

문헌분석을 통한 노화에 따른 음성의 특징과 삶의 질 변화*

임애리¹(연세대학교 대학원 언어병리학협동과정)
김향희²(연세대학교 대학원 언어병리학협동과정,
연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소)
김수련(연세대학교 대학원 언어병리학협동과정)
유현지(연세대학교 대학원 언어병리학협동과정)

논문요약

음성 산출에 관여하는 신경계, 호흡기관 및 발성기관은 노화로 인해 퇴화되고 그 기능이 떨어지게 된다. 이로 인하여 노년층의 음성은 청·장년층의 음성과는 다르게 변화된다. 본 연구에서 문헌 조사를 통하여 알아본 결과, 해부 생리학적 노화에 따른 음성의 변화가 다음 세 가지 측면에서 관찰되었다.

첫째, 청지각적으로는 음도, 강도, 음질의 변화가 일어난다. 둘째, 음향음성학적으로는 기본주파수, 주파수 및 진폭변동률, 배음대 소음비의 변화가 관찰된다. 셋째, 공기역학적으로는 최대연장발성시간, 평균호기류율, 성문하압 등에서 특징을 살펴볼 수 있다. 이와 같은 노화로 인한 음성의 변화는 노년층의 삶의 질을 저하시킨다. 따라서, 향후에는 노년층 음성의 대규모 역학조사를 통해 병리적 음성과 정상 노화 과정을 구분하고, 이에 따라 적절한 중재를 제공하여 노년층의 음성 관련 삶의 질 증진을 도모하는 연구가 요구된다.

■ 주제어 : 노년층 음성, 음성의 해부생리, 청지각, 음향음성학, 공기역학, 삶의 질

* 이 논문은 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2011-32A-B00203).

¹ 주저자

² 교신저자

I. 서론

음성(voice)이 산출되기 위해서는 신경계(nervous system), 호흡기관(respiratory mechanism), 발성기관(phonatory mechanism) 간의 긴밀한 협응이 필요하다. 중추신경계(central nervous system)에서 말초신경계(peripheral nervous system)를 통하여 명령을 내리면, 폐에서 내보낸 공기가 성대를 진동하게 하고, 그 진동이 성대에서 입에 걸친 공간에서 공명하여 음성으로 산출된다. 노화의 결과로 이러한 기관들이 퇴화되고 기능이 떨어지면서 노년층의 음성은 청·장년층의 음성과 달라진다.

노화로 일어나는 음성의 변화는 매우 천천히 진행된다. 따라서 다른 신체에서 일어나는 문제에 비해 심각성을 인식하지 못하는 경우가 많고, 음성 문제를 정상적인 노화에 따른 변화로 받아들이기 쉽다.

그러나 이러한 음성의 변화에는 여러 문제들이 수반된다. 먼저, 음성 기능의 저하로 의사소통이 불편해지면서 삶의 질(quality of life)이 저하될 수 있다. 또한, 병리적인 음성의 변화를 노화에 따른 정상적인 변화로 오인하여 치료를 놓치는 문제가 발생할 수 있다. 노년층에서는 정상적인 노화보다는 병리적인 원인에 의한 음성 변화가 실제로 더 많은 비율을 차지하고 있다(Boone et al., 2010). 음성 변화가 생기면 바로 원인을 찾게 되는 청·장년층과 달리, 노년층에서는 이를 정상 노화의 과정으로만 받아들여 어떤 질환의 초기 신호로 나타나는 음성의 변화를 알아채지 못할 수 있다는 것이다. 그러므로 정상 음성의 노화 과정과 그에 따르는 삶의 질 저하와 같은 문제들을 살펴보는 것이 매우 중요하다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 문헌 조사를 통하여 정상적인 음성 노화의 해부생리학적 과정을 밝히고, 언어병리학적 평가 방법인 청지각, 음향음성학, 공기역학적 음성 평가에서 나타난 노년층 음성의 특징을 살핀 뒤, 노년층의 음성과 관련한 삶의 질 변화를 살펴보고자 한다. 문헌 연구의 자료 수집은 구글 학술 검색(Google Scholar)을 이용하여 1980년대 이후 출간된 영어로 작성된 논문을 위주로 하였으며 검색어는 ‘aging’, ‘voice’, ‘geriatric’ 등을 포함하였고, 결과 중 사춘기 연령에 따른 변화를 조사한 논문은 제외하였다. 또한, 한국인의 음성 특성을 설명하기 위하여 2000년대 이후 노년층의 음성에 관하여 연구한 국내 논문도 자료에 포함시켰다.

III. 결 론

1. 해부생리학적 특징

세포의 노화로 음성 산출에 관여하는 신경계와 호흡 및 발성 기관의 노화가 다음과 같이 진행된다.

1) 신경계

중추신경계에서는 뇌의 무게가 줄어들고, 혈관의 이상이 생기게 되어 음성 산출과 같은 미세한 움직임과 속도를 조절하는 기능이 저하된다. 결과적으로 음성을 산출하는 신체 기관의 기능이 느려지게 된다(Weismer & Liss, 1991).

말초신경계에서는 후두신경의 미엘린 섬유(myelinic fiber)가 연령에 따라 감소한다. 미엘린 섬유는 상후두신경(superior laryngeal nerve)의 경우 60대를 전후로 하여 양 차이가 없으나(Tiago et al., 2007), 되돌이후두신경(recurrent laryngeal nerve)은 60대를 기점으로 하여 감소한다(Tiago et al., 2008). 또한 신경이 근육에 직접 명령을 내리는 부분인 신경근접합부위(neuro-muscular junction)에서는 근지배(nerve innervation)가 줄어든다(Arviso & Johns III, 2010).

이러한 이유들로 노화된 호흡기관과 발성기관들은 음성을 산출하는데 필요한 신경의 지배를 청·장년층 시기보다 적게, 비효율적으로 받게 된다.

2) 호흡 기관

폐, 기관(trachea) 등의 호흡기 구조는 나이가 들어감에 따라 경화된다. 또한 호흡에 관련된 근육은 약화되고 위축되며 섬유질화가 일어난다(Weismer & Liss, 1991). 이에 따라 폐의 기능이 감소되어 잔류용적(pulmonary reserve)이 줄어들게 된다(Arviso & Johns III, 2010). 잔류용적이 줄어들면 가스교환(gas exchange)의 효율성이 떨어져 호흡을 더 자주 해야만 하며(Weismer & Liss, 1991), 최대호기류율(maximum expiratory flow rate)도 감소한다(Linville, 2004). 이렇게 노화된 호흡 기관은 호흡을 충분히 뒷받침하지 못하게 된다(Sinard & Hall, 1998).

3) 발성 기관

음성을 만들어내는 기관인 성대(vocal folds) 자체에서도 연골, 근육, 인대, 분비샘, 성대고유층 등의 변화가 수반된다. 후두 움직임에 관여하는 연골(cartilage)은 골화(ossification)되며(Aronson & Bless, 2009), 성대의 움직임을 둔하게 만든다(Weismer & Liss, 1991). 얇아진 근육 조직(Aronson & Bless, 2009)은 성대가 휘는(bowing) 원인이 된다(Arviso & Johns III, 2010). 또한, 성대가 붓고 음성 산출에서 가장 핵심 부분인 성대 고유층(lamina propria)의 퇴화도 일어난다(Linville, 2004). 성대 부종은 여성에서, 성대 위축은 남성에서 두드러지게 나타난다. 왜냐하면, 성대 부종이 남성은 70세까지 진행되다가 70세 이후 줄어드는 반면, 여성은 70세를 지나서도 부종이 계속 진행되기 때문이다(Linville, 2004). 그밖에도 분비샘(mucosous gland)이 감소되면서 성대 근육 점도도 감소되어 성대 상피(epithelium)가 뻣뻣해진다(Weismer & Liss, 1991).

이러한 성대의 조직 및 근육의 노화는 성대 진동과 성대 개폐를 포함한 다양한 움직임을 저하시킨다(Weismer & Liss, 1991). 그렇게 되면 음성 산출의 필수적인 요소인 성대의 접촉이 불완전해지고(Sinard & Hall, 1998), 성대 움직임이 불규칙해져 안정적인 음성을 산출하기 어렵게 된다(Linville, 2004).

다음 장에서는 이러한 발성 관련 기관의 노화로 인하여 노년층의 음성의 특징이 어떻게 나타나는지를 언어병리학적 평가 방법을 이용한 문헌들을 고찰하여 좀 더 구체적으로 살펴보겠다.

2. 언어병리학적 평가

산출된 음성의 특성을 언어병리학적으로 평가하는 데에는 주로 청지각적, 음향음성학적, 공기역학적 방법이 사용된다.

첫째, 청지각적(auditory perceptual) 평가는 대상자의 음성을 귀로 듣고 주관적으로 판단하는 방법이다. 둘째, 음향음성학적(acoustic) 평가는 음성의 물리적인 특성을 객관적인 지표로 확인하는 것이다. 셋째, 공기역학적(aerodynamic) 평가는 음성 산출하는 과정에서 나타난 공기의 흐름과 압력을 기기로 측정하여 음성 산출의 효율성을 판단하는 객관적 방법이다.

여기서는 위의 세 가지 평가 방법을 통하여 노화의 결과로 일어난 노년층의 음성 변화가 어떤 특징을 보이는지 알아보려고 한다.

1) 청지각적 특징

노년층의 음성 변화는 음향음성학적 기기를 사용하지 않아도 청지각적으로도 감지될 만큼 두드러진 특징들을 보인다. 노년층 음성의 청지각적 특징들을 살펴보면 크게 음도·강도·음질의 변화를 들 수 있다.

(1) 음도

노화로 일어나는 음성의 변화 중 가장 두드러진 특징은 음도(pitch)의 변화이다. 여성의 경우 폐경기 이전에는 음도가 비교적 일정하게 유지되다가 폐경기 이후에 낮아지게 된다. 여성의 음도가 낮아지는 이유는 폐경기 이후 호르몬이 변화하면서 성대가 두꺼워지기 때문이다(Benjamin, 1986). 반면, 남성의 경우에는 70세까지는 성대가 점차 두꺼워지나 이후에는 약화되면서 오히려 음도가 높아진다는 보고도 있고(Linville, 2004), 여성과 마찬가지로 낮아진다는 보고도 있다(Guimaraes & Abberton, 2005). 따라서 청·장년층에 비해 청지각적으로 음도가 낮아지는 특징은 노년층 여성에게서 더 두드러진다고 볼 수 있으나, 여성과 남성 모두 공통적으로 음도에 변화를 겪는다.

(2) 강도

나이가 들면서 강도(loudness)에서도 변화가 일어난다. 성별에 관계없이 노년층 모두가 청·장년층에 비해 최대강도 과제에서는 낮은 강도를, 최소강도 과제에서는 높은 강도를 사용한다(Morris & Brown, 1987). 그 이유는 노화로 인해 성대 근육의 힘이 약화되면서 큰 소리를 내기 힘들고, 작은 소리를 내기 위한 섬세하고 효율적인 움직임을 만들기 어렵기 때문이다. 한편, 20대에는 남성과 여성이 강도 면에서 차이가 없으나, 60~80대에는 남성에 비해 여성의 목소리 크기가 더욱 작아진다(Benjamin, 1986).

(3) 음질

음도 및 강도의 변화와 함께 음질(voice quality)도 변화한다. 노년층 음질의 대표적인 특징은 거친 음성(hoarseness), 바람 새는 소리(breathiness), 그리고 떨림(tremor)을 들 수 있다. 이중 가장 두드러진 특징은 거친 음성인데, 음성 훈련을 받지 않은 일반인도 거친 음성을 기준으로 연령대를 변별할 수 있을 만큼 노년층 음질의 중요한 특징이다(Gorham-Rowan & Laures-Gore, 2006). 노년층이 거친 음성을 내게 되는 이유는 다음과 같다. 여성의 경우에는 폐경기 이후 호르몬의 변화로 성대가 두꺼워지고 후두 점막이 마르게 된다. 그리고 폐 조직의 탄력이 감소하고 호흡 근육들이 약화되면서 효율적으로 공기를 사용하지 못하여 호흡이 불규

칙해지면서 거친 음성을 산출한다. 남성의 경우에는 연골이 골화되고 조직이 약화되면서 거친 음성이 나오게 된다(Gorham-Rowan & Laures-Gore, 2006). 60대 이상 남성을 대상으로 5년 동안 종단적 연구를 한 결과, 음성에 일어난 가장 큰 변화는 음성이 거칠어졌다는 것이었다(Leew & Mahieu, 2003).

다음으로 노년층 음성에서는 바람 새는 소리가 나타나는데, 이는 성별에 따라 차이가 난다. 남성의 경우, 젊은 때에는 거의 보이지 않았던 바람 새는 소리가 나이가 들면서 나타나기 시작한다. 그 이유는 노화로 인해 성대 구조 및 근육에 변화가 생겨 성대가 완전히 닫히지 않기 때문이다. 또한 성대가 완전히 닫히지 않는 것을 보상하기 위해 오히려 성대에 힘을 주어 긴장된 음성(laryngeal tension)을 보이기도 한다(Biever & Bless, 1989). 반면, 여성의 경우에는 바람 새는 소리의 특징이 청년층과 노년층 여성 모두에게서 관찰되므로 노년층 여성만의 음질 특징으로 보기는 어렵다. 하지만 여성이 바람 새는 소리를 산출하게 되는 원인은 연령에 따라 다르다. 젊은 여성의 경우에는 발성을 하는 동안, 즉 성대에서 진동이 일어나는 동안 성대 뒷부분이 약간 열린 채로 소리를 내고, 노년층 여성은 노화로 인해 성대 앞부분이나 중간부분이 열린 채로 발성한다(Gorham-Rowan & Laures-Gore, 2006; Linville, 2004).

마지막으로 노년층 음성에서는 떨림도 자주 관찰된다. 호흡 기능의 약화 및 후두의 생리적 변화로 음도 및 강도를 안정적으로 산출하기 어렵기 때문이다(Linville, 2004). 떨림이 많은 음성은 떨림이 적은 음성에 비해 청지각적으로 더 노화된 음성으로 인식된다(Harnsberger et al., 2009).

노년층은 앞에서 살펴본 음도 및 강도의 변화, 거친 음성, 바람 새는 소리, 떨림 등과 같은 음질의 변화를 겪게 된다. 그러나 모든 노인들이 거의 비슷하게 음성에 변화가 일어나는 것은 아니다. 음성 변화의 주된 원인은 호흡 및 발성과 관계된 구조 및 기능의 노화이므로, 개인의 노화 정도에 따라 음성의 변화에 차이가 있을 수 있다. 따라서 음성의 노화는 개인에 따라 매우 다양한 속도와 정도의 차이를 보인다(Sataloff et al., 1997). 예를 들어, 일상생활에서 활동량이 많고 운동을 규칙적으로 하는 노년층과 활동량 및 운동량이 적은 노년층을 대상으로 음성을 비교한 결과, 같은 역연령(歷年齡, chronological age)이라 하더라도 활동량이 많은 그룹의 음성이 그렇지 않은 그룹에 비해 훨씬 젊은 음성으로 인식되었다(Xue & Mueller, 1997).

2) 음향음성학적 특징

노년층의 음성변화에 대해 객관적인 지표를 사용한 연구는 70~80년대에 주로 다루어졌으며, 특히 음향적인 결과와 청지각적인 평가 결과와의 상관관계에 초점을 맞추어 기술되어왔



다. 90년대 이후, 노년층 음성에 대한 음향학적인 연구는 감소되는 추세이다.

하지만, 노년층 음성에 대한 음향적인 분석은 이 시기의 음성의 변화 양상을 객관적으로 보여줄 수 있기 때문에 그 중요성이 지속적으로 강조되어야 한다. 또한, 노년층에서 발생할 수 있는 음성장애를 진단해내기 위한 기준자료(normative data)로 사용하기 위해서도 이러한 방향의 연구들은 필수적이다.

현대 컴퓨터 기술의 진보로 인해, 이제는 음성에 대한 음향분석이 보다 용이해졌다. 그 대표적인 프로그램으로는 MDVP(Multi-Dimensional Voice Program)를 들 수 있다. 1992년에 개발된 이 프로그램은 병원 및 치료실 등에서 음성장애 진단과 치료에 널리 사용되고 있다. 하지만 MDVP에서도 70세 이상 노인들에 대한 기준은 제공되지 않는다는 점에서, 노인들의 음성에 대한 음향적인 분석의 필요성이 다시 한 번 강조된다.

음향적인 분석을 통해 확인할 수 있는 다양한 지표들 중에서 노년층의 음성을 기술하는 데에는 주로 기본주파수, 주파수변동률, 진폭변동률, 배음대 소음비 등이 사용된다.

(1) 기본주파수

노인들의 음성변화 중 가장 먼저 감지되는 것은 기본주파수(fundamental frequency)의 변화이다. 기본주파수는 초당 성대 진동 횟수로 측정되는데, 빠를수록 높은 음도로 들리게 된다. 노년층의 기본주파수에 관한 연구는 비교적 많이 이루어져 있다.

기본주파수를 구하는 데 가장 용이한 과제는 모음연장발성이다. 이는 주로 /ㅏ/ 모음을 길게 산출하도록 한 후 그 기본주파수를 측정하는 방법을 사용한다. 여성의 경우 나이가 들수록 기본주파수가 감소한다는 것에 다수의 연구들이 일치를 보인다(Awan & Mueller, 1996; Mueller, 1997; Nishio & Niimi, 2008; Ramig et al., 2001; Torre & Barlow, 2009; Xue & Deliyski, 2001). 남성의 경우 기본주파수가 증가한다는 연구(Mueller, 1991; Shipp et al., 1992; Torre & Barlow, 2009)와 감소한다는 연구(Guimaraes & Abberton, 2005)가 공존하나, 기본주파수에 있어 노년층과 청년층 사이에 유의한 차이를 보인다는 점에 있어서는 서로 공통된 결과를 보고하고 있다. 일반적으로 여성은 내려가고, 남성은 올라가는 방향으로 변하지만, 여성과 남성의 고유한 음도 차이는 여전히 유지된다(Torre & Barlow, 2009).

모음연장발성과제를 통해 기본주파수를 산출하는 방법 이외에, 발화기본주파수(speaking fundamental frequency; SFF)를 사용한 연구도 찾아 볼 수 있다. 발화기본주파수는 문장 이상의 단위를 과제로 사용하는데, 피험자가 특정한 문장이나 문단을 읽는 동안의 기본주파수 평균값을 구하게 된다. 이렇게 산출된 값은 모음연장발성을 사용한 경우보다 대상자의 실제 발

화에 가까운 결과를 얻을 수 있다는 것이 장점이다. 여성의 발화기본주파수는 연령에 따라 지속적으로 감소되고, 남성은 점차 상승하는 경향만이 관찰되었다(Nishio & Niimi, 2008).

기본주파수에 대한 분석은 그 표준편차(standard deviation)를 확인하는 측면에서도 이루어질 수 있다. 기본주파수의 표준편차는 연령이 증가함에 따라 그 값이 커져서, 노년층 음성의 불안정성(instability)을 설명해 준다(Gorham-Rowan & Laures-Gore, 2006; Morris & Brown, 1994; Torre & Barlow, 2009; Xue & Deliyski, 2001).

기본주파수 관련 지표들에 있어서 연령에 따른 변화가 유의하게 관찰되나, 기본주파수는 비정상적인 성대 운동을 설명하는 지표로 기능하지는 못한다. 따라서, 노년층의 음성 변화 중 병리적인 변화(pathological change)를 확인하기 위해서는 추가적인 음향적 분석이 필요하다.

(2) 주파수변동률과 진폭변동률

음성의 질을 대변하는 음향적인 지표로서 주파수변동률(jitter)과 진폭변동률(shimmer)이 가장 널리 사용된다. 이들은 각각 주파수(frequency)와 진폭(amplitude) 측면에서 나타나는 주기성(periodicity)을 측정한 값으로서, 청지각적으로 거친 음성에서 높은 값을 가지게 된다.

기본주파수에 대한 연구들이 서로 공통된 결과를 보고한 것에 비해 주파수변동률과 진폭변동률에 관한 연구들은 서로 불일치된 결과를 제시하고 있다. Orlikoff(1990)와 Xue와 Deliyski(2001)는 연령이 증가함에 따라 주파수변동률과 진폭변동률 값이 증가하는 것으로 보고하였다. Xue와 Deliyski(2001)는 특히 주파수변동률의 경우 피험자 내 변이(intra-speaker variability)가 높음을 확인하여, 노인들이 본인의 음성을 통제하는데 어려움을 겪게 됨을 유추할 수 있도록 하였다. 또한 MDVP에서 사용되는 주파수 및 진폭 변동에 관련된 추가적인 변수들(Jitamus, Jitt %, PFR semitones, PPQ %, RAP %, sPPQ %, STD Hz, vFo %, APQ %, ShdB dB, Shim %)에 대한 결과에서도 모든 지표들이 연령에 따라 증가하였음을 보고하였다.

반면, Ramig와 Ringel(1983)과 Brown 등(1990)은 연령과 주파수 및 진폭변동률 간에 유의한 상관관계가 없다고 하였다. Ramig와 Ringel(1983)은 이 두 지표에는 역연령보다 생리학적 연령(physiological age)이 더 많은 영향을 준다고 결론내리고 있다.

주파수변동률과 진폭변동률에 영향을 줄 수 있는 요인으로 가장 주요한 것은 성대의 비정상적인 형태와 움직임인데, 이는 연령의 증가 외에 다양한 음성장애들(성대폴립, 성대결절, 성대구증 등)에 의해서도 나타난다. 따라서 노년층의 음성을 관찰하기 위해 주파수 및 진폭변동률을 사용하는 경우, 기타 음성장애와는 감별되어야 한다.



(3) 배음대 소음비

음성의 질을 보여주는 지표 중에서 산출된 발성 내의 소음(noise)에 주목하는 것이 배음대 소음비(harmonic-to-noise ratio; HNR)이다. 소음은 발성 도중 성대에서 산출되는 거친 기류(turbulent airflow)로 인해 발생하게 되는데, 성대의 조절이 어려워지거나 성대 사이에 기류가 새게 되는 틈(gap)으로 인해 나타난다. 음향학적으로는 높은 주파수대의 소음성 에너지로 관찰된다.

노년층의 음성은 청년층에 비해 발성 내의 소음 비율이 증가하여, 배음대 소음비가 감소하게 된다(Ferrand, 2002; Gorham-Rowan & Laures-Gore, 2006; Ramig et al., 1988; Xue & Deliyiski, 2001). 특히 신체적인 상태(physical condition)가 나쁜 경우, 이 값이 유의하게 감소되었음을 보고하여, 주파수 및 진폭변동률과 마찬가지로 역연령보다 생리학적 연령의 영향이 컸다(Ramig et al., 1988). MDVP에서는 소음대 배음비(noise-to-harmonic ratio; NHR)를 사용하는데, 이 경우는 노년층에서 그 값이 증가한다(Xue & Deliyiski, 2001).

Gorham-Rowan과 Laures-Gore(2006)가 주장하듯이 배음대 소음비가 노년층의 변화된 음성을 설명하는데 유용한 지표임에도 불구하고 아직까지 그 연구량은 부족한 실정이다. 추후 노년층 음성을 다루는 연구들에서는 배음대 소음비에 대한 분석이 보다 비중 있게 다루어져야 할 것이다.

3) 공기역학적 특징

음성은 폐에서 나오는 공기가 성대를 진동시켜 나오는 소리이고, 이 과정에서 폐와 성대의 움직임에 따라 공기의 압력과 양에 다양한 변화가 생기게 된다. 따라서 이러한 공기역학적 특징은 음성의 상태를 묘사하는 중요한 요소이다. 대표적으로 최대연장발성시간, 평균호기류를 및 성문하압을 통하여 음성 산출에서 변화하는 공기의 역학을 살펴볼 수 있다.

(1) 최대연장발성시간

최대연장발성시간(maximum phonation time, MPT)은 한 개의 모음을 지속적으로 발성하여 최대한 길게 낼 수 있는 길이를 측정한 값이다. 최대연장발성시간은 성대를 통과하는 공기의 양과 관련이 있으며, 그 양이 많을수록 시간이 짧아지게 되며, 적을수록 시간이 길어지게 된다. 즉, 최대연장발성시간이 짧으면 성대가 불완전하게 접촉하고 있다는 것을, 길면 성대가 완전하게 혹은 과도하게 접촉하고 있다는 것을 의미한다(Boone et al., 2010). 노년층에 이르면 최대연장발성시간이 감소하게 된다. 여성만을 대상으로 하여 /a/ 모음 연장 발성을 과제로 한

Awan(2006)의 연구에서는 70~79세 집단이 20대, 40대, 50대 집단에 비하여 최대연장발성시간이 유의하게 감소하였고, 60~69세 집단과의 차이는 없었다. 국내 연구(김은정, 2004)에서도 60~79세 노년층의 /t/ 연장 발성이 20~39세 청년층보다 유의하게 짧았으며, 청·장년층에서 존재하던 남녀 간의 길이 차이가 노년층에 이르러 사라졌다. 반면, 55세~74세 정상 노년층을 대상으로 같은 과제를 실시한 국내 연구(우미령 등, 2010)에서는 55~64세 집단과 65~74세 집단 간 최대연장발성시간의 차이는 보이지 않았다.

(2) 평균호기류율

호기류율(airflow rate)은 음성을 낼 때 일정 시간 동안 성대를 지나가는 공기의 양을 의미한다(Boone et al., 2010). 이를 시간으로 나눈 평균호기류율(mean airflow rate, MFR)은 검사 도구마다 각기 다른 수치를 보여 그에 대한 여러 가지 해석이 나오고 있으나, 대체적으로 연령이 증가할수록 수치가 증가한다.

일본인을 대상으로 Phonatory Function Analyzer 기기를 사용한 연구에서는 연령이 증가할수록 남성과 여성 모두에서 평균호기류율이 유의하게 증가하였다(Makiyama et al., 2006; Takano et al., 2010). 특히, 70세를 전후로 유의한 차이가 나타났다(Makiyama et al., 2006).

그러나 PAS(Phonatory Aerodynamic System) 기기를 통하여 검사한 국내 연구(우미령 등, 2010)에서는 55~64세 집단과 65~74세 집단 간 연령에 따른 차이가 없었다.

Aerophone II 기기를 이용한 실험에서는 가장 편안한 발성으로 실시한 과제에서 31~40세 집단의 호기류율이 61~70세 집단보다 오히려 높았다(Goozée et al., 1998). Goozée 등은 70세 이후가 되어서야만 음성 노화와 관련된 신체적 변화가 일어난다는 점을 지적하며 연구 대상이 충분히 노화되지 못하였을 것이라는 해석을 하였다.

(3) 성문하압

성문하압(subglottic air pressure)은 성대를 진동시킬 때 성대 아랫부분의 공기 압력을 의미한다. 이때의 압력은 /p/와 같은 양순폐쇄음에서 입술을 다물었을 때의 구강 내 압력과 동일한 것으로 간주한다(Boone et al., 2010). 성문하압은 연령에 관계없이 일정한 수준을 보인다는 것이 정설이다. /ipipi/ 과제를 실시하여 Aerophone II 기기로 구강내압(intraoral pressure)을 측정한 연구(Hiss et al., 2001)에서는 청년층(20~39세), 장년층(40~59세), 노년층(60~83세)을 비교하였을 때 연령이나 성별에 따른 차이는 없었다. 국내 연구(우미령 등, 2010)에서도 PAS 기기로 측정한 성문하압은 55~64세 집단과 65~74세 집단 간 차이가 없었다.



4) 노년층 음성과 삶의 질

최근 노령화 사회에 진입하면서, 노년층이 스스로 느낀 바에 대하여 보고할 수 있는 삶의 질에 대한 관심이 나날이 커지고 있다. 기존의 단순히 오래 사는 것에 대한 관심에서, 건강하게 장수하는 것으로 노화의 개념이 변화하고 있다.

이 때 성공적인 노화의 조건을 질병과 그에 따른 기능 장애를 예방하는 것, 신체 및 정신적으로 높은 기능 상태를 유지하는 것, 그리고 삶에 능동적으로 참여하는 적극적 인생 참여로 본다(최혜경, 권유경 역: Rowe & Kahn, 1998). 이러한 조건을 유지하기 위해서는 원활한 의사소통 능력이 필수적이며, 이는 명료한 음성 산출을 기반으로 한다.

음성 문제가 생기면 말소리가 불명료해지는데, 또래 노년층 집단은 청력이 저하되어 불명료한 말을 이해하기 어려워한다. 이러한 의사소통의 어려움은 노년층의 삶의 질에 영향을 미친다(Ramig et al., 2001). 또한 음성 사용이 힘들고 불편해지면 생활에서 더욱 긴장하고 좌절하며(Roy et al., 2007), 사회 활동을 기피하게 된다(Verdonck-de Leeuw & Mahieu, 2004). 뿐만 아니라, 음성 문제로 인하여 전반적인 삶의 질도 저하될 수 있다(Costa & Matias, 2005). 특히, 우리나라에서 장애가 있는 노년층은 장애의 문제와 노년층의 문제를 동시에 떠안게 됨으로 인해 우리 사회에서 가장 소외되고 취약한 계층으로 판단될 수 있으며(이준우, 2005), 나아가 신체적 문제로 인하여 정신 건강의 어려움까지 겪게 된다(이중운, 허만세 2012).

노년층의 음성 문제는 지난 20년간 객관적 측정법으로 많이 연구되었다(Morsomme et al., 2008). 그러나 삶의 질과 관련된 연구는 2000년대에 들어서서 조금씩 시작되고 있다.

주관적으로 자신의 음성 상태를 표현할 수 있는 설문도구인 V-RQOL(Voice-Related Quality of Life; Hogikyan & Sethuraman, 1999)을 사용하여 65세 이상 노년층의 음성 장애 유병률(prevalence)을 다룬 연구(Golub et al., 2006)를 보면, 전체 대상자 중 20%가 음성 문제가 있다고 보고하였다. 그들 중 50% 이상이 음성 문제로 인하여 삶의 질이 저하된다고 하였고, 13%에서 음성문제가 중등도(moderate)에서 심도(severe) 수준이라고 대답하였다.

30~50세와 65~85세 두 집단을 대상으로 또 다른 주관적 음성 설문지인 VHI(Voice Handicap Index; Jacobson et al., 1997)를 실시한 연구(Casey-Heatherman, 2009)에서는 30~50세 집단보다 65~85세 집단이 음성 장애를 더 많이 느끼는 것으로 나타났다.

음성 문제로 검사나 치료를 받지 않은 집단도 V-RQOL 설문에 음성 문제가 있는 것으로 답하였다(Schneider et al., 2011). 또한 이 결과는 여러 음향음성학적 수치들을 수식으로 만든 객관적 음성 지표인 DSI(Dysphonia Severity Index)와 상관이 없었다. 이는 객관적인 음성 문제가 확인되지 않더라도 주관적으로는 음성의 문제를 느끼고, 이로 인해 삶의 질이 저하될 수

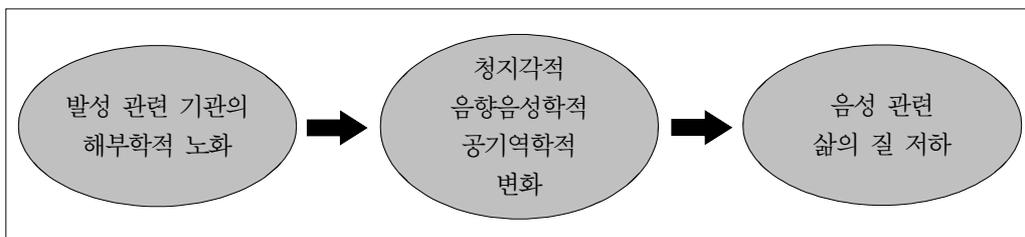
있음을 의미한다(Schneider et al., 2011). 즉, 노년층에서 음성 변화는 점진적으로 이루어지며, 이를 노화의 과정으로 받아들여 실제 평가나 치료를 받고자 하는 이는 거의 없다. 그럼에도 불구하고 정상 음성을 가진 노년층을 대상으로 음성과 관련된 삶의 질을 조사하였을 때는 음성이 삶의 질 저하에 영향을 미치는 것으로 대다수의 연구에서 나타났다.

위 연구들에서 관찰되는 문제점으로는, 사용된 평가 도구들, 특히 VHI 같은 경우는 직업이나 사회생활과 관련하여 노년층과 맞지 않는 문항이 다수 발견된다는 것이다(Morsomme et al., 2008). 따라서, 향후에는 노년층에 맞는 음성 관련 삶의 질 평가 도구를 개발하여 연구해야 할 것이다.

또한, 음성 치료를 통하여 노년층의 삶의 질을 향상 시킬 수 있으므로(Berg et al., 2008), 불편이 있으나 치료의 필요성을 느끼지 못하는 노년층을 대상으로 음성 관련 평가와 치료 및 교육을 적절하게 제공하여야 할 것이다.

IV. 결론과 향후 연구 방향

노년층의 음성은 신경계, 호흡 및 발성 기관의 노화로 청·장년층의 음성과는 달라진다. 그 특성은 첫째, 청지각적으로는 음도의 변화, 강도의 감소, 음질의 저하를 들 수 있다. 둘째, 음향음성학적으로는 성별에 따른 기본주파수의 변화, 주파수 및 진폭 변동률의 심화, 배음대 소음비의 감소를 보인다. 셋째, 공기역학적으로는 최대연장발성시간의 감소와 평균호기류율의 증가에서 발성 효율이 떨어지는 특징이 나타난다. 또한 이러한 변화들로 인하여 노년층 의사소통에서 삶의 질이 저하된다는 것이 확인되었다<그림 1>. 이를 통하여 음성의 정상 노화 과정을 일목요연하게 정리할 수 있었으며, 음성 노화에 따른 영향 또한 삶의 질 관련 연구들을 통하여 살펴볼 수 있었다.



<그림 1> 노화에 따른 유기적 음성 변화 과정



<표 1> 본 문헌 연구에서 검색된 연도별 논문 편수

관련 분야	추가 검색어	결과			
		1980년대	1990년대	2000년대	2010년대
해부생리	physiological, nerve, muscle	0	2	5	0
청지각	perceptual	3	2	5	0
음향음성학	acoustic	2	8	4	0
공기역학	aerodynamic	0	0	4	1
삶의 질	quality of life	0	0	8	1

노년층의 음성은 1970년대부터 주목받기 시작하여 1980년대에 기술이 발달하기 전 가능한 평가 방법인 청지각적 평가로 주로 기술되었으며, 1990년대 음향음성학 관련 기기의 발달로 음향음성학적인 특징이 많이 연구되었다. 2000년대 이후에는 공기역학적 평가를 다양하게 할 수 있게 되면서 그러한 몇몇 연구들이 나타났다. 2000년대 후반부터는 병리적 음성 정의의 문제나 미묘한 음성 변화, 개인 간의 병력 및 특성 차이에 따라 음성 관련한 삶의 질 변화 조사에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 또한 해부와 관련해서는 1990년대부터 기관의 기능 노화에 초점을 맞추다가 최근 근지배 등의 신경 관련 연구도 동물 연구 수준에서 시작되는 중이다<표 1>.

그런데, 지금까지 살펴본 노년층 음성에 대한 연구는 각 연구자의 기준에 따른 실험을 통하여 얻어진 노화된 음성의 특성에 대한 기술 논문이 대부분이며, 음성 문제로 인한 노년층의 삶의 질 연구와 노년층에 특화된 음성 치료법 연구는 아직 부족한 실정이다. 따라서, 노인 인구의 지속적이고 빠른 성장에 맞추어 노년층 음성에 관한 연구들이 다음과 같이 이루어져야 할 것이다.

첫째, 노년층 음성의 대단위 역학 조사를 바탕으로 임상적 의의가 있는 자료를 도출해야 한다. 지금까지 노년층 음성의 역학 조사는 음성 문제를 느끼고 치료를 받기위해 병원을 방문하는 사람들을 대상으로 주로 이루어졌으므로(Boone et al., 2010), 이 자료들은 전체 노년층 인구의 음성 특징을 대변하기가 어렵기 때문이다.

둘째, 이러한 자료를 바탕으로 노년층의 정상 음성과 병리적 음성의 감별진단(differential diagnosis)을 가능하게 하는 연구를 통하여, 노화가 아닌 다른 질환으로 음성 변화를 겪는 노년층이 치료시기를 놓치지 않을 수 있도록 해야 한다.

셋째, 삶의 질 향상을 도모할 수 있도록 노년층 특성에 맞는 음성 치료법을 지속적으로 연구해야 할 것이다.

참고문헌

- 김은정 (2004). 정상 청년층과 노년층의 최대발성시간 및 조음교대운동속도 비교. 석사학위논문, 연세대학교
- 김재욱, 임성은, 박선영, 최성희, 최재남, 최홍식 (2007). 한국어판 음성장애지수와 음성 관련 삶의 질의 타당도 및 신뢰도 연구. *음성과학*, 14(3), 111-125.
- 우미령, 최홍식, 백승재, 남정모, 최예린 (2010). 정상 노년층의 호흡 및 발성 특성. *말소리와 음성과학*, 2(4), 245-252.
- 이준우 (2005). 고령화 사회에서의 장애인 복지전략. *재활복지*, 9(2), 1-28.
- 이종운, 허만세 (2012). 청각장애노인의 우울에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 자아 통합감을 중심으로. *재활복지*, 16(3), 269-291.
- Aronson, A. & Bless, D. (2009). *Clinical Voice Disorders*, New York: Thieme.
- Arviso, L. C. & Johns, M. M. III (2010). Challenges and Opportunities in Management of the Aging Voice. AAO-HNS Annual Meeting.
- Awan, S. N. (2006). The aging female voice: Acoustic and respiratory data. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(2/3), 171-180.
- Awan, S. N. & Mueller, P. B. (1996). Speaking fundamental frequency characteristics of White, African American, and Hispanic kindergartners. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 573-577.
- Benjamin, B. J. (1986). Dimensions of the older female voice. *Language & Communication*, 6, 35-45.
- Berg, E. E., Hapner, E., Klein, A. & Johns, M. M. III. (2008). Voice therapy improves quality of life in age-related dysphonia: a case-control study. *Journal of Voice*, 22(1), 70-74.
- Biever, P. & Bless, D. (1989). Vibratory characteristics of the vocal folds in young adults and geriatric women. *Journal of Voice*, 3, 120-131.
- Boone, D. R., McFarlane, S. C., Von Berg, S. L. & Zraick, R. I. (2010). *The voice and voice therapy*, 8th ed., Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Brown, W., Morris, R., & Michel, J. (1990). Vocal jitter and fundamental frequency characteristics of aged female professional singers. *Journal of Voice*, 4, 135-141.
- Casey-Heatherman, W. N. (2009). *Degree of vocal handicap in two age groups of individuals*. MS. Thesis, Graduate College of Marshall University.
- Costa, H. O. & Matias, C. (2005). Vocal impact on quality of life of elderly female subjects. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 71(2), 172-178.
- Ferrand, C. T. (2002). Harmonics-to-noise ratio: An index of vocal aging. *Journal of Voice*, 16(4), 480-487.
- Golub, J. S., Chen, P-H., Otto, K. J., Hapner, E. & Johns, M. M. III. (2006). Prevalence of



- perceived dysphonia in a geriatric population. *Journal of American Geriatric Society*, 54, 1736-1739.
- Goozée, J. V., Murdoch, B. E., Theodoros, D. J., & Thompson, E. C. (1998). The effects of age and gender on laryngeal aerodynamics. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 33, 221-238.
- Gorham-Rowan M. M. & Laures-Gore, J. (2006). Acoustic-perceptual correlates of voice quality in elderly men and women. *Journal of Communication Disorders*, 39, 171-184.
- Guimaraes, B. J. & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of Portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592-606.
- Harnsberger, J. D., Brown, W. B., Shrivastav, R. & Rothman H. (2010). Noise and tremor in the perception of vocal aging in males. *Journal of Voice*, 24(5), 523-530.
- Hiss, S. G., Treole, K. & Stuart, A. (2001). Effect of age, gender, and repeated measures on intraoral air pressure in normal adults. *Journal of Voice*, 15(2), 159-164.
- Hogikyan, N. D. & Sethuraman, G. (1999). Validation of an instrument to measure Voice-Related Quality of Life(V-RQOL). *Journal of Voice*, 13, 557-69.
- Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A., Jacobson, G. & Benninger, M. S. (1997). The Voice Handicap Index(VHI) : development and validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 3, 66-70.
- Leew, I. M. & Mahieu, H. F. (2003). Vocal aging and the impact on daily life: a longitudinal study. *Journal of voice*, 18(2), 193-202.
- Linville, S. E. (2004). The aging voice. *The ASHA Leader*.
- Makiyama, K., Yoshihashi, H., Park, R., Shimazaki, N. & Nakai, M. (2006). Assessment of Phonatory Function by the Airway Interruption Method: Age-Related Changes. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 134, 407-412.
- Morris, R. & Brown, W. (1987). Age-related voice measures among women. *Journal of Voice*, 38, 38-43.
- Morris, R. & Brown, W. (1994). Age-related differences in speech variability among women. *Journal of Communication Disorders*, 27, 49-64.
- Morsomme, D., Gaspar, M., Verduyck, I., Jamart, J. & Remacle, M. (2008). Evaluation of the aging patient's voice by means of the VHI correlated to the DS-16 and the SF-36, Voice Foundation's 37th Annual Symposium: Care of the Professional Voice, Philadelphia, PA.
- Mueller, P. B. (1991). Vocal aging. *Texas Journal of Audiology and Speech Pathology*, 17, 21-24.
- Mueller, P. B. (1997). The aging voice. *Seminars in Speech and Language*, 18, 159-168.
- Nishiol, M. & Niimi, S. (2008). Changes in speaking fundamental frequency characteristics with aging. *Folia Phoniatrica et Logopedica*, 60, 120-127.
- Orlikoff, R. (1990). The relationship between age and cardiovascular health to certain acoustic

- characteristics of male voices. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33, 450-457.
- Ramig, L. A. & Ringel, R. L. (1983). Effects of physiological aging on selected acoustic characteristics of voice. *Journal of Speech and Hearing Research*, 26, 22-30.
- Ramig, L. A., Titze, I. R., Scherer, C. & Ringel, SP. (1988). Acoustic analysis of voices of patients with neurologic disease: rationale and preliminary data. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 97, 164-172.
- Ramig, L. O., Gray, S., Baker, K., Corbin-Lewis, K., Buder, E., Luschei, E., Coon, H. & Smith, M. (2001). The aging voice: A review, treatment data and familial and genetic perspectives. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 53(5), 252-265.
- Rowe, J. W. & Kahn, R. (2001). 성공적인 노화(최혜경, 권유경 역). 서울: 학지사.
- Roy, N., Stemple, J., Merrill, RM. & Thomas, L. (2007). Epidemiology of voice disorders in the elderly: preliminary findings. *Laryngoscope*, 117(4), 628-633.
- Sataloff, R. T., Rosen, D. C., Hawkshaw, M. & Spiegel, J. R. (1997). The aging adult voice. *Journal of Voice*, 11, 156-160.
- Sinard, R. J. & Hall, D. (1998). The aging voice: how to differentiate disease from normal changes. *Geriatrics*, 53(7), 76-79.
- Schneider, S., Plank, C., Eysholdt, U., Schützenberger, A. & Rosanowski, F. (2011). Voice function and Voice-related quality of life in the elderly. *Gerontology*, 57, 109-114.
- Shipp, T., Qi, Y., Huntley, R. & Hollien, H. (1992). Acoustic and Temporal Correlates of Perceived Age. *Journal of Voice*, 6(3), 211-216
- Takano, S., Kimura, M., Nito, T., Imagawa, H., Sakakibara, K. I. & Tayama, N. (2010). Clinical analysis of presbylarynx-Vocal fold atrophy in elderly individuals. *Auris Nasus Larynx*, 37, 461-464.
- Tiago, R. S., Pontes, P. A. & Brasil Ode, O. (2008). Quantitative analysis of myelinic fibers in human laryngeal nerves according to age. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 74(1), 45-52.
- Tiago, R., Pontes, P. & do Brasil, O. C. (2007). Age-related changes in human laryngeal nerves. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 136(5), 747-751.
- Torre, P. III & Barlow, J. A. (2009). Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. *Journal of Communication Disorders*, 42, 324-333.
- Verdonck-de Leeuw, I. M. & Mahieu, H. F. (2004). Vocal aging and the impact on daily life: A longitudinal study. *Journal of Voice*, 18(2), 193-202.
- Weismer, G. & Liss, J. (1991). Speech motor control and aging. In D. Ripich(Ed.), *Handbook of geriatric communication disorders*. Austin, TX: Pro-Ed.
- Xue, A. & Mueller, P. B. (1997). Acoustic and perceptual characteristics of the voices of sedentary and physically active elderly speakers. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 22,



51-60.

- Xue, S. A. & Deliyski, D. (2001). Effects of aging on selected acoustic voice parameters: Preliminary normative data and educational implications. *Educational Gerontology*, 27, 159-168.

K C I

ABSTRACT

Review on Age-related Voice Changes and Quality of Life

Yim, Ae Ri

(Graduate Program in Speech and Language Pathology, Yonsei University)

Kim, Hyang Hee

(Graduate Program in Speech and Language Pathology, Department & Research Institute of
Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine)

Kim, Soo Ryon

(Graduate Program in Speech and Language Pathology, Yonsei University)

Yoo, Hyun Ji

(Graduate Program in Speech and Language Pathology, Yonsei University)

The effects of aging on voice production have been well documented with regard to anatomical and functional changes in such voice production mechanism as respiratory and phonatory systems. In this review, we addressed the issues on age-related voice changes in the following several aspects: (1) perceptually, pitch, loudness and voice quality are altered with age, (2) acoustically, changes in fundamental frequency, jitter/shimmer and harmonic to noise ratio occur, (3) aerodynamically, performance on maximum phonation time, mean airflow rate and subglottal pressure are discussed. All of these changes may affect, on the whole, quality of life in the elderly. This review article lays the foundation for the future work on large epidemiological studies by which enable us to differentiate between normal aging voice and pathological voice. Furthermore, it would be expected that timely therapeutic management on age-related voice would ultimately increase quality of life in the elderly.

■ Key words : aging voice, anatomy, auditory perception, acoustics, aerodynamics, quality of life

[논문접수일 : 2011. 12. 26 심사완료일 : 2012. 11. 29 게재확정일 : 2012. 12. 23]