簡介

語音品質可以對生活品質產生巨大影響，或是限制社交。語音相關問題通常不致命但可以相當大程度影響個體的生活品質。很遺憾的是。老年人的語音品質通常伴隨年齡退化。老化後的聲音一般會伴有喘聲、微弱、與張力。常見語音症狀包含語音低微、沙啞、女性會有音頻降低、男性會有音頻升高、還有需要用力發生、易因講話而疲勞。這些改變大多是由聲帶黏膜固有層的組織學改變和甲杓肌的萎縮所造成。聲帶的萎縮可能包含肌肉、黏膜或其他結構。另外，降低的肺彈性、肺活量、呼吸力量可以更進一步降低發音效率。因此，很可能老化所造成的系統性與結構性改變都會造成語音品質和發音功能的下降。

老化相關萎縮的治療包含手術，如 framework surgery(框架手術)、injection laryngoplasty(注射喉整形術)，但這些都具侵犯性，因此臨床上並非都建議採用，或患者同意使用。Lu 等人指出，在執行 1 型甲狀軟骨整形術的患者對老化萎縮問題的成效有限。Hirano 等人指出手術對振動功能的恢復效果有限，因為在黏膜內的組織學的改變無法逆轉，故語音品質鮮少會有大幅進步。Hirano 等人也在 10 位受試者中檢驗了基本 basic 纖維母細胞成長因子對老年聲帶的再生作用，他們結果發現震動特性揮、聲音功能、空氣動力都回復的不錯，而且沒有顯著副作用。然而，仍需要更大量受試者的研究來證實此結果。

關於語音治療，許多研究指出老年人都可以受惠於此。Ramig 等人對三位年老患者進行了一個月的 Lee Silverman 語音訓練，他們發現音量、聲波壓力、音質都有進步。Siracusa 等人指出，在執行半遮掩聲道運動後可以產生立即的短效進步，雖然患者本身沒有自覺語音狀況進步，但透過知覺評估得的音質與音量都有立即的進步。

Stemple 等人所描述的語音功能運動(Vocal function exercises, VEE)，是個被設計透過有系統的運動來強化與再平衡發音用的子系統(呼吸、發音、共振)的方法。VFE 代表了一系列系統性運動，設計來增強、再平衡咽喉的肌肉、增加或改進聲帶收縮、並協調發聲的子系統。雖然這些運動背後的假設並完全被證實，但這些運動已被發現可以改進可以正常發聲者、歌手、與有語音障礙的老師的特定層面之語音表現。

VFE 對年老萎縮之成效報導有限。Gorman 等人進行了 19 位 Presbylaryngis(聲帶萎縮)的世代研究，這些患者進行了 12 週療程的 VFE，他們發現最大發音時間增加、氣流量測進步，代表聲門狀況進步。Sauder 等人研究 VFE 治療 9 位(2 女 7 男)患有 Presbyphonia(沒找到適切的翻譯，好像也是聲帶萎縮的一種)的年長者之效果，進行 6 週的 VFE 後，患者的語音殘障指標、發音出力狀況、語音(不良)嚴重度、喘氣程度與張力都顯著下降。為了更進一步評估 VFE 對年老聲帶的效果，本研究試圖對 VFE 在年老萎縮的語音狀況進行多層面評估，並以聲帶萎縮患者的歷史資料為比較依據。

圖 1：閃頻影像的分析。A.量測均一化的黏膜振幅(normalized mucosal wave

amplitude(NMWA))，NMWA=(d2-d1)/L*100(單位)，d1：閉合時的聲門中線至聲帶自由端的距離。d2：開啟時的距離。L 膜性聲帶長度。B.量測均一化聲門間隙(normalized glottal gap, NGG). NGG = a/L^2*100(單位)，a：聲門面積(閉合到最小時)，L：膜性聲帶長度。

材料與方法

受試者

本研究共有 16 位(3 女 13 男)受試者，65-81 歲(平均 72.9 歲)，聲帶萎縮以 VFE 治療(VFE 組)，語音狀況則是透過回溯性分析達成。有 6 位患者(1 女 5 男)，65-85 歲(平均 74.2 歲)不願意進行任何治療，僅進行觀測，做為歷史控制組(historical control group)(控制組)。生理問題(如聲帶弓起(bowing?))透過頻閃來檢察(stroboscopic examination)。每個頻閃檢察都由一個委員會核可的喉科學家來檢察確認無聲帶病理/病態(pathology)。萎縮是透過頻閃影像來診斷，診斷條件為包含聲帶弓起與聲門間隙(glottal gap?)。患者都無神經疾病、呼吸疾病或有抽菸病史。這些受試者在治療期間的健康狀態穩定。受試群無專業歌手。

圖 2：量測弓起指數(bowing index)。BI = d/L*100(單位)，d 為聲帶邊緣與前連合與聲帶突起的連線之間的距離；L 為膜性聲帶長度。

程序(實驗步驟)

語音治療包含發音衛生；咽喉、發音相關的生理與功能問題；使用共鳴音來最佳化發聲姿勢；與使用 VFE 來強化與平衡聲帶機制。受試者共進行了為期 8 週的行為語音治療(包含 VFE)。我們選擇這些運動因為它們設計來處理發音的諸多層面，包含咽喉張力、呼吸支撐、發音時機、共振，這些都適合處理年老的聲音。VFE 包含四個特定的運動，都可以在家中執行，一天兩次。所有運動都盡量輕柔的進行，並與聲調往前提(forward placement of the tone)結合(最大化臉部中央的振動感)。為了確保患者都遵照有 VFE，患者被要求要記錄他們的進度與當日配合度，記錄項目包含暖身運動中發/i:/的 MPT。所有患者都記錄了/i:/的 MPT 與過程，而我們要求他們每次拜訪時繳交。

評估

語音結果在進行 VFE 前與後進行評估。對於歷史控制組，我們將第一次評估定義為”前資料”而幾個月後的評估稱為”後資料”。

分級、粗糙度、喘氣度、無力感、張力(緊繃度 strain) (grade, roughness, breathiness, asthenia, strain. GRABS)分數、空氣動力評估、聲學分析、頻閃檢察與 VHI-10 都進行評估。頻閃檢察使用的是具有 70 度內視鏡的電子影像頻閃系統(型號 9295, KayPENTAX, Lincoln Park, NJ)。空氣動力評估包含最大發音時間(maximum phonation time, MPT)、平均流速(mean flow rate, MFR)、強度，我們用

發音分析氣(PA-500)來評估。聲學分析包含頻率擾動度(jitter)、振幅擾動度(shimmer)，用的是多維度語音程式(Model 5105; KayPENTAX)。

GRBAS 是一個錨定式的(anchored?)感官分析。GRBAS 分數由兩位受訓的人員獨立進行評估(咽喉專家與語音病理學家)。這個評分表是由日本的聲學協會開發，後來廣受世界各地使用。GRBAS 分數從 0 到 3，0 為無限制、1 為輕微、2 為中度、3 為重度。五個子項目(G,R,B,A,S)加總即為總分，然後再計算兩位評分者的分數平均值。兩位評分者之間的可信度用 Spearman's rank 關聯係數 評估，結果顯示有強烈關連姓，關聯係數 r=0.8(P<0.001)。

語音殘障指標(Voice Handicap Index, VHI)是個統計證明過的測式方法。在聲音治療前後進行此測試可以讓我們了解患者自身感受的語音殘障特性。VHI 有 30 項，評估患者自覺語音嚴重度(功能、物理、感情層面)。VHI-10 為包含 10 個問題的修改版本。Rosen 使用項目分析與臨床共識結果來從 VHI 的 30 個問題中選擇最穩定的項目，進而得到 VHI-10。他們認為 VHI-10 可以代表 VHI，且可以快完成。故本研究中使用 VHI-10。

NMWA 與 NGG 為聲帶振動功能的參數。量測方式是透過分析振動的頻閃影像。患者發/I:/音的聲帶振動透過 70 度內視鏡做錄影。我們透過 ImageJ 軟體來計算 均一化黏膜波幅(Normalized mucosal wave amplitude, NMWA)與均一化聲門間隙(normalized glottal gap, NGG)。計算 NMWA 與 NGG 的方式如圖 1 所示(看圖下面說明比較好懂)。

聲帶弓起的程度的計算方式如圖 2(看圖下面說明比較好懂)。分析中用的是聲帶兩側 BI 的加總。

圖 3：聲韻學結果。在 VFE 後 MPT 有顯著上升(P=0.0001)、頻率擾動度有顯著改善(P=0.014)、GRBAS 分數也顯著改善(P=0.0001)、VHI-10 分數顯著提升(P=0.0001)、NMWA 顯著改善(P=0.0001)、NGG 也顯著改善(P=0.019)。在歷史控制組中則沒有顯著差異。 *代表 P<0.05 **代表 P<0.01。

圖 4：A. 73 歲女性在 VFE 前的影像，顯示出雙側聲帶萎縮與聲門(關閉)不全 B. VFE 後的閃頻影像可以看到振動狀態改善且聲門可以完整關閉。"R"為右、"L"為左。

統計分析

我們對每一項參數的前後測數據進行統計分析。統計顯著性的基準為 alpha=0.05。本文所有的 P 值都是用雙側計算。P<0.05 為顯著。統計分析所使用的方式為成對的 t 檢驗(使用於 MPT、MFR、強度、頻率擾動度、振幅擾動度、NMWA、NGG、BI)。VHI-10 與 GRBAS 用的統計方式是 Wilcoxon singed-rank test。

結果

表 1 是 VFE 前、VFE 後還有控制組 每一項參數的平均與標準差。

空氣動力學評估

MPT 在 VFE 組顯著提升(P=0.0001)但控制組則無(P=0.053)。MFR 在兩組中都沒有顯著提升(P 分別為 0.75、0.1，見圖 3)

強度

強度在兩組都沒有顯著提升(P 分別為 0.057、0.32，見圖 3)。

聲學分析

頻率擾動度在 VFE 組顯著改善(P=0.014)，控制組則無顯著改善(P=0.99)。振幅擾動度在兩組都沒有顯著(P 分別為 0.1,0.83，見圖 3)

聲音知覺分數 Auditory-perceptual ratings

GRBAS 分數在 VFE 組顯著改善(P=0.0001)，控制組則無(P=0.11)，見圖 3。

自我評分

VHI-10 分數在 VFE 組顯著提升(P=0.0001)，控制組則無(P=0.68)，見圖 3。

閃頻檢察 (NMWA, NGG)

NMWA 與 NGG 在 VFE 組中都有顯著提升(P 分別 0.0001 與 0.019)。控制組則沒有顯著改變(P 分別 0.73,0.6)，見圖 3。圖 4 所示為 73 歲女性的閃頻分析影像，VFE 前，雙側聲帶萎縮、聲門(關閉)不全；VFE 後，震動狀態改善、聲門可以完整關閉。

(聲帶)弓起指數

VFE 前，BI 範圍為 6.02-12.78(平均 9.95±2.15)；VFE 後則為 5.05-13.71(平均 9.14±2.63)，兩者間沒有顯著差異(P=0.14，見圖 5)。控制組中，前測 BI 範圍為 5.19-12.16(平均 8.85±3.33)；後測 BI 範圍為 5.23-10.01(平均 7.86±2.08)，也沒有顯著差異(P=0.43)。

圖 5：弓起指數(Bowing index, BI)。VFE-後組與控制組都沒有顯著提升(P 分別為 0.14 與 0.43)

討論

本研究評估 VFE 作為老年聲帶萎縮的前線治療之效果，我們使用多參數分析，並與歷史控制組比較。雖然過去結果顯示 VFE 可能對年老聲帶尾縮有效，但他們的樣本有限。本研究設計調查 VFE 對老年聲帶萎縮的成效，我們比較知

覺分數(GRBAS)、空氣動力學評估(MPT、MFR)、強度、聲學分析(頻率擾動度、振幅擾動度)、震動分析(NMWA、NGG)、BHI-10、聲帶弓起程度(BI)。雖然 BI 沒有顯著改善，但本研究顯示 GRBAS、MPT、頻率擾動度、NMWA、NGG 和 VHI-10 在完成 VFE 後都相對於控制組有顯著改善。

在聲帶的休息狀態下，TA 肌肉放鬆，BI 可能反映出聲帶黏膜的萎縮程度。這顯示纖維化與萎縮的問題無法透過 VFE 達到顯著的改善。但這些結果顯示 VFE 可以透過增進肌肉功能來改善震動狀態。

固有層包含三層：淺、中、深層。聲帶的最內層為 TA 肌。功能上來說，表皮層與固有層淺層形成聲帶的”覆蓋”而 TA 肌則為聲帶”本體”，而中、深層則為聲帶韌帶。這層狀結構賦予了聲帶其震動特性，稱為本體覆蓋理論。該模型中，TA 肌收縮來作為本體，而可彎的”覆蓋”在”本體”上震動。

VFE 的伸縮運動目標為改善呼吸與發音機制的強度、耐力、穩定度、柔軟度。有人指出 VFE 可能可以透過反覆訓練持續發音的音調與滑音(gliding?)來改善萎縮性 TA 肌的收縮功能。這樣的結果是讓 TA 肌具有更好的彈性，故可以讓黏膜振動更好，此層面反應在本研究的 NMWA 與 NGG 參數上。頻率擾動度被認為與聲帶震動的週期與規則性有關，並可以透過 VFE 來穩定。VFE 也可以增進呼吸功能、發音功能，這包含呼吸強度、耐力，本研究中 MPT 的延長可以反映出這個性質。

本研究有以下限制。聲帶弓起的量測無法精準，因為弓起的程度受到音調、音量、外在肌群的代償所影響。我們讓受試者在休息狀態下以最佳位置量測聲門於受試者正常音調與音量下的狀態以取得正確、一致性的 BI 量測數據。另外，本研究也受限於樣本數和回溯特性。我們清楚知道歷史控制在回溯性研究中很薄弱。我們採用歷史研究因為 VFE 相關的假設還沒有在經驗上證實。然而，我們相信本研究結果仍可以提供 以 VFE 作為年長者的語音訓練療程 的一些額外資訊(如成效)。未來仍需要更進一步的，具有更多參予者、或是前瞻性隨機控制試驗。另外，執行後續追蹤也是相當重要的，才能評估 VFE 的長期效果。

結論

本研究檢視了 VFE 對於年老聲帶萎縮的效果，樣本數為 16，對照組為歷史控制組。本研究中發現，VFE 對年老聲帶萎縮之改善在主觀、客觀、患者自評上都可看出。聲帶黏膜振幅、聲門閉鎖完整度、頻率擾動度、MPT、VHI-10、GRBAS 分數方面都有顯著改善；僅聲帶弓起的程度沒有改變。本運動療程被認為可以改善呼吸與發音協調、強度、耐力進而讓聲帶具有更好的振動狀態。雖然釐清 VFE 改善發聲的生理機制仍有待未來研究，本研究已顯示出 VFE 是個治療年老聲帶萎縮的好工具。