

行政院國家科學委員會補助  
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

\* \*\*\*\*\*  
\* 計畫名稱：電子耳成人與聽常成人之視知覺與視聽整合知覺一字詞辨識表現上之比較研究 \*  
\* \*\*\*\*\*

執行計畫學生：余貴如  
學生計畫編號：NSC 100-2815-C-040-039-B  
研究期間：100年07月01日至101年02月28日止，計8個月  
指導教授：劉樹玉

處理方式：本計畫可公開查詢

執行單位：中山醫學大學語言治療與聽力學系

中華民國 101年04月03日

行政院國家科學委員會補助  
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

\* \* \* \* \*  
\* \* \* \* \*  
\* 計畫 : 電子耳植入成人與聽常成人之聽知覺與視聽整合知覺 \*  
\* 名稱 在字詞辨識表現上之比較研究 \*  
\* \* \* \* \*  
\* \* \* \* \*

執行計畫學生：余貴如

學生計畫編號：NSC 100 - 2815 - C - 040 - 039 - B

研究期間：100年7月1日至101年2月底止，計8個月

指導教授：劉樹玉

處理方式(請勾選)：  立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，  一年  二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學語言治療與聽力學系

中華民國 101年 3月 30日

## 電子耳植入成人與聽常成人之聽知覺與視聽整合知覺

### 在字詞辨識表現上之比較研究

摘要：

本篇研究是為了比較聽常成人與電子耳植入成人在聽知覺與視聽整合知覺上音強與字詞辨識表現關係的研究。納入聽常成人10名與電子耳植入成人14名進行研究。在所有的個案中，皆以華語單字音語音聽辨測驗結合自製口型影像多媒體語彙材料進行視聽整合單字辨識正確率測驗，再檢測其純聽覺單字辨識正確率。研究結果顯示聽常成人在高感知位階(ref. SDT)傾向使用單一聽覺模式辨識字詞；電子耳植入成人在任一感知位階皆傾向使用視覺加聽覺的雙模式來辨識字詞，且視覺增強效應在音素辨識上有最大的正效應，而音調辨識則出現負效應。由於華語和電子耳音訊處理的特殊性，建議臨床音強與辨識正確率方程式應使用詞素為計分標準。

#### (一) 研究介紹

人類活動中，口語溝通是不可或缺的資訊交流途徑（林寶貴、翁素珍, 民 84）。然而內耳耳蝸毛細胞的受損，會造成不可逆的感音神經性聽覺損失。一般而言，輕中度聽力損失者使用助聽器可有顯著的溝通輔助，然而對於重到極重度的聽力損失則幫助有限。隨著科技的進步，重到極重度的聽損已經不是一個無法改善的問題，電子耳（或稱人工耳蝸，cochlear implant，以下簡稱CI）的發明成為非常有效的輔具選項(Copeland & Pillsbury, 2004; Deggouj, Gersdorff, Garin, Castelein & Gerard 2007)。

聲學訊號透過CI的體外處理器轉換成電流訊號，由植入耳蝸內的電極束直接刺激聽神經，來彌補內耳毛細胞受損所造成的傳遞失效。雖然大量的文獻顯示CI已經是相對成功的聽覺輔助器具，但仍舊有其不足之處，使得CI植入者的口語聽覺接收能力與聽覺正常

(normal hearing，以下簡稱NH) 人士有一定程度的落差。其中一個原因是CI所提供的電學訊號，與一般的聲學訊號有相當大的差異。受限於電極束的刺激模式，即使現今虛擬頻道的頻道發展仍無法完整的傳遞原始聲訊，而有扭曲失真的現象 (Lorenzi, gilbert, Carn, Gar-

nier & Moore, 2006)，因此CI使用者仍需藉助視覺訊息來提升其口語知覺。大多數習語後失聰（postlingual deafness）的CI植入者在術後幾個月的時間就可以達到一定程度的語音理解，並在一年之後就可在視聽合併（audiovisual）的模式下逐漸接近該個體聽覺辨識的最佳表現(Rouger, Lagleyre, Fraysse, Deneve, Deguine & Barone, 2007)。

口語溝通時，接收者（receptor）除了依賴聽覺線索之外，視覺也是一個很重要的因素。與聽損人士溝通時，提供的視覺線索愈多，他們越能接收到完整的語言訊息，而達到溝通最大化的目的(Goldberg, 1995; Grant, Walden & Seitz, 1998; Sumbly & Pollack, 1954)。上述在溝通時同時使用聽覺和視覺的狀態稱為讀話（speechreading），NH者也會慣性的依賴讀話能力，像是在聽覺線索不足的情形：背景環境噪音過大、說話者音量較小，距離較遠等。此時NH者的口語視知覺（visual speech perception）可以提升語音清晰度的理解(Ross, Saint-Amour, Leavitt, Javitt & Foxe, 2007)。即使在語音訊息非常清楚時，視覺資訊也可以讓語音察覺和清晰度有一定的幫助(Campbell, 2008)。雖然有些許研究對於讀話個體間變異性和讀話訓練的一致性有不同的論點，但一些研究提供可靠的證據顯示聽損人士較NH人士有更佳的讀話能力(Strelinikov, Rouger, Lagleyre, Fraysse, Deguine & Barone, 2009)。

Grant 等人(1998)為了瞭解單一聽覺（Auditory-only, 以下簡稱為A）和視覺（Visual-only, 以下簡稱為V）與視聽合併（Auditory-visual, 以下簡稱為AV）的比較建立了一個認知架構模型：在讀話的起始階段，聽覺和視覺的邊緣感覺系統（peripheral sensory systems）分別提取視覺和聽覺的音節、超語段、音韻資訊，再由更中樞的機制來整合成音素和詞素。以此模型來探討視覺和聽覺的語言訊息在不同族群的比較十分合適，因其特別強調不同的邊緣、中樞或邊緣與中樞結合能力所造成特異模式的增強(Sommers, Tye-Marry & Spehar, 2005)。很多學者都試著量化個體整合A和V語言訊息的能力，其中最常見的方法是測驗A和V的語言理解來預測其AV整合能力，再與實際AV模式下表現進行比較。如果一個實際AV分數比預測的分數低時，則表示此個體的整合能力比最佳整合能力低(Braidia, 1991)。

目前只有少數研究探討CI的AV表現，雖然經由CI得到的讀話和聽覺語言認知過程非

常不同，但至少有一個過程是相同的：他們都提供語言認知所依賴的語言分析，不足的感官線索。因此，他們需要預測和整合認知策略來補償所依賴訊息的輸入缺乏(Stenfelt & Ronnberg, 2009)。在Rouger等人在2007年針對習語後失聰CI植入者的讀話能力八年的縱向追蹤研究中，CI植入者在開頻後A模式下的平均字詞語言理解就有立即顯著的進步（術後47%>術後10%），並在術後持續顯著進步，在術後七個月達到一個平台（大約在術後七個月時68%，緩緩上升到術後三年80%，直到術後八年約達85%）；AV模式下的表現從開頻後就有90%，與術後八年95%無顯著差異；V模式則是呈現不變約40%。

臨床上例行的聽覺功能檢測中，聽力師經常使用字詞聽辨測驗來評估CI植入者的語音聽辨能力。但事實上，聽覺加上視覺的雙模式口語知覺（audiovisual speech perception），應該更能反映個體在日常生活的實際狀況與表現。可惜的是有關中文口語的讀話或視聽整合的相關研究極為有限。且即使我們都假設CI植入者在AV雙模式(bimodel)下會有最佳的表現，目前國內外對於CI植入後音強增長的讀話能力改變狀況都沒有直接答案。CI植入者的視聽整合或稱讀話模式在各個音強位階字詞分辨上的表現與純聽覺的表現是否有所差異？其中VE對字詞聽辨的效應為何？與NH者的狀況又有何不同？這是本研究想要探討的課題。由於國內對於CI植入者的研究與國外相比相對較少，本研究除了探討上述的單字詞正確率與音強之關係外，亦加入CI植入者在音調和詞素方面與音強之關係進行分析討論。

本研究利用華語單字音語音聽辨測驗(蔡昆憲、楊順聰, 2009)為語彙材料，自行設計一套以多媒體方式來施行說話者的視覺與聽覺訊息，來測量聽常成人與電子耳植入成人在純聽覺與視聽覺整合上的能力。主要目的在比較電子耳植入者與聽常人士，其純聽覺(A)與視聽覺合併(AV)在音素平衡字詞聽辨表現與音強函數（Performance Intensity Function for Phonetically Balanced words，不同音強下個體之音素平衡字詞聽辨正確率之關係函數，以下簡稱為PI-PB)上之異同。希望能藉由此研究作為未來進一步發展臨床聽覺認知系統，視覺與視聽覺整合測驗工具提供基礎。

研究問題為：(1)聽常成人使用純聽覺模式與視聽雙模式的PI-PB關係比較；(2) 電子耳植入之聽損成人使用純聽覺模式與視聽雙模式的PI-PB關係比較；(3) 聽常成人與電子耳植入成人的PI-PB關係比較。

## (二) 研究方法

### 1.) 受試者

本研究經由公開徵求聽常成人自願者，共有受試者10名（6女4男），平均年齡為21.6歲（標準差=2.9）。納入標準為聽力正常（即500, 1000, 2000, 4000 Hz 聽閾值皆低於25 dB HL以下）、中耳狀況正常且無耳科疾病史。聽常成人受試者資料見表一，個案資料包括施測年齡、性別、測試耳側、語音察覺閾值（Speech detection thresholds, 以下簡稱SDT）、語音辨識閾值（Speech recognition thresholds, 以下簡稱SRT）和500, 1000, 2000, 4000 Hz之平均聽力閾值、視力狀況和視力矯正與否。電子耳植入成人受試者14名（5女9男），平均年齡為35歲(標準差=17)，納入標準為佩戴電子耳時間至少半年以上，且無聽損以外其他障礙者。詳細資料見表二，個案資料包括施測年齡、性別、植入耳側、視力狀況、視力矯正與否、SDT、SRT、500, 1000, 2000, 4000Hz之平均聽力閾值、CI型號、實際使用電極數、CAP、SIR和非植入耳PTA。

表一. 聽常成人受試者資料

個案編號	施測年齡	性別	測試耳	SDT	SRT	PTA	視力狀況	視力矯正與否
NH-1	19	F	R	-10	0	0	近視	yes
NH-2	19	F	L	-5	15	8	近視	yes
NH-3	21	F	R	0	10	3	近視	yes
NH-4	21	M	R	5	10	13	正常	--
NH-5	20	M	L	0	10	10	近視	yes
NH-6	20	M	R	-5	15	8	正常	--
NH-7	19	M	L	5	10	17	近視	yes
NH-8	26	F	R	-10	10	8	近視	yes
NH-9	26	F	R	-10	10	13	近視	yes
NH-10	25	F	L	-10	10	5	近視	yes

(SDT in dB HL, SRT in dB HL, PTA: Pure-tone Thresholds Average of 0.5k, 1k, 2k, 4k dB HL)

表二. 電子耳植入成人資料

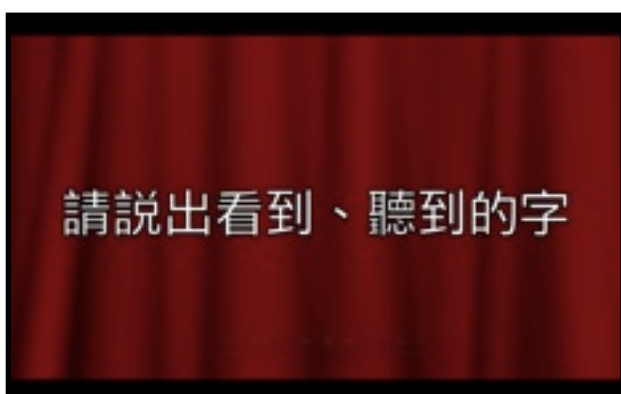
個案編號	CI-1	CI-2	CI-3	CI-4	CI-5	CI-6	CI-7	CI-8	CI-9	CI-10	CI-11	CI-12	CI-13	CI-14
施測年齡	57	18	54	18	78	19	36	18	31	43	42	31	24	29
性別	F	F	M	F	M	M	M	F	M	M	M	M	F	M
植入耳	R	L	L	L	L	L	L	R	L	R	R	L	L	L
植入時長	2	9	2	11	3	3	4	9	3	6	1	6	2	4
視力狀況	白內障	近視	近視 老花	近視	老花	近視	近視	正常	近視	正常	近視	正常	近視	正常
視力矯正與否	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	--	yes	--	yes	--	yes	--
SDT	20	20	30	25	20	20	20	25	20	30	15	30	20	25
SRT	45	50	45	35	35	35	35	35	35	40	25	40	25	30
PTA	28	32	40	35	35	26	28	37	25	27	31	38	35	30
CI型號	freedom	24CS	freedom	24M	freedom	freedom	freedom	24CS	freedom	24CS	freedom	24CS	freedom	freedom
實際使用電級數	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
CAP	8	8	7	6	7	8	9	6	8	8	9	6	9	8
SIR	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
非植入耳PTA	120	106	100	113	110	101	88	106	108	104	107	110	98	110

(植入時長年數，SDT, SRT, PTA in dB HL, CAP: The Categories of Auditory Performance scored by participant-self, SIR: Speech Intelligibility Rating scored by test performer. )

## 2.) 材料

本研究選擇標準化工具<華語單字音語音聽辨測驗, MMRT>之錄音光碟，作為音訊材料，共有6組字詞，每組25字。影像方面以SONY攝影機自行錄製之真人正面說話影像，包括整個頭部和肩膀，製作成視聽覺整合多媒體測試工具。再以APPLE電腦之imovie軟體將華語單字音語音聽辨測驗音檔與真人說話影像結合，成為本研究視聽覺整合之測驗工具。呈現的畫面如圖一、圖二。

圖一. 開始畫面



圖二. 視聽整合多媒體畫面

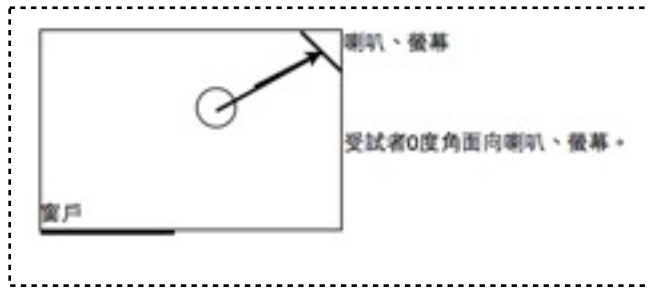


## 3.) 測試環境設備

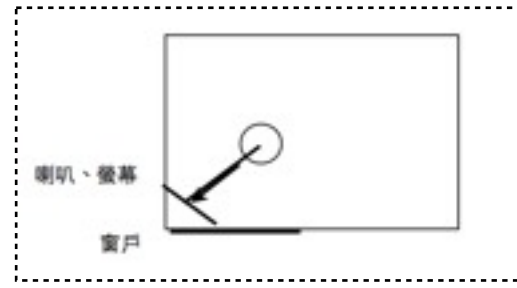
聽常組於中山醫學大學聽力檢查單隔音室進行施測，將上述自製測驗透過APPLE Macbook手提電腦，畫面轉接19吋LCD螢幕、音訊輸入聽力計GSI - 61播放。實驗配置方式如圖三所示，外接螢幕置於聲場喇叭下方。受試者坐在距離喇叭一公尺、零度角面向喇叭。電子耳組於台北林口長庚耳鼻喉科雙隔音聽檢室進行施測，受試者坐在隔音間中以0度角面對左方喇叭，距離喇叭一公尺處，如圖四所示，其餘配置與聽常組相同。



圖三 聽常組實驗配置



圖四 電子耳組實驗配置



#### 4.) 施測步驟

NH組受試者隨機選擇一耳進行測驗（將TDH39耳機遮蔽非測試耳），CI組佩戴CI（非測試耳不佩戴任何助聽輔具）。首先在聲場下以震顫音為刺激音，測量受試者0.5, 1k, 2k, 4k Hz的聽覺閾值、SDT和SRT。

再以上述自製的視聽多媒體測驗隨機播放表單，測量其AV之單字詞辨識正確率，再測量A之單字詞辨識正確率，每一模式施測五個音強位階，表單不重複。第一個表單音強位階由受試者的SRT開始，其他表單依照實際施測時受試者接受狀況隨機增減音強。舉例來說：CI受試者的SRT為20 dB HL，在AV模式下施測音量順序為20, 25, 15, 10, 30 dB HL，表單順序為A1, B3, A2, B2, A3；在A模式下施測音量順序為20, 15, 25, 30, 35，表單順序為B1, A1, A2, B3, B2。10名聽常受試者，兩種模式皆完整施測五個音強位階；在14名電子耳植入受試者中，有3位因時間關係僅測試四個音強位階。施測前給予受試者口頭與文字指導語：「你將會從前方的喇叭和螢幕上看到或聽到一位男士講一個字，請你一邊看一邊把聽到的字詞寫下注音或國字。如果聽不清楚，可以用猜的，盡量每個都猜猜看。」。在純聽覺測驗施測前指導語省略：「一邊看」三字，其餘皆相同。施測前沒有進行表單內容熟悉化。

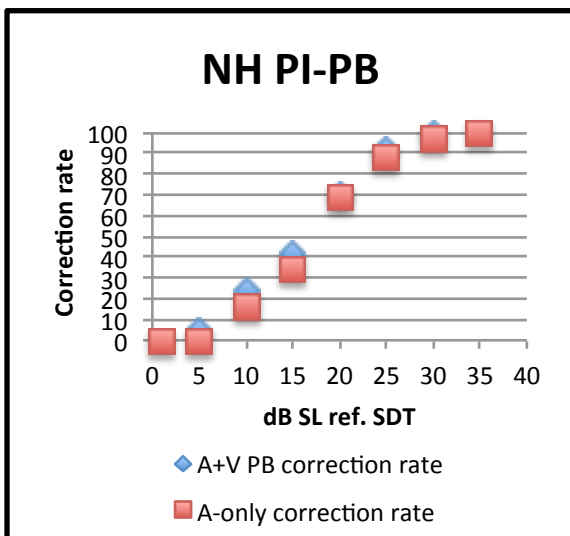
### (三) 研究結果

本研究結果將分成三個主題來呈現，1.) NH組AV與A模式下的字詞辨識表現與音強關係(PI-PB function)。2.) CI組AV與A模式下的字詞、音調、音素辨識表現與音強關係(PI-PB, tone, phoneme functions)。3.) NH組與CI組的PI-PB比較。

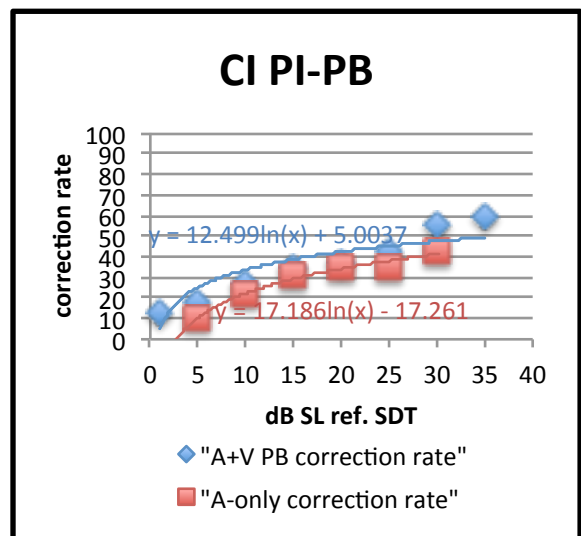
#### 1.) NH組之PI-PB function

NH成人在AV的平均單字詞辨識率從聽覺察覺閾值起之感知位階 (sensation level referenced speech detection level, dB SL ref. SDT) 從0至+30 dB SL逐漸提升 (圖四中的藍點)，A模式亦呈類似的趨勢 (圖四中的紅點)。AV模式的正確率在任一SL上皆高於A模式。在15dB SL以下的感知位階中，AV的辨識正確率比A模式相對較高，可高出9%的正確率。在20 dB SL以上，AV與A的辨識正確率就十分接近，最大僅高出3%的正確率。AV辨識正確率在30dB SL時接近100%正確率，而A模式則在35dB SL時接近100%正確率。

圖四 NH組之平均PI-PB function



圖五 CI組之平均PI-PB function



## 2.) CI組之PI functions

### 1. 華語單字詞辨識率 (Word recognition)

CI植入成人在AV模式下，隨著SL的增加，平均字詞辨識率逐漸提升，平均正確率從5 dB SL的17%逐漸提升至35 dB SL的60%；在A模式時，則從5 dB SL的10%至30 dB SL的42%逐漸提升（見圖五）。AV模式的平均正確率在任一SL上皆比A模式為高。其中CI植入成人在低SL時，使用單一模式與雙模式的字詞辨識率相差不大，但在25 dB SL時正確率差異較大至8%。而最小在20 dB SL僅高出2%的正確率。在30 dB SL，雙模式的字詞辨識率則比單一模式高出14%。統計結果顯示，CI組各個音強AV - A，Wilcoxon Signed Ranks test (2-tailed)中，僅有SDT+5有顯著差異 ( $p = .042$ )，而SDT+30則是接近顯著差異 ( $p = .066$ )。

### 2. 華語單字詞音調辨識率 (Tone recognition)

CI植入成人的字詞音調辨識，A與AV模式下的辨識正確率趨勢與數值均相當接近（見圖六），正確率從+5dB SL的30%左右逐漸提升至35 dB SL的70%左右，惟於20 dB SL時正確率呈現一個低谷 (notch)。AV模式的正確率除了在35 dB SL下比A模式高了12%外，在其他SL皆低於A模式。在+ 5, +10, +20 dB SL中A正確率比AV高8, 7, 8%，其他位階AV的辨識正確率與A模式正確率差異在6%下。差異最大在+10和+20dB SL高出8%的正確率，而最小在+ 15dB SL僅高出2%的正確率。CI組各個音強AV - A，Wilcoxon Signed Ranks test (2-tailed)中，僅有SDT+5有顯著差異 ( $p = .028$ )。

### 3. 華語單字詞詞素辨識率 (Phoneme recognition)

CI植入成人在AV模式下，辨識率隨著SL的增加，詞素辨識正確率從59%緩緩提升到75%；在A模式時，則從5 dB SL的47%緩緩提升到35 dB SL的64%（見圖七）。AV模式的正確率在任一SL上皆比A模式為高。其中在+25和+10 dB SL位階中，AV的辨識正確率與A

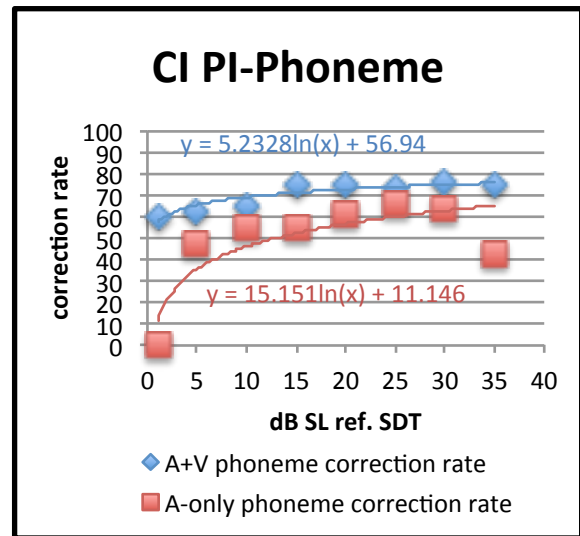
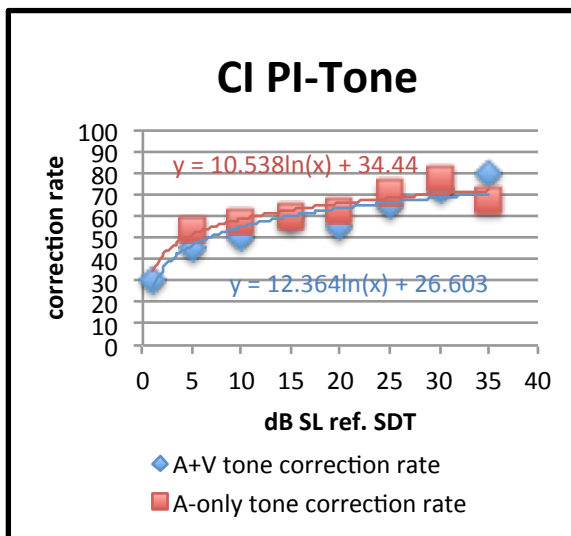
模式差異最小，僅高出9%；最大在+20dB SL可高出20%的正確率，其次在+5, +20dB SL位階分別高出A模式15%和13%的正確率。統計結果顯示，CI組各個音強AV - A，Wilcoxon Signed Ranks test (2-tailed)中，僅有SDT+5, 10, 15, 20皆有顯著差異 (p= .046, .034, .002, .009) ，而SDT+30則是接近顯著差異 (p= .068) 。

#### 4. CI組AV模式與A模式辨識率

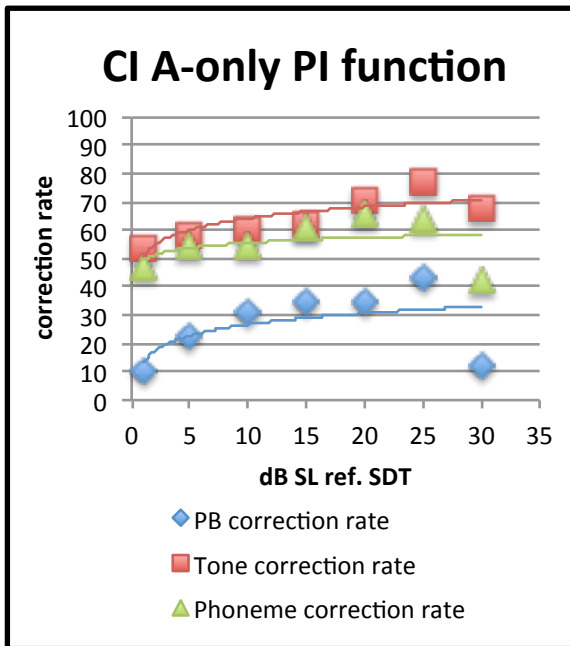
在CI植入成人的A辨識正確率中，在任一SL上，詞素平均正確率皆大於音調，而音調平均正確率皆大於單字詞（見圖八）。在CI植入成人的AV辨識正確率中，在任一SL上，音調平均正確率皆大於詞素正確率，而詞素正確率皆大於單字詞正確率（見圖九）。

圖六 CI組之平均PI-Tone function

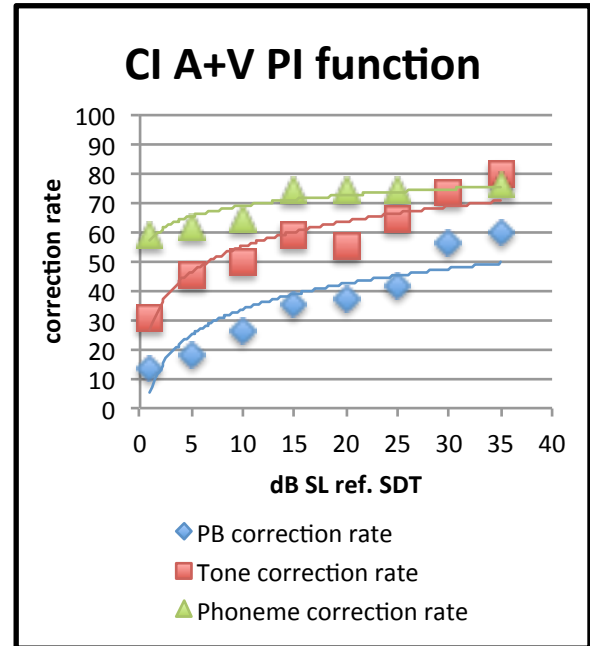
圖七 CI組之平均PI-Phoneme function



圖八 CI組在A模式之比較



圖九 CI組在AV模式之比較



### 3.) CI組與NH組之PI-PB比較

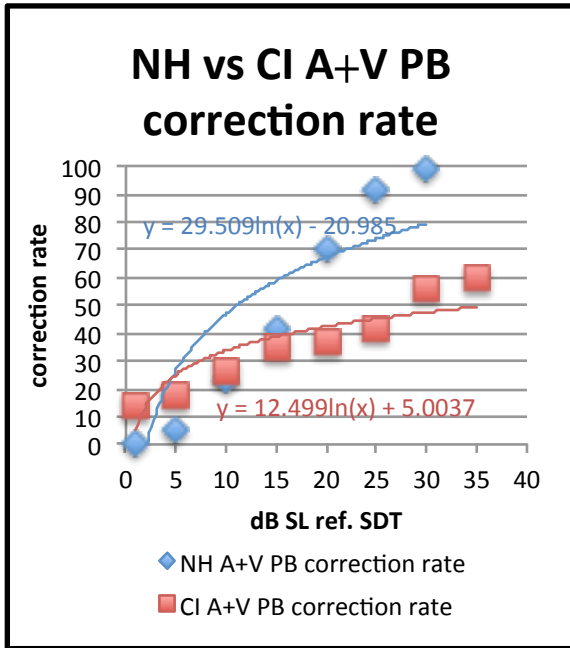
#### 1. AV模式

NH成人在低感知位階時 (0到15dB SL) 字詞辨識率較CI植入成人差 (見圖十) , NH者在0, +5, +10 dB SL時正確率低於CI植入成人13%, 12%, 3%。NH者在+ 15 dB SL時正確率高於CI植入成人7%。但在感知位階相對高時(即: +20, +25, +30, dB SL) , 其平均字詞正確率則顯著高出CI植入成人33%, 49%, 43%。

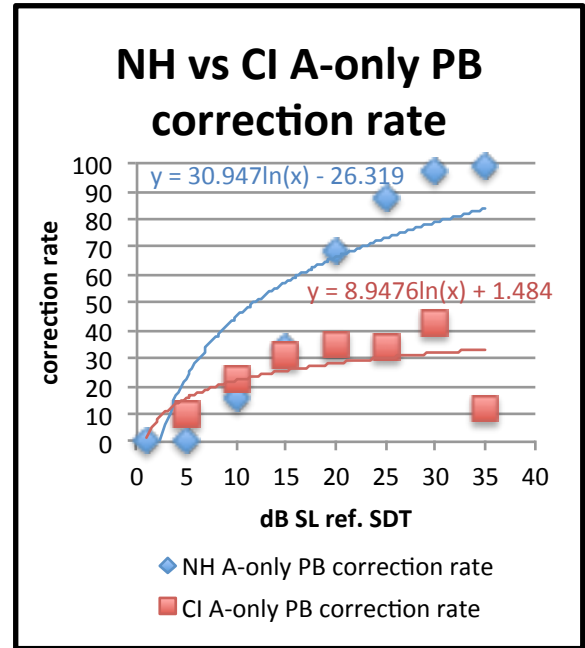
#### 2. A模式

NH成人與CI成人在低感知位階時 (0到15dB SL) 字詞辨識率差異不大 (見圖十一) , CI植入成人在0dB SL時正確率高於NH成人3% , NH者在+10, +15dB SL時正確率高於CI植入成人1%, 7%。在感知位階相對高時 (即: +20, +25, +30, +35 dB SL) , NH成人平均字詞正確率則顯著高出CI植入成人22%, 28%, 32%, 65%。

圖十. AV模式下NH組與CI組之PI-PB



圖十一. A模式下NH組與CI組之PI-PB



(四) 討論：

本次研究將各組所得到的AV與A的數據相減，得到各組的視覺增強值(Visual Enhancement,  $AV-A=VE$ , 以下簡稱VE)，呈現於表五。其中由於SDT+35 dB SL的數據僅有一個受試者，不代表平均意義故省略不納入計算；SDT +0 dB SL的數據僅有三位受試者有接受此位階的AV測驗，亦省略不記。以下將分成三個主題進行討論：1.)  $VE > 0$ ， 2.)  $VE = 0$ ， 3.)  $VE < 0$ ， 4.) CI的特殊音強表現趨勢。

表五. NH組與CI組在各別音強的視覺增強值

VE	SDT	SDT+5	SDT+10	SDT+15	SDT+20	SDT+25	SDT+30	SDT+35
NH, PB	--	5	7.77	8.3	2.2	4.3	1.91	--
CI, PB	--	7.78	4.418	3.71	2	7.54	13.14	--
CI, Tone	--	-8	-7.85	-1.14	-7.43	-6.05	-4.33	--
CI, Phoneme	--	15	9.75	20.07	13	8.15	11.75	--

## 1.) A+V > A-only : Visual Enhancement

對NH成人而言，視覺提升效應出現在所有感知位階的單字詞辨識率上，AV模式皆高於A模式。但在低感知位階（+15 dB SL以下）VE效應較為明顯；在高感知位階（+20 dB SL以上）VE較小。此結果顯示在低感知位階時，NH成人必須使用的視覺使用雙模式策略來提升其字詞辨識；而在高感知位階時，由於聽覺訊息清晰，故以聽覺模式為主進行辨識，VE效應則相對不那麼顯著。另外我們觀察到聽常成人的平均辨識正確率以+20 dB SL為一個分水嶺，+15 dB SL時AV平均辨識率為42、A為33%，而+20 dB SL時AV平均辨識率就急速增長為70%、A為68%；並且在+25 dB SL時就漸漸接近辨識正確率100%（見圖四）。表示聽常成人大約在+20 dB SL時，聽覺模式就已經接管主要的語音接收，視覺增強在低感知位階才有較多的表現。

本研究結果顯示：CI植入成人的AV與A模式差異在單字詞辨識率與NH成人差異不大，但其VE的趨勢是在感知位階兩端（+5, +25, +30 dB SL）時有較大的VE表現（7, 7, 13%的差異），統計結果也呈現類似趨勢（+5, +30 dB SL,  $p = .042, .066$ ）。與NH成人在低感知位階有較大的VE表現不同；且趨勢曲線和NH成人有一急速增長的音強感知位階分水嶺比較起來，平緩甚多。在詞素辨識率方面，CI成人有這次所有AV模式和A模式差異中，最大9~20%的VE趨勢表現，且在低感知位階（+5, 10, 15, 20 dB SL）有顯著差異。在AV模式下，CI成人的詞素平均正確率趨勢大於音調平均正確率趨勢；在AV模式和A模式下，CI成人詞素的平均率趨勢皆大於音調和單字詞的平均正確率趨勢。顯示CI植入成人在各個音強皆傾向於使用雙模式為語音接收的管道，但在極端音強（極低與極高音強）下有較多的VE效應，並且在詞素的辨識中使用最多視覺增強技巧。

## 2.) A+V = A-only : No visual enhancement

NH成人在音強為+20 dB SL以上，單字詞辨識率在AV和A模式非常相近，幾乎沒有VE趨勢。而CI成人在音強+25 dB SL以下的單字詞辨識率和所有音強的音調辨識率中，AV和A模式都非常相近。可以推論NH成人在高感知位階音強時，視覺增強技巧使用較低；CI成

人在音調辨識中，幾乎無法使用視覺增強來辨識。然而在華語的字詞構造中，音調會直接影響到單字詞辨識正確率的計算。目前臨床在PI-function 計算上，仍然使用單字詞辨識正確率為主，由於CI音調接收的不足甚至在AV模式下的干擾可能問題（下段討論），建議應該以詞素正確率為PI-function的主要計算方式才能符合華語的特殊性。

### **3.) A-only > A+V : Single model > Bi model, Concentration**

所有數據中，只有在CI成人的音調辨識出現純聽覺模式平均正確率趨勢大於視聽整合模式的現象（見圖六）。在此我們不將+35 dB SL的數據納入討論，因為此位皆只有一個數據，不具平均代表性。由上面提到的音調辨識幾乎無法使用視覺輔助來增強，因此可以推論在CI成人要辨識音調時，視覺感官的加入反而有干擾音調分辨要素的可能性。由此可知，音調的辨識有其特殊性，僅可由聽覺察覺其過度段。這也和目前華語電子耳植入者在音調的語音接收和輸出是聽能復健最難以克服的課題吻合。

### **4.) Cochlear implants Performance-Intensity trend phenomena**

在這次的研究施測中，我們觀察到一些CI植入成人在較高感知音強下有辨識正確率下降的趨勢。在詞素AV模式中，14位受試者有10位最高正確率非最高施測位階；在A模式中，14位受試者則有7位受試者。我們將其詞素正確率的最高感知位階和其語音辨識閾值比較，在AV模式中有10位受試者的最高詞素正確率音強皆在語音辨識閾值正負5 dB內；在A模式中有5位受試者的最高詞素正確率音強在語音辨識閾值正負5 dB內。另外，CI成人有極高的詞素起始正確率，AV模式中在0 dB SL就有59%的平均正確率；在A模式中+ 5dB SL就有47%的平均正確率。這樣的結果吻合CI音強處理的設計。由於CI的電流調整很大部份是依照使用者的接收音強舒適度為主要設定，所以過大或過小的音量都會進由體外處理器進行壓縮和放大到最適電流刺激。因此CI植入成人的音強與辨識率的趨勢曲線會呈現較平緩的趨勢，甚至在A模式低感知位階時，單字詞辨識平均正確率可以較聽常成人來得高。



## (五) 結論

NH成人在高感知位階音強時傾向使用單一聽覺模式，視覺增強技巧使用較低，且大約在+20 dB SL時，聽覺模式就已經接管主要的語音接收；視覺增強在低感知位階才有較多的表現。CI植入成人在各個音強皆傾向於使用雙模式為語音接收的管道，並且在詞素的辨識中使用最多視覺增強技巧；CI成人要辨識音調時，視覺感官的加入反而有干擾音調分辨要素的可能性，可以應用在CI聽能復健中，讓音調訓練以聽覺為主。由於華語和CI的特殊性，臨床在測驗CI植入者PI-function的分數計算時，應改用詞素辨識正確率。CI音強處理的設計使CI植入成人的音強與辨識率的趨勢曲線呈現較平緩的趨勢，建議與CI使用者日常溝通的最適音量在其SRT正負5 dB內即可，不宜過大或過小聲。

## (六) 參考文獻

林寶貴、翁素珍(1995)。國語口手語法對聽障學生口語教學效果之研究。特殊教育研究學刊, 12期, 127-145 頁。

吳政融、蔡昆憲、楊順聰、吳哲民(2009)。華語單音節字音語音聽辨測驗之臨床信度研究。聽障教育, 12, 21-25頁。

陳小娟 (1991), 聽力正常大學生讀話所觀察到的國音聲母視素, 初等教育學報, 000(004), 0149-0170 。

陳小娟 (1992), 聽力正常大學生讀話所觀察到的國音韻母視素, 初等教育學報, 000(005), 0179-020 。

Baart M, Vroomen J. (2010) Do you see what you are hearing? Cross-modal effects of speech sounds on lipreading. *Neurosci Lett*. Mar 3;471(2):100-3. Epub Jan 18.

Bernstein, Demorest, Coulter, & O'Connell. (1991) Lipreading sentences with vibrotactile vocoders: performance of normal-hearing and hearing-impaired subjects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 90, 2971-2984.

Braida, L. (1991). Crossmodal integration in the identification of consonant segments. *Psychological Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43, 647-677.

Campbell, R. (2008). The processing of audio-visual speech: Empirical and neural bases. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 363(1493), 1001–1010.

- Clark C, Scaken J. P. (1998) French Cued Speech: teachin French in a mainstream college class-room. *Cued Speech Journal*,(6) 57-70
- Copeland, B. J. & Pillsbury, H. C. (2004). Cochlear implantation for the treatment of deafness. *Annual Review of Medicine*, 55, 157-167
- Deggouj, N., Gersdorff, M., Garin, P., Castelein, S. & Gerard, J. M. (2007). Todays indications for cochlear-implant listeners. *Acta otorhino-laryngologica Belgica*, 3(1), 9-14
- Goldberg B. (1995) Family facing choice: Options for parents of children who are deaf or hard of hearing. *ASHA*, 37, 39-47
- Grant, K. W., Walden, B. E. & Seitz, P. F. (1998). Auditory-visual speech recognition by hearing-impaired subjects: consonant recognition, sentence recognition, and auditory-visual integration. *The Journal of Acoustical Society of America*, 103(5 Pt 1), 2677-2690.
- Jiang J, Auer ET Jr, Alwan A, Keating PA, Bernstein LE. (2007) Similarity structure in visual speech perception and optical phonetic signals. *Percept Psychophys*. Oct;69(7):1070-83.
- Lorenzi, C., Gilbert, G., Carn, H., Carnier, S. & Moore, B. C. (2006). Speech perception problems of the hearing impaired reflect inability to use temporal fine structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(49), 18866-18869.
- Ross, L. A., Saint-Amour, D., Leavitt, V. M., Javitt, D. C. & Foxe, J. J.(2007). Do you see what i am saying? Exploring visual enhancement of speech comprehension in noisy environments. *Cerebral Cortex*, 17(5). 1147-11153
- Rouger, J., Lagleyre, S., Fraysse, ., Deneve, S. Deguine, O. & Barone, P. (2007). Evidence that cochlear-implanted deaf patients are better multisensory integrators. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of Amerina*, 104(17), 7295-7300
- Sommers MS, Tye-Murray N, Spehar B. (2005) Auditory-visual speech perception and auditory-visual enhancement in normal-hearing younger and older adults. *Ear Hear*. Jun;26(3):263-75.
- Stelnikov, K., Rouger, J. Lagleyre, S., Fraysse, B., Deguine, O. & Barone, P. (2009). Improvement in speech-reading ability by auditory training: Evidence from gender differences in normally hearing, deaf, and cochlear implanted subjects. *Neuropsychologia*, 47(4), 972-979.
- Stenfelt, S. & Ronnberg, J. (2009). The signal-Cognition interface: Interactions between degraded auditory signals and cognitive processes. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50, 385-393.
- Suh MW, Lee HJ, Kim JS, Chung CK, Oh SH.(2009) Speech experience shapes the speechreading network and subsequent deafness facilitates it. *Brain*. Oct;132(Pt 10):2761-71. Epub 2009 Jun 16.

Sumbly, W. H. & Pollack, I. (1954). Visual contribution to speech intelligibility in noise. *The Journal of Acoustical Society of America*, 26, 212-215.

Tsai, K.-S., Tseng, L.-H., Wu, C.-J., Young, S.-T. (2009) Development of a Mandarin monosyllable recognition test. *Ear and Hearing*, Feb;30(1):90-9.

Tye-Murray N, Sommers MS, Spehar B. (2007) Audiovisual integration and lipreading abilities of older adults with normal and impaired hearing. *Ear Hear*. Sep;28(5):656-68.

Woodhouse L, Hickson L, Dodd B. (2009) Review of visual speech perception by hearing and hearing-impaired people: clinical implications. *Int J Lang Communication Disorder*. May~Jun;44(3):253~70