5.05	1.08	0.000			60	8	28
0.004	197	0.000	0.000	0.000	6.29	6.16	0.000			6	-32	48
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			16	-32	64
0.000	363	0.000	0.000	0.000	6.22	6.10	0.000			-4	16	8
			0.001	0.000	5.75	5.66	0.000			16	18	1
			0.002	0.000	5.69	5.54	0.000			6	22	-16

圖六、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是左耳爲主雙聲道短句時，fMRI 發現腦部有意義的活化部位在左側 Superior Medial Gyrus, Putamen, Thalamus, Middle Cingulate Cortex, Caudate Nucleus, 右側 Postcentral Gyrus, Superior Frontal Gyrus Superior Frontal Gyrus, Middle Frontal Gyrus, Precentral Gyrus, Paracentral Lobule, Rectal Gyrus。

以 SPM2 分析實驗組 fMRI，僅當刺激型態是右耳輸入的噪音雙字詞時，方才發現腦部有意義的特別活化，結果顯示於圖七。其他五種刺激型態的 fMRI 分析皆未發現腦部有意義的特別活化，以刺激型態是左耳爲主雙聲道短句爲例顯示於圖八。由以上結果，我們發現 CAPD 兒童對聲音刺激的腦部活化部位似乎不在腦皮質，而且不隨刺激複雜度變化，也未出現當刺激來自左耳時，腦部活化部位比刺激來自右耳時稍大的傾向。



圖七、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是右耳輸入的噪音雙字詞時，fMRI 發現腦部有意義的活化部位在左側 Thalamus 及 Caudate Nucleus。



圖八、以 SPM2 分析對照組的結果顯示當刺激型態是左耳爲主雙聲道短句時，fMRI 並未發現腦部有意義的特別活化。

五、計畫成果自評

本研究在分析 fMRI 時，是以所謂 False-Discovery-Rate-corrected p value (p_{FDR})小於 0.05 爲判斷腦部有意義的特別活化的標準，因爲比起其他 p 值校正法，p_{FDR} 的寬嚴介於中間，Type I 及 II errors 可以接受。本次實驗，因 fMRI 機件及機器故障，實驗進度嚴重落後，只完成一例 CAPD 兒童，而無其他正常兒童的資料，因此在研究推論上受到極大限制。例如，CAPD 而之 fMRI pattern 究竟如何，無法由一例看出。且無常兒 fMRI 資料，較難掌握 CAPD fMRI 的 key features.

然而，據 Karunanayaka 等人 2006 年最新的研究，兒童成長過程中，有關聽覺部份的腦部主要變化在 primary auditory cortex, mid-superior temporal gyrus, superior temporal gyrus, hippocampus, angular gyrus 及 medial aspect of the parietal lobule (precuneus/posterior cingulate). 因對照組結果與實驗組差異極大，超過這些範圍，無腦皮質的活化，可以合理推測 CAPD 與常兒有可能用 fMRI 加以區分，然需收集更多 CAPD 兒與常兒之資料方能下結論。

據 karunanayaka 等人之同一研究，發展過程中的 left-lateralization 及右腦在聽覺理解中的重要性，則與我們此次的研究若合符節。總之，以腦功能影像來證實及改善臨床篩檢方法，是相當先驅性的研究，目前所得結果亦與我們原先假設符合，值得進一步研究。

六、參考文獻

Adelman, H. S., & Taylor, L. (1985). The future of the Ld field: A survey of fundamental concerns. *Journal of Learning disabilities,18*, 423-427.

American Speech –Language-Hearing Association (1996). Central auditory processing: Current status of research and implications for clinical practice. *American Journal of Audiology, 5 (2)*, 41-54.

Bellis, T. & Beck, B. (2003). *Central auditory processing in clinical practice.* Audiology Online, Inc.

Bellis, T. & Ferre, J. (1999). Multidimensional approach to the differential diagnosis of central auditory processing disorders in children. *American Journal of Audiology, 10,* 319-328.

Benasich, A.A.,Thomas, J.J., Choudhury, N., Leppanen, P.H.T..(2002) The Importance of Rapid Auditory Processing Ability to Early Language Development: Evidence From Converging Methodologies. *Developmental psychobiology,* 40:278-292

Bureau of Instructional Support and Community Services (2001). *Auditory processing disorders.* Florida Department of Education.

Chermak, G. & Musiek, F. (1997). *Central auditory processing disorders: New perspectives.* San Diego: Singular Publishing Group.

Cleveland,C.(1997). Central Auditory Processing Disorder: When is Evaluation Referral Indicated? *The ADHD Report*.

Domitz,D.M., Schow, R.L..(2000) A New CAPD Battery—Multiple Auditory Processing Assessment: Factor Analysis and Comparisons

with SCAN. *American Journal of Audiology,* Vol. 9,1059-0889.
Fowler,M.(2002) Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *NICHCY Briefing Paper*
Friederici ,A. D.,(2002) Towards a neural basis of auditory sentence processing. *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol.6 No.2
Gearheart, B. R. & Gearheart, C. J. (1989). *Learning disabilities: Educational strategies.* Columbus: Merrill.
Gearheart, B. R., Mullen, R. C. & Gearheart, C. J. (1993). *Exceptional individuals: An introduction.* Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
Gomez, R. & Condon, M. (1999). Central auditory processing ability in children with ADHD with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 32,* 150-158.
Haring, N. G. & McCormick, L. (1990). *Exceptional children and youth: An introduction to special education* (6th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice.
Jancke,L., Specht,K., Shah,J.N.,Hugdah,K.(2003) Focused attention in a simple dichotic listening task: an fMRI experiment. *Cognitive Brain Research*,16, pp257–266
Karunanayaka, P.R., Holland, S.K., Schmithorst, V.J., Solodkin, A., Chen, E.E., Szaflarski, J.P., Plante, E. (2006) Age-related connectivity changes in fMRI data from children listening to stories. *Neuroimage*, [Epub ahead of print]
Ladefoged,P., (2001) *Vowels and consonants:an introduction of the sounds of languages.* Blackwell Publishing Ltd.
Leonard, L. (1999). *Specific Language Impairment in Children.* Massachusetts: MIT Press.
Lerner, J. W. (1993). *Learning disabilities: Theories, diagnosis, and teaching strategies.* Boston: Houghton Mifflin.
Portas,C.M., Krakow,K.K., Allen,P., Josephs,O., Armony,J.L., Frith,C.D..(2000) Auditory Processing across the Sleep-Wake Cycle:Simultaneous EEG and fMRI Monitoring in Humans. *Neuron*,Vol.28, 991–999.
Rabiner.D.(1999) ADHD, Central Auditory Processing Disorder, and Learning Disabilities. *Attention Research Update.*
Saygõn,A., Dick,F., Wilson,S.W., Dronkers, N.F.,and Bates, E.. Neural resources for processing language and environmental sounds- Evidence from aphasia. *Brain* (2003),126,pp928-945
Schminky, M. M., & Baran, J. A. (1999). *Central auditory processing disorders - an overview of assessment and management practices.* Teaching Research Division of Western Oregon University for DB-LINK.
Smith, T. C., Polloway, E. A., Patton, J. R. & Dowdy, C. A. (1998). *Teaching Students with special needs in inclusive settings.* Boston: Allyn & Bacon.
Spivak, M. P. (1986). Advocacy and legislative action for head-injured children and their families. *Journal of Head Trauma Rehabilitation, 1,* 41-47.
State and District-Wide Assessments and Students with Learning Disabilities: A Guide for States and School Districts. National Joint Committee on Learning Disabilities (NJCLD)(2004)
Torgesen, J. K. & Kail, R. V. (1980). Memory processes in exceptional children. *Advances in special education, Vol. 1: Basic constructs and theoretical orientations.* Greenwich, Conn.: J. A. I. Press.
教育部（民93）。特殊教育法(修)。台北：教育部。
教育部（民91）。身心障礙及資賦優異學生鑑定原則鑑定基準。台北：教育部。
教育部（民91）。特殊教育統計年報。台北：教育部。
周台傑（民89）。新特殊教育通論。台北：五南圖書公司。