特殊教育研究學刊
民 96，32 卷 4 期，47-64 頁

聲調視覺回饋教學對聽障兒童唸讀與聽辨語詞聲調之學習效果

張小芬
臺灣海洋大學教育研究所助理教授

本研究目的是探討聽障兒童經聲調視覺回饋之教學後，是否會有助於四個聲調（T1, T2, T3, T4）唸讀與聽辨能力的提升。研究樣本來自台北市二所國小啟聰資源班，一至五年級之二名中度聽障（平均 86 分貝），與五名重度聽障兒童（平均 106 分貝），平均年齡為 9.6 歲。研究工具為自行研發之「電腦化華語發音測驗與教學」之聲調唸讀題庫、華語聲調唸讀評量表，實驗教學由原校啟聰資源班四位教師擔任，教學方式為一對一的教學，每週 2～3 次，每次 30～40 分鐘，共計 15～18 次。研究結果發現：

1.聽障兒童經聲調視覺回饋教學後，四個聲調的唸讀答對次數均比前測增加，增加次數介於 0.31～1.89 次，且每位受試答對次數均有增加的現象，增加次數介於 2.67～6.79 次；就前、後測唸讀差異之比較，顯示聲調視覺回饋教學，可以增加聽障兒童語詞聲調唸讀能力。
2.聽障兒童經聲調視覺回饋教學後，四個聲調的聽辨答對次數均比前測增加，增加次數介於 0.54～1.16 次，且每位受試答對次數均有增加的現象，增加次數介於 0.55～5.30 次；就前、後測整體聽辨差異之比較，結果顯示聲調視覺回饋教學，可以增加聽障兒童聲調聽辨能力。

關鍵詞：聲調教學、視覺回饋、聽障兒童、聲調唸讀、聲調聽辨

本研究承行政院國科會科教處之補助，專案研究 NSC 95-2614-S-019-001 之部分研究結果，研究助理吳麗芸、張甄育協助施測、錄音、切音、與資料整理，海大師資培育中心六位學生擔任人耳評分的工作，台北市立中正國小沈幸香、周嘉玲教師與志清國小余秀惠、謝宛如教師熱心擔任本教學實驗之教學工作，以及參與教學實驗之聽障學生的努力，本研究才得以完成；在此也特別感謝本篇論文的審核委員，對於本研究所提供的寶貴意見與建議，使本論文更臻完善，謹以申謝。

緒論

聽障兒童之聲調唸讀

聽覺障礙兒童由於缺乏聽覺管道的接收與回饋，使他們無法或不易瞭解聲音符號所代表的意義，因而阻礙其語言的學習。在語音上最大的問題是無法分辨、讀出國音聲調的變化，所以聽障生即使能發出正確的音素，但因發不出某個音調而變調，導致所發的音無法辨識。聽力與聲音的功能性有很高的關聯，不論是針對耳聽或聽障所做的研究均指出，第一聲（T1）與第四聲（T4）是唸讀較容易而正確的聲調，第二聲（T2）與第三聲（T3）則是較困難與錯誤次數較高的聲調（王麗雪，2004；梅永人，2000；黃重光，2001；張蓓莉，2000；張小芬、古鴻炎、吳俊欣，2004；趙育綾，2007）。王麗雪的研究並指出，聽障學生聲調的學習順序和聽常學生並沒有不同，T1、T4 比第 T2、T3 早學會，且 T4 是聽障生最早熟練的聲調。一般兒童聲調學習最晚習得的是 T3，對聽障兒童更顯得困難（鍾玉梅，1994；林珮瑜，1996）。所以聽障兒童除了 T2、T3 容易混淆不清外，說一連串語句時，往往分不清陰陽上去的特質，加上節律及聲音方面的種種問題，更難抓住正確的調值，而無法將四聲調說得清楚（鍾玉梅，1994）。

有研究更進一步指出聽障者聲調的錯誤類型，包括取代與歪曲的類型，可能的錯誤包括：T1 發成 T4，T2 發成 T1，T3 發成 T2，T4 發成 T1 等，從相關分析結果也發現聲調的清晰度，可以解釋短句清晰度的 74%的變異量，聲調與短句的相關最高，可見聲調對於清晰度有相當的重要性（張蓓莉，2000）。另一篇有關聽障兒童聲調錯誤類型的研究（趙育綾，2007），研究結果與前者大致相同，但趙氏的研究發現聽障兒童之 T3 較多比率是發成 T1，亦即 T2 與 T3 是較難發的聲調。張淑品（1999）曾以聽障學生為樣本，做國語單字音聲調的研究，結果指出聽障學生除對去聲的掌握度較佳外，其它各聲調的型態並未因四聲調不同而有明確的差異。此外，一篇以語詞聲調所做的研究，結果發現聽障學生之聲調會因在前在後位置不同而有難易的差異，T2 在前比在後困難，T3 在後比在前困難（張小芬等人，2004）。綜合上述不難瞭解不論是聽障兒童或一般兒童，對於聲調的學習有共通之處，亦即 T1 與 T4 的學習較 T2 與 T3 早且較為容易。

影響聽障兒童聲調唸讀因素

影響聽障兒童之聲調唸讀錯誤的因素，大致上可區分為生理的因素與學習的因素，在生理因素方面，主要是聽力損失的程度、語音聽辨能力、呼吸與說話不協調、音調範圍有限。在學習因素方面，聽障者由於欠缺聽覺的學習回饋，當有了錯誤的模仿，又沒有他人有效的協助與聲調校正，逐漸地就習慣使用錯誤的聲調發聲而無自覺。聽障者聲調的問題如：聲調的時長比耳聽者長、沒有抑揚頓挫、較無節律感等。聽障兒童之聲調較容易被教師所忽視，因為聽障兒童語音的教學研究，多數著重於子音、母音的教學內容。此外，聽障聲調的教學傳統上仍是以教師示範，學生仿讀為主，對於聲調的校正亦多使用觸覺、肌肉感覺的學習，例如：輔以手勢或頭部動作的擺動作為聲調的學習，或觸覺的感官學習，但聲調或語調因為無法經由讀唇或發音的外在線索學習（Ching, 1990），學習主要的管道仍須依賴聽覺，所以這些教學方式對聲調的學習，效果非常有限。特別是聽力嚴重受損的聽障者而言，即使配戴助聽器或人工電子耳，但由於助聽器在說話頻率加以放大，若頻率超過 1000 以上，辨識度便相對減低，加上環境噪音也會影響聽的品質，所以所收到的語音訊號往往是被扭曲而失

真的，因此對於語音的辨識仍有很大限制。

Spaai, Hermes, Derksen 和 Kaufholz 等人（1994）指出聽障者學習說話時的語調控制是相當困難的，理由有三：1.聽障者可能沒有足夠的殘餘聽力，可以接收到語調控制上所必備的聽覺線索，2.其他的主要回饋如觸覺、肌肉覺等，在語調的控制上是不具有功能的或只有少許的作用，3.語調的變化主要來自喉頭肌肉的動作，這表示語調的變化是身體內在的機轉，不可能有視覺的回饋線索。所以聽障者聲調的學習既無足夠的聽能可使用，又無法使用讀唇，所以聲調的學習是聽障者極大的挑戰，也是聽障者普遍存在的發音問題（林珮瑜，1996；張蓓莉，1987；張淑品，1999；鍾玉梅，1994）。

聽障兒童之聲調聽辨

說話聽覺參照了說話語音中的頻率、強度與時間的特質，因此聲調覺知也會因聲調不同而有差異，亦即聲調的聲學線索，因各個聲調的基頻、時長與振幅不同而有程度的差異，會直接影響聽辨的難易程度。國語語音覺知與產生語音是同時發展的，聽障者由於對語音聲調的知覺性不足，所以在聲調方面的障礙程度也較為明顯。

當然，音長與音強對於聲調的辨識也是很重要的線索，以 T2、T3 而言，二者頻譜均有凹形的特徵，也就是具有先降後揚的特性，唯一不同的是基頻的轉折點（turning point），在音長方面由於 T3 比 T2 長，因此聲調基頻變化的時間（timing）成為區分 T2、T3 的知覺線索（Moore & Jongman, 1997; Shen & Lin, 1991），Shen 與 Lin 進一步指出 T2、T3 的區辨，主要是來自於基頻上升前的轉折點，由於 T2 下降的部分非常短隨即上揚，人耳通常偵測不到下降的部分只能聽到上揚，因此判定為 T2，當人耳偵測到起始點下降的部分，也就是聽到先降後揚的聲調，因此判定為 T3。但一般人發 T3 的習慣，並沒有特別強調尾音的上揚，Garding, Kratochvil, Svantesson 和 Zhang 等人（1986）便指出 T3 的起始基頻較 T4 低，且在下降波段也較 T4 短，從實驗中發現，T4 在母音段基頻會快速下降，而 T3 在母音段之下降則較慢，兩者都有下降的趨勢，但從轉折點而言，T4 比 T3 的基頻高，是兩者聽辨的重要判斷點。

Fu, Zeng, Shannon 和 Soli（1998）的研究以十二位母語為國語者為受試，結果有不同的發現，研究指出 T3 與 T4 的音強和基頻有非常高的相關存在，此相關可能是 T3、T4 聽辨答對次數較高的原因，但 T1 與 T2 則無，聽辨的結果 T3 與 T4 答對次數均顯著高於 T1 與 T2；此結果也與早期 Whalen 與 Xu (1992)所得的結果一致。雖然四個聲調聽辨的難易度或錯誤率仍未有一致的結果，但多數以國語為母語者或聽障者為受試所進行的研究，均指出 T2 聽辨錯誤率最高（吳明雄，1995；邱紫容，1999；張小芬，2007a；趙育綾，2007；Liu, 2004；Wang, Spence, Jongman & Sereno, 1999)。從聲學的特質而言，T3 有明顯的下降音，且音長較 T2 長，應該是比 T2 容易區辨。

然而，歐菁妮（2002）的研究卻有不同的發現，此研究以聲調感知的時間點的角度來探究耳聰與聽障兒童國語聲調的辨認，結果發現耳聰與聽障兩組表現類似，單音字的情況下，T1、T4 在整個聲調辨認的時間點是先於 T2、T3，T1 及 T4 的辨認只需要少於 1/2 音節的語音訊號，然而 T2 及 T3 的辨認則需要大於 1/2 音節的語音訊號，亦即 T2、T3 的知覺線索是比 T1、T4 複雜，聽辨所需的時間也較長，且 T3 所需之知覺時間比 T2 多，答對次數方面由高至低為 T1>T4>T2>T3，對聽障學生而言 T3 是最難區辨的聲調。此研究與上述結果不同，可能是肇因於研究樣本之聽損程度較輕（平均

約為 70.8 分貝），且研究方法不同，特別是聽辨材料，所使用的方法為四選一的作答方式，但四個聽辨的語料只有第一個音素相同，例如：山、睡、書、樹均以「ㄕ」為首音，聽障兒童對於不同的聲韻母的辨識，可能影響對聲調的辨識，因此，以此語料作為聽辨測驗，結果恐非單純的聲調聽辨結果。

Liu（2004）研究發現「聲調對比」的聽辨方面，T2 與 T3 最困難，原因是兩者聲調均具上揚的特質，容易將 T2 併入 T3，而 T1 與 T4，前者為高音的平聲，後者為低音的去聲，因此在聲調的聽辨方面是最容易區分的聲調對比；其它以聲調對比所做的研究，雖然未發現[1,4]為最容易的聲調對比，但[2,3]為最困難的聲調卻是一致的結論（張小芬，2007a；Wang et al., 1999）。

聲調視覺回饋的教學

聲調的學習完全是靠聽覺做音高的區辨，無法直接從口形上加以辨別，所以大多數聽障者的聲調都極為平緩無音高的區辨性，影響其語音清晰度甚大。因此，如何提升聽障語音清晰度一直是語音教學的目標，特別是國語聲調具有辨義的功能，若念錯聲調便很難傳達正確的語音訊息。

少數極重度聽覺障礙者完全無法使用聽力，除了很好的訓練，聽障是無法因成熟而獲利，可能需有替代的方式教導語音，主要方式包括依賴視覺、觸覺和動覺的線索，提供聽障兒童在音韻系統更多的圖像，電腦聲調的教學便提供一個非常具體的視覺線索，因此可以應用於聽障聲調教學。

電腦說話訓練系統用於聽障者的好處早已受到一致的肯定（Houde & Braeges, 1983; Nickerson, Stevens, Rollins, & Zue, 1983），國外有許多研究是針對聽障兒童的語調問題進行教學研究，所用的方法以電腦視覺回饋的分析軟體，提供語調視覺的模式與回饋，研究結果均指出使用視覺回饋的方式有助於聽障者語調的學習（Spaai, 1993; Spaai & Hermes, 1993; Spaai et al., 1994; Spaai, Derksen, Hermes, & Kaufholz, 1996; Spaai, Storm, & Hermes, 1993）。此外，也有研究者使用類似的視覺回饋方法教導聲調（Ching, 1990），研究者用基頻曲線（Sivo-aid, sinusoidal representation of voice fundamental frequency variation）作為訓練廣東話聲調（包括六個聲調）的教學研究，研究對象包括四名極重度聽障學生，年齡界於 10~12 歲， 每次訓練 15 分鐘，每週三次，共計四週，研究結果發現前測與後測分數相較，顯示訓練有改善聲調的功效，因為，Sivo-aid 可以提供聲波基頻的變化，清楚的將聲調以視覺的方式呈現，可以讓聽障者有效監控自己的發音狀況。

但就華語而言，卻鮮少有聽障兒童聲調教學這方面的研究。有鑑於此，研究者先前的研究曾針對聽障兒童聲調的教學做過相關的研究（張小芬，2004），所用的方法是以聲調軌跡圖作為視覺回饋的學習，以自編的教材進行聽障兒童聲調的訓練，在經過 20 次的教學後（每次 30 分鐘），結果顯示三位重度與極重度的聽障兒童中，有二位聲調的唸讀後測成績的進步率分別為 42%與 43%。研究者與教學者對於此試探性的教學實驗，能於短時間內驟效均感到相當的振奮，因此，也激發研究者對此教學方法再次研究的動機，除擴大聽障樣本的變異性與增加研究樣本數外，同時，研究者也將原先所設計之聲調量測軟體，做更多功能的擴充，包括聲調的題庫與教學軟體的建製，以及聲調聽辨測驗與教學的功能，以便在實務的研究與教學能作更深入的探討與分析，以驗證聲調視覺回饋的學習效果。

目前以電腦擷取聲調的基頻在技術上已相當的成熟可行，所以可以應用電腦即時呈現

聲調軌跡圖，使聲調也能經由視覺呈現回饋，對聽障教學而言的確是一項重大的革新。因此，本研究擬以「華語發音評量與教學系統」（張小芬、古鴻炎，2007）之子系統：「聲調題庫教學」與「聲調聽辨測驗」軟體為工具，使用單組教學實驗，比較教學前與教學後之聲調唸讀與聽辨的差異情形，因為此電腦化的聲調教學，涵蓋了聲調的聽辨與聲調的視覺回饋功能，如果有助於聲調的唸讀，那麼對其聲調聽辨成績是否也會相對提高，因此在變項的探討上也加入了聲調聽辨的部分。根據上述研究目的，提出之研究問題如下：

一、聽障兒童經聲調視覺回饋教學後，七位受試其四個聲調唸讀答對次數是否有增加？

二、聽障兒童經聲調視覺回饋教學後，七位受試其四個聲調聽辨答對次數是否有增加？

研究方法

一、研究設計

本研究使用單組實驗設計，於教學實驗前先進行聽障兒童聲調唸讀之錄音與聲調聽辨的測驗，樣本來源為台北市國小聽障資源班學生，聯繫時以聽障人數較多的學校為優先考量，逐一聯繫並說明本實驗研究的方法與需要協助與配合事項，瞭解可能參與實驗教學的教師人數，再請教師轉發學童家長本教學實驗的說明書，徵得學童與家長同意接受本研究之施測，便開始施測工作。從施測的樣本中選擇有聲調唸讀與聲調聽辨問題的可能樣本，選擇方式除為聽力障礙者外，其主要溝通方式也需為口語，主要的標準為學童之聲調唸讀與聲調聽辨答對次數，受試必須符合具備聲調聽辨與聲調唸讀的問題，經學生與家長同意後，才納入研究對象。聲調唸讀的答對次數判斷由六位評量者進行，評量方式除了傳統的聽力判斷外，同時輔以聲調軌跡圖做評分的依據。聲調教學的時間為每週 2～3 次，每次 30～40 分鐘，至少需達 15 次，因聽障樣本多數為低年級學童，學習的專注度與情緒是必須被考量的因素之一，因此，如果教師發現該生的學習狀況不理想時，可以縮短教學時間，但需要另外安排時間以補足真正上課的時數，所以實際教學節數約 15～18 節，教學期間為 6～8 週。教學結束後一週內，立即進行後測的聲調唸讀與聲調聽辨測驗。

二、聲調教學方法

教學方面是由原資源班四位教師擔任，教學前均經過講習，瞭解本研究的目的與實驗的方式，除熟悉軟體的操作外，對於課程的進行方式與教學方式都有詳細的說明，實驗教學前由教師先示範教學，研究者在旁觀察並提供教學的回饋，經與教師充分的溝通與討論後，確認教師已熟悉使用電腦題庫的教學，與聲調軌跡圖的判圖與聲調圖形之解說方式後，才正式進行實驗教學，於教學實驗期間研究者與參與實驗之教師，保持密切聯繫與互動。聲調教學方法如下：

1. 教師開啟題庫教學，播放所訓練的聲調音檔，並說明電腦所呈現之聲調趨勢圖，再由學生模仿念讀同一字詞，比較自己和標準參照的聲調趨勢圖的差異情形。

2. 聲調練習不論進行到任何階段，開始前均以ㄚ的單音做一聲的音準練習，因為第一聲的聲調是平緩的調子，在聲調系統的視覺回饋上也最為明顯，對聽障學生而言是比較容易模仿的字音，練習之後再加入其它元音做練習，重點放在聲調，聲調正確即可，不需考慮子音、母音的錯誤。

3. 當學生無法掌握聲調變化的技巧時，教師可以觸覺的感官或頭部、手部輔助聲符的肢

體擺動方式，來增進其對語音的模仿技巧，特別是以頭部擺動出聲符的方式，非常重要，例如：發二聲一定要由低至高，發三聲時頭部要先下後上的擺動。

4. 雖然為二字詞，但訓練時可以將詞念一次或二次，如：窗戶或窗戶窗戶，增進其對於語詞連發的音韻知覺。

5. 每次練習只做一個不會的聲調，訓練的順序從第一聲的單音開始，做音準的練習，之後再進入對比聲調強的第四聲做練習，增進聽障生對音調音高的知覺性，進行的方式均從單音再到語詞，以四聲調而言就必須包括[14]、[41]，通過後再對[44]的聲調類型做練習。

6. 當一聲與四聲已經熟悉了，再進入二聲的練習，使用[12][21]先做練習，會了之後再換[24]、[42]、[22]的聲調類型做練習。

7. 三聲較為困難，因此需在一、二、四聲都可以念讀正確以後再來練習三聲會比較容易，當練習三聲時通常是在其它三個聲調都已經熟悉了後才開始，因此，三聲的聲調類型，可以與其它任何聲調做混合搭配的練習。

三、聲調音檔的編排與評分

聲調音檔的隨機編排：所有受試之語詞聲調唸讀前、後測之語音檔，均切割成單音，並將所有單音之順序全部打散，以避免人耳評分時評分者受到預期的語詞聲調所影響，而干擾聲調的客觀判斷，此外，也將前、後測語料做隨機的編排，使評分者能有較為一致的標準。隨機編排後的語料分成二批，第一批計有三位受試之語音檔，第二批則有四位受試之語音檔。

聲調唸讀評分：聲調唸讀的評分，是由六位海洋大學師資培育中心的學生擔任，這些評分者均不熟悉受試者之聲音，在評量前先進行講習，講習重點包括說明聲調人耳的判斷標準與聲調軌跡圖之判圖方式，也實際就聽障者之聲調樣本進行演練，確定評分者瞭解評分的標準與方式後，才進行實驗樣本語料的判斷。為避免過多語料造成評分者的疲勞，所以將六位評分者分成二組進行，每組三人，第一組(a, b, c)分配的語料為第一批(s2, s3, s5, s6)，第二組(d, e, f)則為第二批(s1, s4, s7)，因此每組所評的人數為 3 至 4 人左右。評分的方式是就實際所聽到的聲調做圈選，答案的選項包括五項，為五選一的方式，五個項目分別是：(1).第一聲，(2).第二聲，(3)第三聲，(4)第四聲，(5)無法區辨，統計處理係依據人耳評分的結果，計算該生答對次數，亦即評分者所圈選之答案與所播放之音檔相同者為答對一次，聲調唸讀共有十五個二字詞，切割後合計 30 個單字詞，各聲調的題數 T1、T2、T4 都是 8 題，只有 T3 因變調所以只有 6 題（詳見本節「研究工具」），因此全對的次數為 30 次。

聲調聽辨評分：聲調聽辨的總題數為 38 題，單字詞聽辨共有 20 題，每個聲調為 5 題，二字詞聲調對比的聽辨，共有 18 題，T1 出現的次數為 4 次、T2 為 5 次、T3 為 4 次、T4 為 5 次，統計處理也是依據答對次數計算，亦即受試點選之答案與所播放之音檔相同者為答對一次，因此，聲調聽辨的答對題數最高為 38 次，四個聲調最高答對次數依序為：9 題、10 題、9 題、10 題。

評分者內的一致性：為測試評分者評分的穩定性，本研究採取重複施測的方式進行考驗，語音檔與評分者的樣本均以總數的 1/2 為代表性樣本，亦即從前測第一批與第二批的語音樣本中，各隨機選取 2 名，所以共選出 4 位聽障兒童的語音樣本作語料（s1、s3, s4, s6），此外，15 個語詞聲調經切割為單音音檔後，共有 30 個音檔，每個聲調各取 4 個字音代表，共計選取 16 個音檔為評量聲調的題項；評分者共有 6 位所以從第一批中隨機選取 1 位(a)，第二批中隨機選取 2 位（d, e），兩次評分者之

施測間隔期間為 5 天，統計方式係以此三位評分者在二次測驗所圈選之答對題數，進行 Pearson 積差相關統計作為評分者內一致性考驗，研究結果顯示評量者 a 在兩次重複測量的結果，所得之相關為.964(p<.01)、評量者 d 為.83(p<.01)、評量者 e 為.773(p<.01)，三位評分者對同一語音樣本，重複測量的再測信度均達顯著相關，亦即評分者內的一致性相當高，顯示評分者對聲調二次的判斷都能維持相當一致且穩定。

評分者間信度：評分者共有 6 人，分成兩組進行，第一組評分者有三人（a, b, c），分配的音檔為第一批音檔（s2, s3, s5, s6 四位受試的音檔）之前、後測音檔，第二組評分者也為三人（d, e, f），分配的音檔為第二批（s1, s4, s7 三位受試的音檔）之前、後測音檔，兩組評量者就所播放的音檔與聲調軌跡圖進行聲調圈選，統計方式是以 Pearson 積差相關，做為兩組之評分者間內部一致性的考驗，二組所圈選的結果以答對次數作統計，分別就二批聲調之前、後測音檔做聲調判斷，用以考驗三人間的圈選結果是否有一致性。表一與表二為兩組評分者三人間之相關係數，不論第一組或第二組之聲調評分結果，三人間所評之前測與後測的一致性極高，第一組的三人相關係數介於.97～.999 之間，第二組介於.976～1，兩組評分者間之相關係數均達.05 與.01 的顯著水準，亦即不論前測或後測，二組之評分者間所評的結果，內部一致性相當高，顯示評分者間具有高度相關。

四、研究工具

（一）電腦化「國語聲調聽辨測驗」（張小芬，2007a）

本研究所稱之聽障兒童「聲調聽辨」答對次數，是指受試者在「聲調聽辨測驗」答對的題數，此電腦化聽辨測驗共 38 題，分成單字詞聽辨與二字詞聽辨，測試完畢立即可查看各個聲調聽辨的答對次數，施測時間約為 10～15 分鐘。本測驗信度：折半信度 .80～.82，庫李信度介於.80～.92，再測信度.92（n=40），測驗時間間隔二週。效標關聯效度：本測驗與國語注音符號大會考之成績的相關 r=.70 (p<.01)；構念效度考驗，耳聽與聽障兒童之聽辨分數，差異達顯著水準 t=4.33 (p<.001)，不同聽力損失之二組聽障兒童，其聲調聽辨分數無差異存在（t=-.736, p>.05）；最困難的「聲調對比」聽辨為 T2 與 T3，符合聲調理論，以上結果顯示本測驗具有良好的信、效度。

表一　第一組評分者所評之第一批受試前、後測聲調之平均答對題數與內部一致性

	評量者	次數平均	a	b	c
前測	a	18.69	1		
	b	18.77	.986(*)	1	
	c	17.57	.991(**)	.999(**)	1
後測	a	20.43	1		
	b	20.50	.979(*)	1	
	c	18.08	.997(**)	.989(*)	1

* p< 0.05,　** p< 0.01

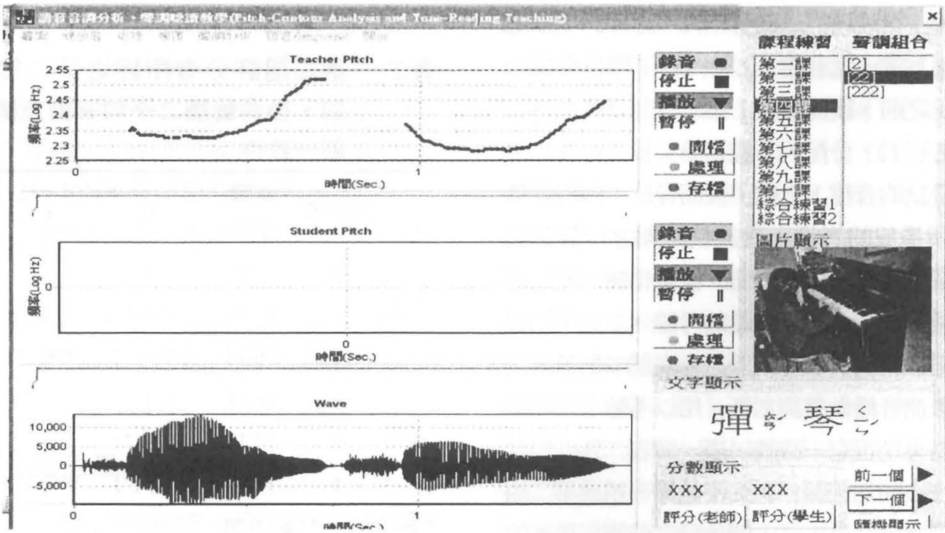
表二　第二組評分者所評之第二批受試前、後測聲調之平均答對題數與內部一致性

	評量者	次數平均	d	e	f
前測	d	16.02	1		
	e	16.48	.998(**)	1	
	f	16.18	1.001(**)	.998(**)	1
後測	d	16.17	1		
	e	17.13	.978(*)	1	
	f	17.07	.976(*)	.997(**)	1

* p< 0.05,　** p< 0.01

（二）聲調教學電腦介面與教學題庫（張小芬、古鴻炎，2007）

系統介面之使用，包括音檔、文字檔與圖檔，文字檔包括國字與注音，而圖檔因受限於詞彙的種類，只有二字詞有相對應之圖檔，聲調題庫教學介面見圖一。圖一的上方與中間區塊為軌跡圖區，上方區塊 Teacher pitch，畫出老師語音的基週軌跡圖，圖一所念的語詞為「彈琴」，是聲調[22]的組合，所以上方教師的軌跡圖是呈現上揚的趨勢，中間區塊 Student pitch，學生所仿讀的軌跡圖會出現在此區塊。下方區塊 wave，為波形圖區域，當按的是教師的軌跡圖，就會同時出現教師的波形圖，如下方所顯示的波形。二個區域之右方各有七個按鈕，第一個按鈕用以啟動錄音，第二個用以停止錄音，第三個用以撥放語音，第四個用以暫停播放，第五個用以開啟檔案，第六個是處理按鈕，用以畫出基週軌跡，第七個用以儲存語音檔案。



圖一　聲調題庫之課程練習第四課[22]之聲調組合

題庫語料包括單字詞、二字詞、三字詞以及四字詞，字詞的選擇以簡單、有意義、熟悉的字音為主。字詞分四個聲調練習，每個聲調以主元音（一、ㄨ、ㄩ、ㄚ）為聲韻；二字詞有十六種不同的組合方式，每一種組合皆有 25 個語詞，共有 400 個二字詞；三字詞有六十四種組合，每一組合包括 10 種語詞，共有 640 個三字詞；四字詞有十六種組合方式，每一種組合有 20 個語詞，共有 320 個四字詞。課程編排按照聲調學習難易度編輯，共有十課，最後並有各種聲調之三字詞與四字詞綜合練習，課程編排編排原則有五：

1. 聲調唸讀難易順序：練習的順序遵循聲調難易程度，由簡至難順序為：T1、T4、T2、T3。

2. 對比聲調的練習：進行對比聲調練習前，需先學會單一聲調，才能進入二個不同聲調之對比聲調的練習，例如：進行[14]之對比聲調練習，必須先通過單一聲調 T1 與 T4 的練習。

3. 對比聲調難易順序：對比聲調的課程編排，依據聲調難易度做配對，由簡至難的順序，例如：對比聲調[14]比[23]容易，所以二字

詞之對比聲調最簡單的是[14]之對比聲調。如：T2 之單一聲調通過後，其對比聲調最簡單的是從[12]的對比聲調練習，接下來才是[42]；當 T3 學會後，對比聲調的學習順序為[13]、[43]、[23]，T2、T3 是最難的聲調，所以對比聲調[23]會是最後學習的聲調。

4. 聲調的語料：訓練均從單音節開始，亦即從字音到字詞的聲調訓練原則，每課之聲調語料均包括單字詞、二字詞、三字詞的多種音節組合，亦即每一課之聲調練習，均顧及單音節與多音節詞做為語料的原則。

5. 綜合練習：四個聲調的綜合練習，適用於每個聲調都練習完畢後（第一課～第十課），才進行四個聲調的「綜合練習」，因此，綜合練習編排是以聲調 T1 到 T4 順序排列，而不是以聲調難易度排列，主要是方便使用者點選想練習的聲調。綜合練習的語料為三字詞與四字詞，課程之排列方式，三字詞為：[12～]、[13～]、[14～]、[21～]、[23～]、[24～]、[31～]、[32～]、[34～]、[41～]、[42～]、[43～]，共十二種，詳見 5-3；四字詞排列順序為：[11～]、[12～]、[13～]、[14～]、[21～]、[22～]、[23～]、[24～]、[31～]、[32～]、[33～]、[34～]、[41～]、[42～]、[43～]、[44～]，共十六種。

（三）聲調唸讀測驗

「華語語詞聲調評量表」(張小芬，2007b）為十五個語詞聲調，測驗之簡報檔除十五個語詞的國字注音外，每個語詞均有圖檔顯示。所使用之語詞聲調為兩字的組合，依據「T1」、「T2」、「T3」、「T4」的所有組合，但不含 [3、3]聲調的組合，因為二個 T3 連發的語詞，第一個 T3 會變調為 T2，亦即為[2、3]聲調的組合，所以共有十五種語詞聲調類型，各聲調的題數 T1、T2、T4 都是 8 題，只有 T3 因變調所以只有 6 題。語詞聲調依聲調在前在後的位置組合如下：

T1 在前的組合： [1,1] [1,2] [1,3] [1,4]；T1 在後的組合：[1,1] [2,1] [3,1] [4,1]；T2 在前的組合：[2,1] [2,2] [2,3] [2,4]；T2 在後的組合：[1,2] [2,2] [3,2] [4,2]；T3 在前的組合：[3,1] [3,2] [3,4]；T3 在後的組合：[1,3] [2,3] [4,3]；T4 在前的組合：[4,1] [4,2] [4,3] [4,4]；T4 在後的組合：[1,4] [2,4] [3,4] [4,4]。

編製依照二個字詞的十五種語詞聲調組合設計，編製的原則包括：

1. 語詞選取原則必須符合簡單、具體常用之語詞，因此編製時特別挑選簡易的名詞做為語詞樣本。

2. 為考慮電腦語詞切音的問題，設計時特別將第二個語詞以子音做為開始，但刪除具有半母音或鼻音的子音。

3. 語詞之聲調組合共有十六種，唯華語[33]語詞需變調為[23]，因此實際上有十五種組合的語詞聲調類型： [1、1] [1、2] [1、3] [1、4] [2、1] [3、1] [4、1] [2、2] [2、3] [2、4] [3、2] [4、2] [3、4] [4、3] [4、4]，施測語詞之聲調組合順序為隨機方式，施測題目依序為：冰棒、熨斗、帆船、肥皂、小熊、草地、崖谷、愛心、卡車、燈塔、西瓜、圍巾、照片、拼圖、氣球。

四、研究樣本

本教學實驗之研究樣本共七人，樣本來自台北市二所國小之「聽障資源班」，一至五年級的聽障兒童，包括 5 男 2 女，平均年齡為 9 歲 6 個月，優耳聽損為 100.33 分貝，依據衛生署之法令（身心障礙等級，2006）標準，研究樣本有二人為中度聽力損失，其餘五人為重度聽力損失，可能是因為來自都會區，七人中只有一人未配戴人工電子耳，詳見表三。樣本除需符合聽障的條件外，主要的溝通方式需為口語，此外，必須符合至少有一個以上的聲調問題，才納入此教學實驗的可能樣本，實際施測共有三所小學，施測人數共計 21 人，除其中 7

人聲調唸讀已達 8 成的正確次數，不列入可能樣本外，其餘 14 人有聲調問題之兒童經徵詢教師教學意願與家長、本人同意後，共有 8 位參加教學實驗，但統計時刪除其中一名聽障兒童的資料，主要係因其教師請長假，該生未完成四個聲調課程，且未達規定之上課時數，其餘 7 名受試均完成四個聲調的教學，且上課節數都符合 15 至 18 節。

表三　聽障兒童聽力損失、性別、年齡、與助聽器，人工電子耳配戴時間一覽表

編號	性別	裸耳聽力 優耳損失(Hz)	配戴助聽器之 優耳損失(Hz)	年齡 (年/月)	年級	助聽器 配戴時間 (年/月)	人工電子耳 配戴時間 (年/月)
S1	男	107　重度	30	12.1	5	0.7	7.10 / 1.11
S2	男	105　重度	53	8.3	2		4.6
S3	男	103.3 重度	50	11.5	5	7	
S4	男	100　重度	60	8.8	2		7.8
S5	男	87　中度	30	8.5	1		3.4
S6	女	115　重度	26	8.11	2		7
S7	女	85　中度	40	10	3	6.1	0.6
		100.33	41.29	9.62	2.86	4.60	5.55

聽力損失等級是根據衛生署之法令，身心障礙等級（2006）之標準：重度(90 分貝以上)、中度(70-89 分貝)、及輕度(55-69 分貝)。

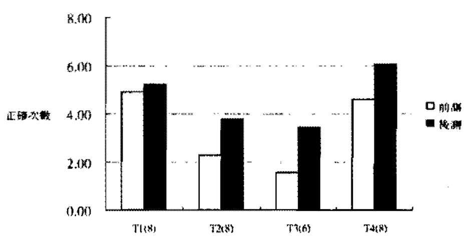
研究結果與討論

聽障兒童在經過 15～18 節的聲調視覺回饋教學後，其在聲調唸讀與聲調聽辨方面的答對次數，以描述統計與圖表方式，分析四個聲調前、後測的變化，以及七位受試答對次數增加的情形，此外，也就聲調教學前測與後測之答對次數，進行差異考驗，研究結果分述如下：

一、聲調視覺回饋教學後聲調唸讀的答對次數

（一）四個聲調唸讀前測與後測答對次數之比較

受試在聲調教學前與教學後之四個聲調唸讀的比較，由圖二可看出後測之聲調唸讀答對次數均有提升，四個聲調前測答對次數分別為：4.92, 2.29, 1.54, 4.59，後測答對次數分別為：5.23, 3.77, 3.43, 6.06，後測答對增加的次數分別為 0.31, 1.48, 1.89, 1.47，由此結果顯示 T3 答對次數增加最多，T1 增加最少，從表四也可看出聽障兒童在 T1 之學習表現受個別因素影響，有的答對次數增加很多，但有的卻完全沒有增加，所以 T1 的表現，是四個聲調中答對次數增加最少的聲調。



圖二　四個聲調唸讀前測與後測答對次數長條圖

註：1. T1 旁之括符內數字表示該聲調的測驗題數。

（二）聽障兒童聲調唸讀前測與後測答對次數之個別分析

七位受試之四個聲調唸讀的前測與後測答對次數如表四所示，表中空白處，表示該聲調前測已全數答對，不需再訓練也不列入統計分析。以下分別就每位受試之各聲調，前測與後測唸讀答對次數差異情形做如下分析：

T1 聲調唸讀答對次數

介於 0.31～1.89，答對次數增加的受試者是 s2、s4、s5，三人增加的次數依序為 0.33, 2.0, 1.65。沒有改變的受試 s1，其前測答對次數為 4，經教學後仍是 4 次，從該生在前測時 T1 的錯誤類型分析，T1 是發成 T4，T2 與 T3 多數是發成 T4（少數是發成 T1），T4 有些發成 T1，亦即該生之聲調只有 T1 與 T4 之分，且最擅長的聲調是 T4，因此經訓練後，已經開始能掌握 T3 的發音技巧，但不是很穩定，而 T4 經訓練後就更能掌握確切的聲調，T1 與 T2 則沒有明顯改變。

T2 聲調唸讀答對次數

介於 0～3 次，沒有改變的受試只有一人（s6），其前後測答對次數均為 5 次。其餘受試之後測答對次數均多於前測，此六位受試者為 s1、s2、s3、s4、s5 與 s7，增加的次數依序為 0.33, 1.33, 2.0, 1.0, 3.0, 0, 2.67。S6 前後測答對次數均同，從其前測發現 T1 完全正確，T2 有時會唸正確，但有時則唸成 T1，其他聲調 T3、T4 則全都唸成 T1，經訓練後 T3 與 T4 答對的次數都有增加，但 T2 則沒有增加。

T3 聲調唸讀答對次數

介於 0～3.33，答對次數增加的受試者是 s1、s3、s4、s6 與 s7，增加的次數依序為 2.33、0.65、2.0、3.0、3.33。沒有改變的受試只有一位 s5，可見四個聲調中，T3 經由聲調軌跡圖的視覺回饋教學，有助於聽障兒童對於 T3 特質的瞭解與模仿，且因為此聲調在前測的得分是屬於通過次數最低的聲調，所以經訓練後其聲調答對的情形也就特別明顯，是四個聲調中答對次數增加最多的聲調。

T4 聲調唸讀答對次數

介於 0～2.13，答對次數增加的受試者是 s1、s2、s3、s5 與 s6，增加的次數依序為 2、1、1.65、2.13、2.03。沒有改變的受試有一位（s4），其錯誤類型主要是會將 T4 與 T1 混用，T4 是其前測答對次數最高的一個聲調，總題數 8 次中就有 6 次答對，經訓練後其他聲調答對次數都有增加，只有 T4 維持不變。

由上述七位受試之聲調唸讀前後測比較的結果，顯示受試間與受試本身在聲調唸讀的表現，各聲調差異情形相當大。整體而言，所有受試之後測答對次數都有增加（介於 2.67～6.79），答對次數增加最多的是二名中度聽障學生（s5, s7），其中 s7 是所有受試聽力損失最輕的一位，所以其答對次數在教學後，也是增加最多的一位（增加 5.3 次），但其 T2 後測答對次數卻比前測減少 1 次，另一位中度聽障 s5（87dB），其聲調聽辨進步的情形卻只有 2.66 次。其由此可見聲調唸讀答對或答錯的情形，因個人的學習情況而異，個體間與各體內的差異都很大。

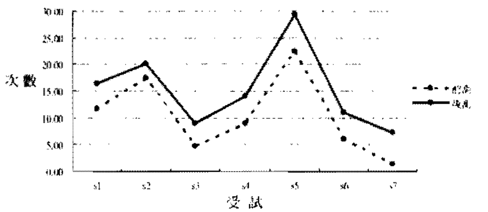
圖三為七位受試聲調訓練前與訓練後之唸讀答對次數比較圖，由圖三顯示每位受試在經過聲調視覺回饋教學後，其聲調唸讀答對次數均有增加，七人之前測答對次數分別為：11.67, 17.37, 4.69, 9, 22.46, 6.00, 1.33，後測答對次數分別為：16.33, 20.04, 9, 14, 29.25, 11.03, 7.33，後測唸讀答對次數增加情形為：4.67, 2.67, 4.31, 5.00, 6.79, 5.03, 6.00，整體聲調唸讀答對次數增加狀況，以 s5與 s7增加最多，二人是所有受試中聽力損失最輕的二位，均為中度（87dB 與 85dB），且都配戴人工電子耳，經配戴助聽器後之聽力損失只有30dB 與40dB，因此，二人經聲調視覺回饋的教學後，其後測之聲調唸讀答對次數，比前測答對次數均提升了5～6次以上。

表四　七位受試之四個聲調唸讀前測與後測答對次數一覽表

受試	T1(8)		T2(8)		T3(6)		T4(8)		總次數（30）	
	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測
S1	4.00	4.00	0.67	1.00	1.00	3.33	6.00	8.00	11.67	16.33
S2	6.35	6.68	5.03	6.36			6.00	7.00	17.37	20.04
S3			0.00	2.00	1.01	1.67	3.68	5.33	4.69	9.00
S4	3.00	5.00	0.00	1.00	0.00	2.00	6.00	6.00	9.00	14.00
S5	6.35	8.00	5.00	8.00	5.25	5.25	5.87	8.00	22.46	29.25
S6			5.00	5.00	1.00	4.00	0.00	2.03	6.00	11.03
S7			0.33	3.00	1.00	4.33			1.33	7.33
平均	4.92	5.23	2.29	3.77	1.54	3.43	4.59	6.06	10.36	15.28

註：1. T1 旁之括符內數字表示該聲調的測驗題數。

2. 欄位中空白處，表示該聲調前測已全數答對，不需再訓練也不列入統計分析。



圖三　七位受試之聲調唸讀前測與後測答對次數曲線圖

（三）聲調唸讀前、後測答對次數之差異考驗

聲調唸讀前後測之差異比較，因研究樣本只有七人，所以使用 Wilcoxon Signed Ranks Test 用以比較前測與後測的差異情形。

聲調唸讀答對次數的前、後測差異比較，聲調唸讀共有 30 題，答對次數最高為 30 次，本研究結果發現受試在教學前之平均答對次數為 10.36 次，教學後為 15.28 次，約增加 4.92 次，聲調唸讀整體標記為負分者為 0 人（前測高於後測的人數），正分為 7 人(後測高於前測的人數)、次數相同者為 0 人（前測等於後測的人數），標記為負分與正分之總和分別為 0 與 28，以負分為依據所求得之 Z 分數為-2.37 ($p<.05$)，顯示聲調唸讀經教學後可以增加聽障兒童聲調語詞唸讀的能力，此結果與過去聽障兒童聲調或語調教學之研究，所獲得的結論一致，亦即聽障學生語調或聲調之學習，經由電腦聲學之聲調軌跡圖輔助確實有提升效果（張小芬，2004; Ching, 1990; Spaai, 1993; Spaai & Hermes, 1993; Spaai et al., 1994; Spaai, et al., 1996）。

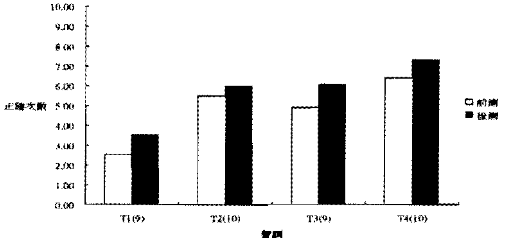
二、聲調視覺回饋教學後聲調聽辨的答對次數

（一）四個聲調聽辨前測與後測答對次數之比較

從圖四顯示受試在聲調教學後其四個聲調的聽辨答對次數均有增加，四個聲調聽辨答對次數前測分別為：2.54, 5.46, 4.89, 6.38，後測答對次數分別為：3.54, 6.00, 6.04, 7.28，前後測增加的次數分別為 1.0, 0.54, 1.16, 0.9，聽辨增加次數最少的聲調是 T2，增加最多的是 T3，在聲調唸讀中增加最多的也是 T3，可見聲調視覺回饋教學後，T3 的聽辨與唸讀答對次數增加最多。

（二）聽障兒童聲調聽辨前測與後測答對次數之個別分析

七位受試之四個聲調聽辨的前測與後測答對次數如表五所示，表中空白處，表示該聲



圖四　四個聲調聽辨前測與後測答對次數之長條圖

註：1. T1 旁之括符內數字表示該聲調的測驗題數。

調前測已全數答對，不需再訓練也不列入統計分析。以下分別就每位受試之各聲調，前測與後測聽辨答對次數差異情形做如下分析：

T1 聲調聽辨

平均答對次數增加為 0.996，T1 聽辨答對次數後測多於前測者，分別為 s1、s2、s5、s7，增加的次數依序為 3.15, 2.7, 0.68, 2.25。沒有改變的三位受試為 s3、s4、s6，其中 s3 之 T1 聽辨前測與後測答對次數均為 0，s4 與 s6 之 T1 後測錯誤次數增加 0.9 次。

T2 聲調聽辨

平均答對次數為 0.54，T2 聽辨答對次數後測高於前測者，分別為 s2、s3、s4、s5，增加的次數依序為 1, 2, 2, 0.75。沒有改變的受試為 s1，s1 之 T2 聽辨前測與後測答對次數均為 6 次，s6 與 s7 之 T1 後測錯誤次數增加 1 次。

T3 聲調聽辨

平均答對次數為 1.16 次，T3 聽辨答對次數後測高於前測者，分別為 s1、s5、s6、s7，答對增加的次數依序為 0.9, 0.45, 3.15, 4.05。沒有改變的受試為 s2、s4，s2 之 T3 聽辨前測與後測均為 4.95 次，s4 答對次數均為 4.05 次，s3 之 T3 後測錯誤次數增加 0.45 次。

T4 聲調聽辨

平均答對次數為 0.45 次，T4 聽辨答對次數後測高於前測者，分別為 s2、s3、s5，答對增加的次數依序為 1.45, 1.3, 0.79。沒有改變的三位受試為 s1、s4、s6，其中 s1 與 s4 之錯誤次數增加 0.07 次，s6 錯誤次數則增加 0.7 次。

由上述七位受試之聲調聽辨前後測比較的結果，顯示受試間與受試本身在聲調聽辨的表現，各聲調差異情形相當大，很難就有限的資料說明其某些聲調沒有改變或退步的原因，例如：s3 是重度聽障（103dB），而且是七位受試中唯一未配戴人工電子耳的學生，但他的聲調聽辨整體的平均，後測比前測增加了 2.85 次，s6 也是重度聽障（115dB），但配戴人工電子耳 7 年，其聲調聽辨後測答對的次數只增加 0.55 次，是所有受試中答對次數增加最少的一位，但她在 T3 的聽辨答對的次數，後測卻比前測增加了 3.15 次（僅次於 s7 的表現），其他聲調答對的次數都比前測少（約少 1～0.9 次）；此外，s7 為中度聽障（85dB），是所有受試聽力損失最輕的一位，所以其答對次數在教學後，也是增加最多的一位（增加 5.3 次），但其 T2 後測答對次數卻比前測減少 1 次，同樣的一位中度聽障 s5（87dB），其聲調聽辨進步的情形卻只有 2.66 次。由此可見聲調聽辨答對或答錯的情形，因個人的學習情況而異，個體間與各體內的差異都很大。

圖五為七位受試聲調訓練前與訓練後之聽辨答對次數比較圖，其前測與後測之答對次數的數值可參考表五，由圖五顯示每位受試在經過聲調教學後的聲調聽辨答對次數均有提升，七人之前測答對次數分別為：19.12, 20.5, 14.4, 17.9, 24.55, 18.3, 13.75，後測答對次數分別為：23.10, 25.65, 17.25, 18.93, 27.21, 18.85, 19.05，前後測聽辨答對次數增加情形為：2.98, 5.15, 2.85, 1.03, 2.66, 0.55, 5.30，整體聲調聽辨增加狀況，以 s2 與 s7 增加最多。

（三）聲調聽辨前、後測答對次數之差異考驗

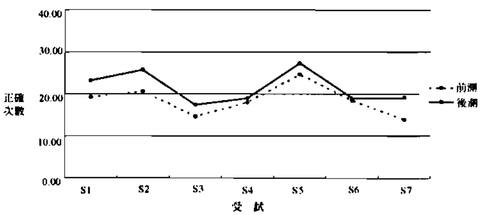
聲調聽辨前後測之差異比較，因研究樣本只有七人，所以使用 Wilcoxon Signed Ranks Test 用以比較前測與後測的差異情形。

表五　七位受試之四個聲調聽辨前測與後測答對次數一覽表

受試	T1(9)		T2(10)		T3(9)		T4(10)		平均總次數(38)	
	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測	前測	後測
S1	3.15	6.30	6.00	6.00	5.40	6.30	4.57	4.50	19.12	23.10
S2	0.00	2.70	7.00	8.00	4.95	4.95	8.55	10.00	20.50	25.65
S3	0.00	0.00	4.00	6.00	5.85	5.40	4.55	5.85	14.40	17.25
S4	4.28	3.38	3.00	5.00	4.05	4.05	6.57	6.50	17.90	18.93
S5	4.50	5.18	5.25	6.00	6.30	6.75	8.50	9.29	24.55	27.21
S6	1.80	0.90	6.00	5.00	4.95	8.10	5.55	4.85	18.30	18.85
S7	4.05	6.30	7.00	6.00	2.70	6.75			13.75	19.05
平均	2.54	3.54	5.46	6.00	4.89	6.04	6.38	6.83	18.36	21.43

註：1. T1 旁之括符內數字表示該聲調的測驗題數。

2. 欄位中空白處，表示該聲調前測已全數答對，不需再訓練也不列入統計分析。



圖五　七位受試之聲調聽辨前測與後測答對次數曲線圖

整體聲調聽辨答對次數 的前、後測差異比較，聲調聽辨共有 38 題，答對次數最高為 38 次，本研究結果發現受試在教學前之平均答對次數為 18.36 次，教學後為 21.43 次，約增加 3.07 次，聲調唸讀整體標記為負分者為 0 人（前測高於後測的人數），正分為 7 人(後測高於前測的人數)、次數相同者為 0 人（前測等於後測的人數），標記為負分與正分之總和分別為 0 與 28，就四個聲調整體來看，每位受試之後測答對題數都高於前測，以負分為依據所求得之 Z 分數為-2.366 ($p<.05$)，顯示聲調回饋教學可以增進聽障兒童聲調聽辨的能力。在前一節聲調唸讀前、後測考驗，研究結果也顯示聲調回饋教學有助於聲調唸讀，誠如過去相關之研究也指出唸讀分數高者其聽辨成績相對也較高（趙育綾，2007；Chang & Beattie, 2006），本研究使用聲調視覺回饋教學是聽覺與視覺併用的學習方式，因此，增進聲調唸讀能力的同時，也可能促進聲調聽辨能力。

結論與建議

研究限制

本研究探討聽障兒童聲調的議題，涉及年齡、性別、聽力程度、聲調念讀與聽辨的配對非常不易，所以未使用控制組，因此本實驗研究採訓練前、後差異進行比較，作為教學效果的分析，職是之故，對於聲調的教學效果，恐還有其他因素的影響，有待進一步研究。根據本教學實驗研究結果，做成如下之結論與建議：

一、結論

就聽障兒童個別差異之分析，以本研究樣本所得到的結果發現：每位受試各聲調唸讀與聲調聽辨的答對次數增加情形，有很大的個別差異存在。受試在經過聲調回饋教學後，各聲調唸讀答對次數，有些增加有些則與前測相同，在聲調聽辨方面，也是如此，有些聲調聽辨答對次數甚至還少於前測，但答對次數減少

的現象，都在一次（0.07～1）以內。整體而言所有受試之唸讀後測答對次數都有增加（介於 2.67～6.79），其中五名重度（90dB 以上）聽障兒童（四名配戴人工電子耳、一名配戴助聽器），經由聲調視覺回饋教學後，其聲調唸讀答對所增加的次數介於 2.67～5.03 次，同時其聲調聽辨答對的增加次數為 0.55～5.15 次（其中三人都在 3～5 次之間）。唸讀方面，答對次數增加最多的是二名中度聽障學生（s5, s7），經聲調視覺回饋的教學後，其聲調唸讀答對次數增加最多，可見有好的聲調聽辨，再輔以聲調視覺回饋的學習後，效果必然大增。

由此可見聲調唸讀或聽辨答對或答錯的情形，因個人的學習情況而異，個體間與各體內的差異都很大，且答對次數增加或減少在一次以內者，也很可能是其他誤差所造成（如：聽的專心度、答題的衝動性、或其他干擾變項所影響），而非實驗教學直接的影響。此外，就唸讀與聽辨教學前與教學後之比較，答對次數增加最多的聲調是 T3，從唸讀前測的分析也發現 T3 是錯誤最高的聲調，但因為本研究提供的視覺回饋對於 T3 的聲調特質「先降後升」有明顯的視覺輔助效果，因此，受試在模仿的過程中，比較能從視覺的回饋中獲得校正。此外，從訓練前與訓練後的答對次數進行差異考驗，結果顯示後測答對題數高於前測，且達.05 的顯著水準。綜合上述研究結果，本研究所做的結論是：聲調視覺回饋的教學，可以增進聽障兒童聲調唸讀與聲調聽辨的能力。

二、建議

教師對於聲調學習有困難的聽障兒童，教學時建議輔以聲調軌跡圖之視覺回饋，對於聲調的學習會有提升的效果。聲調唸讀的學習應考慮聲調的難易度，建議依據教學題庫之課程順序進行，亦即在教學一開始應該以 T1 作為音準的學習，學習時應涵蓋單字詞、二字詞、三字詞的變化，待 T1 通過後，再進入 T4 的學習，待熟悉後再進行 T1 與 T4 之聲調對比練習，此為 T1 與 T4 的學習；T2 與 T3 為較難的聲調，所以應在 T1 與 T4 熟練後才開始學習。聽障兒童聲調唸讀的教學，除了視覺回饋的輔助外，聲調音檔的播放與重複聽取對於聲調聽辨也有提升效果，建議教師聲調教學時除說明標準參照的軌跡圖與學生聲調軌跡圖的差異外，也要讓學生反覆聆聽與模仿聲調軌跡圖，增進其聲調唸讀與聽辨的能力。

未來研究的建議

聽障兒童聲調的實驗研究，要進行實驗組與控制組的配對確實有實施的困難，因此本實驗只使用單組前後測做為學習效果分析，建議未來研究可以比較傳統的「聲調聽覺口語法」與電腦化的「聲調視覺回饋法」的教學效果，有助於更清楚的釐清聲調視覺回饋法教學的效果。

參考文獻

王麗雪（2004）：**台灣聽障兒童國語聲調感知與發音研究**。輔仁大學語言研究所碩士論文（未出版）。

身心障礙等級（2006）：中華民國 95 年 9 月 8 日行政院衛生署衛署照字第 0952801549 號公告修正，2007 年 7 月 11 日，取自 http://sowf.moi.gov.tw/05/new05.htm

吳明雄(1995)：國民小學注音符號教學現況。**社教資料雜誌，201**，4-6。

邱紫容（1999）：**國小六年級聽覺障礙學生後設語言覺知能力之研究**。彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文（未出版）。

林珮瑜（1996）：**聽障兒童教學電腦輔助系統-語音處理子系統**。國立台灣大學電機工程學研究所碩士論文（未出版）。

梅永人（2000）：**國語聲調電腦評量模式之研究**。國立台中師範學院教育測驗統計研究所碩士論文（未出版）。

黃重光（2001）：**以自組織特徵映射建立國語聲調電腦評量模式之研究**。國立台中師範學院教育測驗統計研究所碩士論文（未出版）。

張小芬（2004）：**聲調分析軟體在聽障學生國語聲調有效教學的應用**。載於國立台灣海洋大學師資培育中心主編：課程領導與有效教學 （pp.231-251）。台北：高等教育。

張小芬（2007a）：電腦化「國語聲調聽辨測驗」之編製。**測驗學刊**，**54**(1), 97-120.

張小芬（2007b）：華語聲調測驗與教學。載於張小芬、古鴻炎：**電腦化華語發音測驗與教學**（32-51 頁）。台北：心理。

張小芬、古鴻炎（2007）：**電腦化華語發音測驗與教學**。台北：心理。

張小芬、古鴻炎、吳俊欣（2004）：聽障學生國語語詞聲調人耳評分與電腦分析之初探。**特殊教育研究學刊**，**26**，221-246。

張淑品（1999）：**國中重度聽障學生與耳聽學生國語單元音與聲調的聲學比較分析**。國立台灣師範大學特殊教育學系碩士論文（未出版）。

張蓓莉（1987）：回歸主流聽覺障礙學生語言能力之研究。**特殊教育研究學刊**，**3**，119-134。

張蓓莉（2000）：聽覺障礙學生說話清晰度知覺分析研究。**特殊教育研究學刊**，**18**，53-78。

趙育綾（2007）：**國小聽障學生華語聲調聽辨唸讀之研究**。國立台灣海洋大學教育研究所碩士論文（未出版）。

鍾玉梅（1994）：聽障兒童的說話問題。**聽語會刊**，**10**，72-79。

歐菁妮（2002）：**聽障與聽常兒童國語聲調的辨認**。國立台灣大學語言學研究所碩士論文（未出版）。

Chang, H. F., & Beattie, R. G. (2006). *A study on perception and prodution of sentence final intonation contours by children who are hearing impaired.* Oral presented at the 9th Asia-Pacific Congress on Deafness, Sep. 9-12, Tokyo, Japan.

Ching, T. (1990). *Tones for profoundly deaf tone-language speakers.* Conference papers. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 335

Fu, Q. J., Zeng, F. G., Shannon, R. V. & Soli, S. D. (1998). Importance of tonal envelope cues in Chinese speech recognition. *J. Acoust. Soc. Am.*, *104*(1), 505-510.

Garding, E., Kratochvil, P., Svantesson, J. O., & Zhang, J. (1986). Tone 4 and Tone 3 discrimination in modern standard Chinese. *Language and Speech*, *29*, 281-293.

Houde, R. A., & Braeges, J. L. (1983). Independent drill: A role for speech training aids in the speech development of the deaf. In I.Hochberg, H. Levitt, & M. J. Osberger (Eds.), *Speech of the hearing impaired: Research, training, and personnel preparation* (pp.283-295).

Liu,Y.T. (2004). The comparative fallacy in tone perception studies. Teachers College, Cloumbia University Working Papers in *TESOL & Applied Linguisitc*, *4*(1), 1-4.

Moore, D. B., & Jongman, A. (1997). Speaker normalization in the perception of Mandarin Chinese Tones. *J. Acoust. Soc. Am.*, *102*, 1864-1877.

Nickerson, R. S., Stevens, K. N., Rollins, A. M., & Zue, V. W. (1983). Computers and speech aids. In I. Hochberg, H. Levitt, & M. J. Osberger (Eds.), *Speech of the hearing impaired: Research, training, and personnel preparation* • (pp.313-324). Baltimore, Maryland: University Park.

Shen, X. S., & Lin, M. C. (1991). A perceptual study of Mandarin tones 2 and 3. *Language and Speech*, *34*, 145-156.

Spaai, G. W. G. (1993). Teaching Intonation to Deaf Persons through Visual Displays. In Ben A. G. Elsendoorn, Frans Coninx (Eds), *Interactive learning technology for the deaf* (pp. 151-163). New York: Springer-Verlag.

Spaai, G. W. G., & Hermes, D. J. (1993). A visual display for the teaching of intonation. *CALICO Journal*, *10* (3), 19-30.

Spaai, G. W. G., Hermes, D. J., Derksen, E. S., & Kaufholz, P. A. (1994). The effectiveness of the intonation meter for teaching intonation to deaf persons. In Wolfgang L. Zagler, Geoffrey Busby, Roland R. Wagner (Eds.), *Computers for handicapped persons*, 4th International Conference, ICCHP '94, Vienna, Austria, September 14-16, 1994. New York: Springer-Verlag.

Spaai, G. W. G., Storm, A., Hermes, D. J. (1993). A visual display for the teaching of intonation to deaf persons: some preliminary findings. *Journal of Microcomputer Applications*, *16*, 277-286.

Spaai, G. W. G., Derksen, E. S., Hermes, D. J., & Kaufholz, P. A. P. (1996). Teaching intonation to young deaf children with the intonation meter. *Folia Phoniatr Logop*, *48*, 22-34.

Wang, Y., Spence, M. M., Jongman, A., & Sereno, J. A. (1999). Training American listeners to perceive Mandarin tones. *J. Acoust. Soc. Am.* *106*(6), 3649-3658.

Whalen, D. H., & Xu, Y. (1992). Information for Mandarin Tones in the amplitude contour and in brief segments. *Phonetica*, *49*, 25-47.

Bulletin of Special Education
2007, 32(4), 47-64

Visual Feedback Training to Promote Mandarin Disyllabic Tone Perception and Production in Hearing-Impaired Children

Chang Hsiao-Fen
Assistant Professor, Graduate Institute of Education, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

Incorrect perception and production of Mandarin tones is a common problem in children who are hearing impaired. To help those children improve their tones, a visual display system for teaching tones has been developed. The purpose of this study is to explore the effects of the visual feedback tone training system for improving the perception and production of Mandarin tones in HI children. In addition to a real-time tone-pattern display there is a tone-discrimination test system, which can measure the precise percentage of correct tone perception.

A single-research-group experimental design was used. Training in tone production was given to individual students by their resource-class teachers during a teaching period consisting of from 15 to 18 half-hour classes. Subjects came from the resource classes of elementary schools, two of them were moderate-hearing-loss (average = 86 dB) and the other five children were severe-hearing loss (average =100.33 dB). Subjects were in the 1^{st} to 5^{th} grade, and the average age was 9.6. Results indicated that the visual feedback system used to enhance correct tone production and perception in HI children was effective. The main results are as follows:

1. After tone production training, we successfully assisted 7 HI children in pronouncing the Mandarin tones. Their progress, measured as the number of correct attempts with all 4 tones, was 0.31～1.89; each child's number of attempts ranged between 2.67～6.79. Students' tone production ability at the end of the project did represent significant progress. Our conclusion was that the visual feedback tone training system is effective for developing HI students' tone production.
2. As for tone perception, after the tone production training we assisted 7 HI children in making tone discriminations. Their progress, measured as the number of correct attempts with all 4 tones, was 0.54～1.16; each child's number of attempts ranged between 0.55～5.30. Students' tone perception ability at the end of the project did represent significant progress. Our conclusion was that the visual feedback tone training system is effective for developing HI students' tone perception.

Keywords: Tone training, visual feedback, hearing-impaired, tone production, tone perception