

# 3급 치근분지부 골결손에서 미세전류자극이 치주조직의 재생에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

김영준 · 정현주

전남대학교 치과대학 치주과학교실

## I. 서론

치주치료의 목표는 치주질환에 의해 상실된 치주조직의 재생과 기능회복에 있으며 치조골 결손부를 수복하기 위한 여러 치료법들이 제시되었다<sup>1-3)</sup>.

치조골에 대한 처치는 Goldman에 의해 골결손의 분류 및 그에 따른 처치법이 보고된<sup>4)</sup> 이후 자연치유에 의존하는 방법, 수복되기 쉬운 형태로 골 외형을 수정하는 정형술, 골조직이나 기타 다른 재료를 이식하여 수복하는 방법들이 제안되었다<sup>4-6)</sup>. 그러나 자연치유에 의존하는 방법이나 골 정형술은 만족할 만한 치조골 재생을 얻을 수 없었다. 따라서 치조골 재생을 증진시킬 수 있는 방법이 필요하게 되었고 골유도를 목적으로 자가골, 동종골, 그리고 합성골 이식 등 여러 가지 재질에 의한 골이식술이 행해지게 되었다. 그러나 골이식술을 통해 어느 정도의 임상개선이 있었다는 보고들이 있지만<sup>7, 8)</sup> 치유중 이식재의 탈락 및 이식재의 존재에 의한 치주조직의 치유 지연 등 치주질환에 이환된 치근면에서 치조골 재생을 얻는데 어려움이 있다<sup>9, 10)</sup>.

최근에는 생체친화성이 있는 차폐막을 사용하여 상피의 하방증식을 물리적으로 차단시켜 파괴된 치주조직의 신부착을 얻으려는 조직유도재생술이 광범위하게 이용되고 있는데 치주질환에 이환된 치근면의 백악질 재생과 결합조직 부착 증진 등 치주조직의 신부착에 유효한 방법으로 여겨지고 있지만, 3급 분지부 치주병소에서의 효과는 제한되어 있다<sup>11-13)</sup>.

한편 골의 역학적 성질을 이용하여 골형성을 촉진시키는 전기자극법에 대하여, 1953년 Yasuda<sup>14)</sup>가 가토의 대퇴골에 하중을 가했을 때 압축부가 전기적으로 음전하를 띄고 그 부위에 골이 침가, 형성되는 압전현상 (piezoelectric effect)과 금속전극을 골에 매식 후 미소전류자극에 의한 골형성을 보고한 이후 Jahn<sup>15)</sup>과 Brighton 등<sup>16)</sup>의 연구들을 통해 전기 자극을 골에 가하면 자극부위의 산소 분압 저하와 국소 pH상승에 의해 음극주위로 현저한 골형성이 된다고 알려져 있다. 현재 전기 자극법은 정형외과 분야에서 골절된 부위에서 골유합이 잘 일어나지 않을 때나<sup>17, 18)</sup> 가성 관절증 등<sup>19)</sup>에 치료의 보조 수단으로 함께 사용하여 치유를 촉진시키는데 적용이 되

\* 이 연구는 1995년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의한 결과임

고있다.

치의학 분야에서도 Suzuki<sup>20)</sup>는 원숭이의 건조 하악골에 외력을 가하면 대퇴골에서와 같은 압전현상이 나타남을 보고하였고, Karaki 등<sup>21)</sup>은 전기자극에 의한 하악골 반응을 관찰 시 대퇴골에서의 전기자극 효과와 유사하게 골개조 현상이 활성화되고 가골형성이 증진된다고 하여 전기자극에 의한 하악골 및 치조골의 재생 가능성을 시사하였다. Jacobs와 Norton<sup>22)</sup>은 성견의 상악 치조골 결손부에 직류전류자극을 주었을 때 임상적 및 방사선학적으로 유의한 변화는 없었으나 전류자극 부위의 치조골 침착이 증가함을 보고하였고 Kubota 등<sup>23, 24)</sup>은 외과적으로 형성된 치조골의 수평적 결손부에 10 $\mu$ A의 직류 전기자극시 치조골 형성증진 및 백악질 재생 촉진을 관찰하여 전기자극법이 치주질환에 의해 파괴된 병소에서도 재생을 위한 한 방법이 될 수 있음을 시사하였다.

지금까지의 연구들은 미소전류자극장치 삽입 및 치은판막 유지가 비교적 용이한 외과적으로 형성된 치간부의 2벽성 골결손과 수평골 결손의 치유양상을 평가하여 왔다<sup>22-24)</sup>. 이러한 전기자극이 감염된 치근면에 인접한 치조골 결손에서의 치주조직 재생에 어떠한 영향을 주는지는 알려진 바가 없다. 따라서 이 연구의 목적은 성견 하악에서 3급 분지부 병소를 형성한 후 동종탈회동결건조골을 결손부에 충전하고 미소전류자극을 가했을 때 치주조직의 재생에 미치는 영향을 평가하고자 시행되었다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

영구치가 완전히 맹출된 생후 12-16개월된 잡종성견 9마리를 실험동물로 선정하였으며 실험 부위로써 인간의 치아와 유사한 크기를

갖는 하악 제 3, 4소구치를 선택하였다.

### 2. 연구방법

#### (1) 동종탈회동결건조골의 제조

다른 실험후 희생된 성견의 대퇴골과 경골에서 원위골단부, 근위골단부, 골막과 골수 및 연조직을 제거하고, 골분쇄기와 mortar & pestle을 이용하여 골을 잘게 부순 뒤 체를 이용하여 70-500 $\mu$ m의 골편을 얻었다. 이를 실온에서 클로로포름과 메탄올의 1:1 혼합용액에 1시간동안 처리하여 지방을 제거한 후 증류수에 세척하였고 골편 gm당 50ml의 0.5N 염산용액에 담가 4시간마다 용액을 교환하여 12시간 탈회시키고 산에 용해되는 단백을 제거하였다. 이렇게 얻어진 탈회골을 증류수에 세척한 후 동결건조기(Neocool®, Yamato, Japan)를 이용하여 24시간 동결건조하여 동종탈회동결건조골을 제작하였다.

#### (2) 미소전류자극장치의 제작

이번 실험에 이용된 전류자극장치는 Moriya와 Tanaka<sup>25)</sup>의 미소전류자극장치를 참고하여 제작하였다. 1.55V의 산화는 전지를 전원으로 이용하고 여기에 150k $\Omega$ 의 저항을 연결하고 일정한 전압을 항상 유지할 수 있도록 PNP형의 field effect transistor 2개를 이용하여 약 10 $\mu$ A의 자극전류치를 갖는 장치를 제작하였다(그림 1). 미소전류자극장치의 부식 및 방전을 막기 위하여 교정용 레진(Orthodontic resin®, Densply, U.S.A.)으로 포매하였으며 전극으로는 양극, 음극 모두에 직경 1.5mm의 백금봉을 이용하였다.

#### (3) 실험군 설정 및 외과적 처치

실험동물의 족근정맥에 염산케타민(케다라®, 유한양행) 2mg/kg을 주사하여 전신마취 시키고 기관내 삽관한 후 Halothane-O<sub>2</sub>를 주입하여 전신마취를 유지하였다. 실험부위인 하

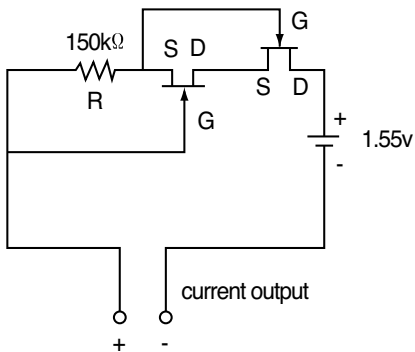


그림 1 Circuit diagram of the microcurrent generator  
R: resistor S: source D: drain G: gate

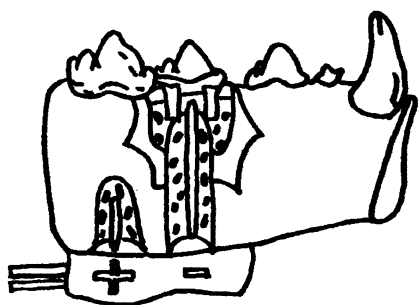


그림 2 Scheme of the electrode position and surgical bony defects on the mandible.

악 제 3, 4소구치와 제 1대구치 부위에는 2% 염산리도카인(광명리도카인®, 광명약품)으로 침윤마취를 시행하였다. 치조골 결손부 형성을 위해 하악 제 2소구치의 근심에서 제 2대구치의 근심까지 열구내 절개를 시행한 후 골막을 포함한 전층관막을 거상하였다. 하악 제 3, 4소구치의 치근분지부 치조골을 치과용 바(bur)를 사용하여 폭 3mm, 길이 5mm의 관통형 치조골 결손부를 형성하였으며 결손부의 자연 치유를 방해하고 실험적 치주염을 유도하기 위해 솜을 넣은 후 봉합하고 3주간 방치하였다.

외과적 골결손부를 형성한 3주후 실험동물을 다시 전신마취시킨 후 하악 소구치부 판막을 거상하고 솜을 제거하였다. 노출된 치근

은 큐렛으로 활택하게 하여 백악질을 제거하였으며 병소의 기저부에 해당하는 치근에 0.5mm의 구형 바(round bur)로 홈을 형성하여 기준점으로 삼았다. 실험부위는 처치방법에 따라 3군으로 분류하였는데 제 I군은 치주 판막술만 한 군을, 제 II군은 동종탈회동결건조골 이식을 병행한 군을, 제 III군은 동종탈회동결건조골 이식후 전기자극을 가한 군으로 하였다. 미소전류자극장치 삽입을 위해 하악골 하연부 피부를 소독하고 절개후 하악골 하연을 외과적으로 노출시켰으며 음극은 하악골에서 치근이개부 골결손부까지 바를 이용하여 백금봉이 들어갈 공간을 형성하고 치근이개부 결손부내로 상방 1mm정도가 노출되게 하여 백금봉을 삽입하였다. 양극은 음극으로 설정된 하악골 하연부위에서 약 10mm 후방에 5-7mm길이의 골내에 삽입되게 하였다. 경부내의 흉쇄유돌근 사이의 공간에 미소전류자극장치를 삽입하고 장치에 부착되어 있는 전선을 음극과 양극으로 설정된 각각의 백금봉과 연결하였다. 3-0 흡수성 봉합사(coated Vicryl®, Ethicon, Ltd., U.K.)를 이용하여 근육간 층상봉합하였으며 바깥쪽 표피는 5-0 비흡수성 봉합사(Mersilk®, Ethicon, Ltd., U.K.)로 봉합하였다. 미소전류자극장치 및 백금봉을 삽입한 측을 실험부위로 하였으며 아무런 장치를 삽입하지 않은 반대측은 대조부위로 하였다.

술후 7일간 감염방지를 위하여 엠피셀린(엠피셀린®, 종근당) 500mg을 매일 근육 주사하였으며 술후 1주에 봉합사를 제거하였다. 술후 2주간은 유동식을, 이후에는 일반사료를 공급하였으며 술후 1주부터 0.1% 클로르헥시딘 겔(K-Y gel®, Johnson & Johnson, U.S.A.)을 사용하여 주 2회 칫솔질을 시행하였다.

#### (4) 형광약제 투여

술후 4주와 8주에 희생시킨 동물들은 조직학적으로 신생골 형성 시기와 정도를 관찰하

기 위하여 술후 2주에는 신생골 조직에 침착되어 녹색형광을 보이는 calcein(Sigma Co., U.S.A.)을, 술후 4주에는 밝은 황색형광을 보이는 oxytetracycline HCl(테라마이신®, 화이자), 술후 8주째 희생 3일전에 적색형광을 보이는 alizarin red(Junsei Chemical Co., Japan)를 체중kg당 20mg씩 정맥주사하였다.

#### (5) 조직학적 관찰

전기자극이 치주조직의 치유과정에 미치는 영향을 알아보기 위해 모두 9마리의 성견을 술후 1주, 2주, 4주, 8주후에 희생시켰다. 탈회절편 제작을 위해 각 실험부위에서 적출된 조직 일부를 10% 중성 포르말린 용액에 3일간 고정하고 5% 질산용액을 2일에 한번씩 교환하여 4주간 탈회시킨 후 Paraffin에 포매한 후 5 $\mu$ m두께의 박편을 제작하고 Hematoxylin-Eosin 염색하였다. 비탈회절편 제작을 위해서 남은 조직을 70% 에탄올에 3일간 고정한 후 Villanueva bone 염색을 행하고 methylmethacrylate에 포매하여 중합시킨 후 경조직 절단기인 Crystal cutter(Maruto Co., Japan)을 이용하여 20 $\mu$ m두께의 근원심측 비탈회절편을 제작하였고 광학 및 형광현미경하에서 관찰하였다.

#### (6) 조직계측학적 관찰

각 군에서 4주와 8주 관찰군에서 실험부위당 3개의 조직표본을 선택하여 1) 치조정-홈간 거리, 2) 치조정-접합상피 근단부간 거리, 3) 분지부내 상피부착거리, 4) 홈-접합상피의 치관측 부착부간 거리, 그리고 5) 홈-분지부 천정까지의 거리를 측정하였다.

#### (7) 통계처리

이상의 모든 항목에 대해 평균값 및 표준편차를 구했으며 각군간의 비교분석은 SAS program을 이용하여 one-way ANOVA와 Duncan 다중비교 검증으로 처리하였다.

### III. 결과

#### 1. 육안적 소견

술후 1주째부터 치은퇴축이 나타나기 시작하였으며 치은변연의 염증소견이 보였다. 치은퇴축은 치은판막술만 시행한 제 I군이 가장 심하였으며 제 II, III군에서도 제 I군에 비해서는 적으나 치은퇴축을 보였다. 4주, 8주 실험군중 각각 1마리에서 미소전류자극장치 삽입된 하악골 하연에서 화농이 나타나 육안적으로 화농이 보이지 않을 때까지 창상부위 소독 및 항생제를 매일 투여하였다. 나머지 실험동물들은 잘 치유되었으며 실험초기에 보였던 치은변연의 염증소견은 시간이 지날수록 완화되었다.

#### 2. 광학 현미경 및 형광 현미경적 소견

##### (1) 제 I군: 치주판막술군

술후 1주후 결손부는 거의 빈 공간으로 홈 부위에서 염증세포 침윤이 관찰되었으며 골 결손부와 인접한 부위에서 새로운 골조직이 형성되어 있었고 골조직 주위에 조골세포가 잘 배열되어 있었다(그림 3). 술후 2주째는 홈의 직하방에서 신생골 형성이 관찰되었으며 그 상방으로 교원질성 결합조직이 형성되어 있었다(그림 4).

술후 4주에 신생골은 홈 내면 또는 약간 상방까지 생성되어 있었고 분지부 중앙 부위보다는 치근면 인접부위에서 신생골이 많이 형성되어 함요형(concave shape)을 나타내었으며 신생골 주위로 조골세포가 배열되어 있었다. 형성된 골 상부에는 결합조직이 치밀하게 덮여 있고 상피 직하방에는 염증세포의 침윤이 보였다(그림 5A, B). 형광현미경적으로는 홈 하방 부위의 골소주는 불규칙적이며 두껍고 2주에 투여한 calcein에 의하여 녹색띠가 관찰되며 상방의 신생골소주 외면에서는 황

색의 붉은 띠가, 내부에서는 녹색의 가는 띠가 나타났다(그림 5C).

술후 8주에 골은 더 성숙되어 골소주가 두꺼워졌고 치밀해지는 경향을 보였고 신생골을 따라서 조골세포의 배열이 관찰되었다. 백악질은 치근면을 따라 홈 상방으로 재생되었으며 백악세포(cementocyte)도 관찰되었다. 치주인대 섬유는 홈내부에서는 치근면에 직각으로 배열되어 있었고 홈상방에서는 평행하게 배열되어 있었다(그림 6A-C). 형광현미경적으로 홈 직하방의 골소주 내부는 녹색으로, 바깥쪽은 황색띠가 관찰되며 새로 형성된 최상방에서도 내부의 황색과 표면의 적색띠가 관찰되었고 골소주의 외연에서 적색띠가 나타났다(그림 6D).

## (2) 제 II군: 동종탈회동결건조골 이식군

술후 1주에 홈상부의 이식골편은 골조직으로 둘러싸여 있고 홈의 직하부 골 결손부와 인접한 부위에서 신생 골조직이 관찰되었으며 주위에 조골세포가 잘 배열되어 있었다. 일부 동종탈회동결건조골편은 표면이 거칠고 결합조직으로 둘러싸여 있었다(그림 7). 술후 2주에는 홈 상방의 이식골을 골조직이 둘러싸고 있으며 그 주위로 조골세포가 배열되며 홈주위의 신생 골조직에서도 잘 발달된 조골세포가 배열되어 있었다(그림 8).

술후 4주에도 이식골편들은 골조직에 둘러싸여 서로 연결되어 있으며 그 주위로 조골세포가 잘 배열되어 있다. 백악질은 홈부위에 한정되어 형성되었다(그림 9A-C). 형광현미경적으로는 제 I군의 4주소견과 유사하였다(그림 9D).

술후 8주후에는 홈 상방으로 4주후에 비해 더 많은 골이 형성되었으며 신생골 주위로 조골세포의 배열이 관찰되었다. 백악질은 홈상방 치근면을 따라 재생되었으나 그 두께는 얇고 불규칙하였으며 치주인대 섬유는 치근면에 직각으로 배열되어 있었다(그림 10A,

B). 형광현미경적 소견은 제 I군의 8주 소견과 비슷하였으나 4주에 비해 황색형광대가 두꺼워지고 골수강 내면과 치조정 변연에 적색대로 둘러싸여 있어 8주후에도 골형성이 계속됨을 알 수 있었다. 또한 8주후에는 이식골편이 관찰되지 않았고 신생골과 하부 골이 서로 연결되어 있었다(그림 10C).

## (3) 제 III군: 동종탈회동결건조골 이식후 전기 자극을 가한 군

술후 1주 소견으로 홈주위의 이식골편은 골조직에 둘러싸여 있었고 그 주위로 조골세포가 배열되어 있었다. 홈상부의 이식골편들은 불규칙한 표면을 보이며 염색성이 진한 조직에 둘러싸여 있었다(그림 11). 2주 소견에서 홈 상방에 새로이 형성된 골조직이 관찰되며 주위로 조골세포들이 관찰되었다(그림 12).

술후 4주에는 골조직이 이식골편 주위를 둘러싸며 이식골편들을 연결하고 있으며 그 주위로 조골세포가 배열되어 있었다(그림 13A-C). 형광 현미경적인 소견은 제 I군과 유사하였다(그림 13D).

술후 8주에는 골형성이 술후 4주에 비해 진행되어 골결손부의  $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$  이상을 채우고 있었으며 골소주는 가늘고 골수강이 넓어져 있었다. 신생골 부위로 조골세포의 배열이 관찰되며 신생골 주위에 이식골편은 관찰되지 않았으나 치조정 상부 결합조직내에 잔존되어 있었다. 백악질은 홈 부위에서 상피접합부 하방까지 형성되었으며 치주인대 섬유는 치근장축에 직각으로 배열되어 있었다(그림 14A, B). 형광현미경적으로는 제 I군에서와 유사하게 치아와 인접한 부위의 골소주에서는 황색띠가 주로 나타났으나 치조정 표면과 골수강 내면에 적색띠로 둘러싸인 골소주가 관찰되었다(그림 14C).

## 3. 조직계측학적 소견(표 1-3)

표 1 Linear histometrics in mesio-distal sections for treatment modalities at 4 weeks

Junctional Epithelium	New Attachment		% of Attachment Gain
	Connective Tissue	Alveolar Bone	
Group I 0.41±0.11	1.11±0.13	0.75±0.21	36.6±8.9 47.4±8.2 53.7±13.6
Group II 0.54±0.18	0.94±0.17	1.02±0.27	
Group III 0.65±0.13	1.12±0.24	1.66±0.34	

Values are mean±standard deviation(mm)

Asterisk means statistically significant difference among 3 groups by Duncan's multiple range test and one-way ANOVA(\*: p<0.05, \*\*:p<0.01)

$$\% \text{ of Attachment Gain} = \left\{ 1 - \frac{\text{distance from furcation roof to coronal end of JE}}{\text{distance from furcation roof to the notch}} \right\} \times 100$$

Group I: surgical debridement only

Group II: DFDBA grafting

Group III: Electrical stimulation after DFDBA graft

표 2 Linear histometrics in mesio-distal sections for treatment modalities at 8 weeks

Junctional Epithelium	New Attachment		% of Attachment Gain
	Connective Tissue	Alveolar Bone	
Group I 0.64±0.18	1.21±0.41	0.94±0.18	48.6±10.3 62.5±11.6 77.5±7.8
Group II 0.83±0.13	1.55±0.34	1.29±0.27	
Group III 0.65±0.13	1.09±0.17	2.82±0.28	

Legends are the same as 표 1

표 3 Bone defect fills(%) in mesio-distal sections

Group	4 weeks(n=90)	8 weeks(n=90)
Group I	20±5.4	26±17.4
Group II	30±9.2	33±10.1
Group III	46±10.2	58±4.1

Values are mean±standard deviation(%)

Asterisk means statistically significant difference among 3 groups by Duncan's multiple range test and one-way ANOVA(\*: p<0.05, \*\*:p<0.01)

Group I: surgical debridement only

Group II: DFDBA grafting

Group III: Electrical stimulation after DFDBA graft

치근면의 접합상피 부착대는 4주후 0.41-0.65mm였고 8주에는 0.61-0.83mm로 3군간에 별다른 차이가 없었으며, 제 I, II군에서는 8주

후 증가되는 경향을 보였다. 결합조직성 부착대는 4주후 0.94-1.12mm, 8주후 1.09-1.55mm로 실험 3군간 차이가 없었으나, 제 II군에서

는 4주보다 8주에 더 증가하는 경향을 보였다.

치조골 재생에 의한 부착대는 4주후 0.75-1.66mm, 8주후에는 0.94-2.82mm로 골재생이 모든 군에서 4주보다 8주후에 더 증가하였으며, 제 III군은 제 I, II군에 비해 4주 및 8주후 유의하게 많은 골재생을 보였다.

골결손부내 치주부착증진율은 4주후 36.6-53.7%, 8주후에는 48.6-77.5%를 보여 모든 군에서 4주보다 8주후에 더 증가하는 경향을 보였고 그 증진율은 제 III군에서 가장 크게 나타났다. 제 II군, 제 I군의 순으로 나타났다. 치조골 수복율은 4주후에 20-46%이고 8주후에 26-58%로 모든군에서 4주보다 8주후에 증가하는 경향을 보였으며 제 III군이 제 I, II군에 비하여 유의하게 높았다.

#### IV. 고찰

치주질환의 치료에 있어서 질환의 병인을 제거하여 염증의 진행을 막고 상실된 치주조직의 재생을 위한 여러 외과적 치료술식들이 시행되어 왔으나 대부분의 경우 치료부위가 긴 접합상피에 의해 치유되어 신부착을 얻는데 실패하였다<sup>26, 27)</sup>. 따라서 골결손부를 포함한 만성 치주염의 치료시 치조골의 재생과 치주조직의 신부착을 얻기 위하여 많은 재료들과 술식에 대한 연구가 이루어져 왔다<sup>28, 29)</sup>.

조직재생술을 이용한 구치부의 3급 분지부 치료시 Pontoriero등<sup>30)</sup>은 극히 일부 경우에서만 성공을 보이고 대부분의 경우 만족스러운 결과를 얻을 수 없었다고 하였으며 Gottlow등<sup>12)</sup>도 신부착은 증진되었으나 골개선은 나타나지 않았다고 보고하였다. 이와 같이 3급 분지부 병소는 신부착을 얻을 수 있는 조직유도 재생술을 이용하여도 치조골 재생량은 제한되어있다. 따라서 이 실험은 골이식재에 의한 신생골 형성 촉진과 전기자극시 음극주위에 서 골 형성이 증진된다는 보고에 근거하여

성건의 하악 제 3, 4소구치에 관통형의 3급 분지부 결손부를 형성하고 동종탈회동결건조 골을 이식후 전기자극을 가하여 치조골 재생을 포함한 치주조직의 신부착이 증진될수 있는지 확인하고자 시행하였다.

골에 대한 전기자극에 대해서는 1953년 Yasuda<sup>14)</sup>가 가토의 대퇴골에 미소전류자극을 가함으로써 전극주위에 골이 침착됨을 최초로 보고하였으며, 이후 Bassett<sup>31)</sup>은 음극주위에서 골이 형성됨을, Friedenberg등<sup>19, 32)</sup>과 Brighton<sup>33)</sup>은 음극에서는 골형성이, 양극에서는 골형성과 조직괴사가 일어난다고 보고하는 등 전기자극의 골형성 효과에 대해 연구가 진행되어 왔다.

전기 자극시 골에 영향을 주는 요소로는 전류량의 크기와 총 전기량등이다. Brighton등<sup>34)</sup>은 양 전극간 평균 전류가 약 10 $\mu$ A에서 골형성이 촉진된다고 하였고 Dymecki등<sup>35)</sup>은 골형성이 최대이면서 골괴사가 최소로 나타나는 적정 전압은 1.15~1.25V라고 하였다. 직류전류를 사용한 전기적 골유도 실험의 문제점은 직류전류가 생체내로 들어가면서 분극이 일어나고 조직내 전류량이 적어지는 것이다. Friedenberge등<sup>19, 32)</sup>과 Karaki<sup>21)</sup>는 정전류 회로를 사용할 경우 전류의 변동이 적고 실험전류의 설정이 정확하기 때문에 전류에 의한 영향을 평가하는데 우수하다고 하였다. 이번 실험에 사용된 미소전류자극장치도 이러한 점을 고려하여 전류의 변동이 적고 저항의 변화가 있는 골내에서도 유지되도록 field effect transistor를 사용한 정전류 회로를 이용하였다. 전지의 선택에 있어서도 수은전지는 장기간 사용시 출력 전류치의 변동이 심하지만 산화은 전지는 일정하였다는 Moriya와 Tanaka의 보고<sup>25)</sup>에 근거하여 산화은 전지를 사용하였다. 이번 실험에는 평균 10 $\mu$ A(8-12  $\mu$ A)의 전류량과 1.4~1.55V의 전압을 보여 골형성을 촉진시키는데 적절할 것으로 여겨지는 미소전류자극장치를 제작 이용하였으며 4

주와 8주 실험동물을 희생시킨 후 전원을 적출하여 전압을 측정하고 결과 실험시작때 보다 약간 감소한 1.05-1.2V를 나타내어 실험종료시까지 계속적인 전기자극이 가해졌을 것으로 추정된다.

전극의 고정 및 설정에 있어서 치조골 결손부의 감염을 고려하여 하악골 하연에서부터 치조골정측으로 위치시켰으며 골 결손 기저부에서 상방으로 1~2mm 정도 노출되게 하였다. 전극의 재료로는 Vitalium, Platinum, 그리고 Stainless steel이 이용되고 있는데 Zengo<sup>36)</sup>에 의하면 Stainless steel 사용시 양극에서 산화반응이 일어나 조직의 파괴가 현저하지만 Platinum을 사용한 부위에서 조직의 파괴가 적었다고 하였다. 이번 실험에서는 이런 점들을 고려하여 음극, 양극 모두 백금선을 이용하였으며 실험동물 희생 후 제거한 전극들이나 조직 부위에서 육안적으로 부식이나 변색이 관찰되지 않았다.

전기자극의 방법으로는 적용부위에 대한 침투방법에 따라 체내장치법(totally invasive method), 반 체내 장치법(semi-invasive method), 체외장치법(non-invasive method)으로 분류된다<sup>37)</sup>. 체내장치법은 미소전류자극장치 전체를 체내에 삽입하는 형태로 주로 직류전기 자극에 이용되고 있다. 그러나 이 방법은 감염의 위험성, 양극산화에 따른 전극주위조직의 손상가능성이 지적되고 있다<sup>37)</sup>. 반체내장치법은 전원부는 체외에 두고 전극의 일부 혹은 전부를 체내에 삽입하는 형태로 직류와 교류전기자극을 응용한 것이다. 체외장치법은 장치를 체외에 설치함으로서 수술의 필요성은 없으나 장치의 구강내 장착이 힘들고 결과가 환자의 협조도에 의존하게 된다<sup>38)</sup>. 이번 실험에서는 감염의 위험성과 양극산화에 따른 전극주위조직의 손상 위험성이 있지만 치조골을 포함한 치주조직에 대한 전기자극의 직접적인 효과를 관찰하고자 체내장치법을 선택하였다.

전기자극에 의해 골형성이 증진되는 기전은 명확하게 밝혀져 있지 않지만 조직내의 국소환경을 변화시키는 간접작용과 주위 세포에의 직접작용에 의해 형성된다고 알려져 있다. 간접작용으로서는 전기자극에 의한 국소 pH 상승<sup>15)</sup>, 산소분압저하, 국소혈류량 증가<sup>39)</sup> 등의 변화가 골형성에 유리하게 작용하게 된다. 세포에 대한 전기자극의 직접작용에 의해 골, 연골세포의 분화와 증식을 자극하는데 이들 세포의 세포막에는 전기적 변화에 민감하게 반응하는 수용기가 있고 전기적 자극을 가하면 cAMP와  $Ca^{2+}$  이온<sup>40-42)</sup> 그리고 인슐린 유사 성장인자-II<sup>43)</sup> 등의 전달인자가 세포내 DNA합성을 증진시켜 이들 세포의 분화와 증식을 촉진시킨다고 보고되고 있다

치주조직의 재생, 특히 치조골 재생은 그 결손 형태 및 크기에 의해 영향을 받는다. Karaki등<sup>44)</sup>은 개의 치근면에 실험적 골결손을 만들고 그 치유과정을 조사하였을 때 골재생이 결손부 상방의 연조직에 의해 영향을 받으며 따라서 골의 재생능력은 한계가 있다고 하였다. 최근에는 치조골 결손부의 처치시 골 이식재와 조직유도재생술을 병행시 조직재생술만 시행한 경우보다 더 많은 치주조직 재생을 얻었다고 보고되고 있다<sup>45)</sup>. 이상적인 골 이식재는 주위 조직의 치유를 방해하지 않고 골 형성을 위한 공간유지 능력 및 골 유도 능력을 가져야 한다. 이번 실험에서는 동종탈회 동결건조골을 이식한 후 전기자극의 효과를 보았는데 이는 3급 분지부 병소에서 골재생이 일어날 수 있는 공간을 확보하기 위한 것이었다. 이식재로서 동종탈회동결건조골은 조직 친화성, 골 형성을 위한 공간 확보, 신생골 형성 촉진 작용등의 잇점이 있어 골 이식재로 사용되었다.

치주조직에 대한 전기자극의 영향으로서는 치조골 침착증가, 백악질 형성 증진등 치주조직의 재생이 보고되어 있다<sup>23, 24)</sup>. 이 실험의 4주와 8주 소견에서도 치주관막술만 시행한



제 I군보다는 부가적으로 골이식을 병행한 제 II군이 더 많은 양의 신생골 형성을 보였고 전기자극을 가한 제 III군이 I, II군에 비하여 유의하게 많은 신생골 형성을 보였다. 치조골 수복을 역시 모든 군에서 4주보다 8주후에 증가하였으며 전기자극을 준 제 III군이 제 I, II군에 비해 유의한 차이를 가지며 높은 치조골 수복율을 보였다. 이는 전기자극이 치조골 결손부에서 치조골 침착을 증진시킨다는 Kubota등<sup>23, 24)</sup>의 결과와 일치하였다. 그러나 이번 실험의 경우 전기자극에 의한 백악질 형성은 외과적으로 형성된 치조골 결손부에 단기간 치주염 유발후 오염된 병소에서 처치한 결과로 외과적 처치후 처음 3주간 치근이 개부의 치은퇴축이 발생되고 치근 분지부내로 상피가 증식, 침범하여 백악질이 형성될 부위가 작아지고 따라서 백악질 형성양에 영향을 주었으리라 추정된다.

치주인대에 대한 전기자극의 영향을 평가한 보고는 없지만 Bassett등<sup>46)</sup>은 전류자극시 결합조직 섬유아세포의 교원질 합성이 증진된다고 하였으며 Frank등<sup>47)</sup>은 가토의 근심 측부 인대의 손상부에 전기자극을 주었을 때 인대의 강도와 강직도가 자극을 주지 않은 인대 손상부에 비해 신속히 회복된다고 하였다. 또한 Kubota등<sup>23, 24)</sup>도 치조골 결손부에 대한 전류자극시 골형성과 백악질 형성 촉진과 함께 치주인대의 재생이 간접적으로 증진된다고 하였다. 따라서 이들의 연구 결과들로 추정해 볼 때 전기자극시 치주인대의 조기회복과 조직학적 구조개선이 일어날 수 있는 가능성을 생각할 수 있다. 즉 골형성을 증진시키는 전류의 영향하에서 백악질 형성이 관찰되고 치주인대는 치조골, 백악질 형성에 의해 간접적인 영향을 받아 치주인대의 기능적인 회복도 촉진되리라 추정된다. 치은결합조직에 대한 전기자극의 영향은 실험 3군 모두 각군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 전기자극을 가하지 않은 제 I군과 제 II군

은 4주에 비하여 8주에서 치근면의 결합조직성 부착대가 증가하였으나 제 III군은 감소하였다. 이것은 전기자극에 의한 직접적인 결과라기보다는 치조골에 대한 전기자극의 영향으로 제 III군에서 많은 치조골 재생이 나타나 상대적으로 결합조직성 부착대가 적었던 것으로 생각된다. 접합상피대는 각군간에 유의한 차이가 없게 나타나 전기자극에 의한 영향이 없었던 것으로 추정된다. 그러나 8주후 제 I, III군에 비해 제 II군의 상피대가 더 큰 경향을 보였는데 이는 이식재의 탈락에 따른 상피의 하방증식 가능성을 시사한다.

신생골의 형성시기와 정도를 관찰하기 위한 형광 현미경 소견에서 4주째에 골결손부 근처에서 새로이 형성된 골소주의 바깥쪽은 황색의 굵은 띠가, 안쪽에서는 녹색의 가는 띠가 둘러싸고 있어 신생골 형성이 2주째부터 시작되어 4주째에 활발하게 진행되고 있음을 보였다. 술후 8주째에 주입한 alizarin red의 적색 형광대는 새로이 형성중인 치조정측 치조골 부위와 골수강 내연 측 골소주의 가장자리에서 관찰되어 4주와 8주사이에도 계속적으로 골형성 및 석회화가 진행중임을 추정할 수 있다. 또한 전기자극을 가한 제 III군은 제 I, II군에 비해 신생골 형성량이 증가하였으나 골성숙도에서 차이가 없이 유사한 소견을 보였다.

이번 실험의 경우 동종탈회동결건조골 이식후 전기자극을 가했을 때 치조골을 포함한 치주조직의 재생이 빠르게 형성되었으나 치근 분지부 하방의 접합상피를 포함한 연조직 침입을 완전히 막을 수 없었다. 그러나 골조직 재생이 어려운 3급 분지부 병소에서, 개체 차이는 있었지만, 전기자극에 의한 치조골 재생 및 치주조직의 신부착이 상당히 높은 수준으로 얻어졌다.

이상의 실험결과는 심하게 파괴된 치주조직에 이식재 삽입에 의한 공간확보와 함께 전기자극을 가하면 치조골 재생이 촉진되고 접

합상피의 하방성장이 억제되어 치주조직의 신부착이 증진될 가능성을 보여주었다. 그러나 이번 실험에 이용된 전기자극법은 감염의 위험성과 부가적인 수술의 필요성등 임상적으로 사용하기위해 해결해주어야 할 여러 문제가 남아있다. 따라서 치주질환에 의해 상실된 치조골과 치주조직의 재생을 위해 이용되는 전기자극 장치는 체외에 두면서 소형의 전극이 구강내 특정부위에만 작용하는 형태가 개발되어야 하리라 생각된다.

## V. 결론

이 연구는 전기자극을 가하면 자극부위의 골형성이 촉진된다는 연구보고에 근거하여 치주질환에 의해 파괴된 치주조직에 직류전류자극을 주었을 때 치조골을 포함한 치주조직의 재생에 미치는 영향을 알아보고자 시행하였다.

성견의 하악 제 3, 4소구치에 3급 분지부 골결손을 외과적으로 만들고 실험적 치주염을 유발시킨 후 치은판막술만 시행한 군을 제 I군으로, 동종탈회동결건조골을 이식한 군을 제 II군으로, 동종탈회동결건조골 이식후 10 $\mu$ A의 직류 정전류 자극을 가한 군을 제 III군으로 나누어 치주조직재생 양상을 조직학적으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1, 2주에는 모든 군에서 치은퇴축이 나타났으며 제 I군이 제 II, III군에 비하여 더 많은 치은퇴축을 보였다.
2. 4주와 8주에 접합상피 및 결합조직 부착대는 모든 군에서 차이가 없었으나 치은결합조직 부착대는 제 II군에서 8주에 4주보다 더 증가하였다.
3. 치조골 재생량은 제 III군이 제 I, II군에 비하여 4주 및 8주후 유의하게 많았다.
4. 치주조직의 신부착은 제 III군이 제 I, II군에 비하여 4주와 8주후 유의하게 높았

다.

이상의 결과는 3급 분지부 골 결손을 동반하는 치주병소에 탈회동결 건조골 이식후 미소 전류 자극 장치를 이용한 전기자극을 가하면 치조골 재생의 증진과 함께 치주조직의 신부착을 얻을 수 있음을 증명한다.

## VI. 참고문헌

1. Carranza FA: A technique for treating infrabony pockets so as to obtain reattachment. Dental Clin North Am 75-83, 1960.
2. Ellegaard B, Karring T, Loe H: New periodontal attachment procedure based on retardation of epithelial migration. J Clin Periodontol 1:75-88, 1974.
3. Carraro JJ, Sznajder N, Alonso CA: Intraoral cancellous bone autografts in the treatment of infrabony pockets. J Clin Periodontol 3:104-109, 1976.
4. Goldman HM, Cohen DW: The infrabony pocket. Classification and treatment. J Periodontol 29:272-291, 1958.
5. Prichard JF: The diagnosis and treatment of periodontal disease. pp 358-369 Saunder Philadelphia, 1979.
6. Froum SJ, Thaler R, Scoop IW, Stahl SS: Osseous autograft. Clinical response to bone blend or bone marrow grafts. J Periodontol 46: 515-521, 1975.
7. Mellonig JT, Bowers GM, Bright RW, Lawlence JJ: Clinical evaluation of freeze-dried bone allografts in periodontal osseous defects. J Periodontol 47: 125-131, 1976.
8. Blumental NM: The effect of supracrestal tricalcium phosphate

- ceramic-microfibrillar collagen grafting on postsurgical soft tissue levels. *J Periodontol* 59: 18-21, 1988.
9. Ganeles J, Listgarten MA, Evian CI: Ultrastructure of durapatite periodontal tissue interface in human infrabony defects. *J Periodontol* 57: 133-140, 1986.
  10. Bye FL, Krause ME, Regezi JA, Caffesse RG: Histologic evaluation of periodontal implants in biologically closed model. *J Periodontol* 58: 110-114, 1987.
  11. Caffesse RG, Smith BA, Nasjleti CE, Lopatin DE: Cell proliferation after flap surgery. *J Periodontol* 58: 661-667 1987.
  12. Gottlow J, Nyman S, Lindhe J, Karring T, Wenstrom J: New attachment formation in the human periodontium by guided tissue regeneration. Case report. *J Clin Periodontol* 13: 604-616, 1986.
  13. Pitaru S, Tal H, Soldinger M, Noff M: Collagen membranes prevent apical migration of epithelium and support new connective tissue attachment during periodontal wound healing in dogs. *J Periodontal Res* 24: 247-253, 1989.
  14. Yasuda I: Piezoelectricity of living bone. *J Kyoto Med Soc* 4: 395-406, 1953.
  15. Jahn TL: A possible mechanism for the effect of electrical potentials on apatite formation in bone. *Clin Orthop* 56: 261-273, 1968.
  16. Brighton CT, Adler S, Black J, Itada N, Friedenberg ZB: Cathodic oxygen consumption and electrically induced osteogenesis. *Clin Orthop* 107: 277-289, 1975.
  17. Bassett CAL, Mitchell SN, Gaston SR: Treatment of ununited tibial diaphyseal fractures with pulsing electromagnetic fields. *J Bone Joint Surg* 63-A: 511-523, 1981.
  18. Brighton CT: The semi-invasive method of treating nonunion with direct current. *Orthop clin Nor Am* 15: 33-45, 1984.
  19. Friedenberg ZB, Zemsky LM, Pollis RP, Brighton CT: The response of non-traumatized bone to direct current. *J Bone Joint Surg* 56: 1023-1031, 1974.
  20. Suzuki H: An experimental study on the micro-electric current on the bone formation in *Macaca irus*. *J Kyushu Dent Soc* 29: 399-416, 1979.
  21. Karaki R: Experimental study of internal remodeling and callus formation in mandible by electrical stimulation. *J Kyushu Dent Soc* 32: 590-608, 1979.
  22. Jacobs JD, Norton LA: Electrical stimulation of osteogenesis in periodontal defects. *Clin Orthop Res* 124: 41-51, 1976.
  23. Kubota K: Effect of electrical currents on alveolar bony defects. *Kyushu Dent J* 36: 64-81, 1982.
  24. Kubota K, Hitaka M, Yasumoto M, Hayashikawa T, Umezaki SI, Karaki RI, Soh YI, Yamamoto H: Effect of electrical current on the osteogenesis in alveolar bone defects--Application of tricalcium phosphate. *Kyushu Dent J* 41: 985-993, 1987.
  25. Moriya M, Tanaka H: Experimental study on the application of direct current to the intra-osseous implant. *J Jpn Prosthodont Soc* 34: 309-319, 1990.
  26. Rosling R, Nyman S, Lindhe J, Jern B: The healing potential of the periodontal tissues following different techniques of

- periodontal surgery in plaque-free dentitions, *J Clin Periodontol* 3: 233-250, 1976.
27. Nyman S, Lindhe J, Karring T, Rylander H: New attachment following surgical treatment of human periodontal disease, *J Clin Periodontol* 9: 290-296, 1982.
  28. Magnusson I, Batich C, Collins R: New attachment formation following controlled tissue regeneration using biodegradable membranes, *J Periodontol* 59: 1-6, 1988.
  29. Minabe M: A critical review of the biologic rationale for guided tissue regeneration, *J Periodontol* 62: 171-179, 1991.
  30. Pontoriero R, Nyman S, Lindhe J, Rosenberg E, Sanavi F: Guided tissue regeneration in the treatment of furcation defects in man, *J Clin Periodontol* 14: 618-620, 1987.
  31. Bassett CA: Biophysical principle affecting bone structure: the biochemistry and physiology of bone pp 1-76 Academic press New York 1971.
  32. Friedenberg ZB, Roberts PG, Didizan NH, Brighton CT: Stimulation of fracture healing by direct current in the rabbit fibula, *J Bone Joint Surg* 53: 1400-1408, 1971.
  33. C.T. Brighton: Current concepts review. The treatment of non-unions with electricity, *J Bone Joint Surg* 63: 847-851, 1981.
  34. Brighton CT: Treatment of Nonunion of the Tibia with Constant Direct Current, *J Trauma* 21: 189-195, 1981.
  35. Dymecki SM, Black J, Brighton CT: The cathodic potential dose-response relationship for medullary osteogenesis with stainless steel electrodes, *BRAGS Abstracts* 4: 29, 1984.
  36. Zengo AN, Bassett CA, Pawluk PJ: In vivo effect of direct current in the mandible, *J Dent Res* 55: 383-390, 1976.
  37. 井上 四郎: 骨の電気刺激療法, pp 13-45 1991, 建友館.
  38. Brighton CT, Pollack SR: Treatment of recalcitrant non-union with a capacitively coupled electrical field, *J Bone Joint Surg* 67-A: 577-585, 1985.
  39. Brighton CT, Adler S, Black J, Itada N, Friendenberg ZB: Cathodic oxygen consumption and electrically induced osteogenesis, *Clin Orthop* 107: 277-289, 1975.
  40. Rodan GA, Bourret LA, Norton LA: DNA synthesis in cartilage cell is stimulated by oscillating electric fields, *Science* 199: 690-692, 1978.
  41. Luben RA, Cain CD, Chen MCY, Rosen DM, Adey WR: Effect of electromagnetic stimuli on bone and bone cell in vitro: inhibition of response to PTH by low energy low frequency fields, *Proc Natl Acad Sci USA* 79: 4180-4184, 1982.
  42. Hiraki Y, Endo N, Takigawa M, Asada A, Takahashi H, Suzuki F: Enhancement responsiveness to parathyroid hormone and induction of functional differentiation of cultured rabbit costal chondrocytes by pulsed electromagnetic field, *Biophysica Acta* 931: 94-100, 1987.
  43. Fizzimmons RJ, Farley JR, Adey WR, Baylink DJ: Low-amplitude, low-

- frequency electric field-stimulated bone cell proliferation may in part be mediated by increased IGF-II release. *J Cell Physiol* 150: 84-89, 1992.
44. Karaki R, Kuboata K, Hitaka M, Yamaji S, Katoka R, Yamamoto H: Effect of gum-expanding-mesh on the osteogenesis in surgical bony defect. *J Jpn Soc Periodontol* 26: 516-522, 1984.
  45. Anderegg CR, Martin SJ, Gray JL, Mellonig JT, Gher ME: Clinical evaluation of the use of decalcified freeze-dried bone allograft with guided tissue regeneration in the treatment of molar furcation invasions. *J Periodontol* 62: 264-268, 1991.
  46. Bassett CA, Herrman I: The effect of electrostatic fields on macromolecular synthesis by fibroblast. *J Cell Biol* 39: 9a 1978.
  47. Frank C, Schacha N, Dittrich D, Shrive N, Dehaas W, Edwards G: Electromagnetic stimulation of ligament healing in the rabbit. *Clin Orthop* 175: 263-272, 1983.

## 사진부도 설명

- 그림 3 Group I at the first week, Inflammatory cell infiltration(IC) is observed at the level of notch, Osteoid(OT) was formed on the underlying bone and osteoblast(OB) is lining around newly formed bone tissue.(A 2×, B 20×, C 200×, multiple stain).
- 그림 4 Group I at the second week, Osteoid was formed at the level of defected area, Highly vasculized collagenous connective tissue(CT) in the notch area is observed(A 2×, B 20× Villanueva bone stain; C 100× multiple stain).
- 그림 5 Group I at the fourth week, New bone crest with osteoid deposition is located coronally to the notch area and the central portion of the crest is still lower than the site adjacent to periodontal space. Osteoblasts are lining along the newly formed bone at the bone crest adjacent to root surface. The dense collagenous connective tissues is covering over newly formed bone crest(A 20×, B 100× multiple stain).  
Under the fluorescent microscope, yellow fluorescence is observed along the outer surface of the newly formed bony trabeculae and green fluorescence along the surface of bone marrow adjacent to the notch(C 20×).
- 그림 6 Group I at the eighth week, Bony trabeculae became thicker and denser compared to the fourth week. Osteoblasts are still lining along newly formed bone especially in crestal area adjacent to root surface. Newly formed cementum(C) is observed along root surface above the notch and cementocyte(CC) is observed. Periodontal ligament fiber is arranged perpendicular to root surface at lower portion of the newly formed cementum(A 20×, B 100×, C 100× multiple stain).  
Under the fluorescent microscope, yellow fluorescence is observed in the new bone adjacent to the notch and red fluorescence at the new alveolar bone crest(D 20×).
- 그림 7 Group II at the first week, Implanted particles surrounded by osteoid(arrows) is observed in defect area adjacent to the notch(A 2×, B 40× multiple stain). Active osteoblasts are pallsading around osteoid(C 200×). Some implanted particle showed irregular outer surface in the connective tissue above the notch area(D 200×).
- 그림 8 Group II at the second weeks, Osteoid are formed in the notch area, Implanted particles(D) are surrounded by osteoid. Active osteoblasts are lining around osteoids(A 2× Villanueva bone stain; B 20×, C 200× multiple stain).
- 그림 9 Group II at the fourth week, Implanted particles are bridged by newly formed bone and connected with each other. Osteoblasts are lining around newly formed bone and encapsulated osteocytes are observed within newly formed bone. Cementum was formed along the notch wall of defected dentin(A 20×, B 200× multiple stain; C 100× H-E stain). Yellow fluorescence is seen in the newly formed bony trabecular under the fluorescent microscopy(D 20×).

그림 10 Group II at the eighth week. Dense collagenous connective tissue is covering over the newly formed bone crest, which is covered to the notch area. New cementum was formed above the level of the notch. Periodontal ligament fibers are arranged perpendicular to the root surface.(A 20×, B 100× multiple stain).

Under the fluorescent microscope, yellow fluorescence are surrounded by red fluorescence in bony trabeculae, especially in the central portion of newly formed alveolar bone crest. Implanted particles are not observed at the eighth week(C 20×).

그림 11 Group III at the first weeks. Osteoid was formed between implanted particle and old bone surface at the level of notch. Newly formed bone which contains osteocytes and is lining by active osteoblast. Implanted particles in connective tissue above the notch are surrounded by dense connective tissue. Newly formed bone is seen on the surface of remaining bone(A ×20, B ×200, C ×200 multiple stain; D ×200 H-E stain).

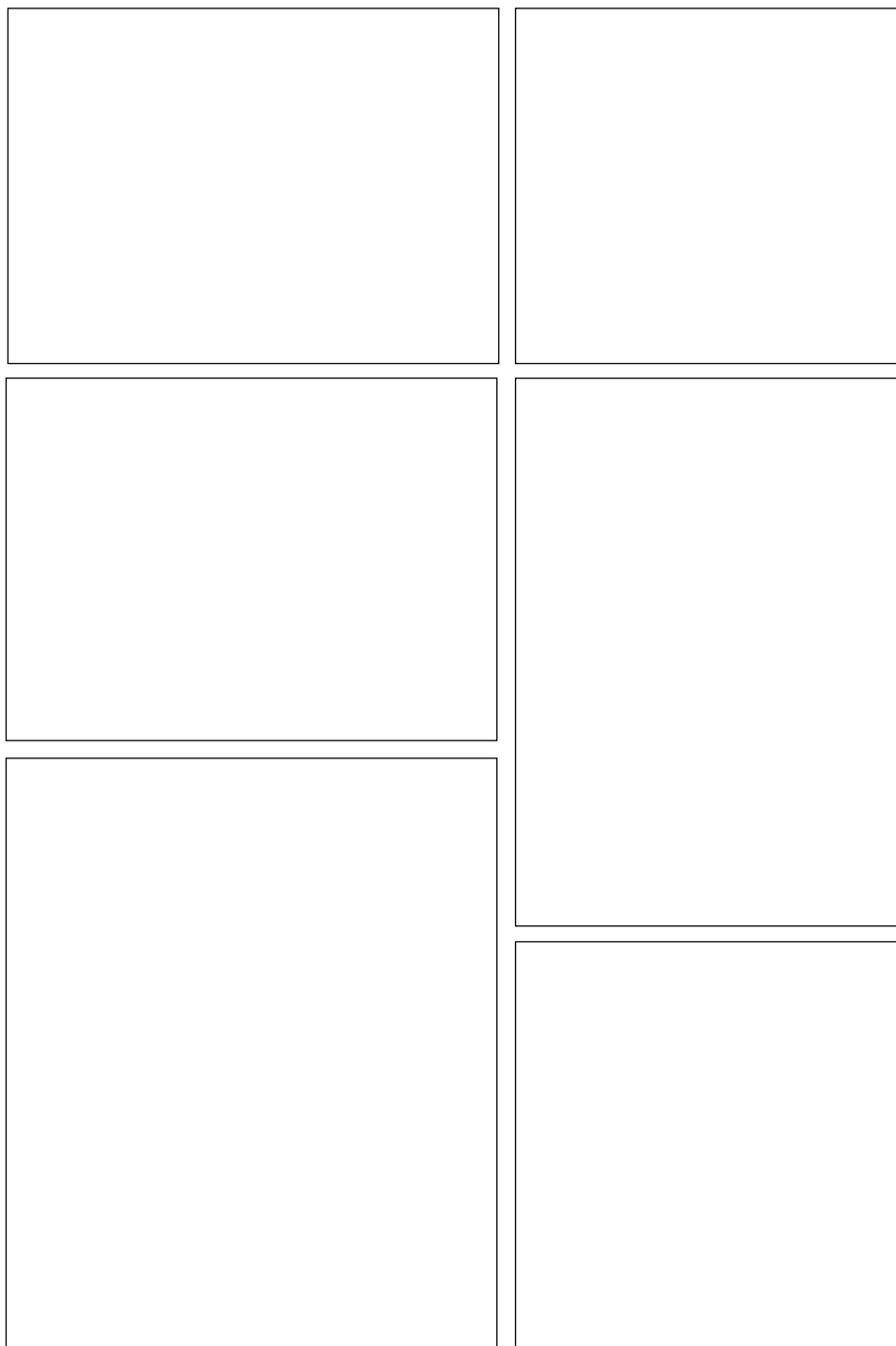
그림 12 Group III at the second week. Newly formed bone is observed adjacent to the notch area and surrounding implanted particle and osteocyte is seen in the notch. Active osteoblasts are palling around osteoid(A ×20, B ×200 multiple stain).

그림 13 Group III at the fourth week. New bone crest with osteoid deposition is located coronally to the notch area and the central portion of the crest is still lower than the site adjacent to periodontal space. Osteoblasts are lined along the newly formed bone(A, 2× Villanueva bone stain; B 20×, C 100× H-E stain).

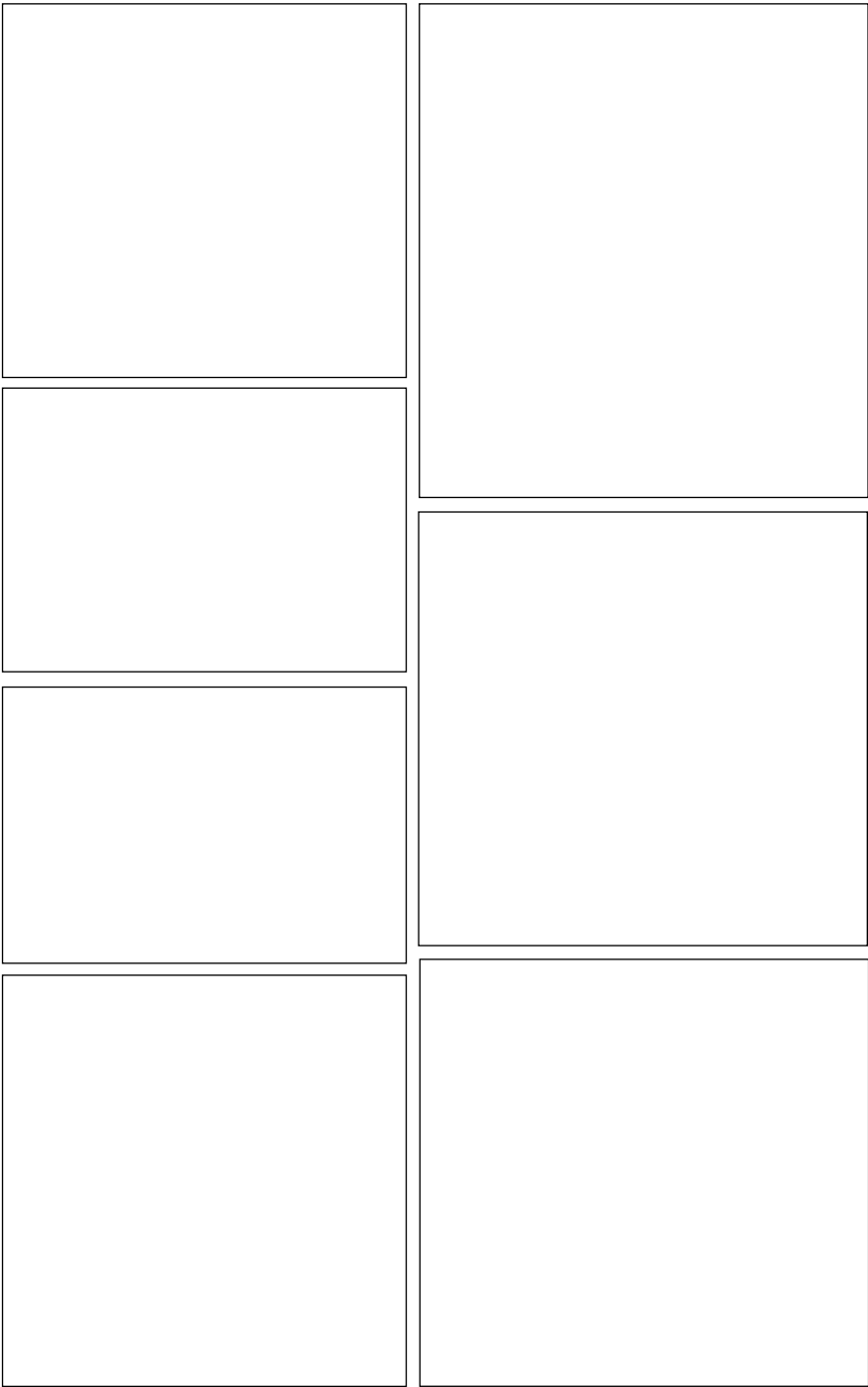
Under the fluorescent microscope, thick yellow fluorescence is observed on the surface of newly formed thin trabeculae(D 20×).

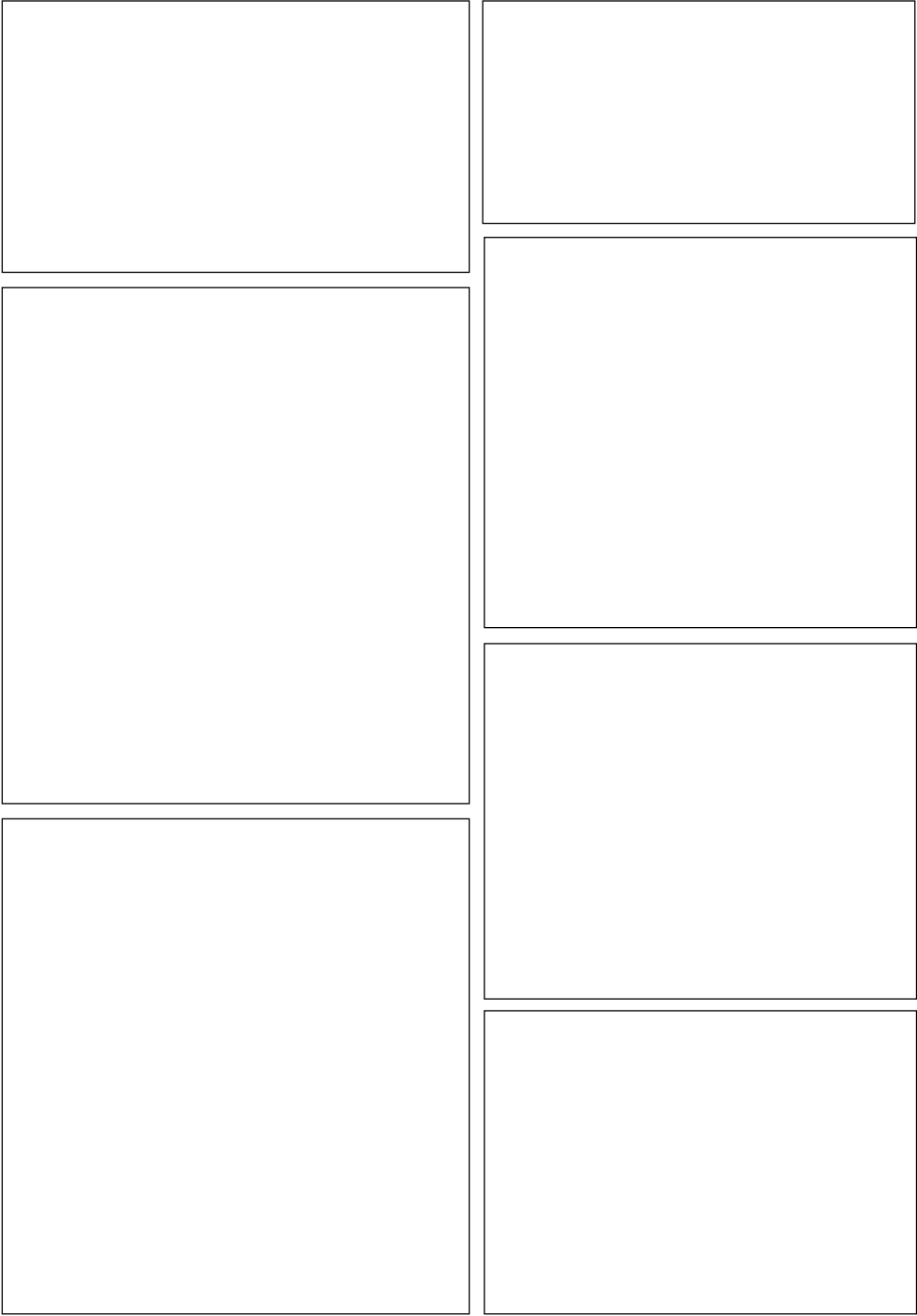
그림 14 Group III at the eighth week. New cementum(NC) and new connective tissue attachment is formed coronally along the root surface subjacent to epithelial attachment and relatively mature new bone is observed except in the central portion of the bone crest. Periodontal ligament fibers are arranged perpendicular to the newly formed cemental surface(A 20×, B 100× multiple stain).

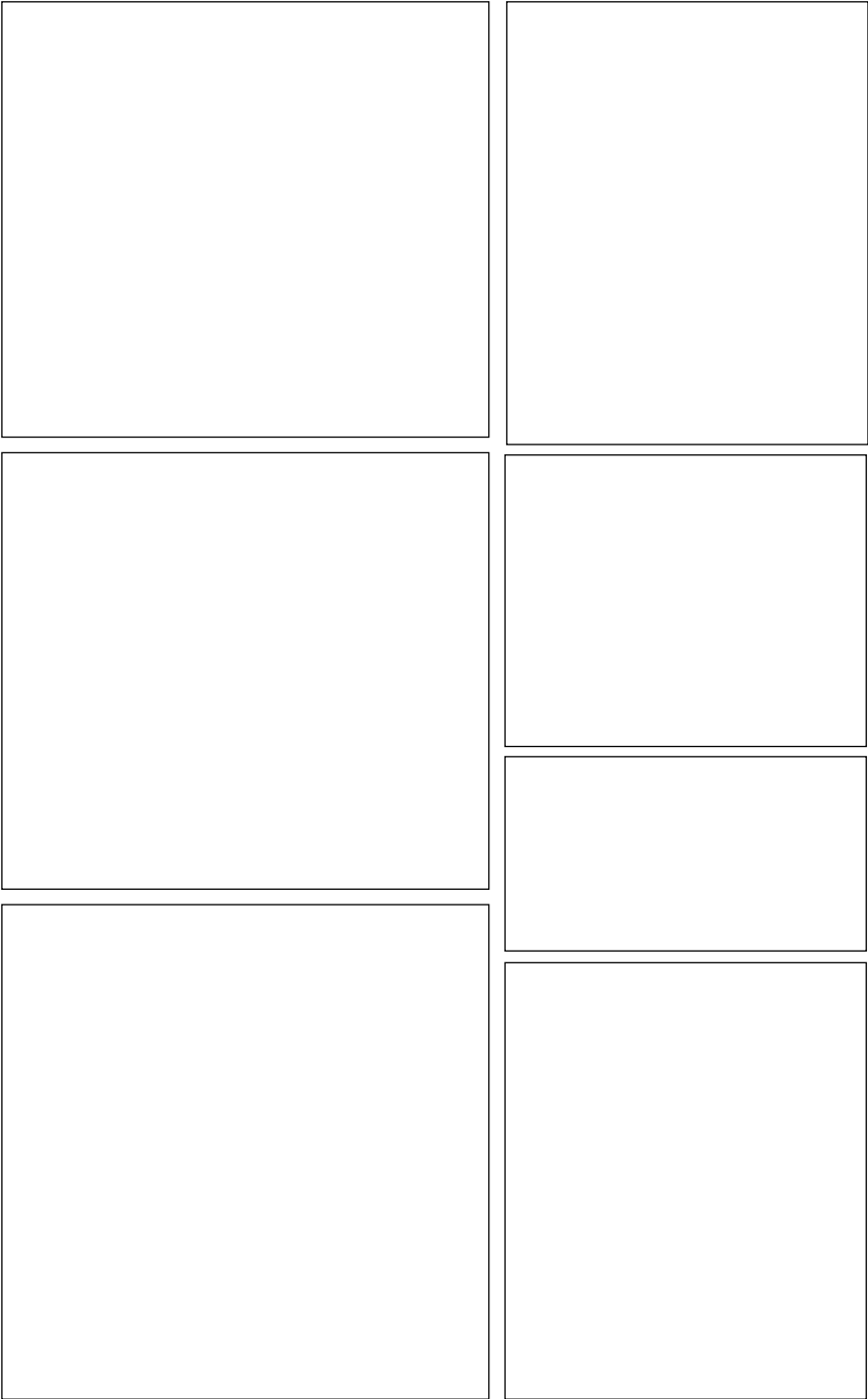
Under the fluorescent microscope, red fluorescence is prominent on upper surface of central portion of new bone crest(C 20×).

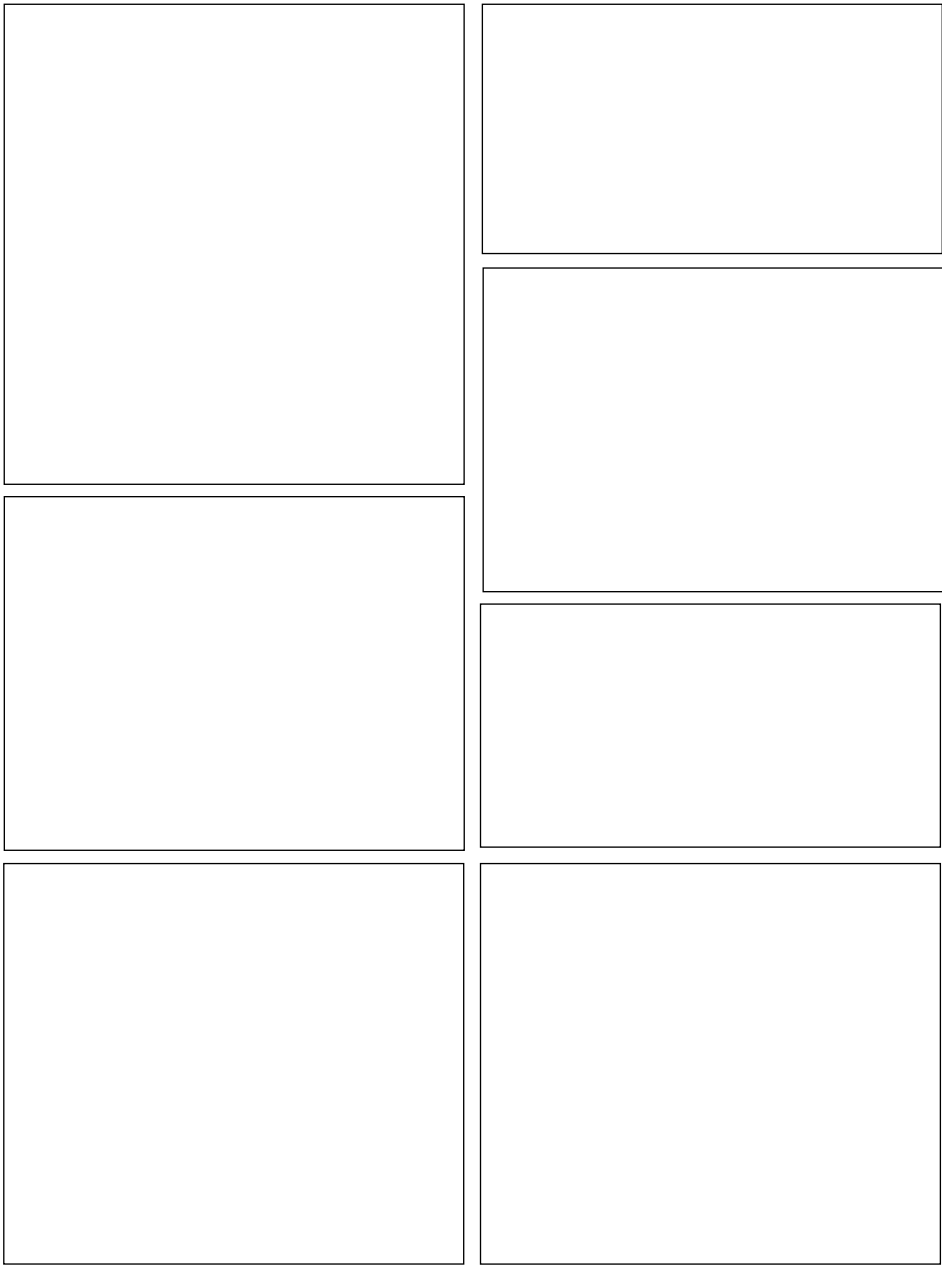










## **Experimental study on the effect of direct microcurrent to periodontal regeneration in class III furcation defects**

Young-Jun Kim, Hyun-Ju Chung

Department of Periodontology, College of Dentistry, Chonnam National University

Several experimental studies showed that the application of small amounts of electric current to bone stimulated osteogenesis at the site of the cathode and suggests that the application of electrical currents to periodontal defects could promote bone and cementum formation.

The purpose of this study was to determine the effect of direct microcurrent to the periodontal regeneration of class III furcation defects in dogs.

Class III furcation defects were surgically created on the third and the fourth premolars bilaterally in the mandibles of nine mongrel dogs. Experimental periodontitis were induced by placing small cotton pellets into the created defects for 3 weeks. The experimental sites were divided into three groups according to the treatment modalities: Group I- surgical debridement only; Group II- allogenic demineralized freeze dried bone grafting; Group III- allogenic demineralized freeze dried bone grafting and electrical stimulation.

For fluorescence microscopic evaluation, calcein, oxytetracycline HCl and alizarin red were injected 2, 4 and 8 weeks(3 days prior to sacrifice) after surgery. The animals were sacrificed in the 1st, 2nd, 4th and 8th week after periodontal surgery and the decalcified and undecalcified specimens were prepared for histological and histometrical examination.

After the first and the second weeks, gingival recession was more severe in group I than groups II and III. After the fourth and the eighth weeks, there was no difference in the width of junctional epithelium and connective tissue attachment among the three groups, but the width of connective tissue attachment increased in group II at the eighth week, compared to the fourth week. The amount of bone repair in new attachment was significantly greater in group III, compared to groups I and II. New attachment formation was significantly greater in group III, compared to groups I and group II.

These results suggest that electrical stimulation using microcurrent generator could be a useful tool for periodontal regenerative therapy in class III furcation defect.