

TM Joint의 물리치료를 통한 훈련이 모음의 음향학적 특성에 미치는 영향

민동기¹, 이재홍^{2*}

¹현대연합의원, ²대구보건대학 물리치료과

Influence of Temporomandibular Joint Training Using Physical Therapy on the Vowel Acoustic Characteristics

Dong-Gi, Min¹ and Jae-Hong, Lee^{2*}

¹Dept. of Physical and speech Therapist in Hyundai Hospital

²Dept. of Physical Therapy, Daegu Health College

요약 턱관절의 물리치료를 통한 훈련으로 모음 조음에 관여하는 구강 공명강을 증가시켜, 턱관절의 정상적인 발성패턴을 유지하도록 하여 턱관절장애 환자의 모음의 음향학적 특성 변화를 보고자 하였다. 연구 대상은 턱관절장애로 진단 받은 3명의 20~30대 성인 남자를 대상으로 하였다. 실험방법은 대상자간 중다기초선 설계를 이용하여 기초선 단계, 치료 단계, 유지 단계로 진행하였다. 치료는 한 회기를 30분으로 하여 주 3회 실시하였고 3회기를 한 평가단위로 5회의 중간평가를 실시하였다. 평가방법은 Praat 음성 분석프로그램을 이용하여 /ㅏ/ 모음의 연장 발성에 대한 제 1포먼트 주파수(F1), 제 2포먼트 주파수(F2) 그리고 기본주파수(F0)를 분석하였다. 물리치료를 통한 훈련 프로그램을 실시한 결과 턱관절장애 환자의 제 1포먼트 주파수(F1), 제 2포먼트 주파수(F2) 그리고 기본주파수(F0)는 치료 전 보다 증가하는 변화를 보였고, 이는 모음의 개구도와 관계된 제 1포먼트 주파수(F1) 뿐만 아니라 모음의 전후설, 성대의 움직임과 관련이 있는 제 2포먼트 주파수(F2) 그리고 기본주파수(F0)의 변화도 함께 보임으로써 턱관절과 모음 및 음성 산출의 연관성을 보여주었다.

Abstract This study was to examine the change of vowel acoustic characteristics of the temporomandibular joint disorder patients by maintaining normal vocalization pattern of the temporomandibular joint through increasing the range of motion, that was, the oral cavity sonorant cavity of the temporomandibular joint, related to vowel articulation through temporomandibular training using the physical therapy.

The subjects of this study were 3 male adults in 20-30s that were diagnosed with temporomandibular joint disorder. As a result of conducting temporomandibular training program using the physical therapy, the 1st Formant Frequency(F1), 2nd Formant Frequency(F2), and Fundamental Frequency(F0) of the temporomandibular joint disorder patients were increased compared to before and this showed the change of the 1st Formant Frequency(F1) related to the open mouth grade of a vowel, as well as the 2nd Formant Frequency(F2), and Fundamental Frequency(F0) related to the front-back of a vowel which shows the relationship between the temporomandibular joint, vowels and voice calculation.

Key Words : TM Joint, Temporomandibular joint disorder, Vowel Acoustic Characteristics

1. 서론

의사소통이란 사람과 사람 사이에서 이루어지는 정보 교환을 의미한다.

넓게는 언어뿐만 아니라 표정이나 동작등도 의사소통의 일부라 할 수 있다. 하지만 사람과 사람사이의 의사소통에서 가장 효율적인 것은 음성을 통한 언어라 할 수 있다. 기본적으로 말소리 즉 음성을 만드는데 관여하는 기

*교신저자 : 이재홍(heart0630@yahoo.co.kr)

접수일 11년 03월 23일

수정일 (1차 11년 04월 11일, 2차 11년 04월 18일)

게재확정일 11년 05월 12일

관을 음성기관(organs of speech)이라 하는데, 이러한 기관은 1차적으로 음식물 섭취와 호흡에 관여하며, 2차적으로는 말소리를 내는데 관여한다. 턱관절(측두하악관절, temporo mandibular joint)의 움직임은 음식물의 저작 뿐만 아니라 입안의 크기를 변화시킨다. 따라서 모음 산출에서의 턱관절의 상하 운동은 고·저모음의 변별 산출 능력과 밀접한 연관이 있으며 중요한 역할을 한다[1]. 모음산출 및 시각과 하악 위치의 관련성에 관한 연구에서는 하악의 개방(opening)정도에 따라 모음 /i/가 /e/, /ɛ/ 등으로 지각된다는 사실을 설명하였다[2].

최근에 들어서는 턱관절 질환에 대한 관심이 점차 높아지고 있으며, 이러한 악골변화에 대한 음형대(formant) 값에 대한 유의한 수준의 연구가 이루어진바 있다. 특히 음성분석프로그램을 이용하여 수술 후 구강환경의 변화에 따른 발음 변화 연구에 대해서 구강악안면외과의, 교정의, 발음/언어 병리학자의 관심이 증폭되고 있으며 이러한 면에서 조음기관의 변화양상이 음향음성학적으로 어느 정도 영향을 끼치는 것에 대해 무엇보다도 중요한 점을 시사해주고 있다[3].

이러한 사실을 기초로, 턱관절장애 환자의 구어적 문제점인 턱관절의 비정상적인 근 긴장도와 관절가동범위에 대해서 근본적인 근 골격에 대한 물리치료를 통한 훈련이 환자의 모음 및 음성의 자연스러운 산출에 있어서의 연관관계를 살펴보는 것은 바람직하다고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 턱관절장애 환자를 대상으로 모음 조음에 대한 특성을 음향학적으로 분석하여 임상적 활용가치와 더 나아가 바람직한 말소리 산출 훈련을 위한 기초 자료를 제시하는 데 의의를 두고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상자는 2009년 10월부터 2010년 4월까지 7개월에 걸쳐 대구에 소재하는 H정형외과에 내원한 턱관절장애로 진단받은 환자 중 3명을 선정하여 연구를 실시하였다. 또한, 연구 대상자의 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 발병 기간이 2주일 이상 만성 환자.
- 2) 남, 여 성별에 관계없이 20~30세에 이르는 환자 중 본 연구의 참여를 동의한 자.
- 3) 턱관절에 운동 제한이 있는 환자.
- 4) 턱관절의 움직임 동안 지속적인 통증이 있는 환자.
- 5) 턱관절에 잡음이 있는 환자.

- 6) 비보전적인 치료를 받지 않는 환자.
- 7) 시각적 유사척도(Visual Analogue Scale : VAS)로 VAS점수가 4~6점인 환자.

[표 1] 연구 대상자의 개인별 특성

대상자	연령	성별	치과적 교정치료	시각적 유사척도 (VAS)	관절가동 범위
A	29	남	o	5점	20mm
B	21	남	x	6점	18mm
C	30	남	x	5점	25mm

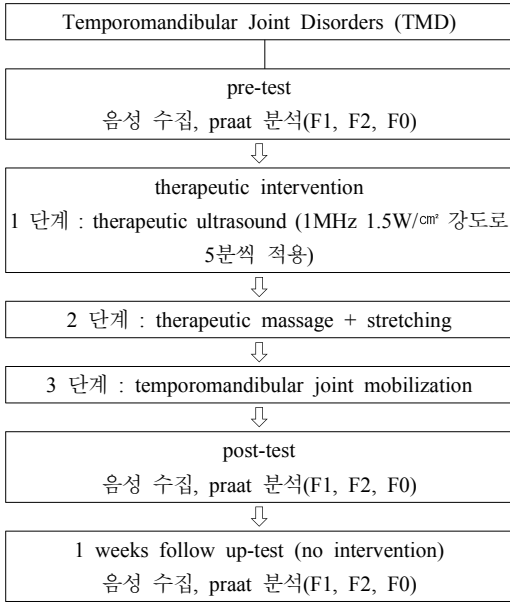
시각적 유사척도(VAS)는 McNeil(1990) 등의 연구보고에서 이용된 턱관절 장애의 검사항목들을 토대로 재구성하였다[표 1].

관절가동범위의 측정은 환자가 편안히 누운 자세에서 스스로 능동적으로 통증이 없는 범위내의 최대개구를 mm자를 이용하여 위, 아래 치아의 정중열 사이 간격으로 3회 반복 측정하여 평균값을 기록하였다. 정상적으로 입을 벌리는 범위는 학자에 따라 다르나 40~50mm 라고 한다[4]. 입을 벌리는 기능을 측정하기 위해서는 손가락의 근위지절관절(proximal interphalangeal joint, PIP)부분으로 입벌리기를 측정하는데, 두 손가락의 PIP가 입에 들어가면 기능적인 입벌림이라고 할 수 있고, 자기 손가락의 PIP 관절 3개가 들어가면 정상이다.

2.2 치료 프로그램

본 연구의 치료프로그램은 물리치료 훈련을 통해 턱관절의 정상적인 움직임, 즉 구강 공명강의 증가로 인한 모음의 음성 특성을 살펴보고자 구성하였다. 먼저, 초음파 적용은 환자가 편안히 바로 누운 자세(supine position)로 입을 자연스럽게 벌어진 상태에서 턱관절 압통점인 씹기 근육(저작근, masticatory)인 깨물근(교근, masseter muscle), 관자근(측두근, temporalis muscle), 안쪽·가쪽 날개근(medial·lateral pterygoid muscle)에 적용하였다. 초음파 변환기의 효과면적은 5cm이고 1MHz, 1.5W/cm² 강도로 5분씩 적용하였다. 단, 맥동파의 순환주기(duty cycle)는 20%로 하였고, 초음파 변환기를 가능한 느린 속도(2cm/s)로 움직여서 심부열의 국소집중을 예방하고, 초음파의 전도율을 높이기 위하여 턱관절의 압통점에 sonogel을 사용하여 초음파가 심부조직으로 충분히 전달될 수 있도록 하였다. 또한 씹기근육에 대한 맛사지, 신장 운동, 그리고 턱관절 내부에 스트레스를 가하지 않게 관절주위 조직이 신장될 수 있을 정도의 견인과 미끄러짐을 일으킬 수 있도록

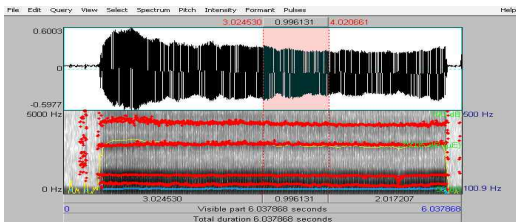
관절가동운동을 단계적으로 실시하였다.



[그림 1] 물리치료를 통한 턱관절 훈련 프로그램의 구성 및 절차

2.3 평가 방법

각 대상자들의 음성 수집은 소음이 통제된 실험실에서 편안히 앉은 상태에서 고정대에 부착된 오디오 트랙 AT 2500 다이내믹 마이크로 대상자의 입과의 거리를 10cm 정도 유지하면서 편안하게 /ㅏ/를 연장 발생하도록 하여 대상자들의 음성을 직접 Praat에 녹음하였다. sampling frequency는 44,100Hz, 16bit, 모노 상태로 음성을 녹음하였다. 연장된 /ㅏ/ 모음에서 상대적으로 안정된 시간의 약 1초 구간을 설정하여 편집한 후 저장해 두었고, Praat5021에서 음성자료를 불러와 /ㅏ/ 연장 발생 동안의 제 1포먼트 주파수(F1), 제 2포먼트 주파수(F2) 그리고 기본주파수(F0)를 스펙트로그램과 음성 파형을 이용하여 분석 측정하였다.



[그림 2] 연장된 /ㅏ/ 모음 분석

2.4 평가 내용

2.4.1 연장 발생된 /ㅏ/ 모음 분석 평가

각 대상자들의 연장 발생된 /ㅏ/ 모음의 제 1포먼트 주파수(F1), 제 2포먼트 주파수(F2) 그리고 기본주파수(F0) 값의 변화정도를 측정하고 그 결과를 분석하기 위해 Praat 음성 분석프로그램을 사용하였다[그림 2].

2.4.2 비교 기준 집단 선정(정상 성인)

물리치료를 통한 턱관절 훈련이 턱관절장애 환자의 모음 특성의 변화정도를 알아보기 위해 정상 성인 10명을 선정하여 본 실험에서 사용되는 Praat으로 각 대상자들의 연장 발생된 /ㅏ/모음의 제 1포먼트 주파수(F1), 제 2포먼트 주파수(F2) 그리고 기본주파수(F0)값을 평균하여 본 연구 대상자와 비교 분석하였다. 정상 성인은 턱관절에 대한 통증과 관절운동범위에 아무런 문제가 없는 20~30대 성인 10명을 선정하여 그 결과는 아래와 같다[표 2].

[표 2] 정상 성인의 제 1, 2포먼트 주파수(F1, F2), 기본주파수(F0) 평균값

	정상성인의 평균 값 (Hz)
제 1포먼트 주파수(F1)	735
제 2포먼트 주파수(F2)	1312
기본주파수(F0)	160

3. 연구 결과

본 연구는 턱관절장애 환자 3명을 대상으로 하여 물리치료를 통한 훈련이 턱관절 장애 환자의 모음의 제 1포먼트 주파수(F1), 제 2포먼트 주파수(F2) 그리고 기본주파수(F0)에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 연구 문제에 대한 각 대상자별 결과는 다음과 같다.

3.1 모음 /ㅏ/의 제 1포먼트 주파수(F1)의 변화 정도

물리치료를 통한 훈련이 턱관절장애 환자의 모음 특성에 미치는 효과를 보기 위하여 모음의 제 1포먼트 주파수(F1)에 대한 평가결과는 표 3과 같다.

[표 3] /ㅏ/ 연장 발생 시 대상자의 제 1포먼트 주파수(F1) 값 변화 (단위: Hz)

	기초선 단계				치료 단계				유지 단계			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
대상자 A	497	437	450	-	-	520	586	647	701	710	715	710
대상자 B	573	584	589	580	-	645	691	717	726	732	744	720
대상자 C	415	477	511	520	525	650	690	678	699	716	720	718

위의 사실을 바탕으로 본 치료 프로그램의 효과로 인한 모음 /ㅏ/ 연장 발생 시 제 1포먼트 주파수(F1)의 변화 정도에 대해 요약해보면, 대상자 모두 제 1포먼트 주파수(F1)에 대해서 각 251, 131, 229Hz의 증가를 보였다. 이는 정상 성인의 제 1포먼트 주파수(F1) 평균 값인 735Hz와 비교 시 많은 개선이 이루어졌음을 알 수 있었다[5].

3.2 모음 /ㅏ/의 제 2포먼트 주파수(F2)의 변화 정도

물리치료를 통한 훈련이 턱관절장애 환자의 모음 특성에 미치는 효과를 보기 위하여 모음의 제 2포먼트 주파수(F2)에 대한 평가결과는 표 4와 같다.

[표 4] /ㅏ/ 연장 발생 시 대상자의 제 2포먼트 주파수(F2) 값 변화 단위: Hz)

	기초선 단계				치료 단계				유지 단계			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
대상자 A	1011	1003	1010	-	-	1032	1040	1045	1065	1112	1095	1100
대상자 B	982	1028	1045	1040	-	1155	1122	1127	1118	1220	1118	1111
대상자 C	875	921	923	950	978	1062	1141	1151	1144	1133	1210	1118

위의 사실을 바탕으로 본 치료 프로그램의 효과로 인한 모음 /ㅏ/ 연장 발생 시 제 2포먼트 주파수(F2)의 변화 정도에 대해 요약해보면, 대상자 모두 제 2포먼트 주파수(F2)에 대해서 각 90, 91, 241Hz의 증가를 보였다. 이는 정상성인의 제 2포먼트 주파수(F1) 평균 값인 1312Hz와 비교 시 어느 정도의 개선은 이루어졌지만 그 폭은 크지 않았음을 알 수 있었다.

3.3 모음 /ㅏ/의 기본주파수(F0)의 변화 정도

물리치료를 통한 훈련이 턱관절장애 환자의 모음 특성

에 미치는 효과를 보기 위하여 모음의 기본주파수(F0)에 대한 평가결과는 표 5와 같다.

[표 5] /ㅏ/ 연장 발생 시 대상자의 기본주파수(F0)의 값 변화 (단위: Hz)

	기초선 단계				치료 단계				유지 단계			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
대상자 A	117	112	115	-	-	131	138	146	154	163	158	155
대상자 B	105	105	106	104	-	117	119	120	124	126	124	126
대상자 C	110	110	112	123	120	130	132	137	150	158	148	150

위의 사실을 바탕으로 본 치료 프로그램의 효과로 인한 모음 /ㅏ/ 연장 발생 시 기본 주파수(F0)의 변화 정도에 대해 요약해보면, 대상자 모두 기본주파수(F0)에 대해서 각 42, 20, 34Hz의 증가를 보였다. 이는 정상 성인의 기본 주파수(F0) 평균값인 160Hz와 비교 시 어느 정도의 개선은 이루어졌지만 그 폭은 크지가 않았음을 알 수 있었다. 기본주파수(fundamental frequency; F0)는 초당 성대가 한 진동 주기를 완성하는 횟수인데 후두의 성대환경 및 긴장을 결정하는 근육의 힘과, 후두를 움직이며 또한 발생 자체에 대한 에너지의 원천을 제공해주는 호흡체계의 공기역학적인 힘에 의해 조절된다[6]. 사람의 목소리는 F0의 5 옥타브에 걸쳐서 소리를 산출할 수 있는 능력이 있다고 하였으며[7], 남성은 20~1000Hz, 여성은 2000Hz 이상의 F0를 산출할 수 있다고 하였으나 실제 사용하는 F0는 이 생리학적 F0범위에 비해 매우 적으며, 일반적으로 말할 때 남성은 80~150Hz, 여성은 150~250Hz 사이의 F0를 사용한다고 하였다[8].

4. 고찰

본 연구는 물리치료를 통한 턱관절 훈련프로그램으로 턱관절장애 환자의 모음 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다.

본 연구에서 얻어진 주요 결과 및 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 물리치료를 통한 턱관절 훈련프로그램을 실시한 결과, 연구 대상자 모두 제 1포먼트 주파수(F1)값이 증가하였다. 기초선 측정 후 치료 단계에서 턱관절의 관절운동범위 즉 구강 공명강이 점차 증가되면서 제 1포먼트 주파수(F1)값 또한 증가하였으며 유지 단계에서도 제 1포먼트

트 주파수(F1)값이 유지되는 것으로 나타났다.

둘째, 물리치료를 통한 턱관절 훈련 프로그램을 실시한 결과, 연구 대상자 모두 제 2포먼트 주파수(F2)값이 증가하였다. 기초선 측정 후 치료 단계에서 턱관절의 관절운동범위 즉 구강 공명강이 점차 증가되면서 제 2포먼트 주파수(F2)값 또한 증가하였으며 유지 단계에서도 제 2포먼트 주파수(F2)값이 유지되는 것으로 나타났다.

셋째, 물리치료를 통한 턱관절 훈련프로그램을 실시한 결과, 연구 대상자 모두 기본주파수(F0)값이 증가하였다. 기초선 측정 후 치료 단계에서 턱관절의 관절운동범위 즉 구강 공명강이 점차 증가되면서 기본주파수(F0)값 또한 증가하였으며 유지 단계에서도 기본주파수(F0)값이 유지되는 것으로 나타났다.

5. 결론

이상의 결과에서 볼 때, 물리치료를 통한 턱관절 훈련 프로그램이 턱관절장애 환자의 관절운동범위 즉 구강 공명강의 증가로 인한 /ㅏ/ 모음의 연장 발성 시 제 1포먼트 주파수(F1), 제 2포먼트 주파수(F2), 기본주파수(F0)의 변화에 효과가 있다는 결론을 얻었다.

대상자 모두 턱관절에 대한 관절통증, 관절잡음 그리고 개구장애에 대해서 치료를 통해서 막연하게 회복하려고 생각했으나 이런 턱관절이 말소리에서 차지하는 부분과 이런 대상자 자신이 발성하는 모음에 있어서의 음향학적 분석 자체가 궁금하면서 점차 심리적 부담감을 감소시키는 요인으로 작용하여 회기가 더해질수록 말하기에 대한 자신감을 갖게 되었다. 비록 제 2포먼트 주파수(F2)와 기본주파수(F0)는 이런 턱관절의 직접적인 요인으로 크게 영향을 받지 않았지만 치료 전과 비교해서는 정상적인 수준으로 어느 정도의 개선은 분명 있었다.

이로 인해 말소리를 내는 과정에서 발성, 공명, 조음기관이 말의 형식을 갖추게 되는데 있어서 상호작용을 한다는 것에 의견을 일치할 수 있었다.

따라서 본 연구를 통하여 밝힌 이러한 결론들이 턱관절장애 환자들의 진단 및 치료의 기초 자료가 되길 바라며 앞으로 계속 연구되어야 할 과제들을 위한 몇 가지 내용을 제언한다.

첫째, 본 연구에 동의하여 참여한 환자 3명을 대상으로 하여 연구결과를 일반화 하는데 제한점이 있다. 따라서 후속 연구에서는 연구대상의 수를 많이 하여 그 효과를 비교해보기를 기대한다.

둘째, 본 연구를 통해서 신경학적 장애로 인한 여러 질환 중 경직형 마비성구어장애, 외상성 뇌손상 등으로 인

한 비정상적인 턱관절의 움직임과 이러한 모음과 더 나아가 자발적인 구어에서의 연구 또한 효과를 비교해 보기를 기대한다.

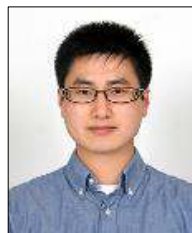
셋째, 본 연구가 좀 더 임상적인 변별력을 줄 수 있게 모음을 연장 발성 할 때의 측정 뿐만 아니라 음절, 단어, 문장, 대화, 자발적인 구어에 대한 분석이 이루어질 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- [1] 윤병완. (1990). 뇌성마비아동의 호흡 및 조음기관기능 훈련 효과. 대구대학교 대학원 석사학위논문.
- [2] Fletcher S. G. (1993). Jaw Position in Vowel Production and Perception. *Journal of Medical Speech-Language Pathology, 1*, 171-189.
- [3] 권경환 외. (2000). 악교정 환자의 악교정 수술전후 발음 양상에 대한 비교연구. 대한악안면성형재건외과학회지, vol. 22, No. 2, 191-205.
- [4] Hertling, D. & Kessler, R.M. (1990). Management of common Musculoskeletal Disorders. *Physical Therapy Principles and Methods*.
- [5] 성철재. (2004). 한국어 단모음 8개에 대한 음향분석. 한국음향학회지, 제23권 제 6호, 454-461.
- [6] 구희산. (2001). 지역방언 화자에 따른 영어모음의 발음 연구. *음성과학*, 8(4), 193-205.
- [7] Hollien, H. & Shipp, T. (1972). Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. *Journal of Speech and Hearing Research*, 15, 155-159.
- [8] Colton, R. H. (1988). Physiological mechanisms of vocal frequency control: The role of tension. *Journal of Voice*, 2(3), 208-220.

민 동 기 (Min, Dong-Ki)

[정회원]



- 2008년 8월 : 대구대학교 재활과학대학원 언어치료학과 (언어치료학석사)
- 2003년 3월 : 현대연합의원 재활팀장

<관심분야>
의생명공학

이 재 홍(Lee, Jae-Hong)

[정회원]



- 2010년 2월 : 계명대학교 대학원
공중보건학과 (보건학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대구보건
대학 물리치료과 교수

<관심분야>
의·생명공학