

대학생들의 영어모음 학습 전후의 발화와 지각

Production and Perception of English Vowels by College Students Before and After Lessons

양 병 곤¹⁾

Yang, Byunggon

ABSTRACT

English vowels are difficult to teach and learn because both teachers and learners cannot show or see shapes of vocal tract inside their own mouth cavities. The aim of this study is to examine what kind of changes occur in production and perception of English vowels by college students before and after lessons in order to provide fundamental materials for teaching students English vowels. Fifteen volunteer female students attending an English phonetics course participated in the lessons for one and half a month period. Formant values of vowels produced and perceived before and after the lessons were obtained using Flying Popcorn and Praat. Results showed that a produced vowel space after the lessons was greater than that before the lessons with no significant difference. Distances between some adjacent corner vowels were too close to be distinguished. Secondly, perceived vowels before and after the lessons were almost the same. Here again, some adjacent vowels were closely spaced. Thirdly, three groups which were divided by the length of the distance between the vowel /i-æ/ showed similar patterns in their perception and production. Generally the vowel space expanded from [u] to [æ]. The author concluded that there was no drastic improvement of vowel perception and production within a short period of time. Further studies would be desirable to examine how successful any long-term English vowel lessons would be and which methods should be taken to evaluate students' achievements proposed here.

Keywords: English vowels, perception, production, formant values, Method of Adjustment, lessons

1. 서론

영어모음은 혀의 위치에 따라 [i, æ]와 같이 고모음과 저모음으로 나뉘지고, [i, u]와 같이 전설모음과 후설모음으로 구분된다. 입안의 혀의 위치를 눈으로 쉽게 확인할 수 없기 때문에 영어모음 발음 교수자나 학습자들은 지도하거나 배우는 데에 어려움이 많다. 혀는 턱에 붙어있으므로 혀의 위치가 높을 경우는 턱을 올려서 발음하고, 낮을 경우에는 턱을 내려서 발음

하기 때문에, 이에 따른 입벌림 정도는 교수자나 학습자가 입안의 모양을 추정해 보는데 도움이 된다. 물론 입을 벌리면서도 혀를 높이 들어 올려서 발음할 수도 있기 때문에 입벌림 정도가 혀의 위치와 일치하지 않는 경우도 생길 수 있다. 프라트와 같은 음성분석프로그램을 이용하면 모음의 개별적 음향특성을 확인할 수 있고, 특히, 혀의 위치를 반영해주는 포먼트값을 통해, 상대적인 혀의 높이나 입벌림 정도를 확인할 수 있다. 교수자들도 이런 도구를 이용하면 학습자가 얼마나 조음동작을 구분하여 모음을 발음하는지 확인해 볼 수 있다. 여기서 한 가지 지적할 것은 올바른 조음동작은 단순히 발화로만 학습되기 보다는 지각적인 요소도 함께 변해야 한다. 예를 들면, 사람들은 발화시에 주변의 소리를 인지하며, 자신이 발음한 소리가 상대방에게 충분히 전달될 수 있는 충분한 크기인지 자신의 귀로 듣고 조정한다. 덧붙여, 화자의 귀의 역할은 외국어 발음에서 자신의 목소리가 충분히 구별될 수 있는 음성인가를 확

1) 부산대학교 영어교육과, bgyang@pusan.ac.kr

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

접수일자: 2015년 7월 31일

수정일자: 2015년 9월 16일

게재결정: 2015년 9월 17일

인하는데도 이용된다. [e-æ]와 같이 우리말과 다른 영어모음 쌍을 화자가 자신의 귀로 구분해 들을 수 없을 때는 서로 다른 발음으로 구별해 발음할 수도 없게 될 것이다. 이런 의미에서 학습자의 모음 발음과 지각을 동시에 살펴보는 것이 학습의 문제점을 근본적으로 살펴볼 수 있는 방법으로 여겨진다. 하지만, 어떤 주어진 모음 쌍에 대해 실험 대상자가 지각적으로 어떻게 반응하는지에 대한 연구는 방법상 어려움이 많다. 그래서 영어모음에 대한 학습 전후에 대한 발화의 측면에서 고찰한 논문은 많이 있지만 지각적인 논문은 부족한 편이다. 덧붙여, 대부분의 논문들은 발화 또는 지각의 한 측면에 치중하여 연구됨으로써 이들 간의 관계에 대한 종합적인 고찰을 한 연구가 부족한 편이다.

이 연구에서는 대학생을 대상으로 영어모음 체계에 대한 교육을 하고 일정 기간에 걸쳐 영어모음 발음학습을 하게 한 다음, 학습 전과 후에 발화와 지각 자료를 수집한 다음 어떤 변화가 있는지를 조사하여 보고자 한다. 구체적으로 본 논문에서는 먼저, 대학생들이 주요한 영어모음이 포함된 단어를 발음하게 하여 녹음하고 발화한 모음의 포먼트값을 구한다. 이어서, 합성한 수백 개의 모음가운데 가장 이상적인 영어모음 모델을 찾는 지각실험을 통해 모음의 포먼트값을 구한다. 마지막으로 발화와 지각에서 구한 모음의 포먼트값이 학습 전후에 어떤 변화를 보이는지 집단별 경향과 개인별 특징을 조사해 보고자 한다. 합성한 모음을 실험 자료로 사용하게 되면 실제 음성에서 만들기 어려운 단계적인 소리의 조작이 가능하다는 장점이 있다. 이러한 연구는 지금까지 영어모음 발화나 지각에 대한 연구에 덧붙여, 이들 간의 관계를 살펴보고, 영어모음 학습이 얼마나 변화를 가져왔는지를 확인하는 새로운 시도이다. 이 연구의 결과는 영어 학습에서 구체적으로 어떤 학습효과가 가능한지, 또 학습자에게 어떤 문제점이 있는지를 분석하는 방법을 제시함으로써 앞으로 이상적인 교수방법을 찾는데 활용이 될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

영어모음은 혀를 움직이거나 턱을 올리거나 내려 입벌림 정도를 조정하여 입안의 공간인 구강과 인강의 모양을 바꿈으로써 발음된다(Borden, Harris & Raphael, 2003; Fant, 1970; Ladefoged, 2001; Mannell, 2014; Pickett, 1987; Stevens, 1998). Pickett(1987)에 따르면 입벌림과 혀의 위치라는 두 가지 변수는 음향적으로는 F1과 F2로 나타나며 입벌림 정도가 F1에 반영되어 입벌림이 커질수록 F1이 높아지고, 혀가 앞으로 갈수록 F2는 낮아지고 뒤쪽으로 갈수록 높아지는 경향을 보인다고 했다. 덧붙여, 입술을 등글게 하면 F2, F3과 F4가 대체로 낮아진다고 한다(Beddor, 1991). 혀의 체적은 일정하기 때문에 혀의 전후 움직임에 따라 구강과 인강의 모양이 상호작용을 하

므로 음향적인 변화는 다소 복잡한 결과를 보인다. 이런 혀의 특성을 학습에 적용하여 혀의 앞부분으로 만들어지는 구강의 모양을 주로 지도하면, 구강과 인강으로 만들어지는 입안의 전체 모양을 지도하는 것보다는 발음교육에 더 도움이 될 것이다.

지금까지 Peterson & Barney(1952)와 Hillenbrand, Getty, Clark & Wheeler(1995)의 연구를 비롯하여 원어민의 영어모음 발음에서 구한 포먼트값은 Kent & Read(2002)나 강석한(2007)에 구체적으로 제시되어 있다. 이 값들을 F1과 F2로 만들어진 모음사각도에 한꺼번에 나타내면 모음 발음 사이의 관계를 볼 수 있으며, 음향적으로는 각 모음 사이에 서로 다른 간격을 보이지만, Yang(1996)의 논문에서처럼 음향척도인 주파수값을 지각척도인 Mel로 바꾸면 거의 비슷한 간격을 두고 발음됨을 알 수 있다. 지각척도인 Mel은 음향적인 주파수값을 사람이 듣는 값으로 변환한 것이다. 덧붙여, Yang & Whalen(2015)의 발화와 지각과의 연계성에 대한 연구에서는 18명의 남녀 영어원어민 화자들이 영어모음을 들을 때, 자신들의 발화와는 무관하게 합성음이 남성일 경우에는 남성모음공간에 맞게, 여성일 경우에는 여성모음공간에 맞게 모음간의 지각적인 거리를 확보하여 지각함을 보였다. 이러한 결과는 영어모음을 발음할 때 어느 정도 지각적으로 구별될 수 있는 거리를 충분히 확보하여 발음해야 원어민들과의 의사소통에 지장이 없게 된다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

영어학습자에게 영어모음 발음을 가르치기 위한 방법으로는 발화연습과 지각연습을 들 수 있다. 먼저 발화연습은 영어 원어민의 발음에서 입벌림 정도를 시각적으로 확인하며 조음 동작을 수정하면서, 익숙한 모국어 발음과 차별되게 발음하게 할 수 있다. 양병곤(2010)은 영어모음을 가르칠 때 혀의 위치를 조정하기 위해 나무젓가락을 아랫니와 윗니로 물고 그 사이에 들어가는 개수를 조정함으로써 필요한 모음을 구현하는 방법을 제안했다. 그는 이 때 학습자의 혀가 입벌림과 독립적으로 전후 상하로 움직일 수 있기 때문에 아랫니 안쪽 잇몸에 혀끝을 댄 상태로 발화하여 입안의 공간을 확보해야 한다고 지적했다. 한편 지각연습을 통한 교육 방법은 모음을 포함한 최소 대립쌍을 들려주며 귀를 훈련시키고 이를 통해 지각적인 차이를 인식하게 하여, 학습자가 발화할 때 두 모음의 차이를 반영하게 한다. 위의 두 발화연습과 지각연습 중, 제한된 시간에 어느 방법이 더 영어모음 발음교정에 효과적인지는 앞으로 더 연구가 필요하다.

한편 발화자의 유창성을 측정하기 위해 모음의 포먼트값을 이용하는 다양한 시도가 있었다(Karlsson & van Doorn, 2012; Roy, Nissen, Dromey & Sapir, 2009; Sapir, Ramig, Spielman & Fox, 2010; Ziegler & von Cramon, 1983). 먼저 Bradlow, Torretta & Pisoni(1996)는 모음공간의 모서리에 있는 모음에서 구한 포먼트값으로 만들어진 모음공간의 크기와 모양이 화자의 인지도와 상관이 있다고 보고, 모음의 포먼트값으

로 만들어진 면적을 구하여 개인별, 집단별로 크기의 변화 정도나 비율을 통해 유창도를 설명하려고 했다. 모음공간 면적을 구하는 방법은 대체로 [i, a, u]로 된 세 개모음이나 [æ]를 추가한 네 개의 모음으로 만들어진 공간의 면적을 구했다. 하지만, 이들 절대적인 값의 차이는 실제 발음변화와 일치하지 않는 경우도 나오게 되어 변화의 비율을 반영한 방법으로 수정하기도 했다(Sapir, Ramig, Spielman & Fox, 2010). 이러한 측정값들의 문제점을 살펴본 Karlsson & van Doorn(2012)은 모음공간의 중심을 찾아내고 이 위치에서 각 모음들이 어떤 방향으로 얼마만큼의 크기로 분산되었는지를 측정하는 VFD(Vowel formant dispersion)를 제안했다. 이들은 VFD를 이용하면 발화조건이나 화자 또는 집단마다 어떤 특정한 모음이 축소되거나 확대된 내용을 확인할 수 있다고 주장 한다. 기본적으로 계산하는 방식은 먼저 모든 모음의 F1값을 더한 합을 구한 다음, 이 합을 계산에 사용한 모음 개수로 나누어 F1중심값을 구한다(Karlsson & van Doorn, 2012, Equation (4)). 이어서 이 F1중심값보다 적은 F1값을 가지는 모음의 F2값을 모두 더한 합을 구한 다음, 이 합을 계산에 사용한 모음 개수로 나누어 F2중심값을 구한다(Karlsson & van Doorn, 2012, Equation (5)). F2의 중심값에서 F1중심값보다 큰 F1을 가진 모음을 제외한 이유는 3모음체제를 이루는 언어를 비롯한 소수의 모음을 가진 언어와 4모음 이상의 모음을 가진 언어에도 적용하기 위한 것이라고 한다. 덧붙여, 전설모음이 다른 언어에 비해 상대적으로 적지만 조음유창성에 영향을 덜 주는 모음이나, 모음사각도의 가장 자리에 위치하지 않는 저모음이 있는 경우에도 적용할 수 있다고 한다. 이들은 F1과 F2의 중심값에서 각 모음의 F1과 F2까지의 유클리드 거리값을 구하면 특정한 모음 발화의 변화를 예측할 수 있다고 한다(Karlsson & van Doorn, 2012, Equation (6)). 이들은 프라트 안에 샘플로 들어가 있는 네덜란드 남성화자 50명이 발화한 모음 포먼트 자료를 이용해서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 VFD가 기존에 제시된 측정치들에 비해 보다 안정적으로 유창성을 예측할 수 있었다고 결론지었다. 저자는 이들이 제안한 방법이 모음 습득 정도를 계량적으로 제시할 수 있는 매우 흥미로운 새로운 시도로 여기지만, F1과 F2로 이뤄진 영어모음공간의 집단별 직접 비교는 여러 가지 문제점들을 고려한 후에 시행되어야 한다고 생각한다. 단순히 측정값을 비교하게 되면 성도의 길이나 인강과 구강의 단면적의 차이 등으로 생기는 비언어적인 요소가 포함되어 있기 때문에 이를 정규화하여 언어적인 차이를 살펴보아야 한다(Flynn, 2011; Yang, 1996). 다시 말해서, 실험에 참가한 대상자들 중에 남녀가 섞여있거나, 이들 가운데 성도의 길이가 특별히 길거나 짧은 사람이거나, 서로 다른 방언을 사용하는 사람이 있으면, 집단의 평균에 영향을 줄 수 있어서 순수한 언어학적 결론을 내릴 수 없게 된다. 이 연구에서는 비슷한 길이의 성도로 된 여대생을 대상으로 집단을 선정함으로써 비언어적인 차이의 개

입을 최소화하려고 했다.

3. 연구방법

3.1 참여자 및 학습과정

이 연구에 참여한 대학생은 모두 15명으로 대학의 영어음성학 과정을 이수하는 과정에서 영어모음 발음학습 이전과 이후의 발화와 지각 실험에 자발적으로 참여한 여학생들이었다. 남학생들도 일부 참여했으나 학습 이후 실험에서 집단을 구성할 만한 인원수가 확보되지 못해 이 논문에서는 제외했다. 이들에게는 소정의 참가비를 지급했다.

모음 학습과정은 먼저 음향학적인 기초설명과 프라트 사용법을 3시간에 걸쳐 배우고, 6시간에 걸쳐 영어모음 발음기호와 모음사각도로 나타나는 영어모음 체계에 대한 설명을 들었다. 이어서 혀의 위치와 부수적으로 나타나는 입벌림 정도에 따라 모음이 달라짐을 보고 양병곤(2010)에 제시된 젓가락을 이용하여 모음의 차이를 실현하는 연습을 시켰다. 프라트를 이용하여 입벌림 정도와 혀의 위치에 따라 F1과 F2의 값들이 달라짐을 관찰하고 자신들이 발음한 모음이 음향적으로 어떤 차이를 보이는지 확인하는 방법을 배웠다. 이어서 5주에 걸쳐 주당 2회씩, 10회 정도 수업하기 직전에 모든 9개의 영어모음이 hVd안에 들어가 있는 영어단어들을 포함하여 다른 환경에 들어가 있는 여러 음절의 영어단어를 국적이 서로 다른 영어 원어민이 발음한 음성을 들려주고 두세 번 큰소리로 따라하게 했다. 원어민의 발음을 인터넷에 게시하여 각자 추가로 수업 후에 듣고 따라 연습하도록 요청했다.

3.2 자료수집 및 분석과정

자료수집과 분석과정은 양병곤(2014)에 제안된 방법을 약간 변형하여 이용했고, 이 논문에서는 발성기관의 움직임 자세를 살피기 위해 주파수를 지각적으로 바꾸지 않고 그대로 모음사각도를 그려서 시각적인 비교와 통계수치 비교에 사용했음을 밝힌다. 여기서 양병곤(2014)의 연구방법과 차이점을 요약해보면 개인별로 수집된 자료는 영어모음 발음교육 전과 후의 발화와 지각자료로 나뉜다. 먼저 발화자료는 학습 전후에 각각 영어모음 9개(heed [i], hid [ɪ], head [ɛ], had [æ], hud [ʌ], odd [ɑ], awed [ɔ], hood [ʊ], who'd [u])에 대해 네 번씩 피치값을 달리해서 발음하기보다는 "Say hVd, hVd again"이라는 문장 속에 넣어 각 참여자에게 또렷하게 두 번씩만 입의 순서로 뒤섞어 발음하게 했고, Goldwave를 이용해 컴퓨터에 녹음했다. 이어서 녹음된 음성파일을 프라트의 스크립트를 이용해서 전체지속시간의 1/3지점에서 피치값과 모음별 포먼트값(F1과 F2)을 포함한 3개씩을 구하여 개인별, 집단별 학습 전후의 모음별 평균을 구했다. 발화자료에서 구한 값은 모두 1620개다(15명x9개 모음x2번 발음x3가지 음향측정값x학습 전후 2회).

지각자료는 Method of Adjustment(MOA)의 형태로 Klatt80이 란 소프트웨어로 합성한 300여개의 모음을 노트북 화면에 배치하여 참여자가 클릭하여 합성음을 바로 들어볼 수 있게 했다. 합성음은 자음이 들어가지 않은 모음만으로 되어 있고, 실험 초기에 남녀 대학생이 함께 참가할 것으로 보고 남성화자의 피치값인 110 Hz에 상응하는 포먼트값을 입력하여 합성했다. 참여자는 화면에 나타난 합성음을 여러 번 클릭하여 자신이 가장 이상적인 모음으로 여기는 것을 찾아낸 다음, 얼마나 이상적인지 7점 척도로 표시한 등급값을 클릭하게 되는데, 이 두 가지 반응값은 컴퓨터 파일에 자동으로 기록되었다. 원래의 지각자료로 구한 값은 모두 1080개다(15명x9개 모음x2번 측정 x2개 측정값x학습 전후 2회). 이 자료에서 참여자는 두 번 이상적인 모음을 선택하고, 각각에 대해 등급값을 선택했는데, 선택한 모음의 각 포먼트값에 반응한 등급값을 곱하여 더한 다음 두 개의 등급값의 합으로 나누어 재환산했다. 이렇게 하면, 참여자의 반응정도에 따라 보정된 지각공간을 구할 수 있다.

마지막으로 학습 전후에 발음과 지각에서 구한 포먼트값에서 어떤 변화가 생겼는지 조사했다. 평균을 구하거나 데이터 정렬과 같은 기본적인 처리는 엑셀을 주로 사용했고, 통계처리와 모음사각도 그림은 R(v.3.1.1)을 이용했다. 통계분석은 비모수검정인 Wilcoxon의 순위합검정을 이용했고 유의수준은 0.05로 정했다.

4. 결과 및 논의

4.1 발화자료 분석

<표 1>은 학습 전 발화에서 구한 15명의 평균 피치값과 포먼트값을 나타낸다. 자료의 분포를 알 수 있도록 괄호 안에 평균 표준편차값을 제시했다. 여기서는 평균값과 표준편차값이

표 1. 학습 전 영어모음발화에서 구한 15명의 평균 피치값과 포먼트값(단위, Hz). 괄호 안은 평균 표준편차값.

Table 1. Average pitch and formant values of English vowels produced before(pre) the lessons in Hz. Average standard deviations are given in parentheses.

Vowels	f0pre	F1pre	F2pre
i	280(21)	398(77)	2922(155)
ɪ	283(25)	434(83)	2891(196)
ɛ	269(24)	825(63)	2232(203)
æ	263(26)	838(71)	2198(191)
u	280(25)	539(46)	1080(204)
ʊ	281(25)	536(82)	1098(149)
ʌ	266(25)	837(75)	1235(102)
ɔ	246(22)	799(93)	1150(115)
ɑ	244(23)	879(126)	1236(157)
Average	268(24)	676(80)	1782(164)

많아 한꺼번에 나타내면 복잡하므로 학습 전과 후로 나누어 두 개의 표로 나타냈다.

<표 2>는 학습 후 발음에서 구한 15명의 평균 피치값과 포먼트값을 나타낸다. 괄호 안에 평균 표준편차값을 제시했다.

표 2. 학습 후 영어모음발화에서 구한 15명의 평균 피치값과 포먼트값(단위, Hz). 괄호 안은 평균 표준편차값.

Table 2 Average pitch and formant values of English vowels produced after(post) the lessons in Hz. Average standard deviations are given in parentheses.

Vowels	f0post	F1post	F2post
i	281(26)	385(60)	2976(138)
ɪ	280(28)	408(73)	2902(216)
ɛ	263(26)	833(63)	2233(199)
æ	262(26)	871(65)	2178(235)
u	281(24)	500(72)	1095(227)
ʊ	281(27)	507(80)	1088(190)
ʌ	264(24)	849(72)	1223(80)
ɔ	246(23)	815(65)	1157(70)
ɑ	246(26)	906(85)	1251(154)
Average	267(26)	675(71)	1789(168)

<표 1, 2>에서 보면 학습 전후의 피치값의 전체 평균은 학습 전 발화에서는 268 Hz에서 학습 후에 267 Hz로 1 Hz의 차이만 보였고, 표준편차값은 학습 후 발화에서 2 Hz증가했다. F1에서는 학습 전후의 전체 평균값이 676 Hz에서 675 Hz로 1 Hz 감소했고, F2에서는 1782 Hz에서 1789 Hz로 7 Hz 증가했다. 발화의 안정성을 나타내는 표준편차값은 피치가 학습 후 발화에서 2 Hz증가했고, F1에서는 9 Hz 감소했고, F2에서는 4 Hz가 증가했다. 학습 전후 발화에서 피치값의 표준편차는 21 Hz에서 28 Hz의 범위를 보였고, F1값은 46 Hz에서 126 Hz의 범위를 보였으며, F2값은 70 Hz에서 235 Hz의 범위를 보였다. 이러한 학습 전과 후의 적은 변화량을 보면 참여자들의 발화가 2개월이라는 상당 기간을 두고 측정했음에도 불구하고 매우 안정적임을 나타낸다. 덧붙여, Yang(2006)에서도 밝혀진 것처럼 미국원어민남성들이 F1에서 102 Hz, F2에서 220 Hz 정도의 변화량은 지각적으로는 전혀 차이를 느낄 수 없는 범위에 가깝다. 그의 연구에서는 각 모음 고유의 포먼트값으로 합성한 원래의 음성과 이 포먼트값을 임의의 간격으로 올리거나 내린 음성을 여러 개 합성했다. 이어서 원래의 음성과 변형한 음성을 연이어 들려주면서 같은 음질의 모음인지 다른 음질의 모음인지를 판단하게 하는 지각실험을 통해 동일한 모음으로 지각하는 주파수 허용범위를 조사한 바 있다. 통계적으로는 Wilcoxon의 순위합검정으로 학습 전후의 540개의 f0값 전체에 대해 검정해본 결과 $W=36032$, $p=0.818$ 로 유의미한 차이를 보이지 않았다. F1과 F2에 대해서는 각 모음별로 비교해본 결과

F1에서는 모든 모음에서 유의미한 차이가 없었지만, [u] ($W=582, p=0.052$)와 [æ] ($W=323, p=0.060$)에서 학습 전과 후에 유의수준인 0.05에 근접했다. F2에서도 모든 모음에 대해서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

이 표의 자료를 시각적으로 살펴보기 위해 <그림 1>과 같이 학습 전후 발화자료의 평균값을 모음공간에 나타내어 보았다.

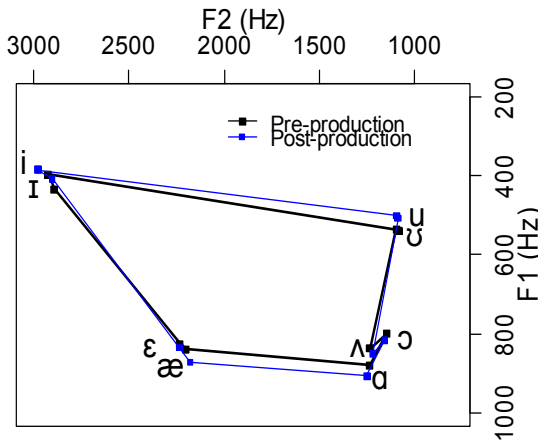


그림 1. F2와 F1축에 나타난 학습 전후 발화자료의 비교
Figure 1. Vowel spaces from pre- and post-productions on an F2 by F1 plane

이 그림에서 보면 전체적인 영어모음발화공간은 학습 전에 비해 약간 커진 모양을 나타낸다. <표 1, 2>의 맨 밑에 제시된 학습 전후의 포먼트 평균값 사이의 유클리드 거리(Kang & Han, 2013; Yang, 1996)를 계산해 보면 약 5.4 Hz 중심점의 이동을 볼 수 있다. 학습 전후 1080개의 포먼트값에 대해 Karlsson & van Doorn(2012)이 제안한 모음공간의 중심인 VFD를 구해보면, F1과 F2가 학습 전에는 각각 676 Hz, 2240 Hz이고 학습 후에는 각각 675 Hz, 2247 Hz로 나타나 F1에서는 1 Hz가 줄고 F2에서는 7 Hz가 증가되어 전체 모음사각도의 중심점은 아주 미세한 변화만 나타났다. 이어서 모음발화공간의 확대나 축소에 초점을 두고, 중심점보다는 4개의 모서리모음 [i, æ, ɑ, u]의 거리를 측정해 보았다. 그림에서 나타난 전설모음 [i-æ]의 거리를 구해보면 학습 전에는 847 Hz인데 학습 후에는 934 Hz로 약 87 Hz가 증가했고, 후설모음 [u-ɑ]의 거리는 학습 전에는 364 Hz인데 학습 후에는 435 Hz로 71 Hz가 증가함으로써 전체적으로 입벌림을 반영하는 F1 축에서 확대되었음을 확인할 수 있다. 혀의 전후 위치를 나타내는 F2축에서도 아주 미세하게 확대된 모습을 보였는데, 고모음 [i-u]의 거리를 구해보면 학습 전에는 1833 Hz인데 학습 후에는 1885 Hz로 약 52 Hz가 증가했고, 저모음 [æ-ɑ]의 거리는 학습 전에 963 Hz에서 학습 후에 928 Hz로 35 Hz가 감소했다. 한편 고모음 긴장이완 모음쌍은 기존의 양병곤(2013, 2014)에서 지적한 것처럼 거의 근접하는 모양을 보여서 대학생들이 제대로 구분하여 발음하

지 못하고 있음을 보여준다. [i-u]의 학습 전에는 F1값에서 유의미한 차이를 보였지만($W=285, p=0.015$), F2와 학습 후 F1과 F2에서는 차이가 없었다. [u-ɑ]의 통계비교에서는 학습 전후 F1과 F2 모두 유의미한 차이가 없었다. 덧붙여, [ε-æ]도 거의 비슷한 거리를 보이고 있는데, 학습 전에 비해서는 다소 길어졌다. [ε-æ]의 학습 전에 F1과 F2 모두에서 유의미한 차이가 없었으나, 학습 후에 F2에서는 차이가 없었으나 F1에서 유의미한 차이가 나타났다($W=594, p=0.034$). 이러한 결과는 참여자들이 의식적으로 영어모음발화공간을 확대하려고 노력한 결과로 생각되지만, 음향적인 주파수값의 이런 차이는 지각적으로는 같은 음으로 들릴 수 있기 때문에, 여전히 발화된 모음 사이에 충분한 거리를 확보하지 못했다고 판단된다.

4.2 지각자료 결과

<표 3>은 학습 전후의 지각실험에서 구한 평균 포먼트값을 나타낸다. 괄호 안에 평균 표준편차값을 제시했다.

표 3. 학습 전후 지각에서 구한 평균 피치값과 포먼트값 (단위, Hz). 괄호 안은 평균 표준편차값.

Table 3. Average pitch and formant values of English vowels perceived before(pre) and after(post) the lessons in Hz. Average standard deviations are given in parentheses.

Vowels	F1pre	F2pre	F1post	F2post
i	325(45)	2555(221)	340(49)	2530(303)
ɪ	331(45)	2499(209)	355(62)	2395(500)
ε	641(105)	2179(179)	690(143)	2323(261)
æ	706(131)	2191(228)	717(151)	2199(327)
u	334(32)	961(90)	328(48)	979(120)
ʊ	351(52)	1012(181)	376(100)	1069(374)
ʌ	638(108)	1084(134)	662(113)	1152(150)
ɔ	660(103)	1154(270)	645(109)	1088(145)
ɑ	789(64)	1196(319)	798(159)	1180(303)
Average	531(76)	1648(203)	546(104)	1657(276)

<표 3>에서 보면 학습 전의 F1의 평균은 531 Hz이고 학습 후의 평균은 546 Hz로 15 Hz 증가했으며 F2의 평균은 학습 전에는 1648 Hz인데, 학습 후에는 1657 Hz로 9 Hz 증가했음을 알 수 있다. 평균 표준편차에서도 학습 전에 비해 F1은 76 Hz에서 학습 후에 104 Hz로 28 Hz 증가했으며, F2도 203 Hz에서 276 Hz로 73 Hz 증가했다. 이러한 포먼트 평균값의 증가는 결국 모음지각공간의 확대를 의미하긴 하지만, 너무 작은 수치여서 거의 무시할 정도이며, 표준편차의 증가는 동일한 지각실험 세트에 대해 지각적 판단에서 약간의 미세한 변화를 보였다고 할 수 있다. 여기서도 학습 전후의 540개의 지각자료에서 모음 사각도의 중심점을 나타내는 VFD를 구해보면, F1과 F2가 학

습 전에는 각각 530 Hz, 1734 Hz이고 학습 후에는 각각 546 Hz, 1732 Hz로 나타나 F1에서는 6 Hz가 증가했고 F2에서는 2 Hz가 줄어들어 학습 전후의 모음사각도의 중심점에서 큰 변화를 보이지 않았다. 통계적으로는 Wilcoxon의 순위합으로 학습 전후 540개의 F1과 F2값 전체에 대해 검정해본 결과 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다.

<표 3>의 자료를 시각적으로 <그림 2>와 같이 나타내어 보면 학습 전후의 모음지각공간은 거의 차이가 없음을 알 수 있다. <표 3>에 제시된 평균값에서 학습 전후의 중심점에서 구한 거리값을 구해보면 17.8 Hz로 나타났는데 주로 모서리의 모음보다는 [ε]의 위치에서 차이를 보였다. 덧붙여, 4개의 모서리모음 [i, æ, a, u]사이의 거리를 측정해 본 결과, [i-æ]의 거리는 학습 전에는 527 Hz인데 학습 후에는 502 Hz로 약 25 Hz가 감소했고, 후설모음 [u-a]의 거리는 학습 전에는 512 Hz인데 학습 후에는 511 Hz로 1 Hz가 감소했다. F2축의 고모음 [i-u]의 거리는 학습 전에는 1594 Hz인데 학습 후에는 1551 Hz로 약 43 Hz가 감소했고, 저모음 [æ, a]의 거리는 학습 전에 998 Hz에서 학습 후에 1022 Hz로 24 Hz가 증가했다. 결국 이러한 F1과 F2축의 변화량을 보면 모음지각공간에서도 학습 전후에 거의 변화가 없었음을 알 수 있다. 이러한 결과는 동일한 합성음에 대해 학습 전후에 지각반응을 요구한 것이기 때문에 예상된 것이긴 하지만, 모서리 모음에서 보다 확장된 모양을 보이지 않았고, 또 고모음의 긴장이완모음 쌍에서 구분될 만큼 거리를 확보하지 못한 것으로 드러났다. [i-i]는 학습 전에 F1값에서 유의미한 차이를 보였지만($W=338, p=0.007$), F2와 학습 후 F1과 F2에서는 차이가 없었다. [u-u]의 통계비교에서는 학습 후에 F1에서 유의미한 차이를 보였고($W=63, p=0.041$) 학습 전 F2와 학습 후 F1과 F2 모두 유의미한 차이가 없었다. [ε-æ]

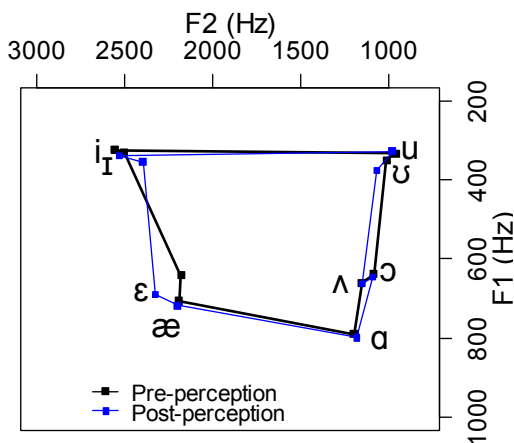


그림 2. F2와 F1축에 나타난 학습 전후 지각자료의 비교
Figure 2. Vowel spaces from pre- and post-perceptions on an F2 by F1 plane

도 학습 전후 F1과 F2 모두에서 유의미한 차이가 없었다. Eychenne & Jang(2015)은 한국어 모음 [e, ε]가 융합된 것은 지각적으로도 구분이 잘 되지 않는 특징이 있을 뿐만 아니라, 세 종코퍼스에서 분석한 기능부담량(functional load) 면에서도 두 개의 모음이 상대적으로 낮게 나타나기 때문이라고 보았는데, 이런 한국어 지각에서의 문제가 비슷한 위치의 영어모음 구분에도 영향을 미쳤을 것으로 여겨진다.

지금까지 발화와 지각자료의 학습 전후의 모음공간을 살펴본 결과 통계적으로는 학습 전후 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다. 입벌림 축에서 약간의 확장이 나타났으나, 지각에서는 거의 변화가 없었다. 이러한 결과는 단기간에 걸쳐 쉽게 영어모음 발음을 교정하기 어렵다는 한계점을 보여준다.

5. 입벌림크기 집단별과 개인별 모음공간 비교

앞에서 제시된 결과와 같이 대학생들의 영어모음 발화와 지각자료를 학습 전후로 나누어 비교해본 결과 큰 변화를 볼 수 없었다. 혹시 이들의 발화와 지각결과에 집단별 평균값을 구하는 과정에서 일부 참여자에서 나타나는 극단치 때문에 문제가 생긴 건 아닐까? 양적인 연구에서 흔히 다루는 전체적인 평균값에서 나타나지 않는 개인별 특성을 보여주는 모음공간이 증가한 경우는 얼마나 될까? 이 두 가지 질문에 답하기 위해, 이번에는 학습 후 발음의 [i-æ] 모음의 F1 거리를 중심으로 각각 5명으로 구성된 입벌림 크기가 넓은/중간/좁은 집단으로 나누었을 때 어떤 발화와 지각의 유형을 보이는지 살펴보고자 한다. 학습 전보다는 학습 후의 발음을 기준으로 택한 이유는 학습 후에 교육의 효과를 나타내서 보다 안정된 모음 구별을 했을 것으로 기대했기 때문이다.

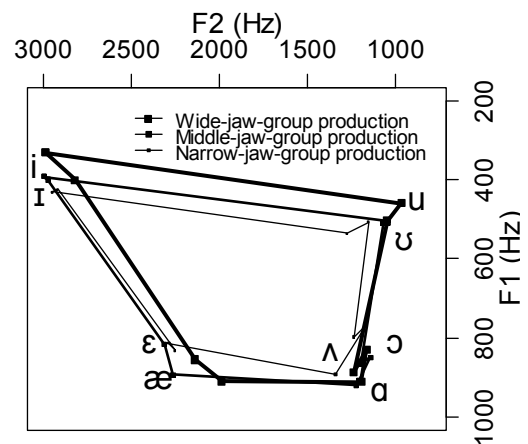


그림 3. 학습 후 입벌림 크기 집단별 발화자료에서 구한 포먼트값으로 나타난 모음사각도
Figure 3. Vowel spaces from post-productions by various jaw-groups on an F2 by F1 plane

<그림 3>은 학습 후 발화자료에서 입벌림 크기로 구분한 집단별 포먼트값으로 나타난 모음사각도를 보여준다.

<그림 4>는 사전 발화자료에서 입벌림 크기로 구분한 집단별 포먼트값으로 나타난 모음사각도를 보여준다.

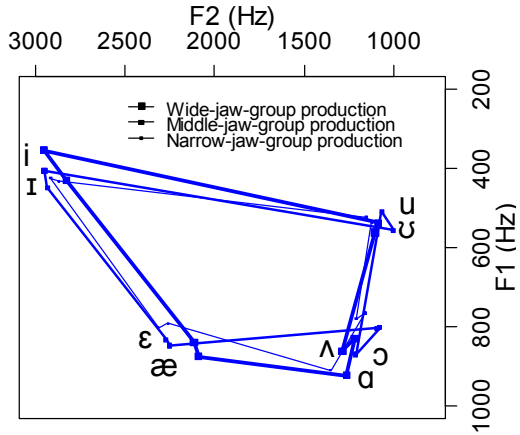


그림 4. 사전 입벌림 크기 집단별 발화자료에서 구한 포먼트값으로 나타난 모음사각도
Figure 4. Vowel spaces from pre-productions by various jaw-groups on an F2 by F1 plane

<그림 3, 4>에서 보면 학습 전에 비해 학습 후의 모음공간이 저모음에서 다소 안정적으로 나타나 있음을 알 수 있다. 학습 전의 발음에서 입벌림이 넓은 집단은 모음사각도의 모서리 모음들이 적절히 꼭짓점에 있는 반면에 중간 집단에서는 [u, ɔ]와 [a, ɔ]가 서로 뒤바뀌어 나타났고, 좁은 집단에서는 [ε, æ]나 [Λ, ɔ]의 위치가 모서리에서 벗어나거나 근접해 있음을 알 수 있다. 이러한 경향은 사전 발음에서 중간 집단으로 분류된 대학생 가운데 awed 발음을 [ɔ]로 발음하지 않고 [o]에 가깝게 발음한 화자가 2명 있었는데 집단의 인원수가 5명임을 감안할 때 이들이 차지하는 영향이 컸던 것으로 보인다. 한 화자의 F1과 F2값은 첫 번째 발음에서 522 Hz와 866 Hz였고, 두 번째 발음에서는 616 Hz와 970 Hz였다. 다른 화자의 F1과 F2값은 첫 번째 발음에서 679 Hz와 1030 Hz였고, 두 번째 발음에서는 728 Hz와 1110 Hz였다. 나머지 세 화자들은 모두 F1에서는 860 Hz에서 963 Hz 범위로 발음했고 F2도 1112 Hz에서 1249 Hz까지 나타났는데, 이런 개인별 발음의 변화가 다섯 명이라는 적은 수의 중간 집단의 평균값에 큰 영향을 끼쳤을 수도 있다. 앞으로 집단구성을 할 때 충분한 인원수를 확보하여 개인별 극단치의 영향을 줄일 필요가 있다. 한편 학습 후의 집단별 발화에서는 입벌림 크기에 따라 분리하였기 때문에 좁은 집단에서 중간 집단, 넓은 집단으로 서서히 모음사각도의 크기가 증가되고 있음을 알 수 있다.

이번에는 이런 발화시 입벌림 크기로 구분한 집단에서 지각적인 특징은 어떠한지 살펴보기로 한다. <그림 5>는 사전 지각

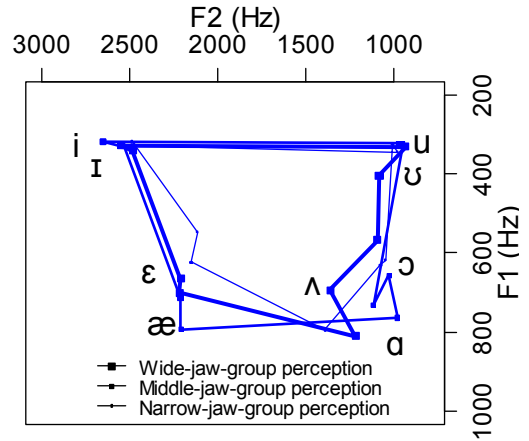


그림 5. 학습 전 지각자료에서 입벌림 크기 집단별 포먼트값으로 나타난 모음공간
Figure 5. Vowel spaces from pre-perceptions by various jaw-groups on an F2 by F1 plane

자료에서 입벌림 크기로 구분한 집단별 모음공간을 나타내고, <그림 6>은 학습 후의 지각 결과를 모음공간에 표시한 것이다.

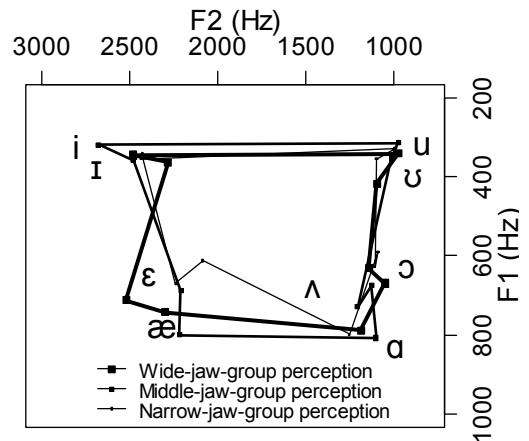


그림 6. 학습 후 입벌림 크기 집단별 지각자료에서 구한 포먼트값으로 나타난 모음공간
Figure 6. Vowel spaces from post-perceptions by various jaw-groups on an F2 by F1 plane

학습 전후의 모음지각 공간을 집단별로 비교해본 결과 입벌림이 좁은 집단은 두 개의 그림 모두에서 중간 집단과 넓은 집단에 비해 모음지각공간이 다소 작게 나타났는데, 중간 집단과 넓은 집단 사이에는 오히려 [i-æ]의 거리로 봤을 때 중간 집단의 모음공간이 더 넓게 나타났고 저모음 [æ-a]의 거리는 중간 집단이 학습 전에는 좀 더 길게 나타났다가 학습 후에는 넓은 집단이 더 길게 바뀐 부분이 보인다. 구체적으로 학습 전후의 듣기자료의 산술평균거리를 보면 넓은 집단에서 22.5 Hz 커진 반면 중간 집단에서는 41 Hz, 좁은 집단에서는 16.7 Hz 좀 더 커졌다. 각 집단별로 모음별 거리를 측정해본 결과 <표 4>와

같이 나타났다.

표 4. 입벌림 크기 집단별로 본 학습 전후의 모음쌍별 유클리드 거리(단위, Hz).

Table 4. Euclidean distances of English vowel pairs after(post) minus before(pre) the lessons in Hz.

Vowel pairs	Jaw-Groups	Perception	Production
i-æ	Wide	-61	149
	Middle	15	59
	Narrow	-2	55
i-u	Wide	-105	150
	Middle	21	0.4
	Narrow	-47	-40
u-a	Wide	-60	82
	Middle	69	184
	Narrow	-70	-73
æ-a	Wide	107	-39
	Middle	-112	-109
	Narrow	76	35

<표 4>에서 보면 전체적으로 학습 전에 비해 학습 후에 거리가 늘어난 경우는 지각과 발화를 모두 합한 24개 쌍 가운데 13개이고 나머지 11개는 줄어 들었다. 대체로 발화에서 늘어난 쪽이 많고 지각에서는 12개 가운데 7개가 줄어 들었다. 주로 입벌림이 넓은 집단에서 발화값에서 늘어났고, 중간 집단은 [u-a]에서 184 Hz나 확대되었다. 이러한 미세한 차이들은 발화와 지각이 함께 변하기보다는 발화는 참여자들이 자신이 설정한 기준으로 발화를 하기 때문에 차이가 났을 것이고, 지각실험에서는 남성 화자에 해당하는 합성음에 대한 응답이라 제한된 반응을 할 수 밖에 없었기 때문으로 여겨진다. 그럼에도 불구하고, 고모음과 저모음의 긴장이완 모음들이 발화에서나 지각에서나 충분한 거리를 확보하지 못한 점은 여전히 학습의 한계점이라고 할 수 있다. 이러한 지각 결과가 여성과는 다른 체계를 보이는 남성화자의 합성음 때문인지는 차후에 여성의 합성음을 이용해서 추가실험을 실시해볼 필요가 있다. 하지만, Yang & Whalen(2015)의 연구결과에서 보면 남성과 여성의 피치값을 기준으로 만든 합성음은 설정값에 따라 서로 구분되는 지각결과를 보였다는 사실로 추정해 볼 때 지금과 비슷한 결과를 보일 것으로 예상된다. 여기서 한 가지 더 지적할 것은 이들의 연구결과에서는 원어민 화자들이 모음사각도에 해당하는 모음으로 충분한 거리를 확보하여 들었기 때문에 MOA에 사용한 합성음 세트의 문제는 아닌 것으로 여겨진다.

마지막으로 개인별 발화자료에서 모음사각도의 모서리 모음값의 차이를 구한 다음 증가된 경우와 감소된 경우의 비율이

얼마나 있는지 또 얼마나 증가하거나 감소했는지를 알아보고자 한다. <그림 7>은 4개 모음의 F1과 F2의 학습 후값에서 학습 전값을 뺀 결과가 양의 값으로 나타난 비율을 나타낸다.

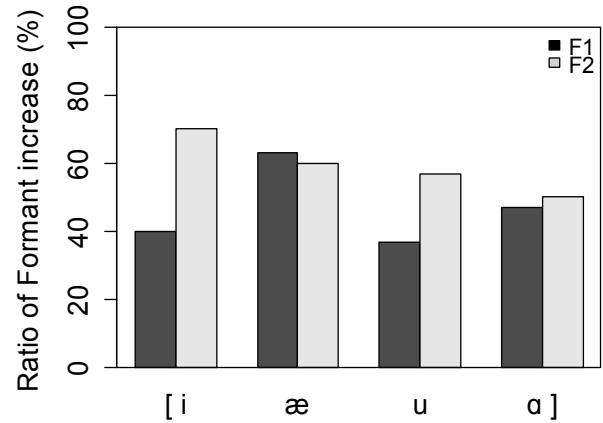


그림 7. 발화자료의 학습 후값에서 학습 전값을 뺀 결과가 양의 값으로 증가한 비율(%)

Figure 7. Ratio of formant increase in post- minus pre-production data(%)

<그림 7>에서 보면 F1에서는 저모음 [æ]에서 63%(15명 개인별 2번씩 모두 30번 발화 중 19번), [a]에서 47%를 차지했다. F1이 입벌림 동작을 반영한다면 다수의 참가자들이 전설저모음에서 입벌림 동작을 크게 했다고 볼 수 있는데, 후설저모음에서는 절반이 되지 않는다. 고모음 [i, u]에서는 모두 40%이하로 줄어들었는데, 전체적으로는 모음사각도의 아래 위 y축으로 입벌림 동작을 크게 한 것으로 추정할 수 있다. F2값은 그림에서 보듯이 모두 50%이상 증가하는 모양을 보였는데, F2값이 혀의 전후 위치를 반영한다고 가정하면 전설고모음 [i]에서 앞으로 최대한 구강공간을 활용했고, 다음으로 전설저모음 [æ]가 따라오고 [a]에서는 절반만이 증가했다. 이러한 경향은 모음사각도에서 조음기관의 움직임을 자연스레 확대할 수 있는 범위 내에서 앞으로 또는 밀로 동작을 했기 때문으로 추정된다.

마지막으로 실제 개인별로 포먼트값이 증가하거나 감소한 범위는 어떠한지 살펴보았다. 전체적으로 보면 [æ] 모음에서 평균 60 Hz가 증가했고, 최대증가값이 135 Hz를 나타냈고, 100 Hz이상 증가한 경우는 5번 나타났는데, 감소치의 평균값은 14 Hz이고 최대감소값도 41 Hz로 증가값의 1/4에 불과하다. 이러한 경향은 후설저모음 [a]에서도 보이는데, 평균 130 Hz가 증가했고, 최대증가값이 557 Hz를 보였는데, 100 Hz이상 상승한 경우도 5번이나 된다. 감소값의 평균은 75 Hz이고 최대 195 Hz까지 줄어들었는데, 이 값은 극단치에 해당한다. 전설고모음 [i]에서는 평균 51 Hz 증가에 56 Hz 감소로 비슷한 분포를 보였고, 후설고모음 [u]에서는 증가값의 평균이 30 Hz이고 감소

값의 평균은 약 2.5배인 79 Hz나 된다. 화자개인별 발화자료에서 학습 후에서 학습 전 F2 값을 뺀 차이값을 살펴본 결과, 앞절에서 언급한 것처럼 2명의 화자가 odd의 모음발음을 사전에 [o]에서 학습 후에 [a]로 바꾼 경우가 반영되어서 극단치인 465 Hz까지 차이가 나타났다. F2값이 가장 많이 감소한 것은 전설저모음 [æ]로 평균 147 Hz가 되었는데 이는 극단값의 영향으로 보여 지며 증가 평균은 이것의 반인 65 Hz를 보였다. F2값 증가가 가장 큰 모음은 후설고모음 [u]로 평균 115 Hz인데, 감소평균도 116 Hz로 거의 비슷하다. 이어서 [i]의 증가평균인 102 Hz가 따라오고 감소값은 이것의 반인 59 Hz를 보였다.

지금까지 개인별 발화에서 학습 전후의 차이를 살펴본 결과 모음사각도에서 충분히 움직이기 쉬운 [æ]가 가장 많이 증가하거나 감소한 모양을 보였고, 이어서 [a, i, u]의 순서로 변화량을 보였다. 개별발음의 F1이 100 Hz이상 차이를 보이는 경우에 연구자가 청각적으로 들어봐도 변화를 느낄 수 있었지만, 참가자마다 다른 크기의 성대를 가지고 있기 때문에 이런 절대적인 값보다는 피치값이 반영되는 상대적인 임계값이 필요할 것으로 생각된다. 다시 말해서, 얼마의 차이를 보여야 완전한 학습이 되었는가를 결정하는 것은 앞으로 원어민들에게 들려주어 평가하는 추가 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

6. 요약 및 결론

이 연구는 영어모음 발음교육을 실시한 전후에 실험 참여자들의 발화와 지각에서 어떤 변화를 보이는지 조사함으로써 영어모음 발음교육에 대한 기초자료를 제공하기 위한 목적으로 수행되었다. 영어음성학에 대한 정규수업 대상자 가운데 자발적으로 참가한 15명의 대학생들에게 일정기간 발음교육을 실시하고 학습 전후의 9개의 영어모음 발화와 지각에서 구한 포먼트값을 통계적으로 비교하고, 모음공간에 나타내어 시각적으로도 살펴보았다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 학습 전과 후의 발화자료를 살펴본 결과 통계적으로는 유의미한 차이가 없었다. 모음공간은 학습 전보다 학습 후에 다소 커진 모양을 보였는데, 원어민화자들의 발화에서 나타나는 고모음과 저모음의 긴장이완 모음쌍과 같은 인접모음과 구별될 만큼 충분한 거리가 확보되지 않았다.

둘째, 학습 전과 후의 지각자료를 살펴본 결과 전후에 거의 변화가 없었고 통계적으로도 유의미한 차이를 보이지 않았다. 여기서도 인접모음이 가까이 모여 있었다.

셋째, 학습 후의 발화자료에서 [i-æ] 모음의 F1 거리를 중심으로 나눈 세 개의 집단에서 발화와 지각이 거의 비슷한 유형을 보였다. 구체적으로 발화에서는 학습 전에 비해 학습 후에 보다 안정적인 모양을 보였으며 이렇게 나눈 집단의 지각자료를 본 결과 발화에서 좁은 입벌림을 한 집단은 상대적으로 중간이나 넓은 입벌림을 한 집단에 비해 좁은 지각공간을 보였

다. 개인별발화에서 학습 전후의 포먼트값 변화량을 살펴본 결과 모음사각도에서 후설고모음 [u]를 축으로 하여 전설저모음 [æ]쪽으로 확장되는 모양을 보였다.

이러한 결과를 종합해보면 이 연구에서는 단기간에 걸쳐 영어모음 발음교육을 실시했을 때, 지각과 발화에서 유의미한 효과를 보이지 못했다고 결론 지을 수 있다.

이 연구에서는 단기간에 영어모음 학습 전후의 발화와 지각에서의 변화를 알아보기 위해 전체적인 동향과 개인적인 변화를 추적하는 다양한 분석 방법을 적용해보았으나, 앞으로 좀 더 장기간의 교육에 의해 원어민이 들어서 인정할 만한 변화를 일으킬 수 있는지 또 실험기간 이후에도 안정되게 원어민과 같이 구별되는 발음을 할 수 있는지 연구해볼 계획이다.

참고문헌

Beddor, P. (1991). Predicting the structure of phonological systems. *Phonetica*, 48(2-4), 87-107.

Borden, G. J., Harris, K. S. & Raphael, L. J. (2003). (3rd ed.). *Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech*. Baltimore: Williams and Wilkins.

Bradlow, A. R., Torretta, G. M. & Pisoni, D. B. (1996). Intelligibility of normal speech I: Global and fine-grained acoustic-phonetic talker characteristics. *Speech Communication*, 20, 255 - 272.

Eychenne, J. & Jang, Tae-Yeoub. (2015). On the merger of Korean mid front vowels: phonetic and phonological evidence. *Phonetics and Speech Sciences*, 7(2), 119-129.

Fant, G. (1970). *Acoustic theory of speech production*. The Hague: Mouton.

Flynn, N. (2011). Comparing vowel formant normalisation procedures. *York Papers in Linguistics Series*, 2(11), 1-28.

Hillenbrand, J. M., Getty, L. A., Clark, M. J. & Wheeler, K. (1995). Acoustic characteristics of American English vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97, 3099-3111.

Kang, Hyunsook & Han, Jeong-Im. (2013). Cross-generational change of /o/ and /u/ in Seoul Korean II: Spectral interactions in normalized vowel space. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(2), 33-41.

Kang, S. (2007). *Acoustic analysis of speech*. (Korean translation) Seoul: Thomson Learning Korea, Pakhaksa. (강석한 역 (2007). 음향음성분석론. 서울: Thomson Learning Korea, 박학사.)

Karlsson, F. & van Doorn, J. (2012). Vowel formant dispersion as a measure of articulation proficiency. *Journal of the Acoustical Society of America*, 132(4), 2633-2641.

- Kent, R. & Read, C. (2002). (2nd ed.) *Acoustic analysis of speech*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Klatt, D. H. & Klatt, L. C. (1990). Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers. *Journal of the Acoustical Society of America*, 87, 820-857.
- Ladefoged, P. (2001). (4th ed.) *A course in phonetics*. Boston: Heinle & Heinle.
- Peterson, G. & Barney, H. (1952). Control methods used in a study of vowels. *Journal of the Acoustical Society of America*, 24, 175-184.
- Pickett, J. M. (1987). *The sounds of speech communication: A primer of acoustic phonetics and speech perception*. Austin, Texas: pro-ed.
- Mannell, R. (2015). Speech acoustics. Retrieved on July 30 from http://clas.mq.edu.au/speech/acoustics/frequency/vocal_tract_resonance.html.
- Roy, N., Nissen, S. L., Dromey, C. & Sapir, S. (2009). Articulatory changes in muscle tension dysphonia: Evidence of vowel space expansion following manual circumlaryngeal therapy. *Journal of Communication Disorders*, 42, 124 - 135.
- Sapir, S., Ramig, L. O., Spielman, J. L. & Fox, C. (2010). Formant centralization ratio: A proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech. *Journal of Speech Language Hearing Research*, 53, 114 - 125.
- Stevens, K. N. (1998). *Acoustic phonetics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Yang, Byunggon. (1996). A comparative study of English and Korean monophthongs produced by male and female speakers. *Journal of Phonetics*, 24, 245-261.
- Yang, Byunggon. (2006). Discrimination of synthesized English vowels by American and Korean listeners. *Phonetics and Speech Sciences*, 13(1), 7-27.
- Yang, Byunggon. (2010). A method for correcting English vowel pronunciation by wooden chopsticks. *Phonetics and Speech Sciences*, 2(4), 51-58.
(양병곤 (2010). 나무젓가락에 의한 영어모음 발음교정 방안. 말소리와 음성과학, 2(4), 51-58.)
- Yang, Byunggon. (2012). Pitch and formant trajectories of English vowels by American males with different speaking styles. *Phonetics and Speech Sciences*, 4(1), 21-28.
(양병곤 (2012). 발화방식에 따른 미국인 남성 영어모음의 피치와 포먼트 궤적. 말소리와 음성과학, 4(1), 21-28.)
- Yang, Byunggon. (2013). A comparative study of relative distances among English front vowels produced by Korean and American speakers. *Phonetics and Speech Sciences*, 5(4), 99-107.
(양병곤 (2013). 한국인과 미국인이 발화한 영어전설모음의 상대적 거리 비교. 말소리와 음성과학, 5(4), 99-107.)
- Yang, Byunggon. (2014). A link between perceived and produced vowel spaces of Korean learners of English. *Phonetics and Speech Sciences*, 6(3), 81-89.
(양병곤 (2014). 한국인 영어학습자의 지각 모음공간과 발화 모음공간의 연계. 말소리와 음성과학, 6(3), 81-89.)
- Yang, Byunggon & Whalen, D. H. (2015). Perception and Production of English Vowels by American Males and Females *Australian Journal of Linguistics*, 35(2), 121-141.
- Ziegler, W. & von Cramon, D. (1983). Vowel distortion in traumatic dysarthria: A formant study. *Phonetica*, 40, 63 - 78.

• **양병곤 (Yang, Byunggon)**
 부산대학교 영어교육과
 부산시 금정구 장전동 30
 Tel: 051-510-2619
 Email: bgyang@pusan.ac.kr
 Homepage: <http://fonetiks.info/bgyang>