

노인성 음성장애의 음성치료 효과

The Effects of Voice Therapy in Age-related Dysphonia

김 성 태¹⁾

Kim, Seong-Tae

ABSTRACT

The This study aimed to evaluate the effects of the voice therapy we operated to the patients with age-related dysphonia. Thirty four participants who were diagnosed as age-related dysphonia in laryngoscopic finding from January, 2009 to December, 2009 completed the study. The participants were aged from 60 to 82 years old with a mean age of 70.6. All participants had received the abdominal breath technique, SKHPIP with laughter, and basic vocal training with description of their problem, the length of which ranged from four sessions to twelve sessions. We executed the videostroboscopy to compare the aspect of voicing change and the perceptual assessment, voice range profile, acoustic and aerodynamic measures to identify change of voice. Participants had glottal gap due to incomplete glottic closure during voicing on the pretest. After they took the voice therapy, the glottic gap became narrow and rough and breathy voice was reduced. There were significant difference in acoustic and aerodynamic measures. Jitter, Shimmer, MFR were reduced and MPT, Psub were increased($p<.05$). Participants' pitch range and intensity range were increased on the posttest performance after taking voice therapy. Especially, most of them were showed that pitch range was increased significantly in high frequency area. The results of this investigation indicate that the voice therapy using abdominal breath, SKHPIP, and exercise together is effective for the patients who have age-related dysphonia to improve their voice quality. We recommend to apply this technique to functional voice disorders who are showed glottal gap.

Keywords: age-related dysphonia, SKHPIP, laughter, voice range profile

1. 서론

최근 의학의 발달로 고령화 사회로의 변화가 가속화되고 있으며, 노령인구의 음성장애가 사회적 기능과 삶의 질 측면에 악영향을 가져오는 것으로 보고되었다(Hagen *et al.*, 1996; Berg *et al.*, 2008). 전체 노령인구의 약 12%에서 노인성 음성장애(age-related dysphonia or presbyphonia)가 발생하며, 대표적 음성 변화로 제한적인 음도 및 강도, 발생시간의 감소, 약한 음성(weak voice), 기식음(breathiness), 목쉰소리(hoarseness) 등의 음성변화를 나타낸다(Pontes *et al.*, 2005; Takano *et al.*, 2010). 노

인성 음성장애 환자들은 궁형성대(vocal fold bowing), 성대위축증(vocal fold atrophy), 불완전한 성문폐쇄(glottal incompetence)의 후두소견을 보이며, 후두관련 질환이 없으면서 노화와 관련된 해부학적, 조직학적인 변화와 기능의 감소 등으로 진단 내려진다(Casiano *et al.*, 1994; Bloch & Behrman, 2001).

노인성 음성장애 환자들의 음성회복을 촉진하기 위해 주로 음성치료가 시행되며, 최근에는 일부 환자들에게 제한적으로 성대 주입술(injection laryngoplasty) 혹은 갑상연골 성형술(thyroplasty)를 시행한 결과가 보고되고 있으나(Mau *et al.*, 2010), 음질의 개선효과는 보고되지 않았다. 노인성 음성장애의 음성치료는 주로 총체적 음성치료(holistic voice therapy)가 주로 사용되고 있다. 총체적 음성치료란 음성산출에 필요한 호흡, 발성, 공명 모두를 통합하여 종합적으로 치료하기 위해 개발된 기법들로서, 복부횡격막 호흡을 강조한 액센트 기법(accent method), 파킨슨병 환자들의 음성회복에 사용되는 LSVT(Lee silverman voice treatment), 전문 음성사용자들을 위해 고안된

1) 대구대학교 대학원 재활과학과 언어치료전공, 서울아산병원 이비인후과 음성언어치료실 voicekim@amc.seoul.kr

vocal function exercise(이하 VFE) 등이 이에 속한다.

Berg *et al.* (2008)은 노인성 음성장애 환자 19명을 대상으로 발성교육, VFE 등을 이용하여 2개월간 음성치료를 시행한 후 치료를 받지 않은 군에 비해 삶의 질(quality of life) 측면에서 주관적인 음성향상만을 보고하였다. Gorman *et al.* (2008)은 19명의 노인성 음성장애 환자를 대상으로 12주의 VFE로 음성 치료를 시행하여 최대연장발성시간(maximum phonation time, 이하 MPT)과 일부 공기역학적 변수들에 국한된 유의미한 향상을 보고하였다. 최근에, Mau *et al.* (2010)은 노인성 음성장애 환자들 54명 중 대부분 LSVT를 시행하였고, 경도의 궁형성대 소견을 가진 환자들은 VFE를 각각 시행하여 음성치료 환자들의 85%에서 주관적 음성개선을 보고하였으며, 일부 환자들은 성대 주입술과 갑상연골 성형술을 시행한 사례를 보고하였다.

그러나, 이전 연구들을 종합해 볼 때 노인성 음성장애의 치료방법으로 사용된 기존 치료기법들에 대한 적절성 및 그 치료 효과에 대한 객관적인 변수들의 평가가 부족한 실정이다. 이에 저자가 생리적 발성인 웃음을 이용하여 고안한 흡기발성기법(Seong-tae Kim's high-pitched inhalation phonation, 이하 SKHPIP)과 함께 복식호흡훈련 및 기초발성훈련(basic vocal training)으로 구성된 치료방법이 노인성 음성장애 환자들의 음성개선에 어떠한 효과를 보이는지 연구하고자 하였다.

2. 대상 및 연구 방법

2.1 대상

2009년 1월부터 2009년 12월까지 본원에서 후두내시경 검사상 노인성 음성장애로 진단받았던 34명을 대상으로 하였으며, 남자가 18명, 여자가 16명이었다. 연령분포는 60세에서 82세로 평균연령은 70.6세였으며, 사전검사를 통해 신경과적 질환이나 만성 호흡기 질환, 기타 질병으로 수술병력이 있거나 장기간 약물을 복용하였고, 치료를 받는 환자들은 대상에서 제외하였다.

2.2 연구 방법

대상자들 모두 복식호흡훈련과 함께 웃음(laughter)을 이용한 흡기발성기법(SKHPIP)이 시행되었다. SKHPIP는 문제의 인식 단계, 웃음과 흡기발성을 연습하는 생리적 발성훈련 단계, 그리고 모음발성과 공명을 함께 연습하는 호밍(humming) 연습 단계로 구성되었다.

본 실험에서 사용된 발성연습 과정은 첫째, 웃음과 흡기발성을 접목한 발성훈련을 시행하고 이를 점진적으로 호기 발성으로 전환하여 발성토록 유도한다. 둘째, 웃음과 흡기발성 후 모음을 연속된 연장발성으로 전이시켜 나간다. 이때 음성은 항상 웃음을 웃고 난 이후의 음성만을 사용하도록 교육한다. 만일 자연스러운 웃음이 나오지 않는다면 가급적 즐거운 상황을 연출하여 웃음을 이끌어 내거나 즐거운 상황을 설정하여 연기하듯

이 발성을 유도하는 것이 바람직하다. 셋째, 모음발성이 잘 유지되면 흡기발성이 없어도 연장발성을 하도록 교육한다.

생리적 발성을 훈련한 다음, 대상자들은 기초발성훈련(basic vocal training)을 통하여 다양한 음계에서 호흡훈련으로 향상된 호흡과 함께 산출되는 발성패턴을 일반화시키도록 지도한다. 발성기능의 효율적 사용을 촉진하기 위해 시행되어진 발성훈련(voice training)은 하악의 이완을 도모하는 모음/u/를 이용하여 1 옥타브(12반음) 범위 내에서 다양한 음계를 사용하여 가성(piano)과 진성(forte)을 느린 템포(lento)로 연습하는 발성훈련을 시행하였다. 대상자들은 주 1회의 음성치료를 대부분 시행하였으며, 치료횟수는 4~12회로 평균 7.3회 시행하였다.

대상자들은 15년 이상의 내시경 검사 경력을 가진 언어치료사 1명에 의해 화상회선경술(videostroboscopy)을 시행받았으며, 10년 이상의 후두질환 수술 경력을 가진 이비인후과 두경부 전문의 2명이 환자들의 후두소견을 무작위로 추출하여 불완전한 성문폐쇄로 인한 성문간격, 상후두 긴장 유무, 궁형성대 혹은 성대위축증 유무 등을 확인하고 판독하였으며, 모든 대상자들의 후두소견에서 대부분 일치된 소견을 얻을 수 있었다.

대상자들은 화상회선경술을 통해 치료 전후 후두소견 변화를 확인하였으며, 치료 전후의 음성변화 확인을 위해 CSL(computerized speech lab, KayPentax, model 4500)을 이용한 음향학적 평가를 시행하였고, PAS(phonatory aerodynamic system, KayPentax, model 6600)를 이용한 공기역학적 평가를 각각 시행하여 음성매개변수들의 변화를 비교하였다.

또한 대상자들의 치료 전후 주파수와 강도의 변화를 확인하기 위해 음성범위프로필(voice range profile, 이하 VRP)을 시행하였다. 모음/a/를 이용하여 최저 강도에서 최고 강도에 이르는 음성을 반음씩 주파수별로 발성하도록 유도하여 주파수의 역동 범위를 측정하였다.

2.3 결과 처리

자료의 통계처리는 SPSS 12.0 for Window를 이용하였으며, 노인성 음성장애 환자들의 음성개선을 위해 시행된 SKHPIP, 복식호흡훈련, 기초발성훈련 등으로 구성된 음성치료방법이 치료 후 음성매개변수들에 어떠한 변화를 초래하였는지 확인하기 위해 대응표본 검정(paired t-test)을 사용하여 비교분석하였다.

3. 결과

3.1 Videostroboscopic findings

노인성 음성장애 환자들의 음성회복을 위해 음성치료를 시행한 결과, 치료 전의 후두 소견에서 대부분 발성 시 불완전한 성문폐쇄로 인한 성문간격(glottal gap)이 관찰되었으며(32명), 전후 압축 혹은 가성대 압축 등의 이차성 근긴장성 발성장애 소견이 28명에서 관찰되었다. 음성치료 후 시행한 화상회선경

술을 시행한 결과, 대상자의 약 78%(25명)에서 성문간격이 감소된 소견을 보였으며, 상후두 긴장을 보인 대상자들 중 61%(17명)가 전후 압축 혹은 가성대 압축이 감소되는 소견을 보였다(그림 1, 그림 2).

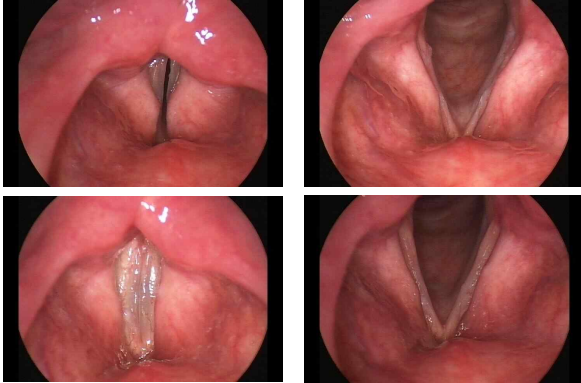


그림 1. 남성 환자의 치료 전(위) 치료 후(아래)의 후두 소견
Figure 1. Stroboscopic findings of pre and post therapy in male

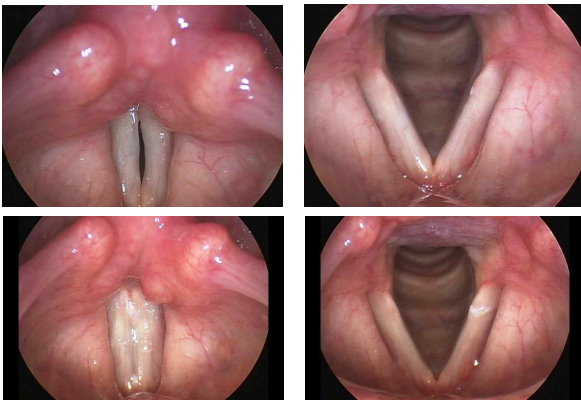


그림 2. 여성 환자의 치료 전(위) 치료 후(아래)의 후두 소견
Figure 2. Stroboscopic findings of pre and post therapy in female

3.2 음성분석 결과

환자들의 음성치료 전후 시행한 음향학적인 평가에서 CSL의 MDVP(multi-dimensional voice program, model 5105)를 시행한 결과, 음성치료 후 치료 전에 비해 남성 환자들의 경우 주파수 변동율(Jitter), 진폭변동율(Shimmer)이 유의하게 감소하였고, 여성은 Shimmer가 치료 전에 비해 통계적으로 유의하게 감소되었다. 또한, PAS를 이용한 공기역학적 평가에서 남성과 여성 모두 MPT와 성문하압(subglottic pressure, Psub)이 유의하게 증가하였으며, 남성에서만 평균호기류율(mean flow rate, MFR)의 유의미한 감소를 보였다(표1, 표2, $p < .05$).

3.3 VRP 결과

노인성 음성장애 환자들의 음성치료 전후 발성능력에 어떠한 변화가 있는지를 확인하기 위해 VRP를 함께 조사한 결과, 치료 후 환자들의 음도범위(pitch range)와 강도범위(intensity

range)가 치료 전에 비해 상대적으로 증가하는 소견을 확인하였으며(그림3, 그림4), 특히, 음역 검사 상 남녀 모두에서 노인성 음성장애 환자들의 고음 영역(high frequency area)에 음도범위

표 1. 남성 환자들의 음성변수들의 변화

Table 1. Changes of parameters after voice therapy in males

parameter	pretherapy	posttherapy	<i>p</i>
Fo	127.1±27.3	126.8±29.5	0.951
Jitter	2.38±1.81	1.18±0.99	0.012*
Shimmer	5.06±2.09	3.83±0.95	0.011*
NHR	0.18±0.13	0.13±0.03	0.109
SFF	130.2±27.4	131.2±29.4	0.984
MPT	14.79±6.63	17.61±6.07	0.000*
Psub	6.67±2.81	7.88±1.57	0.042*
MFR	168.4±82.4	133.58±70.2	0.022*
Efficiency	38.53±22.47	47.70±27.18	0.188

* : $p < .05$

표 2. 여성 환자들의 음성변수들의 변화

Table 2. Changes of parameters after voice therapy in females

parameter	pretherapy	posttherapy	<i>p</i>
Fo	197.3±34.5	186.4±50.8	0.172
Jitter	1.85±1.03	1.05±0.64	0.051*
Shimmer	5.93±3.83	2.79±0.72	0.042*
NHR	0.45±0.08	0.11±0.02	0.224
SFF	202.9±13.6	203.7±20.8	0.837
MPT	8.76±3.20	12.29±3.71	0.006*
Psub	7.18±3.08	9.18±3.58	0.031*
MFR	120.3±88.2	82.7±50.4	0.178
Efficiency	44.78±36.18	78.74±35.42	0.137

* : $p < .05$

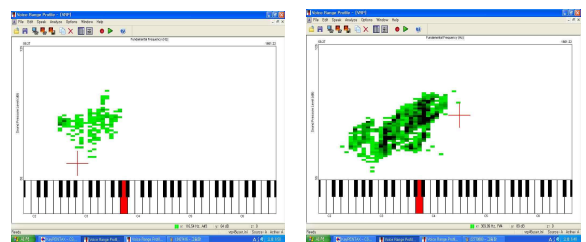


그림 3. 남성 환자의 치료 전(좌) 치료 후(우)의 VRP 소견
Figure 3. Voice range profile of pre and post therapy in male

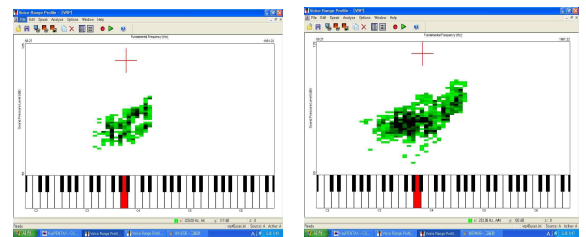


그림 4. 여성 환자의 치료 전(좌) 치료 후(우)의 VRP 소견
Figure 4. Voice range profile of pre and post therapy in female

가 치료 전에 비해 유의하게 증가하는 소견이 확인되었다(표3, $p < .05$).

표3. 노인성 음성장애 환자들의 치료전후 음역 변화
Table 3. Range parameters of pre and post therapy in patients

range	sex	pretherapy	posttherapy	p
Frequency	M	222.0±83.93	227.8±115.2	0.044*
	F	87.7±113.6	434.3±64.6	0.001*
dB	M	33.2±6.1	37.8±5.7	0.126
	F	35.6±7.0	41.1±3.5	0.103

* : $p < .05$

4. 논의

선행연구에서 Bloch & Behrman(2001)은 성문간격 정도가 궁형성대(vocal fold bowing) 혹은 위축성성대(vocal fold atrophy) 등의 소견보다 노인성 변화를 진단하는 가장 적합한 후두 소견으로 보고한 바 있으며, Mau *et al.* (2010)은 성문폐쇄 정도를 완전폐쇄(complete closure), 작은 간격(slit gap), 중간 간격(medium gap), 큰 간격(large gap) 등으로 분류하여 음성치료 후 호전된 성문간격을 보고하였다. 본 연구에서도 선행 연구와 같이 치료 전에 성문간격과 이로 인한 이차성 근긴장성 발성장애 소견이 관찰되었던 환자들 음성치료 후 개선되었던 후두소견 양상을 보여 환자들의 음성개선을 가져온 것으로 사료된다. 그러나, 성대위축증이나 궁형성대 소견은 치료 후에도 상당수가 유지되는 소견을 보여 음성치료만으로 성대 자체의 구조적인 변화를 가져오진 못한 것으로 확인되었다.

노인성 음성장애의 치료효과에 대한 선행연구들은 대부분 객관적인 음질향상을 밝히지 못하였다. Berg *et al.* (2008)의 연구에서는 음성과 관련된 삶의 질에 대한 설문지(voice-related quality of life, VRQOL)를 통해 치료 전후 호전을 보고한 바 있으나, 치료효과에 대한 객관적인 평가가 전혀 이루어지지 않았다. 다만, 음성 호전에 영향을 줄 수 있는 요소로 치료횟수 보다는 환자의 참여도, 질환의 심한 정도, 자가훈련 여부 등이 영향을 미친다는 사실을 확인하였다. Gorman *et al.* (2008)의 연구에서는 남성 환자들을 대상으로 공기역학적 변수인 MPT와 발성 시 성문 개방과 성문 폐쇄 단계, 그리고 전체 발성주기 등과 관련된 공기역학적 변수들을 평가하여 음성치료 후 성문폐쇄와 관련된 변수들의 호전을 보고하였다. 그러나, 음질향상 정도를 객관적으로 나타내는 음향학적 변수들에 대한 평가는 이루어지지 않았으며, 여성 환자들의 객관적인 변화를 함께 다루지 못하였다.

본 연구에서는 선행 연구에서 제시하지 못했던 남녀 간에 객관적인 음성변수들의 차이가 없는 것을 확인하였다. 여성에서의 Jitter가 치료 전에 비해 음성치료 후 통계적인 유의성은 없었지만, 감소되는 양상이 뚜렷하게 나타났다. 또한 공기역학적

평가에서도 남성의 MFR에서만 유의한 차이를 더 보였을 뿐, 남녀 모두 음질의 변화와 성공적인 성문폐쇄로 인한 호흡조절 능력의 향상을 보여주는 결과를 보였다. 이는 이전 연구들에서 제시하지 못했던 정보를 보여주는 결과로, 음성치료가 노인성 음성장애를 보이는 남녀 모두에게서 치료효과를 보였다는 것을 시사하는 객관적인 결과라 하겠다.

phonetogram이라고도 불리는 VRP는 비침습적인 검사도구 중의 하나로 환자들의 목선 정도와 음성장애를 진단할 때 사용한다. VRP의 독특한 주파수와 음압의 패턴은 개인의 목소리에 대한 생리학적 능력을 설명한다(Schneider *et al.*, 2010). 본 연구는 음성치료를 통해 노인성 음성장애 환자들 음성치료 전에 비해 유의하게 확대된 주파수 범위를 보여주었다. 이는 웃음, 흡기발성 등 다양한 생리적 발성을 통한 음성치료가 생리적 발성 능력을 향상시킬 수 있음을 보여주는 결과로 해석된다.

Titze *et al.* (2008)은 웃음에서의 후두근육 활성화 정도를 근전도 검사(electromyography, EMG)를 통해 연구한 결과, 웃음 음성이 산출될 때 성대의 내전에 관여하는 측윤상피열근(lateral cricoarytenoid muscle, LCA)과 외전에 관여하는 후윤상피열근(posterior cricoarytenoid muscle, PCA)이 근육쌍을 이루고 주동-길항(agonist-antagonist) 운동의 반복을 통해 경련을 하듯이 급격히 활성화되는 양상을 보고하였다. 또한 성대의 긴장을 담당하는 갑상피열근(thyroarytenoid muscle, TA)은 이러한 주동-길항근 운동 패턴을 강화시키는 이차적 조력의 역할을 한다는 것을 확인하였다. 본 연구에서도 웃음이 생리적 발성능력 저하로 음성 문제를 보이는 노인성 음성장애의 치료에도 자발적인 발성능력의 향상을 가져온 것으로 사료되며, 향후 생리적 발성 향상을 요하는 다양한 기능적 음성장애의 치료에 웃음 음성을 이용한 발성 훈련이 음성개선에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

또한, Szameitat *et al.* (2009)은 다양한 감정적 문맥을 통해 고유의 웃음을 생성하여 음향학적 특성을 조사한 결과, 1000Hz 이상으로 급격히 높아진 제1음형대 주파수가 나타남을 보고하였다. 이는 웃음이 넓어진 하악과 압축된 음성을 산출하게 하는 인두의 수축을 일으켜 나타나는 결과로, 웃음이 후두뿐 만 아니라 공명강을 이루는 구강과 인두 구조의 변화를 가져오는 직접적인 역할을 한다는 것을 증명하는 결과로 해석된다.

이 연구에 사용된 음성치료 방법은 생리적 발성을 유도하는 일련의 과정과 함께, 가창 연습을 통하여 다양한 음계를 연습하는 일련의 기초발성훈련을 통합하여 하나의 프로그램으로 접목시켰다는 점이 이전 연구들과 다른 특징이라고 할 수 있다. 발성훈련은 발성 시 후두 및 발성기관들의 원활한 상호작용을 향상시키며, 적절한 주파수와 강도 수준을 사용하게 하고 불필요한 근육의 긴장을 줄이는 효과를 가져오기 때문에 많은 선행 연구들을 통해 음성장애 예방에 효과가 있다고 보고되고 있다. LeBorgne & Weinrich(2002)는 가창을 통한 발성훈련이 주파수 범위를 증가시키고 강도 통제 능력을 향상시킨다고 보고하였

다. 본 연구를 통해 저자는 노인성 음성장애 환자들에게서도 주파수 범위와 강도 범위가 기초발성훈련을 생리적 발성훈련과 접목한 음성치료를 통해 현저하게 향상된 것을 확인할 수 있었으며, 이는 발성훈련이 가미된 음성치료가 노인성 음성장애 환자들의 음성개선에 영향을 준 것으로 사료된다.

저자는 생리적 발성을 통하여 노인성 음성장애 환자들의 약화된 음성을 정상화시키는데 치료의 초점을 두었다. 이러한 과정을 통해 환자들은 즐거운 감정 상태를 유지하면서 자발적인 발성패턴을 만들어가게 유도하였다. 이는 웃음의 원리를 설명한 선행연구와 같이 생리적 발성인 웃음을 가미한 흡기발성과 기초발성훈련을 접목한 치료가 발성 기능의 정상화에 기여하였음을 보여주었으나, 대조군이 없어 그 유용성에 대한 의문이 제기될 수 있다. 향후 이에 대한 보다 더 객관적인 통제 연구(control study)가 필요할 것으로 사료된다.

한편, 본 연구에서 강도 변화 정도를 나타내는 강도범위(intensity range)의 경우에는 강도의 변화가 뚜렷하게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 결과를 보이지 않았다. 대상자 수가 적었으며, 환자들의 음성치료 횟수가 통제되지 못한 관계로, 치료횟수가 상대적으로 적고 음역의 차이가 거의 없었던 대상자들의 영향으로 인한 결과로 해석된다. 향후 많은 실험대상을 이용한 평가가 필요할 것으로 사료되며, 동일한 치료횟수로 치료를 시행하여 정확한 통계적 결과를 확인할 필요가 있을 것으로 생각된다.

5. 결론

웃음, 흡기발성 등 생리적 발성과 함께 기초발성훈련을 접목하여 시행한 음성치료프로그램이 노화로 인하여 생리적으로 발성기능이 저하된 노인성 음성장애 환자들의 음성개선에 효과가 있었음을 확인하였다. 향후 본 연구에서 확인하지 못하였던 생리적 발성치료의 유용성을 확인하기 위해 통제집단과 비교연구를 시행해야 할 것으로 사료되며, 또한 기존에 시행되어진 다른 총체적 음성치료 기법들과의 비교연구를 통해 이 치료기법의 유용성에 대한 검증이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

Berg, E. E., Hapner E., Klein A. & Johns M. M. (2008). "Voice therapy improves quality of life in age-related dysphonia: a case-control study," *Journal of voice*, Vol. 22, pp. 70-74.
 Bloch, I. & Behrman, A. (2001). "Quantitative analysis of videostroboscopic images in presbylarynges," *The Laryngoscope*, Vol. 111, pp. 2022-2027.
 Gorman, S., Weinrich, B., Lee, L. & Stemple, J. C. (2008).

Aerodynamic changes as a result of vocal function exercises in elderly men. *The Laryngoscope*, Vol. 118, 1900-1903.
 Hagen, P., Lyons, G. D. & Nuss, D. W. (1996). "Dysphonia in the elderly: diagnosis and management of age-related voice changes," *Southern Medical Journal*, Vol. 89, pp. 204-207.
 LeBorgne, W. D., & Weinrich, B. D. (2002). Phonatogram changes for trained singers over a nine-month period of vocal training. *Journal of Voice*, Vol. 16, 37-43.
 Mau, T., Jacobson B. H. & Garrett, C. G. (2010). Factors associated with voice therapy outcomes in the treatment of presbyphonia. *The Laryngoscope*, online 5 April.
 Pontes, P., Brasolotto, A., Behlau, M. (2005). Glottic characteristics and voice complaint in the elderly. *Journal of Voice*, Vol. 19, 84-94.
 Schneider, B., Zumtobel, M., Prettenhofer, W., Aichstill, B. & Jocher, W. (2010). Normative voice range profile sin vocally trained and untrained children aged between 7 and 10 years. *Journal of Voice*, Vol. 24, 153-160.
 Szameitat, D. P., Darwin, C. J., Szameitat, A. J., Wildgruber, D. & Alter, K. (2009). Formant characteristics of human laughter. *Journal of Voice*, online 8 April.
 Takano, S., Kimura, M., Nito, T., Imagawa, H., Sakakibara, K. & Tayama N. (2010). Clinical analysis of presbylarynx-Vocal fold atrophy in elderly individuals. *Auris Nasus Larynx*, Vol. 37, 461-464.
 Titze, I. R., Finnegan, E. M., Laukkanen, A. M., Fuja, M. & Hoffman, H. (2008). Laryngeal muscle activity in giggle: a damped oscillation model. *Journal of Voice*, Vol. 22, 644-648.

• **김성태 (Kim, Seong-Tae)**

대구대학교 대학원 재활과학과
 서울아산병원 이비인후과 음성언어치료실
 서울시 송파구 풍납 2동 388-1번지
 Tel: 02-3010-5671 Fax: 02-3010-1631
 Email: voicekim@amc.seoul.kr
 관심분야: 음성장애, 신경언어장애
 현재 재활과학과 언어치료전공 박사과정 수료