

老年人的喉部發聲功能和口腔輪替運動

鄭靜宜*

摘 要

目的：口腔輪替運動(oral diadochokinetic movement, oral DDK)速率和最長發聲時長(maximum phonation duration, MPD)是臨床上重要的言語相關功能指標，本研究比較老年人和年輕成人在DDK和母音延長作業的表現，檢視老化對發聲和口腔動作功能的影響。**方法：**臺灣地區130位老年人和年輕成人參與，其中66位是65歲以上的長者(平均71歲)，64位是年輕成人(平均24歲)。進行MPD和DDK速率測量，錄音取樣後以聲學頻譜方式進行時長和速率的分析。**結果：**老年組MPD(平均15秒)顯著較成人組MPD(平均18秒)為短，男性MPD顯著較女性為長。老人組男性的基頻(平均137Hz)顯著較成人組男性(平均124Hz)為高，老年組女性基頻(平均170Hz)顯著地較成人組女性(平均216Hz)為低。老年組三種交替動作速率(AMR)(雙唇、齒槽、舌根)和序列動作速率(SMR)速率皆顯著較成人組的為慢。**結論：**老年人和年輕成人在MPD、基頻和DDK速率有顯著差異，老化對於嗓音發聲以及口腔動作控制與協調有不利的影響，本研究老年和成人組的發聲和DDK常模資料可供臨床言語功能評估時之參照。

關鍵詞：最長發聲時長、口腔輪替運動、基頻、老化、言語功能評估

前 言

由於言語溝通功能是維持生活品質重要的條件之一，在逐漸步向高齡化的社會中，為老年長者提供優質的醫療復健服務，語言治療是其中重要的一項。為長者做語言介入之前需先進行言語功能的評估，然而目前對於長者的言語功能變化的瞭解尚屬於起步階段，因為目前有關長者的言語功能研究

不多，尤其是關於東方或亞洲長者的言語相關研究更為稀少。

臨床對於言語功能的評估，常使用口腔輪替運動(oral diadochokinetic movement, oral DDK)和母音延長(vowel prolongation)兩項作業。這些是屬於最大表現測試(maximum performance test)，所謂的最大表現測試是指在時間、動作範圍、速率、音量方面測試個體的最佳可能的表現。在臨床言語評估

國立高雄師範大學特殊教育系

*通訊作者：鄭靜宜

接受日期：2019年9月24日

E-mail：jjeng@nknucc.nknu.edu.tw

編碼：JMH-2019O-21

常使用這些最大表現測試來測試個體言語機制功能的極限。其中DDK作業是語言治療和神經學臨床常見的功能測試，口腔DDK速率是口腔動作功能重要的指標。最長發聲時長(maximum phonation time, MPD)的測量除了可檢測個體的喉部嗓音發聲功能外，亦顯現言語的呼吸支持功能，和個體的肺活量關係密切。

母音延長作業

母音延長作業是要求受試者以慣用量發出一個母音的延長音，例如發出一個/a/的音愈長愈好，測量受試者所能發出母音的最長時長稱為最長發聲時長(MPD)。此項測量典型以發出/a/音為主，但不限定/a/音，也可發出其他母音，如/i, u, e/等音。在計時方面，除了使用計時器(如碼錶、手錶等)之外，一般認為使用聲學分析計算會較為精準且客觀。

西方研究文獻顯示成人的MPD男性平均約在25秒至30秒之間，女性平均則在20秒至25秒之間。^[1]和一般成人相較，老年人的MPD較短。^[2,3]老年人的MPD男性平均約在13秒至18秒之間，女性平均約在10秒至15秒之間。^[3]有研究發現MPD和發聲時的呼吸支持功能有密切的關係，肺活量愈大MPD愈長，在男性部分兩者達0.83的高相關，但在女性方面兩者相關較弱，有著性別上的差異。^[4]亦有研究發現老年人MPD研究中的性別和年齡效果未達顯著，其中老年男性平均MPD高達23.23秒，老年女性則為20.96秒，兩者相差不大。^[5]MPD的時長通常和性別、健康狀況和年齡變項有關，但在性別變項方面各研究結果則不太一致。^[1]

基頻

嗓音的基本頻率 (fundamental frequency, F0)，簡稱基頻，為常見的嗓音變項，和嗓音音高有關，是喉部聲帶每秒振動的次數。基頻主要的影響因子是性別和年齡。一般成年男性基頻約在90-160Hz之

間，女性基頻則約在160-260Hz之間。喉部老化主要是因荷爾蒙的改變，使得聲帶結構產生變化，帶來嗓音基頻和音質的改變。^[6,7]臨床上因老化而產生的喉部病變病例並非罕見，喉老化(presbylarynges)是因聲帶萎縮、疲乏、鬆弛，而導致聲帶振動時聲門閉合不全，嗓音氣息聲重、沙啞、粗澀，影響人際溝通。

老化對於嗓音基頻的改變有性別的差異，女性長者因停經後女性荷爾蒙減少，使得聲帶結構變得較厚或充水，聲帶質量增加，基頻因而降低。^[7-9]男性長者的聲帶則可能會變得薄，研究^[6-10]顯示男性長者的基頻比年輕成年男性為高，但也有少數研究發現基頻反較低的情形，^[11]有的研究則發現與一般成年人無顯著差異。^[8]可見男性長者的基頻在各研究中有不一致的結果。

口腔輪替運動

口腔輪替運動(DDK)作業是測試個體口腔動作最快的速率，材料通常為簡單的CV音節，以單音節或二、三音節的重複序列。依據音節形式的差異，DDK作業分兩類：交替動作速率(alternating motion rates, AMR)和序列動作速率(sequential motion rates, SMR)。AMR由重複單音節的DDK作業量得，SMR則由重複多音節的DDK作業所量得的速率。AMR的DDK作業施測時要求受測者快速地說出重複音節，例如說出/pa pa pa .../(ㄆㄚˇ、ㄆㄚˇ、ㄆㄚˇ...)、/tatata.../(ㄊㄚˇ、ㄊㄚˇ、ㄊㄚˇ...)或/ka ka ka.../(ㄎㄚˇ、ㄎㄚˇ、ㄎㄚˇ...)等，再分析說出的速率。SMR的DDK作業施測是測量重複說出一組多音節序列的最快速率，例如說出/pa ta ka pa ta ka.../等。

AMR輪替動作是單純只有一個音節被重複快速地說出，評估目的在於測試個體在單一構音部位音節交替動作的功能，例如在唇部AMR為個體快速地重複交替地閉唇和開唇，發出連串/pa/的音節

動作。DDK動作和神經肌肉收縮做交替性地興奮(activation)和抑制(inhibition)活動有關，DDK速率具有運動神經控制的效能指標意義，速率愈快代表控制功能愈佳。典型AMR有三種：/pa/、/ta/、/ka/，各為測量雙唇、齒槽和舌根(軟顎)部位的重複交替動作的速率。

SMR輪替動作則是動作協調性的測試，在測試說話者能迅速變換不同構音位置(或方式)的動作能力。SMR用來測試口腔構音部位(或方式)快速轉換動作的協調性。典型SMR輪替動作/pa ta ka/在測試構音位置動作轉換的能力，這與言語動作的計畫和程序化能力密切相關。言語失用症(apraxia of speech, AOS)患者通常對較複雜的言語動作計畫和程序化有困難，通常他們的SMR會明顯慢於AMR，因此SMR和AMR的差距可作為AOS的診斷指標。DDK作業目前已成為一般評估運動言語障礙(motor speech disorders)例行性評估程序之一，尤其是言語失用症。DDK作業的實施也常見於其他言語障礙者的評估中，如構音異常、失語症或口吃患者。

DDK作業在施測時通常需先提示受測者深吸一口氣再開始說出，並強調要說得清楚且愈快愈好。一般西方AMR的常模標準是小孩每秒平均3.5至5.5次；成人每秒平均5.5至6.5次。^[3,12]長者的速率則通常較慢，每秒平均4至5次，^[13-15]但也有研究並未發現年輕成人和老人間的差異。^[16]SMR(/pa ta ka/)的常模標準是兒童每秒約1至1.5次，成人平均每秒約2至5次，要注意的是這裡的「一次」是指三個音節。為了讓AMR和SMR在速率上可相互比較，使用每秒說出的音節數(即音節/秒)作為速率單位，是較合適的作法。

由於目前國內缺乏探討老年人的發聲時長和口腔輪替速率研究，本研究主要目的在：一、比較

老年人和年輕成人在嗓音發聲功能的差異，包括母音延長能力和基頻，二、比較老年人和年輕成人在DDK速率的差異，包括三種構音部位AMR和一種典型的SMR。三、探討最長發聲時長、基頻和DDK速率在性別上的差異。

方 法

參與者

參與者共130位，其中66位是65歲以上的長者，年齡在65-83歲之間，平均70.95歲(SD=4.44)。64位是年輕成人，年齡範圍在19至40歲，平均24.08歲(SD=4.95)。兩組男、女人數皆各半，表1列出各組年齡平均值及標準差。老年人均來自社區活動中心，大多皆已退休，年輕成人則主要是大學生或研究生。參與者皆居住於台灣，以華語或台語為母語，在施測時皆為健康的個體，並無接受過聲帶手術且並未持有身心障礙手冊。

儀器設備

採用高品質的數位錄音機(TASCAM DR100)和指向性麥克風(SONY ECM-MS907)，錄音取樣頻率為44000Hz。

程序

採一對一個別施測，主要在安靜的室內進行。先實施母音延長作業，再進行口腔輪替運動作業。母音延長作業的指導語為「請先深吸一口氣發出/a/音，盡量發得愈長愈好，以普通音量即可」。母音延長作業有兩次嘗試，取其最長的一次為該受試者的MPD值。口腔輪替運動作業的指導語為「請深吸一口氣，然後開始說出ㄉㄚ、ㄉㄚ...(或ㄉㄚ、ㄉㄚ、ㄉㄚ...、或ㄉㄚ、ㄉㄚ...、或ㄉㄚ、ㄉㄚ、ㄉㄚ...)」，要說得清楚、

愈快愈好，直到我說停為止。」先進行三個AMR的量測，再進行SMR的施測。每項DDK的說出要求至少能有5秒以上。整體測試約15分鐘。

資料分析與統計方法

將數位錄音機的錄音檔以聲學分析程式TF32^[17]的頻譜圖功能做音段時長的測量分析，以游標訂出各個音段發聲時長的起點和終點，得到該段之音段時長，並進行音段基頻的測量。口腔輪替運動的速率分析是分析各整段DDK總時長，並計算頻譜圖上音段中所含的音節數，將DDK音節數除以整段的時長，轉換為速率。AMR和SMR皆以個體每秒所發出的音節次數(音節/秒)為單位做計算。

在統計方法部分，除了計算成人組和老人組的各項言語測量變項(如MPD、基頻、DDK速率等)的描述統計量(如平均數、標準差)，並以二因子變異數分析(two-way ANOVA)或三因子變異數分析考驗兩個年齡組和相關變項(如性別、構音部位、DDK種類)的主要效果和交互作用效果。

結 果

最長發聲時長

比較成人組和老年組以及男女性的最長發聲時長(MPD)，由表2可見成人組男性的最長發聲時長最長，平均可達20秒，其次為老年組的男性，老年組的女性最短；然而，就女性而言，成人組和老年組之間的最長發聲時長差異不大，兩者皆在14、15秒左右。以年齡組和性別為自變項，最長發聲時長為依變項的獨立二因子變異數(two-way ANOVA)分析結果顯示，年齡組變項效果達顯著， $F(1, 126)=6.31$ ， $p=0.013$ ；性別變項達顯著， $F(1, 126)=8.75$ ， $p=0.004$ ；兩變項的交互作用則未達顯著， $F(1, 126)=2.22$ ， $p=0.14$ 。顯示兩年齡組之間MPD差異達顯著，老年組

的最長發聲時長顯著較成人組的為短，且兩性別組之間MPD差異達顯著，男性的最長發聲時長顯著較女性的為長。

嗓音基頻

表3呈現老年組和成年組男女性的平均基頻，老年組男性的平均基頻較成人組男性的基頻值為高，老人組女性的平均基頻較成人組女性的基頻為低。以年齡組和性別為自變項，平均基頻值為依變項的獨立二因子變異數(two-way ANOVA)分析結果顯示，年齡組變項效果達顯著， $F(1, 126)=14.83$ ， $p<0.001$ ；性別變項達顯著， $F(1, 126)=206.72$ ， $p<0.001$ ；且兩變項的交互作用達顯著， $F(1, 126)=45.75$ ， $p<0.001$ 。因交互作用顯著代表變項的主要效果在各自不同的小組中會有不一致的情形，遂進行單純主要效果檢定，檢定結果顯示在男性組部分，老年組的基頻顯著較低於成年組， $t(63)=2.23$ ， $p=0.03<0.05$ ；在女性部分，老年組的基頻則顯著較高於成年組， $t(63)=7.05$ ， $p<0.001$ 。可見，老化對於嗓音基頻會因性別而有升高或降低的不同變化，女性的基頻因老化而變低；而男性的基頻則因老化而變高。

使用皮爾森相關分析調查基頻和生理年齡之間的關係，因男女嗓音基頻本有高低之別故分開計算，結果顯示女性之基頻值和其生理年齡達顯著中高度負相關($r=-0.64$ ， $p<0.001$)，男性之基頻值和其生理年齡達顯著低度正相關($r=0.25$ ， $p=0.04$)，可知老化對於女性基頻值變化的影響較男性的為大，而老年組女性的基頻下降幅度遠較老年組男性基頻的上升幅度為大。

口腔輪替運動速率

一、交替動作速率(AMR)

在描述統計部分，表4呈現成人組和老年組以及男女性的三種AMR(/pa/、/ta/、/ka/)值，由表4可見成人組男性的雙唇AMR最快，每秒鐘約5次，成人

組男性之AMR速率略快於女性。老年組的三個構音位置AMR(/pa/、/ta/、/ka/)平均為4.29音節/秒，較慢於成人組的AMR(5.09音節/秒)。老年組男性的AMR較快於老年組的女性，四組中以年老女性的AMR最慢。就性別而言，男性有較快的AMR速率，但成人組男女之間差異較小，老年組男女之間有較大的差距，且在三種AMR有一致的趨勢。比較三個部位的AMR，無論在成人組或老年組，皆以雙唇AMR最快，齒槽AMR較快於舌根部位的AMR。

以年齡組和性別為自變項，雙唇AMR值為依變項的獨立二因子變異數(two-way ANOVA)分析結果顯示，年齡組變項效果達顯著， $F(1, 126) = 15.16, p < 0.001$ ；性別變項達顯著， $F(1, 126) = 7.76, p = 0.007$ ；兩變項的交互作用未達顯著， $F(1, 126) = 1.71, p = 0.19 > 0.05$ 。其他兩個部位AMR(齒槽和舌根AMR)的二因子變異數分析(two-way ANOVA)結果和雙唇AMR的類似，呈現頗為一致的趨勢。變異數分析結果皆顯示年齡組是顯著影響AMR值的變項，老年組的AMR顯著地較成人組的為慢。

為了比較三個構音部位的AMR，以年齡組和性別為受試者間自變項，構音部位(三種)為受試者內自變項，三因子混合設計變異數分析(three-way ANOVA)的結果顯示三個變項效果皆達顯著，年齡組變項效果達顯著， $F(1, 128) = 37.52, p < 0.001$ ；性別組變項效果達顯著， $F(1, 128) = 7.97, p = 0.007$ ；構音部位變項亦達顯著， $F(2, 252) = 38.83, p < 0.001$ ；其餘的各兩兩變項和三變項的交互作用均未達顯著， $p < 0.05$ 。事後比較分析顯示三構音部位間AMR的兩兩比較皆達顯著($p < 0.01$)，雙唇AMR速率顯著地快於齒槽AMR($p = 0.001$)，而齒槽AMR速率則顯著地快於舌根AMR($p < 0.001$)，亦即三個構音部位的AMR以舌根位置最慢，雙唇位置最快，齒槽位置的AMR速率則居中。事實上，這樣的結果和之前多數DDK相關研究的發現是相吻合的。^[3,19,20]

二、序列動作速率(SMR)

序列動作速率是測試個體口部動作中連續快速轉換三個構音部位(雙唇、齒槽、軟顎)的音節產出能力。表5列出各組SMR(/pataka/)的描述性統計資料，包括平均值、標準差和標準誤。比較成人組和老年組SMR值，由表5可見老年組的SMR值較低，老年組中又以女性的SMR值為最低，成人組中男女之間的SMR值則很接近。以年齡組和性別為自變項，SMR值為依變項的二因子變異數分析(two-way ANOVA)結果顯示，年齡組變項效果達顯著， $F(1, 126) = 24.51, p < 0.001$ ；性別變項亦達顯著， $F(1, 126) = 4.92, p = 0.03 < 0.05$ ；兩個變項的交互作用未達顯著， $F(1, 126) = 3.03, p = 0.06$ 。顯示成年組的SMR顯著較老年組的為快，且無論在成年組或老年組，男性SMR值均顯著高於女性，這和AMR情況是類似的，可見男性有較快的口腔輪替速率。

比較SMR和AMR(見表4、表5)，可知SMR速率略低於AMR。若將每個參與者的三種位置AMR速率作一個平均，當作是AMR的速率來和SMR做比較。以年齡組為受試者間自變項，DDK種類(AMR vs. SMR)為受試者內自變項的二因子混合設計變異數分析結果顯示，年齡組變項效果達顯著， $F(1, 128) = 34.48, p < 0.001$ ；DDK種類變項達顯著， $F(1, 128) = 4.48, p = 0.04 < 0.05$ ；兩變項的交互作用未達顯著， $F(1, 128) = 1.26, p = 0.72$ ，顯示AMR和SMR之間的速率差異達顯著，AMR比SMR的速率顯著為快，且在兩個年齡組的趨勢是一致的。因為SMR的動作本就比AMR動作來得複雜，動作速率變慢。年齡組變項同樣地顯著影響AMR和SMR的值，老年組在SMR和AMR皆是顯著較慢於成人組的速率，可見老年組有顯著較慢的DDK速率，尤其是老年組女性在SMR的表現顯然慢較多，顯示她們在複雜的口腔輪替動作上有較大程度的衰退。

表 1. 兩組年齡的平均值、標準差、最大和最小值(單位：歲)

年齡(歲)	成人組(n=64)				老年組(n=66)			
	平均	標準差	最大值	最小值	平均	標準差	最大值	最小值
男性	24.25	5.36	39	19	71.67	5.01	83	65
女性	23.91	4.58	40	19	70.24	3.73	77	65
小計	24.08	4.95	40	19	70.95	4.44	83	65

表 2. 兩組之最長發聲時長的平均值、標準差、最大和最小值(單位：秒)

MPD	成人組(n=64)				老年組(n=66)			
	平均	標準差	最大值	最小值	平均	標準差	最大值	最小值
男性	20.75	7.50	36.32	8.91	16.02	7.13	31.78	4.12
女性	15.47	4.57	31.29	8.79	14.25	7.22	36.17	4.62
小計	18.11	7.35	36.32	8.79	15.135	7.17	36.17	4.12

註：MPD：最長發聲時長(maximum phonation duration)

表 3. 兩組之基頻之平均值、標準差、最高和最低值(單位：Hz)

	成人組(n=64)				老年組(n=66)			
	平均	標準差	最大值	最小值	平均	標準差	最大值	最小值
男性	124.48	18.29	160.55	79.36	137.06	26.29	201.38	94.51
女性	215.80	19.25	246.24	153.71	169.94	31.82	223.55	107.42
小計	170.14	49.63	246.24	90.26	153.53	33.36	223.55	94.51

表 4. 成人組和老年組之雙唇、齒槽、舌根AMR之平均值、標準差和標準誤(單位：音節/秒)

AMR 項目	成人組(n=64)			老年組(n=66)		
	平均	標準差	標準誤	平均	標準差	標準誤
/pa/ 男性	5.25	0.50	0.09	4.73	0.76	0.13
	5.07	0.49	0.09	4.23	0.94	0.16
小計	5.16	0.50	0.06	4.48	0.88	0.11
/ta/ 男性	5.21	0.61	0.11	4.56	0.91	0.16
	4.96	0.47	0.08	4.01	0.96	0.17
小計	5.08	0.56	0.07	4.28	0.97	0.12
/ka/ 男性	4.96	0.63	0.11	4.28	0.79	0.14
	4.73	0.51	0.09	3.94	0.92	0.16
小計	4.85	0.58	0.07	4.11	0.87	0.11

表 5. 兩組之SMR(/pataka/)之平均值、標準差和標準誤(單位：音節/秒)

SMR	成人組(n=64)			老年組(n=66)		
	平均	標準差	標準誤	平均	標準差	標準誤
男性	4.94	0.78	0.14	4.46	0.96	0.17
女性	4.89	0.82	0.15	3.81	1.02	0.18
小計	4.92	0.80	0.10	4.14	1.04	0.13

討 論

本研究分析結果發現在嗓音發聲方面，老年組的最長發聲時長顯著較成人組的為短暫，老年男性基頻有上升的變化，老年女性則有顯著下降的趨勢。老年組在三種AMR(雙唇、齒槽、舌根)和SMR速率皆顯著較成人組為慢。就性別差異而言，在嗓音發聲相關的變項，如基頻值和MPD，性別上的差異達顯著，在口部輪替運動方面，男女之間的DDK速率差異亦達顯著，男性的DDK速率顯著快於女性，男性在發聲和口腔輪替運動的最大表現測試表現皆優於女性。老人組男性的基頻顯著較成人組男性的基頻為高，老人組女性的基頻則顯著較成人組女性的基頻為低。

本研究發現老年組在DDK和母音延長的表現均顯著較成年組不佳，此發現和之前的西方的研究結果大致吻合。在MPD方面，Ptacek等人研究^[3]發現美國男性長者MPD平均為18.1秒，女性為14.2秒，和本研究的老年組相較，女性方面的MPD數值十分接近，但男性的數值略低了2秒，本研究成人組，無論男性或女性的MPD均較短，和西方研究^[3]相較均相差約5秒，推論可能與族群差異或取樣偏誤有關。在基頻部分，因老化的影響讓男女間嗓音基頻有漸趨同化的傾向，女性的基頻因老化而變低；而男性的基頻則因老化而變高，此發現和多數研究結果相吻合。^[1,6-9]在口腔輪替運動方面，老年組的AMR顯著地較成人組的為慢，此結果與西方多數相關研究^[3,13,15]結果相吻合。然而，本研究成人三個構音位置平均AMR的速率值為5.03，略低於一些西方文獻中正常成人的AMR資料，^[3,18-19]西方成年人的平均AMR值多可達6.0，甚至也有高達7.0以上的資料。Icht和Ben-David^[18]發現不同語言的說話者在DDK速率會有所差異，推論DDK速率可能與語言之音韻特性或說話習慣速率有關，推論華語因為是

屬於聲調語言(tone language)且為音節計時(syllable timing)性的語言，一般人說話時音節的時長均較長，這樣的說話習慣可能連帶影響口腔DDK產生的速率，造成DDK速率較慢的現象。

結 論

本研究發現和成人相較，老年MPD的減少和DDK速率下降對應的是喉部發聲功能和口部動作控制能力的下降。MPD的減少和基頻的變化是聲帶的結構變化的徵兆，DDK速率的降低則是和口部構音器官運動的協調能力有關，^[20,21]這三個變項皆可成為言語運動功能退化的預測指標。如同Awan^[2]的研究結果所推測的老化會同時發生於呼吸和喉部發聲機制，本研究則再加上口部動作方面的評估發現，由較慢的口腔輪替運動速率推論老化也影響了口腔構音動作控制與協調。由於高齡者在言語動作功能上有弱化的跡象，使得口腔動作速率和持續發聲的功能較差，較嚴重時可能會對說話和歌唱的表現產生不良影響。再來值得注意的是，老年組的表現個別差異頗大，個體的功能退化程度卻和其生理年齡相關不強，可能個體的健康狀況才是重要的影響因素。由於目前有關亞洲長者的嗓音功能和口腔運動速率方面的相關研究數量十分稀少，多為未出版的論文研究，本研究這些言語相關指標數值資料的蒐集和分析可作為常模參照資料，提供對於本土言語異常長者案例的評估與診斷時的參考。

利益衝突聲明

(Conflicts of Interest Statement)

作者群聲明沒有利益衝突。

誌謝

本研究感謝科技部給予研究補助經費，專題計畫(Most 105-2410-H-017-012)，特此誌謝。本研究通過成大倫審會的研究倫理審查(105-25-2)，感謝倫理審查委員的相關建議。

參考文獻

1. Kent RD, Kent JF, Rosenbek JC: Maximum performance tests of speech production. *J of Speech and Hear Dis* 1987; 52:367-87.
2. Awan SN: The aging female voice: Acoustic and respiratory data. *Clin Ling Phonetics* 2006;20:171-80.
3. Ptacek PH, Sander EK, Maloney WH, Jackson CR: Phonatory and related changes with advanced age. *J Speech Lang Hear Res* 1966;9:353-60.
4. Solomon NP, Garlitz SJ, Milbrath RL: Respiratory and laryngeal contributions to maximum phonation duration. *J of voice* 2000;14:331-40.
5. Maslan J, Leng X, Rees C, Blalock D, Butler SG: Maximum phonation time in healthy older adults. *J of Voice* 2011; 25:709-13.
6. Ramig LA, Ringel RL: Effects of physiological aging on selected acoustic characteristics of voice. *J Speech Lang Hear Res* 1983;26:22-30.
7. Stathopoulos ET, Huber JE, Sussman JE: Changes in acoustic characteristics of the voice across the life span: measures from individuals 4-93 years of age. *J of Speech Language and Hearing Res* 2011;54:1011-21.
8. Goy H, Fernandes DN, Pichora-Fuller MK, van Lieshout P: Normative Voice Data for Younger and Older Adults. *J of Voice* 2013;27:545-55.
9. Russell A, Penny L, Pemberton C: Speaking fundamental frequency changes over time in women: A longitudinal study. *J Speech Lang Hear Res* 1995;38:101-9.
10. Brown WS, Jr Morris RJ, Hollien H, Howell E: Speaking fundamental frequency characteristics as a function of age and professional singing. *J of Voice* 1991;5:310-5.
11. Xue SA, Deliyiski SA: Effects of aging on selected acoustic voice parameters: Preliminary normative data and educational implications. *Educational Gerontology* 2001;27. 2;159-68.
12. Williams P, Stackhouse J: Diadochokinetic skills: normal and atypical performance in children aged 3-5 years. *Int J of Lang: Commun Dis* 1998;33:481.
13. Ben-David BM, Icht M: Oral-diadochokinetic rates for Hebrew-speaking healthy ageing population: non-word versus real-word repetition. *Int J of Lang Commun Dis* 2017;52:301-10.
14. Choe J, Han JS: Diadochokinetic rate of normal children and adults: a preliminary study. *Commun Sci Dis* 1998; 3:183-94.
15. Padovani M, Gielow I, Behlau M: Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals *Arquivos de Neuro-psiquiatria* 2009;67:58-61.
16. Pierce JE, Cotton S, Perry A: Alternating and sequential motion rates in older adults. *Int J of Lang, Commun Dis* 2013;48:257-64.
17. Milenkovic P: TF32 [computer program] 2004; Madison WI: University of Wisconsin-Madison Department of Electrical Engineering.
18. Icht M, Ben-David BM: Oral-diadochokinesis rates across languages: English and Hebrew norms. *J of Commun Dis* 2014;48:27-37.
19. Fletcher SG: Time-by-count measurement of diadochokinetic syllable rate. *J Speech Lang Hear Res* 1972;15:763-70.
20. Kreul EJ: Neuromuscular control examination for Parkinsonism: Vowel prolongations and diadochokinetic and reading rates. *J Speech Lang Hear Res* 1972;15:72-83.
21. Bhat JS: Oral diadochokinetic rate-An insight into speech motor control *International. J of Adv Speech and Hear Res* 2012;1:1-10.

The Vocal Phonation and Oral Diadochokinetic Movement in the Elderly

Jing-Yi Jeng*

ABSTRACT

Objectives. The oral diadochokinetic movement (DDK) rate and the maximum phonation duration (MPD) are important speech-related functional indicators. This study compared the performance of older adults and younger adults in DDK and vowel prolongation tasks to explore the effect of aging on vocal phonation and oral motor function.

Methods. One hundred and thirty adults participated in this study. Among them, sixty-six were adults over 65 years old (mean, 71) and sixty-four younger adults below 40 years old (mean, 24). The maximum phonation duration (MPD) and fundamental frequency (F0) were measured from the vowel prolongation task, and three alternating motion rates (AMRs) (/pa/, /ta/, /ka/) and a sequential motion rate (SMR, e.g. /pataka/) were measured from the oral DDK task. Acoustical analysis was utilized to analyze the duration and DDK rates data.

Results. The MPDs of the elderly group (mean, 15 sec) were significantly shorter than those of the young adult (mean, 18 sec). The MPDs of males were longer than those of the females. The F0s of the elderly males (mean, 137Hz) were significantly higher than those in the young male adult group (mean, 124Hz), while the F0s of the elderly females (mean, 170Hz) were significantly lower than those in the young female group (mean, 216Hz). The AMRs for the elderly were significantly slower than those of the young adults. Likewise, the SMRs for the older adults were significantly slower than the young adults.

Conclusion. There were significant differences between the elderly and young adults regarding these phonation and speech motor measures indicating that aging has adverse effects on voice phonation, as well as oral motion control. The phonation and DDK norm data

of the elderly and adult groups in this study can be used as a reference for clinical speech function assessment.

(J Med Health. 2020;9(3):41-51)

Key words : Maximum phonation duration, Oral diadochokinetic movement, Fundamental frequency, Aging, Speech function assessment