

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 人工電子耳植入者聲調辨識、音樂聽知覺與噪音中的語音 聽知覺之研究(重點研究計畫) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 95-2221-E-040-010-  
執行期間：95年08月01日至96年10月25日  
執行單位：中山醫學大學師資培育中心

計畫主持人：劉俊榮  
共同主持人：陳小娟  
計畫參與人員：大學生-兼任助理：陳彥伶、葉志偉  
臨時工：李宜螢、鍾佩玲、張廷彰、何怡儂、陳怡筠、盧盈如

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 97年04月21日

# 人工電子耳植入者聲調辨識、音樂聽知覺與噪音中的 語音聽知覺之研究

人工電子耳隨著軟硬體技術的革新，電子耳使用者已經可以經由電話與人溝通，在安靜情況、特別是高線索語句的語音聽知覺，已經有了令人滿意的表現(Zeng, 2004)。然而，受限於電極設計與訊號處理架構，仍有兩大難題亟待解決：音樂與噪音中語音的清晰度(Kong, Stickney, & Zeng, 2005)。此外，人工電子耳的發展以英語語系的溝通為主，而非華語的聲調語言，以致使用者在聲調辨識的表現上較為偏弱。因此，聲調辨識、音樂聽知覺、噪音中的語音聽知覺就成為當前人工電子耳的三大挑戰。

國內對於人工電子耳目前三大挑戰的研究，以聲調辨識居多，先後包括Huang、Wang 和 Liu(1995)；陳小娟(1997)；王南梅、劉樹玉、詹妍玲和黃俊生(1998)；Sun、Skinner、Liu、Wang、Huang 和 Lin(1998)；陳小娟(2000)；Wu 和 Yang(2003)；Peng、Tomblin、Cheung、Lin 和 Wang(2004)。這些研究的主要應用工具來自陳小娟所編製的國語聽知覺測驗庫中的「聲調辨識」分測驗，但對於目前人工電子耳而言，該測驗難度偏易，測驗結果容易出現天花板效應，因此，需要發展一份更適用的測驗工具。

國內人工電子耳對於語音聽知覺的研究，例如陳小娟(1997、2000)、王南梅、劉樹玉、詹妍玲和黃俊生(1998)、Huang、Wang 和 Liu(1995)、Lin、Chen 和 Wu(2005)、Sun、Skinner、Liu、Wang、Huang 和 Lin(1998)、Wu 和 Yang(2003)、Wu、Lin、Yang 和 Lin(2006)等，都是在安靜情況下評估使用者的語音聽知覺，但對於更貼近使用者日常溝通情況的噪音背景語音聽知覺，卻沒有著墨。而音樂聽知覺方面不僅沒有相關研究，更沒有適用的研究工具。

由於人工電子耳領域中的上述缺失，本研究主要目的即在補充國內聽知覺測驗工具不足，進行國語聲調辨識、音樂聽知覺、噪音中的語音聽知覺等三方面測驗的發展。噪音中的語音聽知覺測驗只要在現行適合的語音聽知覺測驗上加入所

需的噪音即可進行噪音背景語音聽知覺測驗，因此本研究選用陳小娟所發展的語音聽知覺測驗，以及蔡志浩發展國內 SPIN 測驗所錄製的雜沓語音(babble)作為噪音，組成本研究的噪音中的語音聽知覺測驗。國語聲調辨識以及音樂聽知覺測驗的編製過程與內容則分述如下。

### 一、國語聲調辨識測驗

國語聲調辨識測驗經研究者與計畫共同主持人陳小娟多次討論，並邀請國立高雄師範大學特殊教育研究所博士班學生鄧菊秀協助發展測驗(唯鄧菊秀中途因故退出)，考慮測驗難度問題，並且為了適用於更廣泛的測驗對象，因此聲調測驗不採雙字詞的方式進行、也不以國字為材料，而是請受試者傾聽單音節語音，辨識該單音節語音的聲調，因此只要受試者具有聲調辨識的能力，並不需要進行識字或注音符號的識別。

編製測驗材料時，由於每一個國語單音節語音都會與四個聲調當中的一個相結合，但有些語音能和所有的聲調相結合，而其他語音有的和三個聲調、有的和兩個聲調、有的僅和四個聲調當中的一個相結合，而成為國語的語音。然而其他的單音節語音與聲調結合的結果，雖然可以發出聲音，但並非國語系統當中的語音，因此就國語系統的角度來看，這些聲音就成為假字音。此外，聲母與韻母結合的結果，不管和國語哪一個聲調結合都不屬於國語的語音系統，這些也都是假字音。因此，本研究根據國語聲母與韻母拼音成單音節後，每一個單音節能和幾個聲調結合成為真字音的情況分為五類，包括拼音後能和每一種聲調結合成真字音的「聲調全有」、能分別和三種、二種、一種聲調結合成真字音的「三個聲調」「二個聲調」「一個聲調」，以及和任何聲調結合都無法成為國語語音的「聲調全無」等共五種單音節類型。

在測驗材料的布置上，本研究從上述五種單音節類型中，每種類型隨機抽取四個單音節後，再和四個聲調相結合，因此，每個單音節類型都會產生 16 個不同的語音，唯每一種單音節類型所產生的真字音、假字音的數量並不一致。例如在「聲調全有」的單音節類型中，抽中「ㄨ一ㄠ」「ㄛ」「ㄨ一ㄝ」「ㄨㄨ」等四

個音節，每個音節與四個聲調結合產生 16 個真字音。「三個聲調」的單音節類型抽出四個音節後，每個音節與四個聲調結合，產生 12 個真字音，4 個假字音；同樣地，「兩個聲調」會產生 8 個真字音，8 個假字音；「一個聲調」則產生 4 個真字音，12 個假字音；「聲調全無」則因為不論和哪一個聲調結合，都是假字音，因此 16 個字皆是假字音。因此，整份測驗表單中，總計有 20 個單音節，每一個單音節會與 4 種聲調相結合，總計有 80 個測試音，當中有 40 個是真字音，40 個是假字音。如此的測驗表單，在本研究中共計發展 8 份，以備將來施測時避免練習效果來使用。每個測試音皆請國立中正大學語言學系張榮興教授審閱，確認可以結合發音。此外，為了讓整份測驗表單能盡可能地包含各種聲母與韻母，因此在抽取音節的過程中採非置還隨機取樣的方式來進行。

## 二、音樂聽知覺測驗

音樂聽知覺測驗在編製時，邀請音樂治療領域的張乃文協助發展，張乃文目前在美國進修音樂相關領域的博士班。

音樂聽知覺測驗考量音樂測驗的難度問題，因此兒童與成人測驗分別發展。兒童版音樂聽知覺測驗包括樂音異同分辨、節奏異同分辨、音高分辨、音樂愛好、以及歌曲模式偏好等五個分測驗。樂音異同分辨測驗，乃是根據樂器發聲性質將樂音分辨分為不同難度（例如分辨鋼琴與鐵琴的樂音的難度是較高的），以瞭解受試者是否能分辨不同樂器所發出的樂音。

節奏異同分辨測驗以 La 為節奏，但為避免受試者對於特定頻率反應不佳，因此每個節奏音都配合鼓聲以擴大頻率範圍。此外，為瞭解受試者對於不同音域的反應，因此製作 5 個音域的節奏材料，及中央 C 以下 1 個八度、中央 C、中央 C 以上 1 個八度、中央 C 以上 2 個八度、中央 C 以上 3 個八度。每一個音域製作 63、108、144 等 3 種速度的節奏，以瞭解人工電子耳對於不同速度節奏的處理效果。

音高分辨測驗是讓受試者分辨音高的不同，包括單音、上行音程、下行音程

的異同比較，以及指出兩個樂音中較高的一個。

音樂愛好測驗則以樂器獨奏或合奏的音樂、以及聲樂清唱、聲樂加樂器等不同材料為刺激音，請受試者反應對於該刺激音的愛好與否。歌曲模式偏好測驗則以兒童常見的童謠為刺激音，比較哼唱、口白、曲唱等三種呈現模式的偏好。

成人版的音樂聽知覺測驗包括樂器經驗、節奏分辨、音高分辨、高低音模式分辨、音色分辨、以及音樂愛好測驗等六個分測驗。樂器經驗測驗詢問受試者是否曾經聽過某一刺激樂音的樂器，節奏分辨測驗、音高分辨測驗、音樂愛好測驗等三個分測驗的題型、音域、以及速度都與兒童版的對等測驗相同。高低音模式分辨則是呈現三個不同音程的樂音，請受試者圈選出所聽到的高低音模式。音色分辨測驗則是呈現兩組樂器所演奏出來的樂音，請受試者分辨兩組樂音是否為同一樂器所演奏。

本研究在發展聲調辨識、音樂聽知覺、噪音中的語音聽知覺測驗時，遭遇較大的困難在於音樂聽知覺的部分，如果以演奏者真實演奏樂器，來收錄樂音或其他非樂器的聲音，是較為理想的方式，然而測驗中涵蓋東、西方多種樂器，每個人所精通的樂器亦不相同，因此受限於經費、人員等因素，勢不可能。因此本研究在音樂聽知覺測驗的製作上，雖然採用音樂軟體開發公司 Steinberg 所發展的 hpersonic、以及 Colossus 等綜合音源為資料庫，雖然較為簡便易行，但音色受限於資料庫本身，其產生的影響需要進一步的探究。