

2007년 2월  
석사학위 논문

*Piezoelectric surgery*와  
재래식 *bur*를 이용한 가토 하악골  
절제 후 골재생력 및 속도 비교

조선대학교대학원

치 의 학 과

윤 경 호

*Piezoelectric surgery*와  
재래식 *bur*를 이용한 가토 하악골  
절제 후 골재생력 및 속도 비교

Comparison of new bone forming activity and speed  
after osteotomy using piezoelectric surgery  
and conventional bur in rabbit mandible

2007년 2월 23일

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

윤 경 호

*Piezoelectric surgery*와  
재래식 *bur*를 이용한 가토 하악골  
절제 후 골재생력 및 속도 비교

지도교수 김 수 관

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2006 년 10월

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

윤 경 호

윤경호의 석사학위논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 김 재 덕 인

위원 조선대학교 교수 김 석 영 인

위원 조선대학교 교수 김 수 관 인

2006년 11월

조선대학교 대학원

# 목 차

표 목 차 .....	ii
도 목 차 .....	iii
ABSTRACT .....	iv
I. 서 론 .....	1
II. 실험 재료 및 방법 .....	3
III. 실험 결과 .....	5
IV. 총괄 및 고안 .....	7
V. 결 론 .....	12
참 고 문 헌 .....	13
사진부도 설명 .....	17
사 진 부 도 .....	19

## 표 목 차

Table 1. Experimental Design for Animal Tests

Table 2. Histomorphometric analysis of new bone forming activity  
after osteotomy (unit :  $\text{mm}^3$ , mean $\pm$ SD)

Table 3. Time of osteotomy

## 도 목 차

Fig. 1. Photomicrograph of a control group.

Fig. 2. Photomicrograph of a Bur group at 1 week.

Fig. 3. Photomicrograph of a Piezosurgery<sup>®</sup> group at 1 week.

Fig. 4. Photomicrograph of a Bur group at 2 weeks.

Fig. 5. Photomicrograph of a Piezosurgery<sup>®</sup> group at 2 weeks.

Fig. 6. Photomicrograph of a Bur group at 4 weeks.

Fig. 7. Photomicrograph of a Piezosurgery<sup>®</sup> group at 4 weeks.

## <ABSTRACT>

### *Comparison of new bone forming activity and speed after osteotomy using piezoelectric surgery and conventional bur in rabbit mandible*

Kyung-Ho Yoon, D.D.S.

Advisor : Prof. Kim, Su-Gwan. D.D.S., Ph.D.

Department of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to investigate the efficacy after osteotomy using piezoelectric surgery (Piezosurgery<sup>®</sup>) and conventional bur method on new bone forming in a rabbit mandible by comparison. The osteotomy time was measured using a stopwatch. This study focused on the early healing process and rate at the osteotomy sites. After 1, 2, and 4 weeks, each specimen was prepared for light microscopic observation.

The result of this study were follows:

#### 1. Histomorphometric study

There was no statistical significance on new bone forming activity between piezoelectric surgery (Piezosurgery<sup>®</sup>) and conventional bur method for 1, 2, and 4 weeks.



## 2. Time of osteotomy

The osteotomy time of conventional bur method was shorter than that of piezoelectric surgery. The osteotomy time of conventional bur method and piezoelectric surgery was  $8.9 \pm 2.5$  and  $32.3 \pm 14.0$  sec, respectively.

It is believed that there is no considerable difference on the early bone healing effect between piezoelectric surgery and conventional bur method, but the osteotomy time of conventional bur method was shorter than that of piezoelectric surgery. Since the instrument of piezoelectric surgery (Piezosurgery<sup>®</sup>) is sharp and more controllable, piezoelectric surgery will be more useful for delicate surgeries such as maxillary sinus lift, segmental osteotomy, with the least complication.

## I. 서론

다양한 외과적 술식중 골절단술은 구강외과적 수술 중 가장 술자의 기술에 민감한 과정 중의 하나이다. 골절단술은 보통 골막을 통해 골조직에 혈행을 공급하는 구강전정과 설측 또는 구개측의 연조직과 같은 섬세한 해부학적 구조물에 인접해서 시행하게 된다. 그러나 과거부터 사용되어온 재래식 bur를 이용한 방법은 골절단술시 과도한 열을 발생시켜 향후 변연골의 괴사나 골재생에 어려움을 줄 수 있다. 따라서 이러한 열발생을 줄이기 위해 생리 식염수를 이용한 주수를 사용하며 주의깊은 술식이 필요하다. 이런 불편 및 합병증을 제거하기 위해 골절단기에 대한 많은 연구 및 개발이 이루어졌다.<sup>1-5)</sup>

초음파가 치과계에 처음 소개 사용된 것은 1952년 발견된 자연치에 와동을 형성하면서였다.<sup>6)</sup> 그 후 초음파천공기가 실제적으로 환자에게 사용되기 시작하였으며 초음파 기구들이 많은 발전을 이루었고 여러 가지 형태로 임상적으로 소개되었다.<sup>7-10)</sup> 그러나 이러한 기구들은 너무 크고 무거워서 환자 구강 내 치료에는 적합하지 않았다. 처음 실현되었던 초음파를 이용한 와동의 형성은 기구의 접근이 어렵고 절삭 시 많은 양의 알루미늄 산화물(aluminium oxide, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)이 요구되어 상용화되지는 못하였다.<sup>11)</sup> 그 후 초음파는 치태나 치석의 제거를 위해 사용되었다.<sup>12-14)</sup> 그러나 초음파 천공의 개념은 사라지지 않았으며 여전히 초음파를 이용한 천공기의 개발이 이루어졌다.

골절삭시 초음파를 사용하면 일반 전동식 혹은 수동식 기구에 비해 힘이 덜 들고 조절이 쉽다는 장점이 있다. 또한 공동 활동(cavitation activity)이나 음향의 미세 흐름(acoustic microstreaming)과 같은 부가적인 이득을 얻을 수 있다.<sup>14)</sup> 이러한 초음파를 이용한 골절제술의 발전은 진동 에너지의 중요성이 고려되어야 하며, 또한 그러한 기구를 사용했을 때 기존의 재래식 bur와 관련해 다른 점이 있어야 한다.

기존에 행해졌던 초음파를 이용한 절삭 기구들에 대한 연구는 초음파 chisel을 사용한 것이었으며, 이는 진동 자체가 종적으로 이루어지므로 일반적으로 사용하는 전동식 재래식 bur와는 다르며 또한 사용함에 있어서 훈련이 필요하다.<sup>15-16)</sup>

재래식 기구의 한계를 극복하기 위한 Piezosurgery<sup>®</sup> (Mectron, Carasco, Italy)는 이러한 초음파를 이용한 골 절삭기로서 전자가 자기나 결정을 통과하면서 초음파

진동의 진폭을 유발하는 압전효과(piezoelectric effect)를 이용하는 기구이다.<sup>17)</sup> 이는 일반 초음파보다 일반 초음파보다 약 3배 정도 강력해서 강한 골을 절제할 수 있으며, 미세진동 자체가 선형이고 그 폭이 좁기 때문에 구강내 술식이 매우 쉽고 재래식 bur에 비해 섬세한 작업이 가능하다는 장점이 있다.<sup>18)</sup>

본 연구의 목적은 이러한 Piezosurgery<sup>®</sup> 기구를 이용하여 골절제술을 시행한 후 일반 재래식 bur를 사용한 경우와 치유 과정을 조직 병리학적으로 비교하고 골절제술 비교함으로써 그 효율성을 평가하는 데 있다.

## II. 실험 재료 및 방법

### A. 실험 재료

#### 1) 실험 동물

실험동물로 동일한 조건하에 일정 기간 사육한 태생 1년 이상 체중 3-4 kg 내외의 토끼 33마리를 사용하였다. 33마리중 3마리는 대조군으로 사용하였으며, 나머지 30마리는 실험군으로 사용하였다. 실험군은 Piezosurgery<sup>®</sup>를 사용한 실험 1군과 재래식 bur들 사용한 실험 2군으로 나누었으며, 토끼의 회복 기간에 따라 각각 1주, 2주, 4주군으로 구분하였다.

Table 1. Experimental Design for Animal Tests

Method		Rats per healing period		
		1 week	2 weeks	4 weeks
Control group		-	-	3
Expeimental group	Piezosurgery <sup>®</sup>	5	5	5
	Bur	5	5	5

### B. 실험 방법

#### 1) 동물 실험

염산 케타민(케타라<sup>®</sup>, 유한양행, 5mg/kg)을 근주하고 추가로 xylazine(Rompun<sup>®</sup>, 한국바이엘주식회사, 0.3mg/kg)을 정주하여 전신마취를 유도하고 술 전에 감염방지 목적으로 gentamicin(겐타마이신<sup>®</sup>, 녹십자, 5mg/kg)을 근주한 후, 하악골 우각부의 측면을 제모하고 소독하였다. 지혈 목적으로 2% lidocaine HCl(1:100,000 epinephrine 함유)을 수술부위에 주사한 후, 구강 외로 약하 접근법을 이용하여 접근, 절개하여 골막을 노출, 박리하였다. 양 우각부에서 1cm 전방부에 Piezosurgery

® 기구를 제작사의 manual을 따라 OT6 tip과 boosted-b의 조건으로 1mm × 5mm의 골절제술을 시행하였으며, 다시 1cm 전방 부위에 round bur (No. 8, S.S. WHITE<sup>®</sup>, USA)를 사용하여 1mm × 10mm의 골절제술을 시행하였다. 골절제술을 시행할 때 Piezosurgery<sup>®</sup>는 자체에 부착된 장착대에 식염수를 장착하여 주수하였고, 재래식 bur는 절제술 시행 시 물을 주수하여 열 발생을 최소화하였다. 두 실험군 모두 골절제술을 시행할 때 걸리는 시간을 1/100 초 단위로 측정하여 골 절제율을 비교하였다.

골 절제술을 시행한 부위를 봉합하였고, 술 후 5일간 감염 방지 목적으로 gentamicin(5mg/kg)을 하루 1회씩 근주하였다. 실험군의 경우 골절제술 시행 후 1주, 2주, 4주 후 xylazine을 과량 정주하여 희생시켜 골절제술을 시행한 부위가 포함되게 조직을 채취하였으며, 대조군의 경우 실험 4주째에 희생시켜 실험군과 동일한 방법으로 표본을 획득하였다.

## 2) 조직 절편의 제작

채취된 조직은 연구목적에 따라 10% 포르말린 용액에 24시간 고정한 후 Nitric acid(De-Cal Rapid, Pational Diagnosis, Atlanta, USA)로 24시간 탈회하고 통법에 따라 파라핀 포매하고 약 5 $\mu$ m 두께로 시상면상에서 박절하여 hematoxylin과 eosin 염색을 시행하고 사용된 대조군은 4주째에 희생하여 위와 동일한 방법으로 조직 표본을 제작 하였다.

## 3) 조직의 절편의 평가

제작된 조직 절편은 광학현미경을 사용하여 조직반응, 신생골의 형성과 그 양, 골의 특징, 염증세포의 침윤, 신생혈관의 증식, 골모 세포의 활성화 등을 관찰하였다.<sup>10)</sup>

## 4) 통계학적 분석

제작된 절편에서 신생골의 양을 측정하여 students t-test를 통해 분석을 시행하여 실험 1군과 2군을 비교하였으며, 각각의 실험시 골절제가 이루어지는 시간을 비교하였다.

### III. 실험 결과

#### A. 육안적 소견

술 후 수술 부위의 혈종에 의한 심한 종창이 15마리 중 4마리에서 관찰되었으나 주사기 흡입으로 치유되었다. 절제술을 시행한 부위의 종창이나 감염은 대부분 수술 초기에 소실되는 것으로 보아 외과적 손상과 수술 후 출혈에 의한 것으로 판단되었다.

#### B. 조직 통계학적 소견

##### 가. 대조군

결손부 없이 성숙한 골의 존재를 보였다(Fig. 1, Table 2).

##### 나. 재래식 bur와 Piezosurgery 1주군

실험군 모두 골절제술 부위를 중심으로 미세혈관의 증식과 더불어 osteoblastic activity를 보이며 미약한 골 생성과 주위의 섬유모 세포의 침착을 보였다. 또한 신생골 양을 비교한 결과 각각  $43.0 \pm 20.3 \text{mm}^3$ 와  $43.5 \pm 24.2 \text{mm}^3$  ( $p=0.095$ )를 보였으며, 이는 통계학적으로 유의성을 나타내지는 못했다. 그리고 열손상, 염증, 섬유화 등의 손상에 대해서도 유의한 차이를 보이지 않았다(Figs. 2, 3, Table 2).

##### 다. 재래식 bur와 Piezosurgery 2주군

실험군 모두 골절제술을 시행한 부위를 중심으로 가골의 형성이 관찰되었으며, 염증 세포의 침윤을 동반한 섬유모세포의 침윤을 보였다. Piezosurgery의 경우 희미하게 trabeculation의 형성이 관찰되었다. 또한 신생골 양을 비교한 결과 각각  $40.8 \pm 25.9 \text{mm}^3$ ,  $38.8 \pm 27.1 \text{mm}^3$  ( $p=0.87$ )를 보여 bur에서 신생골의 형성은 더 많이 관찰되었으나 통계학적으로 유의할 만한 차이는 보이지 않았다. 그리고 2주군과 마찬가지로 손상에 대한 유의할만한 차이를 보이지 않았다(Figs. 4, 5, Table 2).

##### 라. 재래식 bur와 Piezosurgery 4주군

실험군 모두 골절제술 시행부위의 신생골이 형성되는 양상을 보였으며 골 결손

부를 중심으로한 망상형의 trabecular bone의 형성을 보였다. Piezosurgery의 경우 골형성 부위에 섬유화가 초래되었다. 신생골 형성은 각각  $50.3\pm 33.7\text{mm}^3$ ,  $45.0\pm 31.5\text{mm}^3$ 를 보여 통계학적으로 유의성은 찾을 수 없었다. 그리고 손상에 관한 관찰 역시 유의할 만한 차이는 보이지 않았다(Figs. 6, 7, Table 2).

Table 2. Histomorphometric analysis of new bone forming activity after osteotomy (unit :  $\text{mm}^3$ , mean $\pm$ SD)

	piezosurgery	conventional bur	p value
1 week	43.5 $\pm$ 24.2	43.0 $\pm$ 20.3	0.095 *
2 weeks	38.8 $\pm$ 27.1	40.8 $\pm$ 25.9	0.87 **
4 weeks	45.0 $\pm$ 31.5	50.3 $\pm$ 33.7	0.06 ***

(\* denotes no significance at  $p>0.05$ , \*\* denotes no significance at  $p>0.5$ , \*\*\* denotes no significance at  $p>0.05$ )

### C. 골절제술시 걸리는 시간

동일한 크기의 가토 하악골 블록을 형성하여 골절제술을 시행, 그 시간을 측정하였다. 블록의 크기는  $30 \times 30 \times 2\text{mm}$ 였으며,  $1 \times 10 \times 2\text{mm}$ 의 골절제술을 시행하였다. 그 결과 재래식 bur와 Piezosurgery<sup>®</sup>가 각각  $8.9\pm 2.5$ ,  $32.3\pm 13.9$ 초( $p=0.0009$ )를 보였으며, 이는 통계학적으로 유의성을 나타냈다(Table 3).

Table 3. Time of osteotomy

	piezosurgery	conventional bur	p value
time (sec)	32.3±13.9	8.9±2.5	0.0009

(\* denotes significance at  $p < 0.001$ )



## IV. 총괄 및 고안

초음파란 사람의 귀로는 느낄 수 없는 주파수 약 2만 Hz 이상의 음파로서 그중 낮은 주파수의 것은 가청음과 함께 발생하는 경우가 많으며, 동물들 중에는 이런 음을 들을 수 있는 종이 많이 있다. 초음파의 과학적 연구는 제2차 세계대전 말에 프랑스의 물리학자 P. 랑주뱅이 잠수함을 탐지하는데 초음파를 사용하려 한 것이 처음이었다.

보통 초음파를 발생시키거나 감지하는 것에는 고주파 전압을 수정관에 가해서 공진 시키는 수정 발진기나 금속이 자화할 때 찌그러지는 현상을 이용하는 자기 변형 발진기를 사용하는데 이것에서 얻은 초음파는 최고 200억 Hz의 범위까지 이르고 있으며 반도체를 이용한 초음파 발진기도 연구되고 있다. 초음파는 본질적으로는 가청범위의 음파와 성질이 같으나 주파수가 높고 따라서 파장이 짧기 때문에 상당히 강한 진동이 생기므로 보통의 소리에서는 들을 수 없는 성질도 나타낸다. 예를 들면 그 진로가 방향성을 가지면서 짧은 펄스가 나오게 되는 것 등인데, 박쥐가 어두운 밤에 가느다란 물체 까지 식별 하는 것은 몸에서 초음파를 나오게 하여 장애물에 비추어 그 반사파를 감지하는 기능을 가졌기 때문이다. 수심을 측정하는 소나(SONAR: sound navigation and ranging), 어군 탐지기도 원리는 이것과 같으며 물질에 대한 흡수도나 물질 중에서의 전파 속도의 차이를 측정하여 구조물내의 손상을 찾는 초음파 탐상기나 초음파 진단기 등도 이러한 초음파의 특징을 이용한 것이다.

또 주파수가 특히 높은 극초음파는 매질 분자의 진동의 주파수와 같은 크기의 주파수를 가진 것이므로 물체 속에서 초음파의 전파속도나 흡수되는 방향을 조사함으로써 분자의 회전이나 진동의 주파수 등 물질 구조를 해명하는 방법으로 사용될 수 있다.

초음파의 또 다른 특징은 물질을 흔드는 힘이 강하다는 것이다. 물을 넣은 용기의 아래 부분에서 초음파를 발생시키면 물보라를 이룰 수 있는 정도로 강하며 초음파의 진로상의 매질은 부분적으로 가열되어 액체 내에 작은 기포가 발생한다. 이 현상을 초음파의 공동현상이라 하며, 이에 따라 용존 기체가 방출되므로 공업적으로는 금속 용해물, 광학유리, 절연유 등에서 유해한 기포를 제거하는 수단으로서

이용된다. 또 기포가 터질때의 압력 및 기포 내에서의 방전 때문에 초음파를 받은 물질은 기계적인 작용을 받거나 화학 변화를 일으킨다.

의학 분야에서 신체의 내부 구조의 영상을 얻는데 X선 대신 저출력 초음파를 사용하기도 한다. 이때 진단하는 주된 부위는 안구, 심장, 복부, 자궁 등이다. 고속의 스위칭에 의해서 신체 내에서 움직이는 구조의 동적 영상을 얻는 것도 가능하다. 또한 초음파는 물리치료나 산부인과나 이비인후과, 정형외과 등의 여러 수술 분야에서 사용되고 있다.<sup>20-24)</sup>

치과적 영역에서 초음파는 1953년 Catuna가 치과 경조직에서의 절삭 효과를 증명하면서 발전되었으며 주로 치주, 보존적 치료에서 많이 사용되었다.<sup>25-28)</sup> 특히 치주 영역의 스케일러는 소위 압전효과(piezo effect)를 바탕으로 개발되었다. 이러한 물리화학적 효과는 간접적 압전효과(indirect piezo effect)로 알려져 있으며, 이는 전기적 영역에서 압전 결정(piezoelectric crystal)의 결손으로부터 형성된다. 전압을 가했을 때 압전 결정들은 전압을 가한 방향에 확장을, 그리고 반대 방향에는 수축을 일으키며 진동하게 된다. 초음파 진동은 치은 연하의 치석이나 치태의 제거뿐만 아니라 신경 치료 중 발생할 수 있는 파절된 기구의 제거 혹은 치근 충전물의 제거에도 사용할 수 있었다.<sup>29)</sup>

이러한 초음파 기구를 사용하게 되면서 초음파로 인한 주위 조직의 재생이나 회복에 대한 연구들이 이루어졌는데, Drisko 등<sup>30)</sup>은 사용 시에 오염된 에어로졸이 발생하므로 유의하고 또 이것으로 인한 감염 방지를 위해 적절한 항생제를 투여하여야 한다고 하였으며, Trenter 등<sup>31)</sup>은 초음파 기구를 사용하게 되면 열이 발생하게 되고, 이로 인해 주위 조직의 세포 파괴나 혈소판 손상을 주게 된다고 보고하였다. 또한 Kocher 등<sup>32)</sup>은 초음파만을 사용하게 되면 조직이 약 35°C까지 과열되므로 꼭 주수하여야 한다고 주장하였다. 또한 Walmsley 등<sup>33)</sup>과 Williams 등<sup>34)</sup>은 동물 실험을 통해 20 kHz 이상일 경우 혈관에 혈전이 생긴다고 주장하였으며, 25 kHz 이상일 경우 치수 내 혈관의 혈전 발생이 일어날 수 있으며, 이로 인해 치수가 괴사할 수 있다고 주장하였다. 반면에 열발생에 관한 다른 의견이 존재하였는데, 초음파를 사용하였을 때 발생하게 되는 주위 조직에 대한 열손상은 표면 응고 효과(coagulation effect)를 야기시키고, 이는 치유 속도를 촉진한다는 주장도 있었다.<sup>36-37)</sup>

초음파를 사용한 치석 제거와 신경치료의 발전으로 인해 골조직에 대한 적용에 관한 연구가 활발하게 이루어졌다.

Horton 등<sup>16)</sup>은 초음파 치석 제거기를 사용하여 제3 대구치를 발거하면서 초음파 치즐(chisel)이 외과적 술식에 적용될 수 있음을 보여 주었으며, 치유과정이 재래식 bur를 사용한 것과 유사하다고 보고하였다. Walmsley 등<sup>14)</sup>은 골절제시 초음파를 사용하게 되면 전동식 기구에 비해 술식 자체를 더 잘 조절 할 수 있고 술자가 더 쉽게 시술할 수 있으며, 공동 활동(cavitation activity)나 acoustic microstreaming 등과 같은 생물리학적 힘으로부터 부가적인 효과를 얻을 수 있다고 하였다.

Horton 등<sup>15)</sup>은 초음파 기구, 치즐, 전동식 회전 기구를 사용하여 치조골에 결손 부를 만들어 그 삭제면과 치유 과정을 살펴본 결과 절단면은 재래식 bur가 가장 부드럽고 치즐, 초음파 기구 순이었으며, 치유 속도는 치즐과 초음파가 비슷한 속도로 빨랐으며 재래식 bur를 사용하였을 때에는 그 차이가 컸다고 보고하였다. Aro 등<sup>38)</sup>은 초음파 기구와 oscillating saw의 삭제면을 전자 현미경으로 관찰한 결과 형성된 골절단면이 oscillating saw에 의해 형성된 것보다 더 거칠게 나타났으나 미세 파절은 관찰되지 않았으며 조직학적으로 골조직의 초기 재생은 어느 정도 지연되었으나 전체적인 재생 과정은 비슷하게 나타났다고 주장하였다. 반면에 Khambay 등<sup>39)</sup>은 일반 임상가들에게 초음파 기구와 일반 전동식 핸드피스를 사용하여 골절제술을 시행한 결과 일반 전동식 핸드피스의 경우가 삭제율이나 드는 힘이 적다고 보고하였으나 이는 임상가들이 익숙하지 못하기 때문이라고 주장하였다.

본 연구에 사용된 Piezosurgery는 이탈리아의 Mectron Medical Technology사에서 개발된 것으로, 초음파를 변형시켜서 60-200mm/sec 속도의 미세진동을 발생시킨다. 본체에 생리식염수를 주수할 수 있는 장치가 있어 0-60 ml/min의 속도로 주수되어 시술 부위의 과열을 방지하고 골을 삭제할 때 발생하는 분말들을 제거할 수 있다. 주파수는 약 25-29 khz를 가지며 boosted mode의 경우 30Hz 까지 가능하며, 이 mode의 경우 과열이나 골에 박히는 것을 방지할 수 있다.

Eggers 등<sup>17)</sup>에 의하면 Piezosurgery<sup>®</sup>를 소아의 두개안면 기형 수술시 두개골에 적용 시킨 결과 뇌막의 손상 없이 골 절제가 가능하였고, 시술 시간 또한 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 또한 상악동 거상술시 상악동 점막의 천공 없이 시술이 가능하며, 측방 창 형성 시 골의 손실이 거의 없이 가능하다고 보고하였다. 전자 현

미경으로 골절단 부위를 관찰한 결과 oscillating saw나 재래식 bur의 경우보다 더 균일하게 절단된다고 보고하였다. Torrella 등<sup>40)</sup>에 의하면 상악 분절골 절단시에 Piezosurgery<sup>®</sup>를 사용한 경우 일반 전동식 회전 기구를 사용하였을 때 비해서 치간 사이를 좀 더 안정하게 절단할 수 있으며 골절제시 시야 확보가 확실해서 일반적으로 사용하는 oscillating saw나 재래식 bur에 비해 주위 조직에 대한 손상이 적었다고 발표하였다. 또한 Vercellotti 등<sup>41-43)</sup>에 의하면 상악동 거상술시 측벽의 형성하는데 piezosurgery를 사용하였을 경우 상악동 점막의 천공없이 95%의 성공률을 보였으며, 가로 14mm, 세로 6mm의 창을 형성할 경우 걸리는 평균 시간이 3분으로 일반 재래식 bur를 사용할 때 걸리는 5분보다 더 짧았다고 보고하였다. 치조제 확장술에도 이러한 piezosurgery를 사용한 결과 주위 조직의 최소한의 손상으로 성공적인 결과를 보고하였다. Stubinger 등<sup>44)</sup>은 하악의 분절골 절단술과 낭종 적출술, 상악동 거상술에 piezosurgery를 사용하였는데 특별한 합병증이 발생하지 않았으며 주위의 주요 해부학적 구조물(이신경, 하치조 신경, 상악동 점막 등)의 손상없이 시술이 가능하다고 보고하였다.

Chiriac 등<sup>45)</sup>은 piezosurgery를 사용하여 자가골 채취 시 재래식 bur에 비해 더 많은 양과 더 큰 조각을 얻을 수 있었고, 이는 추후 이식하였을 때 세포의 분화나 생활력, 그리고 증식에 특별한 차이를 관찰할 수 없었다고 보고하였으나 동물 실험에서 작은 조각의 이식편들은 추후 흡수가 되는 비율이 크므로 piezosurgery가 골 이식편의 채취에 더 유리하다고 보고하였다.

본 연구에 사용된 piezosurgery는 1주, 2주, 4주의 초기 치유 과정에 발생한 신생골 형성은 재래식 bur를 사용한 경우와 비교하였을 때 통계학적인 차이는 보이지 않았으나 골 절단시 걸리는 시간은 재래식 bur의 경우가 훨씬 적게 걸렸으며, 이는 통계학적으로 유의성을 보였다. 그러나 본 연구에서는 신생골 형성을 비교하기 위해 동일한 크기의 결손부를 형성하였으나 실제로 piezoelectric surgery의 날이 훨씬 더 날카롭고 얇다는 것을 고려한다면 환자에게 직접 시술할 때에는 결손 부위의 치유과정이 더 빠를 것이라고 미루어 짐작할 수 있다. 그러므로 상악동 거상술이나 치간 부위에 행하는 분절골절단술 등과 같은 섬세한 시술에 piezoelectric surgery를 사용하는 것은 더욱 더 좋을 것이라 생각한다. 다만 기구의 특성상 골절

단시 피질골의 천공 후 알 수 있는 압력의 감소가 재래식 bur에 비해 부족하여 그 깊이를 예측할 수 없다는 것과 여전히 장기간의 시술 시간이 요구된다는 단점이 존재한다. 따라서 이러한 단점을 보완한다면 더 효율적인 사용이 가능할 것이며 향후 장기적인 신생골 형성에 대한 비교 연구가 이루어져야 할 것이라고 사료된다.

## V. 결론

가토 하악골에 piezoelectric surgery와 재래식 bur 를 사용하여 골절제술을 시행한 후 골 재생력 및 골절제 시간을 비교 연구하였다.

하악골 우각부에 1mm × 10mm의 골 절제술을 시행하였다. 모든 조건에 동일하게 물을 주수하였고 골절제술시 걸린 시간을 측정하였으며, 4 실험 1주, 2주, 4주 째에 희생하고 광학 현미경으로 그 치유 과정을 관찰하여 다음과 같은 결과들을 얻었다.

### 1. 조직 계측학적 소견

재래식 bur와 Piezosurgery를 사용한 실험군 모두 1주, 2주, 4주째에 형성된 신생골의 양은 통계학적으로 차이가 없었다.

### 2. 골절제 시간

재래식 bur를 사용한 경우가 시간이 적게 걸렸으며, 이는 통계학적으로 유의성을 보였다.

위의 실험 결과를 토대로 볼 때 재래식 bur가 골절제술시 걸린 시간이 빠르기는 하나 치유 과정에는 큰 차이가 없었다. 그러나 piezoelectric surgery의 날이 훨씬 더 얇고 날카롭다는 것을 생각한다면 섬세한 시술이 요구되는 상악동 거상술이나 치간 사이에 행해지는 분절골 절단술 등과 같은 술식에는 piezoelectric surgery를 사용하는 데 큰 문제가 없으리라 생각된다.

## 참고 문헌

1. Kerawala C.J, Martin I.C, Allan W.. "The effect of operator technique and bur design on temperature during osseous preparation for osteosynthesis self tapping screws." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88:145, 1999
2. Morgan T.A, Fridrich K.L.. "Effect of the multiple piece maxillary osteotomy on the periodontium." *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 16:255, 2001
3. Lownie J.F, Cleaton-Jones P.E, Fatti L.P.. "Vascularity of the dental pulp after segmental osteotomy in chacma baboon." *Br J Oral Maxillofac Surg* 36:285, 1998
4. Scultes G, Gaggl A, Karcher H.. "Periodontal disease associated with interdental osteotomies after orthognathic surgery." *J Oral Maxiilofac Surg* 56:414, 1998
5. Wolford L.M.. "Periodontal disease associated with interdental osteotomies after orthognathic surgery." *J Oral Maxiilofac Surg* 56:417, 1998
6. Balamuth L.. "Ultrasonics and dentistry." *Sound* 2:15-19, 1963
7. Catuna M.C.. "Sonic energy. A possible dental application. Preliminary report of an ultrasonic cutting method." *Annals of Dentistry* 12:256-260, 1953
8. Nielsen A.G, Richards J.R.. "Application of ultrasonics to the cutting of teeth." *J Dental Research* 33:698, 1954
9. Pitt Roche H.A.. "The ultrasonic drill." *Br Dental J* 97:96-98, 1954
10. Oman C.R, Applebaum E.. "Ultrasonic cavity preparation II. Progreaa report." *J Am Dent Assoc* 50:414-417,1955
11. Street E.V.. "Critical evaluation of ultrasonics in dentistry." *J Prosthetic Dent* 9:132-141, 1959
12. Zinner D.D.. "Recent ultrasonic dental studies including periodontia, without the use of an abrasive." *J Dent Research* 34:748-749, 1955

13. Johnson W.N, Wilson J.R.. "Application of the ultrasonic dental unit to scaling procedures." J Periodontol 28:264-271, 1957
14. Walmsley A.D, Laird W.R.E, Lumley P.J.. "Ultrasound in dentistry:II. Periodontology and endodontics." J Dentistry 20:11-17, 1992
15. Horton J.E, Tarpley T.M, Wood L.D.. "The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentation, chisel and rotary burs." Oral Surg 39:536-545, 1975
16. Horton J.E, Tarpley T.M, Jacoway J.R.. "Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone." Oral Surg 51:236-241, 1981
17. Eggers G, Klein J, Blank J, Haddfeld S.. "Piezosurgery : an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery." Br J Oral Maxillofac Surg 42:451-453, 2004
18. Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M.. " Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies." J Oral Maxillofac Surg 62:759-761, 2004
19. Coetzee A.S.. "Regeneration of bone in the presence of calcium sulfate." Arch Otolaryngol 106:405-409, 1980
20. Komatsuzaki Y, Ochi K, Sugiura N, Hyodo M, Okamoto A.. "Video-associated submandibular sialadenectomy using an ultrasonic scalpel." Auris Nasus Larynx 30:75-78, 2003
21. Yamanishi T, Suzuki M, Inoue H, Chiba H, Okada T.. "Clinical application of the harmonic scalpel to allergic rhinitis." Auris Nasus Larynx 30:53-58, 2003
22. Suzuki K, Hattori H, Iwata N, Nishimura Y, Fujisawa T, Hattori C, Kawakatsu Y, Hayano Y, Nishimura T.. "Development of new blades of ultrasonic surgical system(Sonosurg) for tonsillectomy and nasal conchotomy." International Congress Series 1257:195-198, 2003
23. Galatius H, Okholm M, Hoffmann J.. "Mastectomy using ultrasonic dissection: effect on seroma formation." The Breast 12:338-341, 2003
24. Hamada M, Hisakawa H, Kinoshita M, Wakiguchi H, Takeda T.. "Ultrasonic



adenotonsillectomy for the treatment of obstructive sleep apnea in a child with hemophilia A." *International Congress Series* 1254:433-438, 2003

25. Lea S.C, Landini G, Walmsley A.D.. "Ultrasonic scaler tip performance under various load conditions." *J Clin Periodontol* 30:876, 2003

26. Flemmig T.F, Petersilka G.J, Mehl A.. "The effect of working parameters on root substance removal using a piezoelectric ultrasonic scaler in vitro." *J Clin Periodontol* 25:158, 1998

27. Walmsley A.D, Liard W.R, Lumley P.J.. "Ultrasound in dentistry. part 2- Periodontology and endodontics." *J Dent* 20:11, 1992

28. Catuna M.C.. "Sonic surgery." *Ann Dent* 12:100, 1953.

29. Ward J.R, Parashos P, Messer H.H.. "Evaluation of an ultrasonic technique to remove fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: Clinical case." *J Endod* 29:764, 2003

30. Drisko C.L, Cochran D.L, Blieden T.. "Research, science and therapy Committee of the American Academy of Periodontology. Position paper: Sonic and ultrasonic scalers in periodontics." *J Periodontol* 71:1792, 2000

31. Trenter S.C, Walmsley A.D.. "Ultrasonic dental scaler: associated hazards." *J Clin Periodontol* 30:95, 2003

32. Kocher T, Plagmann H.C.. "Heat propagation in dentin during instrumentation with different sonic scaler tips." *Quintessence Int* 27:259, 1996

33. Walmsley A.D, Laird W.R, Williams A.R.. "Intravascular thrombosis associated with dental ultrasound." *J Oral Pathol* 16:256, 1987

34. Williams A.R.. "Intravascular mural thrombi produced by acoustic microstreaming." *Ultrasound Med Biol* 3:191, 1977

35. Williams A.R, Chater B.V.. "Mammalian platelet damage in vitro by an ultrasonic therapeutic device." *Arch Oral Biol* 25:175, 1980

36. Ewen S.J.. "The ultrasonic wound -some observations." *J Periodontol* 32:315, 1961

37. Sanderson A.D.. "Gingival curettage by hand and ultrasonic instruments: A

histologic comparison." J Periodontol 37:279, 1966

38. Aro H, Kallioniemi H, Aho A.J, Kellokumpu-Lehtinen P.. "Ultrasonic device in bone cutting." Acta Orthop Scand 52:5-10, 1981

39. Khambay B.S, Walmsley A.D.. "Investigations into the use of an ultrasonic chisel to cut bone. Part I: forces applied by clinicians." J Dent 28:31-37, 2000

40. Torrella F, Pitarch J, Cubanés G, Anitua E.. "Ultrasonic osteotomy for the surgical approach of the maxillary sinus: a technical note." Int J Oral Maxillofac Implants 13:697-700, 1998

41. Vercellotti T, Paoli S.D, Nevins M.. "The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane evaluation: Introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure." Int J Periodontics Restor Dent 21:561-567, 2001

42. Vercellotti T.. "Piezoelectric surgery in implantology: a case report - a new piezoelectric ridge expansion technique." Int J Periodontics Restor Dent 4:359-365, 2000

43. Vercellotti T, Russo C, Gianotti S.. " Anew piezoelectric ridge expansion technique in the lower arch. a case report." World Dent 1(2), 2001

44. Stubinger S, Kuttnerberg J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer H.F.. "Intraoral piezosurgery: Preliminary results of a new technique." J Oral Maxillofac Surg 63:1283-1287, 2005

45. Chirac G, Herten M, Schwarz F, Rothamel D, Becker J.. "Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device(Piezosurgery) on chip morphology, cell viability and differentiation." J Clin Periodontol 32:994-999, 2005

## 논문 사진 부도 설명

Fig. 1. Control group. (H-E staining,  $\times 40$ ) : continuous mature cortical bone without defect.

Fig. 2. Bur group at 1 week (H-E staining,  $\times 40$ ) : bony defect was filled with newly formed woven bone (arrows). And fibrous tissue was observed at the defect margin with inflammation. The asterisk marks the defect margin of the pre-existing bone.

Fig. 3. Piezosurgery<sup>®</sup> group at 1 week (H-E staining,  $\times 40$ ) : bony defect was filled with newly formed anastomosing woven bone (arrows). And fibrous tissue was observed at the defect margin with inflammation. The asterisk marks the defect margin of the pre-existing bone.

Fig. 4. Bur group at 2 weeks (H-E staining,  $\times 40$ ) : bony defect was filled with woven bone (arrows). And fibrous tissue was observed at the defect margin with inflammation. The asterisk marks the defect margin of the pre-existing bone.

Fig. 5. Piezosurgery<sup>®</sup> group at 2 weeks (H-E staining,  $\times 40$ ) : bony defect was filled with vague trabecular bone (arrows). And fibrous tissue was observed at the defect margin with inflammation. The asterisk marks the defect margin of the pre-existing bone.

Fig. 6. Bur group at 4 weeks (H-E staining,  $\times 40$ ) : bony defect was filled with anastomosing trabecular bone (arrows). The asterisk marks the

defect margin of the pre-existing bone.

Fig. 7. Piezosurgery<sup>®</sup> group at 4 weeks (H-E staining, × 40) : bony defect was filled with anastomosing trabecular bone (arrows) with some fibrosis. The asterisk marks the defect margin of the pre-existing bone.



