

# 악관절음 환자의 하악 비틀림회전운동에 관한 연구

서울대학교 치과대학 구강내과 · 진단학 교실

소 종 섭 · 이 경 호 · 정 성 창

## 목 차

- I. 서 론
- II. 연구대상 및 방법
- III. 연구결과
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

## I. 서 론

측두하악장애는 저작근, 측두하악관절과 그 관련구조, 혹은 이들 두군데 모두에서 나타나는 수많은 임상적인 문제들을 포함하는 집합적인 용어이다<sup>1)</sup>. 측두하악장애에 관한 역학연구에 따르면 인구의 절반이상이 하나 이상의 징후를 가지고 있으며, 인구의 25%정도가 기능장애의 어떠한 증상을 인식하고 있음을 보고하고 있다<sup>2)</sup>. 측두하악관절의 관절음은 측두하악장애의 모든 징후와 증상중 가장 흔한 것으로 적어도 인구의 1/3이상이 악관절음을 보이는 것으로 보고되고 있다<sup>2,3)</sup>. 악관절음은 포괄적인 용어로 사용되며 딸그락거리는 소리(clicking), 튀는 소리(popping), 삐걱거리는 소리(grating), 혹은 염발음(crepitus) 등으로 가장 자주 표현된다<sup>1)</sup>.

악관절음의 원인에 관하여는 많은 가설이 있다. 비정상적인 근기능으로 초래된 관절원판과 과두의 부조화(incoordination), 활액점도(synovial

fluid viscosity)의 변화와 부적절한 윤활작용(inadequate lubrication), 교근의 만성적 긴장(overstrain), 교합장애, 수직고경의 상실, 악관절이나 악안면 발생장애 등으로 인한 관절원판의 변위(dislocation), 불규칙한 관절면등의 형태변형(deviation in form), 거대손상(gross injury) 등이 전구요인으로 설명되고 있다<sup>1,2)</sup>. 신체적 요인 뿐만 아니라, 이악물기, 이갈이와 같은 비정상 기능을 야기하는 걱정, 스트레스 등의 심리적 요인도 악관절음의 병인으로 제시되고 있다<sup>3)</sup>.

악관절음 발생에 따른 교합, 악관절 및 근신경계의 부조화를 규명하기 위해 여러 가지 방법이 시도되어 왔다. Willigen<sup>4)</sup>은 악관절음이 나타나는 환자에서 pantograph를 이용하여 시상면에서의 하악과두의 운동이 정상적인 운동경로로부터 편위되어 나타난다고 보고하였고, Sigaroudi<sup>5)</sup> 등은 graphic tracing apparatus를, 윤<sup>6)</sup> 등은 Mandibular kinesiograph를 이용하여 개구운동시 단순관절음이 발생하는 측으로 하악운동이 측방편위되어 나타난다고 보고하였다. Isberg-Holm 등<sup>7,8)</sup>은 cineradiograph와 high-speed cinematograph를 이용한 사체연구를 통하여 악관절음이 나타나는 관절에서 과두경로의 돌출(bulge)이 관찰되며, 이러한 과두운동경로의 돌출은 왕복성 단순관절음에서는 과두가 관절원판의 후상돌기(posterior ridge) 위를 미끄러져 중앙부위로 들어가는 것과, 비왕복성 단순관절음에서는 관절면의 경조적이나 연조직의 형태적 변화와 관련이 있음을 보고하였다. 정 등<sup>9)</sup>은 하악

운동계적기록장치(Mandibular tracing devices)를 이용하여 악관절음이 출현하는 부위의 하악 운동 양상은 대개 참조선으로 부터 이탈되는 경우가 많으며, 개폐구로가 정중선으로 부터 편위되지 못하게 하는 개폐구운동의 훈련으로 악관절음이 제거될 수 있음을 보고하였다. Oster 등<sup>10)</sup>은 standard condenser microphone를 이용하여, Heffez 등<sup>11)</sup>은 sonogram을 이용하여 악관절의 악관절조영술 진단에 따른 악관절음의 발생양상을 관찰하였다.

악관절음을 진단하는 데는 일반적으로 청진, 촉진, 전자식방법 등이 이용되어 왔으며, 전자식 기록은 청진이나 촉진에 비해 기록의 보관과 비교가 가능하며 관찰자간의 오류를 제거할 수 있고 기록된 신호의 분석이 가능한 장점을 가지고 있다<sup>12)</sup>. 전자식 기록으로는 sonography와 최근 도입된 전자진동술(Electrovibratography, EVG)이 이용되고 있다. Christensen 등<sup>13,14)</sup>은 피부와 접촉하는 콘덴서형 마이크로폰(condenser microphone)에 의해 기록되는 sonography는 피부나 머리털등과 접촉시 발생하는 소리와 주변의 잡음 등 관련없는 소리영역(irrelevant sound field)에 민감하기 때문에 기록의 오류가 발생하게 되나, 압전압가속계(piezoelectric accelerometers)에 의해 기록되는 전자진동술(EVG)은 관련있는 진동영역에만 민감하므로 운동에 영향을 끼칠 수 있는 관절내의 변화만을 반영하며 재현성이 우수하다고 보고하였다.

국내에서 EVG원리를 이용한 Sonopak을 이용하여 악관절음을 조사한 연구를 살펴보면, 강 등<sup>15)</sup>이 관절잡음의 분류에 따른 두개하악장애환자의 임상적 분류에 Sonopak을 이용한 것을 비롯하여 박 등<sup>16)</sup>이 교합안정장치로 치료전,후 측두하악관절음의 변화를 분석하는데, 나 등<sup>17)</sup>은 두부자세의 변화가 하악운동 및 측두하악관절음의 양상에 미치는 영향을 관찰하는데 이용하였다.

하악운동의 분석은 악관절음을 비롯한 관절장애나 저작근장애, 염증성장장애 등의 모든 경우에서 적용이 가능하므로 보다 효과적인 방법이나, 하악운동의 정확한 분석을 위해서는 하악과두의 운동과 전치부에서의 삼차원적 운동을 동시에

관찰, 기록할 필요가 있으며, 이를 위해 부득이 pantomograph를 사용하는 불편을 감수해야 되었다<sup>18)</sup>. 그러나 최근 BioPAK system과 같이 하악절치부에 부착된 자석의 움직임을 통하여 하악의 비틀림과 위치변화를 측정하여 나타내는 방법이 도입됨으로써 하악운동을 방해하지 않으면서도 편리하고 정확하게 하악운동을 기록하게 되었다. 하악의 비틀림회전운동(mandibular rotational movement)에 관한 연구로는 한<sup>19)</sup>이 단순관절음과 거대관절음이 있는 환자에서 악관절음발생 전,후의 하악위를 기록하여 하악의 회전운동량을 비교하였고 김 등<sup>20)</sup>이 폐구성 악관절 과두결립환자의 하악회전운동을 연구한 바 있으나 아직 하악회전운동에 관한 연구는 미약한 편이다.

본 연구는 BioPAK system(Bioresearch Inc. Milwaukee, USA) 중 SonoPak을 이용하여 악관절음을 측정하고, 하악의 비틀림회전운동을 분석할 수 있는 Rotate! 프로그램을 이용하여 악관절음 발생군과 정상군에 대하여 최대개구운동, 전방운동 및 측방운동 등의 하악운동에 따른 하악의 비틀림회전운동 정도를 비교 분석하고, 악관절음의 정량적 특성과 하악회전량과의 상관관계를 분석하기 위하여 시행되었다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

서울대학교 치과대학생중 악관절음을 호소하나 그의 다른 임상적 측두하악장애가 없고, 촉진검사에서 재현성있는 악관절음을 나타내는 20명(남자 14명, 여자 6명)과 악관절음을 비롯한 측두하악장애의 증상이 없는 정상군 20명(남자 12명, 여자 8명)을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### (1) 기록장치

컴퓨터를 이용하여 악관절음을 기록 분석할 수 있는 BioPAK system(Bioresearch Inc.

Milwaukee, Wisconsin, USA)중 SonoPak을 이용하여 최대개구 동안의 악관절음을 기록하고, BioPAK system중 Rotate! 프로그램을 이용하여 최대개구시, 전방 및 좌우측방운동시 전두면과 수평면상에서 하악의 비틀림회전운동의 정도를 관찰하였다.

(2) 장치의 장착

- 1) 양면테이프를 자장지시기(magnetic indicator)의 한쪽면에 붙인 후, 자장지시기에 표시된 세로선이 피실험자의 왼쪽으로 향하게 하여 하악중절치의 치은연 1/3에 그 상연이 오도록 붙였다. 자장지시기의 상연은 피실험자의 동공연결선(interpupillary line)과 평행하게 부착하였다.
- 2) 피실험자의 머리에 안궁형태의 감지기(sensor)를 장착하는데, 이 때 최상방향선대(crossbar)가 피실험자의 동공연결선과 평행하게, 부형선대(side bar)는 Frankfort plane과 평행하게 위치시켰다.
- 3) SonoPak의 헤드폰 모양의 압가속계(piezoeccelerometer)를 측두하악관절의 외측이나 관골궁부위에 위치시켰다.
- 4) 피실험자는 의자에 똑바로 앉게 하고 발바닥은 바닥에 붙이게 하고, 피실험자가 앉은 의아에는 어떤 자기금속부분도 없도록 하였다.

(3) 악관절음의 평가

화면상에 나타나는 지시화살표의 움직임에 따라 개,폐구운동을 수차례 반복시켜 피검자 나름대로 일정한 양식이 확립된 후에 기록을 실시하였다. 관찰항목은 다음과 같다.

- 1) 진동총에너지(integral) : (주파수 X 진폭)으로 진동의 강도를 나타낸다
- 2) 최대진폭(peak amplitude) : 진동최고 강도로 sound loudness를 나타내며 단위는 Pascal이다
- 3) 최대주파수(peak frequency) : 진동의 최고 강도 발생시의 주파수로서 단위는Hz이다.
- 4) above 300Hz Integral : 300Hz 이상에서의 진동에너지를 나타낸다.

5) above 300/(0-300)Hz ratio : 300Hz를 중심으로 그 이상과 그 이하 주파수 범위간의 에너지 크기를 비교한 저주파에 대한 고주파의 비율이다

(4) 하악 비틀림회전운동의 평가

하악 비틀림회전운동을 기록하기 전에 미리 피실험자에게 최대개구운동(maximum mouth opening)과 전방운동(protrusion) 및 측방운동(laterotrusion)을 충분히 이해시키고 연습시킨 후 3회 반복시켜 기록을 실시하였다. 각각의 운동 및 악관절음 발생위치에서의 수직이동거리, 전방이동거리, 측방이동거리 및 하악의 비틀림회전량을 구하고, 최대개구운동 동안의 최대비틀림회전량을 구하였다. 각각의 운동에 따른 하악의 비틀림회전량은 좌,우측 파두간의 공간적 위치차이를 전두면상과 수평면상에서의 각도와 거리로 기록하였다.

관찰항목측정을 위해 치궁폭경은 각 개인마다 하악 제1대구치의 근심축측 교두정간 거리를 측정하여 입력하였다.

(5) 통계처리

최대개구운동과 전방운동 및 측방운동시 정상군과 실험군의 이동거리 및 하악 비틀림회전량의 차이를 비교하기 위해 t-test를 시행하였으며, 정상군의 측방운동과 실험군의 이환측 측방운동 및 비이환측 측방운동시 하악운동량의 차이를 비교하기 위해 one way analysis of variance (ANOVA)를 시행하였다. 또한 악관절음의 정량적 분석결과와 하악회전량과의 상관관계를 분석하기 위해 상관계수검정을 시행하였다.

III. 연구결과

본 실험은 악관절음을 보이고 다른 측두하악장애의 증상이 없는 20명을 대상으로 하였는데, 편측성 악관절음을 보이는 7명, 양측성 악관절음을 보이는 13명이었으며, 정상군은 악관절음을 비롯한 측두하악장애의 증상이 없는 20명을 대상으로 하였다. 실험군의 연령, 치궁폭경 및 최

Table 1. Demographic data of the subjects

	Click group	Control group	Significance
Number	20	20	
Age(yrs.)	24.9±3.1	24.3±1.9	NS
IW(mm)	47.3±3.4	45.8±3.4	NS
MMO(mm)	46.2±3.6	45.7±3.1	NS

NS : Not Significant

IW : interarch width

MMO : maximum mouth opening (ruler)

Table 2. Mandibular rotational angle and distance on maximum mouth opening in frontal and horizontal planes

Plane	Variable	Click group (n=20)	Control group (n=20)	Significance
frontal plane	angle (°)	3.64±2.37	2.07±1.64	*
	distance (mm)	3.03±2.02	1.66±1.36	*
horizontal plane	angle (°)	2.84±2.30	1.90±1.56	NS
	distance (mm)	2.40±1.96	1.51±1.27	NS
maximum mouth opening(BioPak)		32.69±3.21	31.00±3.75	NS

NS : Not Significant \* : P<0.05

대개구거리는 정상군과 유의한 차이가 없었다 (Table 1).

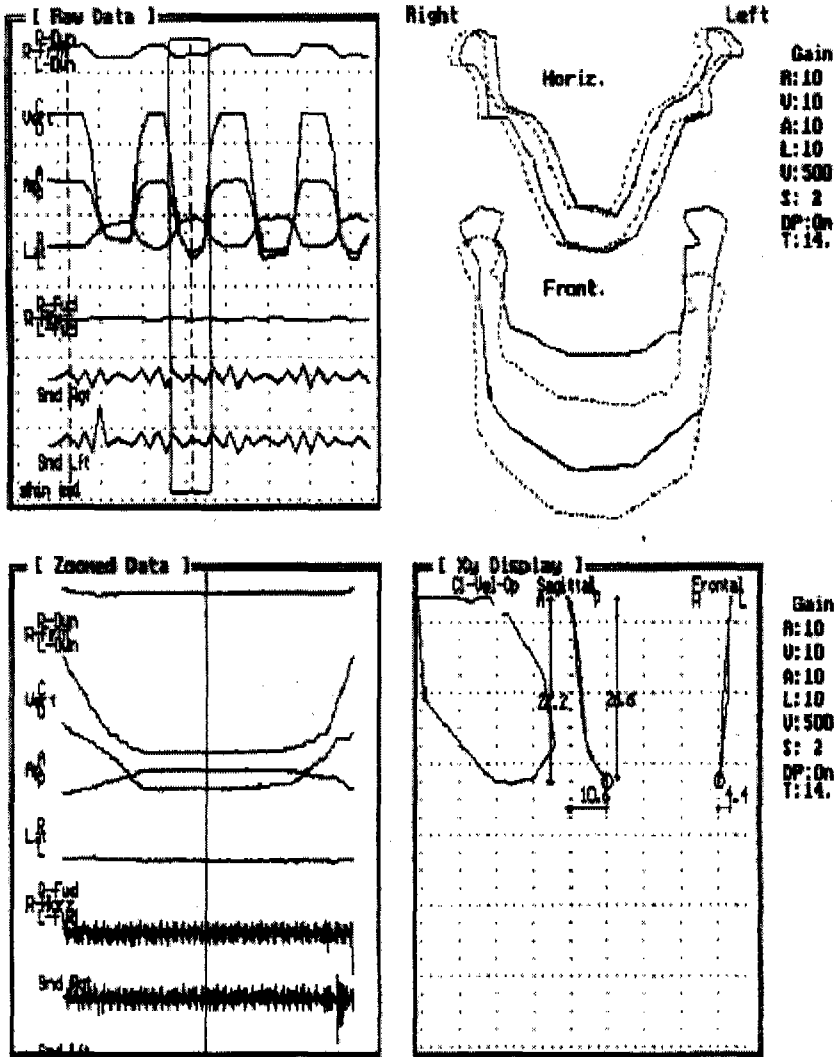
최대개구시 하악의 비틀림회전운동량은 전두면상에서 실험군의 비틀림각도가 3.64°, 비틀림 거리는 3.03mm로 정상군의 비틀림각도(2.07°) 및 거리(1.66mm)보다 유의하게 더 큰 양상을 보였다. 수평면상에서는 실험군의 비틀림각도와 거리는 정상군과 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 2, Figure 1).

또한 최대개구운동시 개폐구 동안의 하악의 최대비틀림회전운동량을 살펴보면, 전두면상에서 실험군의 최대비틀림각도와 거리는 각각 4.24°, 3.55mm로 정상군의 최대비틀림각도와 거리(2.62°, 2.11mm)보다 유의하게 크게 나타났다.

그러나 수평면상에서 실험군의 최대비틀림각도와 거리는 정상군과 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 3).

전방운동시 실험군과 정상군의 전방이동거리는 각각 6.72mm와 6.35mm로 유의한 차이는 없었다. 전방운동시 수평면상에서 하악의 비틀림회전운동량은 비틀림각도 1.11°, 거리 0.92mm로 정상군의 비틀림 각도와 거리(0.42°, 0.32mm)보다 유의하게 크게 나타났으나, 전두면상에서 하악의 비틀림회전운동의 비틀림 각도와 거리의 실험군과 정상군간의 유의한 차이는 없었다 (Table 4).

측방운동시 실험군의 악관절음 이환측으로의 측방운동거리, 비이환측으로의 측방운동거리 및



FRONT ROT : 4.0 Deg.L-Dwn HORIZ ROT : 0.0 Deg.R-Fwd VERT : 26.3 mm Dist : 52.0  
 DIFF VERT : 3.6 mm L-Dwn DIFF A/P : 0.0 mm.R-Fwd A/P : 14.7 mm.P LAT : 5.3 mm.R

Fig. 1. Mandibular rotational angle and distance on maximum mouth opening of a patient.

Raw data on Rotate! program

정상군의 측방운동거리간의 유의한 차이는 없었다. 측방운동시 전두면상에서 하악의 비틀림회전운동량을 살펴보면, 실험군의 이환측 측방운동시 비틀림 각도와 거리는 실험군의 비이환측으로의 운동 및 정상군의 측방운동시 비틀림 각도와 거리와 유의한 차이가 없었다. 또한 수평면

상 하악비틀림회전운동량도 유의한 차이는 없었다(Table 5).

실험군의 개폐구운동 동안 재현성있게 기록된 악관절음의 진동총에너지(Integral)은 165.1 (Pa.Hz)이었고, 최대진폭 10.3 Pa, 최대주파수 120.6Hz, above 300Hz Integral 30.3(Pa.Hz),

**Table 3.** Maximum mandibular rotational angle and distance during maximum mouth opening in frontal and horizontal planes

Plane	Variable	Click group (n=20)	Control group (n=20)	Significance
frontal plane	angle ( ° )	4.24±2.13	2.62±1.35	**
	distance (mm)	3.55±1.79	2.11±1.15	**
horizontal plane	angle ( ° )	3.36±2.33	2.57±1.47	NS
	distance (mm)	2.77±1.94	2.08±1.28	NS
maximum mouth opening (BioPak)		32.69±3.21	31.00±3.75	NS

NS : Not Significant    \*\* : P<0.01

**Table 4.** Mandibular rotational angle and distance on maximum protrusive movement in frontal and horizontal planes

Plane	Variable	Click group (n=20)	Control group (n=20)	Significance
frontal plane	angle ( ° )	0.77±0.86	0.51±0.52	NS
	distance (mm)	0.67±0.71	0.38±0.40	NS
horizontal plane	angle ( ° )	1.11±0.97	0.42±0.64	*
	distance (mm)	0.92±0.86	0.32±0.50	*
maximum protrusion (SonoPak)		6.72±1.55	6.35±1.48	NS

NS : Not Significant    \* : P<0.05

**Table 5.** Mandibular rotational angle and distance on maximum lateral excursive movement in frontal and horizontal planes

Plane	Variable	Click group		Control group (n=40)	Significance
		AS(n=27)	NAS(n=13)		
frontal plane	angle ( ° )	4.10±1.62	4.87±2.33	4.75±1.97	NS
	distance (mm)	3.33±1.39	4.16±2.09	3.83±1.72	NS
horizontal plane	angle ( ° )	2.50±1.88	2.17±1.09	1.86±1.21	NS
	distance (mm)	2.03±1.42	1.82±0.95	1.47±0.88	NS
maximum lateral excursion (SonoPak)		6.06±1.52	6.72±1.88	6.13±1.68	NS

NS : Not Significant

AS: to affected side    NAS: to unaffected side

Table 6. Mean and standard deviation of vibration related items by sonoPak of clicking group

Integral (Pascal x Hz)	Peak Amplitude (Pascal)	Peak Frequency (Hz)	I > 300 Hz (Pascal x Hz)	Above300/(0-300)Hz ratio
165.1±96.1	10.3±5.7	120.6±53.9	30.3±31.1	0.23±0.27

I : integral

Table 7. Correlations coefficient values: vibration related items versus mandibular rotational torque movement in clicking group

		Max. Rotational Torque during MMO				Rotational Torque on MMO			
		Frontal		Horizontal		Frontal		Horizontal	
		angl.	dist.	angl.	dist.	angl.	dist.	angl.	dist.
Integral	Pearson Correlation	-.131	-.149	-.151	-.199	-.084	-.121	-.174	-.218
	sig.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Peak Amp.	Pearson Correlation	-.316	-.330	-.443	-.481	-.321	-.342	-.407	-.455
	sig.	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*
Peak Freq.	Pearson Correlation	.373	.332	.304	.289	.334	.295	.183	.194
	sig.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Above300/(0-300) ratio	Pearson Correlation	.421	.385	.378	.363	.499	.457	.426	.421
	sig.	NS	NS	NS	NS	*	*	NS	NS

NS : Not Significant \* : P<0.05

MMO : maximum mouth opening

angl : angle, dist : distance, Freq : frequency

above 300/(0-300)Hz ratio 0.23이었다(Table 6, Figure 2).

또한 악관절음의 진동충에너지, 최대진폭, 최대주파수 및 above 300/(0-300)Hz ratio와 하악 비틀림회전량과의 상관관계를 살펴보면, 진동충에너지 및 최대주파수와 하악 비틀림회전량과의 유의한 상관관계는 보이지 않았으나 최대진폭은 개폐구운동시 수평면상에서 하악의 최대비틀림거리( $r=-.481$ ) 및 최대개구시 수평면상에서 하악의 비틀림거리( $r=-.455$ )와 유의한 상관관계를 보였고, 악관절음 진동에너지의 above 300/(0-300)

Hz ratio는 전두면상에서 최대개구시 비틀림회전각도( $r=.499$ ) 및 거리( $r=.457$ )와 유의한 상관관계를 보였다(Table 7).

#### IV. 총괄 및 고찰

컴퓨터 기술의 발달과 함께 정확하게 하악운동을 기록할 수 있는 장치의 개발도 이루어져왔다. 현재 사용되는 장치들은 자기적 신호(magnetic signal)나 광전기적 신호(optoelectric signal)를 이용하여 하악운동을 기록하고 있으며<sup>21)</sup>, 본 연

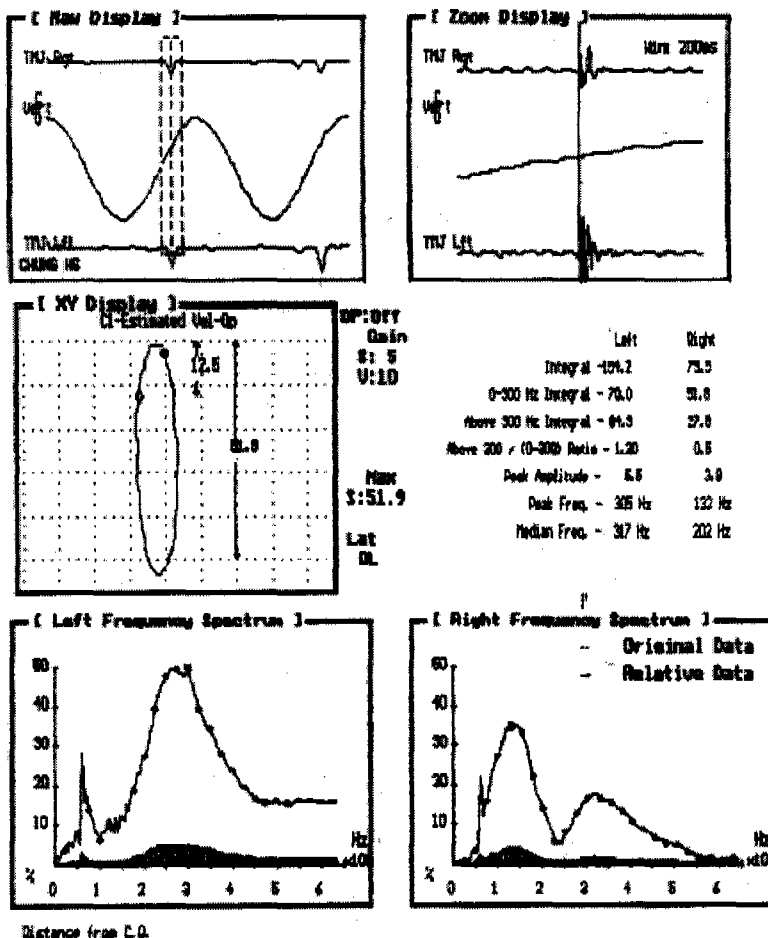


Fig. 2. Electroviibratography of mouth opening/closing of a patient. Raw data, zoomed raw (amplitude domain), frequency spectrum (frequency domain), XY display, and vibration-related items on SonoPak.

구에 사용된 BioPAK은 하악 전치부에 부착된 자석에 의한 자기적 신호를 이용하여 삼차원-상하, 좌우, 전후-에서 하악운동을 분석하는 장치이다. 기록을 위한 센서로 Hall 변환기를 사용하며, Hall 변환기의 원리는 자기장이 전류에 수직으로 형성되는 전기장을 단속하게되면 전류와 자기장에 직각으로 전압의 차이가 발생하게되는 현상에 기초하고 있다<sup>21)</sup>. 하악과두의 운동양태를 과두운동로를 직접적으로 기록하지 않고도 전치부에 부착된 자석의 위치가 기준이 되는 중심교

합위로부터의 변화하는 양태를 분석함으로써 하악체의 비틀림과 위치변화를 측정하여 과두운동에 비정할 수 있는 장점을 지닌 기록장치이다<sup>18)</sup>. 한 등<sup>22)</sup>은 하악의 비틀림회전운동에서 최대개폐구운동시 수평면상 총회전각과 전두면상 총회전각이 전두면상 수직이동거리와 유의한 상관관계를 나타낸다고 보고하였는데, 본 실험에서 실험군과 정상군의 BioPAK기록에 의한 최대개구거리는 전두면상 수직이동거리와 수평면상 전후이동거리로 산출되었으며, 기록방법의 특성상



임상적으로 측정된 거리보다는 적게 나타났으나 두 집단간의 유의한 차이는 없었으며, 수직이동 거리 및 전후이동거리도 유의한 차이가 없었으므로 그 영향은 배제할 수 있었다.

하악 비틀림회전운동에 관한 본 연구결과를 살펴보면, 최대개구시 실험군의 전두면상 비틀림회전각도와 거리가 정상군보다 유의하게 큰 양상을 나타내었고(Table 2), 최대개폐구운동 동안의 최대비틀림회전량에 대하여도 실험군의 전두면상 최대비틀림각도와 거리가 정상군보다 유의하게 큰 양상을 나타내었는데(Table 3), 이는 실험군의 경우 하악과두의 최대개구 운동경로가 정상군보다 매끄럽지 못한 것으로 불안정한 하악과두-관절원판 관계나 관절면의 형태적 변화 등의 원인과 관련이 있을 것으로 유추할 수 있다.

실험군의 개구에 따른 하악 비틀림회전량의 변화양상을 살펴보면, 최대비틀림회전량을 보인 위치가 악관절음 발생위치와 일치하지는 않았는데, 이는 악관절음 발생에 따라 비틀림회전량이 증가하더라도 그 정도가 활주운동진행에 따른 비틀림회전량에 미치지 못하는 것으로 보이며 이러한 비틀림회전량은 악관절음발생 외에도 저작근의 활성화나 관절내 조직의 변화 등의 다양한 요인에 의해 결정되는 것으로 유추할 수 있다. 또한 Isberg-Holm 등<sup>8)</sup>은 Serial High-speed cinematography (500frames/s)를 통한 사체연구에서 악관절음이 나타나는 관절에서 과두운동경로의 돌출은 왕복성 단순관절음에서 과두가 관절원판의 후상돌기 위를 미끄러져 중앙부위로 들어가는 것과 관련이 있으며, 하악과두의 전방이동시에는 하악과두가 관절원판의 후방돌기를 지나 얇은 중심부로 빠르게 상방이동하면서 측두골의 관절면을 치면서 관절음이 발생하며 후방이동시에는 다시 관절원판의 후방돌기를 지나 미끄러져 빠져나간 후 측두골을 치면서 관절음이 발생한다고 보고하였다. 이는 악관절음 발생시기와 악관절음과 관련된 운동 중 비틀림회전운동이 크게 나타나는 시기가 일치하는 않는 것으로 이해될 수 있다.

실험군에서 하악이 전방운동할 때 비틀림회전각도와 거리는 수평면상에서 유의하게 큰 양상

을 보였는데(Table 4), 악관절음 발생시 이전의 많은 연구에서 보고된 바와 같이 전방운동시 시상면상 하악의 운동경로가 정상적인 경로보다 수직적으로 편위되어 나타나는 것<sup>7,8)</sup>과 함께 최대전방운동시 전후방적 좌우 과두의 위치 변화가 동반되는 것으로 사료된다. 한편 본 연구의 실험군 중 양측성으로 악관절음을 보이는 7명과 편측성으로 악관절음을 보이는 13명간의 비틀림회전운동의 다른 항목에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 전방운동시 전두면상 비틀림회전 각도와 거리는 양측성으로 악관절음을 보이는 경우가 유의하게 작은 것으로 나타났는데, 이는 양측 악관절음이 편측비틀림에 대한 보상적 적응기전으로 유추할 수도 있겠으나 보다 폭넓은 연구가 뒤따라야 할 것이다.

한편 실험군의 이환측 측방운동, 비이환측 측방운동 및 정상군의 측방운동시 비틀림회전량은 유의한 차이를 보이지 않았는데(Table 5), 이는 측방운동 자체가 좌,우측 과두의 상당량의 전후, 좌우간 비틀림을 야기함으로써 인해 악관절음 발생에 따른 비틀림 정도를 표현하지 못한 것으로 사료된다.

본 연구에서 악관절음의 평가를 위하여 사용된 표면 전자진동술(surface electrovibratography, EVG)의 변환기는 압가속계로 측두하악관절위의 피부와 접촉하여 고체유래의 진동을 전달하며 기체유래의 진동을 전달하는 마이크로폰과 대별된다<sup>14)</sup>. Sonopak은 EVG의 정량적분석을 위하여 power spectrum density function을 이용하며, 최대주파수(peak frequency, Hz)는 power spectrum density function에서 최대진폭(peak amplitude)을 보이는 주파수이며 진동총에너지(Integral, Pa.Hz)은 곡선 하방의 면적을 나타내며, above 300/(0-300)Hz ratio는 300Hz 이하 Integral에 대한 300Hz이상 Integral의 비율로 저주파진동과 고주파진동의 상대적인 분포에 대한 정보를 제공한다. 진동의 강도(Intensity)는 power spectrum density function의 Integral로 표현되며 최대주파수와 최대진폭의 곱으로 산출되는 진동총에너지를 나타낸다. 본 실험의 실험군의 악관절 진동의 최대주파수와 최대진폭은

각각 120.6Hz와 10.3Pa이었으며 Integral은 165.1(Pa.Hz), above 300/(0-300)Hz ratio은 0.23으로(Table 6), Christensen<sup>13)</sup>이 보고한 악관절음을 보이는 관절의 최대주파수와 최대진폭은 각각 88.7Hz와 8.4Pa로 정상 관절의 진동 최대주파수 37.5Hz와 최대진폭1.0Pa 보다 높으며, 악관절음을 보이는 관절의 진동총에너지는 107.8(Pa.Hz), above 300/(0-300)Hz ratio는 0.12로 정상관절의 진동총에너지, 8.2(Pa.Hz)와 above 300/(0-300)Hz ratio, 0.01과 비교하여 증가한다는 결과와 유사한 것이었다.

악관절음의 크기와 관련이 있는 진동총에너지 및 최대진폭과 하악 비틀림회전각도의 상관관계는 진동총에너지 및 최대진폭이 증가할수록 비틀림회전각이 증가할 것으로 예상하였으나 진동총에너지는 유의한 상관관계를 보이지 않았으며 최대진폭과는 최대개구시 수평면상 비틀림거리 및 수평면상 최대비틀림거리와 유의한 역상관관계를 나타내었는데 이는 악관절음이 하악의 비틀림회전에 영향을 미치는 요소외의 활액의 작용 등 다른 원인에 의해서도 발생하기 때문으로 사료된다. 악관절음의 진동분석 요소중 측두하악장애의 진행 정도와 관련이 있을 것으로 보이는 above 300/(0-300)Hz ratio는 최대개구시 전두면상 비틀림회전각도 및 거리와 유의한 상관관계를 나타내었다(Table 7).

단순관절음과 염발음은 다양한 악관절음을 표현하는 용어 중 가장 흔히 사용되고 있으며 단순관절음중 왕복성 단순관절음은 일반적으로 정복성 관절변위의 진단에 사용되어 왔고<sup>7,8)</sup>, 염발음은 측두하악관절의 퇴행성병변을 진단하는데 임상적으로 이용되어 왔다<sup>1)</sup>. 그러나 임상적인 증상이 없고 악관절조영술 등의 방사선학적 진단에 이상 소견이 보이지 않는 관절에서조차 악관절음은 빈번히 관찰되고 있다. 초기의 악관절 병변이나 연조직 변화가 악관절조영술이나 단층촬영 등에서 나타나지 않고, 퇴행성변화 또한 초기단계는 하악과두의 관절면이 아닌 관절연골(articular cartilage)의 깊은 층에서 일어나며 일반적으로 임상적 소견을 보이지 않으므로<sup>24)</sup>, 이러한 경우 악관절음의 평가는 유용한 진단적 단

서를 제공해 줄 수 있을 것으로 사료된다. 악관절음의 발생에 따른 하악의 비틀림회전운동은 정상군의 운동과는 다른 양상을 나타내었으나, 악관절음 양상 및 발생 위치에 따른 하악비틀림회전운동 양상, 측두하악관절의 형태적, 기능적 장애와의 관계를 규명하기 위해서는 계속적인 연구검토가 이루어져야 할 것이며, 이러한 연구는 비유해적인 악관절음의 평가를 이용한 측두하악장애에 대한 진단의 유용성을 높여줄 것으로 사료된다.

## V. 결 론

서울대학교 치과대학생중 악관절음이 있는 20명의 실험군과 악관절음을 비롯한 측두하악장애의 증상이 없는 20명의 정상군을 대상으로 BioPAK system (Bioresearch Inc. Milwaukee, USA) 중 SonoPak을 이용하여 악관절음을 측정하고, Rotate! 프로그램을 이용하여 최대개구운동, 전방운동 및 측방운동 등의 하악운동에 따른 전두면과 수평면상에서 하악의 비틀림회전운동의 정도를 관찰하고, 악관절음의 정량적 특성과 하악의 비틀림회전운동과의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전두면상에서 최대개구시 하악의 비틀림회전 각도와 거리는 실험군이 정상군보다 유의성있게 컸다.(P<0.05)
2. 전두면상에서 최대개폐구운동 동안 하악의 최대비틀림회전 각도와 거리는 실험군이 정상군보다 유의성있게 컸다.(P<0.01)
3. 수평면상에서 전방운동시 하악의 비틀림회전 각도와 거리는 실험군이 정상군보다 유의성있게 컸다.(P<0.05)
4. 측방운동시 하악의 비틀림회전 각도와 거리는 실험군의 이환측 측방운동, 비이환측 측방운동, 정상군의 측방운동간의 유의한 차이를 보이지 않았다,
5. 악관절음의 최대진폭은 수평면상에서 최대개폐구운동 동안 하악의 최대비틀림거리( $r=-.481$ ) 및 최대개구시( $r=-.455$ ) 하악의 비틀

림거리와 유의한 상관관계를 보였다.

6. 악관절음 진동에너지의 Above 300/(0-300)Hz ratio는 전두면상에서 최대개구시 하악의 비틀림 각도( $r=.499$ ) 및 거리( $r=.457$ )와 유의한 상관관계를 보였다.

### 참 고 문 헌

1. Okeson JP(ed) : Orofacial Pain: guidelines for assessment, classification, and management. 3rd ed. Chicago, Quintessence. pp119-198, 1996.
2. Wabeke KB, Hansson TL, Hoogstraten J, Kuy Piet van der : Temporomandibular joint clicking: A literature overview. J Craniomandib Disord Facial Oral Pain. 3:163-173, 1989.
3. Spruijt RT, Hoogstraten J : The research on temporomandibular joint clicking: A methodological review. J Craniomandib Disord Facial Oral Pain. 5:45-50, 1991.
4. van Willigen J : The sagittal condylar movements of the clicking temporomandibular joint. J Oral Rehabil. 6:167-175, 1979.
5. Sigaroudi K, Knap FJ : Analysis of jaw movemets in patients with temporomandibular joint click. J Prosthet Dent. 50:245-250, 1983.
6. 윤창근, 황광세, 김재덕 : 악관절잡음에 대한 실험적 연구. 15(4):63-71, 1984.
7. Isberg-Holm AM, Westesson PL : Movement of disc and condyle in temporomandibular joints with clicking. Acta Odontol Scand. 40:151-164, 1982.
8. Isberg-Holm AM, Westesson PL : Movement of disc and condyle in Temporomandibular joints with and without clicking. Acta Odontol Scand. 40:165-177, 1982.
9. 정성창, 이영옥 : 악관절잡음 환자의 하악운동양상. 대한구강내과학회지. 11:19-27, 1986.
10. Oster C, Katiberg RW, Tallents RH, Morris TW, Bartholomew J, Miller TL, Hayakawa K : Characterization of temporomandibular joint sounds. Oral Surg 58:10-16, 1984.
11. Heffez L, Blaustein D : Advances in sonography of the temporomandibular joint. Oral Surg Oral Pathol. 62:486-495, 1986.
12. Widmalm SE, Westesson PL, Brooks SL, Hatala MP, Paesani D : Temporomandibular joint sounds: Correlation to joint structure in fresh autopsy specimens. Am J Orthod Dentofac Orthop. 101:60-69, 1992.
13. Christensen LV, Orloff J : Reproducibility of temporomandibular joint vibration (electrovi-bratography). J Oral Rehabil. 19:253-263, 1992.
14. Christensen LV : Physics and the sounds produced by the temporomandibular joints. Part I. J Oral Rehabil. 19:471-483, 1992
15. 강석만, 한경수, 신민 : 전자진동술을 이용한 악관절의 잡음과 진동에 관한 연구. 대한구강내과학회지. 20(1):141-158, 1995.
16. 박혜숙, 최종훈, 박창서 : 두개하악장애환자의 교합안정장치에 의한 치료 후 Sonopak을 이용한 악관절음 변화. 대한구강내과학회지. 21(1):67-77, 1996.
17. 나홍찬, 최종훈, 김종렬 : 두경부위치에 따른 하악운동 및 측두하악관절음의 변화. 22(1):95-109, 1997.
18. 강석구, 한경수, 진태호, 동진근 : 전치부 하악운동양태와 과두운동 간의 관계. 대한치과보철학회지. 35(1):15-29, 1997.
19. 한경수 : Biopak을 이용한 하악의 회전운동에 관한 연구. 대한구강내과학회지. 19(2):193-203, 1994.
20. Kim K, Kim HS, Kim YK, Chung SC : A study on the rotational torque movement of mandibule in patients with TMJ closed lock. J Craniomandib Pract 17(3):189-195, 1999.
21. Balkhi KM, Tallents RH : Error analysis of a magnetic jaw-tracking device. J Craniomandib Disord Facial Oral Pain. 5:51-56, 1991
22. 이유미, 한경수, 허문일 : 하악의 비틀림회전운동에 영향을 미치는 요인. 대한구강내과학회지 23(2):143-155, 1998.
23. Boering G : Temporomandibular joint arthrosis. Drukkerij Van Denderen, Groningen. pp87-144, 1994

## A Study on Mandibular Rotational Torque Movement in Subjects with Temporomandibular Joint Sounds

Jong-Seob So, D.D.S., Kyoung-Ho Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,  
Sung-Chang Chung, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Dept. of Oral Medicine & Oral Diagnosis, College of Dentistry, Seoul National University*

The purpose of this study was to investigate the magnitude of mandibular rotational torque movements in subjects with TMJ sounds, and to analyse correlation between quantitative characteristics of TMJ sounds and mandibular rotational torque movements. Twenty dental college students with TMJ clicking and twenty students without any TMD signs and symptoms were examined by mean of SonoPak and Rotate program of BioPAK system(Bioresearch Inc. MilWaukee, Wisconsin, USA) in this study. Mandibular rotational torque movements were recorded and analysed during maximum mouth opening, protrusion, and lateral excursion in frontal and horizontal planes.

The obtained results were as follows:

1. On maximum mouth opening, mandibular rotational angle and distance of clicking group were significantly greater than those of control group in frontal plane. ( $P < 0.05$ )
2. During maximum mouth opening and closing, maximum mandibular rotational angle and distance of clicking group were significantly greater than those of control group in frontal plane. ( $P < 0.01$ )
3. On protrusion, mandibular rotational angle and distance of clickin group were significantly greater than those of control group in horizontal plane. ( $P < 0.05$ )
4. On lateral excursion, there was no significant difference in mandibular rotational angle and distance between clicking group and control group in frontal and horizontal planes.
5. There were significant correlations between peak amplitude of TMJ sounds and maximum mandibular rotational distance during maximum mouth opening ( $r = -.481$ ) and mandibular rotational distance on maximum mouth opening ( $r = -.455$ ) in horizontal plane.
6. There were significant correlations between Above 300/(0-300)Hz ratio of TMJ sounds and mandibular rotational angle ( $r = .499$ ) and distance ( $r = .457$ ) on maximum mouth opening in frontal plane

---

**Key words :** TMJ sound, mandibular rotational torque movement, BioPAK, SonoPak.