特殊教育季刊　民 109 年 9 月　第 156 期　第 1-8 頁
Doi: 10.6217/SEQ.202009_(156).1-8

# 聽覺中樞處理異常的評估與處遇

陳小娟
國立高雄師範大學
特殊教育學系
教授

## 摘　要

本文以聽覺中樞處理異常為主題，彙整 2016 美國聽力學學術研究會議與 2017 美國聽語學會年會在這個議題的報告，分成三項陳述：（一）聽力學學術研究會議中的綜合報告，包括從動物模型去探討神經發展的損傷對於音響處理的效應、聽覺皮質在聽力損失後的可塑性、長時間非創傷型噪音暴露是否會造成中樞聽覺處理異常、年長者的聽覺與認知處理、以及中樞聽覺訓練軟體與成效；（二）CAPD 領域知名學者 Jack Katz 博士透過其學術經驗之分享，引領群眾認識 CPAD 的過去與現在；（三）Gail Chermak 博士與 Frank Musiek 博士根據他們的觀察，提出聽覺處理異常當今議題；期待透過這些介紹，讀者對聽覺中樞處理異常有更加廣闊的視角。

**關鍵詞：**聽覺中樞處理異常、評估、處遇、水牛城中樞聽覺處理模式

陳小娟（chenhc2311@gmail.com）。

特殊教育季刊　民 109 年 9 月　第 156 期　第 1-8 頁

# Central Auditory Processing Disorder: Evaluation and Treatment

Hsiao-Chuan Chen

Professor,
Department of Special Education,
National Kaohsiung Normal University

## Abstract

This paper puts together the reports that focused on central auditory processing disorder (CAPD) and were presented at 2016 Audiology Academy Research Conference (ARC) or at 2017 ASHA convention. The content was grouped into the following three themes: (1) CAPD-related papers presented at the 2016 Audiology ARC, including animal models of neurodevelopment disruption and associated acoustic processing, auditory cortex plasticity following hearing loss, long-term non-traumatic noise exposure (a cause of CAPD), auditory and cognitive processing in older adults, and the effect of CAPD software. (2) World famous researcher Dr. Jack Katz shared his academic experience and helped the audience to learn the CAPD path in the past as well as at the present. (3) Dr. Gail Chermak and Dr. Frank Musiek proposed current issues in CAPD. It is hoped that by reading this paper, readers will have a broader perspective on the issues related to CAPD.

**Keywords:** central auditory processing disorder, evaluation, treatment, Buffalo Model for Central Auditory Processing

中樞聽覺處理異常（Central auditory processing disorder，以下簡稱 CAPD）可發生在成人與孩童，主要的缺陷呈現在聽覺管道，其結果是中樞神經系統對於聽覺刺激的知覺處理以及此系統之下的神經生理活動有缺失，從而表現在電生理聽覺誘發電位與行為測驗中 (Musiek & Chermak, 2007)。

CAPD 的評估與處遇在本國雖受到學界與臨床界的重視，但是其發展速度不及預期，本文彙整筆者近幾年在美國聽力學學術研究會議（Audiology Academy Research Conference，簡稱 ARC）與美國聽語學會（American Speech-Language-Hearing Association， 簡稱 ASHA）年會中聽取相關報告的紀錄，透過不同視角的提供，或許可加速相關知能的成長。以下分成三個項目呈現。

## 壹、聽覺中樞處理異常的評估與處遇

2016 年 ARC 的主題是「聽覺中樞處理異常的評估與處遇 (Central Auditory Processing Disorder: Evaluation and Treatment)」，主持人 Frank Musiek 博士指出老舊的線索其實與很多新觀點有關聯，過去有很多聽覺異常現象（例如：響音重振、噪音型聽損、耳鳴等），雖有少數人很清楚地指出中樞聽覺系統也顯示出問題，但是多數人都只注重周圍聽覺系統的問題，而忽略中樞在其中的角色。具體而言，1962 年就有人指出響音重振是中樞問題；1982 年動物實驗結果指出噪音造成周圍聽覺系統損傷的同時，也在中樞的上橄欖核與下丘造成損傷，問題並不侷限於耳蝸；十年前耳鳴被認為是周圍聽覺系統的問題，但現在知道皮質也參與其中。顯然 CAPD 的議題涵蓋在很多聽覺異常現象中，應該受到更多的重視。以下逐一介紹本次的六個主題。

主題一是「從動物模型去探討神經發展的損傷對於音響處理的效應」(Animal Models of Neurodevelopment Disruption and Associated Acoustic Processing)，Holly Fitch 博士透過老鼠的動物實驗來探討人類的聽覺現象，他強調：(1) 胎兒的神經若受損，會有自癒能力，損傷較早者，自癒較佳；(2) 不足月者的聽覺問題比足月者多；(3) 音調辨識若太好，會形成過多的語音類別，導致訊息接收變差。

主題二是「聽覺皮質在聽力損失後的可塑性」(Auditory Cortex Plasticity Following Hearing Loss)，Stephen Lomber 博士以貓為對象的實驗讓我們知道聽覺損傷可能帶來中樞的變化，他測試了七種視覺功能，其中動作偵測 (detection of movement) 與視場中的偵測 (detection across the visual field) 是先天的聾貓優於聽貓，另五種則無差異。他進一步探討形成此種差異究竟在聾貓的聽覺皮質中有何機制，透過可逆式減緩皮質活動的方式（分區冷卻聽覺皮質不同區塊），發現動作偵測與背側區塊 (dorsal zone) 的聽覺皮質有關，而視場中的偵測則與後聽覺區域 (posterior auditory field) 有關，表示聾貓確實有較好的視覺能力，可能是因為部分的聽覺皮質被用來處理視覺。以聽貓與聾貓為研究的結果顯示，在七種視覺分辨的測驗中，有兩種（分辨貓臉、分辨人臉）是先天的聾貓學習速度比聽貓快，另五種則無差異；可逆式減緩皮質活動的結果顯示，聾貓左大腦聽覺皮質的 T 區塊與此能力有關，研究者再次証明先天聾造成聽覺皮質出讓部分區塊給視覺功能，雖然這只是動物模型，推論到人體仍欠缺證據，但是先天聽損者有較佳的視覺處理能力可能有其生理依據。

主題三講述「長時間非創傷型噪音暴露是否會造成中樞聽覺處理異常」(Long-term Non-Traumatic Noise Exposure: A Cause of CAPD)，Jos Eggermont 博士以過去的幾篇文獻以及他自己的實徵研究結果舉證，提醒大家，生命初期暴露的聲音，即使音量沒有大到足以造成如同長期音響的傷害，但是也可能造成聽覺中樞皮質的改變。老鼠的實驗結果指出，播放中等音量的聲音兩週後，聽力暫時改變，停止噪音暴露後三個月，聽力雖回復，但是中樞的音

響局部組織 (tonotopic organization) 改變，成鼠與幼鼠都有此現象，幼鼠回復期較長，因為尚未成熟 (delayed maturation)。聽力圖、耳聲傳射、以及聽覺腦幹反應等測驗，都不足以顯示噪音對人體的效應（因為結果正常），但是研究發現個案在噪音中的語音表現變差，無論是語音或非語音，以不匹配負波（mismatch negativity，簡稱 MMN）測得的區辨力變差；如果做上述這些測驗，或許可看出噪音在中樞造成的變化。

主題四是「年長者的聽覺與認知處理」(Auditory and Cognitive Processing in Older Adults)，Kathleen Pichora-Fuller 博士指出年長時，很多能力下降：聽覺敏感度、聽覺處理能力、認知能力、工作記憶、空間注意力、聆聽速度等，這些都會影響助聽器的使用成效。如果有較好的聽覺能力，認知會較佳，研究顯示：(1) 聽覺功能較佳的阿茲海默症者，其認知的衰退速度比較緩慢；(2) 戴上助聽器後，認知篩檢測驗的得分衰退速度減緩；(3) 助聽後，照顧者認為早發性癡呆者 (dementia) 的行為問題變得較少；(4) 使用助聽器的人被認為有較佳的情緒與健康，並且較長壽。

主題五與六都和處遇有關，主要都是介紹中樞聽覺訓練軟體及其成效。Jeffrey Weihing 博士指出，過去已有研究證明密集式的聽覺訓練會改變中樞的可塑性，並且訓練可改變聆聽能力，他歸納了聽覺訓練的幾項重要屬性：根據作答者的反應調適題目的難度、經常練習但每次的時間都不長、提供回饋等，到目前為止，較為人知的電腦訓練軟體包括以下六種，Earobics、Fast ForWord、LiSN and Learn、CAPDOTS、Sound Auditory Training、Feature Squadron。過去雖有很多研究探討中樞聽覺訓練的成效，結果也都是正向，但多半是第四級的證據，其效果值介於 1.02 至 2.33 之間。Weihing 博士接著報告其團隊如何驗證雙耳耳間音量差異（Dichotic Interaural Intensity Difference training，簡稱 DIID）訓練的成效，其成效測量工具是四個在噪音中辨識語音的測驗以及一個辨位測驗。訓練時，要先找出左右兩耳得分的交錯點 (crossover point)，也就是差耳與好耳反應正確率相同的音量，之後參考交錯點，在每次的練習中，逐步升高好耳的音量，直到兩耳音量相同為止；每週三至四次，每次 30 分鐘，採用兩種模式做反應：雙耳分離 (binaural separation) 與雙耳合併 (binaural integration)。講者指出 DIID 訓練有助於雙耳異訊的接收，並且也有助於噪音中的語詞接收。

Harvey Dillon 博士介紹了他的團隊發展的 LiSN，這是一種可用來評估與改善空間處理異常的軟體，他指出研究結果證明此軟體有效。

## 貳、Jack Katz 博士的經驗分享

Katz 博士是 CAPD 領域知名學者，他的字典裡沒有退休這個名詞，2017 ASHA 年會中他報告了參與 CAPD 服務以來的重要經歷。

（一）同調號疊詞（Staggered Spondaic Word，簡稱 SSW）的發展背景：SSW 測驗起初是做為聽力損失者的中樞測驗，一開始就採用以誤分方式來計算耳蝸型聽損者與傳型聽損者在 SSW 與字詞聽辨的表現，校正後的分數二者相近，他很謙虛地表示這實在是很幸運，因為可以用此方式校正周圍系統對聽力損失者字詞聆聽表現的效應。在 SSW 測驗中，當兩個雙字詞被播放時，各有一個字互相競爭，並且時間重疊，另一個字則沒有競爭，也就是第一與最後一個字沒有競爭語音，這兩字可組合成第三個有意義的同調號語詞。因此錯過一個或兩個競爭字詞的受試者，可能會直接組合這兩個未競爭的字詞，而不是用猜測方式去回答未聽清楚的字詞。每組雙字詞呈現前，都以「準備好了嗎」做開頭，以之引起受試者注意，各有一半的雙詞先出現在左耳，另一半則是右耳先出現。

（二）音素合成（phonemic synthesis，簡稱 PS）測驗：最早被測驗的 17 個孩童，16 個有構音問題，並且也都未通過閱讀測驗，因此 Katz 博士根據 PS 測驗，製作一套治療方式，

並且運用在一年級孩童，成效很好，於是隔年就運用在幼稚園孩童，也得到很好的成效。

(三) 臨床聽力學手冊（The Handbook of Clinical Audiology，簡稱 HOCA）：1970 年出第一版，目前已進展到第七版，這是一本幾乎每個聽力學專業的人員都看過且擁有的經典書籍。

(四) 聽覺訓練與 CAPD 處遇：聽力損失者與植入電子耳的患者都需要某種形式的聽覺訓練，為了測驗其成效，他發展了音素辨識測驗（Phonemic Recognition Test，簡稱 PRT）。

(五) 音素合成圖畫測驗（Phonemic Synthesis Picture test，簡稱 PS-P test）：用來測七歲以下的孩童，這項能力與孩童的閱讀能力高相關。

(六) 水牛城模式的回顧與展望

Katz 博士從事 CAPD 的臨床與研究多年，他與團隊成員提出 Buffalo Model，主張 CAPD 有以下四種類型：解碼（Decoding，簡稱 DEC）、記憶衰退（Tolerance-Fading Memory，簡稱 TFM）、統整（Integration，簡稱 INT）、以及組織（Organization，簡稱 ORG），透過 PS、SSW 以及噪音中的語音辨識測驗來決定是哪一種類型，各類型有各自不同的治療方式，而各項測驗針對四種不同類型也各有不同指標可觀察。解碼類型採用音素訓練課程與音素合成訓練，記憶衰退類型採用噪音中辨識字詞的訓練（Words-in-Noise Training，簡稱 WINT）或短期聽覺記憶訓練（Short-Term Auditory Memory Training，簡稱 STAMT），統整類型採用雙耳異訊抵銷訓練（Dichotic Offset Training，簡稱 DOT），組織類型採用次序訓練（Sequencing Training，簡稱 SqT）。治療後的後測得分可顯示中樞功能的改進，除了測驗分數進步，家長與老師的評估也都顯示出個案的進步。

測驗的多向度計分 (multidimensional scoring) 是這個模式的特色之一，看重的是眾多分數所顯示的模組型態以及這些分數是否與家庭 / 學校所提供的訊息呼應，比較不看重個別分數所顯示的意義。另一特色是不忽略質性分數的重要性，例如個案雖然反應正確，但是卻要用很長時間做答，講者稱之為反應偏態 (response bias)，也被列為診斷的重要指標。

Katz 博士指出學界都有共識，CAPD 患者沒有年齡的下限，也不會因為智商或聽力損失而被排除在外，未來電生理測驗會佔有更重要的地位，中耳炎的早期發現會更加被重視，透過一些方式去減少落後的孩童，例如提供幼稚園到小一的每個孩童每週 30 分鐘的聽覺訓練、在三歲前就確定是否有 CAPD、以及提供早期療育去幫助孩童得到正常的發展等。

## 參、CAPD 現今的議題 (Current Issues in Central Auditory Processing Disorder)

Gail Chermak 博士與 Frank Musiek 博士是 2017 美國聽語學會年會的 CAPD 專題報告的講者。Dr. Chermak 在會議一開始就先導正視聽，她指出 ASHA (2005) 與 AAA (Musiek et al., 2010) 建議的 CAPD 診斷與處遇實務都是專業人員經過審慎的討論過程與共識而產生，針對這些議題所提出的觀點都有實證研究的支持，但是近幾年來有一些矛盾的想法與不同的實務被提出，提醒大家正視研究的結果。以下六個講題，Musiek 博士報告第四個子題，Chermak 博士則負責其他子題。

(一) 研究設計造成一些限制：有一部分具有矛盾性的現況聲明 (position statement) 是實驗設計很差的研究所得到的結果，2016 年有幾篇研究報告，批判了 CAPD 的概念、診斷的工具、以及聽覺訓練的效益，但是這些研究中的個案很多是疑似 CAPD，或是根據老師和 / 或父母的報告，而不是根據證據所做的診斷。因此以不合適的受試者去做研究，其研究結論無法信賴，因為我們無法確定這些疑似 CAPD 的個案是否有聽覺缺陷，並且這些個案可能有更多未被辨識的問題。我們必需用有效的（敏感性與獨特性）中樞聽覺處理綜合測驗來清楚

界定受試者並且辨識及描述其共病，之後才能夠分析並且解釋測驗結果。

(二) 國際疾病傷害及死因分類標準第十版（International Statistical Classification of Disease and Related Health Problems 10th Revision， 簡稱 ICD-10）將 CAPD 包括在其疾病種類中：但是卻有人認為它不是疾病也沒有明確的定義。Chermak 博士強調美國兩個專業學會都明確出版了 CAPD 準則 (ASHA, 2005; Musiek et al., 2010)，並且也將 CPAD 加到 ICD-10 的疾病種類中，代號是 H93.25。最近美國法院也判決 CAPD 孩童有權利接受服務（障別是「其它健康受損 Other Health Impaired, OHI」），並且聽力師是可為他們做診斷的合格專業人員。如果有人質疑 CAPD 診斷的合法性，就會損及 CAPD 孩童可得到的服務。

Musiek、Chermak、Weihing、Zappulla 與 Nagle (2011) 以及 Weihing、Chermak 與 Musiek (2015) 的報告採用的對象年齡不同，前者是中樞神經系統（Central Nervous System， 簡稱 CANS）確定有病灶的成人，後者是接受了 AAA 與 ASHA 所建議的 CAPD 綜合行為測驗的孩童，而這兩個群體在很多的中樞聽覺測驗有相似的表現。其他實驗室的結果也顯示，有 CANS 病灶的孩童在中樞行為測驗所表現出的類型以及電生理反應，都和有 CANS 病灶的成人相似，並且也和一些發展性 CAPD（也就是沒有 CANS 病灶的明顯證據）的孩童相似。

有些人認為 CAPD 的黃金診斷測驗並不存在，Dr. Chermak 指出，醫學界對黃金標準的定義是「當今最被大家認可的方法或程序」，她與她團隊的立場是雖然目前沒有大家一致都接受的黃金標準，但是有很多研究證明個別的 CAPD 測驗與綜合測驗的有效性，並且這些研究的受試者都是已知確實有 CANS 病灶的成人與孩童。

(三) 做區別診斷時如何降低混淆性：目的是降低假陽性診斷的風險，聽力師的角色之一不是要判斷究竟個案在哪個測驗以及有多少個測驗不通過，而是要排除是否是共病造成的不通過。不是只有聽覺特定的神經元會對聽覺刺激反應，大腦內的相近生理區域可能也會受到主要聽覺區域功能異常的影響。Chermak 博士提出一些方法來避免區別診斷時的混淆性，包括根據個案的能力來選擇測驗（例如：若耽心記憶力負荷過重，就選擇記憶力負荷低的測驗）、主要的症狀（不同的異常，症狀會重疊，但是某些症狀在 CAPD 的表現很顯著）、用測驗內測量 (intra-test) 的方式來判斷是否有聽覺缺陷（例如：兩耳的表現互做比較，而區別診斷的取向是強調同一個測驗多次施測的表現）、以及多種專業人員共同診斷。

(四) 目前具備黃金標準最適當的綜合測驗：Musiek 博士根據一些具體的研究數據做了以下建議。

1. 成人：頻率類型、時長類型、噪音中的斷音（Gaps in noise， 簡稱 GIN）、雙耳異訊數字與字詞、雙耳互動（Masking Level Difference，簡稱 MLD）、以及電生理測驗（聽性腦幹誘發反應 Auditory Brainstem Response，簡稱 ABR）與中潛值反應（Middle Latency Response，簡稱 MLR）。

2. 孩童：雙耳異訊（競爭句子、SSW、字詞、句子）、頻率類型、時長類型、噪音中的斷音 (GIN)、低冗贅度（噪音中辨識語音 Hearing in Noise Test、噪音中接收語音 Speech Perception In Noise ／ SPIN、噪音中快速語音辨識 QuickSIN、壓縮、合成語音辨識 Synthetic Sentence Identification ／ SSI）、雙耳互動（不同方位噪音中聆聽句子 Listening in Spatialized Noise test Sentences ／ LISN-S、MLD）、電生理（包括 ABR、cABR 與 MLR，其中 cABR 是以複合音為刺激的 ABR）。

(五) 患者自我報告：適當的運用問卷，可找出有風險的患者。這些問卷在未來可能會提供相關功能得到改善的證據，內容可包括聽理解、學業表現、社交技巧、工作場所表現等。目前的 CAPD 篩檢問卷雖很多，但獨特性多半都很差，有過度轉介的現象。

(六) 聽覺介入的有效性：有些學者認為

聽覺訓練無效，因為語言與閱讀技巧沒有進步。Chermak 博士則認為語言與閱讀處理與聽覺的區塊相隔很遠，並且聽覺訓練的目的是促進聽覺處理，而不是要改善語言與閱讀技巧。真正的聽覺介入是透過聽覺訓練的活動，語言、後設認知、以及認知介入都不是聽覺介入。聽覺訓練是由下而上的策略，目標是為聽覺技巧有缺失的個案改進其感覺處理能力，並且也期望這種改進也顯現在日常生活的聆聽情境。至於在聽覺缺失以外的範疇有所改善，例如：拼音、閱讀，則不是聽覺練的主要目標。目前的挑戰仍很多，其中一項是透過研究找出適用於七歲以下孩童的測量方式。

## 肆、後記

CAPD 患者沒有年齡的下限，找出可適當診斷年齡較小孩童 CAPD 問題的工具是各團隊努力的目標之一，在合適的評估工具尚未問世前，或許可採納 Katz 博士的建議：針對幼稚園到小一的孩童以音素合成方式每週做 30 分鐘聽覺訓練；在進行聽覺介入的同時，期待著本國在這個主題有更長足且快速的發展。

## 參考文獻

American Speech-Language-Hearing Association. (2005). (central) Auditory processing disorders [Technical Report]. Retrieved from www.asha.org/policy.

Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2007). *Handbook of central auditory processing disorder, volume I: Auditory neuroscience and diagnosis* (2nd ed.). San Diego, CA: Plural Publishing.

Musiek, F. E. et. al. (2010). Practice guidelines for the diagnosis, treatment, and management of children and adults with central auditory processing disorder (CAPD) (August 2010) [Practice Guidelines]. Retrieved from https://www.audiology.org/

Musiek, F. E., Chermak, G. D., Weihing, J., Zappulla, M., & Nagle, S. (2011). Diagnostic accuracy of established central auditory processing test batteries in patients with documented brain lesions. *Journal of the American Academy of Audiology, 22*(6), 342-358. doi: 10.3766/jaaa.22.6.4

Weihing, J., Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2015). Auditory training for central auditory processing disorder. *Seminars in hearing, 36*(4), 199-215. doi: 10.1055/s-0035-1564458