



### 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원 저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리와 책임은 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



2016년

8월

박사학위논문

Total integral 20에 기준으로 한 단순악관절 잡음군과 정상군의 악관절 진동분석

정다운

2016년 8월  
박사학위논문

Total integral 20을 기준으로 한  
단순악관절 잡음군과 정상군의  
악관절 진동분석

조선대학교 대학원

치 의 학 과

정 다 운

Total integral 20을 기준으로한  
단순악관절 잡음군과 정상군의  
악관절 진동분석

Analysis of temporomandibular joint vibrations  
by the criteria of total integral 20  
in normal and non-symptomatic clicking groups.

2016년 8월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

정 다 운

Total integral 20을 기준으로 한  
단순악관절 잡음군과 정상군의  
악관절 진동분석

지도교수 강동완

이 논문을 치의학 박사학위신청 논문으로 제출함

2016년 4월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

정다운

# 정다운의 박사학위논문을 인준함

위원장 전 서울대학교 임상교수 윤창근 (인)

위원 조선대학교 교수 정재현 (인)

위원 조선대학교 교수 장순석 (인)

위원 조선대학교 교수 손미경 (인)

위원 조선대학교 교수 강동완 (인)

2016년 6월

조선대학교 대학원

## 목 차

영문 초록 .....	iv
I . 서론 .....	1
II . 실험 방법 .....	3
1. 연구대상의 분류 .....	3
2. 기기 및 용어 설명 .....	4
1) Bio-JVA .....	4
2) frequency spectrum .....	4
3) JVA summary .....	4
3. 관절진동의 기록 .....	6
4. 관절 진동의 분석 .....	6
5. $>300 / <300$ ratio 항목의 제외 .....	7
6. 연구 가설 .....	8
7. 통계 .....	8
III . 결과 .....	9
IV . 고찰 .....	12
V . 결론 .....	15
참고문헌 .....	16

# 표 목 차

Table 1. Classification of each Groups ..... 3

Table 2. Mean (SD) vibration values of each Groups ..... 11

Table 3. Pairwise comparison of Group 1, Group 2 and Group 3 ..... 12

# 도 목 차

Fig. 1. Reproducing TMJ vibrations on Rt. TMJ at late closing phase .....	5
Fig. 2. Relative plot and absolute plot of frequency spectrum .....	5
Fig. 3. Representative frequency spectrum pattern of Group 1 .....	7
Fig. 4. Representative frequency spectrum pattern of Group 2 .....	7
Fig. 5. Representative frequency spectrum pattern of Group 3 .....	7

## ABSTRACT

Analysis of temporomandibular joint vibrations  
by the criteria of total integral 20  
in normal and non-symptomatic clicking groups.

Jung Da-Un, D.D.S., M.S.D.

Advisor : Prof. Kang Dong-Wan, D.D.S, M.S.D, Ph.D.

Department of Dentistry

Graduate School of Chosun University

**Purpose:** The purpose of this study is to evaluate total integral 20 as the criteria for differentiating normal TMJ from non-symptomatic clicking groups.

**Methods:** Joint Vibration Analysis (BioResearch, Inc., Milwaukee, Wisconsin, USA) was used in analysis of normal control group ( $n=20$ ) showing silent joint via subject's awareness and examiner's palpation and non-symptomatic clicking group( $n=30$ ). While using JVA we sorted 9 joints out in control group as Group 1 showing reproducible clickings. We divided vibrations of non-symptomatic clicking groups into Group 2 and Group 3 by the criteria of total integral 20. The hypothesis were: 1) Group 1 has equal numeric values to Group 2, 2) Group 2 has lower numeric values than Group 3 in all numeric values on JVA

summary except  $>300/\leq 300$  ratio. Kruskal-Wallis and Mann-Whitney test with Bonferroni adjustment ( $p<0.05$ ) and Jonckheter-terpstra test( $p<0.05$ ) were performed.

**Results:** There were significant differences in total integral, integral  $\leq 300\text{Hz}$  and med. frequency between Group 1 and Group 2 and no significant differences in integral  $>300\text{Hz}$ , peak amplitude and peak frequency. There were significant differences in all numeric values except  $>300/\leq 300$  ratio between Group 2 and Group 3 as well as Group 1 and Group 3. There was increasing tendency to Group 3 from Group 1.

**Conclusions:** Using total integral 20 as the differential diagnosing method could be controversial. Nevertheless numeric values of JVA could present different degrees of joint vibrations so total integral 20 could provide certain criteria for assisting differential diagnosis along with another diagnosing methods.

**Keywords:** temporomandibular joint, vibration, differential diagnosis

## I. 서 론

약관절음은 기능장애와 같은 병리적 상황 뿐 아니라 측두하악장애의 증상이 없는 경우에서도 나타날 수 있다. 일반적으로 통증이나 개구제한 등을 동반하지 않은 단순약관절 잡음은 측두하악관절 질환의 병적인 상태로 간주되지 않는다. Randolph 등<sup>1</sup>은 임상적 문제가 없는 약관절 잡음을 갖고 있는 환자의 약 7%만이 1년에서 7.5년 동안에 걸쳐 문제가 있는 약관절 잡음으로 진행되며 나머지는 치료를 받지 않아도 안정되거나 감소되어 사라질 수 있다고 하였고 Green 등<sup>2</sup>은 정복성 관절원판변위는 병리적 반응을 나타내지 않는 생리적 적응으로 무통성 관절잡음 자체는 치료가 필요하지 않다고 하였다. 그러나 단순 약관절 잡음은 진행된 측두하악관절 질환에서도 관찰되며 단순약관절 잡음만을 갖고 있는 사람에게서 측두하악관절 질환이 진행되기도 한다. Widmalm 등<sup>3</sup>은 관절잡음이 있다는 것은 비정상 관절의 좋은 표시가 될 수 있으나 관절잡음이 없다는 것이 비정상 관절을 감별하는 기준이 되지는 못한다고 하였다.

이러한 측두하악관절 잡음을 측정하고 기록하는데 전통적으로는 청진과 측진을 이용한 방법이 있으나 최근에는 마이크로폰으로 잡음을 기록하는 음파홀로그래피(sonography)<sup>4</sup>가 이용되었고 그 이후에는 전자 진동술(electrovibrationography)<sup>5</sup>이 소개되었다. 음파홀로그래피는 피부나 모발등과의 접촉으로 주 위로부터의 잡음이 기록되는 단점이 있는 반면 전자 진동술은 관절에서 발생된 잡음을 뼈를 통해 전달된 진동의 개념에서 접근하여 이를 headset 형태의 기계로 측정하고 transducer로 신호를 변환하여 컴퓨터상에서 진동을 분석하는 방법으로 Christensen 등<sup>6</sup>은 음파홀로그래피와 달리 관절자체의 진동만 기록되는 전자진동술이 관절 내 상태를 기록하는데 적합하다고 하였다. 또한 이러한 피부접촉식 변환기를 통한 관절 진동의 객관적 기록이 기존의 청진 및 측진을 대체하거나 최소한 보조적으로라도 사용되어야 할 것이라고 보고하였다.

전자진동술을 이용한 Joint Vibration Analysis: JVA (BioResearch,

Inc., Milwaukee, Wisconsin, USA)<sup>7</sup>는 악관절 진동을 기록하고 분석하여 수치화/도표화 하는 장치이다. 이를 이용한 연구가 보고되고 있으나 치료 전, 후나 진단명, 임상증상과 연관하여 관절잡음을 비교하는데 증가, 감소를 보이는 항목이 상이하여 해석의 기준을 잡을 수 없고 결과 예측에 어려움이 있어<sup>8-11</sup> 이를 감별 진단의 보조 수단으로 사용하는 것은 논란이 되고 있다. 최근 Ishigaki 등<sup>12</sup>은 악관절 진동의 총 에너지를 의미하는 total integral (TI) 값을 진단의 기준으로 사용한 바 있고, Huang 등<sup>13</sup>은 total integral 20을 정복성 관절원판 전방변위(anterior disk displacement with reduction)를 감별하는데 사용한 바 있다. 그러나 total integral을 정상군의 기준으로 볼 수 있는지에 관한 연구는 거의 없다.

송 등<sup>14</sup>의 연구에서는 하악의 개폐구 운동시 뚜렷한 악관절 잡음이 있으나 통통이나 과두결림의 병력이 없고 악관절부위의 골변화가 없는 경우를 치료가 필요치 않는 단순악관절 잡음군으로 분류한 바 있는데, 이를 건강한 상태의 관절이라고 할 수 있겠으나 여전히 잠재된 측두하악관절 질환자가 포함되어 있을 것으로 사료된다. Sharma 등<sup>15</sup>은 측두하악관절의 병리적 상황에 대한 객관적인 분류가 어려운 것을 JVA를 이용한 연구의 어려움 중 하나로 든 바 있는데 단순악관절 잡음군의 악관절 진동을 JVA로 분석하고, total integral 20을 기준으로 나누어 분류한다면, 정상에 가까운 단순악관절 잡음군과 잠재적인 측두하악관절 질환을 가진 단순악관절 잡음군을 감별할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구의 목적은 건강한 상태의 악관절잡음을 나타내는 기준으로 total integral 20을 사용할 수 있을지 살펴보는 것이다. 이를 통해 통통과 개구제 한이 없는 성인에서 total integral 20 이하의 단순악관절음이 관찰될 때 이를 건강한 상태의 측두하악관절로 볼 수 있을 것인지에 관한 정보를 얻을 수 있을 것이다.

## II. 실험 대상 및 방법

### 1. 연구대상의 분류

동통, 개구장애와 같은 측두하악장애의 증상이 없고 40mm이상의 최대 개구량을 보이며 측두하악관절 질환 병력이 없는 20~30세 사이의 조선대학교 치의학 전문대학원생을 대상으로 측두하악관절 잡음 측진 및 청진을 시행하여 잡음이 없는 20명(대조군)과 잡음이 있는 30명(실험군)을 대상으로 하였다.

대조군 중 9명에서 JVA를 이용하였을 때 재현성 있는 측두하악관절 잡음이 포착되었고 이를 Group 1으로 분류하였다. 실험군의 측두하악관절 잡음을 JVA로 기록하고 분석하여 total integral 20 미만인 경우 Group 2로, total integral 20 이상인 경우는 Group 3로 분류하였다(Table 1).

Table 1. Classification of each group

	Classification	TMJ sound	JVA Vibration	TI 20	N	Total
Control	-	No	No	-	11	20
	Group1	No	Yes	<	9	
Experimental	Group2	Yes	Yes	<	17	30
	Group3	Yes	Yes	>	13	

## 2. 기기 및 용어 설명

### 1) JVA

전자진동술을 이용한 JVA는 압전형 가속도 센서(accelerometer)를 통한 변환기로 악관절진동을 기록하는 장치이다. Headset 양쪽의 변환기를 측두하 악관절 상방의 피부에 접촉하여 위치시키고 악관절진동 신호를 받아 차동증폭기 (differential amplifier)로 전달하는데 피실험자가 개/폐구 운동을 할 동안의 진동을 기록하며 개/폐구 1회당 1.5s 속도로 총 6회의 개/폐구 cycle을 기록한다(Fig.1). 0-1000Hz의 대역폭으로 sampling rate는 2000Hz이다<sup>16</sup>.

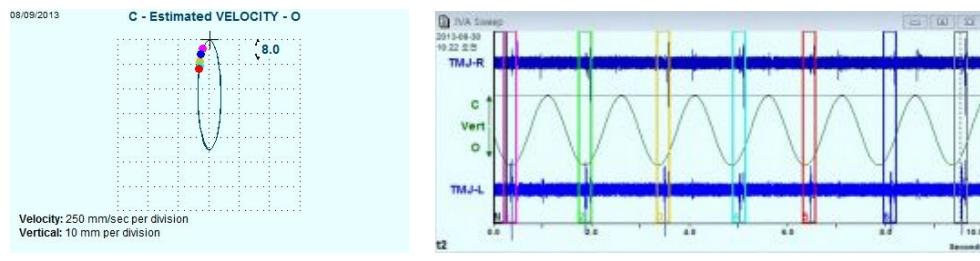
### 2) frequency spectrum

시간 영역의 진동신호를 주파수 영역으로 변환하는 고속 푸리에 변환을 통해 진동음을 이루는 각각의 frequency(주파수)에서 amplitude(진폭)를 추출하여 frequency spectrum을 산출하는데 x축은 frequency를 나타내고 y축은 amplitude를 나타낸다. frequency spectrum은 패턴의 특성을 살피기 위해 0-500Hz를 범위로 하며 원래 값인 absolute plot(pascals)과 증폭기를 통해 최대 범위로 확대하여 frequency spectrum의 특징을 시각적으로 강조한 relative plot(%power) 두 가지로 표현되는데 이들은 각 window에서 산출된 6회 frequency spectrum의 평균값을 굵은 선으로 나타낸 것이다 (Fig.2).

### 3) JVA summary

JVA summary 각 window의 수치들은 모두 absolute plot에서 산출된 것으로 total integral은 frequency spectrum 곡선 아래의 면적으로(Pascals×Hertz) 이는 악관절진동의 에너지 총량을 의미한다. integral <300Hz는 300Hz이하의 에너지 총량을, integral >300Hz는 300Hz이상의 에너지 총량을 의미하며 >300/<300 ratio는 300Hz이상의 integral값을 300Hz이하의 integral값으로 나눈

것으로 이는 고주파수 영역 에너지에 대한 저주파수 영역 에너지의 비율을 의미한다. peak amplitude는 진폭이 가장 클 때의 진폭 값으로 단위는 pascal이고, peak frequency(Hertz)는 frequency spectrum에서 가장 높은 진폭을 가질 때의 주파수 값이며, medial frequency(Hertz)는 frequency spectrum에서 integral값을 중간으로 나눌 때의 주파수 값이다<sup>17</sup>.



a. b.

Fig.1. Reproducing TMJ vibrations on Rt. TMJ at late closing phase

- a. overlapped color point represent reproducibility of vibrations.
- b. JVA sweep exhibit all vibrations on Rt. and Lt TMJ. The selected colored windows reveal same colors on frequency spectrum.

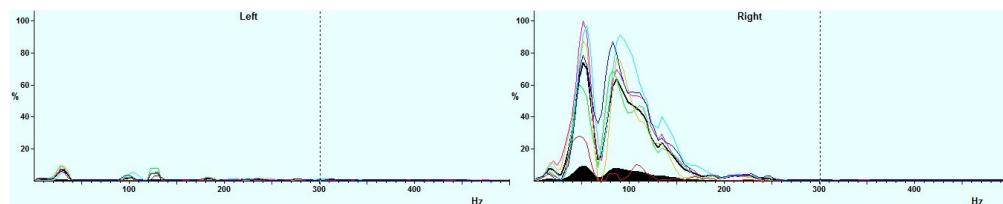


Fig.2. Relative plot and absolute plot of frequency spectrum  
Same subjects with fig.1. Thick black line is average value of each colored frequency spectrum, that is relative plot. There is small black absolute plot below relative plot on Rt. frequency spectrum.

### 3. 관절진동의 기록

먼저 단일 검사자의 촉진으로 관절 잡음을 검사한 후 JVA를 이용하여 관절 진동을 기록하였다. 컴퓨터 외 전자기기나 다른 소음이 없는 실험실에서 피실험자를 편안한 상태로 의자에 앉히고 귀 바로 앞쪽에서 개/폐구시 움푹 파이는 측두하악관절의 과두 상방에 센서를 위치시켰다. 최대 개구량을 측정하여 JVA 프로그램에 입력하고 모니터 상에서 1.5초 간격으로 움직이는 개/폐구 그림과 매트로놈 소리에 맞추어 7회 개/폐구 운동을 기록하였다. 통증이 일어나지 않을 정도에서 최대한 크게 개구하고 치아 접촉될 때까지 폐구하게 하였는데 그 소리가 피실험자 본인에게만 들릴 정도로 가볍게 폐구하도록 하였다. 이를 먼저 피실험자에게 충분히 교육시킨 후 측정 당일에는 식사 등의 저작운동과 최대개구를 약관절진동 측정 1시간 이내에 하지 않도록 지시하였고 7회의 개/폐구 운동을 5분 간격으로 3회 측정하였다. 3회 측정 결과 중 개/폐구 cycle 상에서 반복적으로 같은 위치에서 4~6회 재현성이 있으며 가장 큰 값을 나타내는 진동을 선택하였다. 각 진동을 포착하여 수치화하기 전에 JVA 프로그램 상의 measure noise를 이용하여 주사선 주파수(line frequency)로 인해 발생되는 배경 잡음(background noise)를 제거하였다.

### 4. 관절 진동의 분석

모든 수치 값은 좌/우 진동 중 mirror image와 >300/<300ratio를 고려하여<sup>18</sup> 원인 관절로 감별되는 쪽을 선택하였다. 대조군에서는 6회의 개/폐구 cycle에서 2~5회 같은 위치에서 재현되며 하나의 hump를 갖는 매끈한 frequency spectrum을 갖는 관절진동을 유의미한 관절진동으로 간주하고(Fig.4) 이를 선택하여 평균값을 산출하였다. background noise와 같은 long-irregular pattern의 frequency spectrum을 보이는 경우는 측정상 오류로 분류하였는데 이러한 경우는 total integral값이 10이하로 작은 Control군에서만 볼 수 있었다. 실험군(Subject)에서는 모든 관절진동이 6개 개/폐구 cycle의 같은

위치에서 6회 재현되었고 frequency spectrum은 다양한 양상을 보였다. 대조군에 비해 다소 불규칙한 양상이지만 하나의 hump를 갖는 모양에서 크게 벗어나지 않았으며 모두 300Hz이하에 집중된 에너지 분포를 보였다 (Figs.5,6).

### 5. >300/<300 ratio 항목의 제외

퇴행성 측두하악관절 질환에서 >300/<300 ratio가 높다는 보고가 계속되었는데 본 연구의 대상자들은 건강한 측두하악관절을 갖고 있기 때문에 >300/<300 ratio를 제외한 나머지 항목에 대한 비교를 시행하기로 하였다.

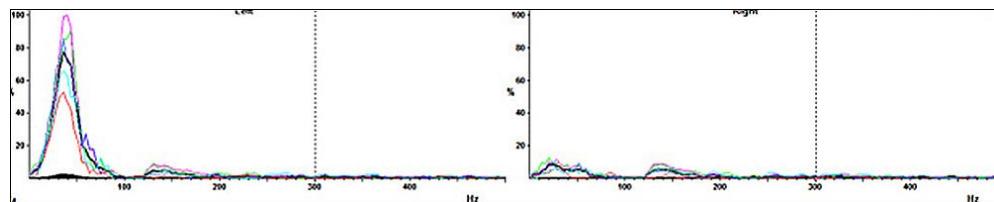


Fig. 3. Representative frequency spectrum pattern of Group 1

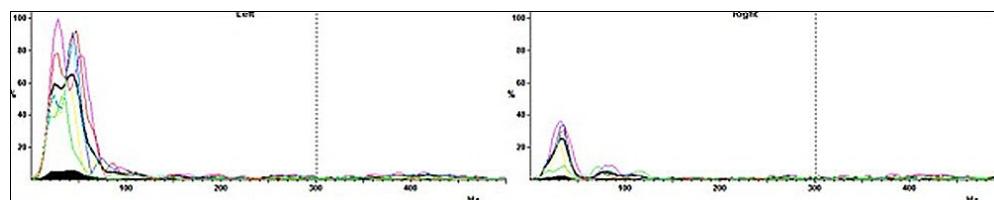


Fig. 4. Representative frequency spectrum pattern of Group 2

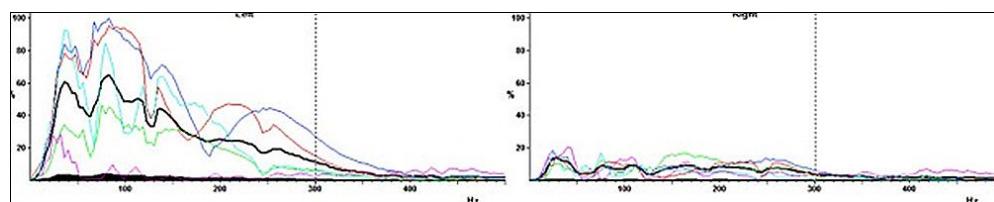


Fig. 5. Representative frequency spectrum pattern of Group 3

## 6. 연구 가설

대조군 중에서 재현성 있는 약관절 잡음을 갖고 있는 그룹을 Group 1으로, 실험군 중에서 total integral 20 이하의 값을 갖는 그룹을 Group 2로, total integral 20 이상의 값을 갖는 그룹을 Group 3로 분류하여 다음과 같은 가설을 세웠다. 1. total integral 20 이하의 단순약관절 잡음은 들을 수 없는 단순 약관절잡음과 비교하여 모든 수치 항목에서 통계적 유의차가 없다 (Group 1 = Group 2). 2. total integral 20 이상의 단순약관절 잡음은 total integral 20 이하의 단순 약관절잡음 보다  $>300/\langle 300$  ratio를 제외한 모든 JVA summary 항목에서 수치가 높다(Group 2 < Group 3).

## 7. 통 계

비모수적 방법인 Kruskal-Wallis 검정( $p<0.05$ )을 시행하여 세 군 간에 유의차가 있는지를 평가하였다<sup>19</sup>. 사후 검정으로 Mann-Whitney 검정을 시행하여 두 군 간의 비교를 하였으며 유의수준은 Bonferroni correction으로 보정 ( $p<0.05/3=0.01667$ )하였다<sup>19</sup>. Group 1에서 Group 3로의 수치 증가 경향을 보기 위해 Jonckhere-terpstra 검정을 시행하였다( $p<0.05$ )<sup>20</sup>.

### III. 결 과

각 군의 측두하악관절 잡음 분석 결과 대조군에서 2회의 관절진동을 보이는 사람이 1명이었다. 실험군 30명 중 2회의 관절진동이 포착된 사람이 13명, 3회의 관절진동이 포착된 사람이 2명으로 총 포착된 관절진동 수는 42개였다. 하나의 관절에서 2회 이상의 재현성 있는 악관절 진동이 포착될 경우 재현성이 강한 진동을 먼저 선택하고 그렇지 않은 경우는 더 큰 에너지 값을 갖는 진동을 선택하였다. Kruskal-Wallis 검정 결과 Group 1, Group 2, Group 3는  $>300/<300$  ratio에서 유의차가 없었으며 Jonckheere-terpstra 검정 결과 Group 1에서 Group 2, Group 3로 갈수록 수치가 증가하는 경향이 있었다 (Table 1). Mann-Whitney 검정으로  $>300/<300$  ratio를 제외한 나머지 다섯 개의 항목에 대해 두 집단 간의 비교를 하였더니 Group 1과 Group 2 사이에 integral  $>300\text{Hz}$ , peak amplitude, peak frequency 항목에서 유의차가 없었고 Group 2 와 Group 3, Group 1과 Group 3 사이에서는 모든 항목에서 유의차가 있었다 (Table 2).

따라서 Group 1과 Group 2의 수치 비교 상 통계적 유의차가 없을 것이라는 가설은 기각되었고 Group 2가 Group 3 보다 수치가 작을 것이라는 가설은 인정되었다.

Table 2. Mean (SD) vibration values of each Groups

	All patient			P-value*	P-value**
	Group 1 (n=9)	Group 2 (n=17)	Group 3 (n=13)		
total integral	6.04±1.76 <sup>a</sup>	11.14±3.27 <sup>b</sup>	57.11±54.2 <sup>c</sup>	0.000	0.000
integral <300	5.71±1.72 <sup>a</sup>	10.62±3.22 <sup>b</sup>	53.83±52.73 <sup>c</sup>	0.000	0.000
integral >300	0.32±0.18	0.54±0.35 <sup>b</sup>	3.30±3.02 <sup>c</sup>	0.000	0.000
>300/<300 ratio	0.06±0.05	0.06±0.04	0.08±0.09	0.758	0.813
peak amplitude	1.38±0.53	2.14±0.86 <sup>b</sup>	6.04±5.28 <sup>c</sup>	0.000	0.000
peak frequency	33.22±8.01	40.88±15.17 <sup>b</sup>	87.23±43.09 <sup>c</sup>	0.000	0.000
med. frequency	43.22±7.07 <sup>a</sup>	58.71±17.68 <sup>b</sup>	111.69±47.20 <sup>c</sup>	0.000	0.000

a,b,c : different superscript a,b,c mean significant statistical difference (p<0.05).

\* : p-values for Kruskal-Wallis test

\*\* : p-values for Jonckhere-terpstra test

Table 3. Comparison of Group 1, Group 2 and Group 3

	Comparison of Groups	P-value
total integral	Group 1 vs Group 2	0.001*
	Group 1 vs Group 3	0.000*
	Group 2 vs Group 3	0.000*
integral <300Hz	Group 1 vs Group 2	0.001*
	Group 1 vs Group 3	0.000*
	Group 2 vs Group 3	0.000*
integral >300Hz	Group 1 vs Group 2	0.079
	Group 1 vs Group 3	0.000*
	Group 2 vs Group 3	0.001*
peak amplitude	Group 1 vs Group 2	0.019
	Group 1 vs Group 3	0.001*
	Group 2 vs Group 3	0.004*
peak frequency	Group 1 vs Group 2	0.174
	Group 1 vs Group 3	0.000*
	Group 2 vs Group 3	0.000*
med. frequency	Group 1 vs Group 2	0.008*
	Group 1 vs Group 3	0.000*
	Group 2 vs Group 3	0.000*

\* : superscript means statistical differences from Mann-Whitney test with Bonferroni adjustment ( $p<0.05/3 = 0.016667$ ).

## VI. 고 찰

Eriksson 등<sup>21</sup>은 촉진으로 악관절잡음을 기록했을 때 검사자간 신뢰도가 14%로 매우 낮으며 검사자내 신뢰도는 평균 79%로 다소 높았으나 여러 연구자에 의해 보고된 악관절잡음의 양태를 단순비교하는 것은 상당한 주의를 요한다고 하였다.

본 연구에서는 촉진과 청진으로는 악관절잡음이 없었던 대조군 20명 중 9명에서 재현성 있는 관절진동이 포착되었고 이로써 전통적인 측두하악관절 잡음의 기록과 분류가 주관적·임의적인 것임을 확인 할 수 있었다.

Ishigaki 등은 정복성 관절원판변위에서 불완전 비정복성 관절원판 변위로 진행할수록 350Hz이상에서 integral 값이 증가하며<sup>22</sup>, 퇴행성 측두하악관절 질환에서는 350~450Hz 이상에서 큰 integral 값을 갖는다고 하였다<sup>12</sup>. 또한 정 등<sup>23</sup>은 일반적으로 click의 주파수는 300Hz이하에서 나타난다고 하였고 Widmalm 등<sup>24</sup>은 골관절성 변화(arthrotic changes)를 보이는 표본에서의 관절 잡음이 400Hz이상의 구성요소를 갖는다고 한 바 있다. Huang 등<sup>25</sup>은 무증상군 관절진동의 >300/<300 ratio를 중앙값 0.1로, 정복성 관절원판 변위 환자군 관절진동의 >300/<300 ratio를 중앙값 0.58로 보고한 바 있으며 Li 등<sup>26</sup>은 정상군에서 평균 0.1의 >300/<300 ratio값을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 Group 1, Group 2, Group 3 모두에서 >300/<300 ratio가 평균 0.1이하였고 세 군 간의 통계적 유의차가 없었던 바 정상군과 단순악관절 잡음군에서는 >300/<300 ratio 가 비교, 분석의 대상이 아님을 확인할 수 있었다.

Ishigaki 등<sup>12</sup>은 total integral을 첫 번째 기준으로 활용하여 비정상 관절에 대한 진단 민감도는 82%, 악관절 내장증에 관한 진단 특이도는 75%라고 보고하였다. 또한 Huang 등<sup>13</sup>은 total integral 20 값을 기준으로 하여 대조군과 정복성 관절원판 전방변위를 감별하는데 진단 효과의 민감도는 85.7%, 특이도는 84.6%라고 보고하였다. 본 연구에서는 가설 1이 기각되어 total

integral 20을 정상군의 기준으로 보는 것은 한계가 있을 것으로 보이나 Group 2가 Group 3와  $>300/<300$  ratio를 제외한 모든 수치항목에서 유의차가 있고 수치가 증가하는 경향이 있어 가설 2가 인정되었기 때문에 total integral 20을 하나의 분류 기준으로 하여 이에 관해서 향후 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

total integral 값과 다른 항목의 증가/감소에 관해 Huang 등<sup>26</sup>은 정복성 관절 원판변위 환자의 진동이 JVA summary 상 모든 항목에서 무증상군의 진동보다 높은 값을 갖으며 원판변위의 정도가 심해질수록 진동의 amplitude와 frequency가 증가하고 특히 total integral 값이 유의하게 증가한다고 보고하였다. Ishigaki 등<sup>22</sup>은 증상은 있으나 악관절 조영술에서 정상 소견을 갖는 환자보다 측두하악관절 내장증이 있는 환자에서 모든 integral 값이 유의하게 크다고 하였다. Christensen 등<sup>16</sup>은 관절원판 변위의 정도가 심해질수록 total integral 값이 유의하게 증가하며 무증상군보다 증상군에서 med. frequency, peak frequency, peak amplitude의 값이 모두 높다고 보고하였고 Deng 등<sup>27</sup>은 정복성 관절원판 변위의 관절진동이 비정복성 관절원판 변위의 관절진동보다 큰 amplitude 값을 갖는다고 보고하였다. 이와 같이 관절 원판 변위의 정도가 심해질수록 total integral 값도 증가하는 것이 공통으로 보고되고 있고 amplitude 값 또한 변화가 있는 것으로 보고되고 있다. 이를 바탕으로 볼 때 본 연구에서 Group 1과 Group 2 사이의 total integral은 유의차가 있으나 peak amplitude는 유의차가 없는 것에 관해 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Zhang 등<sup>28</sup>은 건강한 관절의 관절잡음을 1주일 간격으로 측정하였을 때 total integral, peak amplitude는 변화가 있는 반면 peak frequency, med. frequency,  $>300/<300$  ratio, frequenqy spectrum의 wave pattern은 재현성이 있다고 하였고 Gay 등<sup>29</sup>은 각 질병군 간에 관절음의 특별한 스펙트럼 양상의 차이가 있는지를 연구하여 측두하악장애의 감별 진단 시 spectral analysis의 유용성을 평가한 바 있다. Frequency spectrum pattern의

특성을 고려해 볼 때 total integral, peak amplitude를 진동 에너지량과 비례하는 정량적 개념으로, integral >300Hz, peak frequency, med. frequency값을 frequency spectrum의 특징을 나타내는 정성적 개념으로 볼 수 있을 것이며 이를 바탕으로 Group 1과 Group 2 사이에 integral >300Hz, peak frequency가 유의차가 없음을 예상할 수 있었으나, med. frequency에서 유의차가 있는 것은 주목할 만하였다. 이는 진동 값이 더 큰 것을 더 민성적인 것으로 가정할 때 무중상의 TMJ vibration을 분석하여 나이가 많은 여성그룹(27~30세)에서 나이가 적은 여성그룹(18~20세)보다 med. frequency가 유의하게 크며 이는 나이가 둡에 따라 관절 조직이 약간 퇴화되고 있음을 암시하는 것이라고 한 Gupta 등<sup>30</sup>의 보고와 유사한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 Group 1, 2, 3의 숫자가 크지 않고 나이/성별이 특정하지 않은 점, 단순악관절 그룹군의 TMJ 방사선적 소견이 없는 점에서 한계가 있었으며 향후 total integral 20 이상의 값을 갖는 단순악관절 그룹군에서 장기 추적에 따른 측두하악관절 진동 변화에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## IV. 결 론

단순악관절잡음군과 대조군의 측두하악관절 진동을 JVA로 측정하고 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 촉진 시 단순악관절 잡음이 없던 20명의 대조군 9명에서 재현성 있는 악관절 진동이 관찰되었다.
2. Group 1과 Group 2의 비교에서는 total integral, integral <300Hz, med. frequency에서 유의차가 있었으며 integral >300Hz, peak amplitude, peak frequency에서 유의차가 없었다. 즉, Group 1 = Group 2라는 가설 1은 기각되었다.
3. Group 1과 Group 2, Group 2와 Group 3의 비교에서는 >300/<300 ratio를 제외한 모든 항목에서 유의차가 있었다.
4. Group 1, Group 2, Group 3로 갈수록 >300/<300 ratio를 제외한 모든 항목의 수치가 증가하는 경향이 있었다. 즉, Group 2 < Group 3라는 가설 2는 인정되었다.

이로써 정량적 분석을 하지 않는 주관적 관절잡음을 정확하지 않다는 것을 확인할 수 있었으며 total integral 20을 정상군의 기준으로 보는 것에는 한계가 있으나 JVA를 이용하여 단순악관절 그룹군의 측두하악관절 진동 정도를 total integral 20을 기준으로 분류하는 것은 의미가 있을 것으로 사료된다. 그러나 이를 감별진단에 활용하기 위해서는 다른 진단 분석법이 병행되어야 할 것이다. 또한 JVA를 이용하여 관절 진동을 분석할 때에는 total integral 값만을 보는 것이 아니라 JVA summary상 모든 항목의 수치와 frequency spectrum을 함께 분석하고 감별진단에 활용하여야 할 것이며 향후 진행된 측두하악관절 질환에서 JVA를 이용한 측두하악관절 잡음의 다각적인 분석이 필요할 것으로 사료된다.

## References

1. Randolph, C.S., Greene, C.S., Moretti, R., Forbes, D., and Perry, H.T. Conservative management of temporomandibular disorders : A post treatment comparison between patients from a university clinic and from private practice. Am. J. Ortho. Dentofac. Orthop. 1990;98:77-82.
2. Green, C.S., and Laskin, D.M. Longterm status of TMJ clicking in patients with myofacial pain dysfunction. J.A.D.A. 1998; 117:461-65.
3. Widmalm SE, Bae HE, Djurdjanovic D, McKay DC. Inaudible temporomandibular joint vibrations. Cranio. 2006;24(3):207-12.
4. Bracco P1, Deregiibus A, Piscetta R, Giaretta GA. TMJ clicking: a comparison of clinical examination, sonography, and axiography. Cranio. 1997;15(2):121-6.
5. Christensen LV. Physics and the sounds produced by the temporomandibular joints. Part I. J Oral Rehabil. 1992; 19:471-83.
6. Christensen LV. Physics and the sounds produced by the temporomandibular joints. Part II. J Oral Rehabil. 1992; 615-27.
7. Radke JC, Kull RS. Comparison of TMJ vibration frequencies under different joint conditions. Cranio. 2015l;33(3):174-82.
8. Park HS, Choi JH, Park CS. A Comparative Study On The Temporomandibular Joint Sounds Before and After Occlusal Splint Therapy Using Electrovibratography. J Oral Med Pain

1996;21:67-76.

9. Kim JY, Nam CW, Han KS. A Study on the Clinical Factors Related to Vibration of Temporomandibular Joint. *J Oral Med Pain*. 1999;24:37-47.
10. Kim HC, Choi JH, Park HS, Kim CY. The Effect of Joint Space Pumping Treatment in Patient with Reducible Disc Displacement Accompanied by TMJ Sound and Pain. *J Oral Med Pain*. 1999;24:9-24.
11. Kang SM, Han KS, Shin M. A Study On The Sounds and Vibrations of The Temporomandibular Joint Using Electro-vibratography. *J Oral Med Pain*. 1995;20:141-58.
12. Ishigaki S, Bessette RW, Maruyama T. Vibration analysis of the temporomandibular joints with degenerative joint disease. *Cranio* 1993;11:276-83.
13. Huang Z, Lin X, Li X. Characteristics of temporomandibular joint sounds in reducible anterior disc displacement of youth. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2011;29(6):600-3.
14. Song YB, Kim IK. A study on characteristics of temporomandibular disorder patients by diagnostic subgroupings. PhD. thesis. Department of dental school, the graduate school, Yonsei University. 1995
15. Sharma S1, Crow HC, McCall WD Jr, Gonzalez YM. Systematic review of reliability and diagnostic validity of joint vibration analysis for diagnosis of temporomandibular disorders. *J Orofac Pain*. 2013;27(1):51-60.
16. Christensen LV, Orloff J. Reproducibility of temporomandibular joint vibrations (electrovibratography). *J Oral Rehabil*. 1992; 19:253-63.

17. Li X, Lin X, Wang Y. Temporomandibular Joint Vibration in Bruxers. *Cranio.* 2009;27:167-173.
18. Jung DU, Kang DW. Study for discriminating method of origin side vibration from non-symptomatic clicking group. *J Dent Rehabil Appl Sci* 2016;32(1):38-46.
19. Kim JH. dBSTATtraining(translation). barun Lab. 81-4
20. Kim JH. dBSTATtraining(translation). barun Lab. 298-300
21. Eriksson L, Westesson PL, Sjoberg H. Observer performance in describing temporomandibular joint sounds. *Cranio.* 1987; 5(1):32-5.
22. Ishigaki S, Bessette RW, Maruyama T. Vibration analysis of the temporomandibular joints with meniscal displacement with and without reduction. *Cranio.* 1993;11:192-201.
23. Chung SC, Kim SY. A Study On TMJ Sound by SONOPAK. *J Oral Med Pain* 1992;17:9-17.
24. Widmalm SE1, Westesson PL, Brooks SL, Hatala MP, Paesani D. Temporomandibular joint sounds: correlation to joint structure in fresh autopsy specimens. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101(1):60-9.
25. Huang ZS, Lin XF, Li XL. Characteristics of temporomandibular joint vibrations in anterior disk displacement with reduction in adults. *Cranio.* 2011;29(4):276-83.
26. Li X, Lin X, Wang Y. Temporomandibular Joint Vibration in Bruxers. *Cranio.* 2009;27:167-73.
27. Deng M, Long X, Dong H et al. Electrosonographic characteristics of sounds from temporomandibular joint disc replacement. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35:456-60.
28. Zhang J1, Whittle T, Wang L, Murray GM. The reproducibility of temporomandibular joint vibrations over time in the human.

J Oral Rehabil. 2014;41(3):206-17.

29. Gay T, Bertolami CN. The spectral properties of temporo-mandibular joint sounds. J Dent Res. 1987;6:1189-94.
30. Gupta B, Thumati P, Radke J. Temporomandibular joint vibrations from totally asymptomatic subjects. Cranio. 2016; 34(3):169-75.