

운율 변조 양상에 따른 청자의 연령 지각 Listener's Age Estimation by Prosody Manipulation

김지연¹⁾ · 성철재²⁾

Kim, Jiyoun · Seong, Cheoljae

ABSTRACT

The normal aging process on speech production and these changes are perceived by listeners. This study examined whether age perception changed under various conditions of prosodic manipulations in normal listeners, comparing the prosodic changes according to age and sex in adulthood. The older and younger voices were resynthesized by manipulation of the speaking rate and pitch to shift the perceived age of the groups toward each other. Two-way repeated ANOVA were conducted to determine if the prosodic type of resynthesized cue resulted in a significant shift in perceived age of young and old voices. The manipulation of the speaking rate resulted in a significant shift in perceived age for the older and younger groups. A significant shift in age estimates was not observed for the younger male group when pitch was manipulated. There were significant gender-by-age group interactions for prosodic manipulation type. Age-related changes in the prosodic properties of speech may ultimately influence speech perception.

Keywords: vocal aging, prosody, perception, pitch

1. 서론

구어 의사소통 과정에서 청자는 화자의 음성을 통해 여러 가지 특징적인 요소들을 기억하게 되며 화자와 음성 특징을 연결시킬 수 있게 된다. 음성의 억양, 강도, 음도, 지속시간(duration) 등을 포함하는 운율(prosody)도 음성 특징을 결정짓는 중요한 역할을 하게 되는데, 연령에 따라 성장과정이나 노화과정에서 신체적 변화와 함께 조금씩 변화한다(Dilley et al, 2013). 정상적인 노화로 인해 음성의 운율적인 특성이 달라지게 되고 이러한 변화는 청자의 지각(perception)에도 영향을 미쳐 음성만으로 청자가 화자의 연령을 인식할 수 있게 된다.

성인기에 접어들면서 시작되는 신체의 노화는 해부생리학적 변화를 일으키고 이는 호흡계와 발성계에 영향을 미치게 된다. 연령 증가로 인해 운동 통제의 정확성이 줄어들고 청각적 피드백이 감소하면서 말 산출 기체에 변화가 일어나고, 인

지 언어적 기능도 떨어지는 변화를 겪는다(Torre & Barlow, 2009). 또한 후두 구조의 변화와 성대 조직의 형태학적 변화를 가져오며(김선해 & 고도홍, 2008), 인지 처리 과정이 느려지고 조음에 관련된 신경근육들이 노화되면서 조음 기관 움직임의 속도나 정확성이 저하된다. 이는 노년층 발화의 조음이 부정확해지고 발화속도가 느려지는 것을 초래하여 노년층 음성이 청년층과 구별될 수 있게 한다.

노년층 발화는 음향학적 특성 변화와 시간적 측면(temporal aspect)의 특성 변화로 나누어 설명할 수 있다. 먼저 음향학적 특성에서 기본주파수를 이용하여 음도를 비교한 연구들이 많다. 기본주파수는 화자의 성별이나 연령을 잘 반영하는 음성 매개변수라고 볼 수 있다. 이효진 & 김수진(2006)의 연구에 의하면 청년층인 20대 남성에 비해 노년층 70대 남성이 높은 기본주파수를 보였으며 여성의 경우, 노년층이 청년층보다 낮은 기본주파수를 보인다고 하였다. 노년 남성은 노화에 의해 음도가 상승하고 여성은 하강하는 경향을 보이며, 노년층 기본주파수 편차가 청년층에 비해 더 크다고 하였다. 또한 여성은 남성에 비해 청년층과 노년층의 연령에 따른 기본주파수의 차이가 크게 나타난다고 보고하였다.

연령에 따른 음향음성학적 특징을 비교한 연구들에 따르면

1) 충남대학교, bluejiyoun@hotmail.com

2) 충남대학교, cjscong49@gmail.com 교신저자

접수일자: 2014년 5월 16일

수정일자: 2014년 6월 9일

게재결정: 2014년 6월 10일

음도뿐 아니라 노년층은 청년층에 비해 음성의 강도가 저하되며(김선우 외 2010에서 재인용), 음질에서도 연령별 차이를 나타낸다고 보고하고 있다. 음질을 측정하는 음향음성학적 지표로는 주로 물리적 동요(perturbation) 정도를 측정하는 jitter, shimmer, NHR 등을 사용한다. 연령에 따른 음질 변화의 경우, NHR 값에서 노년층이 청년층에 비해 더 높게 보인다는 일치된 연구 결과들을 보였다. 노년층의 경우, 연령이 증가할수록 NHR 값에서 소음 비율이 커지며 남성은 연령이 증가할수록 음도 변이가 줄고 여성은 남성보다 음도 변이가 크다고 하였다(이효진 & 김수진, 2006). 다른 연구에서는 음도 변이를 나타내는 jitter 값은 연령이 증가함에 따라 남성에서만 수치가 증가하는 경향을 나타낸다고 하였다(Torre & Barlow, 2009). 후두와 성대의 구조 및 호르몬 변화 차이로 노화 과정은 남녀 성별에서 차이가 있으며 이는 말산출에도 영향을 미친다고 할 수 있다.

연령이 증가하면서 발화속도와 같은 시간적 측면(temporal aspect) 역시 차이를 보인다. Raming(1983)은 청년층(25-35세), 중년층(45-55세), 노년층(65-75세)의 말속도와 읽기 속도를 비교하였는데 노년층이 청년층보다 말속도와 읽기 속도가 모두 느렸다고 보고하였다. Duchin & Mysak(1987)도 정상 성인을 연령에 따라 세 그룹으로 나누어 말속도를 측정된 결과 읽기 속도와 말속도에서 노년층이 청년층에 비해 말속도가 느리다고 하였다.

Harnsberger et al.(2008)의 연구에서도 읽기 과제시 노년층 남성이 청년층보다 문장, 낱말, 음절 수준에서 각각 58%, 32%, 23% 정도로 산출 시간이 더 많이 소요된다고 하였다. 또한 이 연구에서는 기본주파수 평균도 남성 노년층이 청년층에 비해 35% 높다고 하였다.

운율적 요소를 포함하는 음향학적 특성들은 청자들의 음성 지각에 영향을 주게 된다. 연령에 따라 음성의 음향학적인 특성들은 변화하며, 이는 음성에 대한 청자들의 연령 지각에도 영향을 미칠 것이다. Ryan & Burke(1974)는 노년층에서 말속도 감소, 음성 떨림이나 부정확한 조음과 같은 특징을 보이므로 청자들은 이러한 특징들에 기초하여 청년층과 노년층의 발화를 구별할 수 있다고 하였다(Gorham-Rowa & Laures-Gore, 2006에서 재인용). 다른 연구들에서도 말속도와 조음 측면에서 청년층과 노년층의 음성을 구별할 수 있다고 보고하였다(Duchin, 1987 재인용).

말산출 측면에서 정상 성인의 운율 특성에 대한 연구는 말장에 특징을 정의할 수 있는 기준을 제공해준다. 정상 성인에 대한 음성 연구로 청년층에 대한 음성 분석의 평균치를 제공하고 있지만 노년층에 대한 음향학적인 특성 연구는 이제 시작 단계라고 할 수 있다. 기존의 연구들은 대부분 음향학적 말산출 측면에서 운율이 연령에 따라 변화한다는 것에 초점을 맞추어서 보고하였다. 연령에 따른 말산출의 변화를 청자의

지각적인 측면과 연결하여 연구한 논문들은 그다지 많지 않다.

본 연구에서는 연령 증가에 따라 산출되는 발화가 음향학적 특징을 달리한다는 연구 결과들을 중심으로, 연구들마다 일치된 결과들을 보이고 있는 말속도와 음도 측면에서 연령에 따른 변화를 살펴보고자 한다. 기존의 연구들이 산출의 측면에서 화자 발화의 음향학적인 특성들을 비교했다면 이 연구에서는 지각적 측면에서 청자들이 느끼는 음성의 연령 차이를 비교해보고자 한다. 구체적으로 음도와 지속시간에서의 변화에 주목하여, 말속도와 음도의 측면에서 연령에 따른 차이를 제거했을 때 청자들의 연령 지각에 차이를 보이는지 연구해보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

본 연구의 발화 대상자는 서울 경기와 충남 지역에 거주하고 있는 청년(25~34세), 노년(65세 이상)의 성인 24명을 대상으로 하였다. 각 연령 군에 속하는 대상자 수는 12명이었으며, 남녀의 성비는 동일하였다. 청력 문제가 있거나 문장 읽기가 불가능한 경우 대상자에서 제외되었다.

청자는 30명의 정상 청력을 가진 성인으로 하였다. 청자들은 모두 대전 지역 대학의 학생들로 구성되었고 자발적으로 실험에 참여하였다. 청자는 한국어를 모국어로 하고 병리적인 말·언어문제가 없었다.

2.2 연구 절차

2.2.1 말자료 수집

녹음은 소음이 적은 조용한 공간에서 LOTTE Linear PCM Voice Recorder LVR-533을 사용하였다(44,100Hz sampling rate, 16 bit quantization). 발화 대상자의 입과 마이크의 거리는 약 10~15cm로 유지하여 녹음을 실시하였다. 문장의 시작은 모음이나 비음으로 하고 문장의 끝은 모음으로 하여 음향적으로 문장의 시작과 끝을 명확하게 알 수 있도록 하였다. 말자료인 문장은 ‘아름다운 민아는 얼굴도 예뻐요’와 ‘낙엽이 떨어지는 가을길을 걸어요.’를 사용하였다. 2개의 문장을 발화 대상자들에게 평소와 다름없이 편안한 태도로 읽도록 하였다. 3회 반복해서 읽게 하였고 오류가 없고 가장 자연스러운 1회분을 택하여 분석하였다.

2.2.2 청취자료 제작

녹음자료는 Praat(version 5.3.60, Netherlands)을 이용하여 문장마다 속도와 음도를 측정하였다. 각 대상자의 발화속도와 기본주파수를 구해서 청년층과 노년층의 평균을 산출하였다. 기본주파수는, 남성의 경우 pitchFloor와 pitchCeiling의 값을

각각 75Hz, 300Hz로, 여성의 경우는 120Hz, 600Hz로 설정하였다. frame duration은 남성의 경우 10ms, 여성의 경우 6.25ms로 자동설정되어서 계산되며 음도를 구하는 알고리즘은 자동상관(Pitch(ac)) 방식을 사용하였다. 청년층 문장 평균 읽기 속도는 2.42초(±0.51)이고, 노년층은 3.22초(±0.72)로 청년층의 약 1.3배 느린 속도를 나타냈다. 청년층과 노년층 남성의 기본주파수 평균은 각각 109.8Hz(±6.4), 126.9Hz(±20.8)로 연령에 따른 기본주파수 차이는 17.1Hz이었다. 여성은 청년층 기본주파수 평균은 211.3Hz(±13.2), 노년층은 183.4Hz(±33.7)로 25.1Hz의 차이를 보였다. 이러한 차이를 바탕으로 Praat script를 이용하여 말속도와 음도를 변조(manipulation)하였다. 청년층은 노년층의 평균 속도를 기준으로 각 대상자 문장 말속도의 1.3배로, 노년층은 청년층의 평균 속도를 기준으로 하여 각 대상자의 문장 말속도의 0.7배로 변조하였다. 음도는 성별에 따른 차이를 고려하여 남성과 여성의 변조 정도를 달리하였다. 연령에 따른 평균차를 고려하여 남성은 5q-tone, 여성은 4q-tone을 변화시켰다. 즉 청년층 남성은 5q-tone을 올리고 노년층 남성은 5q-tone을 내렸으며, 청년층 여성은 4q-tone을 내리고 노년층 여성은 4q-tone을 올렸다. <표 1>에서 각 집단별 기본주파수 평균과 q-tone 이용하여 변조한 평균을 비교하여 제시하였다.

표 1. q-tone을 이용한 음도 변조 전후 평균
table 1. Fundamental frequency mean before and after manipulation by q-tone

	청년층		노년층	
	변조 전	변조 후	변조 전	변조 후
남	109.8	126.9	126.9	107.2
녀	210.2	185.4	183.4	206.9

q-tone(quarter-tone)은 12평균율(semi-tone)을 두 배로 더 잘게 쪼갠 단위를 말하며, 성조나 억양 등 말소리 신호 주파수 대역에서 지각 변별력이 뛰어난 것으로 보고되고 있다(오순영 외, 2011제인용). 일례로 5q-tone 변화된 목표주파수를 계산하는 방법은 다음의 수식 (1)을 이용한다. x는 목표 기본주파수 대비 5q-tone 증가된 주파수를, input은 입력 주파수를 의미한다.

$$(1) x = input * 2^{\frac{5}{24}}$$

2.2.3 평가 과정

실험은 조용한 강의실에서 이루어졌다. Praat에서 제공하는 청지각 실험용 스크립트인 ExperimentMFC를 이용하여 실험용 플랫폼을 구성하였다. 피험자는 2개의 멀티미디어 스피커

(Britz-BR3100S)를 통해 실험 자극을 들었으며 스피커로부터의 거리는 약 2-3m이었다. 실험 전에 실험 자극 외의 샘플을 들려주고 재생 강도가 적절하지 확인하였다. 실험 방법과 설문지 작성에 대한 간단한 설명을 해준 다음 실험 자극을 듣고 설문지에 답하도록 하였다.

본 실험의 과제는 난이도가 낮고 단순한 작업의 반복이기 때문에 48개의 음성 파일을 한 구획으로 편성하였고 실험에 필요한 자극은 4개의 구획, 총 192개 음성 파일로 이루어졌다. 그 앞뒤로 짧은 구획 하나씩을 추가하여 16개의 음성 파일을 삽입하여 총 6개의 구획으로 구성하였다. 시작 구획 1개는 피험자들이 연습 과제로 사용하고 마지막 구획은 피로감을 덜 수 있도록 하기 위함이었다. 전체 실험 자극은 두 번 제시되었고 과제 수행에 소요되는 시간은 30분 내외로 하였다. 피험자가 음성의 순번과 설문지 번호 연결을 혼동할 것을 염려하여 24개의 음성 파일마다 실험자가 번호를 불러주어 피험자가 확인할 수 있게 하였다.

설문지는 총 224개의 문항으로 구성되며 구획별로 나누었고 한 구획 내의 48개 문항을 피험자가 구별하기 쉽도록 12개씩 총 4개의 표로 구성하였다. 문항은 동일하게 7개의 척도를 번호로 체크하도록 하였으며 각 번호에는 연령을 적어 놓았다. 1번은 25세 이하, 2번은 25~34세, 3번은 35~44세, 4번은 45~54세, 5번은 55~64세, 6번은 65~74세, 7번은 75세 이상으로 하였다.

2.2.4 통계 분석방법

SPSS 통계 프로그램(ver.21)을 이용하여 통계분석을 실시하였다. 실험자극에 대한 운율 변조 유형에 따른 청자의 연령 지각 척도 반응을 연령과 성별에 따라 다르게 나타나는지 알아보기 위하여 반복측정 이원분산분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 실시하였다. 운율 변조 유형에 따른 개체 내 효과(within-subjects effect)와 성별과 연령에 따른 개체간 효과(between-subjects effect)를 검정하였다. 또한 청자의 연령 반응에 대한 운율 변조 유형, 연령, 성별의 상호작용 효과가 나타나는지 보기 위해 삼원분산분석(three-way ANOVA)을 실시하였다. 운율 변조 유형과 연령, 운율 변조 유형과 성별의 상호작용 효과가 있을시 일원분산분석(one way ANOVA)을 통한 사후검정을 실시하였다. 사후 검정시 다중비교(multiple comparison)로 인해 나타나는 1종 오류의 증가를 조절하기 위하여, Bonferroni alpha correction을 적용하여 결과를 해석하였다.

3. 결과

운율 변조 유형에 따른 청자의 연령 지각 척도 평균을 <표 2>에서 제시하였다. 청자들은 실험 자극의 성별과 연령에 따

라 화자의 연령을 다르게 지각하였다. 우선 원발화에 대한 연령 지각을 보면, 청년층 여성은 원발화에서 연령에 비해 더 낮게 지각되었고, 청년층 남성과 노년층은 연령과 비슷한 수준으로 지각되었다. 운율 변조 유형에 따른 연령 지각 변화를 살펴보면, 청년 남성의 경우 속도 변조 시료는 원발화에 비해 연령이 높게 지각되었으나 음도 변조 시료와 속도와 음도를 모두 변조한 시료에서는 오히려 연령이 낮게 지각되었다. 청년 여성 음성에 대해서는 변조 유형 모두 원발화에 비해 연령이 높게 지각되었는데, 속도와 음도를 모두 변조하였을 때 연령이 가장 높게 지각되었고 다음은 음도 변조 시료, 속도 변조 시료 순이었다. 노년 남성의 경우 청자들은 변조 유형 모두를 원발화에 비해 낮은 연령으로 지각하였다. 노년 여성의 경우 속도 변조 시료와 속도와 음도를 모두 변조한 시료에서는 원발화에 비해 연령이 낮게 지각되었으나 음도 변조 시료는 오히려 연령이 높게 지각되었다.

표 2. 운율 변조 유형에 따른 연령별 청자의 연령 지각 척도 평균
table 2. Mean of listener's age estimation with respect to the prosodic manipulation type

	청년			노년		
	남	여	계	남	여	계
원발화	2.12	1.86	1.99	5.43	5.76	5.59
속도변조	2.3	2.07	2.19	4.94	5.23	5.09
음도변조	1.94	2.4	2.18	5.39	5.82	5.60
속도+음도변조	2.02	2.48	2.25	5.07	5.57	5.32

(연령 지각척도 1: 25세 이하, 2: 25~34세, 3: 35~44세, 4: 45~54세, 5: 55~64세, 6: 65~75세 7: 75세 이상)

<그림 2>와 같이 청자들은 청년층의 원발화보다 음도를 변조한 시료, 속도를 변조한 시료, 속도와 음도를 모두 변조한 시료의 순으로 연령을 점차 높게 지각하였다. 노년층의 경우에는 음도 변조만 이루어진 시료는 청자들이 오히려 원발화에 비해 연령을 더 높게 지각하였다. 속도만 변조한 시료, 속도와 음도를 모두 변조한 시료에 대해서는 원발화보다 연령을 낮게 지각하였는데, 속도 변조만 이루어진 시료에 대해서 속도와 음도를 모두 변조한 시료보다 약간 더 낮게 지각하였다.

정상 성인 청년층과 노년층의 발화 속도와 음도를 변조한 운율 유형에 대한 청자의 반응을 화자의 연령, 성별에 따라 반복측정 이원분산분석(two-way ANOVA with repeated measure)을 실시하였다. 분산분석을 실시한 결과는 <표 2>에서 제시하였다. Mauchly's test 결과, 운율 변조 유형의 구형성 가정이 위배되어(Mauchly's $W = .982$, $X^2 = 26.023$, $F = 5$),

Greenhouse-Geisser 교정법에 따른 수정된 자유도를 사용하였다.

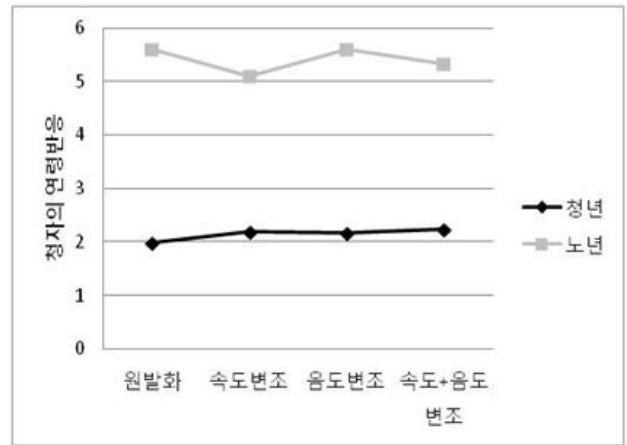


그림 2. 운율 변조 유형에 따른 청자의 연령 지각 변화 (연령 지각척도 1: 25세 이하, 2: 25~34세, 3: 35~44세, 4: 45~54세, 5: 55~64세, 6: 65~75세 7: 75세 이상)
figure 2. Variability of listener's age estimation with respect to the prosodic manipulation type

운율 변조 유형에 따른 청자의 연령 평가가 성별에 따라 다르게 나타나는지 알아보기 위하여 분산분석을 실시한 결과 성별로 운율 변조 유형에 따라 청자들의 연령 지각 차이가 통계적으로 유의하였다[F(1, 1437) = 53.645, $p < .001$]. 즉 남녀에 따라 청자의 연령 지각 반응이 다르게 나타났다.

표 3. 청자의 연령 인지에 대한 반복측정 분산분석 결과
table 3. Result of repeated ANOVA on listener's age estimation

분산원	자유도	F	유의확률
피험자 간	5753		
성별	1	53.645	.000
연령	1	9391.950	.000
오차	1437		
피험자 내			
변조유형	2.966	37.632	.000
변조유형*성별	2.966	54.959	.000
변조유형*연령	2.966	92.418	.000
오차	4262.367		
합계			

청자의 연령 지각이 운율 변조 유형에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다[F(2.966, 1761.246) = 46.124, $p < .001$]. Bonferroni를 통한 사후 분석 결과, 원발화와 속도 변조간, 원

발화와 음도 변조 사이에 유의한 연령 지각 차이가 관찰되었다. 그러나 원발화와, 속도와 음도를 모두 변조한 시료에서는 유의한 차이가 없었다.

운율 변조 유형과 성별 간의 상호작용 효과도 유의하였다 [F(2.966, 4262.367) = 54.959, $p < .001$]. 이에 따라 남녀 각 집단에서 운율 변조 유형별로 차이가 나타나는지 살펴보기 위해 Bonferroni 사후 검정을 실시하였다. 사후 검정 결과는 <표 3>에서 보듯이 남성 집단은 원발화와 속도 변조 시료, 속도와 음도를 모두 변조한 시료($p < .001$)에서 유의한 차이를 보였고 원발화와 음도를 변조한 시료, 음도만 변조한 시료와 속도와 음도를 모두 변조한 시료 간에 유의한 차이를 보였다($p < .01$). 그러나 속도 변조 시료와 음도 변조 시료 간의 연령 지각에는 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 여성 집단에서는 원발화와 모든 운율 변조 유형에 대한 연령 지각에서 통계적으로 유의한 차이를 보였고($p < .001$), 속도 변조 시료와 다른 변조 시료 간($p < .001$), 음도만 변조한 시료와 속도와 음도를 모두 변조한 시료($p < .05$)에 대한 연령 지각에서도 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

표 3. 운율 변조 유형별 청자의 연령 지각에 대한 사후검정
table 3. Post-hoc test of listener's age estimation with reference to the prosodic manipulation type(Bonferroni adjustment)

	Type	original	rate	pitch	rate+pitch
남자	original		***	**	***
	rate	***			
	pitch	**			**
	rate+pitch	***		**	
여자	original		***	***	***
	rate	***		***	***
	pitch	***	***		*
	rate+pitch	***	***	*	

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

운율 변조 유형에 따른 청자의 연령 지각에 노년층과 청년층의 시료가 다르게 지각되는지 알아보기 위하여 분산분석을 실시하였다. 결과, 연령별 운율 변조 유형에 따라 청자들의 연령 지각에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다[F(2.966, 1761. 246) = 92.418, $p < .001$].

운율 변조 유형과 연령 간의 상호작용 효과도 유의하였다 [F(2.966, 4262.367) = 92.418, $p < .001$]. 이에 따라 연령 집단 간 각 운율 변조 유형별로 차이가 나타나는지 살펴보기 위해 Bonferroni 사후 검정을 실시하였고 결과는 <표 4>와 같다. 청년층에 대한 연령 지각에서는 원발화와 속도 변조 시료, 음도

변조 시료, 속도와 음도를 모두 변조한 시료에서 유의한 차이를 보였고($p < .001$), 음도만 변조한 시료와 속도와 음도를 모두 변조한 시료 간에도 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 속도 변조 시료와 음도 변조 시료 간, 속도만 변조한 시료와 속도와 음도를 모두 변조한 시료 간에는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 노년층에 대한 연령 지각은 원발화, 속도 변조 시료, 속도와 음도를 모두 변조한 시료 간에는 유의한 차이를 보였지만($p < .001$) 원발화와 음도를 변조한 시료에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다.

표 4. 운율 변조 유형별 청자의 연령 지각에 대한 사후검정
table 4. Post-hoc test of listener's age estimation with reference to the prosodic manipulation type(Bonferroni adjustment)

	Type	original	rate	pitch	rate+pitch
청년	original		***	***	***
	rate	***			
	pitch	***			*
	rate+pitch	***		*	
노년	original		***		***
	rate	***		***	***
	pitch		***		***
	rate+pitch	***	***	***	

* $p < .05$ *** $p < .001$

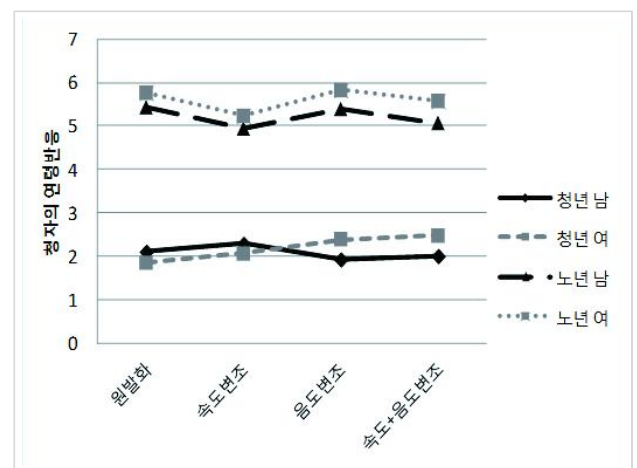


그림 3. 연령, 성별, 변조 유형에 따른 청자의 연령 지각
(연령지각척도 1: 25세 이하, 2: 25~34세, 3: 35~44세, 4: 45~54세, 5: 55~64세, 6: 65~75세 7: 75세 이상)

figure 3. difference of listener's age estimation changes among groups

청자의 연령 지각에 대해 성별, 연령, 운율 변조 유형간 상호작용 효과 또한 유의하였다[F(3, 15) = 13.31, $p < .001$]. <그

림 3>과 같이 청년층 남성의 경우, 속도 변조 시료의 연령이 원발화에 비해 높게 지각되었으나 음도 변조 시료와 속도와 음도를 모두 변조한 시료는 원발화에 비해 오히려 연령이 낮게 지각되었다. 청년층 여성의 경우는 남성과 달리 운율 변조 시료들이 원발화에 비해 모두 높게 지각되었으며 속도를 변조한 시료, 음도를 변조한 시료, 속도와 음도를 변조 시료의 순이었다. 노년층에서는 여성과 남성이 비슷한 양상을 보였다. 속도를 변조한 시료가 가장 낮게 지각되었으며 속도와 음도를 모두 변조한 시료가 속도 변조 시료 다음으로 낮은 연령으로 지각되었다. 음도 변조 시료는 원발화와 비슷한 연령으로 지각되었으나 성별에 따라 약간의 차이를 보여 여성은 원발화에 비해 연령을 높게 지각한 반면 남성은 원발화에 비해 낮게 지각하였다.

4. 논의 및 결론

본 연구는 정상 성인을 청년층과 노년층으로 나누어 발화 속도와 음도를 측정하고 재합성을 통해 두 가지 측면에서 운율을 변조한 후 청자에게 들려주고 원발화와 비교하여 연령을 판단하게 함으로써 정상 성인의 음성 노화에 대한 발화 속도와 음도의 영향을 분석한 것이다.

1차적으로, 정상 성인의 문장 읽기 속도와 음도가 연령과 성별에 따라 달라진다는 것을 보여주었다. 청년층의 문장 읽기 속도 평균은 2.42초이고, 노년층은 3.22초였다. 청년층 남성 기본주파수 평균은 109.8Hz (SD=6.44), 노년층 남성은 126.9Hz (SD=20.8)이었고, 청년층 여성은 211.3Hz (SD=13.2), 노년층 여성은 183.4Hz (SD=33.7)로 측정되었다. 읽기 속도 평균은 노년층에서 느려지는 경향을 보였고 기본주파수는 남성은 연령 증가와 함께 높아졌고 여성은 낮아졌다. 산출 측면에서 노화에 따른 발화 속도와 음도의 연령별, 성별 차이를 보여주는 기존 연구들과 비슷한 결과를 나타냈다(Duchin & Mysak, 1987; Torre & Barlow, 2009; Lee & Kim, 2006).

지각(perception) 측면에서, 청년층 발화를 노년층 발화의 평균 속도와 음도로 변조하고, 노년층의 발화를 청년층 평균 속도와 음도로 변조하였을 때 청자가 청년층 발화의 연령을 더 높게 지각하고 노년층 발화를 더 낮게 지각한다는 것을 보여주었다. 이는 발화 속도와 음도를 변조하여 청자에게 들려주면 연령이 다르게 지각된다는 것이며, 결과적으로 발화 속도나 음도에 대한 운율 변조가 연령을 지각하는데 중요한 요소임을 확인시켜 주는 것이다. 속도(temporal aspect)와 음도 변조의 두 가지 요소를 비교했을 때 음도보다 속도 변조가 청자의 연령 지각에 더 크게 영향을 미쳤다. 이는 Harnsberger et al. (2008) 연구에서 보여준 결과와 일치한다. 본 연구에서는 연령을 7개의 척도로 나누어 청자에게 선택하도록 하였으나 Harnsberger et al. (2008) 연구에서는 청자에게 발화를 듣고 음

성의 해당 연령을 20~100세에서 골라 직접 쓰도록 하였다. Harnsberger et al. (2008)에서 청년층의 경우, 음도만 변조한 유형(평균 32세)은 원발화(평균 32세)와 청자의 연령 지각에 차이가 없었고 속도를 변조한 유형, 속도와 음도를 모두 변조한 유형은 원발화에 비해 약 2세 정도 높은 연령으로 지각되었다. 노년층은 원발화(평균 71세)에 비해 속도와 음도를 모두 변조한 유형(평균 66세)에서 5세 정도 연령을 낮게 지각되었고 속도만 변조한 유형(평균 68세)에서는 3세 정도 차이를 나타냈으며 음도를 변조한 유형에서는 오히려 원발화에 비해 연령이 더 높게 지각되었다. Harnsberger et al. (2008)의 연구 결과와 구체적인 수치를 비교하기 위해 본 연구에서 사용한 척도를 임의적으로 연령으로 환산해서 각 연령 집단 내에서 원발화와 연령 지각 차이를 가장 크게 보인 시료 간의 연령 지각 차이를 계산하여 비교해보았다. 청년층에서는 원발화와 속도와 음도를 모두 변조한 시료 간에 연령 지각 차이를 가장 크게 보였는데 두 시료 간에는 약 2.5세 정도 차이를 보였다. 노년층에서는 원발화와 속도 변조 시료에서 연령 지각 차이가 가장 컸는데 이들 간에는 약 5세 정도 차이를 나타냈다. 즉, 청년층에서는 운율 변조 유형에 따른 연령 지각에서 두 연구가 유사한 결과를 보였다. 그러나 노년층에서 원발화와 가장 연령 지각 차이를 보인 운율 변조 유형이 Harnsberger et al. (2008)에서는 속도와 음도를 모두 변조한 시료였으나 본 연구에서는 속도 변조 시료로 나타나 두 연구간 차이를 보였다.

속도와 음도의 운율 변조 유형과 성별, 연령, 그들의 상호 작용 효과에서 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다. 전반적으로 운율 변조 영향이 청년층에 비해 노년층에서 더 크게 작용하였다. 청년층은 <그림 3>에서 보듯이 운율 변조 유형별로 남녀간 다른 패턴을 보인 반면 노년층은 성별에 관계없이 비슷한 패턴을 나타냈다. 청년층 남성의 경우 속도 변조 시료에서 연령이 가장 높게 지각된 반면 음도 변조 시료나 속도와 음도를 모두 변조한 시료에서는 원발화에 비해 연령이 오히려 더 낮게 평가되었다. 그러나 청년층 여성의 경우에는 속도 변조 시료보다 음도 변조 시료, 속도와 음도를 모두 변조시킨 시료에서 더 연령이 높게 지각되었다. 노년층의 경우는 성별에 관계없이 속도 변조 시료에서 가장 연령이 낮게 지각되었고 속도와 음도를 모두 변조한 시료는 속도 변조 시료 다음으로 연령이 낮게 지각된 것으로 나타났다. 청년층과 달리 노년층에서는 음도만을 변조한 유형에서는 연령 지각에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

운율 변조 유형별로 연령 지각에 남녀간, 연령간 차이를 보이는 것은 평균 음도 차이나 운율 변조 시료를 발화 대상자간 음도 편차에 기인한 것이라 볼 수 있을 것 같다. 여성은 연령에 따라 청년층과 노년층의 평균 음도에서 급격한 차이를 보이지만 남성은 연령에 따른 음도 차이가 여성만큼 크게 나타나지 않는다. 또한 집단 내 음도의 편차도 청년층에 비해 노

년층이, 남성의 비해 여성이 더 크게 나타났다. 이효진 & 김수진 (2006)의 연구에서도 남녀 성별에 따른 음도의 평균이나 편차의 차이에 대해 70대 연령 집단의 기본주파수 편차가 20대 연령 집단에 비해 크다는 결과를 보여주었다. 본 연구에서 청년층 남성의 경우 음도 변조보다 속도 변조에서 더 민감하게 연령 지각 차이를 나타낸 반면 여성의 경우 음도 변조에서 청자의 연령 지각에 더 영향을 준 것으로 나타났다. 노년층에서 음도만을 변조한 유형이 연령 지각에 영향을 주지 못한 이유에 대해서는 노년 발화 대상자들 사이의 음도 편차가 크다는 것이 하나의 원인으로 생각될 수 있다. 음도의 개인별 편차로 인해 음도 변조가 청자들이 연령을 지각하는데 영향을 미치지 못하는 것으로 해석될 수 있을 것이다.

음향학적 특성이나 운율 특성에서 연령별 경향을 보이는 하지만 이 연구는 대상자 선정 과정에서 음성에 영향을 줄 수 있는 건강 상태를 충분히 고려하지 않았다. 김선우 외 (2010)의 연구 결과에 따르면 연령 증가에 따라 음향음성학적 특성이 변화된다고 하지만 대상자들의 신체 건강, 생활습관 등의 건강 상태 등에 따른 음성 노화가 달라질 수 있으며 이런 차이는 화자의 실제 나이와 음성 나이 간 차이를 발생시킬 수 있다고 설명하였다. 음성 노화는 폐의 탄력성 저하, 후두 연골의 경화, 조음기관의 구조와 탄력성의 변화, 근육의 긴장도 감소 등의 영향을 받으며 음역, 공명 및 억양의 변화를 수반하며 노년층의 음질 변화를 초래한다. 노년층의 음질은 숨찬 음성, 쉼 음성, 거친 음성, 음성 떨림 등의 특징을 나타내므로(Gorham-Rowa & Laures-Gore, 2006), 음질 자체의 특성으로 노년층과 청년층의 음성을 다르게 지각할 수 있을 것이다.

노인 인구의 증가로 음성장애나 기타 말장애를 나타내는 노인 환자가 급증하고 있다. 그러나 환자의 비정상성 판단의 기준이 되는 노년층에 대한 정상 음성의 기준치가 아직 국내에서는 마련되지 않았다. 노년층 의사소통 장애 평가를 위해 정상 운율의 기준치가 시급히 필요하다고 할 수 있겠다. 본 연구는 청년층과 노년층이 연령에 따라 말속도와 음도에서 차이를 보이며 이를 청자가 지각하고 말속도와 음도의 측면에서 운율을 변조했을 때 청자의 연령 지각이 변화되었음을 보여주었다. 노화로 인한 말소리의 변화를 지각적으로도 확인하고 말속도와 음도가 발화의 연령 지각에 영향을 주고 있다는 사실을 확인했다는 점에서 그 의미를 찾을 수 있다. 하지만 연구 대상자의 수가 적고 거주 지역이 한정되어 있으며 노년층 인구의 건강이나 음성 상태를 고려하지 못했다는 한계점을 가지고 있다. 또한 본 연구에서는 말속도와 음도를 대상으로 연령에 따른 음향학적인 특성 변화만을 연구하였으나 노화에 따른 특징으로 작용하는 음질이나 강도 등을 포함한 후속 연구 결과들이 나왔으면 한다.

참고문헌

- Dilley, L. C., Wieland, E. A., Gamache, J. L. McAuley, J. D. & Redford, M. A. (2013). Age-related changes to spectral voice characteristics affect judgments of prosodic, segmental, and talker attributes for child and adult speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56, 159-177.
- Duchin, S. & Mysak, E. (1987). Disfluency and rate characteristics of young adult, middle-aged, and older males. *Journal of Communication Disorders*, 20, 245-257.
- Gorham-Rowa, M. M & Laures-Gore, J. (2006). Acoustic-perceptual correlates of voice quality in elderly men and women. *Journal of Communication Disorders*, 39, 171-184.
- Han, W. J., Yu, J. H. & Cho, S. J. (2013). Perception of time-alerted sentences and selective word stress by normal-hearing listeners. *The Journal of the Acoustical Society of Korea*, Vol. 32, No. 5, 430-437 .
- (한우재, 유재형, 조수진 (2013). 시간 변화와 선택적 단어 강조법이 정상 청력 성인의 문장 인지도에 미치는 영향. *한국음향학회지*, 제 32권, 제 5호, 430-437.)
- Harnsberger, J. D., Shrivastav, R., Brown, W. S. Jr., Rothman, H. & Hollien, H. (2008). Speaking rate and fundamental frequency as speech cues to perceived age. *Journal of Voice*, Vol. 22, No. 1, 58-69.
- Kim, S. H., & Ko, D. H. (2008). Fundamental frequencies in Korean elderly speakers. *Journal of Speech Sciences*, Vol. 15, No. 3, 95-102.
- (김선해 & 고도홍 (2008). 한국 정상 노인 음성의 기본주파수. *음성과학*, 제 15권, 제 3호, 95-102.)
- Kim, S. W., Kim, H. H., Park, E. S. & Choi, H. S. (2010). Acoustic characteristics of normal healthy Koreans with advancing age. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, Vol. 2, No. 4, 19-28.
- (김선우, 김향희, 박은숙, 최홍식 (2010). 노령화에 따른 건강한 정상 성인의 음향음성학적 특성 비교. *말소리와 음성과학*, 제 2권, 제 4호, 19-28.)
- Ko, Y. M., Kim, D. Y., Choi, Y. L. & Kim, H. H. (2010). Speech rate and pause characteristics in patients with Parkinson's disease. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, Vol. 2, No. 4, 173-184.
- (고열매, 김덕용, 최예린, 김향희 (2010). 파킨슨병 환자의 말속도와 쉼 특성. *말소리와 음성과학*, 제 2권, 제 4호, 173-184.)
- Lee, H. J. & Kim, S. J. (2006). Age and sex differences in acoustic parameter or middle age and elderly adult voice.

- Malsori*, Vol. 60. 13-28.
(이효진 & 김수진 (2006). 장노년기 성인 음성의 성별과 연령에 따른 음향음성학적 특성 비교. *말소리* 60호, 13-28.)
- Oh, S. Y., Seong, C. J & Choi, E. A. (2011). The prosodic characteristics of children with cochlear implants with respect to speech rate and intonation slope. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, Vol. 3. No. 3, 157-165.
(오순영, 성철재 & 최은아 (2011). 인공와우이식 아동의 운율 특성-발화속도와 억양기울기를 중심으로-. *말소리와 음성과학*, 제 3권, 제 3호, 157-165.)
- Raming, L. A. (1983). Effects of physical aging on speaking and reading rates. *Journal of Communication Disorders*, 16, 217-226.
- Ryan, W. J. & Burke, K. W. (1974). Perceptual and acoustic correlates of aging in the speech of males. *Journal of communication disorders*, 7, 181-192.
- Sim, H. I. (2004). Fluency and speech rate for the standard Korean speakers. *Journal of Speech Sciences*, Vol. 11. No. 3, 193-200.
(심홍임 (2004). 한국 표준어 화자의 유창성과 말속도에 관한 연구. *음성과학*, 제 11권, 제 3호, 193-200.)
- Torre, P. & Barlow, J. A. (2009). Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. *Journal of Communication Disorders*, 42, 324-333.
- Venkatagiri, H. S. (1999). Clinical measurement of rate of reading and discourse in young adults. *Journal of Fluency Disorders*, 24, 209-226.
- Walker, V. G. (1988). Durational characteristics of young adults during speaking and reading tasks. *Folia phoniat*, 40, 12-20.
- Xue, S. A. & Hao, G. J. (2003). Changes in the human vocal tract due to aging and the acoustic correlates of speech production: A pilot study. *Journal of speech, Language, and Hearing Research*, 46, 689-701.
- Yun, J. H. & Seong, C. J. (2013). Effects of F1/F2 manipulation on the perception of Korean vowels /o/ and /u/. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, Vol. 5. No. 3, 39-46.
(윤지현 & 성철재 (2013). F1/F2의 변화가 한국어 /오/, /우/ 모음의 지각판별에 미치는 영향. *말소리와 음성과학*, 제 5권, 제 3호, 39-46.)
- **김지연 (Kim, Jiyoun)**
충남대학교 언어병리학과 박사과정
대전광역시 유성구 대학로 99번지
Tel: 042-629-6844
Email: bluejiyoun@hotmail.com
관심분야: 말장애, 운율분석
 - **성철재 (Seong, Cheoljae)** 교신저자
충남대학교 인문대학 언어학과
대전광역시 유성구 대학로 99번지
Tel: 042-821-6395
Email: cjseong49@gmail.com
관심분야: 분절음 및 운율 분석
현재 충남대학교 인문대학 언어학과 교수