

장 · 노년층과 청년층의
음향음성학적 특성 비교

연세대학교 대학원
언어병리학 협동과정
김 선 우

장 · 노년층과 청년층의
음향음성학적 특성 비교

연세대학교 대학원
언어병리학 협동과정
김 선 우

장 · 노년층과 청년층의
음향음성학적 특성 비교

지도 최 홍 식 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2004년 12월 일

연세대학교 대학원

언어병리학 협동과정

김 선 우

김선우의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2004년 12월 일

감사의 글

새로운 한 해가 밝았습니다. 지난 한 해는 논문이라는 결실을 맺기 위해 개인적으로 참으로 바쁜 나날들을 보냈습니다. 돌아보면 논문을 준비해 온 과정은 제게 비단 학문에 대한 경외심뿐만 아니라 사람의 소중함을 더욱 느끼게 해준 시간들이었습니다. 바쁘신 가운데도 따뜻한 배려로 끝까지 힘이 되주셨던 최홍식 선생님과 마무리까지 세심한 지도를 아끼지 않으셨던 김향희, 박은숙 선생님께 먼저 진심으로 감사를 드립니다.

논문 시작의 원동력이 되주셨던 최성희, 최재남 선생님, 귀찮은 질문과 부탁들을 흔쾌히 받아주셨던 운영선, 임성은, 이성은, 박지은 선생님, 후두 선별 검사를 위해 바쁜 시간을 할애 해주셨던 김영호 선생님과 그 외 이비인후과 선생님들, 대상자 모집을 위해 함께 노력해주셨던 이미현 · 유연미 어머니, 친구 연희, 그리고 후배 선화에게 감사의 뜻을 전합니다. 늘 함께 고민하며 걱정해준 저의 소중한 친구이자 동기인 미영 · 미숙언니, 찬희, 유정, 미현, 지혜, 현아, 연미, 영임과 자료 수집에 참여해준 귀여운 후배 수진, 진옥, 지혜, 현승, 선영, 정완에게도 고마운 마음을 함께 전하고 싶습니다. 그리고, 본 논문이 세상 빛을 볼 수 있도록 음성 녹음을 허락해 주셨던 여러 어르신 분들께 진심어린 감사의 마음을 전함과 함께 그분들의 새해 안녕을 기원합니다.

끝으로, 사랑과 믿음이라는 단어로 저를 늘 지켜봐 준 이 세상에서 가장 소중한 나의 가족, 부모님, 언니, 동생에게 이 자리를 빌려 사랑의 마음을 드립니다.

저자 씀

차 례

국문 요약	1
I. 서 론	3
II. 연구 대상 및 방법	8
1. 연구 대상	8
2. 연구 방법	9
가. 검사 도구 및 자료 수집	9
나. 과제 지시	9
3. 자료 분석	10
4. 통계 분석	10
III. 결 과	11
1. MPT 분석	11
2. 음향학적 분석	15
가. 연속 발화 과제	15
나. MPT 과제	17
IV. 고 찰	35
V. 결 론	37

참고 문헌	38
부 록	
1. 면담지	43
2. Multi-Dimensional Voice Program의 주요 매개변수	45
영문 요약	47

표 차 례

표 1. 50, 60, 70대의 성별 군에 따른 MPT	12
표 2. 50, 60, 70대의 연령 군에 따른 MPT	13
표 3. 20대의 성별 군에 따른 MPT	14
표 4. 50, 60, 70대의 성별 군에 따른 연속발화의 f_0	15
표 5. 20, 50, 60, 70대의 연령 증가에 따른 연속발화의 f_0	16
표 6. MPT 과제에서 50대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차	18
표 7. MPT 과제에서 60대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차	20
표 8. MPT 과제에서 70대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차	22
표 9. MPT 과제에서 50, 60, 70대 남자 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차	25
표 10. MPT 과제에서 50, 60, 70대 여자 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차	29
표 11. MPT 과제에서 20대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차	33

국문 요약

장 · 노년층과 청년층의 음향음성학적 특성비교

의학과 과학 기술의 발달은 인간의 평균 수명을 연장 시켰으며, 이로 인해 장 · 노년층 인구가 사회에서 차지하는 범위는 날로 증가하고 있는 추세이다. 장 · 노년층 인구 중 음성 문제를 주소로 하여 또는 이와 관련된 기타 병명의 감별 진단을 목적으로 음성 평가를 받고자 하는 인구는 꾸준히 늘어가고 있지만, 임상과 연구에서 널리 사용되고 있는 객관적 음성 분석 기기인 Multi-Dimensional Voice Program은 청년층의 평균 수치만을 제시하고 있는 실정이다. 이에 노령화에 따른 신체 구조의 변화와 기능의 저하를 반영한 음성 자료의 수집을 목적으로 건강한 50, 60, 70대 한국인 남, 녀 60명의 연속발화와 /아/, /이/, /우/의 최대연장발성(maximum phonation time, 이하 MPT)을 측정하였다. 측정된 MPT 중 안정된 3초 구간을 분석하여 11개 음향음성 매개변수의 평균 수치를 연령과 성별에 따라 살펴보았다. 그리고, 장 · 노년층과 동일 기준으로 선정된 20대 남, 녀 20명을 함께 비교하여 노령화에 따른 음성변화도 함께 알아보았다. 그 연구 결과는 다음과 같았다.

1. 장 · 노년층은 청년층에 비해 /이/와 /우/의 MPT가 유의미하게 더 짧았다.
2. 장 · 노년층은 여자의 /이/를 제외하고는 성별에 따른 MPT의 차이가 없었다.
3. 장 · 노년층 남자는 청년층 남자에 비해 연속발화와 MPT에서 유의하지 않은 기본주파수(fundamental frequency, 이하 f_0)의 증가를, 장 · 노년층 여자는 청년층 여자에 비해 뚜렷한 f_0 의 감소를 보였다.
4. 장 · 노년층의 연속발화와 MPT의 f_0 는 연령증가에 따른 평균의 차이가 없었다.
5. 장 · 노년층과 청년층 남자를 비교한 결과, /아/의 경우는 shimmer, f_0 variation(이하 $v f_0$), peak-amplitude variation(이하 vAm), smoothed pitch perturbation quotient(이하 sPPQ), soft phonation index(이하 SPI),

f_0 -tremor intensity index(이하 FTRI) 및 amplitude tremor intensity index(이하 ATRI)에서, /이/의 경우는 shimmer와 FTRI에서, /우/의 경우는 shimmer, vf_0 , vAm, sAPQ, 및 SPI에서 집단 간에 유의미한 평균의 차이가 있었다.

6. 장·노년층과 청년층 여자를 비교한 결과, /아/의 f_0 , jitter, FTRI, /이/의 f_0 , FTRI, ATRI, 그리고 /우/의 f_0 에서 집단 간에 유의미한 평균의 차이가 있었다.
7. 장·노년층 남자는 연령이 증가함에 따라 /아/의 jitter, shimmer, vf_0 , vAm, sPPQ, sAPQ, ATRI, SPI, /이/의 shimmer, vf_0 , FTRI 그리고 /우/의 shimmer, vf_0 , vAm, sAPQ, SPI 및 NHR에서 의미있는 평균의 차이를 보였다.
8. 장·노년층 여자는 연령이 증가함에 따라 /이/의 vAm, FTRI 및 ATRI에서 의미 있는 평균의 변화를 보였다.

본 연구는 연령 증가에 따른 생리 해부학적인 변화뿐만 아니라 현재의 건강 상태를 함께 고려하여 임상 현장에서 활용될 수 있는 기본 자료를 제시하였다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다.

핵심되는 말: multi-dimensional voice program, 최대연장발성시간(maximum phonation time, MPT), 음향음성 매개변수

장 · 노년층과 청년층의 음향음성학적 특성 비교

<지도교수 최 홍 식>

연세대학교 대학원 언어병리학 협동과정

김 선 우

I. 서 론

인간은 사회적 동물이라고 할 정도로 한 개인이 속한 사회에서 타인과의 관계 형성이 강조된다. 이를 가능하게 하는 수단 가운데 성대의 진동을 발생 근원으로 하는 음성은 정보 전달의 명확성, 효율성 그리고 경제성 등을 이유로 보편적 의사소통의 방법으로 사용되고 있다. 지난 수 십년 동안의 눈부신 의학과 과학 기술의 발달은 인간의 평균 수명을 연장 시켰으며, 이는 매년 꾸준한 증가 추세에 있는 노년층의 음성 변화를 사회적, 국가적 차원에서 재해석하게 하는 계기를 마련하였다.

노년층의 음성을 이해하기 위한 노력은 다 방면에서 이루어져 왔으며¹⁻⁸⁾, 그 중, 해부적 또는 신체적 변화와 관련된 말 산출 기제의 변화가 그 주류를 형성해 왔다. 일반적으로 사람의 신체는 꾸준한 발육과 기능의 향상을 17세까지 보인다. 그 이후부터 26세까지는 미비한 기능의 증가를 하며, 그 뒤 남은 기간은 신체 기능의 저하가 지속된다. 전반적 신체 기능의 저하는 심장혈관, 근육, 골격, 신경, 호흡 등의 수행력 저하와 직접적인 관련을 가지며, 이 체계들의 변화는 바로 음성에 반영되어 나타나게 된다. 노화로 인한 폐의 탄성력 저하, 후두 연골의 점진적 경

화, 조음기관의 구조와 탄성력의 변화, 근육의 긴장도 감소, 성도 내 점막 조직의 위축, 신경종말(nerve ending)의 수 감소, 중추신경의 활동 저하 등^{1,9)}은 음성을 구성하는 음도(pitch), 강도(loudness), 음질(quality)을 변화 시키며, 직접 또는 간접적으로 음역, 공명, 억양에 영향을 미치게 된다^{1-3,5)}.

음성을 구성하는 세 가지 요소인 음도, 강도, 음질 중, 연령에 따른 음도의 변화는 후두의 크기 및 해부학적 위치 변화와 관련된 양상을 보인다. 후두가 높게 위치하는 유아와 10대에는 고음을 사용하며, 후두가 성장하면서 하강하는 청·장년기에는 저하된 음도를 나타낸다¹⁰⁾. 노년기에는 다시 음도가 증가하는 현상^{2,7,11-13)}을 보이는데 이는 후두구조의 물리적 변화 뿐만 아니라 노화, 체형 변화^{7,12)}, 청각 피드백의 감소와도 관련이 있다.

강도는 성별에 관계없이 노년층 모두가 청년층에 비해 최대발성강도 과제에서는 낮은 강도^{14,15)}를, 최소발성에서는 노년층 여성이 젊은 층 여성에 비해 높은 강도¹⁵⁾를 사용하였다. 대화 수준의 모음강도에서는 여성 집단 간에 유의미한 차이^{15,16)}는 없었지만, 남성의 경우에는 노년층이 청년층에 비해 큰 강도¹⁷⁾로 발화하여 연령에 따른 발성체계의 차이가 다양하게 말의 강도에 반영됨을 알 수 있다.

연령 증가에 따른 음질의 변화는 동일한 생활 연령이라고 할지라도 개인에 따라 각기 다른 양상을 보인다. Terracol 등(1949)¹⁸⁾은 연령의 증가와 음성의 변화는 서로 관련을 가지고 있지만, 음성 노령화의 복잡성은 개인에 따라 매우 다양한 속도와 정도의 차이를 보인다고 하였다. Haberman(1972)¹⁹⁾은 나이에 비해 더 나이가 들어 보이는 음성을 예로 들면서, 음성 기능의 감소는 생활연령의 증가와 함께 발생하지 않는다고 주장하였다. 음성의 노화와 관련된 다양한 요소들, 유전, 생활태도, 식습관, 그리고 운동량 등이 신체에 미치는 영향에 대해 언급하면서 한 사람에게 적용된 요소가 다른 사람에게도 동일 결과를 가져오지 않는다고 하였다. Bourliere(1970)²⁰⁾와 Woodruff 등(1975)²¹⁾도 신체 노화의 속도 차이를 강조하면서, 같은 연령이라고 할지라도 각 개인마다 각기 다른 신체 상태를 가지고 있는 것처럼 생활연령을 주요 기준으로 집단을 분류하는 것에는 의문점이 제기된다고 주장하였다. 생활 연령을 기준으로 대상자를 분류한 이전의 음성 연구가 다양한 집단 내 이질성을 보인 것은 연구 설계 시 대상자들의 신체 상태를 통제하지 못했음을

반영하는 것으로 고려된다. Ramig 등(1983)은 집단 내 이질성이 음성에 미치는 영향을 연구하기 위해 기존 방식과 동일하게 생활 연령을 기준으로 청년층, 장년층, 노년층의 세 집단으로 분류하였다. 그리고, 이 세 집단을 휴식 시 심장박동수, 수축기 혈압, 확장기 혈압, 체지방 비율, 노력성 폐활량(forced vital capacity, 이하 FVC), 그리고 수정된 노력성 폐활량(adjusted FVC VC/ht³)을 기준으로 건강 상태가 좋은 군과 나쁜 군으로 다시 이분하였다. 총 6개의 하위 집단으로 분류된 각 집단을 비교한 결과, 건강상태에 따른 음성의 유의미한 차이가 보고 되었다⁸⁾.

노화로 인한 음성의 변화는 성별의 차이도 고려되어야 한다. 그 근거로 여성의 경우는 내분비(endocrine)의 변화가 성대 비대 증상을 초래하여 음도를 하강 시키는 것으로, 남성의 경우는 성대 위축 현상이 음도를 상승 시키는 원인으로 보고 되었다²²⁾. Linville(2002)은 노년층에서의 음성 변화는 성대의 부피 증가 또는 감소와 밀접한 관련이 있으나, 연령 증가에 따른 후두 근육의 약화, 호흡기관의 운동력 변화 등과 같은 요소도 반드시 고려되어야 한다고 주장하였다²³⁾. 연령 증가에 따른 성대 기능 변화에 대해 다소의 논란 여지는 있으나 성문폐쇄접촉이 주목을 받고 있다²⁴⁾. 후두를 직접 관찰하는 방법^{16,25-29)}과 공기 역학적 측정, 전기 성문과 측정법(electroglottography, EGG) 등의 간접적 평가 방법을 사용한 연구⁴⁾에서 남성은 연령이 증가할수록 성대 사이의 공간이 증가하는 양상을 보였다. 반면, 여성은 성대 사이의 공간 크기에서 유의한 차이는 없었지만, 젊은 층의 경우는 성대의 뒷부분에서, 노년층의 경우는 앞부분에서 공간이 관찰되었다고 한다²⁷⁾. 비록 연령과 성문 폐쇄와의 관련성은 명백히 밝혀지지 않았으나, 젊은층 여성과 성대 위축으로 진단된 음성 환자에 있어 공기 흐름과 정적인 상관 관계를 가진다는 선행연구들^{30,31)}과 발성부전환자에 있어 주파수 변동율(이하 jitter), 강도 변동율(이하 shimmer), 소음 대 배음의 비율(noise-to-harmonics ratio, 이하 NHR), 고주파수 세기의 비율(high-frequency power ratio), 그리고, 최대발성지속시간(maximum phonation time, 이하 MPT)과의 관련성³²⁾을 생각해 볼 때 이 주장은 설득력을 가지고 있다. 하지만, 성문 사이의 공간은 특정 발성 상황 하에서는 정상 청년에게서도 관찰되는 양상이므로 성문접촉만으로 노년층의 음성을 평가하는 것은 제한점을 가진다고 할 수 있다^{29,31,33,34)}.

정상의 많은 수의 사람들이 노령화의 과정에서 음성 산출의 어려움, 목소리의 높이와 크기 조절의 곤란, 목소리 통제 능력의 감소, 음질의 저하 등에 대한 불만을 표현하고 있다. 청지각적 판단이 주를 이루었던 초기의 음성평가는 노년층의 음성을 숨찬 음성, 낮은 음도, 쉼 또는 거친 소리, 쥐어짜는 듯한 음성, 발성 깨어짐의 빈번한 출현, 음성의 떨림, 그리고 발성 강도의 감소를 이들의 특징으로 지적하였다³⁵⁻³⁸⁾. 이후, 과학기술의 발달로 기기를 사용한 음향 분석이 현실화되면서 기본주파수(average fundamental frequency, 이하 f_0), 강도(amplitude), 음도와 강도의 안정성(perturbation), NHR 등을 객관적으로 비교할 수 있게 되었다^{2,7,11,12,17,26,39-42)}.

본 연구는 음성을 객관적으로 평가하는 방법 중 현재 임상과 연구에서 널리 사용되고 있는 Multi-Dimensional Voice Program(이하 MDVPTM)을 이용하여 건강한 50, 60, 70대 장 · 노년층과 20대 청년층의 음향음성 평균을 제시하였다. MDVPTM는 종합적 음성 분석 기기로서 모음의 분석에 보다 적합하며, 최대 34개의 매개변수(parameter)로의 해석이 가능하다. 모음 발성이 MDVPTM 뿐만 아니라 다른 기기를 사용한 평가에서도 널리 사용되고 있는 이유는 첫째, 음성 분석을 위해 요구되는 일정 시간 동안의 안정된 음 산출이 가능하며, 둘째, 말 산출 기체에서 호흡과 발성만을 따로 분리할 수 있어 연속발화에 비해 더 정확한 음향학적 결과⁴³⁾를 제시하기 때문이다. 그러나, MDVPTM가 제시하고 있는 매개변수의 평균은 정상 성인 15명만을 대상으로 한 자료를 바탕으로 하고 있어 그 동안 신뢰도의 문제가 꾸준히 제기되어왔다. 이를 해결하기 위한 방안으로 다양한 국가에서, 많은 수의 성인, 또는 아동을 대상으로 한 연구가 지속적으로 이루어지고 있으며^{44-49,51)}, 이에 본 연구도 같은 맥락 하에서 한국인 정상 장 · 노년층의 음향음성 평균 수치와 노령화에 따른 음성의 변화를 함께 살펴보고자 하였다.

MDVPTM를 통해 분석 가능한 매개변수의 일부는 서로 중첩되거나 상관성 있는 결과들을 제시하므로 본 연구는 모음 발성과 연속발화 시의 f_0 음성 진단의 유용한 매개변수인 jitter와 shimmer⁵⁰⁾, 음성의 안정성을 민감하게 반영하는 f_0 variation(이하 v_f), peak-amplitude variation(이하 vAm), smoothed pitch perturbation quotient(이하 $sPPQ$), smoothed amplitude perturbation quotient(이하

sAPQ), soft phonation index(이하 SPI)⁵¹⁾, f_0 -tremor intensity index(이하 FTRI), amplitude tremor intensity index(이하 ATRI), 그리고 NHR을 포함하는 총 12개 항목의 분석을 통해 건강한 한국인 장·노년층의 음성에 대한 이해를 도모하고자 하였다.

본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. 건강한 정상 한국인 20, 50, 60, 70대는 성별과 연령 증가에 따른 MPT의 차이가 있는가?
2. 건강한 정상 한국인 50, 60, 70대의 연속발화 시의 f_0 , 모음최대연장발성 시의 f_0 , jitter, shimmer, $v f_0$, vAm , sPPQ, sAPQ, FTRI, ATRI, SPI, NHR의 평균은 얼마인가?
3. 건강한 정상 한국인 50, 60, 70대는 성별에 따른 연속발화 시의 f_0 , 모음최대연장발성 시의 f_0 , jitter, shimmer, $v f_0$, vAm , sPPQ, sAPQ, FTRI, ATRI, SPI, NHR의 평균 변화는 유의미한가?
4. 건강한 정상 한국인 50, 60, 70대와 20대는 노령화에 따른 연속발화 시의 f_0 , 모음최대연장발성 시의 f_0 , jitter, shimmer, $v f_0$, vAm , sPPQ, sAPQ, FTRI, ATRI, SPI, NHR의 평균 변화는 유의미한가?

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 서울과 경기 지역에 거주하고 있는 20-29세(평균연령 24세), 50-59세(평균연령 56세), 60-69세(평균연령 65세), 70세 이상(평균연령 74세)의 건강한 남, 녀를 성별에 따라 두 집단으로 나눈 뒤 각 집단에 10명씩, 총 80명을 대상으로 하였다.

본 연구의 목적인 건강한 20, 50, 60, 70대를 선정하는 과정은 아래와 같았다.

첫째, 한국인 평균 신장과 체중 범위⁵²⁾에 속하는 장·노년층 성인을 대상자로 하였다. 그리고, 키와 몸무게가 음성에 미치는 영향을 통제하기 위하여 청년층 역시 장·노년층의 평균 신장과 체중 범위에 속하는 사람으로 동일하게 선정하였다. 건강과 음성은 면담으로 확인하였으며, 면담 과정에서 폐, 신경계, 후두, 말-조음 기관, 청력의 문제가 의심되는 경우, 심한 만성 질환을 앓고 있는 경우, 1년에 20갑 이상을 흡연하는 경우, 주당 200g 이상의 음주를 하는 경우, 그리고 운동을 전혀 하지 않는 경우는 대상자에서 제외하였다⁵³⁾.

둘째, 질문과 답변에 의해 선정되어진 대상자들에 대한 객관적 검증을 위해서 각 분야의 전문가가 인지, 청력, 후두 그리고, 음성의 상태를 선별하였다. 인지는 Korean Version-Mini Mental State Examination(K-MMSE)을 사용하였으며, 절단 점수(cut-off value)는 한국판 보스톤 이름대기 검사(Korean version-Boston Naming Test, K-BNT)의 표준화 과정에서 수집된 점수 자료를 적용하였다⁵⁴⁾. 청력은 선별기기(DANPLEX AS42, Denmark)를 사용하여 500-2,000 Hz에서 적어도 한 쪽 귀가 30dB HL 이하임을 확인하였다. 그리고, 이비인후과의사가 후두 내시경 또는 스트로보스코피를 통해 성대의 병리 유무를 관찰하였으며, 음성치료 분야에서 3년 이상의 경력을 가진 2명의 언어 임상가가 음성을 청지각적으로 판단하였다. 건강 상태는 휴식 시 수축기 혈압, 확장기 혈압, 비만도, MPT를 기준으로 평가하였다.

2. 연구 방법

가. 검사 도구 및 자료 수집

음성 자료는 소음이 차단된 방에서 수집되었으며, 대상자는 의자에 편안하게 앉은 자세를 취하였다. 마이크는 Electret condenser(ECM-MS908C, Sony, Japan)형을 사용하였으며, 입에서 6cm 거리, 15° 각도 떨어진 곳에 마이크가 위치하도록 대상자에게 지시하였다. 대상자의 모든 음성 자료는 portable minidisk recorder(MZ-R91, Sony, Japan)에 녹음되었다.

나. 과제 지시

MPT는 Sawashima(1966)⁵⁵⁾와 Bless 등(1982)⁵⁶⁾의 연구 결과에 근거하여 세번 실시를 원칙으로 하였으나 대상자가 최대 수행을 보였다고 평가된 경우에는 1회만 실시하였다. 발성 방법은 “숨을 최대한 들여 마신 뒤 편안한 상태에서 중간에 끊지 마시고, 가능한 길게 /아-/하고 소리내주세요.”였다. 5초 간의 검사자의 시범 뒤, 대상자에게 무작위 순서로 모음 /아/, /이/, /우/를 발성하게 하였으며, 이 때, 대상자가 검사자의 지시를 바르게 이해하지 못했거나 최대 수행을 보이지 않았다고 판단된 경우에는 과제 수행 방법을 다시 설명한 뒤 재 녹음을 실시하였다.

연속발화 자료는 ‘가을’ 문단(김향희, 1996)의 첫 번째 문장인 “우리나라의 가을은 참으로 아름답다.”를 자연스럽게 낭독하게 하여 모든 대상자의 발화를 통일하였다.

3. 자료 분석

본 자료는 Computerized Speech Lab(이하 CSL, Kay Elemetrics Corp., NJ, USA) model 4100의 한 모듈(module)인 MDVP™을 사용하여 분석되었다. 각 모음은 CSL에 개별적으로 입력되었으며, 발성의 강도가 관찰되는 시작과 끝 부분을 측정자(cursor)로 지정하여 MPT의 길이를 측정하였다.

음향음성 매개 변수의 분석에서 발성의 시작과 끝 부분이 jitter와 shimmer에 미치는 영향을 배제하기 위해 처음(phonation onset)과 마지막(phonation offset)의 25ms를 제외하였으며, 나머지 발성 중 가장 안정된 3초 구간만을 선택하여 분석하였다⁵⁷⁾. 연속발화 자료는 발화 문장 전체를 대상으로 하였으며, 분석 시 표본 추출률(sampling rate)은 44,100Hz로 지정하였다.

4. 통계분석

수집된 자료는 통계분석 패키지인 SPSS(Statistical Package for the Social Science, version 12.0)로 분석되었다. 동일 연령에서, 성별에 따른 음성 매개변수의 평균 차이는 독립표본 t검정(independent t-test)을, 연령 증가에 따른 성별 집단 내의 평균 차이는 일요인 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였다. 평균의 차이는 유의수준 95%에서 검정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. MPT 분석

가. 동일 연령에서 성별 군에 따른 MPT 비교

50, 60, 70대에서 성별에 따른 모음 /아/, /이/, /우/ MPT의 평균과 표준편차는 표 1에 제시하였다.

50대 남자의 /아/ MPT 평균은 20.21초, /이/는 21.85초, /우/는 20.86초였으며, 여자의 /아/는 16.42초, /이/는 18.45초, /우/는 16.37초였다. 남자군이 여자군에 비해 /아/와 /우/의 발성이 통계적으로 유의미하게 길었다($p < .05$).

60대에서 남자의 /아/는 17.53초, /이/는 17.55초, /우/는 17.33초였으며, 여자의 /아/는 15.98초, /이/는 17.42초, /우/는 15.53초였다. 성별에 따른 세 모음 간의 MPT 차이는 없었다($p > .05$).

70대 남자의 /아/는 17.45초, /이/는 17.38초, /우/는 17.18초였으며, 여자의 /아/는 14.41초, /이/는 13.24초, /우/는 13.80초였다. 70대 남자 군은 여자 군에 비해 /이/와 /우/의 발성이 의미 있게 길었다($p < .05$).

표 1. 50, 60, 70대의 성별 군에 따른 MPT

모음	50대		모음	60대		모음	70대	
	남자	여자		남자	여자		남자	여자
/아/*	20.21 (±4.01)	16.42 (±4.99)	/아/	17.53 (±4.55)	15.98 (±3.09)	/아/	17.45 (±3.89)	14.41 (±3.84)
/이/	21.85 (±4.74)	18.45 (±3.88)	/이/	17.55 (±4.88)	17.42 (±3.17)	/이/*	17.38 (±4.55)	13.24 (±2.28)
/우/*	20.86 (±6.03)	16.37 (±4.18)	/우/	17.33 (±4.36)	15.53 (±3.45)	/우/*	17.18 (±5.08)	13.80 (±1.73)

¹ 단위는 초이고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

³ * 유의수준은 $p < .05$

나. 동일 성별에서 연령 증가에 따른 MPT 비교

동일 성별에서 연령 증가에 따른 MPT의 평균과 표준편차는 표 2에 제시하였다.

장·노년층의 남자를 비교한 결과, /아/, /이/, /우/ 세 가지 모음은 연령 증가에 따른 발성 길이의 차이가 없었지만($p>.05$), 여자 군은 50대와 70대, 60대와 70대에서 /이/ 발성의 길이 차이를 보였다($p<.05$).

장·노년층과의 비교를 위해 동일 기준으로 선정된 건강한 20대 남, 녀의 MPT는 표 3에 제시하였다. 남자의 경우는 장·노년층이 청년층에 비해 /이/ ($p<.01$)와 /우/ ($p<.05$)의 MPT가 유의하게 짧았다. 그 중에서도, /이/는 20대와 60대, 20대와 70대에서 집단 간 차이를 보였으며, /우/는 연령 증가에 따른 통계적 차이는 있었으나 집단 간 차이는 없었다.

장·노년층과 청년층 여자의 MPT는 남자 집단과 동일하게 /이/ ($p<.01$)와 /우/ ($p<.05$)에서만 차이를 보였으며, 이 차이는 20대와 70대에서만 유의미하였다.

표 2. 50, 60, 70대의 연령 군에 따른 MPT

발성 모음	남자 MPT				발성 모음	여자 MPT			
	50대	60대	70대	<i>p</i> value		50대	60대	70대	<i>p</i> value
/아/	20.21 (±4.01)	17.53 (±4.55)	17.45 (±3.89)	.22	/아/	16.42 (±4.99)	15.98 (±3.09)	14.41 (±3.84)	.44
/이/	21.85 (±4.74)	17.55 (±4.88)	17.38 (±4.55)	.08	/이/	18.45 (±3.88)	17.42 (±3.17)	13.24 (±2.28)	.00
/우/	20.86 (±6.03)	17.33 (±4.36)	17.18 (±5.08)	.22	/우/	16.37 (±4.18)	15.53 (±3.45)	13.80 (±1.73)	.20

¹ 단위는 초이고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

표 3. 20대의 성별 군에 따른 MPT

	/아/		/이/		/우/	
	남자	여자	남자	여자	남자	여자
MPT	21.00	16.08	24.87	18.95	23.62	20.06
	(±6.73)	(±3.84)	(±5.75)	(±3.96)	(±7.37)	(±6.30)

¹ 단위는 초이고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

2. 음향학적 분석

가. 연속발화 과제

(1) 동일 연령에서 성별 군에 따른 연속발화의 f_0 평균 및 표준편차

‘가을’ 문단의 첫 번째 문장을 사용한 연속발화의 f_0 는 표 4에 제시하였다.

50대 남자의 연속발화 f_0 는 132.26Hz, 여자는 195.90Hz이었으며, 두 성별 집단
의 f_0 는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p=.000$).

60대의 경우, 남자는 132.47Hz, 여자는 191.57Hz로서, 남, 녀 간에 의미 있는 f_0
의 차이를 보였다($p=.000$).

70대 남자의 연속발화 f_0 는 146.86Hz, 여자는 180.77Hz으로, 두 성별 집단 간
에 통계적으로 유의미한 평균의 차이가 있었다($p=.000$).

표 4. 50, 60, 70대의 성별 군에 따른 연속발화의 f_0

연령	남자 f_0	여자 f_0	p value
50대	132.26 ± 17.19	195.90 ± 13.25	.000
60대	132.47 ± 17.44	191.57 ± 19.86	.000
70대	146.86 ± 23.92	180.77 ± 25.12	.000

¹ 단위는 Hz이고 그 값은 평균±표준편차로 나타냄.

² f_0 :fundamental frequency

(2) 동일 성별에서 연령에 따른 연속발화의 f_0 평균 및 표준편차

‘가을’ 문단의 첫 번째 문장을 사용한 연령증가에 따른 연속발화의 f_0 는 표 5에 제시하였다.

남자의 경우, 50대는 132.26Hz, 60대는 132.47Hz, 70대는 146.86Hz으로 연령 증가에 따른 연속발화의 f_0 증가는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

여자 군의 경우는 50대가 195.90Hz, 60대가 191.57Hz, 70대가 180.77Hz로 측정되어 연령 증가에 따른 f_0 의 감소는 남자 군과 동일하게 의미 있는 차이를 보이지 않았다($p>.05$).

장·노년층과 20대 청년층과의 비교에서 남자의 f_0 증가는 유의한 차이가 없었지만($p>.05$), 여자는 20대와 50대, 20대와 60대, 20대와 70대에서 f_0 의 유의미한 감소를 보였다($p=.000$).

표 5. 20, 50, 60, 70대의 연령증가에 따른 연속발화의 f_0

성별	20대 f_0	50대 f_0	60대 f_0	70대 f_0	p value
남자	126.29±13.28	132.26±17.19	132.47±17.44	146.86±23.92	.105
여자	224.02±10.78	195.90±13.25	191.57±19.86	180.77±25.12	.000

¹ 단위는 Hz이고 그 값은 평균±표준편차로 나타냄.

² f_0 :fundamental frequency

나. MPT 과제

(1) 동일 연령에서 성별 군에 따른 f_0 , jitter, shimmer, vf_0 , vAm , sPPQ, sAPQ, FTRI, ATRI, SPI, NHR의 평균 및 표준편차

50대 남·녀의 음성 매개변수 평균과 표준편차는 표 6에 제시하였다. /아/의 경우는 f_0 , jitter, FTRI 및 SPI에서, /이/의 경우는 f_0 , vf_0 , sPPQ 및 FTRI에서, /우/의 경우는 f_0 와 SPI에서 성별에 따른 평균의 차이를 보였다($p < .05$). 이 중, f_0 , jitter 그리고, SPI는 여자 군이, 그 이외의 매개변수는 남자 군이 상대적으로 높게 나타났다.

60대의 음성 매개변수 평균과 표준편차는 표 7에 제시하였다. /아/의 f_0 , sPPQ, sAPQ, FTRI, SPI, /이/의 f_0 , jitter, shimmer, sAPQ, 그리고, /우/의 f_0 가 성별에 따른 평균의 차이를 보였다($p < .05$). 이 중, 여자의 f_0 를 제외한 나머지 매개변수의 평균에서 남자가 높게 나타났다.

70대 남자 군과 여자 군을 비교한 결과는 표 8에 제시하였다. /아/의 f_0 , vf_0 , sPPQ, FTRI, SPI, NHR, /이/의 f_0 , vf_0 , FTRI, NHR, 그리고, /우/의 f_0 는 남, 녀에 따른 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 차이를 보인 매개변수 중 여자 군은 남자 군에 비해 f_0 와 NHR에서만 상대적으로 높은 평균을 보였다.

표 6. MPT 과제에서 50대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차

매개 변수	/아/		매개 변수	/이/		매개 변수	/우/	
	남자	여자		남자	여자		남자	여자
f₀^{***} (Hz)	135.13 (±21.83)	220.99 (±8.82)	f₀^{**} (Hz)	139.66 (±24.66)	222.17 (±16.26)	f₀^{**} (Hz)	134.53 (±20.94)	215.94 (±34.12)
jitt[*] (%)	.37 (±.13)	.54 (±.22)	jitt (%)	.70 (±.40)	.51 (±.25)	jitt (%)	1.06 (±1.08)	.98 (±.73)
shim (%)	2.01 (±.61)	2.54 (±.95)	shim (%)	1.25 (±.42)	1.31 (±.38)	shim (%)	4.51 (±4.51)	2.07 (±.74)
v_{f₀} (%)	.87 (±.26)	.87 (±.29)	v_{f₀}^{**} (%)	1.15 (±.32)	.82 (±.23)	v_{f₀} (%)	.93 (±.28)	.98 (±.32)
vAm (%)	4.96 (±1.23)	5.84 (±1.31)	vAm (%)	3.88 (±1.11)	4.22 (±1.03)	vAm (%)	5.52 (±3.11)	6.96 (±3.00)
sPPQ (%)	.55 (±.14)	.48 (±.14)	sPPQ^{**} (%)	.71 (±.20)	.46 (±.18)	sPPQ (%)	.64 (±.20)	.57 (±.26)
sAPQ (%)	3.01 (±.91)	2.99 (±.80)	sAPQ (%)	1.90 (±.70)	1.85 (±.56)	sAPQ (%)	3.08 (±2.37)	4.27 (±3.99)
FTRI^{**} (%)	.36 (±.13)	.17 (±.05)	FTRI^{**} (%)	.38 (±.15)	.15 (±.06)	FTRI (%)	.34 (±.25)	.41 (±.36)
ATRI (%)	1.37 (±.54)	1.67 (±.44)	ATRI (%)	1.40 (±.43)	1.65 (±.51)	ATRI (%)	1.94 (±1.07)	3.01 (±1.07)
SPI^{**}	17.49 (±6.66)	9.75 (±4.69)	SPI	12.83 (±4.73)	11.62 (±5.57)	SPI^{**}	43.84 (±14.74)	64.86 (±8.92)
NHR	.12 (±.01)	.11 (±.00)	NHR	.11 (±.02)	.012 (±.02)	NHR	.22 (±.11)	.18 (±.09)

¹ 개별적 단위는 ()에 표시하였고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

- ² MPT:maximum phonation time
 f_0 :fundamental frequency
jitt:jitter
shim:shimmer
 $v f_0$: f_0 variation
vAm:peak-amplitude variation
sPPQ:smoothed pitch perturbation quotient
sAPQ:smoothed amplitude perturbation quotient
FTRI: f_0 -tremor intensity index
ATRI:amplitude tremor intensity index
SPI:soft phonation index
NHR:noise-to-harmonics ratio
- ³ * 유의수준은 $p < .05$
**유의수준은 $p < .01$
** 유의수준은 $p < .001$

표 7. MPT 과제에서 60대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차

매개 변수	/아/		매개 변수	/이/		매개 변수	/우/	
	남자	여자		남자	여자		남자	여자
f⁰ ^{***} (Hz)	142.23 (±26.28)	209.33 (±19.97)	f⁰ ^{**} (Hz)	150.89 (±23.03)	216.11 (±19.15)	f⁰ ^{**} (Hz)	141.70 (±15.64)	192.37 (±34.44)
jitt (%)	.56 (±.23)	.43 (±.16)	jitt [*] (%)	.91 (±.47)	.53 (±.24)	jitt (%)	1.14 (±.85)	1.21 (±.97)
shim (%)	3.38 (±1.78)	2.37 (±.89)	shim [*] (%)	1.75 (±.46)	1.27 (±.48)	shim (%)	6.25 (±4.12)	4.12 (±7.01)
v⁰ (%)	1.05 (±.25)	.86 (±.25)	v⁰ (%)	1.30 (±.30)	2.37 (±5.59)	v⁰ (%)	1.68 (±.89)	4.21 (±9.47)
vAm (%)	6.46 (±1.40)	5.91 (±1.23)	vAm (%)	4.14 (±.85)	3.55 (±.97)	vAm (%)	9.48 (±4.74)	8.41 (±6.45)
sPPQ [*] (%)	.71 (±.26)	.51 (±.14)	sPPQ (%)	.78 (±.25)	.63 (±.55)	sPPQ (%)	.61 (±.27)	2.25 (±4.14)
sAPQ [*] (%)	3.96 (±1.21)	2.88 (±.67)	sAPQ [*] (%)	2.25 (±.35)	1.74 (±.48)	sAPQ (%)	5.55 (±2.83)	4.63 (±5.37)
FTRI [*] (%)	.45 (±.23)	.27 (±.07)	FTRI (%)	.25 (±.08)	.25 (±.10)	FTRI (%)	.47 (±.21)	.59 (±.80)
ATRI (%)	2.80 (±1.43)	2.24 (±1.16)	ATRI (%)	1.85 (±.39)	1.48 (±.65)	ATRI (%)	3.10 (±2.36)	2.75 (±2.28)
SPI ^{**} (%)	18.37 (±7.57)	9.93 (±6.01)	SPI (%)	13.56 (±5.91)	13.85 (±7.31)	SPI (%)	70.69 (±20.77)	63.52 (±29.29)
NHR (%)	.12 (±.01)	.11 (±.01)	NHR (%)	.10 (±.03)	.11 (±.03)	NHR (%)	.19 (±.06)	.24 (±.18)

¹ 개별적 단위는 ()에 표시하였고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

f_0 :fundamental frequency

jitt:jitter

shim:shimmer

v f_0 : f_0 variation

vAm:peak-amplitude variation

sPPQ:smoothed pitch perturbation quotient

sAPQ:smoothed amplitude perturbation quotient

FTRI: f_0 -tremor intensity index

ATRI:amplitude tremor intensity index

SPI:soft phonation index

NHR:noise-to-harmonics ratio

³ * 유의수준은 $p<.05$

**유의수준은 $p<.01$

*** 유의수준은 $p<.001$

표 8. MPT 과제에서 70대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차

매개 변수	/아/		매개 변수	/이/		매개 변수	/우/	
	남자	여자		남자	여자		남자	여자
f₀^{***} (Hz)	147.24 (±18.72)	201.52 (±22.01)	f₀^{**} (Hz)	165.10 (±31.86)	213.04 (±23.46)	f₀^{**} (Hz)	153.95 (±29.50)	196.75 (±30.04)
jitt (%)	.60 (±.23)	.38 (±.20)	jitt (%)	1.07 (±.62)	.65 (±.39)	jitt (%)	.56 (±.21)	.54 (±.28)
shim (%)	2.88 (±.89)	2.18 (±.79)	shim (%)	1.29 (±.25)	1.48 (±.41)	shim (%)	1.79 (±.94)	2.03 (±.98)
v_f^{***} (%)	1.47 (±.34)	0.89 (±.21)	v_f[*] (%)	1.49 (±.32)	1.15 (±.34)	v_f (%)	1.07 (±.55)	1.25 (±.69)
vAm (%)	5.89 (±1.16)	5.76 (±2.01)	vAm (%)	4.50 (±.83)	5.97 (±2.30)	vAm (%)	5.58 (±.99)	7.03 (±2.66)
sPPQ^{***} (%)	.90 (±.22)	.51 (±.11)	sPPQ (%)	.83 (±.33)	.66 (±.22)	sPPQ (%)	.80 (±.39)	.72 (±.37)
sAPQ (%)	3.79 (±.77)	3.38 (±.96)	sAPQ (%)	2.05 (±.61)	2.20 (±.42)	sAPQ (%)	2.71 (±.64)	2.69 (±.95)
FTRI^{**} (%)	.55 (±.18)	.25 (±.15)	FTRI[*] (%)	.46 (±.12)	.34 (±.08)	FTRI (%)	.54 (±.43)	.29 (±.14)
ATRI (%)	2.43 (±.74)	1.78 (±1.33)	ATRI (%)	1.35 (±.48)	2.74 (±1.80)	ATRI (%)	2.34 (±1.20)	1.97 (±1.26)
SPI^{***} (%)	29.39 (±12.80)	8.54 (±3.77)	SPI (%)	17.17 (±6.14)	12.36 (±8.48)	SPI (%)	78.55 (±22.97)	59.35 (±24.82)
NHR[*] (%)	.11 (±.00)	.12 (±.01)	NHR^{**} (%)	.12 (±.00)	.10 (±.02)	NHR (%)	.12 (±.04)	.12 (±.02)

¹ 개별적 단위는 ()에 표시하였고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

f_0 :fundamental frequency

jitt:jitter

shim:shimmer

v f_0 : f_0 variation

vAm:peak-amplitude variation

sPPQ:smoothed pitch perturbation quotient

sAPQ:smoothed amplitude perturbation quotient

FTRI: f_0 -tremor intensity index

ATRI:amplitude tremor intensity index

SPI:soft phonation index

NHR:noise-to-harmonics ratio

³ *유의수준은 $p<.05$

**유의수준은 $p<.01$

***유의수준은 $p<.001$

(2) 동일 성별에서 연령 증가에 따른 f_0 , jitter, shimmer, v_f , v_{Am} , sPPQ, sAPQ, FTRI, ATRI, SPI, NHR의 평균 및 표준편차

50, 60, 70대 남자 군의 연령 증가에 따른 음향음성 매개 변수의 평균과 표준편차는 표 9에 제시하였다. 연령이 증가함에 따라 남자 군은 /아/의 jitter, shimmer, v_f , v_{Am} , sPPQ, sAPQ, ATRI, SPI에서, /이/의 shimmer, v_f , FTRI에서, /우/의 shimmer, v_f , v_{Am} , sAPQ, SPI 및 NHR에서 통계적으로 의미 있는 평균의 차이를 보였다($p < .05$).

장·노년층 여자의 음성 매개 변수의 평균과 표준편차는 표 10에 제시하였다. 분석된 음성 매개 변수 중, /이/의 v_{Am} , FTRI, ATR에서 유의미한 평균의 변화가 있었다($p < .05$). 집단 간의 차이를 비교한 결과, v_{Am} 은 50대와 70대, 60대와 70대에서, FTRI은 50대와 70대에서, ATRI은 60대와 70대에서 평균의 증가가 있었다.

20대 남자와 여자의 음성 매개 변수의 평균과 표준편차는 표 11에 제시하였다. 장·노년층과 청년층 남자의 비교한 결과, /아/의 경우는 shimmer, v_f , v_{Am} , sPPQ, SPI, FTRI, ATRI에서, /이/의 경우는 shimmer, FTRI에서, /우/의 경우는 shimmer, v_f , v_{Am} , sAPQ, SPI에서 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). /아/의 shimmer, ATRI은 20대와 60대에서, v_f , sPPQ, SPI, FTRI은 20대와 70대에서, /이/의 shimmer은 20대와 60대서, FTRI은 20대와 50대, 그리고 20대와 70대에서, /우/의 shimmer, v_f , v_{Am} , sAPQ은 20대와 60대에서, SPI은 20대와 60대, 그리고 20대와 70대에서 평균의 증가를 보였다.

장·노년층과 청년층의 여자를 비교한 결과, /아/의 f_0 , jitter, FTRI, /이/의 f_0 , FTRI, ATRI, 그리고, /우/의 f_0 가 연령 증가에 따른 집단 간의 차이를 보였다($p < .05$). /아/의 f_0 는 20대와 50, 60, 70대에서, jitter는 20대와 70대에서, FTRI은 20대와 60대에서, /이/의 f_0 는 20대와 50, 60, 70대에서, FTRI, ATRI은 20대와 70대에서, /우/의 f_0 는 20대와 50, 60, 70대에서 노령화에 따른 평균의 증가가 있었다.

표 9. MPT 과제에서 50, 60, 70대 남자 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준 편차

매개 변수	연령	모음 /아/	매개 변수	연령	모음 /이/	매개 변수	연령	모음 /우/
f₀ (Hz)	50대	135.13 (±21.83)	f₀ (Hz)	50대	139.66 (±24.66)	f₀ (Hz)	50대	134.53 (±20.94)
	60대	142.23 (±26.28)		60대	150.89 (±23.03)		60대	141.70 (±15.64)
	70대	147.24 (±18.72)		70대	165.10 (±31.86)		70대	153.95 (±29.50)
jitt [*] (%)	50대	.37 (±.13)	jitt (%)	50대	.70 (±.40)	jitt (%)	50대	1.06 (±1.08)
	60대	.56 (±.23)		60대	.91 (±.47)		60대	1.14 (±.85)
	70대	.60 (±.23)		70대	1.07 (±.62)		70대	.56 (±.21)
shim [*] (%)	50대	2.01 (±.61)	shim [*] (%)	50대	1.25 (±.42)	shim [*] (%)	50대	4.51 (±4.51)
	60대	3.38 (±1.78)		60대	1.75 (±.46)		60대	6.25 (±4.12)
	70대	2.88 (±.89)		70대	1.29 (±.25)		70대	1.79 (±.94)
v_f ^{***} (%)	50대	.87 (±.26)	v_f [*] (%)	50대	1.15 (±.32)	v_f [*] (%)	50대	.93 (±.28)
	60대	1.05 (±.25)		60대	1.30 (±.30)		60대	1.68 (±.89)
	70대	1.47 (±.34)		70대	1.49 (±.32)		70대	1.07 (±.55)

표 9. (계속)

매개 변수	연령	모음 /아/	매개 변수	연령	모음 /이/	매개 변수	연령	모음 /우/
vAm* (%)	50대	4.96 (±1.23)	vAm (%)	50대	3.88 (±1.11)	vAm* (%)	50대	5.52 (±3.11)
	60대	6.46 (±1.40)		60대	4.14 (±.85)		60대	9.48 (±4.74)
	70대	5.89 (±1.16)		70대	4.50 (±.83)		70대	5.58 (±.99)
sPPQ** (%)	50대	.55 (±.14)	sPPQ (%)	50대	.71 (±.20)	sPPQ (%)	50대	.64 (±.20)
	60대	.71 (±.26)		60대	.78 (±.25)		60대	.61 (±.27)
	70대	.90 (±.22)		70대	.83 (±.33)		70대	.80 (±.39)
sAPQ* (%)	50대	3.01 (±.91)	sAPQ (%)	50대	1.90 (±.70)	sAPQ* (%)	50대	3.08 (±2.37)
	60대	3.96 (±1.21)		60대	2.25 (±.35)		60대	5.55 (±2.83)
	70대	3.79 (±.77)		70대	2.05 (±.61)		70대	2.71 (±.64)
FTRI (%)	50대	.36 (±.13)	FTRI** (%)	50대	.38 (±.15)	FTRI (%)	50대	.34 (±.25)
	60대	.45 (±.23)		60대	.25 (±.08)		60대	.47 (±.21)
	70대	.55 (±.18)		70대	.46 (±.12)		70대	.54 (±.43)

표 9. (계속)

매개 변수	연령	모음 /아/	매개 변수	연령	모음 /이/	매개 변수	연령	모음 /우/
ATRI* (%)	50대	1.37 (±.54)	ATRI (%)	50대	1.40 (±.43)	ATRI (%)	50대	1.94 (±1.07)
	60대	2.80 (±1.43)		60대	1.85 (±.39)		60대	3.10 (±2.36)
	70대	2.43 (±.74)		70대	1.35 (±.48)		70대	2.34 (±1.20)
SPI**	50대	17.49 (±6.66)	SPI	50대	12.83 (±4.73)	SPI**	50대	43.84 (±14.74)
	60대	18.37 (±7.57)		60대	13.56 (±5.91)		60대	70.69 (±20.77)
	70대	29.39 (±12.80)		70대	17.17 (±6.14)		70대	78.55 (±22.97)
NHR	50대	.12 (±.01)	NHR	50대	.11 (±.02)	NHR*	50대	.22 (±.11)
	60대	.12 (±.01)		60대	.10 (±.03)		60대	.19 (±.06)
	70대	.11 (±.00)		70대	.12 (±.00)		70대	.12 (±.04)

¹ 개별적 단위는 ()에 표시하였고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

f_0 :fundamental frequency

jitt:jitter

shim:shimmer

$v f_0$: f_0 variation

vAm:peak-amplitude variation

sPPQ:smoothed pitch perturbation quotient

sAPQ:smoothed amplitude perturbation quotient

FTRI: f_0 -tremor intensity index

ATRI:amplitude tremor intensity index

SPI:soft phonation index

NHR:noise-to-harmonics ratio

³ * 유의수준은 $p < .05$

**유의수준은 $p < .01$

*** 유의수준은 $p < .001$

표 10. MPT 과제에서 50, 60, 70대 여자 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준 편차

매개 변수	연령	모음 /아/	매개 변수	연령	모음 /이/	매개 변수	연령	모음 /우/
f₀ (Hz)	50대	220.99 (±8.82)	f₀ (Hz)	50대	222.17 (±16.26)	f₀ (Hz)	50대	215.94 (±34.12)
	60대	209.33 (±19.97)		60대	216.11 (±19.15)		60대	192.37 (±34.44)
	70대	201.52 (±22.01)		70대	213.04 (±23.46)		70대	196.75 (±30.04)
jitt (%)	50대	.54 (±.22)	jitt (%)	50대	.51 (±.25)	jitt (%)	50대	.98 (±.73)
	60대	.43 (±.16)		60대	.53 (±.24)		60대	1.21 (±.97)
	70대	.38 (±.20)		70대	.65 (±.39)		70대	.54 (±.28)
shim (%)	50대	2.54 (±.95)	shim (%)	50대	1.31 (±.38)	shim (%)	50대	2.07 (±.74)
	60대	2.37 (±.89)		60대	1.27 (±.48)		60대	4.12 (±7.01)
	70대	2.18 (±.79)		70대	1.48 (±.41)		70대	2.03 (±.98)
v_f (%)	50대	.87 (±.29)	v_f (%)	50대	.82 (±.23)	v_f (%)	50대	.98 (±.32)
	60대	.86 (±.25)		60대	2.37 (±5.59)		60대	4.21 (±9.47)
	70대	.89 (±.21)		70대	1.15 (±.34)		70대	1.25 (±.69)

표 10. (계속)

매개 변수	연령	모음 /아/	매개 변수	연령	모음 /이/	매개 변수	연령	모음 /우/
vAm (%)	50대	5.84 (±1.31)	vAm** (%)	50대	4.22 (±1.03)	vAm (%)	50대	6.96 (±3.00)
	60대	5.91 (±1.23)		60대	3.55 (±.97)		60대	8.41 (±6.45)
	70대	5.76 (±2.01)		70대	5.97 (±2.30)		70대	7.03 (±2.66)
sPPQ (%)	50대	.48 (±.14)	sPPQ (%)	50대	.46 (±.18)	sPPQ (%)	50대	.57 (±.26)
	60대	.51 (±.14)		60대	.63 (±.55)		60대	2.25 (±4.14)
	70대	.51 (±.11)		70대	.66 (±.22)		70대	.72 (±.37)
sAPQ (%)	50대	2.99 (±.80)	sAPQ (%)	50대	1.85 (±.56)	sAPQ (%)	50대	4.27 (±3.99)
	60대	2.88 (±.67)		60대	1.74 (±.48)		60대	4.63 (±5.37)
	70대	3.38 (±.96)		70대	2.20 (±.42)		70대	2.69 (±.95)
FTRI (%)	50대	.17 (±.05)	FTRI** (%)	50대	.15 (±.06)	FTRI (%)	50대	.41 (±.36)
	60대	.27 (±.07)		60대	.25 (±.10)		60대	.59 (±.80)
	70대	.25 (±.15)		70대	.34 (±.08)		70대	.29 (±.14)

표 10. (계속)

매개 변수	연령	모음 /아/	매개 변수	연령	모음 /이/	매개 변수	연령	모음 /우/
ATRI (%)	50대	1.67 (±.44)	ATRI* (%)	50대	1.65 (±.51)	ATRI (%)	50대	3.01 (±1.07)
	60대	2.24 (±1.16)		60대	1.48 (±.65)		60대	2.75 (±2.28)
	70대	1.78 (±1.33)		70대	2.74 (±1.80)		70대	1.97 (±1.26)
SPI	50대	9.75 (±4.69)	SPI	50대	11.62 (±5.57)	SPI	50대	64.86 (±8.92)
	60대	9.93 (±6.01)		60대	13.85 (±7.31)		60대	63.52 (±29.29)
	70대	8.54 (±3.77)		70대	12.36 (±8.48)		70대	59.35 (±24.82)
NHR	50대	.11 (±.00)	NHR	50대	.12 (±.02)	NHR	50대	.18 (±.09)
	60대	.11 (±.01)		60대	.11 (±.03)		60대	.24 (±.18)
	70대	.12 (±.01)		70대	.10 (±.02)		70대	.12 (±.02)

¹ 개별적 단위는 ()에 표시하였고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

f_0 :fundamental frequency

jitt:jitter

shim:shimmer

$v f_0$: f_0 variation

vAm:peak-amplitude variation

sPPQ:smoothed pitch perturbation quotient

sAPQ:smoothed amplitude perturbation quotient

FTRI: f_0 -tremor intensity index

ATRI:amplitude tremor intensity index

SPI:soft phonation index

NHR:noise-to-harmonics ratio

³ * 유의수준은 $p < .05$

**유의수준은 $p < .01$

*** 유의수준은 $p < .001$

표 11. MPT 과제에서 20대 성별 군의 음향음성 매개변수의 평균 및 표준편차

매개 변수	/아/		/이/		/우/	
	남자	여자	남자	여자	남자	여자
f₀ (Hz)	141.48 (±29.37)	252.96 (±19.74)	140.32 (±31.66)	253.43 (±19.19)	142.04 (±21.53)	253.83 (±21.54)
jitt (%)	.44 (±.29)	.71 (±.36)	.74 (±.43)	.85 (±.51)	.40 (±.13)	1.47 (±.56)
shim (%)	1.60 (±.56)	2.26 (±.68)	1.10 (±.15)	1.79 (±.72)	1.92 (±1.10)	2.96 (±2.33)
v_f (%)	.94 (±.25)	.93 (±.26)	1.11 (±.45)	.97 (±.39)	.83 (±.11)	1.33 (±.38)
vAm (%)	5.58 (±.97)	5.59 (±1.31)	4.14 (±.65)	4.47 (±1.41)	5.34 (±1.86)	4.96 (±1.15)
sPPQ (%)	.57 (±.15)	.55 (±.22)	.62 (±.25)	.57 (±.29)	.53 (±.15)	.90 (±.31)
sAPQ (%)	2.87 (±.82)	2.51 (±.49)	1.94 (±.28)	1.78 (±.48)	2.52 (±1.08)	2.75 (±1.86)
FTRI (%)	.23 (±.08)	.12 (±.05)	.19 (±.09)	.10 (±.01)	.29 (±.12)	.21 (±.11)
ATRI (%)	1.42 (±.40)	1.16 (±.31)	1.56 (±.73)	1.09 (±.60)	1.60 (±.55)	1.30 (±.82)
SPI	16.61 (±5.99)	9.33 (±4.86)	17.31 (±8.80)	9.61 (±6.55)	41.26 (19.54)	43.72 (±18.28)
NHR	.12 (±.01)	.11 (±.00)	.11 (±.02)	.10 (±.01)	.13 (±.04)	.11 (±.06)

¹ 개별적 단위는 ()에 표시하였고 그 값은 평균(±표준편차)로 나타냄.

² MPT:maximum phonation time

f_0 :fundamental frequency

jitt:jitter

shim:shimmer

$v f_0$: f_0 variation

vAm:peak-amplitude variation

sPPQ:smoothed pitch perturbation quotient

sAPQ:smoothed amplitude perturbation quotient

FTRI: f_0 -tremor intensity index

ATRI:amplitude tremor intensity index

SPI:soft phonation index

NHR:noise-to-harmonics ratio

IV. 고찰

본 연구는 연령 증가가 장·노년층의 음성에 미치는 영향을 알아보기 위한 목적으로 설계되었으며, 대상자를 신체건강, 생활습관, 전문가에 의한 선별검사, 신체 상태를 근거로 선정하여 가능한 집단 내 이질성을 통제하고자 하였다.

본 연구에서 장·노년층의 남, 녀 모두는 연령이 증가함에 따라 MPT가 감소하였으나, 이 중, 여자 집단의 /이/ 모음만이 통계적으로 유의미한 발성 길이의 감소를 보였다. 연령 증가에 따른 MPT의 감소 경향은 신체 구조의 변화와 기능의 저하가 폐활량에 반영된 것으로 고려되었으나, 이들 50, 60, 70대 집단 간에 유의미한 길이 차이를 보이지 않은 것은 유전, 생활태도, 식습관, 그리고 운동량 등이 노화의 속도에 차이를 가져온다는 Haberman(1972)¹⁹⁾의 주장과 일치하는 것으로, 건강 상태의 동질성으로 인한 결과로 생각된다. 비록, 본 연구에서는 제외되기는 하였으나 60대 이상의 노인층 중에는 대상자의 선정 기준에서 모두 정상으로 판정되었음에도 불구하고 10초 미만의 MPT를 보이는 경우가 있었다. 이를 고려한다면 10초 미만의 MPT를 병리적 소견으로 판단하는 임상 기준을 노년층의 평가 시에도 동일하게 적용하는 것에 대한 충분한 이해가 선행되어야 한다고 보여진다.

전체 MPT 중 가장 안정된 3초 구간만을 선택하여 음성을 분석한 결과에서 장·노년층 여자는 연속발화와 MPT 과제에서 동일 연령의 남자에 비해 높은 f_0 를 보였으나, 연령 증가에 따른 차이는 남, 녀 모두에서 관찰되지 않았다. 20대와의 비교에서 남자는 연령이 증가함에 f_0 가 다소 증가하는 양상을 보였으나 통계적으로 의미있는 차이는 없었으나, 장·노년층 여성은 청년층 여성에 비해 뚜렷한 f_0 의 감소가 나타났다. 이는 진성민 등(1997)⁵⁸⁾이 20-40대와 60대 이상의 건강한 남, 녀를 각각 20명씩 비교한 선행 연구와 일치하는 경향을 보였다. 남자에 비해 여자군에서 유의한 f_0 의 감소를 보인 것은 폐경기 이후 여성 호르몬의 변화가 장·노년층 여성의 f_0 변화에 중요한 영향을 미쳤음을 시사하는 것으로 고려된다.

본 연구는 /아/, /이/, /우/의 세 모음을 사용하여 모음 간의 음향음성 평균을 비교하였다. 50, 60, 70대 남성의 경우는 /아/, /이/, /우/ 모음 모두에서 연령증가

에 따른 매개변수의 평균에 변화가 있었지만 여성의 경우에는 /이/ 모음에서만 차이를 보였다. 남성의 경우는 특히 /우/ 모음의 연장 발생에서 마찰성 소음이 청지각적으로 뚜렷하게 지각되는 현상을 보였는데 이는 Linville(2002)²⁴⁾이 주장한 성문 폐쇄 접촉과의 관련성을 시사하는 것으로 보여진다. 남성은 연령이 증가할수록 성대 사이의 공간이 증가하는 양상을 보였다는 선행 연구를 고려해 볼 때 성문 접촉률의 저하가 마찰성 소음의 증가와 관련성을 가진다고 보여진다. 그러나, 발생 모음에 따른 성문 접촉률의 차이에 대한 선행연구가 부족한 실정임을 감안한다면 이에 대한 충분한 후속 연구 뒤 구체적인 논의가 필요하다고 하겠다.

장·노년층과 청년층의 남자는 /아/의 shimmer, v_f , vAm, sPPQ, SPI, FTRI, ATRI, /이/의 shimmer, FTRI 그리고 /우/의 shimmer, v_f , vAm, sAPQ, SPI에서, 여자는 /아/의 jitter, FTRI 그리고 /이/의 FTRI와 ATRI에서 연령 증가에 따른 평균의 증가를 보였다. 본 연구 결과에서 주파수 변이를 반영하는 jitter, sPPQ, v_f , 강도의 변이를 나타내는 shimmer, sAPQ, vAm, 음성의 떨림을 반영하는 FTRI와 ATRI, 그리고, 소음의 정도를 반영하는 SPI⁵⁷⁾의 유의미한 평균 변화는 /아/ 모음으로만 노년층과 청년층을 비교한 진성민 (1997)등⁵⁸⁾의 연구 결과와 부분적 일치점을 보여준다. 진성민 등의 연구는 노년층이 청년층 남자 군에 비해 jitter, shimmer, v_f 에서, 여자 군은 jitter, v_f , NHR에서 유의한 평균의 증가를 보고하였다. 본 연구 결과가 진성민 등의 연구와 다른 의미있는 음성 매개 변수를 제시하게 된 이유는 음성표본을 수집하는 방법, 분석에 사용한 표본 길이의 차이 등으로 인한 것으로 보여진다.

본 연구는 연령증가에 따른 신체적 변화뿐만 아니라 현재의 건강 상태를 함께 고려한 연구로서, 임상 현장에서 활용될 수 있는 음향음성 자료의 평균을 제시하였다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다. 그러나, 정상 장·노년층 인구를 대표하기에는 적은 수의 인원을 대상으로 하였으며, 서울과 경기 지역의 거주자로만 한정된 연구라는 점에서 그 제한점을 가지고 있다. 추후에 대상자의 수와 표집 지역을 확대한 후속 연구의 필요성이 요구된다.

V. 결 론

본 연구는 임상과 연구 현장에서 광범위하게 사용되고 있는 음성 분석기기인 MDVP™을 사용하여 건강한 한국인 50, 60, 70대 음성의 평균 수치를 알아보았다. 본 연구는 /아/, /이/, /우/의 MPT를 사용하였으며, MPT는 연령이 증가함에 따라 남자와 여자 집단 모두에서 점차 감소하는 경향을 보였다. /아/의 경우는 50, 60, 70대의 장·노년층 내의 비교에서 뿐만 아니라 장·노년층과 젊은 층과의 비교 모두에서 발성 길이의 차이를 보이지 않았다. 하지만, /이/와 /우/는 연령이 증가함에 따라 의미 있는 발성의 감소를 보여 /이/와 /우/가 연령 증가에 따른 발성 수행력의 차이를 반영하는 것으로 나타났다.

전체 MPT 가운데 가장 안정된 3초 구간만을 분석하여 얻은 50, 60, 70대의 음향음성 매개변수 중 남자는 /아/, /이/, /우/ 모음 모두에서 shimmer와 $v\hat{f}_0$ 가, 여자는 /이/ 모음의 vAm , FTRI 및 ATRI가 연령증가에 따른 평균의 차이를 보였다. 청년층과의 비교에서 장·노년층 남자는 /아/, /이/, /우/에서 shimmer의 증가를, 장·노년층 여자는 /아/, /이/, /우/에서 f_0 의 감소를 보였다.

본 연구는 건강한 장·노년층의 음성을 수집하여 비정상적 음성에 대한 판단과 그 이탈 정도를 변별할 수 있는 근거 자료를 제시하였다. 그러나, 본 연구가 제한된 지역의, 적은 수의 인원을 대상으로 도출된 결과임을 감안한다면 본 자료가 제시하고 있는 평균은 전체 장·노년층 인구를 대표하기에는 한계를 가진다고 할 수 있다. 그러나, 50대 이상을 대상으로 한 선행 연구가 부족한 실정임을 고려해본다면 본 연구의 제한점에도 불구하고 음성의 객관적 분석 시 참고 자료로 충분히 활용될 수 있을 것으로 평가되어진다.

참고 문헌

- 1) Leden HV. Speech and hearing problems in the geriatric patient. *J Am Geriatr Soc* 1977;25:422-426.
- 2) Stoicheff ML. Speaking fundamental frequency characteristics of no smoking female adults. *J Speech Res* 1981;24:437-441.
- 3) Muller PB, Sweeney RJ, Baribeau LJ. Acoustic and morphological study of the senescent voice. *Ear Nose Throat J* 1984;63:292-293
- 4) Higgins MB, Saxman JH. Comparison of selected phonatory behaviors of healthy aged and young adults. *J Speech Hear Res.* 1991;34:1000-1010.
- 5) Morris RJ, Brown WS Jr. Aged-related differences in speech intensity among adult females. *Folia Phoniatr Logop* 1994;46:64-69.
- 6) Hollien H, Dew D, Phillips P. Phonational frequency ranges of adults. *J Speech Hear Res* 1971;14:755-760.
- 7) Hollien H, Shipp T. Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. *J Speech Hear Res* 1972;15:155-159.
- 8) Ramig LA, Ringel R. Effects of physiological aging on selected acoustic characteristics of voice. *J Speech Hear Res* 1983;26:22-30.
- 9) Honjo I, Isshiki N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. *Arch Otolaryngeal* 1980;106:149-150.
- 10) 홍기환, 김현기, 정경수, 윤희완, 김성완. 연령에 따른 정상인의 후두 위치 및 발화 기저주파수의 변화에 대한 연구. *대한음성언어의학회지* 1998;9:79-85.
- 11) Saxman J, Burk K. Speaking fundamental frequency characteristics of middle-aged females. *Folia phoniatr* 1967;19:167-172.
- 12) Mysak E. Pitch and duration characteristics of males voices. *J Speech Hear Res* 1959;2:46-54.
- 13) Krook MIP. Speaking fundamental frequency characteristics of normal

- Swedish subjects obtained by glottal frequency analysis. *Folia Phoniatr* 1988;40:82-90.
- 14) Ptacek P, Sander E, Maloney W, Jackson C. Phonatory and related changes with advanced age. *J Speech Hear Res* 1966;9:353-360.
 - 15) Morris R, Brown W. Age-related voice measures among women. *J Voice* 1987;1:38-43.
 - 16) Biever D, Bless D. Vibratory characteristics of the vocal folds in young adult and geriatric women. *J Voice* 1989;3:120-131.
 - 17) Ryan W. Acoustic aspects of the aging voice. *J Gerontol* 1972;27:265-268.
 - 18) Terracol J, Azemar R. La senescence de la voix. Paris: Societe Franc, Phoniatrie 1949. (abstract)
 - 19) Haberman G. Functional aspects of the aging larynx. *HNO*(Berlin, Germany) 1972;20:121-124.
 - 20) Bourliere F. The assessment of biological age in man. Geneva: World Health Organization 1970.
 - 21) Woodruff DS, Birren JE. Aging-Scientific perspectives and social Issues. New York: Van Nostrand 1975.
 - 22) Morrison MD, Gore-hickman P. Voice disorders in the elderly. *J Otolaryngol* 1986;15:231-234.
 - 23) Linville SE. Source characteristics of aged voice assessment from long-term average spectra. *J voice* 2002;16:472-479.
 - 24) Linville SE. *Vocal Aging*. San Diego, Calif: Singular Publishing Group 2001.
 - 25) Bless D, Biever D, Shhaik A. Comparisons of vibratory characteristics of young adult males and females. In:Hibi J, Hirano M, Bless D, eds. *Proceedings of the International Conference on Voice* 1986. Kurume, Japan:46-54.
 - 26) Honjo I, Isshiki N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons.

- Arch Otolaryngol 1980;106:149-150.
- 27) Linville SE. Glottal gap configurations in two age groups of women. *J Speech Hear Res* 1992;35:1209-1215.
 - 28) Peppard R, Bless D, Milenkovic P. Comparison of young adult singers and nonsingers with vocal nodules. *J Voice* 1988;2:250-260.
 - 29) Södersten M, Lindestad P. Glottal closure and perceived breathiness during phonation in normally speaking subjects. *J Speech Hear Res* 1990;33:601-611.
 - 30) Omori K, Slavitt D, Matos C, Kojima H, Kacker A, Blaugrund S. Vocal fold atrophy: quantitative glottic measurement and vocal function. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997;106:544-551.
 - 31) Rammage L, Peppard R, Bless D. Aerodynamic, laryngoscopic and perceptual-acoustic characteristics in dysphonic females with posterior glottal chinks: a retrospective study. *J Voice* 1992;6:64-78.
 - 32) Omori K, Slavitt D, Kacker A, Blaugrund S. Influence of size and etiology of glottal gap in glottic incompetence dysphonia. *Laryngoscope* 1998;108:514-518.
 - 33) Murry T, Xu J, Woodson G. Glottal configuration associated with fundamental frequency and vocal register. *J Voice* 1998;12:44-49.
 - 34) Pausewang GM, Bultemeyer D. Evaluation of vocal fold vibratory patterns in normal voices. *J Voice* 1990;4:335-345.
 - 35) Hartman D. The perceptual identity and characteristics of aging in normal male adult speakers. *J Commun Disorder* 1979;12:53-61.
 - 36) Hartman D, Danhauer J. Perceptual features of speech for males in four perceived age decades. *J Acoust Soc Am* 1976;59:713-715.
 - 37) Ptacek P, Sander E. Age recognition from voice. *J Speech Hear Res* 1966;9:273-277.
 - 38) Ryan W, Burk K. Perceptual and acoustic correlates in the speech of males. *J Commun Disorder* 1974;7:181-192.

- 39) Hollien H, Jackson B. Normative data on the speaking fundamental frequency characteristics of young adult males. *J of phonetics* 1973;1:117-120.
- 40) Linville SE, Fisher H. Acoustic characteristics of perceived versus actual vocal age in controlled phonation by adult female. *J Acoust Soc Am* 1985;78:40-48.
- 41) Orlikoff R. The relationship of age and cardiovascular health to certain acoustic characteristics of male voices. *J Speech Hear Res* 1990;33:450-457.
- 42) Ramig L. Effects of physiological aging on vowel spectral noise. *J Gerontol* 1983;38:223-225.
- 43) Parsa, V., Ingrisano, D., Blair, WB. The influence of recording systems on jitter and shimmer estimates. *Am J Speech Lang Pathol* 1996;5:86-90.
- 44) Campisi, P., Tewfik, TL., Manoukian, JJ., Schloss, MD., Pelland-Blais, E., Sadeghi, N. Computer-assisted voice analysis: Establishing a pediatric database. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;128:156-160.
- 45) Gonzalez, J., Cervera, T., Miralles, JL. Acoustic voice analysis: Reliability of a set of multi-dimensional parameter (Spanish) 2002. *Acta Otorrhinolaryngologica Espanola* 2002;53:256-268.
- 46) Van Lierde, K., Moerman, M., Van Cauwenberge, P. Comment on the results of voice analysis. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1996;50:345-351.
- 47) Xue, SA., Deliyski, D. Effects of aging on selected voice parameters: Preliminary normative data and educational implications. *Educ Gerontol* 2001;27:159-168.
- 48) Xue, SA., Fucci, D. Effects of race and sex on acoustic features of voice analysis. *Percept Mot Skills* 2000;91:951-958.
- 49) Putzer, M. Multiparametric description of voice quality for normal male and female voices(German). *Folia Phoniatr Logop* 2001;53:73-84.
- 50) Wendahl RW. Laryngeal analog synthesis of jitter and shimmer auditory

- parameters of harshness. *Folia phoniatr* 1966;18:98-108.
- 51) Kent RD., Vorperian HK., Duffy JR. Reliability of the Multi-Dimensional Voice Program for the analysis of voice samples of subjects with dysarthria. *Am J Speech Lang Pathol* 1999;8:129-136.
- 52) 조중현, 양웅석. 건강검진을 위해 내원한 한국건강성인의 인체계측치. *대한내과학회지* 1999;56:560-568.
- 53) 정찬희, 박정식, 이원영, 김선우. 한국 성인에서 흡연, 음주, 운동, 교육 정도 및 가족력이 대사증후군에 미치는 영향. *대한내과* 2002;63:649-659.
- 54) 김향희, 나덕렬. 한국판 보스톤 이름대기 검사(Korean version Boston Naming Test, K-BNT). 학지사 1997.
- 55) Swashima M. Measurements of the phonation time. *Japanese Journal of Logopedics and Phoniatics* 1966;7:23-29.
- 56) Bless DM, Hirano M. Verbal instruction: A critical variable in obtaining optimal performance for maximum phonation time. Paper presented at the Annual Convention of the American Speech-Language-Hearing Association 1982.
- 57) Kent RD, Vorperian HK, Kent JF, Duffy JR. Voice dysfunction in dysarthria: Application of the Multi-Dimensional Voice ProgramTM. *J Commun Disord* 2003;36:281-30.
- 58) 진성민, 권기환, 강현국. 연령증가에 따른 정상 노인의 음향학적 특징. *대한음성언어의학회지* 1997;8:44-48.

부록 1

면담지

작성일시: 2004년 월 일 시

성명: (남/ 여)

생년월일 : 년 월 일(만 세 개월)

1. 배경정보

1) 출생지:

2) 학력:

3) 전(현)직업:

4) 신장: cm

(평균 신장; 45-54세: 남자: 163.0-175.0cm, 여자: 149-162cm

55-64세: 남자: 160.0-173.0cm, 여자: 148-160cm

65-84세: 남자: 158.0-172.0cm, 여자: 145-161cm)

5) 몸무게: kg

(평균 체중; 45-54세: 남자: 53.0-76.0kg, 여자: 48.0-62.0kg

55-64세: 남자: 54.0-74.0kg, 여자: 46.0-62.0kg

65-84세: 남자: 48.0-72.0kg 여자: 44.0-58.0kg)

2. 신체건강

1) 청력에 이상이 있나요? 아니요/예

2) 현재 호르몬제와 같은 약물을 복용 중 인가요? 아니요/예

3) 갑상선 질환의 병력이 있나요? 아니요/예

4) 위통, 신트림 등과 같은 위식도 역류질환이 있나요? 아니요/예

5) 심장 질환으로 인해 수술을 받은 경험이 있나요? 아니요/예

6) 천식과 같은 호흡기 관련 질환이 있나요? 아니요/예

7) 사지 중 특정 부위에 떨림 또는 약화 증상이 있나요? 아니요/예

8) 목 부위의 질환으로 인해 수술을 받은 경험이 있나요? 아니요/예

9) 월경이 있나요? 아니요/예

3. 말

- 1) 평상 시에 자신의 말이 다른 사람과 다르다고 느끼나요? 아니요/예
- 2) 이전에 노래, 연극, 웅변, 언어치료 등과 관련된 지도를 받은 경험이 있나요?
아니요/예
- 3) 지금의 목소리가 평상 시와 같나요? 아니요/예

4. 생활습관

- 1) 흡연을 하나요? 아니요

- 예
- ① 1년 10갑 미만
 - ② 1년 10-20갑
 - ③ 1년 20갑 이상

- 2) 술을 마시나요? 아니요

- 예
- ① 1주일에 200g 미만을 마심,
 - ② 1주일에 200-400g을 마심
 - ③ 1주일에 400g 이상 마심

(환산단위; 1L 맥주: 40g, 1L 소주: 250g, 1L 양주: 400g, 1L 와인: 120g)

- 3) 운동을 규칙적으로 하나요? 아니요

- 예
- ① 주 1-5회
 - ② 주 5회 이상

5. 전문가에 의한 선별 검사

- 1) 인지 선별 검사: K-MMSE(/ 30)
- 2) 순음 청력 선별 검사: 정상/비정상(dB)
- 3) 후두내시경 또는 스트로보스코피 검사: 정상/비정상(형태:)
- 4) 청지각적 음성 선별 검사: 정상/비정상(형태:)

6. 신체 상태 평가

- 1) 혈압: 수축기 혈압; mmHg
 확장기 혈압; mmHg
- 2) 비만도:
- 3) 모음최대발성시간: 초

부록 2

Multi-Dimensional Voice Program의 주요 매개변수

매개변수(parameter)	약자 (symbol)
주파수 매개변수(f_0 parameters)	
average fundamental frequency	f_0
standard deviation of f_0	STD
highest fundamental frequency	FHI
lowest fundamental frequency	FLO
phonation f_0 -range in semi-tones	PFR
주파수변동 매개변수(frequency perturbation parameters)	
absolute jitter	jita
jitter percent	jitter
relative average perturbation	RAP
pitch perturbation quotient	PPQ
smoothed pitch perturbation quotients	sPPQ
fundamental frequency variation	$v f_0$
강도 매개변수(ampulitude parameters)	
shimmer in dB	shdB
shimmer percent	shimmer
amplitude perturbation quotient	APQ
smoothed ampulitude perturbation quotient	sAPQ
peak-to-peak amplitude variation	vAm
음성불규칙 매개변수(voice irregularity parameters)	
degree of voiceless	DUV
number of voice breaks	NUV
떨림 매개변수(tremor parameters)	
f_0 -tremor intensity index	FTRI
ampulitude tremor intensity index	ATRI
amplitude tremor frequency	FATR
음성 깨어짐 관련 변수(voice break related parameters)	
degree of voice breaks	DVB
number of unvoiced segments	NUV

(표 계속)

	약자 (symbol)
매개변수(parameter)	
배음분석 매개변수(subharmonic analysis parameters)	
degree of sub-harmonics	DSH
number of sub-harmonic segments	NSH
소음 매개변수(noise parameters)	
noise to harmonic ratio	NHR
voice turbulence index	VTI
soft phonation index	SPI

Abstract

Acoustic characteristics of normal healthy Koreans with advancing age

Sun Woo Kim

Graduate Program in Speech Pathology, Yonsei University

(Directed by Professor Hong Sik Choi)

The purpose of this study was to increase the current understanding of the acoustic characteristics of voices with advancing age. The relationship between age-related changes in body physiology and certain acoustic characteristics of voice was studied in a sample of 80 men representing four chronological age groupings(20-29, 50-59, 60-69, 70-79) who were all of good physical condition. Each subject was asked to phonate the vowel /a/, /i/, and /u/ for as long as possible at comfortable frequency and intensity level and read the sentence. A promising voice analysis program(Multi-dimensional voice program™) was used to measure the fundamental frequency(f_0), jitter, shimmer, f_0 variation, peak-amplitude variation, smoothed pitch perturbation quotient, smoothed amplitude perturbation quotient, soft phonation index, f_0 -tremor intensity index, amplitude tremor intensity index, and noise-to-harmonics ratio from the samples. The results were as follows:

1. Subjects over 50 years old produced a maximum duration of vowel phonation that was significantly shorter than that achieved by the subjects in their 20. The phonation time was decreased gradually with advancing age.

2. The f_0 increased in the elderly men statistically insignificant, and decreased significantly in the women.
3. Significantly higher shimmer, and f_0 variation were measured in /a/, /i/, and /u/ productions by elderly male subjects.
4. Significantly higher peak-amplitude variation, f_0 -tremor intensity index, and amplitude tremor intensity index were measured in /i/ productions by elderly female subjects.

While chronological aging is undoubtedly a contributor to the acoustic characteristics of voice demonstrated here, these results suggest that physiological aging must also be considered.

Key words: multi-dimensional voice programTM, fundamental frequency(f_0), shimmer, f_0 variation, peak-amplitude variation, f_0 -tremor intensity index, amplitude tremor intensity index