

airiti

臺灣北部地區青少年變聲期歌聲特質發展之 縱貫研究

A Longitudinal Study of the Characteristic Development of the Singing Voice of Adolescent Voice Changes in Northern Taiwan

潘宇文 Yu-Wen Pan

國立臺灣師範大學音樂學系 副教授

Associate Professor / Department of Music, National Taiwan Normal University

有關本文的意見，請聯繫通訊作者潘宇文
For correspondence concerning this paper, please contact Yu-Wen Pan
Email: pan2006@ntnu.edu.tw

摘要

本研究之主要目的為分析青少年在不同歌聲發展階段的說話平均音高、歌唱音域及嗓音特性，同時探討青少年在歌曲演唱時的聲區使用情形。本研究採用為期三年的縱貫式調查研究法，以立意取樣的方式，邀請到臺北市與新北市地區三所國民小學高年級、國民中學以及高級中學，各一個原班級的學生作為研究對象。透過每學期一次的個別嗓音施測，蒐集研究對象在說話聲音與歌唱聲音的特質，以分析該些特質的變化與發展狀況，全程參與每次追蹤施測的學生共計有 274 位。研究發現在變聲期間，少男的歌聲在音域與音色上皆有顯著的改變，少女的歌聲在音色上的改變較音域上的變化更為顯著，少男與少女皆最常使用低、中兩個聲區來演唱自選曲。本研究結果能協助音樂教師瞭解青少年的歌聲發展狀況，進而給予他們合宜的歌唱指導。

關鍵詞：青少年變聲期、嗓音特性、歌唱音域與聲區、歌聲發展階段、說話平均音高

Abstract

The main purposes of this study were as follows: (1) to analyze the average speaking pitch, singing range and tessitura, and voice characteristics of the male and female adolescents in different developmental stages of voice changes, and (2) to understand the situation of their application of vocal registers when singing the self-selected songs. A three-year longitudinal survey approach was utilized in the study. The purposive sampling subjects were invited from both the Taipei City and New Taipei City area, including fifth, seventh, and tenth graders. These students received an individual test of speaking and singing voices once a semester. A total of 274 students fully participated in the study. The major findings of the study were as follows: (1) The adolescent boys' voice had changed significantly in range and tone color during the voice changes; (2) The adolescent girls' voice had changed significantly more in tone color than range during the voice changes; (3) When singing the self-selected songs, the low and middle vocal registers were the most commonly applied by the adolescent boys and girls at various stages of voice development. The results of this study would assist music teaching in understanding the adolescents' voice development, and then to provide them with the appropriate singing instruction.

Keywords: adolescent voice changes, voice characteristics, singing range and vocal register, the stages of voice development, average speaking pitch

壹、緒論

中學音樂教師所面臨的最大教學挑戰，莫過於同時指導不同且又多樣嗓音改變狀況的青少年學生，在音樂課堂中進行歌唱活動。進入青春期的少男與少女，都會經歷一個漸進的變聲過程（Durrant，2003；Freer，2009a）；而在這段歷程中，音樂教師往往是青少年學生習得歌唱技巧，及獲得聲樂知識的唯一學習對象（Gackle，2011；Hirokawa，2015；Pagel、Spevacek，2004）。因此，瞭解青少年嗓音的變化過程與發展特質，進而給予合宜的歌唱指導是中學音樂教師的重要職責。

青春期所帶來的變聲現象，讓青少年的嗓音在音域與音色上，產生明顯且劇烈的變化，此變聲過程是嗓音由兒童聲音轉變為成人聲音的關鍵發展階段（潘宇文，2015）。自 1950 年代起，北美地區關注少男歌唱學習狀況的音樂教師們，接續透過觀察、測驗等實證方式，探究變聲期間少男的說話聲音與歌唱聲音的變化特質。由於少女的變聲現象沒有少男的變聲狀況來得戲劇性且引人注目，因此，直到 1990 年代開始才有專家教師以社區少女合唱團為對象，進行長期縱貫式的變聲特質研究（潘宇文，2008）。

由童聲期進入變聲期的時間因人而異，有些兒童早在國小四年級（Freer，2009b）或是國小五、六年級時（潘宇文，2011；Hedden，2012）就開始變聲了，而女童常較男童早約一年半的時間進入變聲期（Durrant，2003；Freer，2009b）。青少年變聲持續時間通常為一年半至三年左右（Brunssen，2010；Sataloff，1999），這與嗓音器官成長速度有關，頗具個別差異。聲音變化的高峰期在 12 歲半至 15 歲之間（Cooksey，1999；Durrant，2003；Sataloff，1999），約 15 歲時嗓音器官逐漸發育成熟，聲音變化的現象亦趨緩（Brunssen，2010；Sataloff，1999），此時青少年的聲音將繼續朝穩定期發展。

變聲是喉頭組織在青春期的發育過程中，所產生的嗓音改變現象（楊光榮，1999；Friddle，2005）。該生理組織的發展包含了喉頭位置下降，聲道長度與寬度增加，喉頭軟骨成長，甲狀軟骨角度改變，喉內肌肉成長，以及聲帶肌肉長度與厚度增加等（楊光榮，1999；Brunssen，2010；Sataloff，1999）。這些發展除了造成青少年嗓音在音色與音域上的改變外，同時也因為軟骨支架增長比率不同，喉內肌肉群成長速度不一，軟骨與肌肉之間的活動協調度不易等狀況（楊光榮，1999），進而形成變聲期間特殊且典型的氣聲與破音現象。

為了能協助青少年學生順利通過此變聲歷程，並朝向健康、成熟的嗓音持續發展，專家學者們藉由自身教唱經驗與研究發現，提供音樂教師有關青少年說話音高與歌唱音域的測試方式、嗓音特性的觀察焦點，以及歌聲發展階段的判斷依據等重要資訊。然而

音樂教師在師資職前培訓課程中，較缺乏與變聲期相關的嗓音知識學習與歌唱教學訓練（Collins，2006；Gackle，2006），以至於在音樂課堂中，較少引導青少年認識自己與他人歌聲的特質與變化（潘宇文，2009）。

世界衛生組織（World Health Organization，簡稱 WHO）在討論青少年健康議題的官方網站，將進入青春期的 10 至 19 歲年輕人視為青少年（World Health Organization，2014）。近年來臺灣兒童的飲食習慣西化且營養充足，使得許多國小學童在高年級時就進入了青春期（潘宇文，2011）。有鑑於此，本研究運用縱貫調查的方式，針對臺灣北部地區國民小學高年級、國民中學以及高級中學的學生，進行歌聲特質的追蹤採集與發展分析。在研究中將分別以少男與少女，稱呼進入青春期的國小五年級至高中三年級之青少年男、女學生。

本研究共有三個研究目的，分別為：

1. 分析不同歌聲發展階段少男的說話平均音高、歌唱音域及嗓音特性。
2. 分析不同歌聲發展階段少女的說話平均音高、歌唱音域及嗓音特性。
3. 探討不同歌聲發展階段青少年在歌曲演唱時的聲區使用情形。

希冀本研究之結果能協助音樂教師及關心青少年變聲現象的人士，瞭解青少年學生在變聲階段的歌聲發展狀況，使其能獲得更適切且合宜的歌唱指導。同時，亦能為音樂教育工作者，在創作或編選此成長階段的專屬歌唱曲目時，提供參考依據。

貳、文獻探討

文獻探討分為三個部分，分別為青少年歌聲測試之內容與方式，少男變聲期歌聲發展之相關研究論述，以及少女變聲期歌聲發展之相關研究論述，作為本研究設計的理論依據、研究實施的規劃參考及研究結果的討論基礎。

一、青少年歌聲測試之內容與方式

歌聲測試的主要目的是為了瞭解青少年嗓音發展的狀況，將他們安排到適當的演唱聲部，並提供符合其歌唱能力的習唱歌曲（Dilworth，2012）。多位專家學者們皆認為，說話聲音是覺察青少年變聲期即將到臨的可靠預測指標（Cooksey，1999；McKenzie，1956；Swears，1985）。首先，說話聲音有時會變得沙啞或粗糙，說話音調會不太穩定，接著，說話音高先開始降低，之後歌唱音域也隨之降低了。Barresi（1986）更指出少男從說話音高的降低開始，大約三個月後歌唱聲音就會產生變化，自此便揭開了變聲期的序幕。

在說話音高的測試上，John Cooksey 運用數字倒數的方式，請接受測試的少男從 20 數到 1，過程中施測者輕哼其所判斷的說話平均音高，同時在鋼琴上找出該音高；之後再將施測時的錄音檔，透過電腦聲音分析程式的測量，來獲得客觀的說話平均音高（Thurman，2012）。Gackle（2006，2011）亦運用數字倒數的方式，請接受測試的少女以四分音符等於 92 的速度，平穩且連續地從 10 數到 1，此時施測者審慎聆聽並透過鋼琴的輔助來判斷說話平均音高。Barresi（1986）則是請受試者看稿朗讀一段文句，然後藉由施測者的聽辨，直接判定出說話平均音高。

在歌唱聲音的測試上，有個別與團體測試兩種形式，多數的專家學者們主張在教學時間許可下，應進行青少年個人歌聲特質的檢測。Barresi（1986）透過琴聲的引導，先讓青少年以母音 [a] 演唱五個音高級進上、下行的圓滑式曲調音型（如圖 1）：



圖 1 Barresi 歌聲測試的圓滑式曲調音型。

經由半音移調的方式，測試其歌唱音域。接著，以平穩上行的大調音階測試歌唱舒適音域，以速度較快的兩個斷音式曲調音型（如圖 2）：



圖 2 Barresi 歌聲測試的兩個斷音式曲調音型。

測試歌聲敏捷度，並再以漸強與漸弱的方式持續演唱一個中音域的音高，測試音量變化的情形。最後，請青少年隨著琴聲在兩個不同的音調上演唱歌曲「America」，以觀察其不同聲區的音色特性。

Barham、Nelson（1991）請少男先說聲 Hello，然後以這個字的說話音高為主音，隨琴聲演唱三個音高級進上、下行的「Hello」曲調音型（如圖 3）：



圖 3 Barham、Nelson（1991）歌聲測試的「Hello」曲調音型及其倒影曲調音型。

經由半音上行的移調方式，測試其歌唱聲音的高音域。接著再以該說話音高為起音，演唱先下行再上行的「Hello」倒影曲調音型，經由半音下行的移調方式，測試少男歌唱聲音的低音域。

Gackle (2011) 在確認少女的說話平均音高後，從高於該音高的 5 度音開始，引導少女以母音 [a] 演唱五個音高下行的曲調音型 (sol-fa-mi-re-do)，並隨琴聲以先下行、再上行的方式進行半音移調，測試其歌唱音域。接著，再分別以該音高附近的幾個音作為主音，演唱一個 8 度的上行大調音階，測試歌唱舒適音域並同時觀察換聲區。最後，引導少女在低、中、高三個聲區，以漸強與漸弱的方式各持續演唱一個音高，測試其音量變化的情形。

Irvin Cooper 強調團體歌聲測試不僅能節省教學時間，同時亦能提高歌聲發展階段與聲部分派等判定的正確性 (Stockton, 2014)。Dilworth (2012) 建議採用座位分排的方式，進行小組歌聲測試。Cooksey (1999) 則進一步說明，在面對有限的教學時間，團體測試確實能在第一堂課或第一次練唱時，就順利將青少年分派到合宜的聲部，但是團體測試不能取代個人歌聲特質的檢測，後續應每隔六到八週進行一次個別歌聲測試，以掌握青少年的嗓音發展狀況。

幾位專家學者在進行團體歌聲測試時，皆是選擇當時青少年較熟悉的歌曲作為施測曲，來判斷他們的變聲階段與演唱聲部。自 1950 年代起分別有 Irvin Cooper 使用「Way Down upon the Suwannee River」、John Cooksey 採用「America」以及 Collins 選用「Jingle bells」等歌曲，來為少男進行團體測試 (Collins, 1999)。這些專家學者引導少男們以齊唱的方式，分別在兩個相差 4 度或 5 度的音調上演唱施測曲，先後鑑定出變聲後期、尚未變聲或變聲初期，以及變聲中期的少男；之後再依據習唱歌曲的音域，將不同變聲階段的少男們安排到合宜的演唱聲部。

二、少男變聲期歌聲發展之相關研究論述

少男進入青春期後，喉頭軟骨群快速成長，其中甲狀軟骨下轉 90 度並向前突出，這就是一般所謂的喉結，或是「亞當的蘋果」，聲帶肌肉也因此得到更多的成長空間，在長度與厚度上可增長兩倍 (Brunssen, 2010; Sataloff, 1999)。同時，咽腔、口腔、鼻腔等聲道在長度與寬度上也跟著增長，使得嗓音有更大的共鳴空間 (楊光榮, 1999; Sataloff, 1999)。這些嗓音器官的成長與改變，正是讓少男在變聲期間音調逐漸降低一個 8 度，以及音色變得更為渾厚的原因。

Irvin Cooper 是長期關注少男在變聲期間嗓音變化的研究先驅者，他於 1965 年提出少男變聲期二階段歌聲發展理論，該些階段名稱依序為 Cambiata 及 Baritone (Collins, 1999; Thurman, 2012) (如圖 4)。

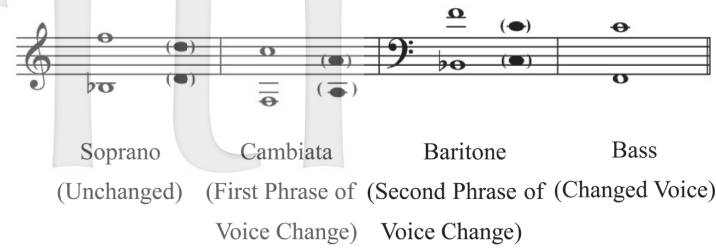


圖 4 Cooper 的少男變聲期歌聲發展階段之歌唱音域與舒適音域。

註：白色符頭為歌唱音域、黑色符頭為舒適音域。

資料來源：Thurman (2012: 13)。

Irvin Cooper 發現大部分少男在七年級時進入變聲第一階段，因有著典型的特殊音質，而將他們命名為 Cambiata（此為義大利文，有「變化」之意）。八年級左右少男會進入變聲第二階段，此時少男被稱呼為 Baritone。至於已經完成變聲的 Bass 要到高中時期才會出現，而具有成熟歌聲的 Tenor 則要等到 25 歲之後才會產生（Phillips, 1992）。

在 Cambiata 階段，少男低音的音色變得較為圓潤且厚度稍增，此時低音域往下快速擴展，且無法舒適演唱童聲時期的高音域（Phillips, 1992）。此階段的歌唱音域與舒適音域皆比尚未變聲的 Soprano 階段降低 4 度，歌唱音域的最高音降到 C5（較中央 C 高 8 度）。Irvin Cooper 提醒音樂教師在歌聲測試時，須留意因 Cambiata 的獨特音質所產生令人混淆之低 8 度錯覺，以避免將他們誤判為 Baritone（Garretson, 1998; Phillips, 1992）。在 Baritone 階段，少男的歌唱音域與舒適音域繼續降低 5 度與 6 度。從尚未變聲到變聲階段結束前，少男的整體歌唱音域與舒適音域，已分別降低了 8 度與 9 度。

John Cooksey 在大學時期接受 Irvin Cooper 的指導，畢業後將所學運用於中學合唱團的教學中。經過多年教唱實務的觀察，Cooksey (1999) 認為 Cooper 對少男的變聲期二階段歌聲發展分類過於單純，他於是著手進行系統性的歌聲測試與分析研究，在 1977 至 1978 年間發表變聲期五階段歌聲發展理論（如圖 5）。

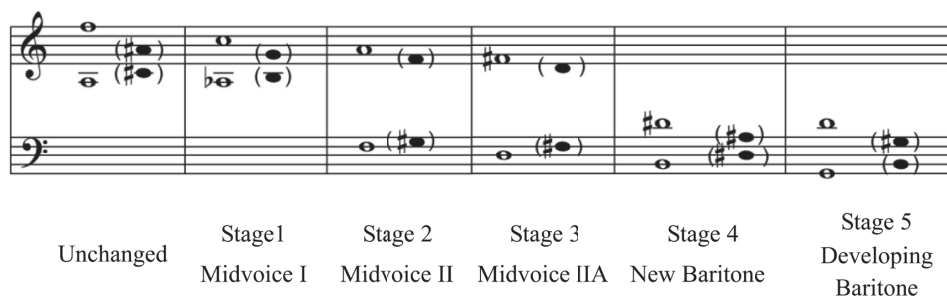


圖 5 Cooksey 的少男變聲期歌聲發展階段之歌唱音域與舒適音域。

資料來源：Cooksey (1999: 13)。

Cooksey (1999) 強調少男們都會歷經一個可預測且有順序的變聲過程，但歌聲改變的速度則是因人而異的。他將少男的五個變聲階段，依序命名為 Midvoice I、Midvoice II、Midvoice IIA、New Baritone 及 Developing Baritone。歌唱音域的最低音隨五個階段的發展，逐次降低 3 度 (A^{b3}、F³、D³、B²、G²)，前四階段的最高音也從 C⁵ 開始，每階段降低 3 度 (C⁵、A⁴、F^{#4}、D^{#4})，第五階段的最高音僅下降 1 個半音 (D⁴)，顯示成長變化已趨緩且歌唱音域開始擴展。各階段的舒適音域寬度多為 6 度，變化幅度不大。

Cooksey (1999) 發現大多數少男在七年級時進入變聲初期 Midvoice I，有些少男則提早在六年級就開始變聲了，此階段除了無法再演唱童聲時期的 C⁵ 至 F⁵ 音域外，在演唱高音時也會有歌聲緊繃的現象。少男在八年級時多會進入變聲中期，在 Midvoice II 階段，少男的音色變得較厚、較暗，高音域的歌聲亦較不穩定；此時假聲區的歌聲開始發展，且換聲區明顯。Midvoice IIA 階段是變聲的高峰期，少男的音質較 Midvoice II 更粗糙，氣聲現象更明顯，且歌聲敏捷度下降。

大部分八年級與九年級的少男已進入變聲後期，在 New Baritone 階段，少男的變聲現象不再劇烈，此時音質變得較清晰，音色比成年男性來得輕與薄，且更容易在假聲區中演唱。然而 Cooksey 發現一些少男在 C⁴ 至 F⁴ 之間，會出現無法發出聲音的空白區域，這個現象常造成他們難以從頭聲區轉換到假聲區中演唱。Developing Baritone 階段的少男已出現具個人特質的嗓音，在歌唱音域與舒適音域上都逐漸擴展，歌聲敏捷度與歌唱能力也都提升；假聲區的音色更為清晰且集中，而轉換到該聲區的音域為 D⁴ 至 E⁴ 之間，較 New Baritone 階段稍微降低。

有關說話平均音高在變聲期間的變化，Cooksey (1999) 強調該平均音高會從高於歌唱音域最低音約 2 至 3 個半音，逐漸在變聲後期轉變為高於歌唱音域最低音 4 至 6 個半音。

Anthony Barresi 以 Cooksey 在 1977 至 1978 年間所發表的歌聲發展理論為基礎，於 1980 年代進行多個有關青少年歌唱教學的研究。1986 年 Barresi 縮減了 Cooksey 在少男變聲發展階段的數量，透過拍攝教學錄影帶的方式，發表少男變聲期四階段歌聲發展理論，這四個階段的名稱依序為 Stage 1、Stage 2、Stage 2A 以及 Stage 3，其中 Stage 2 是歌聲變化的高峰期，Stage 2A 則是暫歇期 (Barresi, 1986) (如圖 6)。

變聲初期 Stage 1 少男歌唱音域的最高音為 C⁵，較尚未變聲階段降低了 3 度。變聲四個階段的歌唱音域最高音 (C⁵、B⁴、F⁴、D⁴)，依序降低 2 度、4 度、3 度，歌唱音域最低音 (B³、F³、D³、C³) 則依序降低 4 度、3 度、2 度，顯示變聲期間的歌唱音域降幅逐漸趨緩，但歌唱音域範圍卻逐階段縮窄。四個階段的舒適音域最低音 (D⁴、A³、F³、D³) 依序降低 4 度、3 度、3 度，舒適音域範圍亦逐階段小幅縮窄。

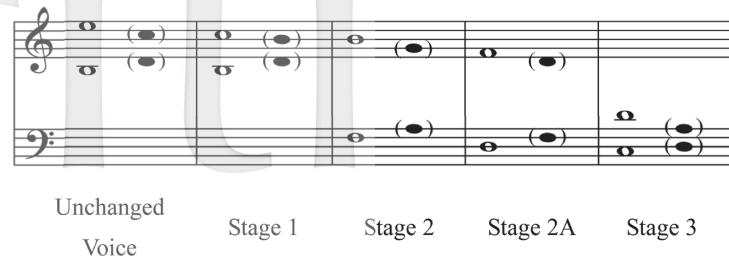


圖 6 Barresi 的少男變聲期歌聲發展階段之歌唱音域與舒適音域。

資料來源：Barresi（1986）。

Barresi（1986）提供了四個變聲階段的說話平均音高，依序為 C4、A3、F[#]3、C3，從變聲初期到變聲後期該音高降低了 8 度。Barresi 在說話平均音高與歌唱音域最低音間的階段關係研究發現，與 Cooksey（1999）的研究結果不盡相同，尤其是在變聲後期此兩個音高的距離並未持續變寬，反而是成為相同的音高。

Barham、Nelson（1991）亦受到 Cooksey（1999）研究的啟發，於是針對少男進行大規模的歌聲測試，歷經長時間的觀察與分析，決定簡化 Cooksey 的五階段變聲發展理論為三個階段，依序命名為 Cambiata I、Cambiata II 及 Baritone。他們認為少男在演唱高音時，如出現頭頸部肌肉緊繃及氣聲增加等現象，就可能是變聲期即將開始的徵兆。兩位學者亦主張少男在變聲期間，經常會先消失演唱最高音域中數個音高的能力，然後低音域才會開始往下增加新的音高（如圖 7）。



圖 7 Barham、Nelson 的少男變聲期歌聲發展階段之歌唱音域。

資料來源：Barham、Nelson（1991：7）。

在 Cambiata I 階段少男歌唱音域的最高音為 C5，較尚未變聲的 Treble 階段降低 4 度。當少男的歌唱音域突然大幅縮減，且上方出現不易發聲的空白區域時，是少男歌聲將進入下一階段的前兆。在 Cambiata II 階段，歌唱音域的最高音與最低音，較 Cambiata I 階段分別降低 5 度與 3 度，此時假聲區的歌聲開始發展。而 Baritone 階段少男的高音域僅降低 3 度，低音域則大幅下降了 5 度，此時整體的歌唱音域開始擴展。

Barham（2001）針對美國中部地區長期指導少男歌唱的傑出中學音樂教師進行訪談，發現大多數教師會以少男的說話音高作為歌聲測試時的起唱音高，且絕大部分的教師是

採用四個或五個階段分類方式，來記錄少男的變聲發展狀況。Garretson（1998）進一步強調教師們應發展出屬於自己的折衷觀點，並選擇最適合自己教唱境況的階段分類模式。在少男變聲過程中以音域範圍作為歌聲分類的依據，但當其歌聲進入穩定期後，則應同時考量音色特質來進行聲部分派。

綜觀上述的研究論述，在變聲階段的命名方式分為兩種類型，分別是採用階段順序名稱與歌者聲部名稱。值得注意的是這些專家學者們皆強調 Baritone、Bass 等名稱，與成年男性歌者的聲部名稱及其歌聲特質並沒有關係。Fridde（2005）更說明有時以聲部名稱來稱呼少男，僅是便於對應樂譜上的聲部標示罷了。Barham、Nelson（1991）及 Dilworth（2012）則主張使用聲部數字名，如 Part I、Part II、Part III 等，來作為少男的聲部名稱。

三、少女變聲期歌聲發展之相關研究論述

少女進入青春期後，喉頭軟骨群增長的幅度不大，且其中甲狀軟骨傾斜的角度與兒童期相同（Sataloff，1999）。因此，少女的聲帶肌肉主要是在寬度與厚度上的成長，在長度上的增加並不明顯，使得變聲期間少女音色的變化較音調的下降更為顯著（Freer，2009b），其音調約降低 3 度（Brunssen，2010）。由於負責拉攏兩個杓狀軟骨，以閉合聲門的杓間肌肉群發育較為緩慢，常造成少女在歌唱發聲時，氣息從該對軟骨之間的縫隙漏出（Brunssen，2010；Gackle，1991），產生了變聲期間獨特且明顯的氣聲現象。

Barresi（1986）認為變聲期少女的歌聲發展有兩個階段，變聲第一階段的歌唱音域較童聲時期稍窄，音色較為細薄，常有氣聲或沙啞的現象。進入變聲第二階段時，由於喉頭肌肉與軟骨的成長，在低聲區開始出現胸聲音質，此階段後期歌聲沙啞的現象逐漸消失，敏捷度也逐步提升。而在十一年級時會有較明顯的換聲區，Soprano 的換聲區接近 E5，Alto 則接近 B4。由於少女的變聲現象主要是在音色上的改變，因此 Barresi 將此二階段的少女分別命名為 Treble 1 與 Treble 2（如圖 8）。

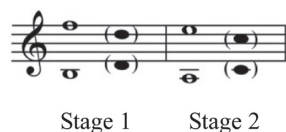


圖 8 Barresi 的少女變聲期歌聲發展階段之歌唱音域與舒適音域。

資料來源：Barresi（1986）。

此二變聲階段的歌唱音域與舒適音域，不論是最高音或是最低音僅微幅降低 2 度，且兩者的音域寬度並未改變，分別維持在 12 度與 8 度。而二階段的說話平均音高降低 3 度，依序為 C4、A3，此音高接近或等同各階段歌唱音域的最低音。

Lynne Gackle 是首位長期關注少女在變聲期嗓音變化的專家學者，1991 年 Gackle 以 Cooksey 於 1977 至 1978 年間所發表的歌聲分類系統為基礎，將針對社區少女合唱團的多年觀察研究，撰寫成期刊論文，發表少女變聲期三階段歌聲發展理論，該階段命名依序為 Pre-Menarchael、Post-Menarchael、Young Adult Female。Gackle 強調少女的歌聲在變聲期間仍保有童聲特質，僅在音色上產生多樣的色調變化，因此建議採用 Light Soprano 或是 Rich Soprano 來稱呼她們，而非使用成人女性歌者 Soprano、Alto 等名稱（Gackle，1991）（如圖 9）。

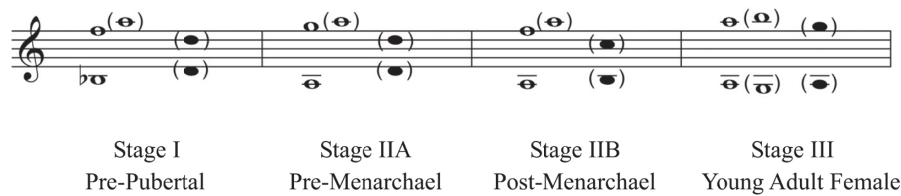


圖 9 Gackle 的少女變聲期歌聲發展階段之歌唱音域與舒適音域。

資料來源：Gackle（1991：24）。

變聲初期 Pre-Menarchael 階段（約 11-12 歲），少女歌聲出現氣聲現象，歌唱音域的最高音與最低音，皆較尚未變聲的 Pre-Pubertal 階段擴展 2 度，舒適音域範圍則未改變，寬度維持在 8 度，說話平均音高分布在 B^b3 至 C[#]4，換聲區通常在 F4 到 A[#]4 之間，而不同聲區的音色具有差異性（Gackle，2011）。

Post-Menarchael 階段為變聲高峰期（約 12-14 歲），少女的歌聲常出現沙啞、破音及氣聲等現象，此時較能輕鬆演唱低聲區的音域，因而會讓人產生 Alto 音質的錯覺。此階段歌唱音域最高音降低 2 度，舒適音域的最高音與最低音分別降低 2 度與 3 度，舒適音域的寬度增為 9 度，但變動性較大，說話平均音高亦小幅降低為 A3 至 C4，換聲區則出現在 F4 到 A[#]4 以及 D5 到 F[#]5 等兩處（Gackle，2011）。

變聲後期 Young Adult Female 階段（約 14-17 歲），少女的音色變得較寬圓，氣聲現象減少，歌聲敏捷度與音量皆有增加，並逐漸出現成熟的氣韻聲。此階段歌唱音域最高音提升了 3 度，使得該音域達到兩個 8 度之寬，舒適音域亦持續擴展，尤其是高音部分提升了 5 度，讓該音域寬度接近兩個 8 度。說話平均音高降低為 G3 至 B3，聲區之間的音色開始趨於一致，換聲區提高為 D5 到 F[#]5 之間（Gackle，2011）。

綜觀上述的研究論述，Barresi（1986）與 Gackle（1991，2011）雖因研究對象背景的不同，而在變聲發展的階段分類與嗓音特質等方面有各自的研究結果，但兩位專家學者皆發現少女在變聲期間歌唱音域範圍的變化是漸進且較不顯著的，歌聲音色與特質的轉變才是少女變聲期間最需被關注的焦點，以及判斷其變聲發展的重要依據。

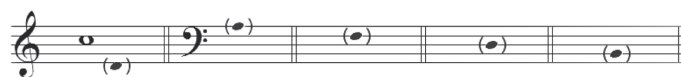
參、研究方法

一、研究設計

有鑑於青少年在變聲期的嗓音發展是個持續的生理變化過程，因此本研究採用為期三年的縱貫式調查研究法，透過每學期（每半年）一次的個別嗓音施測，蒐集研究對象在說話聲音與歌唱聲音的特質，以探討該些特質的改變狀況。在說話聲音方面包含說話平均音高與說話音質等兩項內容，在歌唱聲音方面包含歌唱音域、舒適音域、換聲區、歌唱音色、敏捷度及聲區使用等六項內容。

有關研究對象的個人背景方面，本研究蒐集了年級、年齡、性別、身高、體重以及音樂經驗等相關資料，其中音樂經驗包含校內與校外的合唱、獨唱、器樂等內容。配合每學期一次的個別嗓音施測，研究對象在身高、體重及音樂經驗等資料皆會被再次調查更新。此外，為瞭解 Gackle（1991）以初經（menarche）作為區分少女變聲階段的理念，本研究以非正式的口頭詢問方式，嘗試蒐集女學生初經開始的大約時間。上述所蒐集到的相關資料，主要是作為本研究在嗓音特質分析時，判斷變聲階段的輔助參考資料。

在青少年歌聲發展階段方面，經由相關研究文獻的深度探究，以及所有歌聲檔案資料的初步分析後，研究者首先參照 Irvin Cooper（Collins，1999）、Cooksey（1999）以及 Barresi（1986）的研究論述，判斷少男由童聲期進入變聲期的歌唱音域關鍵高音為 C5（如圖 10）。



變聲初期 變聲中前期 變聲中後期 變聲後期 定聲前期

圖 10 少男歌聲發展階段舒適音域最低音之判斷指標音高。

接著，參考 Barham（2001）發現指導少男歌唱的中學音樂教師，多採用四個或五個發展階段分類的研究結果，決定依據 Barresi 四階段歌聲發展理論之舒適音域最低音，來建構本研究少男變聲期四階段的首要判斷指標音高，分別是變聲初期的 D4、變聲中前期的 A3、變聲中後期的 F3，以及變聲後期的 D3。最後再以 Cooksey 歌聲發展理論中，第五階段的舒適音域最低音 B2，作為少男結束變聲期並進入定聲前期的判斷指標音高（潘宇文，2015）。

完成少男變聲階段之判斷指標音高的建構後，研究者接續參考了 Barresi（1986）的二階段與 Gackle（1991）的三階段歌聲發展理論，以及兩者的舒適音域最低音，進而建構本研究少女變聲期三階段的首要判斷指標音高（如圖 11）：

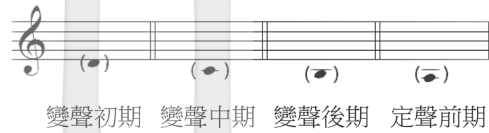


圖 11 少女歌聲發展階段舒適音域最低音之判斷指標音高。

分別是變聲初期的 D4、變聲中期的 C4，以及變聲後期的 B3。最後再以 Gackle 歌聲發展理論中，第三階段的舒適音域最低音 A3，作為少女結束變聲期並進入定聲前期的判斷指標音高（潘宇文，2015）。

二、研究對象

本研究於 100 學年度第一學期（2011 年 9 月）以立意取樣的方式，邀請到臺北市與新北市地區三所國民小學五年級、三所國民中學七年級、三所高級中學十年級各一個常態編班的原班級學生，參與這為期三年的歌聲發展縱貫研究，其中針對國小學生的研究時間為兩年。

研究者首先徵得音樂教師的同意，並委託音樂教師徵詢班級導師。接著，研究者向校方與班級同學說明研究內容及進行方式。之後，藉由研究同意書紙本文件向學生家長說明本研究的目的、價值、個別嗓音之錄音採集方式，以及嗓音成長紀念光碟等相關內容。最後，在研究初期共邀請到 285 位參與者。

全程參與每次追蹤施測的學生共計 274 位（男 137 人、女 137 人），分別是國小學生 83 位（男 38 人、女 45 人）、國中學生 86 位（男 46 人、女 40 人），以及高中學生 105 位（男 53 人、女 52 人）。

三、研究工具

本研究使用研究者自編之「青少年嗓音特質紀錄表」，內容包含個人基本資料、嗓音特質資料等兩個部分。此份工具初稿完成後，函請三位任職於大學音樂學系具有歌唱教學或音樂評量專長的專家學者，進行內容效度的鑑定；之後，再依據三位專家學者的審查意見進行修改，進而形成本研究的正式工具。

在個人基本資料的部分，包含年級、出生年月（年齡）、性別、身高、體重等填答題，以及校內與校外的合唱、獨唱、器樂音樂經驗等開放題，這些題項皆由研究對象來填寫。

在嗓音特質資料的部分，共有新詩念誦、曲調音型發聲、自選曲演唱以及目前歌聲發展階段等四個區塊，作為研究者記錄嗓音分析結果之用。新詩念誦區塊有說話平均音高與說話音質兩項目，曲調音型發聲區塊有歌唱音域、舒適音域、換聲區、歌唱音色、

敏捷度等五項目，自選曲演唱區塊有聲區使用範圍、聲區轉換過程等兩項目，目前歌聲發展階段區塊則有從尚未變聲到定聲前期等多個選項。

前三個區塊中說話平均音高、歌唱及舒適音域等是運用音高鍵盤圖來標記，換聲區是運用音名來記錄，聲區使用範圍有單一聲區、兩個聲區及三個聲區等選項，其中兩個聲區的選項又分為低聲區與中聲區、中聲區與高聲區等細項。音色、敏捷度及聲區轉換過程等題項是使用五點量尺的語意區分量表來記錄，在音色題項中有四組成對形容詞，分別為明亮與暗淡、輕細與厚寬、清晰與氣聲、圓潤與粗糙，在敏捷度題項的成對形容詞為敏捷與緩慢，在聲區轉換過程題項的成對形容詞為平順與困難。最後，這三個區塊的後方，皆有一個整體描述的文字欄位。

研究期間所有研究對象的個別嗓音施測過程，皆是使用 Zoom H4n Handing Recorder 專業級錄音器材進行錄音，以蒐集本研究重要的數位聲音檔案。

四、研究流程

本研究自 100 學年度第一學期正式開始實施，每學期進行一次個別嗓音施測，國小部分的資料採集於 101 學年度第二學期完成，共計四次，國中與高中部分的資料採集則於 102 學年度第二學期完成，共計六次。

針對每位研究對象所進行的個別嗓音施測，約需使用八分鐘到 12 分鐘的時間。施測過程可分為三個主要的步驟：（1）個人基本資料的填寫；（2）說話聲音的測試，包含念誦楊喚的新詩「夏夜」第一段，以及倒數數字 10 到 1；（3）歌唱聲音的測試，包含隨琴聲演唱兩個曲調發聲練習型（如圖 12），以及清唱一首自選曲。



圖 12 歌唱聲音測試的兩個曲調發聲練習型。

曲調發聲練習型 A 為速度稍緩的圓滑音型，曲調發聲練習型 B 則為速度較快的斷音音型。由於研究對象對此兩個曲調發聲音型並無先備的演唱經驗，因此在此部分的歌聲測試過程中，研究對象首先會跟隨範唱聲與琴聲以半音移調的方式進行演練，待研究對象能瞭解並熟悉曲調發聲的進行模式後，即開始錄音。錄音期間會給予研究對象適時的引導與協助，並鼓勵其嘗試演唱更高或更低的音域。

每學期一次的個別嗓音資料採集，在說話聲音及歌唱聲音的曲調發聲練習型之測試內容皆相同，唯自選曲部分則由研究對象自行決定每次所要清唱的歌曲及其演唱音域。

五、資料分析

本研究的說話平均音高主要是以研究對象在新詩念誦的音調來判定，而數字倒數的測試目的則是作為檢視新詩念誦的分析結果，以提高該說話平均音高的可信賴度。首先運用語音軟體 Praat 來分析這兩項測試的各自說話平均音高，並依據 Physics Department at Michigan Technological University (2014) 所發展的音高頻率 (note frequency) 對照表，將該些赫茲 (hertz) 數值應對到最接近的音高。接著研究者再透過聽辨數位聲音檔案，同時輔以對應琴聲音高的方式，來判斷並確認研究對象的說話平均音高，以建立此部分的內在效度。

本研究的歌唱音域、舒適音域、換聲區及歌唱音色，主要是以曲調發聲練習型 A 的演唱表現作為判定依據，敏捷度則是以曲調發聲練習型 B 的表現來進行判斷。研究對象所唱出的最高音與最低音需有相當的準確度，並是以可接受的音質來演唱，才會被判斷在歌唱音域範圍之中。研究對象在被認定的歌唱音域中，以合宜的音色與運氣技巧來演唱的音高，就會被判斷在舒適音域範圍之中。

少數研究對象在演唱曲調發聲練習型 A 時，會因心情緊張或尚不熟悉移調式發聲練習等因素，而無法有效地模唱出較高或較低音域之曲調音高。此時，研究者即會以曲調發聲練習型 B 的表現狀況，來判斷其歌唱音域或舒適音域的範圍。

研究者透過多次聽辨並輔以對應琴聲音高的方式，獨自完成歌唱音域與舒適音域的分析。之後，邀請四位熟悉兒童與青少年歌唱教學且具聲樂專長的現職中、小學音樂專任教師，包含兩位女性與兩位男性教師，分別協助檢核女學生與男學生的歌唱音域與舒適音域之分析結果，以建立此部分的內在效度。

音樂教師所使用的專家審查表中，有針對每位研究對象在歌唱音域與舒適音域分析結果的意見選項，分為「同意」、「可接受」、「不同意」等三項，勾選「不同意」選項時需填寫音高修正建議。如有一位教師填選不同意看法，且其建議音高與研究者的分析音高差距達到 2 個半音時，研究者即會重新分析該音域範圍。

本研究的聲區使用情形，是以自選曲的清唱表現作為判定依據。研究者透過聽辨的方式，來分析研究對象在演唱歌曲時，歌聲隨著歌唱音域的上下移動所產生音色轉變的情形，以判斷其運用到低聲區、中聲區或高聲區等哪些共鳴區域。同時，藉由分析歌聲在聲區之間轉換過程的平順程度，來輔助歌聲發展階段的判斷。

分析完畢前述的說話聲音與歌唱聲音等特質後，研究者進行每位研究對象目前歌聲發展階段的判斷，並以階段順序的名稱作為變聲階段的命名。少男歌聲發展階段共有尚未變聲、變聲初期、變聲中前期、變聲中後期、變聲後期、定聲前期等六個階段選項。研究者判定少男歌聲發展階段的主要轉變依據，依序為舒適音域最低音、音色變化，及其他聲音特質的改變，如歌唱音域、說話平均音高、歌聲敏捷度等。

少女歌聲發展階段共有尚未變聲、變聲初期、變聲中期、變聲後期、定聲前期等五個階段選項。研究者判定少女歌聲發展階段的主要轉變依據，依序為音色變化、舒適音域最低音，及其他聲音特質的改變，如歌唱音域、歌聲敏捷度、聲區轉換等。由於少男與少女的變聲過程與現象有其各自的特性，因此，研究者在考量與判斷他們歌聲發展階段的順序內容也有所差異。

本研究所蒐集到的個人基本資料與嗓音特質資料，皆進行彙整、分類與編碼。研究資料中有關說話平均音高、歌唱音域、舒適音域、歌聲發展階段、聲區使用範圍等量化數據部分，是使用描述性統計之次數分配、百分比等來進行分析，說話音質、歌唱音色、歌聲敏捷度、聲區轉換過程等質性資料部分，則採用文字描述的方式來解析說明。

肆、結果與討論

一、不同歌聲發展階段少男的嗓音特質

首先，針對本研究少男歌聲發展階段之年級分布情形（如表 1），進行分析與討論。

表 1

國小、國中、高中不同年級之少男歌聲發展階段人數與百分比分布表

年級	發展階段						
	尚未變聲	變聲初期	變聲中前期	變聲中後期	變聲後期	定聲前期	
國民小學	5 上	37 (97.4)	1 (2.6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	5 下	33 (86.9)	4 (10.5)	1 (2.6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	6 上	25 (65.8)	2 (5.3)	7 (18.4)	0 (0)	4 (10.5)	0 (0)
	6 下	20 (52.6)	4 (10.5)	5 (13.2)	4 (10.5)	5 (13.2)	0 (0)
國民中學	7 上	15 (32.6)	3 (6.5)	5 (10.9)	7 (15.2)	13 (28.3)	3 (6.5)
	7 下	4 (8.7)	6 (13.0)	7 (15.2)	4 (8.7)	9 (19.6)	16 (34.8)
	8 上	3 (6.5)	0 (0)	7 (15.2)	6 (13.0)	5 (10.9)	25 (54.4)
	8 下	1 (2.2)	1 (2.2)	1 (2.2)	7 (15.2)	5 (10.9)	31 (67.3)
	9 上	1 (2.2)	0 (0)	1 (2.2)	1 (2.2)	3 (6.5)	40 (86.9)
	9 下	1 (2.2)	0 (0)	0 (0)	1 (2.2)	2 (4.3)	42 (91.3)

(續)

表 1

國小、國中、高中不同年級之少男歌聲發展階段人數與百分比分布表（續）

年級	發展階段					
	尚未變聲	變聲初期	變聲中前期	變聲中後期	變聲後期	定聲前期
10 上	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (3.8)	29 (54.7)	22 (41.5)
10 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (9.4)	48 (90.6)
高級中學	11 上	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	53 (100)
	11 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	53 (100)
	12 上	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	53 (100)
	12 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	53 (100)

註：國小男生 $n = 38$ ，國中男生 $n = 46$ ，高中男生 $n = 53$ 。

國小五年級上學期時，絕大部分的少男皆尚未變聲。五年級下學期時，有一成多的少男開始變聲。六年級上學期時，三成多的少男正在變聲，其中有一成的少男變聲速度急遽已進入變聲後期。六年級下學期時，尚未變聲與正在變聲的少男人數約占各半，四個變聲階段各有一成多的少男。Cooksey (1999) 的研究發現有些少男提早在六年級時開始變聲，參與本研究的國小少男亦是從六年級時開始陸續變聲，且有近半數的少男正在變聲中。

國中七年級上學期時，六成的少男正在變聲，四個變聲階段的人數依序遞增，值得注意的是有 6.5% 的少男已結束變聲，進入定聲前期。七年級下學期時，超過五成的少男正在變聲，四個變聲階段的人數大致依序增加，三成五的少男已經進入定聲前期。八年級上學期時，尚未變聲的少男僅剩 6.5%，有近四成的少男正在變聲中前期、中後期及後期，進入定聲前期的少男已達到五成。八年級下學期至九年級下學期，僅剩一位少男尚未變聲，正在變聲的少男人數從三成快速遞減，且多處於變聲後期，已進入定聲前期的少男人數則從近七成上升到九成。

由上可知，本研究國中少男的變聲發展時間較 Irvin Cooper (Phillips, 1992) 以及 Cooksey (1999) 的研究對象更為提早。國中七年級與八年級是少男歌聲發展階段分布最寬廣且最多樣的年段，其中又以七年級少男的歌聲變化狀況差異性最大。九年級時已有九成的少男結束音域與音色顯著改變的變聲期，邁入歌聲變化趨緩並穩定成長的定聲前期。

本研究四成的高中少男在十年級上學期時已進入定聲前期，雖尚有近六成的少男還在變聲，但其中超過五成皆已在變聲後期。十年級下學期時，僅剩不到一成的少男在變聲後期，其他九成的少男皆已進入定聲前期。十一年級上學期開始，所有少男的歌聲皆已在定聲前期的階段中持續發展。

接著，依照尚未變聲、變聲初期、變聲中前期、變聲中後期、變聲後期及定聲前期等六個歌聲發展階段順序，來呈現各階段少男的說話平均音高（如圖 13）、歌唱音域、舒適音域（如圖 14）及嗓音特性等研究結果。



圖 13 本研究少男歌聲發展階段之說話平均音高。

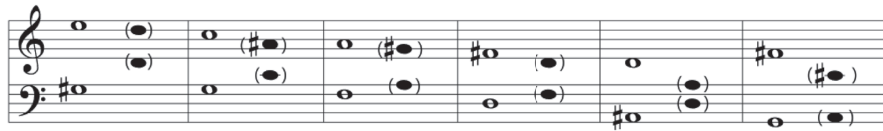


圖 14 本研究少男歌聲發展階段之歌唱音域與舒適音域。

自國小高年級起，尚未變聲少男的說話平均音高為 A[#]3，半數少男的歌唱音域範圍是 G[#]3 至 E5，寬度為 20 個半音，舒適音域範圍是 D4 至 D5，寬度為 12 個半音，超過七成少男的中、高聲區換聲位置為 B4。此階段少男有著輕圓、明亮的童聲音色，超過半數少男的歌聲能敏捷地跨越聲區，唱出富有共鳴的高音。

變聲初期少男的說話平均音高為 G[#]3，半數少男的歌唱音域範圍是 G3 至 C5，寬度為 17 個半音，舒適音域範圍是 C4 至 A[#]4，寬度為 10 個半音，超過七成少男的中、高聲區換聲位置為 A4 至 B4。此階段少男尚保有童聲的輕亮音色，惟說話聲音的清晰度稍減，偶有沙啞與音調不穩的現象。大部分少男在高聲區的歌聲出現緊繃與氣息不穩的現象，高音域變窄且有困難演唱 C5 以上的音高，換聲區附近的歌聲較難掌控。

變聲中前期少男的說話平均音高為 F[#]3，半數少男的歌唱音域範圍是 F3 至 A4，寬度為 16 個半音，舒適音域範圍是 A3 至 G[#]4，寬度為 11 個半音。此階段少男的中、高聲區換聲位置頗具個別差異，約有近二成五少男的換聲區在 A4 至 A[#]4。少男說話聲音有較明顯的粗糙與氣聲現象，該聲音的亮度漸減、寬度則漸增。少男歌唱聲音出現較多沙啞的氣聲與破音現象，同時清晰度與敏捷度持續降低，高音域的歌聲不甚穩定，且該音域持續變窄，低音域的音色寬度漸增且胸聲開始發展。由上可知，本階段為少男說話聲音與歌唱聲音轉變的高峰期，此研究發現與 Barresi (1986) 的研究結果相同。

變聲中後期少男的說話平均音高為 D[#]3，半數少男的歌唱音域範圍是 D3 至 F[#]4，寬度為 16 個半音，舒適音域範圍是 F3 至 D4，寬度為 9 個半音，超過七成五少男的中、

高聲區換聲位置為 A[#]3 至 B3。此階段少男說話聲音尚有些氣聲或粗糙的現象，但該聲音逐漸變寬、變厚且較為清晰。少男的歌聲轉變為較寬、較厚且較暗的音色，聲區轉換時會有破音現象，且不同聲區的音色差距較大。此時有半數少男的假聲開始發展，該聲區的換聲位置為 E4 至 F4，歌唱音域為 E4 至 D5，舒適音域為 F4 至 C5。本研究少男的假聲發展階段較 Cooksey (1999) 的研究結果稍晚，該聲區的換聲位置則較其研究結果高 2 個半音。

變聲後期少男的說話平均音高為 C[#]3，半數少男的歌唱音域範圍是 A[#]2 至 D4，寬度為 16 個半音，舒適音域範圍是 D3 至 A3，寬度為 7 個半音，七成少男的中、高聲區換聲位置為 A[#]3 至 B3。此階段少男的說話聲音變得更為寬圓且厚沉，歌唱聲音的敏捷度提升，不同聲區有各自的音色特性，歌聲在聲區間的轉換雖不太順利，但破音現象已減少。有四成少男能在假聲區演唱，其換聲位置維持在 E4 至 F4，歌唱音域為 F4 至 C[#]5，舒適音域為 F4 至 C5。值得注意的是部分少男無法銜接高聲區與假聲區的歌聲，使得這兩個聲區之間出現空白區域，或是由假聲區略過高聲區，直接跳進中、低聲區。

定聲前期少男的說話平均音高為 A[#]2，半數少男的歌唱音域範圍是 G2 至 F[#]4，寬度為 23 個半音，舒適音域範圍是 A2 至 C[#]4，寬度為 16 個半音，近七成少男的中、高聲區換聲位置為 A[#]3 至 B3。此階段少男的說話聲音已初具成年男性的寬圓或渾厚音質，少男的歌聲敏捷度與歌唱能力皆有提升，歌唱音域與舒適音域逐漸擴展，歌聲在聲區間的轉換較為順利，具個人特質的音色亦持續發展。超過半數的少男能在假聲區歌唱且音色更為清晰、亮圓，該聲區的換聲位置為 E4 至 F[#]4，歌唱音域為 F4 至 D5，舒適音域為 F[#]4 至 B4。少男在高聲區與假聲區間的歌聲銜接仍有困難，但略過高聲區，由假聲區直接跳進中、低聲區的現象已逐漸減少。

本研究少男的說話平均音高從尚未變聲到定聲前期降低了 8 度，歌唱音域的最低音也降低了 9 度。在尚未變聲的階段，說話平均音高是高於歌唱音域最低音 2 個半音，變聲期間縮減為高 1 個半音，在變聲後期則變寬為高 3 個半音。本研究有關這兩個音高距離的分析結果，與 Cooksey (1999) 的研究發現相似，惟兩個音高之間的距離較為靠近。

本研究少男的歌唱音域範圍在變聲期間逐階段降低，舒適音域範圍除了逐階段降低外，在寬度上亦同步縮減，此發現與 Barresi (1986) 的研究結果相同；而少男的整體歌唱音域及舒適音域，直到定聲前期時才快速擴展。進一步檢視高低音域的變化，本研究發現在變聲期間少男的高音域歌聲會先縮減，之後低音域歌聲才開始增添新的低音，此結果與 Barham、Nelson (1991) 的研究論述是相同的。

二、不同歌聲發展階段少女的嗓音特質

首先，針對本研究少女歌聲發展階段之年級分布情形（如表 2），進行分析與討論。

表 2

國小、國中、高中不同年級之少女歌聲發展階段人數與百分比分布表

年級	發展階段					
	尚未變聲	變聲初期	變聲中期	變聲後期	定聲前期	
國民小學	5 上	43 (95.6)	0 (0)	2 (4.4)	0 (0)	0 (0)
	5 下	37 (82.3)	5 (11.1)	2 (4.4)	1 (2.2)	0 (0)
	6 上	28 (62.2)	8 (17.8)	7 (15.6)	2 (4.4)	0 (0)
	6 下	19 (42.2)	7 (15.6)	11 (24.4)	8 (17.8)	0 (0)
國民中學	7 上	8 (20.2)	20 (50.0)	8 (20.0)	4 (10.0)	0 (0)
	7 下	2 (5.0)	3 (7.5)	22 (55.0)	10 (25.0)	3 (7.5)
	8 上	0 (0)	0 (0)	5 (12.5)	19 (47.5)	16 (40.0)
	8 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	12 (30.0)	28 (70.0)
	9 上	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (5.0)	38 (95.0)
	9 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	40 (100)
高級中學	10 上	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (25.0)	39 (75.0)
	10 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (3.8)	50 (96.2)
	11 上	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	52 (100)
	11 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	52 (100)
	12 上	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	52 (100)
	12 下	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	52 (100)

註：國小女生 $n = 45$ ，國中女生 $n = 40$ ，高中女生 $n = 52$ 。

國小五年級上學期時，絕大部分的少女皆尚未變聲。五年級下學期時，約有兩成的少女開始變聲。六年級上學期時，近四成的少女正在變聲，其多處於變聲初期與中期。六年級下學期時近六成的少女正在變聲，三個變聲階段的人數以變聲中期與後期最多。本研究國小少女歌聲發展的速度與進入變聲階段的人數比例，皆較同年級的少男來得快且高。

國中七年級上學期時，有八成的少女正在變聲，三個變聲階段的人數以變聲初期最多、變聲中期次之、變聲後期最少。七年級下學期時，尚未變聲的少女僅剩 5%，近九成的少女正在變聲，以變聲中期的人數最多、變聲後期次之、變聲初期最少，有 7.5% 的少女已經結束變聲，進入定聲前期。八年級上學期至九年級下學期，已無尚未變聲的少女，正在變聲的少女人數從六成快速下降，且多處於變聲後期，已進入定聲前期的少女人數則從四成急速上升，九年級下學期時，所有的少女皆已進入定聲前期。

由上可知，國中七年級下學期是少女歌聲發展階段分布最寬廣且最多樣的年段，九

年級上學期時，幾乎所有的少女就結束音色變化較明顯的變聲期，進入歌聲穩定成長的定聲前期。本研究國中少女歌聲發展的時間與速度，皆較國中少男來得早且快。

高中十年級上學期時，七成五的少女已進入定聲前期，僅二成五的少女尚在變聲後期。十年級下學期時僅剩 3.8% 的少女還在變聲後期，其他超過九成五的少女皆已進入定聲前期。十一年級上學期開始，所有的少女皆已進入定聲前期的歌聲發展新階段。

接著，依照尚未變聲、變聲初期、變聲中期、變聲後期及定聲前期等五個歌聲發展階段順序，來呈現各階段少女的說話平均音高（如圖 15）、歌唱音域、舒適音域（如圖 16）及嗓音特性等研究結果。

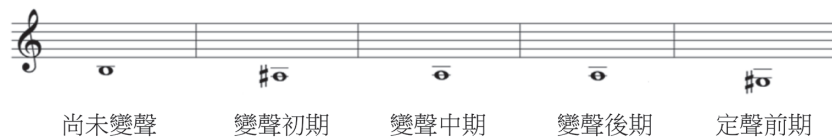


圖 15 本研究少女歌聲發展階段之說話平均音高。



圖 16 本研究少女歌聲發展階段之歌唱音域與舒適音域。

自國小高年級起，尚未變聲少女的說話平均音高為 B3，半數少女的歌唱音域範圍是 A3 至 E5，寬度為 19 個半音，舒適音域範圍是 D4 至 D5，寬度為 12 個半音，近七成少女的中、高聲區換聲位置為 B4。此階段少女有著輕細、亮柔的童聲音色，大部分少女的歌聲能敏捷地跨越聲區，唱出具有共鳴的高音。

變聲初期少女的說話平均音高為 A[#]3，半數少女的歌唱音域範圍是 A3 至 D[#]5，寬度為 18 個半音，舒適音域範圍是 D4 至 D5，寬度為 12 個半音，超過八成少女的中、高聲區換聲位置為 A[#]4 至 B4。此階段少女仍保有童聲的輕細音色，但偶有氣聲或沙啞的現象，影響了高聲區的歌聲表現，高音域略微變窄。

變聲中期少女的說話平均音高為 A3，半數少女的歌唱音域範圍是 G[#]3 至 E5，寬度為 20 個半音，舒適音域範圍是 C4 至 D5，寬度為 14 個半音；近九成少女的中、高聲區換聲位置為 A[#]4 至 B4，少部分少女的換聲位置提高到 D[#]5 至 E5。此階段為少女的變聲高峰期，她們的音色逐漸變得輕圓或寬柔，歌聲常有沙啞、氣聲或破音等現象，該聲音的敏捷度與清晰度稍減，低音域的胸聲音質開始發展，不同聲區之間的音色差距較大。

變聲後期少女的說話平均音高為 A3，與前一階段相同。半數少女的歌唱音域範圍是 G3 至 E5，寬度為 21 個半音，舒適音域範圍是 B3 至 D5，寬度為 15 個半音；超過八成少女的中、高聲區換聲位置為 A[#]4 至 B4，少部分少女的換聲位置提高到 D[#]5 至 E5。此階段少女的音色在寬度、厚度及清晰度上都有增加，氣聲現象已經減少，不同聲區之間的音色逐漸趨近，少女也更能輕鬆地在低音域演唱。

定聲前期少女的說話平均音高為 G[#]3，半數少女的歌唱音域範圍是 F[#]3 至 F5，寬度為 23 個半音，舒適音域範圍是 G[#]3 至 D[#]5，寬度為 19 個半音；少部分少女的中、高聲區換聲位置為 A[#]4 至 B4，大部分少女的換聲位置則提高到 D5 至 E5。此階段少女的說話聲音已初具成年女性的輕柔或寬圓等音質，少女歌聲的敏捷度與音量皆有提升，不同聲區之間的音色逐步趨於一致，具個人特質的成熟氣韻聲「顫音」亦開始發展。

本研究少女的說話平均音高從尚未變聲到定聲前期降低了 3 個半音，此研究結果與 Barresi (1986) 與 Gackle (1991) 的研究發現相同。同時本研究少女的歌唱音域最低音亦降低了 3 個半音，此研究結果與 Brunssen (2010) 的研究發現相近。說話平均音高在尚未變聲、變聲後期以及定聲前期等階段，皆高於歌唱音域最低音 2 個半音，在變聲初期與變聲中期階段則僅高於 1 個半音。

本研究少女自尚未變聲階段進入變聲初期時，歌唱音域最高音會稍微降低，在變聲期間歌唱音域與舒適音域則是隨著各階段的發展，持續地微幅擴展。本研究少女在舒適音域的寬度發展較 Barresi (1986) 與 Gackle (1991) 的研究發現來得寬，歌唱音域的低音發展亦較這兩個研究發現降得低，惟歌唱音域的高音發展則不若 Gackle 的研究發現來得高。

三、不同歌聲發展階段青少年的聲區使用情形

參與本研究的少男與少女們在每學期一次的個別嗓音施測時，除了念頌新詩、倒數數字、演唱曲調發聲練習型外，還會以清唱的方式演唱一首自選曲。他們所選唱的歌曲類型非常多元，從童謠、校歌、通俗歌曲、流行歌曲等，到音樂課堂或合唱社團所習唱的歌曲。藉由分析少男與少女們在自選曲演唱時所運用到的共鳴區域，來瞭解其歌聲發展階段與聲區使用情形之間的關係。

首先，本研究少男在不同歌聲發展階段的聲區使用情形如表 3。

表 3

不同歌聲發展階段少男之聲區使用情形人數與百分比分析表

發展階段	聲區使用			三個聲區
	單一聲區	兩個聲區		
		低 / 中	中 / 高	
尚未變聲	16 (11.4)	113 (80.7)	5 (3.6)	6 (4.3)
變聲初期	3 (14.3)	18 (85.7)	0 (0)	0 (0)
變聲中前期	10 (29.4)	21 (61.8)	2 (5.9)	1 (2.9)
變聲中後期	5 (15.6)	22 (68.8)	4 (12.5)	1 (3.1)
變聲後期	15 (18.8)	56 (70.0)	7 (8.8)	2 (2.5)
定聲前期	17 (3.9)	300 (68.3)	53 (12.1)	67 (15.3)

在演唱自選曲時，尚未變聲的少男有八成使用到低、中兩個聲區，一成使用到單一聲區。變聲初期的少男有八成五使用到低、中兩個聲區，近一成五使用到單一聲區。變聲中前期的少男有六成使用到低、中兩個聲區，近三成使用到單一聲區。變聲中後期的少男有近七成使用到低、中兩個聲區，一成五使用到單一聲區，且有一成多使用中、高兩個聲區。變聲後期的少男有七成使用到低、中兩個聲區，近二成使用到單一聲區。定聲前期的少男有近七成使用到低、中兩個聲區，一成多使用中、高兩個聲區，且有一成五使用到三個聲區。

綜觀上述的分析發現，本研究少男在六個歌聲發展階段中，最常使用低、中兩個聲區來演唱自選曲，人數比例大致逐階段發展從八成微幅遞減至近七成，變聲中前期時降幅稍大，人數比例減少至六成。少男在尚未變聲與四個變聲階段中，使用單一聲區來演唱自選曲的人數比例，幾乎是逐階段發展從一成微幅遞增至近二成，然在變聲中前期時突增至近三成。由此可知，少男的聲區使用情形會受到歌聲轉變的影響，尤其是在變聲高峰的中前期階段，歌聲運用受到較大的限制，使得近三成的少男僅在低聲區中演唱自選曲。

直到定聲前期階段，才有一成與一成五的少男使用中、高兩個聲區以及三個聲區來演唱自選曲，而在其他發展階段中使用到這些聲區來演唱自選曲的人數比例皆偏低。

接著，本研究少女在不同歌聲發展階段的聲區使用情形如表 4。

表 4

不同歌聲發展階段少女之聲區使用情形人數與百分比分析表

發展階段	聲區使用			
	單一聲區	兩個聲區		三個聲區
		低 / 中	中 / 高	
尚未變聲	12 (8.8)	86 (62.8)	35 (25.5)	4 (2.9)
變聲初期	3 (7.0)	29 (67.4)	9 (20.9)	2 (4.7)
變聲中期	2 (3.5)	39 (68.4)	10 (17.5)	6 (10.5)
變聲後期	8 (11.0)	46 (63.0)	12 (16.4)	7 (9.6)
定聲前期	12 (2.8)	323 (76.5)	43 (10.2)	44 (10.4)

在演唱自選曲時，尚未變聲的少女有六成多使用到低、中兩個聲區，二成五使用到中、高兩個聲區。變聲初期的少女有近七成使用到低、中兩個聲區，二成使用到中、高兩個聲區。變聲中期的少女有近七成使用到低、中兩個聲區，近二成使用到中、高兩個聲區，且有一成使用到三個聲區。變聲後期的少女有六成多使用到低、中兩個聲區，一成五使用到中、高兩個聲區，但有一成使用到單一聲區。定聲前期的少女有七成五使用到低、中兩個聲區，使用到中、高兩個聲區以及三個聲區者各有一成。

綜觀上述的分析發現，本研究少女在五個歌聲發展階段中，最常使用低、中兩個聲區來演唱自選曲，人數比例幾乎是逐階段發展從六成遞增至七成五，變聲後期時人數比例稍降至六成多。少女在尚未變聲與三個變聲階段中，使用中、高兩個聲區來演唱自選曲的人數比例，隨著階段發展從二成五微幅遞減至一成五；使用三個聲區的人數比例逐階段發展遞增至約一成；使用單一聲區的人數比例隨著階段發展持續遞減，然在變聲後期時突增至一成。由此可知，少女的聲區使用情形會受到胸聲發展的影響，尤其是在變聲後期階段，少女運用到較多的單一低聲區或是低、中兩個聲區的歌聲來演唱自選曲。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 少男歌聲發展階段分布最寬廣且歌聲變化差異最大的年段為七年級，變聲期間少男的嗓音在音域與音色上皆有顯著改變

本研究依據相關研究文獻與所蒐集到的歌聲檔案資料分析結果，建構出少男變聲期四階段（前期、中前期、中後期、後期）及結束變聲進入定聲前期等判斷指標。本研究發現少男從六年級時開始陸續變聲，七年級上、下學期是少男歌聲發展階段分布最寬廣

且歌聲變化差異最大的年段，九年級上學期時絕大部分的少男已結束變聲，進入歌聲變化趨緩且穩定成長的定聲前期。

(二) 少男在變聲期間的說話平均音高與歌唱音域最低音逐階段降低達到 8 度，歌唱音域與舒適音域的寬度逐階段縮減

本研究少男在歌聲發展的過程中，說話平均音高、整體歌唱音域，以及中、高聲區的換聲位置皆逐階段降低，至少達到一個 8 度。少男在變聲期間通常會先有困難演唱高音域的音高，隨後低音域才會開始增加新的低音。少男的說話音質、歌唱音色、歌聲敏捷度、聲區轉換的平順度等嗓音特性，皆受到變聲現象的影響而產生改變或是受到限制。

(三) 少女歌聲發展階段分布最寬廣的年段為七年級下學期，變聲期間少女的嗓音在音色上的改變較音域上的變化更為顯著

本研究依據相關研究文獻與所蒐集到的歌聲檔案資料分析結果，建構出少女變聲期三階段（前期、中期、後期）以及結束變聲進入定聲前期等的判斷指標。本研究發現少女從六年級開始陸續變聲，七年級下學期是少女歌聲發展階段分布最寬廣且最多樣的年段，九年級上學期時幾乎所有的少女都已結束變聲。本研究少女的歌聲發展時間與速度，皆較同年級少男來得早且快。

(四) 少女在變聲期間的說話平均音高與歌唱音域最低音，逐階段微幅降低達到 3 個半音，歌唱音域與舒適音域的寬度逐階段微幅擴展

少女在歌聲發展的過程中，說話平均音高與歌唱音域最低音皆逐階段微幅降低；整體歌唱音域與舒適音域的範圍則逐階段微幅擴展，分別增寬到近兩個與 1.5 個 8 度。少女的說話音質、歌唱音色、聲區轉換的平順度、不同聲區的音色、歌聲敏捷度等嗓音特性，皆受到變聲現象的影響而產生變化及差異。

(五) 少男與少女在各個歌聲發展階段中最常使用低、中兩個聲區來演唱自選曲

大多數的少男最常使用低、中兩個聲區來演唱自選曲。變聲期間因受到整體歌唱音域降低與變窄的影響，僅使用單一低聲區來演唱自選曲的少男人數大幅增加。直到定聲前期，使用中、高兩個聲區及三個聲區來演唱自選曲的人數才開始增加。

有六成至七成的少女最常使用低、中兩個聲區來演唱自選曲。在變聲期間因受到胸聲發展的影響，使得運用中、高兩個聲區來演唱自選曲的少女人數微幅遞減，使用低、中兩個聲區及單一低聲區來演唱自選曲的人數則微幅增加。

二、建議

（一）音樂教師需瞭解青少年的歌聲發展與嗓音測試等相關論述

專家學者們建議音樂教師應發展出屬於自己對青少年變聲期歌聲發展的折衷觀點。因此，研究者藉由本縱貫研究的過程，探究相關論述內涵及嗓音特質分析方式，進而建構出少男四個變聲階段與少女三個變聲階段的論述。音樂教師可參考本研究的實施與分析方式，進而選用或建構適合自身教唱情境的階段模式，以與青少年一起探索變聲期間說話聲音與歌唱聲音的改變及成長。

（二）音樂教師需協助青少年探索並使用其不同聲區的歌聲

本研究發現不論少男或少女在各個歌聲發展階段中，皆最常使用低、中聲區來演唱自選曲，而使用中、高兩個聲區或是三個聲區來演唱的人數比例則偏低。在青少年度過變聲高峰期後，歌唱音域開始逐階段擴展，此時音樂教師應鼓勵並指導少男與少女在不同聲區中進行演唱，尤其是高聲區，以豐富其聲區運用的經驗，進而提升歌唱的能力。

（三）音樂教育工作者需提供青少年專屬的歌曲教材與歌唱指導

現今中學音樂教科書歌曲教材的編選及審定，皆未考量到青少年歌聲發展的狀況。因此，音樂教育工作者需積極地創作與編選出音域合宜且織度多元的歌曲教材，同時彈性運用有效且多樣的教唱策略，讓處於不同歌聲發展階段的少男與少女們能在音樂課堂中，舒適、健康且自信的唱出自己的歌聲。

謝誌

本研究為科技部所補助的專題研究計畫（MOST 100-2410-H-003-079、MOST 101-2410-H-003-098-MY2）之部分研究成果。承蒙科技部的經費補助，同時感謝本研究之諮詢專家與教師、研究助理群，以及所有參與研究調查的音樂教師、班級導師與青少年學生的鼎力協助。

引用文獻

中文部分：

楊光榮（1999）。變聲期的嗓音變化與歌唱訓練。載於吳榮桂（主編），*歌唱發聲教學導引*（再版）（頁 162-167）。臺中市：國立臺灣交響樂團。

Yeung, Guang-Rong (1999). The changing voice and singing training during the voice change period. In Wu, Rong-Gui (Ed.), *Teaching guide for singing vocalization* (2nd ed.). (pp. 162-167). Taichung: National Taiwan Symphony Orchestra.

潘宇文（2008）。青少年變聲期歌聲特質文獻之內容分析。載於陳曉霽（主編），*2008 音樂教育學術研討會：合唱教學與研究論文集*（頁 64-81）。臺北市：國立臺灣師範大學。

Pan, Yu-Wen (2008). An analysis of academic research on singing instruction during the period of adolescent voice change. In Chen, Hsiao-Fen (Ed.), *Proceedings of 2008 Music Education Symposium on Choral Teaching and Research* (pp. 64-81). Taipei: National Taiwan Normal University.

潘宇文（2009）。臺灣北部地區中小學歌唱教學評量實施狀況之調查研究。*藝術教育研究*，18，1-31。

Pan, Yu-Wen (2009). A survey study of the status of assessment in teaching singing at school music programs in Northern Taiwan. *Research in Arts Education*, 18, 1-31.

潘宇文（2011）。學校歌唱教學內涵與實務之研究。臺北市：五南。

Pan, Yu-Wen (2011). *The contents and practices of teaching signing for the elementary and secondary schools*. Taipei: Wu-Nan.

潘宇文（2015）。青少年變聲期歌聲發展階段之探究與啓示。載於趙惠玲（主編），*當代藝術教育新視野：第一屆藝術教育研究國際學術研討會論文集*（頁 235-250）。新北市：華藝數位。

Pan, Yu-Wen (2015). Inquiry and enlightenment of the development stages of adolescent voice changes. In Chao, Hui-Ling (Ed.), *Proceedings of the 1st International Symposium on Research in Arts Education* (pp. 235-250). New Taipei City: Airiti Press.

外文部分：

Barham, T. J. (2001). *Strategies for teaching junior high & middle school male singers: Master teachers speak*. Santa Barbara, CA: Santa Barbara Music.

Barham, T. J., & Nelson, D. L. (1991). *The boy's changing voice: New solutions for today's choral teacher*. Van Nuys, CA: Alfred Music.

Barresi, A. (1986). *Barresi on adolescent voice* [DVD]. Madison, WI: University of Wisconsin.

Brunssen, K. (2010). The evolving voice: Profound at every age. *Choral Journal*, 51(1), 45-51.

Collins, D. L. (1999). *Teaching choral music* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

- Collins, D. L. (2006). Preferred practices in teaching boys whose voices are changing. *Choral Journal*, 47(5), 119-124.
- Cooksey, J. M. (1999). *Working with adolescent voices*. St. Louis, MO: Concordia Publishing House.
- Dilworth, R. (2012). Working with male adolescent voices in the choral rehearsal: A survey of research-based strategies. *Choral Journal*, 25(9), 22-33.
- Durrant, C. (2003). *Choral conducting: Philosophy and practice*. New York, NY: Routledge.
- Freer, P. K. (2009a). Choral warm-ups for changing adolescent voices. *Music Educators Journal*, 95(3), 57-62.
- Freer, P. K. (2009b). *Getting started with middle school chorus* (2nd ed.). Lanham, MD: Rowman & Littlefield Education.
- Friddle, D. (2005). Changing bodies, changing voices: A brief survey of the literature and methods of working with adolescent changing voices. *Choral Journal*, 46(6), 32-47.
- Gackle, L. (1991). The adolescent female voice: Characteristics of change and stages of development. *Choral Journal*, 31(8), 17-25.
- Gackle, L. (2006). Finding Ophelia's voice: The female voice during adolescence. *Choral Journal*, 47(5), 29-37.
- Gackle, L. (2011). *Finding Ophelia's voice, opening Ophelia's heart: Nurturing the adolescent female voice: An exploration of the physiological, psychological, and musical development of female students*. Dayton, OH: Heritage.
- Garretson, R. L. (1998). *Conducting choral music* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hedden, D. (2012). An overview of existing research about children's singing and the implications for teaching children to sing. *Update: Applications of Research in Music Education*, 30(2), 52-62.
- Hirokawa, J. (2015). Teaching vocal technique in the choral rehearsal. *Choral Journal*, 56(4), 73-77.
- McKenzie, D. (1956). *Training the boy's voice*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Pagel, R., & Spevacek, L. (2004). *The choral director's guide to sanity ... and success! How to develop a flourishing middle school/junior high school choral program*. Dayton, OH: Heritage Music Press.
- Phillips, K. (1992). *Teaching kids to sing*. New York, NY: Schirmer.
- Physics Department at Michigan Technological University. (2014). *Physics of music-notes: Frequencies for equal-tempered scale, A4=440Hz*. Retrieved from <http://www.phy.mtu.edu/~suits/notefreqs.html>
- Sataloff, R. T. (1999). Vocal aging and its medical implications: What choral conductors should know. Part one: Anatomy and vocal aging, childhood through adulthood. *Choral Journal*, 40(3), 58-60, 85.
- Stockton, P. (2014). Classifying adolescent male voices. *Choral Journal*, 55(3), 85-87.
- Swears, L. (1985). *Teaching the elementary school chorus*. West Nyack, NY: Parker.

Thurman, L. (2012). Boy's changing voices: What do we know now? *Choral Journal*, 52(9), 8-21.

World Health Organization. (2014). *Health topics: Adolescent health*. Retrieved from http://www.who.int/topics/adolescent_health/en/

A Longitudinal Study of the Characteristic Development of the Singing Voice of Adolescent Voice Changes in Northern Taiwan

Yu-Wen Pan¹

Summary

The biggest teaching challenge that secondary school music teachers have faced is to guide adolescent students with different and varied situation of voice changes to sing together in the music class. Both male and female adolescents will experience a gradual process of voice change. Therefore, the music teachers should understand the voice changing process and developmental characteristics of adolescent voice changes in order to give adolescent students appropriate singing instruction.

The main purposes of this study were as follows: (1) to analyze the average speaking pitch, singing range and tessitura, and voice characteristics of the male and female adolescents in different developmental stages of voice changes; and (2) to understand the situation of their application of vocal registers when singing the self-selected songs.

A three-year longitudinal survey approach was utilized in this study. The purposive sampling subjects including fifth, seventh, and tenth graders were invited from both the Taipei City and New Taipei City area in the fall semester of 2011. They were from nine intact classes at three elementary schools, three junior high schools, and three senior high schools.

The students received an individual test of speaking and singing voices once a semester. There were a total of 274 students (137 male and 137 female) fully participating in this study, comprising 83 elementary school students (38 male and 45 female), 86 junior high school students (46 male and 40 female), and 105 senior high school students (53 male and 52 female).

The individual voice test had two parts: (1) speaking voice test: to read a short poem, and to

¹ Associate Professor / Department of Music, National Taiwan Normal University

count backward from 10 to 1; and (2) singing voice test: to sing two vocalizing exercises with piano, and to sing one self-selected song without piano (Fig. 12). All the students' testing voices were collected by using the professional recording equipment *Zoom H4n Handing Recorder*. The instrument of the "Adolescent Voice Changes Record Form" was developed in order to record the analysis results of the voice ranges and characteristics.

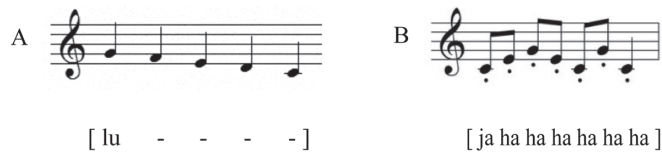


Figure 12. Two vocalizing exercises for singing voice test.

After a thorough review of the related literature of adolescent voice changes and analysis of all the speaking and singing data collected, the researcher first referred Cooper's, Cooksey's and Barresi's studies and discovered that C5 was the key judgment pitch to determine the adolescent boys' singing voice shifting from treble voice to voice change.

The researcher then referred to Barresi's theory of adolescent boys' voice change and used its lowest pitch of tessitura in the developmental stages to construct the key judgment pitches for this study, including D4 for Stage 1, A3 for Stage 2A, F3 for Stage 2B, and D3 for Stage 3. In addition, B2 the lowest pitch of tessitura at the New Baritone Stage of Cooksey's theory was used in this study to become the key judgment pitch of the Stabilizing Stage.

Next, the researcher referred to Barresi's and Gackle's theory of adolescent girls' voice changes and used their lowest pitch of tessitura in the developmental stages to construct the key judgment pitches for this study, including D4 for Stage 1, C4 for Stage 2, B3 for Stage 3, and A3 for the Stabilizing Stage.

The major results of this study were as follows:

1. The most widely distributed stage of the adolescent boys' voice development was in the seventh grade. During the voice change, the boys' singing voice had changed significantly in range and tone color. Their average speaking pitch and the lowest pitch of singing range dropped at least an interval degree of eight (Fig. 13). The width of the boys' singing range and tessitura reduced following the stage of voice development, while it began to expand when the boys entered the stabilizing stage (Fig. 14).

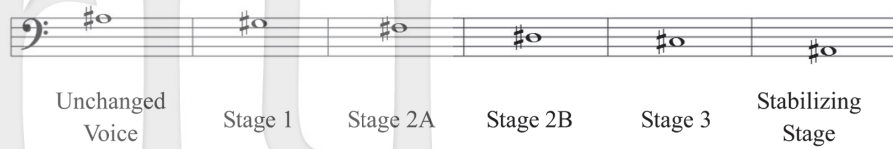


Figure 13. The adolescent boys' average speaking pitches.

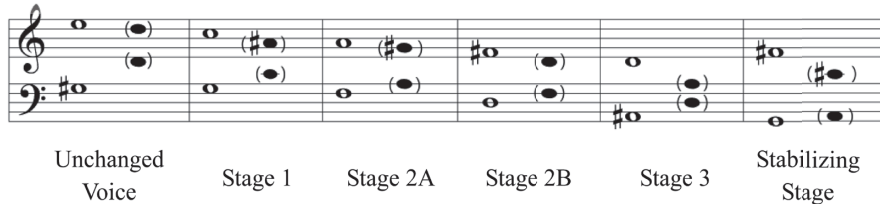


Figure 14. The adolescent boys' singing ranges and tessituras.

2. The most widely distributed stage of the adolescent girls' voice development was in the second semester of the seventh grade. During the voice change, the girls' voice had changed significantly more in tone color than range. Their average speaking pitch and the lowest pitch of singing range merely dropped an interval degree of three (Fig. 15). The width of girls' singing range and tessitura expanded slightly following the stage of voice development (Fig. 16).

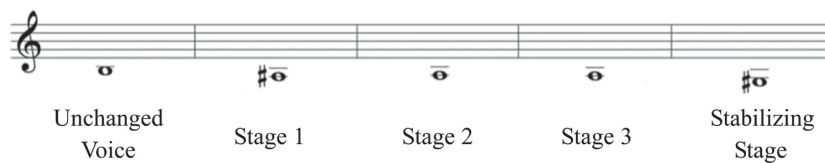


Figure 15. The adolescent girls' average speaking pitches.

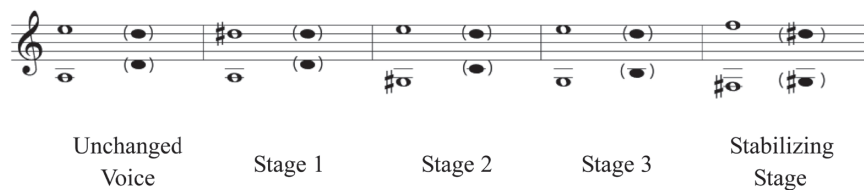


Figure 16. The adolescent girls' singing ranges and tessituras.

3. When singing the self-selected songs, both the low and middle vocal registers were the most commonly applied by the adolescent boys and girls at various stages of voice development. During the voice change, the proportion of the boys singing in a single low vocal register increased probably due to the change of singing range. The proportion of the girls singing in

both middle and high vocal registers slightly decreased probably due to the development of chest voice.

Based on the above results, the researcher made three suggestions:

1. Music teachers need to understand the development of adolescent singing voice and the methods of the voice tests. Then, music teachers can choose or construct a stage modal of voice development which is suitable for their own teaching situation in order to guide adolescents to know their voice development and the condition of voice change.
2. Music teachers need to assist adolescents to explore and apply their singing voice at each stage of voice development, especially their high vocal register, so that adolescents would have the opportunity to learn and display the singing skills in different vocal registers.
3. Music educators need to pay attention to the adolescents' voice development and the habits of voice use, to provide exclusive and suitable song materials for adolescents with voice changes, and to give the appropriate singing instruction for the adolescent boys and girls in different stages of voice development.