

Coarticulation of Stops and Affricate Consonants Using Locus Equation

Yoonmi Choi¹, Ikjae Im^{2*}

¹ Dept. of Speech-Language Therapy, Wonkwang Digital University, Professor

² Dept. of Language and Rehabilitation Counseling, Catholic Kwandong University, Professor

Purpose: The purpose of this study is two-fold. First, to identify how place of articulation affects coarticulation in Korean stops and affricates and second, to identify how three-way phonation contrast affects coarticulation in Korean stops and affricates.

Methods: F2 onset frequency and F2 vowel frequency were measured in 20 participants (10 men, 10 women) aged 20 to 59 years of age on the CVC syllables made up of stops, affricates and vowels /a, i, u, e/. Linear regression analysis was then used to obtain the slopes of locus equations. Through the slopes, the degree of coarticulation was quantified, and for the comparison by phonemes, repeated-measure ANOVA were conducted.

Results: The findings from the first purpose show that coarticulation of stops and affricates by place of articulation are statistically significant. Coarticulation shows the order of velar sounds followed by bilabial sounds, alveolar sounds, and palatal sounds. Among consonants, velar sounds were found to show the greatest degree of coarticulation. However, no significant differences between males and females were found. The findings from the second purpose show that coarticulation of stops and affricates by manner of articulation was not statistically significant. Among consonants, no discernible degree of coarticulation was observed.

Conclusions: This study confirmed that degree of coarticulation in Korean stops and affricate consonants varies by place of articulation.

Correspondence: Ikjae Im, PhD

E-mail: ikjaeim@cku.ac.kr

Received: November 30, 2020

Revision revised: December 31, 2020

Accepted: January 29, 2021

This article was based on the first author's doctoral dissertation from Jeonbuk National University (2015).

ORCID

Yoonmi Choi

<https://orcid.org/0000-0003-4252-1384>

Ikjae Im

<https://orcid.org/0000-0002-3158-1333>

Keywords: Coarticulation, locus equation (LE), slope, stop consonants, affricate consonants

1. 서 론

실시간(real time) 발화 동안 성도라는 제한된 공간 안에서 모든 음소가 개별적인 분절성을 가지고 산출되는 것은 불가능하다. 따라서 주어진 시간과 공간의 제약 안에서 조음 기관의 연속적인 움직임이 이루어지게 되고 이로 인해 조음 기관의 움직임에서 다양한 영향으로 중첩이 발생하게 되는데 이를 동시조음(coarticulation)이라 한다(Hardcastle & Hewlett, 1999).

동시조음의 중첩에 영향을 미치는 다양한 요소를 밝히고자 동시조음의 저항 이론(Bladon & Al-Bamerni, 1976), window 모델(Keating, 1988a) 등 여러 연구들이 시도되었다. Recasens(1984a, 1984b)는 동시조음의 저항은 말 분절에서 음성학적 명확성과 관련하여 다양한 값으로 제시되는 특성이라고 밝히면서 저항은 조음

변동성을 측정하는 지표이며 조음 기관의 제약에 따라 그 정도가 증가한다고 밝혔다. 또한 Keating(1988a)은 동시조음이 음운론적, 음성학적 특징에 따라 영향을 받으므로 이러한 요소들을 모두 고려하여야 한다는 의미로 동시조음의 특성을 'window'라는 용어를 사용하여 설명하였다. 이러한 연구자들의 공통된 견해는 동시조음에서 중첩의 정도는 음소가 가지는 고유 자질, 문맥, 화자, 시간, 언어 등 여러 요소에 따라 달라질 수 있다는 것이다.

언어치료 임상 현장에서는 동시조음에 문제를 보이는 환자들을 쉽게 만날 수 있다. 청각장애인은 조음기관의 통합 조정 미숙으로 인해 낱말 하나하나를 발음하려는 경향을 보이며 동시조음의 오류를 보일 수 있고 유창성 장애의 하나인 말더듬도 정상적인 말의 흐름이 깨지면서 삽입, 반복 등의 증상을 보이는데 이러한 경우에도 동시조음의 오류가 나타나게 된다(Chang et al., 2002; Morrison, 2008; Robb & Blomgren, 1997) 그 밖에도 조음운장애, 신경 말·언어장애 등 여러 장애에서 동시조음의 문제를 나타낼 수 있다(Whiteside et al., 2010).

동시조음에 영향을 미치는 여러 요소에서 규칙적인 패턴을 밝히

기 위해 다양한 방법으로 연구가 진행 중에 있으며 그 중에서 동시조음의 정도를 정량적으로 측정할 수 있는 방법으로 로커스 방정식(locus equation: LE)이 있다(Caleb, 2008; Chen & Iskarous, 2013; Lindblom & Sussman, 2012; Lofqvist, 1999; Rhone & Jongman, 2012; Sussman et al., 1993). LE는 자음과 모음을 결합한 구조에서 제 2포먼트(F2)의 시작점과 중간점을 음향학적으로 분석하여 회귀직선으로 표현한 것인데 각 자음에 대하여 모든 점들이 일직선상에 놓이는 것이 특이점이며 다음과 같은 방정식으로 표현할 수 있다(Lindblom, 1963). $F2_{onset} = k \times F2_{vowel} + c$ (k =기울기, c =y절편). Krull(1988)은 LE의 기울기와 동시조음의 관계를 처음으로 기술하였다. $F2_{onset}$ 과 $F2_{vowel}$ 주파수가 같은 값으로 동일할 때는 기울기 1(maximal coarticulation)을 나타내며 자음의 locus가 후행 모음의 영향을 많이 받는 상태일 것이라고 가정하였고 안정한 $F2_{onset}$ 과 다양한 $F2_{vowel}$ 주파수 값은 기울기 0(no coarticulation)을 나타내며 자음 locus가 후행 모음의 영향을 전혀 받지 않는 상태일 것이라고 제기하였다.

Morrison(2008)은 심도의 청각장애 청소년과 정상 청력을 가진 대조군의 유성 파열 자음과 모음을 결합한 CVC 구조에서 LEs를 연구하여 청각장애 그룹과 정상 청력 그룹 간에 동시조음의 정도 차이를 확인하였다. Whiteside 등(2010)은 말실행증 성인 환자에서 LEs를 이용하여 동시조음을 연구한 결과 말실행증 환자는 정상 성인에 비해 LEs 기울기가 작게 나타났고 이는 말실행증에서 동시조음의 정도가 작고 음절 간에 분절성이 커지는 것을 의미한다고 보고하였다.

언어치료 임상 현장에서 동시조음에 문제를 보이는 대상자들의 오류 패턴을 평가하고 치료하는 일은 언어재활사들이 해결해야 할 어려운 과제 중 하나로 남아있다. 앞서 언급한 바와 같이, 동시조음은 음소의 고유 자질, 문맥, 화자 및 언어 요소 등과 같은 다양한 영향에 의해 그 중점의 정도가 달라지기 때문에 동시조음의 특성을 제대로 파악하지 못한 상황에서 이것을 평가하고 치료하는 것에는 한계가 있기 때문이다. 특히, LE 연구 방법을 이용한 동시조음 연구는 주로 영어 화자에 국한되어 있고 우리말 동시조음을 설명할 수 있는 객관적인 자료가 없는 현 실정에서 LE를 이용한 우리말 동시조음 연구는 매우 시급해 보인다.

이에 따라 본 연구에서는 우리말 음소가 가지는 고유 자질에 주목하여 우리말 파열음과 파찰음 12개 음소를 CVC 구조에서 조음 위치 및 발성 유형에 따라 동시조음의 정도에서 차이가 있는지를 분석해보고자 한다. 우리 말소리에서 파열음과 파찰음은 어두 초성 위치에서 무성음이며 발성 유형에 따라 예사소리, 된소리, 거센소리로 삼중 대립하는 독특한 분류 체계를 보이므로 다른 언어와 구분되는 우리말의 자질이 동시조음에 미치는 영향을 살펴보아야 할 것이다. 분석에는 LE 방정식을 이용하고자 하며 이로써 우리말 동시조음의 정도를 정량적으로 기술할 수 있는 기초 자료를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구의 주제를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 우리말 파열음과 파찰음이 조음 위치에 따라 동시조음의 정도에서 차이가 있는가?

둘째, 우리말 파열음과 파찰음이 발성 유형에 따라 동시조음의

정도에서 차이가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 전라북도 내 전주시에 거주하는 만 20~59세의 정상 성인이었다. 남자와 여자는 각각 10명으로 전체 20명이 연구에 참여하였다. 대상자에게는 우리말 조음·음운평가(Urimal Test of Articulation and Phonation: U-TAP, Kim & Shin, 2004)를 단어 수준에서 실시하였고, 조음 문제가 의심되는 $-2SD$ 이하의 결과를 보인 참여자는 연구대상에서 제외하였다. 연구대상자의 평균 자음 정확도는 $99.9 \pm 0.5\%$, 모음 정확도는 100%로 나타났다. 이 연구는 원광디지털대학교 생명윤리위원회(Institutional Review Board: IRB)의 심의를 받았다(No. 2012-5-004).

2. 연구 내용

음향학적 분석을 통해 파열음과 파찰음 12개 음소의 LE 기울기를 측정하고 다음 분류에 따라 자료를 분석하여 동시조음의 정도를 정량적인 수치로 확인해보고자 하였다.

- 1) 조음 위치: 연구개음, 양순음, 치조음, 경구개음
- 2) 발성 유형(발성 시 후두 제스처): 예사소리, 된소리, 거센소리

동시조음과 LE 기울기와의 관계는 Sussman 등(1991)의 연구를 기반으로 하여 정량화하고 해석하고자 하였다. 선행연구에서는 미국인 화자의 CVC 발화에서 LEs를 연구하여 LE metric의 기울기 범위 0~1을 통해 동시조음을 수량화하였다.

3. 연구 방법

LEs 기울기를 측정하기 위해 파열음과 파찰음의 총 12음소를 모음과 결합하고 종성 /t/를 붙인 CVC 구조로 음향학적인 분석이 용이하도록 설계하였다. 모음은 꼭지 모음 /a, i, u/와 모음 비교에 있어 기준이 될 수 있는 neutral position의 /E/로 선정하였다(Chomsky & Halle, 1968). 모음 /E/는 한국어 모음 /e/와 /ε/가 중성화되는 경향이 있으나 본 연구에서는 /e/로 기술하여 연구를 진행하였다. 검사 문형은 양순음에서 예사소리 /pat/, /pit/, /put/, /pet/, 된소리 /p*at/, /p*it/, /p*ut/, /p*et/, 거센소리 /phat/, /phit/, /phut/, /phet/, 치조음에서 /tat/, /tit/, /tut/, /tet/, 된소리 /t*at/, /t*it/, /t*ut/, /t*et/, 거센소리 /that/, /thit/, /thut/, /thet/, 연구개음에서 /kat/, /kit/, /kut/, /ket/, 된소리 /k*at/, /k*it/, /k*ut/, /k*et/, 거센소리 /khat/, /khit/, /khut/, /khet/, 경구개음에서 /t̥at/, /t̥it/, /t̥ut/, /t̥et/, 된소리 /t̥*at/, /t̥*it/, /t̥*ut/, /t̥*et/, 거센소리

/tʰat/, /tʰit/, /tʰut/, /tʰet/으로 하였다.

연구대상자는 연구자의 지시에 따라 각 48개의 CVC 음절을 3회 읽었고 이 음성 샘플은 외부 저장장치에 저장하였다. 본 연구에는 저장된 자료 중 정확하게 조음한 표본만을 선별하여 음향학적 분석하였으며 분석 표본 선별과 음향학적 분석은 임상 경력 10년 이상의 1급 언어재활사(제 1저자)가 시행하였다. 음향학적 분석에는 Praat(version 6.1.04)을 사용하고 스펙트럼 분석 환경은 sampling rate 11,025Hz로 하여 waveform과 광역 스펙트로그램을 함께 분석하였다. 로커스 방정식을 이끌어내기 위해 F2 onset 지점은 impulsion 바로 다음 F2 resonance의 첫 번째 바를 측정하고 F2 vowel은 모음의 중간지점을 측정하였다. F2 onset 주파수 값과 F2 vowel 주파수 값을 단순 회귀분석 실시하여 LEs 기울기를 얻었다. Figure 1은 연구대상 중 20대 여성의 /t*ut/에서 F2 onset과 F2 vowel 주파수를 측정된 것이다.

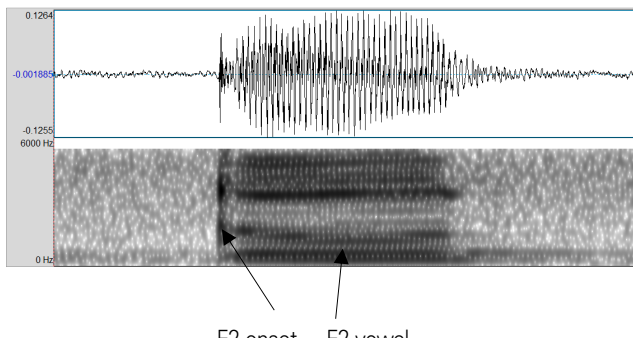


Figure 1. Measurement of F2 onset frequency and F2 vowel frequency in /t*ut/

4. 결과 처리

모든 측정값은 SPSS(Statics Package for the Social Science, ver. 22) 통계 프로그램을 사용하여 검증하였다. 파열음과 파찰음에서 측정된 F2 onset 주파수 값과 F2 vowel 주파수 값을 단순 회귀분석 실시하여 LEs 기울기를 얻었다. 자음의 조음 위치와 발성 유형에 따른 기울기의 차이를 확인하기 위해 각각 반복측정 분산분석(Repeated Measures ANOVA, RM ANOVA)을 시행하였고, 95% 신뢰수준($p < .05$)을 기준으로 하였다.

III. 연구 결과

1. 조음 위치에 따른 LE 기울기 차이

20명의 연구대상에서 12개 음소의 LEs 기울기를 측정하였다. Figure 2는 연구대상 중 20대 여성의 /pVt/에서 F2 onset과 F2 vowel 주파수를 측정하여 로커스 방정식으로 표현한 것으로 기울기 .88, 결정계수 $R^2 = .99$ 로 나타나 강한 선형 관계를 잘 보여주는 예시이다.

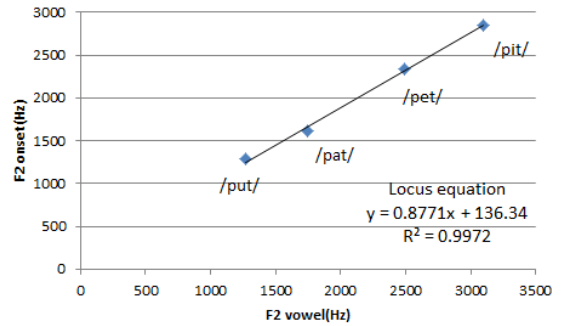


Figure 2. Locus equations scatter plot in /pVt/

조음 위치가 동시조음에 미치는 영향을 확인하기 위하여 예사소리 /pVt/, /tVt/, /kVt/, /tʰVt/로 분류하여 각각 LEs 기울기를 측정된 결과, /pVt/의 기울기는 .82 이었고, /tVt/의 기울기는 .52, /kVt/의 기울기는 1.27, /tʰVt/의 기울기는 .42로 연구개음 >양순음 > 치조음 > 경구개음 순으로 기울기가 감소하는 것을 확인하였다(Table 1). 조음 위치에 따른 기울기 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(3, 54)} = 97.93, p < .01$), 성별의 교호작용은 없었다($F_{(3, 54)} = .35, p = .79$).

Table 1. RM ANOVA results of lenis sound according to place

Place	Lenis	M	SD	F	p
Bilabial	/p/	.82	.21		
Alveolar	/t/	.52	.14	97.93	.00**
Velar	/k/	1.27	.17		
Palatal	/tʰ/	.42	.19		

Note. Values are presented as mean (SD).
** $p < .01$

된소리 /p*Vt/, /t*Vt/, /k*Vt/, /tʰ*Vt/에서 측정된 F2 onset 주파수와 F2 vowel 주파수 값을 단순회귀분석 실시하여 LEs 기울기를 얻었다. /p*Vt/의 기울기는 .90 이었고, /t*Vt/의 기울기는 .60, /k*Vt/의 기울기는 1.27, /tʰ*Vt/의 기울기는 .40으로 예사소리와 동일하게 연구개음 >양순음 > 치조음 > 경구개음 순으로 기울기가 감소하였다(Table 2). 조음 위치에 따른 기울기 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(3, 54)} = 126.85, p < .01$), 성별의 교호작용은 없었다($F_{(3, 54)} = .51, p = .68$).

Table 2. RM ANOVA results of glottalized sound according to place

Place	Glottalized	M	SD	F	p
Bilabial	/p*/	.90	.14		
Alveolar	/t*/	.60	.10	127.85	.00**
Velar	/k*/	1.27	.23		
Palatal	/tʰ*/	.40	.21		

Note. Values are presented as mean (SD).
** $p < .01$

거센소리 /p^hVt/, /t^hVt/, /k^hVt/, /tʰ^hVt/에서 측정된 F2 onset 주파수와 F2 vowel 주파수 값을 단순회귀분석 실시하여 LEs 기울기를 얻었다. /p^hVt/의 기울기는 .86, /t^hVt/의 기울기는 .56,

/k^hVt/의 기울기는 1.37, /t^hVt/의 기울기는 .49로 예사소리, 된소리와 동일하게 연구개음 > 양순음 > 치조음 > 경구개음 순으로 기울기가 감소하였다(Table 3). 조음 위치에 따른 기울기 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났고($F_{(3, 54)}=71.30, p<.01$), 성별의 교호작용은 없었다($F_{(3, 54)}=.29, p=.83$).

Table 3. RM ANOVA results of aspirated sound according to place

Place	Aspirated	M	SD	F	p
Bilabial	/p ^h /	.86	.20	71.30	.00*
Alveolar	/t ^h /	.56	.19		
Velar	/k ^h /	1.37	.28		
Palatal	/t ^h /	.49	.20		

Note. Values are presented as mean (SD).

* $p<.01$

2. 조음 방법에 따른 LE 기울기 차이

양순음, 치조음, 연구개음, 경구개음에서 각각 발생 유형에 따라 예사소리, 된소리, 거센소리로 나누어 LEs 기울기의 차이를 살펴보았다. 반복측정 분산분석 결과, 발생 유형에 따른 차이는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 모든 음소의 기울기 결과는 Figure 3과 같다.

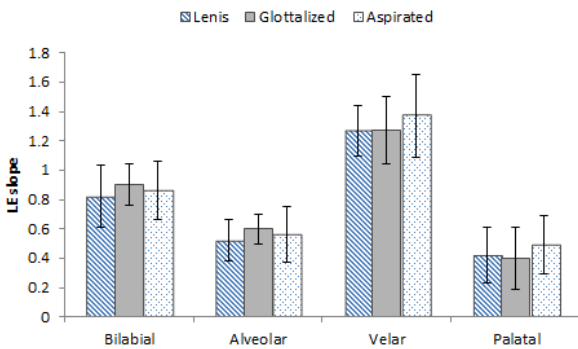


Figure 3. LE slopes in bilabial, alveolar, velar, and palatal sounds

IV. 논의 및 결론

본 연구는 우리말 파열음과 파찰음에서 조음 위치와 발생 유형에 따라 동시조음 정도에서 차이가 있는지를 살펴보았으며 이에 따른 연구 결과와 논의는 다음과 같다.

파열음과 파찰음 12개 음소에서 조음 위치에 따라 동시조음의 정도를 살펴보기 위하여 LEs 기울기를 측정하였고 그 결과, 연구개음 > 양순음 > 치조음 > 경구개음 순으로 기울기 값이 큰 것으로 나타났다. Sussman(1994)의 연구에서도 영어 무성 파열음 /p, t, k/에서 LEs 기울기를 측정하였는데, /p/의 기울기는 .79, /t/는 .44, /k/는 .88의 값을 보여 본 연구의 결과와 거의 일치하였다. 따라서 연구개음이 후행 모음의 영향을 가장 많이 받는 음소이며 동시조음 정도가 가장 크다고 해석할 수 있다. 반면에 후행 모음

의 영향을 가장 적게 받는 음소는 경구개음이었고 이 음소는 동시조음의 정도가 가장 작다고 해석할 수 있다. Palatography를 이용한 선행 연구에서 경구개음은 조음할 때 혀 등이 입천장에 닿는 면적이 크고 앞과 위로 향하는 움직임이 느리게 나타나 혀의 다른 부위가 동시조음 활동을 막는다고 보고하였다(Kim, 1989; Recasens & Espinosa, 2009). 이러한 제약으로 인하여 경구개음의 동시조음 저항이 커지고 후행 모음이 미치는 영향이 작아져 동시조음의 정도가 가장 작게 나타난 것으로 추측할 수 있다. 또한 치조음과 경구개음의 LEs 기울기는 연구개음과 양순음에 비해 작게 나타났고 이는 다른 선행 연구와도 일치하는 결과였다(Sussman, 1994; Sussman et al., 1991). 치조음은 조음점인 치조의 위치적 특성으로 인해 접근성이 용이하여 음소 조음 시 폐쇄가 안정적으로 이루어질 수 있고 후행 모음의 영향을 크게 받지 않아 동시조음의 정도가 작게 나타난 것으로 볼 수 있다.

한편, 조음 위치에 따른 동시조음의 정도 이외에 주목해서 살펴보아야 할 연구 결과는 우리말 /k/의 기울기와 영어 /k/의 기울기 간의 차이이다. 우리말 /k/의 기울기는 1.27로 영어 /k/의 기울기 .88 보다 크게 나타났다. 이러한 차이는 영어의 연구개음과 우리말 연구개음의 조음 위치가 완벽하게 동일하지 않았기 때문으로 추측할 수 있다. Butcher와 Tabain(2004)의 선행 연구에 따르면, 오스트레일리아 원주민 언어를 모국어로 사용한 대상자와 영어를 모국어로 사용한 대상자 간 LEs 비교한 결과 오스트레일리아 원주민 언어의 LEs 값이 영어보다 더 큰 값(약 1 정도)을 나타냈는데, 이러한 차이는 오스트레일리아 연구개음이 후방화 되었기 때문이라고 설명하였다. 따라서 본 연구의 결과에서 우리말 연구개음 /k/, /k*/, /kh/에서 기울기가 1.27~1.37 값을 보이며 선행 연구와는 다소 차이가 있었는데 이는 우리말 /k/와 영어 /k/의 조음 위치가 완벽하게 같지 않았기 때문으로 해석할 수 있다. 유사하게 아동의 파열음과 파찰음을 연구한 Choi(2015)의 연구에서 연구개음 /k/의 기울기가 연령에 따라 차이가 있었다고 보고하였다. 2세 6개월에서 3세 5개월 아동의 /k/ 기울기는 1.01이었는데 4세~4세 11개월 아동의 /k/ 기울기는 1.03, 5세 6개월~6세 5개월 아동의 /k/ 기울기는 1.09로 나타나 연령이 증가함에 따라 연구개음의 LEs 기울기 또한 함께 커지는 것을 확인하였고 이 또한 연구개음의 후방화, 즉, 연령의 증가에 따라 조음 위치가 변화하였기 때문으로 제언하였다.

우리말 파열음과 파찰음은 조음 위치 뿐 아니라 발생 유형에 따라 분류가 이루어진다. 발생 시 후두 제스처에 따라 예사소리, 된소리, 거센소리로 나누어볼 수 있고 본 연구에서는 각 발생 유형에 따라 LEs 기울기를 비교하였다. 통계적으로 그 차이를 확인하였을 때 발생 유형이 동시조음에 미치는 차이는 유의미하게 나타나지 않았다. Choi(2015)의 연구에서는 한국 아동 2~6세를 대상으로 LEs 기울기를 통해 동시조음의 정도를 살펴본 결과 4세 이후부터 거센소리에서 동시조음의 정도가 유의미하게 크게 나타났고 거센소리가 가지는 긴장성과 기식성이 동시조음에 영향을 미치는 것으로 보았다. 거센소리의 후행 모음을 연구한 선행 연구에 따르면 Fo의 값은 예사소리보다 크고 된소리와는 구분되지 않으며 H1-H2 값은 된소리보다 크고 예사소리 보다 작게 나타나 modal

voice quality로 반영된다고 하였다. 따라서 이러한 결과로 볼 때 거센소리의 후행 모음은 상대적으로 후두 제약으로부터 자유로운 상태에서 조음기관을 움직여 모음을 산출할 수 있게 되고 이로 인해 동시조음의 정도가 크게 나타난 것이라고 볼 수 있다(Cho et al., 2002; Kong et al., 2011). 그러나 본 연구의 결과에서는 연구개음과 경구개음에서 거센소리의 기울기가 예사소리나 된소리의 기울기에 비해 크게 나타나긴 했지만 통계적으로 유의미한 차이는 아니었다. 이는 조음 발달 시기에 있는 아동들은 성인과 달리 발성 유형이 동시조음에 미치는 영향이 클 수 있으나 성인의 경우에는 발성 유형이 동시조음에 미치는 영향이 미비하였던 것으로 추정된다.

본 연구는 LE를 이용하여 객관적인 방법으로 파열음과 파찰음의 동시조음 특성을 규명하고자 하였으나 연구 방법에서 제한점을 발견할 수 있었다. 본 연구의 발화 표본은 CVC 구조로 된 1음절이었는데 다양한 발화 구조 및 발화 유형이 동시조음에 미치는 영향을 고려하여 다양한 구조로 된 검사어를 사용하지 못하였다. 후행 연구에서는 동시조음에 대한 불변의 규칙성을 확인하기 위해 다양한 발화 구조 및 발화 유형이 동시조음에 미치는 영향을 고려한 다각적인 접근이 시도되기를 제안한다.

본 연구는 국내에서 LE를 이용한 동시조음 특성을 살펴본 연구가 없는 실정에서 LE 기울기를 통해 우리말 파열음과 파찰음의 동시조음 특성을 밝히고 동시조음에 영향을 주는 요소를 확인할 수 있었다는 것에 연구의 의의가 있다. 보다 구체적으로, 12개 음소의 동시조음 정도를 정량적으로 제시한 결과를 통해 언어치료 임상 현장에서 정상 성인과 동시조음 오류를 보이는 환자들의 객관적인 비교가 가능해질 것이며 환자들을 평가 및 치료할 때 도움이 되는 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 연구대상자를 다양한 집단에 접목하는 후속 연구도 고려해 볼 만 하다. 즉, 말장애군 뿐 아니라 언어 및 말 발달 시기에 있는 영유아, 이중 언어 환경의 다문화 가정 자녀 등 동시조음 상의 어려움을 겪는 집단을 대상으로 LE를 분석하는 연구를 제안한다. 이러한 연구 결과는 각 집단에서 나타난 동시조음 문제를 정량적으로 비교하고 이를 해결하는데 기초 자료가 될 수 있을 것으로 기대한다.

Reference

- Bladon, R. A. W., & Al-Bamerni, A. (1976). Coarticulation resistance in English /l/. *Journal of Phonetics*, 4, 137-150. doi:10.1016/S0095-4470(19)31234-3
- Butcher, A., & Tabain, M. (2004). On the back of the tongue: Dorsal sounds in Australian languages. *Phonetica*, 61, 22-52. doi:10.1159/000078661
- Caleb, E. (2008). Locus equation analysis as a tool for linguistic field work. *Language Documentation & Conservation*, 2(2), 185-211.
- Chen, W., & Iskarous, K. (2013). Vowel locus equations as a measure of vowel coarticulatory aggressiveness. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(5), 4167. doi:10.1121/1.4831277
- Cho, T. H., Jun, S. A., & Ladefoged, P. (2002). Acoustic and aerodynamic correlates of Korean stops and fricatives. *Journal of Phonetics*, 30(2), 193-228. doi:10.1006/jpho.2001.0153
- Choi, Y. M. (2015). *Coarticulation using locus equation in children: Focused on stop and affricate consonants* (Doctoral dissertation). Jeonbuk National University, Jeonju.
- Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The sound pattern of English*. New York: Harper and Row.
- Keating, P. A. (1988a). Palatals as complex segments: X-ray evidence. *UCLA Working Papers Phonetic*, 69, 77-91.
- Kim, H. G. (1989). Peut-on vérifier si les consonnes coréennes /ɰ, ɲ, ɲ/ sont soit des occlusives palatales /c, c^h, c'/, soit des mi-occlusives alvéolaires /ɬ, ɬ^h, ɬ'/? *EoHak*, 16, 111-237.
- Kim, Y. T., & Shin, M. J. (2004). *Urimal-Test of Articulation and Phonology (U-TAP)*. Seoul: Hakjisa.
- Kong, E. J., Beckman, M. E., & Edwards, J. (2011). Why are Korean tense stops acquired so early?: The role of acoustic properties. *Journal of Phonetics*, 39, 196-211. doi:10.1016/j.wocn.2011.02.002
- Lindblom, B. (1963). *On vowel reduction*. Sweden: Speech Transmission Laboratory, The Royal Institute of Technology.
- Lindblom, B., & Sussman, H. M. (2012). Dissecting coarticulation: How locus equations happen. *Journal of Phonetics*, 40, 1-19. doi:10.1016/j.wocn.2011.09.005
- Lofqvist, A. (1999). Interarticulator phasing, locus equations, and degree of coarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 2022-2030. doi:10.1121/1.427948
- Morrison, H. M. (2008). The locus equation as an index of coarticulation in syllables produced by speakers with profound hearing loss. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 22(9), 726-740. doi:10.1080/02699200802176402
- Recasens, D. (1984a). V-to-C coarticulation in Catalan VCV sequences: An articulatory and acoustical study. *Journal of Phonetics*, 12, 61-73. doi:10.1016/S0095-4470(19)30851-4
- Recasens, D. (1984b). Vowel-to-vowel coarticulation in Catalan VCV sequences. *Journal of the Acoustical Society of America*, 76, 1624-1635. doi:10.1121/1.391609
- Recasens, D., & Espinosa, A. (2009). An articulatory investigation of lingual coarticulatory resistance and aggressiveness for consonants and vowels in Catalan. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(4), 2288-2298. doi:10.1121/1.3089222
- Rhone, A. E., & Jongman, A. (2012). Modified locus equations categorize stop place in a perceptually realistic time frame. *Journal of the Acoustical Society of America*, 131(6), 487-491. doi:10.1121/1.4722169
- Sussman, H. M. (1994). The phonological reality of locus equations across manner class distinctions: Preliminary observations. *Phonetica*, 51, 119-131. doi:10.1159/000261964

- Sussman, H. M., Hoemeke, K. A., & Ahmed, F. S. (1993). A cross-linguistic investigation of locus equations as a phonetic descriptor for place of articulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, *94*(3), 1256-1268. doi:10.1121/1.408178
- Sussman, H. M., McCaffrey, H. A., & Matthews, S. A. (1991). An investigation of locus equations as a source of relational invariance for stop place categorization. *Journal of the Acoustical Society of America*, *90*(3), 1309-1325. doi:10.1121/1.401923
- Whiteside, S. P., Grobler, S., Windsor, F., & Varley, R. (2010). An acoustic study of vowels and coarticulation as a function of utterance type: A case of acquired apraxia of speech. *Journal of Neurolinguistics*, *23*, 145-161. doi:10.1016/j.jneuroling.2009.12.002

로커스 방정식으로 살펴본 파열음과 파찰음의 동시조음 특성

최윤미¹, 임익재^{2*}

¹ 원광디지털대학교 언어치료학과 교수

² 가톨릭관동대학교 언어재활상담학과 교수

목적: 본 연구의 목적은 첫째, 우리말 파열음과 파찰음이 조음 위치에 따라 동시조음의 정도에 차이가 있는지를 확인하고 둘째, 우리말 파열음과 파찰음이 발생 유형에 따라 동시조음의 정도에 차이가 있는지를 확인하는 것이다.

방법: 성인 20~59세의 남녀 각 10명씩 20명을 대상으로 파열음과 파찰음을 모음 /a, i, u, e/와 결합한 CVC 구조에서 F2 onset 주파수와 F2 vowel 주파수를 측정하였고, 단순 회귀분석을 실시하여 로커스 방정식의 기울기를 얻었다. 이 기울기를 통해 동시조음의 정도를 수량화하였고 음소별 비교를 위해 조음 위치, 발생 유형으로 분류하여 각각 반복측정 분산분석을 실시하였다.

결과: 첫째, 파열음과 파찰음을 조음 위치에 따라 분류하여 기울기를 비교하였다. 음소별 기울기는 연구개음, 양순음, 치조음, 경구개음 순으로 크게 나타났고 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 로커스 방정식의 기울기를 동시조음의 정도로 해석하였을 때 연구개음이 후행 모음의 영향을 크게 받으며 동시조음의 정도가 가장 큰 것으로 나타났고 양순음, 치조음, 경구개음의 순으로 동시조음의 정도가 큰 것으로 추정할 수 있었다. 이때 성별의 교호작용은 없었다. 둘째, 파열음과 파찰음을 발생 유형에 따라 분류하여 기울기를 비교하였고 발생 유형에 따른 동시조음은 음소 간에 특별한 규칙성을 보이지 않았으며 통계적으로도 유의한 차이를 보이지 않았다.

결론: 본 연구의 결과를 통해 우리말 파열음과 파찰음의 조음 위치에 따라 동시조음의 정도가 달라지는 것을 로커스 방정식 기울기를 통해 정량적으로 확인하였다.

교신저자: 임익재(가톨릭관동대학교)

전자메일: ikjaeim@cku.ac.kr

게재신청일: 2020. 11. 30

수정제출일: 2020. 12. 31

게재확정일: 2021. 01. 29

이 논문은 최윤미(2015)의 박사학위 논문을 수정·보완하여 작성한 것임.

ORCID

최윤미

<https://orcid.org/0000-0003-4252-1384>

임익재

<https://orcid.org/0000-0002-3158-1333>

검색어: 동시조음, 로커스 방정식(LE), 기울기, 파열음, 파찰음

참고 문헌

김영태, 신문자 (2004). **우리말 조음·음운 평가(U-TAP)**. 서울: 학지사.

김현기 (1989). Peut-on vérifier si les consonnes coréennes /스, ㅌ, ㅍ / sont soit des occlusives palatales /c, c^h, c'/, soit des mi-occlusives alvéolaires /ㅌ, ㅌ^h, ㅌ'/? **어학**, 16, 111-237.

이명순, 신혜정 (2010). 모음과 연속 구어에 대한 청지각 평가와 음향학적 분석에 대한 비교. **언어치료연구**, 19(4), 17-37.

최윤미 (2015). **로커스 방정식으로 본 아동의 동시조음 특성: 파열음과 파찰음을 중심으로**. 전북대학교 대학원 박사학위 논문.