

구개파열 아동과 정상 아동의 마찰음과 파찰음의 음향음성학적 특성 비교

Acoustic Analysis of the Differences of Fricatives and Affricates between Normal Children and Cleft Palate Children

유영신*, 장승진**, 백승재***, 최예린*

명지대학교 사회교육대학원 언어치료학과*, LG전자기술원 정보기술연구소**,

관동대학교 명지병원 이비인후과교실***

Young-Sin You(y074007@hanmail.net)*, Seung-Jin Jang(hinoon92@paran.com)**,
Seung-Jae Baek(sjbaek@kdmc.or.kr)***, Yae-Lin Choi(yaelinchoi@gmail.com)*

요약

소음에너지가 시작되는 주파수 즉, 선행 모음이 끝나는 지점을 절삭주파수라 한다. 본 연구는 구개파열 아동과 정상 아동을 대상으로 마찰음과 파찰음의 절삭주파수 값, 후행모음에 따른 절삭주파수 값, 절삭주파수와 비음치의 상관관계를 알아보고자 하였다. 연구의 대상은 서울 및 경기 지역에 거주하고 있는 아동으로 구개파열 진단을 받고, 생활연령이 6세 이상인 아동, 생활연령과 성별을 일치시킨 6세 이상 정상 아동 각각 6명씩 총 12명이었다. 실험과제는 마찰음 및 파찰음의 무의미음절 환경과 문장 환경(50환경)으로 구성하였다. 구개파열 아동 집단은 정상 아동 집단에 비해 마찰음, 파찰음의 절삭주파수 값이 무의미음절 환경 및 문장 환경 모두에서 낮게 나타났다. 구개파열 아동과 정상 아동의 절삭주파수와 비음치 간 상관관계 연구 결과 정상 아동 집단에서는 무의미음절 환경과 문장 환경 모두에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았으나 구개파열 아동 집단에서는 문장 환경에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다.

■ 중심어 : | 구개파열 | 절삭주파수 | 비음치 | 마찰음 | 파찰음 |

Abstract

The frequency in which noise energy is generated, that is, the point where the preceding vowel ends is the cut-off frequency. Thereupon, this study intends to examine the correlations between, cut-off frequencies, cut-off frequencies changed by the following vowel, and cut-off frequencies and nasalance score, of fricatives and affricates with the subjects of children with the cleft palate and normal children. The subjects of this study are total 12 children residing in Seoul and Gyeonggi area. Six are the children diagnosed to have the cleft palate and whose chronological age are more than six, and another six are the normal children who are also more than six and whose chronological age and sex correspond to those of the former. Each subject was presented with nonsyllable environment and sentence environment(50 environment) of fricatives and affricates. Regarding meaningless syllable environment and sentence environment of fricatives and affricates, children with the cleft palate had lower cut-off frequencies than normal children. As a result of comparative study on correlations between cut-off frequencies and nasalance score of children with the cleft palate and normal children, it doesn't show statistically significant correlations in both meaningless syllable environment and sentence environment of normal children, but it has statistically significant correlations in sentence environment of children with the cleft palate.

■ keyword : | Cleft Palate | Cut-off Frequency | Nasalance Score | Fricative | Affricate |

* "본 논문은 한국연구재단의 융합과학 기본연구분야 연구지원(2009-0077332)의 도움으로 이루어졌다."

접수번호 : #100104-002

접수일자 : 2010년 01월 04일

심사완료일 : 2010년 03월 31일

교신저자 : 최예린, e-mail : yaelinchoi@gmail.com

I. 서론

구개파열(cleft palate)은 경구개(hard palate)와 연구개(soft palate)에 틈이 있는 것을 말하며[35] 연인두(velopharynx) 구조와 기능이 불완전하고, 치열 또는 교합(occlusion) 장애들을 동반하는 경우를 말한다[33]. 구개파열 아동은 연인두폐쇄(velopharyngeal closure)가 원활하게 이루어지지 않아 공명 문제가 발생할 수 있다. 과다비성을 갖는 구개파열 아동은 정상 마찰음의 소음주파수 보다 낮은 음향학적 특징을 나타낸다[28].

구개파열 아동이 오류를 보이는 압력자음은 [+설정성] 자음(치경음, 치경경구개음)과 [+전방성] 자음(치경음)이다[18]. 구개파열 아동의 연인두폐쇄가 아동의 정조음을 판단하는 중요한 요인이 된다[16][17]. 마찰음의 산출은 구강 내 압력의 영향을 받기 때문에[16][20], 과다비성과 연인두 폐쇄부전(velopharyngeal inadequacy: VPI)을 갖는 구개파열 아동은 마찰음을 산출할 때 오류를 보인다[27].

소음에너지가 시작되는 주파수[9] 즉, 선행 모음이 끝나는 지점[24]을 절삭주파수(cut-off frequency)라고 하며 고주파수 에너지(high frequency energy)가 처음 나타나는 마찰음의 시작으로 정의 할 수 있다[23].

마찰음과 파찰음은 스펙트로그램 상에서 나타나는 마찰 부분을 공통적으로 나타내는 특징을 가지고 있다. 이러한 마찰 소음은 다른 자음과 마찰음 및 파찰음을 구분하는 중요한 단서로 그 음향학적 중요성을 갖는다[13][36]. 파찰음 /ㅈ, ㅊ, ㅊ/은 묵음 구간 이후에 에너지가 급격히 상승하여 마찰음의 특징인 고주파수대의 에너지 분포를 나타내는데 이때 파찰음의 절삭주파수 값을 측정한다.

구개파열인을 대상으로 한 연구[14][2] 결과(1,500~4,500(Hz))와 정상인을 대상으로 한 연구[13] 결과(2,388~15,221(Hz))에서 구개파열인은 정상인의 마찰 소음 주파수 대역보다 낮은 소음 주파수 대역을 보인다.

마찰음과 파찰음에 관한 선행 연구는 마찰음의 마찰 구간과 기식구간의 길이[5][6][4]의 객관적 자료를 도출한 연구에 한정되어 있으며 소음 주파수(noise

frequency)의 기준이 일관되지 않고, 객관적인 측정보다는 육안으로 확인한 경우가 많았다.

본 연구의 목적은 마찰음과 파찰음의 음향학적 특성을 살펴보고 나아가 언어치료에 객관적인 근거를 제시함에 있다. 청지각적으로 정조음한 것으로 판단되더라도 기기적 평가로 측정된 절삭주파수 값은 정상과 비교되는 오조음의 값을 나타내 줄 수 있을 것이다. 정상적인 조음발달을 보이는 정상 아동과 구개파열 아동 간 마찰음/ㅅ/, /ㅆ/과 파찰음/ㅈ/, /ㅊ/, /ㅊ/의 절삭주파수 값의 차이를 살펴보고자 한다. 이로 인해 구개파열 아동의 말을 평가, 진단, 치료하는데 기초 자료를 제공하고자 한다. 마찰소음은 자음의 종류보다는 후행 모음의 영향을 받고[7][12], 마찰음 /ㅅ/과 /ㅆ/의 발화에는 마찰음의 단어 내 위치에 따라 서로 다른 음향적 특성을 나타내[8]는 연구결과에 근거하여 무의미음절과 문장 환경에서 후행모음에 따른 절삭주파수의 차이를 비교하고자 한다. 또한 선행 연구에서 다루지 않은 비음치와 절삭주파수 간의 상관관계를 살펴 구개파열 아동의 절삭주파수 값이 비음치와 관련이 있는지 알아보려고 한다. 선정된 연구문제는 다음과 같다.

1. 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 간 마찰음 /ㅅ/, /ㅆ/과 파찰음 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅊ/의 절삭주파수 값에 차이가 있는가?
2. 후행 모음에 따라 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단은 마찰음 /ㅅ/, /ㅆ/과 파찰음 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅊ/의 절삭주파수 값에 차이가 있는가?
3. 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 간 마찰음 /ㅅ/, /ㅆ/과 파찰음 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅊ/의 절삭주파수와 비음치 간 상관관계가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구대상은 서울 경기 지역에 위치한 병원에서 구개파열로 진단된 만 6세 된 아동 총 7명으로, 마찰음 및 파찰음을 완전 습득한 만 6세 이상의 아동을 선정대상으로 하였다. 그러나, 그 중 1명은 APAC(Assessment

of Phonology and Articulation for Children)[30] 검사 결과 일반 자음정확도가 81%로 다른 아동에 비해 일반 자음정확도가 낮고 보상조음으로 마찰음과 파찰음을 부정확하게 산출하여 본 연구에서 제외시켰다. 연구 대상 6명의 일반 자음정확도의 평균은 94.3(±3.7%)이었다. 정상 아동의 평균 연령(7;6)은 구개파열 아동 집단의 평균 연령(7;4) 및 성별과 빈도대응(frequency matching)하였고 구문의미이해력 검사[31], APAC [30] 검사 결과 정상 범주에 속하는 정상 아동 6명으로 하였다. APAC 검사 시 구개파열 아동 6명 중 2명이 마찰음 /s, ʃ/와 파찰음 어중초성 위치에서 왜곡(옥슈슈, 단츄) 오류를 보였으나 본 연구에 사용된 마찰음과 파찰음을 포함한 무의미음절은 모두 정조음 하였다. 조음정확도에 대한 5년 이상의 임상경력을 가진 본 연구자와 3년 이상 임상경력을 가진 제2 평가자와의 평가자간 신뢰도는 91.6%였다. 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 배경정보는 [표 1]과 같다.

표 1. 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 배경정보

아동	연령	성별	파열 유형	구개열 수술 (개월)	보철	구문의미 연령 (%ile)	일반 자음 정확도(%)	과대비성
1	8;5	남	SMCP		3개월전 상악 착용	9	90	유
2	7;3	남	CL&CP	12	4개월전 상악 착용	50	98	유
3	6;9	남	CL&CP	15	3개월전 상악 착용	99	97	유
4	8;4	남	CL&CP	36	3개월전 상악 착용	51	92	유
5	7;7	남	SMCP	84		44	98	유
6	6;0	남	CL&CP	12		91	91	유
7	9;2	남	NONE			75	100	무
8	6;11	남	NONE			98	100	무
9	6;10	남	NONE			99	100	무
10	8;3	남	NONE			81	100	무
11	8;1	남	NONE			68	100	무
12	6;0	남	NONE			80	100	무

SMCP : sub-mucous cleft palate(점막하 구개열).
 CL&CP : cleft lip & cleft palate(구순구개열).
 * 흰색 부분은 구개파열 아동, 회색부분은 정상 아동을 말한다.

2. 연구도구

/s/을 후속 모음 /t, ʃ, t, l, h/와 함께 발음했을 때 구개의 형태가 /s/발음에 영향을 미친다[12]. 이는 구개파열 아동 집단이 갖는 문제인 경구개와 연구개의 파열, 연인두 구조와 기능의 불완전, 치열 또는 교합 장애들과 관련된다[29]. 또한 마찰음은 후속 모음에 따라 변화가 있다[12][10][32][22][24][15][21][25].

/s/에 선행하는 모음의 차이가 비음치에 미치는 영향을 최소화하기 위해[3][11] 선행모음은 /t/로 동일하게 적용 하였다.

3. 연구절차

3.1 자료 수집

검사항목으로는 마찰음 /s/, /ʃ/ 및 파찰음 /z/, /ʒ/, /ʃʒ/와 단모음 /t, ʃ, t, l, h/를 조합한 VCV(모음-자음-모음)음절 25개(아사, 아소, 아수, 아시, 아새, 아싸, 아쏘, 아쑤, 아쑈, 아쑈, 아자, 아조, 아주, 아지, 아재, 아차, 아초, 아추, 아치, 아채, 아짜, 아쪄, 아쑈, 아쑈)이다. 이것을 무의미 음절환경과 ‘내가__다’의 문장 환경[32] 에서 3회씩 소리 내어 읽도록 하였다.

어음재료 채취는 Multi-speech (KayPENTAX, Model no. 4300B, Lincoln park, NJ, USA)를 이용하여 표본추출률 44,000Hz로 조절한 뒤에 표집 하였다. 비음치 측정은 비음측정기(Nasometer, KayPENTA

X, Model no. 6200 Lincoln Park, NJ, USA)를 사용하여 설정(calibration)한 후 어음재료를 발화하도록 하였다. 과대비성 유무는 구강자음이 포함된 어음재료를 사용한 선행연구의 결과를 근거로 하였으며 구강자음으로 구성된 문장에서 과대비성에 대한 비음치는 통계적으로 유의하였다[11]. 따라서 본 연구의 어음재료로 자극하는 것은 타당하다 할 수 있다.

3.2 자료 분석

녹음한 어음자료는 MATLAB(U. S. PATENTS, Version 7. 6. 0. 324 R2008a.) 음향분석 프로그램을 이용하여 마찰음과 파찰음의 마찰 구간의 절삭주파수를 측정하였다. 기존의 선행 연구들은 스펙트로그램 상의 마찰구간에서 육안으로 확인한 것을 절삭주파수로 정

의하였다[9][24][23][13]. 그러나 이러한 육안기반 산출 방법은 판단자간 신뢰도가 너무 낮다. 따라서 본 연구에서는 알고리즘에 의한 절삭주파수 분석으로 그 값을 산출하였다. 일반적인 스펙트로그램에서의 디스플레이 방법은 각각의 음성샘플에서의 주파수 스펙트럼 중 최대파워 수치를 기준으로 최대한 가시적으로 영상의 대조(contrast)가 뚜렷하게 디스플레이 하도록 설계되어 있기 때문에 상대적으로 다른 대조도 기준을 가지고 있으며, 이를 사람의 눈으로 판단하는 것 또한 주관적인 판단으로 인한 오차가 발생할 수 있어서 측정 기준 및 방법에 대한 문제점을 가지고 있다. 그러므로 본 연구에서는 객관적인 측정기준과 보다 정확한 측정방법을 제시하기 위하여 모든 음성샘플들의 스펙트로그램을 -40~+30 dB 으로 한정하여 동일한 기준으로 스펙트로그램을 표현하였다.

협대역(Narrowband)과 광대역(Wideband)의 중간정도 되는 10 ms 해밍(Hamming) 윈도우 크기와 12.5 %의 중첩구간을 설정한 후, 위에서 설정한 윈도우 크기에 6배를 한 숫자보다 크거나 같은 최소 크기의 2ⁿ (n은 임의의 양의 정수)수를 갖는 사이즈로 Fast Fourier Transformation(FFT)를 취한 후, 데시벨(dB) 단위로 파워 값을 구하였다. 순수 마찰성분인 [s]구간만을 선택하였고 파찰음이 산출될 때는 조음기관의 폐쇄가 지속된 후 개방되면서 마찰되므로 폐쇄 기간의 휴지기간이 스펙트로그램 상에 나타나고 그 후에 나타난 마찰소음 구간의 절삭주파수를 측정하였다. LTA(Long Term Average)분석은 마찰소음 성분 즉, 마찰소음의 지속시간 중 기식성분(aspiration duration)을 제외한 순수 마찰소음 구간(pure frication noise duration)만을 대상으로 하였다[1].

4. 자료 처리

비음치는 비음측정기에서 검사어의 평균 비음치를 분석하였다[3].

통계분석을 위해 SPSS(Statistical Product and Service Solution, 15.0 for windows, Inc., 2006)을 이용하였다. 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 집단간 절삭주파수의 유의한 차이와 후행모음에 따른 집단

간 절삭주파수 차이를 알아보기 위해 독립표본 t-검정으로 분석하였고, 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 내에 비음치와 절삭주파수 간 상관관계는 Pearson 상관분석으로 검정하였으며, 통계적 유의수준은 0.05로 검정하였다.

III. 결 과

1. 마찰음과 파찰음의 절삭주파수에서의 차이

1.1 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 마찰음 /s, /ss/의 절삭주파수 차이

구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 무의미음절 환경과 문장 환경 /s/, /ss/의 절삭주파수 평균과 표준편차는 [표 2]와 같다. 무의미음절 환경 /s/, /ss/의 평균은 '아소'가 구개파열 아동 집단보다 정상 아동 집단이 통계적으로 유의하게 더 컸고($p < .001$), '아사, 아수, 아새, 아싸, 아쏘, 아쑤, 아쑤'가 정상 아동 집단이 구개파열 아동 집단 보다 통계적으로 유의하게 더 컸다($p < .05$). 문장 환경 /s/, /ss/의 평균은 '아사, 아소, 아싸, 아쑤, 아쑤'가 정상 아동 집단이 구개파열 아동 집단 보다 통계적으로 유의하게 더 컸다($p < .05$). 동일한 집단 내 무의미음절 환경과 문장 환경 간 평균 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

표 2. 마찰음 절삭주파수의 t-검정 결과 (단위: Hz)

	어음 재료	무의미음절 환경		p-값
		정상(n=6) 평균±표준편차	구개파열(n=6) 평균±표준편차	
/s/	아사	4887.1±1192.3	1999.0±1361.0	0.003
	아소	4454.8±1177.3	1771.9±892.5	0.001
	아수	4420.6±1639.7	1981.5±1114.6	0.015
	아시	4477.9±1700.6	3404.0±1527.0	0.277
	아새	5102.7±1959.7	2220.4±821.4	0.014
/ss/	아싸	4987.8±1386.5	2038.3±646.7	0.002
	아쏘	4862.0±1339.0	2844.1±1029.6	0.016
	아쑤	4641.6±1347.4	2375.6±1099.8	0.010
	아씨	4927.4±1400.0	3546.0±1395.0	0.118
	아쑤	5734.6±2022.2	2284.7±1061.0	0.007

	어음 재료	문장 환경		
		정상(n=6) 평균±표준편차	구개파열(n=6) 평균±표준편차	p-값
/s/	아사	4855.2±1215.1	2379.8±1447.3	0.010
	아소	4360.6±1218.7	1925.4±782.0	0.003
	아수	4068.2±1250.7	2505.3±1804.5	0.116
	아시	4132.0±696.3	3170.9±1115.7	0.110
	아새	3561.8±1344.2	2792.7±1606.6	0.390
/ss/	아싸	5087.7±1944.3	2052.6±559.5	0.011
	아쏘	4597.8±1393.8	2847.6±1470.1	0.060
	아쑤	4281.7±1298.5	2551.2±1020.1	0.029
	아씨	4188.3±730.9	3678.7±1413.5	0.457
	아쌔	4969.9±1443.4	2683.4±1602.1	0.027

1.2 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 파찰음 /z/, /ʒ/, /ʒʒ/의 절삭주파수 차이

구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 무의미음절 환경과 문장 환경 /s/, /ʒ/, /ʒʒ/의 절삭주파수의 평균과 표준편차는 [표 3]과 같다. 무의미음절 환경 /s/, /ʒ/, /ʒʒ/의 평균은 ‘아자, 아재, 아차, 아추, 아채, 아짜, 아쑤, 아쌔’가 정상 아동 집단이 구개파열 아동 집단 보다 통계적으로 유의하게 더 컸다($p < .05$). 문장 환경 /s/, /ʒ/, /ʒʒ/의 평균은 ‘아자, 아짜, 아쌔’가 정상 아동 집단이 구개파열 아동 집단 보다 통계적으로 유의하게 더 컸다($p < .05$). 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 집단 내 무의미음절 환경과 문장 환경 간 평균 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

표 3. 파찰음 절삭주파수의 t-검정 결과 (단위: Hz)

	어음 재료	무의미음절 환경		
		정상(n=6) 평균±표준편차	구개파열(n=6) 평균±표준편차	p-값
/z/	아자	5814.4±926.6	2730.6±1635.7	0.004
	아조	4676.5±2114.2	2675.2±858.5	0.071
	아주	4479.6±1517.2	2756.4±1218.9	0.057
	아지	5042.1±1667.8	3445.1±1775.7	0.140
	아재	5870.6±1247.4	3152.9±1469.4	0.006
/ʒ/	아차	5050.3±736.3	3232.6±1538.2	0.034
	아초	3788.9±1585.3	3106.6±1214.5	0.423
	아추	4894.6±1331.0	3009.3±950.0	0.020
	아치	5026.0±1498.9	3608.2±1142.3	0.097
	아채	5410.0±990.8	3388.6±1063.7	0.007

	어음 재료	문장 환경		
		정상(n=6) 평균±표준편차	구개파열(n=6) 평균±표준편차	p-값
/ʒʒ/	아짜	5531.7±689.1	3291.9±1857.7	0.031
	아쑤	4679.6±1144.5	2770.3±1248.9	0.020
	아쑤	4507.3±1380.2	2756.3±1018.6	0.033
	아찌	5082.6±838.3	3671.2±1645.5	0.101
	아쌔	5741.3±1371.5	3694.1±1200.4	0.021
/zʒ/	아자	5115.1±1117.3	2943.8±1436.1	0.016
	아조	4400.2±1874.1	2598.0±1157.2	0.079
	아주	3863.0±1492.0	2559.0±741.8	0.095
	아지	4734.6±1182.2	3103.9±1797.8	0.098
	아재	4981.6±823.5	3177.0±1886.9	0.070
/ʒʒʒ/	아차	4708.8±923.7	3675.8±1752.3	0.239
	아초	3935.9±1776.1	3025.1±1057.7	0.311
	아추	4141.1±1392.4	2954.1±863.3	0.112
	아치	4506.7±898.0	3574.8±1313.3	0.186
	아채	4552.3±912.4	3873.7±1764.4	0.429
/ʒʒʒʒ/	아짜	5024.8±1123.8	3473.6±1064.1	0.034
	아쑤	3875.7±1738.3	2908.6±1302.7	0.292
	아쑤	4575.8±1531.8	3272.6±1573.7	0.177
	아찌	4589.5±689.9	3448.4±1975.8	0.229
	아쌔	5153.8±1425.8	3327.6±1195.8	0.038

2. 후행 모음에 따른 마찰음과 파찰음의 절삭주파수에서의 차이

2.1 후행 모음에 따른 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 마찰음 /s/, /ʒ/의 절삭주파수 차이

구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 무의미음절 환경과 문장 환경 /s/, /ʒ/의 절삭주파수에 대한 후행 모음에 따른 차이 비교는 [표 2]와 같다. 무의미음절 환경에서 /s/은 ‘ㄱ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였고($p < .001$), ‘ㄴ, ㄷ, ㄱ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). /ʒ/은 ‘ㄹ’를 제외한 모든 모음에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 문장 환경에서 /s/은 ‘ㄴ, ㄱ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였고($p < .05$), /ʒ/은 ‘ㄴ, ㄷ, ㄱ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 동일 집단 내 무의미음절 환경과 문장 환경에서 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

2.2 후행 모음에 따른 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 파찰음 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅉ/의 절삭주파수 차이

구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단의 무의미음절 환경과 문장 환경 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅉ/의 절삭주파수에 대한 후행 모음에 따른 차이 비교는 [표 3]과 같다. 무의미음절 환경에서 /ㅈ/은 ‘ㅏ, ㅓ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). /ㅊ/은 ‘ㅏ, ㅓ, ㅕ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). /ㅉ/은 ‘ㅣ’를 제외한 모든 모음에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 문장 환경에서 /ㅈ/은 ‘ㅏ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). /ㅉ/은 ‘ㅏ, ㅓ’에서 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 동일 집단 내 무의미음절 환경과 문장 환경에서 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

3. 비음치와 마찰음 및 파찰음의 절삭주파수 간 상관관계 분석

3.1 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 별 비음치와 마찰음 절삭주파수의 상관관계 비교

무의미음절 환경과 문장 환경 /ㅈ/, /ㅉ/에서 집단 별 비음치와 절삭주파수 간 상관관계는 [표 4]와 같다. 마찰음 비음치의 t -검정 결과는 [표 5]와 같다. 무의미음절 환경에서는 두 집단 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 문장 환경에서 구개파열 아동 집단은 ‘아ㅈ’이 통계적으로 유의한 정적 상관관계를 보였고($p < .05$) ‘아ㅉ’가 통계적으로 유의한 정적 상관관계를 보였다($p < .01$). 정상 아동 집단은 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

표 4. 비음치와 마찰음의 절삭주파수 간 상관 분석 결과

	어음 재료	무의미음절 환경		문장 환경	
		정상 (n=6)	구개파열 (n=6)	정상 (n=6)	구개파열 (n=6)
/ㅈ/	아사	-0.291	0.433	-0.326	0.800
	아소	0.100	-0.293	0.264	0.802
	아수	0.035	-0.046	-0.064	0.765
	아시	0.432	0.546	-0.418	0.476
	아새	0.663	-0.269	0.377	0.573
/ㅉ/	아ㅈ	0.439	-0.086	0.062	0.551
	아ㅊ	-0.134	0.298	-0.188	0.755
	아ㅉ	0.383	-0.157	0.583	0.474
	아ㅑ	-0.119	0.358	-0.796	0.894*
	아ㅓ	0.313	0.560	-0.073	0.951**

* $p < .05$, ** $p < .01$

표 5. 마찰음 비음치의 t -검정 결과 (단위: %)

		무의미음절 환경		
	어음 재료	정상(n=6)	구개파열(n=6)	p -값
		평균±표준편차	평균±표준편차	
/ㅈ/	아사	6.8±0.8	17.0±7.5	0.020
	아소	6.5±1.4	16.7±5.6	0.006
	아수	7.8±3.7	24.2±14.4	0.038
	아시	12.0±3.4	22.2±10.9	0.072
	아새	7.7±2.1	17.8±12.4	0.101
/ㅉ/	아ㅈ	6.8±1.7	20.7±8.4	0.009
	아ㅊ	6.8±1.9	21.0±5.8	0.001
	아ㅉ	9.2±3.7	23.8±11.0	0.021
	아ㅑ	12.0±3.5	24.3±6.8	0.005
	아ㅓ	8.0±3.2	21.7±10.8	0.025
		문장 환경		
	어음 재료	정상(n=6)	구개파열(n=6)	p -값
		평균±표준편차	평균±표준편차	
/ㅈ/	아사	9.2±2.0	21.7±10.6	0.034
	아소	9.0±3.3	27.3±15.4	0.032
	아수	10.5±4.6	27.2±10.9	0.011
	아시	10.7±3.2	22.5±8.7	0.019
	아새	9.0±3.5	24.5±10.7	0.015
/ㅉ/	아ㅈ	8.8±2.5	20.2±6.1	0.005
	아ㅊ	10.7±4.4	28.7±12.3	0.014
	아ㅉ	9.7±3.3	24.3±12.3	0.032
	아ㅑ	10.8±3.5	26.8±12.8	0.027
	아ㅓ	10.67±3.7	25.8±9.4	0.009

3.2 구개파열 아동 집단과 정상 아동 집단 별 비음치와 파찰음 절삭주파수의 상관관계 비교

무의미음절 환경과 문장 환경 /ㅈ/, /ㅊ/, /ㅉ/에서 집단 별 비음치와 절삭주파수 간 상관관계는 [표 6]과 같다. 파찰음 비음치의 t -검정 결과는 [표 7]과 같다. 무의미음절 환경에서는 두 집단 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 문장 환경에서 구개파열 아동 집단은 ‘아ㅈ, 아ㅉ, 아ㅑ’가 통계적으로 유의한 정적 상관관계를 보였고($p < .01$) ‘아ㅊ’가 통계적으로 유의한 정적 상관관계를 보였다($p < .05$). 정상 아동 집단은 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

표 6. 비음치와 파찰음의 절삭주파수 간 상관 분석 결과

	어음 재료	무의미음절 환경		문장 환경	
		정상 (n=6)	구개파열 (n=6)	정상 (n=6)	구개파열 (n=6)
/ㅈ/	아자	0.350	0.523	0.139	0.940**
	아조	-0.169	-0.025	0.491	0.751
	아주	0.026	0.515	-0.226	0.798
	아지	-0.504	0.629	-0.664	0.649
	아재	0.382	0.811	-0.140	0.753
/ㅊ/	아차	0.126	0.482	-0.453	0.842*
	아초	-0.064	0.760	0.343	0.593
	아추	-0.016	0.714	0.270	0.640
	아치	0.471	-0.374	0.121	0.774
	아채	-0.419	0.114	0.114	0.701
/ㅉ/	아짜	0.259	0.775	0.170	0.931**
	아쪼	0.011	0.264	-0.119	0.804
	아쪼	0.347	0.077	-0.114	0.973**
	아찌	-0.332	0.341	-0.070	0.651
	아째	-0.193	0.403	-0.082	0.719

* $p < .05$

** $p < .01$

표 7. 파찰음 비음치의 t-검정 결과 (단위: %)

	어음 재료	무의미음절 환경		p-값
		정상(n=6) 평균±표준편차	구개파열(n=6) 평균±표준편차	
/ㅈ/	아자	7.7±1.2	14.5±5.9	0.036
	아조	7.8±3.8	21.2±6.2	0.002
	아주	9.3±4.8	17.5±8.5	0.075
	아지	11.5±4.2	26.0±9.3	0.010
	아재	8.7±3.4	18.0±10.2	0.076
/ㅊ/	아차	6.8±1.7	12.5±5.9	0.064
	아초	7.5±2.9	15.5±8.0	0.060
	아추	7.3±2.3	18.3±8.6	0.025
	아치	10.3±2.6	22.2±9.0	0.022
	아채	8.3±2.9	16.7±9.6	0.089
/ㅉ/	아짜	8.3±2.7	15.5±8.2	0.087
	아쪼	7.7±3.0	18.0±6.9	0.012
	아쪼	8.7±2.8	15.0±6.7	0.073
	아찌	11.5±4.4	24.3±9.9	0.023
	아째	8.3±3.9	19.5±9.5	0.034

	어음 재료	문장 환경		
		정상(n=6) 평균±표준편차	구개파열(n=6) 평균±표준편차	p-값
/ㅈ/	아자	9.5±3.3	26.5±14.0	0.030
	아조	8.8±2.9	23.8±9.0	0.008
	아주	10.5±3.8	26.3±13.9	0.038
	아지	10.0±4.2	25.8±11.0	0.015
	아재	10.2±3.8	29.0±15.3	0.029
/ㅊ/	아차	9.5±2.4	20.5±9.6	0.038
	아초	9.7±3.8	24.0±8.1	0.006
	아추	9.0±3.5	25.0±9.0	0.006
	아치	10.3±2.6	26.2±9.9	0.010
	아채	10.2±4.0	25.3±10.6	0.015
/ㅉ/	아짜	9.8±3.5	24.7±12.8	0.036
	아쪼	11.2±5.6	23.3±12.4	0.065
	아쪼	10.0±3.3	26.2±11.1	0.014
	아찌	10.3±4.7	22.2±7.1	0.008
	아째	9.7±3.3	24.3±10.7	0.019

IV. 논의 및 결론

본 연구는 구개파열 아동 집단과 연령과 성별을 일치 시킨 정상 아동 집단과의 마찰음 및 파찰음의 절삭주파수 값의 차이 비교와 후행 모음에 따른 절삭주파수 값의 차이를 비교하였다. 또한 마찰음과 파찰음 산출 시 구강 내 압력이 정조음에 영향을 주기 때문에[16] 조음 기관의 구조 이상으로 인해 구강 내 압력과 과다비성을 갖는 구개파열 아동은 마찰음 산출에 오류를 보이므로 [27] 절삭주파수와 비음치의 상관관계를 분석하였다.

정상 아동 집단의 마찰음 절삭주파수의 평균은 3561.8~5734.0(Hz)로 선행연구[38-40][20][15][34][13]의 마찰 소음 주파수 대역 2,000~15,221(Hz)에 포함되었고 파찰음 절삭주파수의 평균은 3788.9~5870.6(Hz)로 선행연구[38]의 파찰 소음 주파수 대역 2,000~7,000(Hz)에 포함되었다. 구개파열 아동 집단의 마찰음 절삭주파수의 평균은 1771.9~3678.7(Hz)로 선행연구 [14][2]의 마찰 소음 주파수 대역 1,500~4,500(Hz)에 포함되었고 파찰음 절삭주파수의 평균은 2559.0~3873.7(Hz)로 정상 아동 집단의 파찰 소음 주파수 대역 (3788.9~5870.6(Hz)에 비해 1000(Hz)이상 낮은 값을

나타내었다. 그러나 이러한 결과는 선행연구 [38]의 파찰 소음 주파수 대역(2,000~7,000(Hz))에 여전히 속해 병리학적으로 문제가 없는 대상자의 것으로 판단 될 수 있다. 두 집단 간 절삭주파수 값의 결과에 따라 구개파열 아동 집단은 정상 아동 집단에 비해 마찰음, 파찰음의 무의미음절 환경 및 문장 환경 모두에서 낮은 절삭주파수 값을 가진다는 결론을 내릴 수 있다. 이는 정상 아동 집단과 구별되는 구개파열 아동 집단만이 갖는 특징으로 설명 될 수 있다. 또한 정상 아동 집단에서 보다 구개파열 아동 집단에서 대상자 간 절삭주파수 값의 차이가 컸는데 이는 구개파열 유형별 그 값에 차이가 있을 수 있다는 가정을 할 수 있을 것이다. 파찰음 보다 마찰음에서 절삭주파수 값에 더 큰 집단 간 차이를 나타냈다. 이러한 결과에 따라 구개파열 아동과 정상 아동은 파찰음 보다 마찰음에서 정조음의 차이를 더 많이 보일 수 있고, 문장 환경에서 보다 무의미음절 환경에서 정조음의 차이를 더 많이 보일 수 있다는 결론을 내릴 수 있다.

마찰음과 파찰음의 절삭주파수의 차이는 후행모음에 따라 그 값에 차이를 보였으며 마찰음은 후속 모음에 따라 변화가 있다는 선행연구[12][10][32][20][24][23][21][25]의 결과와 일치한다. 먼저 마찰음에 대해 살펴보면, 무의미음절 환경에서는 /l/, 문장 환경에서는 /l/에서 구개파열 아동 집단과 정상 집단 간 절삭주파수 값이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 마찰음이 고모음(ɪ)과 결합 시 마찰음 산출이 수월하다[19]는 연구와 일치한다. 파찰음은 무의미음절 환경에서는 /l/, 문장 환경에서는 /l, t, ɲ/에서 구개파열 아동 집단과 정상 집단 간 절삭주파수 값이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 특히, 마찰음과 파찰음 모두 무의미음절 환경 /l/에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 마찰음 산출시 모음 자질의 영향을 받아 고모음(ɪ)에서 유의한 차이를 보이지 않았다는 결과와 같은 결과이다.

구개파열 아동과 정상 아동의 절삭주파수와 비음치 간 상관관계 분석 결과 정상 아동 집단에서는 무의미음절 환경과 문장 환경 모두에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 구개파열 아동 집단에서는 문장

환경에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보여 무의미음절 환경에서 보다 문장 환경에서의 비음치가 마찰음 및 파찰음을 정조음 하는데 영향을 미친다는 결론을 내릴 수 있다. 구개파열 집단은 비음을 산출하기 위한 연인두개방이 정상 집단 보다 일찍 이루어지고, 비음 뒤 구강자음 산출을 위한 연인두폐쇄가 정상 집단 보다 늦게 이루어져 비음화시작시간, 비음화마침시간, 전체비음화지속시간에서 유의한 차이를 보인다[37]. 이렇듯 정상 집단과 상이한 연인두폐쇄의 시간적 특성(timing)과 폐쇄 정도의 차이[37]를 갖는 구개파열 집단은, 짧은 무의미음절 환경보다 긴 문장 환경에서 비음치가 정조음에 영향을 미칠 것이라는 유추를 할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과와 관련성이 있는 것으로 보인다. 구개파열 아동 집단의 문장 환경에서 나타난 절삭주파수와 비음치 간 상관관계는 마찰음 /ㄴ/에서는 고모음 /ɪ/, 파찰음 /ㅈ, ㅊ/에서는 저모음 /ㅏ/에서 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 이는 구개파열 아동의 비음지각에 고모음과 저모음이 영향을 미친다[26]는 선행연구 결과를 지지해 준다.

한국어 마찰음 및 파찰음에 대한 음향학적 연구는 많았지만 절삭주파수에 대한 연구는 없었으며 구개파열 집단과 비교 분석을 통해 구개파열 집단의 큰 특징인 비음치와 절삭주파수와의 상관성을 확인한 것에 본 연구의 의의가 있다. 그러나 구개파열 집단의 구개파열 유형별 구분을 세분화 시키지 못하였고, 구개파열 대상자 평균연령이 만 7세 2개월로 6명 중 4명이 치아교정 보철기를 착용하고 있었으며 보철기에 의한 영향 여부를 파악하지 못하였다.

참고 문헌

- [1] 광동근, 한경수, 정승아, “교합장치의 장착이 단모음 및 모음 /아/에 선행하는 자음의 발음양상에 미치는 효과”, 대한구강내과학회지, 제28권, pp.157-171, 2003.
- [2] 김덕원, 송철규, 나동근, 이명호, “포만트 위치비교를 이용한 구개열 환자의 발음분석”, 의공학회

- 지, 제11권, 제2호, pp.283-288, 1990.
- [3] 김민정, 심현섭, 최홍식, “음운환경과 검사어 길이가 정상성인의 비음치에 미치는 영향”, 언어청각장애연구, 제5권, 제2호, pp.91-105, 2000.
- [4] 박한상, “한국어 2음절 단어의 시간 구조-모음 간 장애음 유형에 따른 차이를 중심으로”, 언어학, 제49권, pp.349-383, 2007.
- [5] 박순복, 이봉원, 신지영, 김기호, “한국어 마찰음과 파찰음의 변별 시각 단서”, 음성과학, 제4권, 제1호, pp.47-58, 1989.
- [6] 이경희, 이봉원, “한국어 평마찰음과 경마찰음의 음향적 특성-길이를 중심으로”, 한국어학, 제10권, pp.47-66, 1999.
- [7] 이상찬, 한경수, 이숙향, 오민정, “교합장치의 장착이 마찰음 및 파찰음의 발음형태에 미치는 음향학적 연구”, 대한구강내과학회지, 제28권, 제4호, pp.465-480, 2003.
- [8] 이석재, 장재웅, 김태경, 김정아, 장윤자, 성제현, 임수경, 김종덕, “한국인과 외국인 학습자의 한국어 마찰음 /ㄱ/와 /ㄴ/ 구분의 음향 단서 분포 특징에 관한 비교 연구”, 언어연구, 제24권, 제2호, pp.261-280, 2008.
- [9] 이호영, “국어 모음과 자음의 음향적 특성”, 한국구개열언어연구회, pp.45-54, 2005.
- [10] 이호영, 지민제, 김영송, “동시조음에 의한 변이음들의 음향적 특성”, 한글220, 제6권, pp.5-28, 1993.
- [11] 임성은, 심현섭, “과대비성에 대한 비음도와 비음치의 상관관계”, 언어청각장애연구, 제5권, 제1호, pp.209-221, 2000.
- [12] 최창규, 우이형, 박남수, “구개상의 형태 변화가 발음에 미치는 영향에 관한 음향학적 연구-ㄱ/을 중심으로 한 컴퓨터 분석”, 경희치대논문집, 제11권, pp.143-162, 1989.
- [13] 표화영, 이주환, 최성희, 심현섭, 최홍식, “한국어 마찰음과 파찰음의 음향학적 및 공기역학적 특성에 관한 연구”, 음성과학, 제6권, 제1호, pp.145-161, 1993.
- [14] A. Takayuki, O. Keiko, I. Setsuko, and Y. Yuichi, “Acoustic and perceptual cues of the palatalized articulation of /s/,” Journal of the Acoustic Society of Japan, Vol.18, No.6, pp.297-304, 1997.
- [15] Allard, W. Jongman, W. Ratre, and W. Serena, “Acoustic characteristic of English fricatives,” The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.108, No.3, pp.1252-1263, 2000.
- [16] R. Duane and D. Van, “A factor analysis of the speech of children with cleft palate,” The Cleft Palate Journal, Vol.3, No.2, pp.159-170, 1966.
- [17] R. Duane and D. Van, “Misarticulations of cleft palate children achieving velopharyngeal closure and children with functional speech problems,” The Cleft Palate Journal, Vol.4, No.1, pp.31-37, 1967.
- [18] T. Estrem and P. Broen, “A. Early speech productions of children with cleft palate,” Journal of Speech, Language, and Hearing Research, Vol.32, pp.12-23, 1989.
- [19] H. Y. Grace and D. S. Sigfrid, “Recognition of vowels from information in fricative: perceptual evidence of fricative-vowel coarticulation,” The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.70, No.4, pp.966-975, 1981.
- [20] J. M. Heinz and K. N. Stevens, “On the properties of voiceless fricative consonants,” The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.33, p.589-596, 1961.
- [21] G. W. Hughes and M. Halle, “Spectral properties of fricative consonants,” The Journal of the Acoustical Society of America, Vol.28, No.2, pp.303-310, 1956.
- [22] M. H. John and N. S. Kenneth, “On the properties of voiceless fricative consonants,” The Journal of the Acoustical Society of

- America, Vol.33, No.5, pp.589-596, 1961.
- [23] A. Jongman, R. Wayland, and S. C. Wong, "Acoustic characteristics of English fricatives," *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.108, No.3, pp.1252-1263, 2000.
- [24] W. Lorin, "Inferring articulatory movement from acoustic properties at fricative-vowels boundaries," *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.94, No.3, pp.1881-1881, 1993.
- [25] S. H. Mark and N. O. Ralph. "Effect of relative amplitude of friction on perception of place of articulation," *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol.94, No.4, pp.2005-2026, 1993.
- [26] W. H. Moore and K. S. Ronald, "Phonetic contexts: their effects on perceived nasality in cleft palate speakers," *The Cleft Palate Journal*, Vol.10, No.1, pp.72-83, 1973.
- [27] D. Van, "A comparison of the results of pressure articulation testing in various contexts for subjects with cleft palates," *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol.13, pp.741-754, 1970.
- [28] H. C. William, W. W. Donald, and P. B. Doris, "The effect of cleft palate on oral port constriction during fricative productions," *The Cleft Palate Journal*, Vol.11, No.2, pp.95-104, 1974.
- [29] D. Wyatt, J. Sell, A. Russell, K. Harding, and E. Albery, "Cleft palate speech dissected: a review of current knowledge and analysis," *British Journal of Plastic Surgery*, Vol.49, pp.143-149, 1996.
- [30] 김민정, 배소영, 박창일, *우리말 조음평가*, 서울 : 휴브알앤씨, 2007.
- [31] 배소영, 임선숙, 이지희, 장혜성, *구문의미이해력 검사*, 서울 : 서울장애인종합사회복지관, 2004.
- [32] 이경희, *국어 마찰음 연구*, 고려대학교 대학원 박사학위논문, 2001.
- [33] 이주희, *구개파열 아동의 발명료도에 영향을 미치는 화자요인*, 명지대 사회교육대학원 석사학위논문, 2007.
- [34] 임운, *조음음성학과 음향음성학*, 서울 : 한국문화사, 2007.
- [35] 정언량, *구개파열 성인의 의사소통 태도와 명료도 간 상관연구*, 단국대 특수교육대학원 석사학위논문, 2008.
- [36] 조윤영, *조음장애 아동과 정상아동의 마찰음 산출의 음향음성학적 특성비교연구*, 원광대학교 대학원 석사학위논문, 2008.
- [37] 하승희, *구개파열 아동과 정상 아동의 비자음 산출을 위한 연인두 기능에 대한 음향음성학적 연구*, 이화여자대학교 대학원 석사학위논문, 2001.
- [38] A. C. Gimson, *An Introduction to the Pronunciation of English*, (4th ed.), London : Edward Arnold. 181, 1989.
- [39] P. Ladefoged, *A course in phonetics*. (4th ed.), new York : Harcourt Brace college Publishers, 2001.
- [40] J. M. Pickett, *The acoustic of speech communication, the fundamental, speech perception theory, and technology*. ALLYN and BACON, 1989.

저 자 소 개

유 영 신(Young-Sin You)

정희원



- 2002년 2월 : 한국방송통신대학교 가정학과(가정학사)
- 2009년 8월 : 명지대학교 언어치료학과(언어치료학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 인천직접사병원 경인의료재활센터 언어치료팀장

<관심분야> : 신경언어장애, 음성과학, 마비말장애

장 승 진(Seung-Jin Jang)

정회원



- 2000년 2월 : 연세대학교 의용전자공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 연세대학교 의공학과(공학석사)
- 2007년 8월 : 연세대학교 의공학과(공학박사)

- 2008년 5월 : 연세대학교 의료공학연구원 Postdoc
- 2009년 11월 : 한국표준과학연구원 선임연구원
- 2009년 12월 ~ 현재 : LG전자기술원 정보기술연구소 u-Health그룹 선임연구원

<관심분야> : 생체/음성/영상신호처리, 의료정보, 패턴인식

백 승 재(Seung-Jae Baek)

정회원



- 2001년 2월 : 연세대학교(의학학사)
- 2006년 2월 : 연세대학교(이비인후과학석사)
- 2006년 3월 : 서울의료원 이비인후과 과장

- 2007년 3월 : 세브란스병원 이비인후과 전임의
- 2008년 3월 ~ 현재 : 관동대학교의과대학 명지병원 이비인후과 전임강사

<관심분야> : 이비인후과

최 예 린(Yae-Lin Choi)

정회원



- 2002년 2월 : 연세대학교(이학석사)
- 2007년 2월 : 연세대학교(언어병리학박사)
- 1999년 12월 ~ 2007년 12월 : 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실 음성언어의학연구소 연구원

- 2008년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 언어치료학과 교수

<관심분야> : 말장애, 음성장애