

청각 환경이 구강안면 통증환자의 음성 파라미터에 미치는 영향

숙명여자대학교 음악치료센터¹⁾, 단국대학교 소음진동공학 연구실²⁾, 경희대학교 치과대학 구강내과학교실³⁾

이주영¹⁾ · 백광현²⁾ · 홍정표³⁾

본 연구는 구강안면통증 환자의 음성적 특징과 청각 환경에 따른 음성적 변화를 살펴보기 위한 것이다. 구강안면통증 환자 29명과 정상인 31명을 대상으로 그들의 일반 음성과 청각 조건(소음, 음악)에서의 음성 파라미터들을 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 구강안면통증 환자는 정상인의 음성과 비교해 낮은 F0(Hz) 값과 높은 jitter(%), shimmer(%), 값을 가져 정상인에 비해 낮고 불안정한 음성 특징(feature)을 나타내었다.
2. 구강안면통증 환자의 음성은 소음 환경과 비교해 음악 환경에서 낮은 F0(Hz) 값과 shimmer(%), 값을 가져 보다 이완되고 안정된 음성 특징을 나타내었다.
3. 정상인의 음성은 소음 환경에서 높은 F0(Hz) 값을 가졌으나 음악, 소음 환경에 따른 특징적인 차이를 나타내지 않았다.

이상의 결과를 통해 구강안면통증 환자는 정상인의 음성과 비교해 특징적인 차이를 보였으며 외부적인 청각 환경에도 다른 반응 양상을 나타내었다. 따라서 구강안면통증 환자들의 기능적 장애를 보다 효율적으로 치료하기 위해서는 음악과 같은 긍정적인 정서 환경이 제공되어야 할 것으로 사료된다.

주제어 : 구강안면통증, 소음, 음성 특징, 음악, 청각 환경

I. 서 론

인간의 음성은 다양한 정보를 담고 있다. 음성은 의사소통을 위한 구어 산출에 기본적인 요소일 뿐 아니라 정서를 담고 있어 타인을 느끼고 그들과 함께 교류할 수 있는 중요한 단서를 제공한다. 이러한 음성의 산출, 즉 발성은 구강, 인두, 후두, 폐, 횡격막, 복부와 목 근육의 상호작용을 필요로 하며, 특히 턱의 위치, 입의 크기, 연구개의 위치, 입술과 이빨의 기능은 공명에 영향을 미쳐 음성의 특징(feature)을 결정하는 요인이 된다.

구강안면통증장애는 통증과 질환으로 인한 기능상

의 장애로 이개 전방부(preauricular area)와 측두하학 관절 부위에서의 통증이 전형적이며, 저작계(masticatory system)의 기능적 장애(예: 씹기, 말하기 등)를 수반한다. 따라서 구강안면통증은 음성 산출에 보다 직접적인 영향을 미쳐 정상인의 음성과 비교해 특징적인 차이를 가질 것이라는 가정을 이끌게 된다. 그러나 기존의 연구들은 음성 질환자¹⁾와 전문적인 음성 사용자²⁾를 대상으로 이루어지고 있으며, 구강안면통증 환자들의 기능적 장애에 의한 음성적 특징에 관한 연구는 전무한 실정이다.

한편, 음성 산출은 청각 조건과 매우 밀접한 관련을 가진다. 기존의 연구들은 긴장과 부정적인 정서적 경험을 수반하는 소음 환경에서 정상인과 음성 질환자들을 대상으로 음성 파라미터의 변화를 분석하여 보고하고 있다.^{3,4)} 그러나 동일한 청각 자극 형태로 일상에서 가장 보편적으로 경험할 수 있는 음악 환경에서의 음성 음향학적 연구는 이루어지지 않고 있다. 일반적으로 안정된 음악 환경은 불안을 감소시키고 긍정

교신저자: 홍정표

서울시 동대문구 회기동 1번지

경희대학교 치과대학 구강내과학교실, 구강생물학연구소

E-mail: unicomfort@khu.ac.kr

원고접수일: 2005-09-20

심사완료일: 2005-12-12

적인 정서를 제공하는 것으로 알려져 있으며, 통증 환자들의 고통을 경감시키고 긴장을 이완시키는데 효과적인 기능을 담당한다는 연구 결과들이 보고 되고 있다.⁵⁾

따라서 본 연구는 구강안면통증 환자와 정상인들을 대상으로 각 집단의 음성 파라미터를 비교 분석함으로써 구강안면통증 환자의 음성적 특징을 살펴보고, 소음환경과 음악환경에서의 음성 특징에 변화를 살펴보고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

환자군은 구강안면통증으로 경희의료원 구강내과에 내원한 환자 중 전신적인 질환과 청력에 이상이 없는 환자 29명으로 남자8명(평균연령 24.25세, 범위 15세~32세), 여자21명(평균연령 24.85세, 범위 12세~57세)이며, 대조군은 단국대와 숙명여대에 재학 중인 학부, 대학원생으로 청력, 음성장애, 전신적인 질환을 가지고 있지 않은 일반인 31명으로 남자 12명(평균연령 16.83, 범위 21~45세), 여자 19명(평균연령 30.38, 범위 25세~47세)이었다.

2. 실험도구 및 녹음

실험 대상자들의 음성 신호의 취득은 SONY TCD-D3 DAT녹음기와 ECM-737마이크로폰, National Instrument DAQpad-6052E A/d D/A multifunction I/O 기기와 컴퓨터를 이용하여 실시되었다. 음성 신호의 채집 환경은 외부의 소음이 차단된 연구실에서 이루어졌으며 배경잡음 대비 음성 신호가 35 dB 이상이었으며 48 kHz, 16 bits로 샘플링하였다.

대상자들은 바르게 선 자세에서 마이크와 입의 거리가 10 cm를 유지하여 발성하도록 하였으며 대상자들에게 자연스런 ‘아’ 발성을 유도하고 약 3초 동안의 지속모음(sustained vowel)을 4회 녹음하였다. 특히 훈련이 안된 피험자들의 경우에는 일정한 강도를 유지하여 발성할 때까지 2회에 걸쳐 녹음을 반복하도록 주문하였다. 신호 채집은 순서에 따른 변인을 통제하기 위해 일반, 소음(white noise, 60 dB), 음악(파하벨의 canon)의 조건을 reverse하여 무선적으로 제시하였으며 소음과 음악 환경은 헤드셋을 이용하여 마이

크로폰에 유입되는 것을 방지한 상태로 청각 자극을 들으면서 발성하도록 하였다.

채집된 음성 신호의 분석은 영국의 SPAR 프로젝트⁶⁾의 연구 결과 개발된 소프트웨어를 바탕으로 University College London에서 Mark Huckvale에 의해 윈도우버전으로 개발된 SFSwin 소프트웨어를 이용하여 Fundamental Frequency(Hz), Laryngograph 파형 분석 및 Larynx 주기 데이터 분석으로부터 Jitter(%) 값과 Shimmer(%) 값을 계산하였다.

3. 분석방법 및 통계

총 4회의 연속 발성 중 일시적으로 우연히 나타나는 음도 및 음성 일탈, 혹은 떨림이 포함되지 않은 안정된 3회의 부분을 분석 대상으로 삼아 음성 파라미터 중 기본 주파수(F0), 주파수 변동률(jitter %), 진폭 변동률(shimmer %)의 값을 분석 대상으로 하였다. 간혹 음성 신호가 불안정하게 취득된 데이터는 분석 대상에서 제외되었다. 기본 주파수(F0)는 초당 진동사이클의 회수로서 주기적인 현상의 속도를 말하며, 주기적인 신호(periodic signal)의 최저 주파수(제1배음: first harmonic)를 일컫는다. 주파수 변동률(jitter)은 기본 주파수 주기가 얼마나 변동적인지를 말하는 것으로 음파의 한 사이클에 소요된 시간이 그 앞 사이클이나 뒤 사이클에 소요된 시간과 얼마나 유사한가를 측정하는 것이다. 진폭 변동률(shimmer)은 음파의 진폭이 얼마나 변동적인지를 말한다.

두 집단의 대상들을 통해 3가지 조건(일반, 소음, 음악)에서 취득된 데이터는 통계 프로그램인 SPSS version 10.0을 사용하여 두 집단 간의 차이를 독립 t 검정을 통해 분석하였으며 집단 내의 평균값의 차이는 대응 t 검정을 통해 분석하였다.

III. 연구결과

1. 환자군과 대조군의 음성파라미터

구강안면 통증환자의 음성과 대조군의 음성을 음향 파라미터인 F0, jitter, shimmer 값을 독립 t 검정을 통해 분석한 결과, 집단 간의 F0는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 jitter 값($t=3.650, p < .001$)과 shimmer 값($t=6.826, p < .001$)은 99.9% 신뢰수준에서 유의한 차이를 나타내었다. 한편 F0의 경우, 집단 간 성별에 따른 분석 결과, 남자들의 F0 값

은 유의한 차이를 나타내지 않았으나 두 집단의 여자 간에는 유의한 차이를 발견할 수 있었다($t=-26.89, p < .001$).

2. 소음 조건에서 두 집단의 음성파라미터

소음 조건에서는 환자군과 대조군의 F0와 jitter 값은 유의한 차이를 나타내지 않았으나, shimmer 값은 99.9% 신뢰수준에서 두 집단이 유의한 차를 나타내었다($t=4.888, p < .001$). 성별에 따른 차이를 살펴보면, 남자의 F0 값은 집단 간 차이를 나타내지 않았으나, 여성 간에 유의한 차이를 나타내었으며($t=-51.08, p < .001$), jitter 값은 성별에 따른 차이가 나타나지 않았다. 반면 shimmer 값은 성별에 따라 집단 간 유의한 차이를 나타내었다. 남자는 95% 신뢰수준에서 유의한 차이를 나타내었으며($t=1.641, p < .01$), 여자는 99% 신뢰수준에서 그 차이가 유의하였다($t=1.115, p < .01$).

Table 1. Means acoustic measures of normal voice

	Group	N	Mean	SD
F0(Hz)	patient	29	175.2	44.86
	control	31	181.8	59.18
Jitter(%)	patient	29	2.399	1.969
	control	30	1.021	0.610
shimmer(%)	patient	29	4.033	1.307
	control	31	2.234	0.635

Table 2. Independent t-test analysis result

	Group	N	t	Sig.
F0(Hz)	total	60	-0.478	.634
	female	40	-26.89	.000
Jitter(%)	total	60	3.650	.001
	female	40	1.568	.014
shimmer(%)	total	60	6.826	.000
	female	40	1.874	.000

3. 음악 조건에서 두 집단의 음성파라미터

음악 조건에서는 두 집단의 파라미터는 F0 값을 제외한 jitter 값($t=4.248, p < .001$)과 shimmer 값($t=7.294, p < .001$)에 집단 간 유의한 차이를 나타내었다. 또한 다른 조건과 유사하게 F0 값에서 여자는 집단 간 유의한 차이를 나타내었고($t=-24.27, p < .05$), jitter 값에서도 여성 간에는 유의한 차이를 볼 수 있었다($t=1.146, p < .001$). 반면, shimmer 값은 여성($t=1.402, p < .001$)과 남성($t=1.294, p < .01$) 모두 집단 간 유의한 차이를 나타내었다.

4. 환자군의 소음과 음악 환경에서의 음성파라미터

환자군을 대상으로 대응 t 검정을 통해 소음과 음악 조건에서 각각의 음성파라미터를 분석한 결과, F0에서만 조건 간 유의한 차이를 나타내었다($t=3.541, p < .01$).

Table 3. Means acoustic measures of voice (noise condition)

	Group	N	Mean	SD
F0(Hz)	experiment	29	186.2	49.75
	control	31	210.1	81.64
Jitter(%)	experiment	29	1.770	.9356
	control	30	1.344	1.237
shimmer(%)	experiment	29	3.237	.8731
	control	30	1.987	1.084

Table 4. Independent t-test analysis result (noise condition)

	Group	N	t	Sig.
F0	total	60	-0.478	.634
	female	40	-51.08	.000
Jitter	total	59	3.650	.001
	female	40	.3486	.815
shimmer	total	59	4.888	.000
	female	40	1.115	.010
	male	18	1.641	.007

Table 5. Means acoustic measures of voice (music condition)

	Group	N	Mean	SD
F0(Hz)	experiment	29	174.0	48.83
	control	31	180.4	57.57
Jitter(%)	experiment	29	1.812	.7743
	control	30	1.043	.6017
shimmer(%)	experiment	29	3.550	.8768
	control	30	2.193	.5113

Table 6. Independent t-test analysis result (music condition)

	Group	N	t	Sig.
F0(Hz)	total	59	-0.470	.640
	female	40	-24.27	.024
Jitter(%)	total	59	4.248	.000
	female	40	1.146	.000
shimmer(%)	total	59	7.294	.000
	female	40	1.402	.000
	male	19	1.294	.004

<.001). 한편 shimmer 값에서는 소음과 음악의 조건에서는 유의한 차를 발견할 수 없었으나 일반적인 음성과 음악 조건에서의 shimmer 값에는 유의한 차(t=2.256, p <.05)를 나타내었는데, 이는 음악 환경에서 소음 상황보다 낮고 일반 음성 보다 안정적인 음성이 산출되었음을 알 수 있다.

5. 대조군의 소음과 음악 환경에서의 음성파라미터

대조군을 대상으로 대응 t 검정을 통해 소음과 음악 조건에서 각각의 음성파라미터를 분석한 결과, F0 값에서만 두 조건 간 유의한 차이를 나타내었다(t=4.032, p <.001). jitter와 shimmer에서는 음악 조건이 소음 조건 보다 감소하는 경향을 나타내었으나 통계적으로 유의하진 않았다. 이는 소음 조건과 비교해 음악 조건에서 보다 낮고 안정된 음성을 산출하였음을 알 수 있다.

Table 7. Paired t-test analysis result (patient group)

		Mean	SD	N	t	Sig.
F0(Hz)	noise-music	12.22	18.59	29	3.541	.001
Jitter (%)	noise-music	4.17E-02	1.027	29	-.219	.828
Shimmer (%)	noise-music	-.312	.9523	29	-1.76	.088
	normal-music	.4475	1.049	29	2.256	.032

Table 8. Paired t-test analysis result (control group)

		Mean	SD	N	t	Sig.
F0(Hz)	noise-music	29.68	40.98	31	4.032	.000
jitter(%)	noise-music	.2710	1.206	30	1.210	.236
shimmer (%)	noise-music	-.1838	1.030	31	-.960	.345

IV. 총괄 및 고찰

구강안면영역은 해부학적으로 언어와 음성 산출을 위한 발성기관 뿐 아니라 청각과도 밀접하게 관련되어 있으며, 다양한 정서적 표현이 직접적으로 외부로 드러나는 부분이다. 이처럼 구강안면영역은 음식물을 섭취하는 1차적인 기능 뿐 아니라 개인의 정서와 자신을 외부로 표현하는 통로로 타인과의 관계에서 매우 중요한 역할을 담당하게 된다.

구강안면은 음성산출과도 밀접한 관련을 지니고 있는데 음성의 특징은 개인이 발성하는 음질에 따라 다르게 나타나며 음질은 단순히 일차원적인 것이 아닌 다차원적인 실체로 심리학적, 신경학적, 생체역학적, 공기역학적 또는 음향학적 요인에 의해서 야기될 수 있다.

특히, 안면 근육과 목 근육, 그리고 아래턱, 혀에 긴장은 발성과 매우 밀접하게 연관되어 있으며 이상적인 발성의 상태는 모든 근육들이 이완된 상태에서 자연스럽게 이루어지는 것으로 보고하고 있다.⁷⁾ 이처럼 근육들의 긴장은 발성과 매우 밀접한 관련을 지니고 있다.

연구자는 본 연구를 통해 대조군의 남녀의 음성 파라미터가 일반 성인의 기준⁸⁾에 부합됨을 알 수 있었다. 남자의 경우 F0는 114.1(SD 15.9), 환자군은 107.7(SD 16.2)로 그 평균 차이를 확인할 수 있었는

데, 대조군의 경우 정상 남자 평균 값 118.1Hz(SD 13.100)과 근접함을 알 수 있다. 또한 jitter는 대조군이 1.337(SD 0.400), 환자군이 2.3771(SD 1.813)으로 나타났으며, 0.467(SD 0.210)의 일반 남자 성인의 jitter 값과 비교해 대조군의 값이 정상치에 더 근접하고 있는 것을 알 수 있다. shimmer는 대조군이 2.480(SD 0.620), 환자군이 4.277(SD 1.168)로 나타났으며 일반 남자 성인의 평균값 2.674(SD 0.897)과 그 차이를 비교할 수 있다.

반면, 일반 여자의 경우 F0는 211.6Hz(SD 17.68)인데, 대조군의 경우 224.6(SD 26.21), 환자군은 197.7(SD 22.63)으로 나타났으며 일반 여성의 평균 jitter는 0.935(SD 0.609)인데 대조군은 0.838(SD 0.644), 환자군은 2.407(SD 2.062)로 나타났다. 일반 성인의 평균 shimmer는 2.582(SD 0.651)인데 대조군은 2.078(SD 0.609), 환자군은 3.952(SD 1.367)로 나타났다. F0는 모든 모음에서 남자보다 여자가 유의하게 높은 수치를 보였고($p < .001$), 표준편차는 여자가 남자보다 더 큰 것으로 나타났다. 이는 통계적으로 그 유의성을 증명할 순 없지만 환자군이 대조군에 비해 F0의 값이 낮은 경향성과 jitter, shimmer 값은 통계적으로도 보다 높은 값을 가지고 있음을 알 수 있었다. 따라서 구강안면통증환자는 정상 음성과 비교해 낮은 음도(F0)와 주파수 변동률(jitter), 진폭의 변동률(shimmer)이 크다는 것을 알 수 있다.

소음은 인간에게 위협적인 스트레스 요인으로 정서적, 생리적으로도 매우 부정적인 영향을 미친다. 소음과 같은 스트레스는 턱을 굳게 만들고 목소리에 즉각적으로 영향을 미치게 되며 턱의 상태는 심리적인 요인과 관계가 있다고 한다. 심리적으로 편안하지 않으면 우리의 몸은 긴장하며, 여러 근육들도 함께 긴장하게 된다. 따라서 목 근육의 긴장으로 소리의 질이 변화하게 된다. 반면 동일한 청각자극인 음악은 긴장을 이완시키고 통증에도 유의한 효과가 있다고 밝혀지고 있다.

본 연구 결과에서 얻어진 소음과 음악환경에서 나타난 음성 파라미터들을 살펴보면, 대조군과 환자군의 F0 경우 소음과 음악조건에서 모두 유의한 차이를 나타내었는데, 특이한 점은 두 집단 모두 일반적인 F0값과 음악의 F0값에는 유의한 차이를 나타내지 않았다는 것이다. 이는 소음 상황에서 F0 값이 커지는 것은 근육의 긴장과 과도한 힘으로 인해 이루어진다는 기존의 연구들의 결과들과 일치하는 것이며, 즉, 음악은 그들에게 과도한 긴장을 유발하지 않고 청각

적인 자극이 주어지지 않은 일반적인 상태를 유지할 수 있는 청각자극임을 알 수 있다. 반면 기존의 연구 결과들과 다소 차이를 나타내는 것은 소음상황에서 두 집단 모두 jitter의 차이를 발견할 수 없었다는 점이며 음악조건에서도 그 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 shimmer의 경우 환자군은 소음과 음악 상황에서 모두 유의한 감소를 나타내어 음성의 안정적인 패턴으로 변화하였음을 알 수 있다. 반면, 대조군은 모든 조건 간에 통계적인 유의성을 발견할 수 없었으나 소음에서는 감소하는 경향성과 음악에서는 일반조건의 값에 근접하는 것을 볼 수 있었다. 이는 음악 환경은 소음이 제시되는 환경과 비교해 과도한 근육의 긴장으로 인한 음의 산출을 줄이고 보다 안정적인 음성 특징을 이끄는 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 구강안면통증 환자와 정상인을 대상으로 그들의 일반 음성과 청각 조건(소음, 음악)에서의 음성 파라미터들을 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 구강안면통증 환자는 정상인의 음성과 비교해 낮은 F0 값과 큰 jitter, shimmer 값을 가져 정상인에 비해 낮고 불안정한 음성 특징을 나타내었다.
2. 구강안면통증 환자의 음성은 소음 환경과 비교해 음악 환경에서 낮은 F0값과 shimmer 값을 가져, 보다 이완되고 안정된 음성 특징을 나타내었다.
3. 일반인의 음성은 소음 환경에서 높은 F0 값을 가졌으나 음악, 소음 환경에 따른 특징적인 차이를 나타내지 않았다.

이상의 결과를 통해 구강안면통증 환자는 일반인과 비교해 음성 특징에 차이를 보였으며 외부적인 청각 환경에도 다른 반응 양상을 나타내었다. 따라서 구강안면통증 환자들의 기능적 장애를 보다 효율적으로 치료하기 위해서는 음악과 같은 긍정적인 정서 환경이 제공되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Bhuta T., Patrick L., Garnett JD. : Perceptual Evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. J. Voice., 2004; 18(3):229-304.
2. Yiu E., Chan R.: Effect of Hydration and vocal rest on

- vocal fatigue in amateur karaoke singers. *J. Voice.*, 2003; 17(2):216-227.
3. Perry CK., Ingrisano D., Palmer MA., McDonald EJ.: Effects of environmental noise on computer-derived voice estimates from female speakers. *J. Voice.*, 2000; 14(2):146-153.
 4. Sodersten M., Ternstrom S., Bohman M. :Loud speech in realistic environmental noise: phonetogram data, perceptual voice quality, subjective ratings, and gender differences in healthy speakers. *J. Voice.*, 2005; 19(1):29-45.
 5. Curtis SL.: The effects of music on pain relief and relaxation of the terminally ill. *J. music therapy.*, 1986; 23(1):10-24.
 6. The SPAR Speech Filing System. European Conference on Speech Technology, Edinburgh., 1987; 1:305-308.
 7. 문영일. 올바른 발성, 서울: 청우, 1999.
 8. 표화영, 심현섭, 송윤경 외. 한국 성인의 정상 음성에 관한 기본 음성 측정치 연구. *음성과학* 2002; 9(2):179-191.

- ABSTRACT -

The Effect of Auditory Condition on Voice Parameter of Orofacial Pain Patient

Ju-Young Lee, D.M.,M.M.T¹⁾, Kwang-Hyun Baek, D,Sc.,M.Sc.,Ph.D.,²⁾
Jung-Pyo Hong, D.M.D.,M.S.D.,Ph.D.³⁾

¹⁾*Center of Music Therapy, Sook-Myung University*

²⁾*Dept. of Mechanical Engineering, Dan-kook University*

³⁾*Dept. of Oral Medicine, College of Dentistry, Kyung-Hee University*

This study have been compared and analyzed voice parameter under the condition of normal voice and auditory condition(noise and music) for 29 patients of orofacial pain and 31 normal people to investigate voice feature and vocal variation for auditory condition of orofacial pain patient.

1. Compared to normal voice, orofacial pain patient showed lower and unstable voice feature which has low F0 rate and high jitter and shimmer rate.
2. Voice of orofacial pain patient showed more relaxed and stable voice feature with low F0 and shimmer rate in the music condition than noise condition.
3. Normal people's voice has no significant difference between music and noise condition even though it has high F0 rate under the noise condition.

As a result, orofacial pain patient showed difference of feature and different response for external auditory condition compared to normal voice. Providing of positive emotional environment such as music could be considered for better outcome of oral facial pain patient's functional disability.

Key words : Acoustic feature, Aural condition, Music, Noise, Orofacial pain
