



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 원저작자를 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 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

2013년 8월
박사학위논문

성견에서 2급 이개부결손부
치료시 자가치아골이식재의 효과
: 조직학적 및
조직형태계측학적 연구

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

조 아 영

성견에서 2급 이개부결손부
치료시 자가치아골이식재의 효과
: 조직학적 및
조직형태계측학적 연구

Effect of autogenous tooth bone graft on Class
II furcation defects in dogs : A histologic and
histomorphometric study

2013년 8월

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

조 아 영

성견에서 2급 이개부결손부
치료시 자가치아골이식재의 효과
: 조직학적 및
조직형태계측학적 연구

지도교수 김 병 옥

이 논문을 치의학 박사학위신청 논문으로 제출함

2013년 4월

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

조 아 영

조아영의 박사학위논문을 인준함

위원장 전남대학교 교수 정 현 주 (인)

위 원 경북대학교 교수 신 흥 인 (인)

위 원 조선대학교 교수 김 춘 성 (인)

위 원 조선대학교 교수 문 성 용 (인)

위 원 조선대학교 교수 김 병 옥 (인)

2013년 6월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT

I. 서 론	1
II. 실험 재료 및 방법	3
1. 실험 재료	3
2. 실험 방법	3
(1) 동물 준비	3
(2) 수술 방법	3
3. 조직학적 평가 및 조직 계측학적 평가	5
(1) 조직학적 평가	5
(2) 조직계측학적 평가	5
4. 통계학적 분석	6
III. 연구 결과	7
1. 임상적인 관찰	7
2. 조직학적 분석	7
(1) 4주군	7
(2) 8주군	8
3. 조직계측학적 분석	9
IV. 총괄 및 고찰	12
참고문헌	16

도 목 차

Figure 1. Surgical site. A) Buccal view showing the Class II furcation defects (5 x 4 x 3 mm). B) No graft placement (group PTFE) and Auto-BT [®] powder placement (group PTFE/Auto-BT [®]). C) Autogenous tooth bone powder (Auto-BT [®]). D) PTFE membrane and Bone Tack [®] placement (both groups).	4
Figure 2. Schematic illustration representing the histomorphometric measurements performed in the furcation area. Area measurements are as follows: A-NFB, A-CT, A-E and A-ES. Linear measurement is as follows: CE. (A-NFB = area of newly formed bone; A-CT = area of connective tissue; A-E = area of epithelium; A-ES = area of empty space; CE = cementum extension)	6
Figure 3. Group PTFE (4 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. In the coronal portion, epithelial migration(E) is observed. In the apical portion, new alveolar bone(NFB) and new connective tissue(CT) are observed. (H&E; original magnification x 12.5)	7
Figure 4. Group PTFE/Auto-BT [®] (4 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. New alveolar bone(NFB), new connective tissue(CT) and graft materials are observed. (H&E; original magnification x 12.5)	8
Figure 5. Group PTFE (8 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. The coronal-portion is filled with dense connective tissue(CT). In the mid-portion, new alveolar bone(NFB) is observed. (H&E; original magnification x 12.5)	9

Figure 6. Group PTFE/Auto-BT[®] (8 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. The furcation defect is filled with new alveolar bone(NFB) and graft materials. (H&E; original magnification x 12.5) 9

Figure 7. Percentage of parameters for PTFE alone and Auto-BT[®] + PTFE ·· 11

표 목 차

Table 1. Percentage of parameters for PTFE alone and Auto-BT[®] + PTFE (Mean \pm SD) 10

Table 2. Percentage of furcation filling for PTFE alone and Auto-BT[®] + PTFE (Mean \pm SD) 11

ABSTRACT

Effect of autogenous tooth bone graft on Class II furcation defects in dogs: A histologic and histomorphometric study

Cho Ah-Young

Advisor: Prof. Kim Byung-Ock, Ph.D.

Department of Dentistry

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the efficiency of combined use of autogenous tooth bone graft (Auto-BT[®]) with Polytetrafluoroethylene (PTFE) membrane for surgically created Class II furcation defects histologically and histomorphometrically.

Five dogs were used in this study. The Class II furcation defects (5 x 4 x 3 mm) were formed at lower third and fourth premolar, respectively. The control group defects were covered with PTFE membrane only while the experimental group defects were treated with Auto-BT[®] and then covered with PTFE membrane. The healing patterns were observed at 4 weeks and 8 weeks after treatment. Mesio-distal sections were obtained and stained with hematoxylin and eosin. Histologic and histomorphometric analyses were performed. Statistical analyses were performed using Mann-Whitney test and Wilcoxon ranked test.

The formation of new bone, cementum, and periodontal ligament were similar in both groups. Regeneration of bone and connective tissue in the furcation defects were almost complete in most of the experimental specimens. There were no statistically significant differences between groups for histomorphometric measurements.

In conclusion, this study showed that Auto-BT[®] graft revealed favorable effect on the healing of Class II furcation defects, but there were no statistically significant

difference between the two groups: PTFE membrane with Auto-BT[®] or PTFE membrane only.

Keyword: Furcation defects; guided tissue regeneration; polytetrafluoroethylene; autogenous tooth bone graft.

I. 서론

치주치료의 목적은 치주질환의 진행을 막고, 치주질환으로 파괴된 치주조직을 최대한 재생시키는데 있다. 치주치치 후 치주조직 재생 과정중에 다양한 형태의 세포들이 치주조직 결손부로 들어와 기능하게 된다. 이때 관여하는 세포들로는 접합상피에서 유래된 세포들, 치은결합조직에서 유래된 섬유모세포들, 치주인대에서 유래된 섬유모세포들과 간엽세포들, 그리고 골모세포들이 있다.¹ 그러나, 접합상피나 결합조직에서 유래된 세포들은 빠르게 이주하고 분화하여 긴 접합상피로의 치유를 일으켜 하방의 치주조직 재생을 방해한다. 조직유도재생술은 이런 접합상피나 결합조직에서 유래된 세포들을 차폐막을 사용하여 배제하고 하방에 치주인대와 치조골에서 유래된 세포들이 새로운 치주조직을 재생시키도록 하는 술식이다.

조직유도재생술에는 비흡수성 차폐막과 흡수성 차폐막이 사용되고 있다. 이 술식은 골내 결손부에서 좋은 결과를 나타내왔으며,²⁻⁴ Pontoriero 등^{5,6}은 2급 이개부 결손에서는 신부착과 치조골형성을 나타냈으나, 3급 이개부 결손에서 수직으로 4 mm이상 큰 결손부의 경우 낮은 성공률을 나타냈다고 보고하였다. Machtei와 Schallhorn⁷는 조직유도재생술은 2급 이개부 결손에 적절한 치료법이라 하였고, 차폐막과 함께 골이식재를 사용하였을 때 재생의 결과는 더 향상된다고 하였다.⁸

다양한 골이식재들이 2급 이개부 결손의 재생에 사용되고 있다.⁹ 골이식재는 다음과 같은 3가지 역할을 할 수 있는 것으로 알려져 있다. 골재생기간에 비계의 역할을 하거나(골전도성), 골형성세포로 분화를 촉진시키거나(골유도성), 그리고 골이식재가 골형성세포를 보유하고 있어서 직접 골재생에 기여 할 수도 있다(골재생성).¹⁰ 전통적으로 재생에 가장 좋은 골이식재로 여겨지는 자가골은 골재생성, 골전도성, 골유도성을 모두 나타낸다.¹¹ 하지만, 채취할 수 있는 자가골의 양에 한계가 있고 골흡수를 피할 수 없을 뿐더러, 자가골을 채득하기 위해 수술부위가 늘어나는 단점을 지니고 있다. 이런 한계를 극복하기 위해, 동종골, 이종골 그리고 합성골이 임상에서 사용되어져 왔으며, 보다 이상적인 골이식재를 개발하기 위한 노력도 계속되어 왔다.¹²

자가치아골이식재는 발치된 치아를 파우더 형태로 처리하여 만든 새로운 형태의 골이식재이다.^{13,14} 치아골이식재의 학술적 근거는 오래 전부터 제시되어 왔다.¹⁵ 인간의 치아에서 골형성유도단백질이 추출되었고 탈회된 상아질은 골유도 능력을 가진다고

보고된 바 있다.¹⁶ Kim 등¹⁷⁻²²은 1993년 이후 발표된 치아회분말 실험 및 논문을 통해 고온에서 회화시킨 동종 및 이종 치아회분말의 안전성 및 골전도성 치유 능력을 증명해왔다. 당시 치아회분말은 면역거부반응을 억제할 목적으로 1250도씨 고온에서 태우는 방법으로 제조했음에도 불구하고 생체적합성이 있는 폴리식재임이 입증되었다고 보고하였다. 자가치아골이식재는 2008년부터 실용화되어 임상에서 사용되기 시작했으며 무기질과 유기질 성분을 모두 함유하고 있기 때문에 매우 우수한 골유도 및 골전도에 의한 골치유를 보이며, 조직학적 소견에서도 우수한 골치유를 보인다고 보고하였다.^{13,14} 또한 자가치아골이식재는 자가골과 유사한 표면 형태와 낮은 결정 구조를 가진다고 보고된 바 있다.¹⁴

현재 자가치아골이식재의 치주조직 재생 가능성에 대한 연구는 미비한 바, 이번 연구에서는 외과적으로 형성한 2급 이개부 결손에서 비흡수성 차폐막인 Polytetrafluoroethylene(PTFE)막을 사용하여 자가치아골이식재의 치주조직 재생 가능성에 대해 조직학적 그리고 조직형태계측학적으로 평가하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

이 연구는 “조선대학교 동물실험윤리위원회”의 승인을 받아 진행되었다 (CDMDIRB-1114-A85). 실험은 생후 6개월된, 15 kg에서 20 kg의 성견 5마리를 대상으로 하였다. 모두 동일 조건하에서 사육되었고, 대상 실험견의 전신적 상태와 구강내 상태는 모두 양호하였다.

자가치아골이식재(Auto-BT[®], Korea Tissue Bank, Seoul, Korea)의 제작을 위해 하악 좌우측 제 1, 2 소구치 및 4 전치를 사용하였다. 또한 2급 이개부 결손 형태는 하악 좌우측 제 3, 4 소구치에 형성하였다. 대조군과 실험군은 무작위로 선정하였다. 이때, 대조군은 비흡수성 차폐막(Polytetrafluoroethylene membrane, Cytoplast membrane[®], Osteogenics Biomedical, Inc, Lubbock, USA)만 사용한 군으로 하였고, 실험군은 자가치아골이식재로 결손부를 채운 후 비흡수성 차폐막을 사용한 군으로 하였다.

2. 실험 방법

(1) 동물 준비

실험 전, tiletamine-zolazepam(Zoletil 50[®], Virbao, Carros, France, 5-10 mg/kg)과 Xylazine-HCl(Rumpum[®], Bayer Vetchem, Korea, 0.15 ml/kg)을 혼합한 후 근육주사로 전신마취를 시행하였다.

(2) 수술 방법

실험 1개월 전, 2% lidocaine HCl(1:80,000 Epinephrine, Yuhan Corporation, Korea)를 사용하여 국소 마취를 시행한 후 하악 좌우측 제 1, 2 소구치 및 전치를 발치하여 자가치아골이식재를 제작하였다. 하악 제 3, 4 소구치부위에 2% lidocaine HCl를 사용하여 국소마취를 시행한 후, 협측 열구절개과 수직절개를 시행하고 협측으로 전충관막을

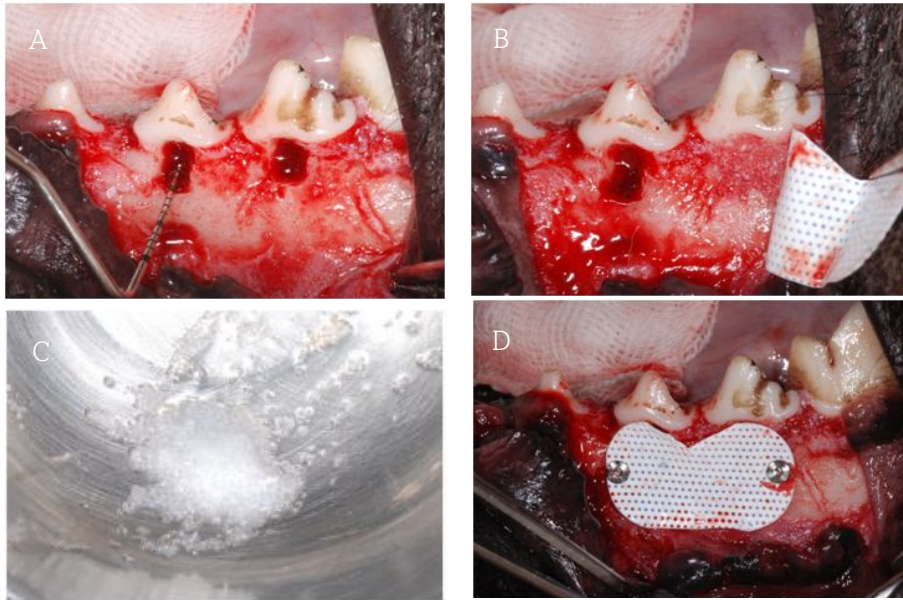


Figure 1. Surgical site. A) Buccal view showing the surgically created Class II furcation defects (5 x 4 x 3 mm). B) No graft placement (group PTFE) and Auto-BT[®] powder placement (group PTFE/Auto-BT[®]). C) Autogenous tooth bone powder (Auto-BT[®]). D) PTFE membrane and Bone Tack[®] placement (both groups).

거상하여 치근의 협측골이 노출되도록 하였다. 하악 제 3, 4 소구치의 근원심 치근의 위치를 확인한 후 근원심 치근사이에 carbide round bur를 사용하여 치근이개부 천장을 기준으로 근단으로 5 mm, 근원심으로 4 mm, 그리고 협설로 3 mm (5 x 4 x 3 mm) 크기의 임계 골결손부를 형성하였다.²³ 치근면에 존재하는 모든 백악질을 제거하기 위해 회전기구와 큐렛을 사용하여 충분히 치근활택술을 시행하였다. 이 때, 충분한 수세를 통해 치조골과 치근 삭제시 발생하는 과량의 혈에 의한 손상을 방지해주었다. 실험군은 자가치아골이식재로 결손부를 채운 이후, 비흡수성차폐막을 골결손부 변연에서 3 mm이상 덮도록 다듬어준 후 Bone tack[®](ACE Surgical Supply Co., Brockton, USA)을 사용하여 차폐막을 고정시켜 주었고, 대조군은 비흡수성차폐막을 골결손부에서 3 mm이상 덮도록 하여 다듬어준 후 Bone tack[®]을 사용하여 차폐막을 고정시켜 주었다 (Fig. 1). 그 후 판막은 흡수성 봉합사(Surgifit[®], AILEE Company Limited, Korea)를 사용하여 봉합하였다. 항생제(Gentamicin sulfate, Korea, 0.1 ml/kg)는 술 후 하루에 한번씩 5일간 근주로 투여해 주었다.

하루에 2번씩 0.12% chlorhexidine (Daewoong Phar, Korea)으로 2주 동안 구강세척을 해주었다. 관찰기간은 총 8주로서, 먼저 8주간 실험을 시행한 후 다음 4주 후에 4주간 실험을 시행하였다. 5마리 실험동물들은 모두 동일한 날에 tiletamine-zolazepam을 과량 투여하여 희생시켰고, 치근을 포함하여 조직을 채취하였다.

3. 조직학적 및 조직형태측학적 평가

(1) 조직학적 평가

조직편을 채취한 후 10% 완충 포르말린에 1주 동안 고정한 후 10% formic acid로 2주 이상 충분히 탈회하였다. 조직편은 통상적인 방법으로 paraffin block을 제작하여 로타리 마이크로톰을 이용하여 근원심방향으로 7 μm 두께의 박절편을 제작하였고 Hematoxylin-Eosin(H&E)으로 염색하여 광학현미경으로 관찰하였다.

조직학적 평가항목으로는 치근흡수의 여부, 치근과 치조골의 골유착 여부, 신생백악질의 형성, 신생골의 형성, 치주인대의 회복 여부, 상피의 이주정도 그리고 조직의 염증정도가 포함되었다.

(2) 조직형태측학적 평가

조직형태측학적 평가를 위해 광학 현미경과 연결된 디지털 카메라를 사용하여 조직소견을 촬영하였다. 모든 측정은 시술에 대한 정보가 없는 한명의 동일 조사자가 하였고, iMT 프로그램을 사용하였다. 측정은 각 조직편당 3회씩 시행한 후, 그 평균을 계산하였다.

측정 항목은 다음과 같다 (Fig. 2).

- 가. 신생골 형성부위 (Area-Newly formed bone; A-NFB)
- 나. 결합조직 형성부위 (Area-Connective tissue; A-CT)
- 다. 상피 형성부위 (Area-Epithelium; A-E)
- 라. 결손부위 (Area-Empty space; A-ES)
- 마. 백악질 확장부위 (Cemental extension; CE)

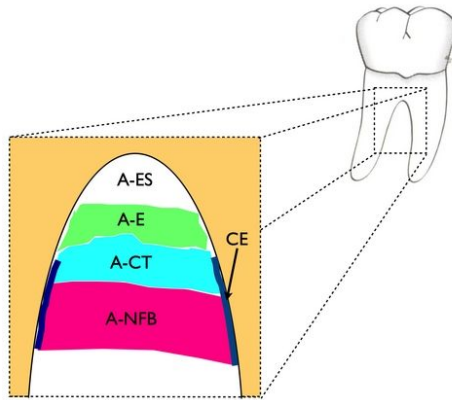


Figure 2. Schematic illustration representing the histomorphometric measurements performed in the furcation area. Area measurements are as follows: A-NFB, A-CT, A-E and A-ES. Linear measurement is as follows: CE. (A-NFB = area of newly formed bone; A-CT = area of connective tissue; A-E = area of epithelium; A-ES = area of empty space; CE = cementum extension)

4. 통계 분석

통계분석을 위해 일반적으로 사용되는 프로그램인 SPSS(SPSS 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였다. 각각의 조직 절편에서 각 항목을 측정하여 평균을 내고 이를 분석에 이용하였다. 측정항목은 백분율로 계산하였다. 실험 수치는 비모수적 검정법인 Wilcoxon ranked test와 Mann-Whitney test을 시행하였고 $P < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

III. 연구 결과

1. 임상적 관찰

4주-8주의 치유기간동안 1마리의 성견(차폐막 노출)을 제외하고 치유과정은 잘 이루어졌다. 모든 군에서 약간의 염증반응을 동반한 유사한 임상 소견을 보였다. 성견 1마리를 제외하고 모든 그룹에서 최소한의 치은 퇴축이 관찰되었다.

2. 조직학적 분석

(1) 4주군

대조군에서는 골 결손부의 상당부가 미세혈관을 다수 함유한 육아성 결합조직으로 채워져 있었으나, 망상구조를 이루며 기저부로부터 성장된 미성숙 신생골조직에 의해 부분적인 골성 회복이 관찰되었다. 특기할 염증소견은 관찰되지 않았으나, 치면

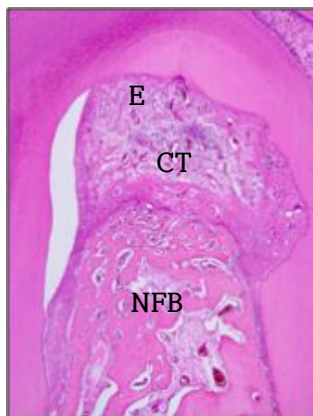


Figure 3. Group PTFE (4 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. In the coronal portion, epithelial migration(E) is observed. In the apical portion, new alveolar bone(NFB) and new connective tissue(CT) are observed. (H&E; original magnification x 12.5)

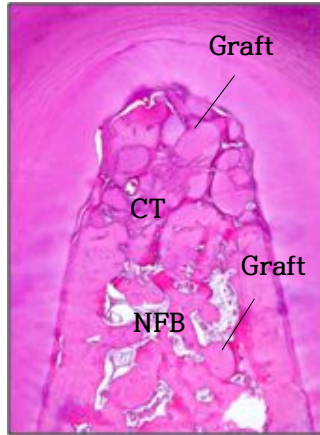


Figure 4. Group PTFE/Auto-BT[®] (4 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. New alveolar bone(NFB), new connective tissue(CT) and graft materials are observed. (H&E; original magnification x 12.5)

일부에서 흡수소견이 관찰되었다. 치면을 따라 부분적인 백악질이 관찰되었으나 정상적인 치주인대의 회복양상은 관찰되지 않았다 (Fig. 3).

실험군에서는 골 결손부위에 이식된 다수의 이식체들이 염증소견을 보이지 않는 섬유성 결합조직내에 둘러싸여 관찰되었으나, 일부 이식체들은 하방 골조직으로부터 성장되어 회복된 성숙골조직내에 매몰되어 관찰되었다. 이들 이식체들은 신생골조직과 직접적인 양호한 골성유합을 나타냈다. 그리고 결손영역 치근면을 따라 부분적으로 백악질이 관찰되었으나, 치주인대의 회복은 이루어지지 않았다 (Fig. 4).

(2) 8주군

대조군에서는 골 결손부의 상당부가 다수의 미세혈관을 함유한 치밀 섬유성 결합조직으로 채워졌으며, 기저부로부터 부분적인 성숙골에 의한 골성 회복이 관찰되었다. 특기할 염증소견은 관찰되지 않았으며, 부분적으로 치면을 따라 백악질이 관찰되었으나 정상적인 치주인대의 회복은 미약하였다 (Fig. 5).

실험군에서는 골 결손부의 상당부가 새롭게 형성된 치밀 성숙골조직에 의해 회복되었으며, 그 내부에 매몰된 이식체들이 관찰되었다. 골 결손부의 상당부에서 백악질과 정상적인 치주인대조직의 회복양상을 보이고 있었다. 하지만, 상당부의 골 결손부가 치밀 성숙골조직으로 회복되었으며, 골기질 내부에서는 잔존된 이식체가 관찰되지 않는 부위도 관찰되었다 (Fig. 6).

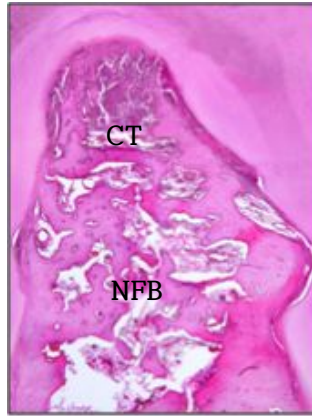


Figure 5. Group PTFE (8 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. The coronal-portion is filled with dense connective tissue(CT). In the mid-portion, new alveolar bone(NFB) is observed. (H&E; original magnification x 12.5)

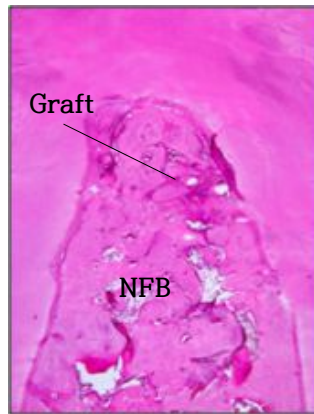


Figure 6. Group PTFE/Auto-BT[®] (8 weeks). A mesio-distal view of the furcation area. The furcation defect is filled with new alveolar bone(NFB) and graft materials. (H&E; original magnification x 12.5)

3. 조직형태계측학적 분석

치유 4주 후 대조군과 실험군에서 신생골 형성부위(A-NFB)는 각각 $42.4 \pm 34.1\%$, $61.3 \pm 24.8\%$ 였고, 결합조직 형성부위(A-CT)는 각각 $46.9 \pm 23.9\%$, $26.3 \pm 11.9\%$

였고, 상피 형성부위(A-E)는 각각 0%, $2.9 \pm 6.49\%$ 였으며, 백악질 확장부위(CE)는 각각 $45.5 \pm 36.4\%$, $74.6 \pm 21.0\%$ 였다 (Table 1). 또한 치유 4주 후 대조군과 실험군에서 신생조직은 각각 $92.2 \pm 13.0\%$, $97.9 \pm 4.9\%$ 였고 신생되지 않은 결손부위(A-ES)는 $7.8 \pm 13.0\%$, $2.6 \pm 4.4\%$ 였다 (Table 2). 그러나, 치유 4주 후 모든 측정치에서 대조군과 실험군간의 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$).

또한 치유 8주 후 대조군과 실험군에서 신생골형성부위는 각각 $47.3 \pm 33.7\%$, $61.5 \pm 33.2\%$ 였고, 결합조직 형성부위는 각각 $48.8 \pm 32.6\%$, $34.8 \pm 34.0\%$ 였고, 상피 형성부위는 각각 0%, $0.6 \pm 0.8\%$ 였으며, 백악질 확장부위는 $60.2 \pm 41.8\%$, $73.2 \pm 36.8\%$ 였다 (Table 1). 또한 치유 8주 후 대조군과 실험군에서 신생조직은 각각 $96.7 \pm 3.8\%$, $96.8 \pm 5.7\%$ 였고 신생되지 않은 결손부위는 $3.3 \pm 3.7\%$, $3.2 \pm 5.7\%$ 였다 (Table 2). 그러나, 치유 8주 후 모든 부위에서 대조군과 실험군간의 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$).

Table 1. Percentage of parameters for PTFE alone and Auto-BT[®] + PTFE (Mean \pm SD)

		A-NFB(%)	A-CT(%)	A-E(%)	CE(%)
4 weeks	PTFE alone	42.4 ± 34.1	46.9 ± 23.9	0	45.5 ± 36.4
	Auto-BT [®] + PTFE	61.3 ± 24.8	26.3 ± 11.9	2.9 ± 6.4	74.6 ± 21.0
8 weeks	PTFE alone	47.3 ± 33.7	48.8 ± 32.6	0	60.2 ± 41.8
	Auto-BT [®] + PTFE	61.5 ± 33.2	34.8 ± 34.0	0.6 ± 0.8	73.2 ± 36.8

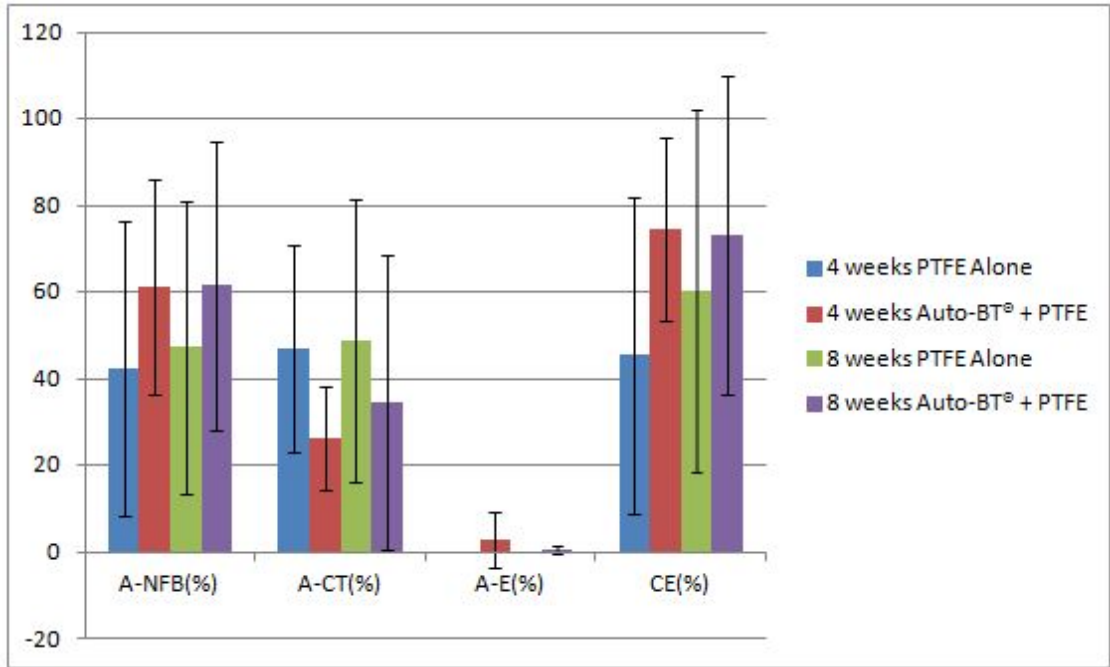


Figure 7. Percentage of parameters for PTFE alone and Auto-BT[®] + PTFE

Table 2. Percentage of furcation filling for PTFE alone and Auto-BT[®] + PTFE (Mean ± SD)

		New tissue area(%)	Empty space area(%)
4 weeks	PTFE alone	92.2 ± 13.0	7.8 ± 13.0
	Auto-BT [®] + PTFE	97.9 ± 4.9	2.6 ± 4.4
8 weeks	PTFE alone	96.7 ± 3.8	3.3 ± 3.7
	Auto-BT [®] + PTFE	96.8 ± 5.7	3.2 ± 5.7

IV. 총괄 및 고찰

이 연구에서는 외과적으로 형성한 2급 이개부 결손에 비흡수성 차폐막을 사용한 조직유도재생술 시행시 자가치아골이식재의 유무에 따른 치주조직 재생 정도를 조직학적 그리고 조직형태측학적으로 평가하고자 하였다. 이 연구에서 2급 이개부 결손부는 외과적으로 만들어졌고, 만든 즉시 재생술을 시행하였다. 이 때 치근면에 존재하는 모든 백악질을 제거하기 위해 회전기구와 큐렛을 사용하여 충분히 치근활택술을 시행해주었다. 통상적인 치근활택술을 통해 치근에 존재하는 대부분의 백악질을 제거하게 되면, 치주질환에 의해 발생한 골결손부와 유사한 상태가 된다고 보고된 바 있었다.^{24,25} Novaes 등²³에 의하면, 그들의 연구에서 사용된 골결손부(5 mm 높이 x 2 mm 깊이)의 경우 자발적인 골재생을 기대할 수 없는 크기라고 하였다. 따라서 이번 연구에서는 근단 5 mm, 근원심 4 mm, 협설 3 mm (5 x 4 x 3 mm) 크기로 이개부에 임계 골결손부를 형성하였다 (Fig. 1).

2급 이개부 결손은 차폐막을 이용한 조직유도재생술의 주된 적응증²⁶이며, 비흡수성 차폐막은 상피의 하방 증식을 막고, 치은결합조직을 분리해내고 혈병을 보호함으로써 임상적으로 충분한 결과를 나타낸다고 여러 연구에서 보고된 바 있었다.^{3,27-30} 그러나, 비흡수성 차폐막은 차폐막의 조기 노출 가능성이 높고, 차폐막을 제거하기 위한 2차 수술이 필요하다는 단점을 가진다. 차폐막의 조기노출에 의한 세균감염은 조직유도재생술 실패의 한가지 요인이 될 수 있고, 노출 후에는 재생되는 조직의 양이 감소하게 된다고 보고된 바 있었다.³¹⁻³³ 이번 연구에서는 실험 4주에서 8주까지 단 한 부위에서만 차폐막의 부분 노출이 관찰되었다.

또한 비흡수성 차폐막의 제거 시기에 관한 연구는 다양하다.³⁴⁻³⁸ 이전의 연구들은 4-6주 사이에 expanded polytetrafluoroethylene(ePTFE)막을 제거하는 것이 바람직하다고 하였다.³⁹⁻⁴¹ 6주 이상 차폐막 유지는 추가적인 잇점을 보이지 않는다는 연구 결과도 보고된 바 있었다.²⁷ 이번 연구에서는 차폐막을 실험이 끝나는 8주까지 제거하지 않았으며, 4주 대조군과 8주 대조군의 신생조직량은 각각 92.2%, 96.7%로 나타났다. 이번 연구에서도 4주 이상 차폐막 유지시 신생조직량의 증가는 미비한 것으로 관찰되었다 (Table 2).

이개부 결손의 조직재생에 관한 다양한 실험들은 대부분 3개월의 치유기간을 가졌다.

Tatiana 등⁴²은 2급 이개부 결손의 재생치료를 위해 자가골과 calcium sulfate barrier를 사용하였을 때 3개월 후 신생골 형성량이 59.85%라고 보고하였고, Macedo 등⁴³은 2급 이개부 병소에 ePTFE막만을 사용한 3개월 후 신생골 형성량이 평균 70.49%였다고 보고하였다. 이번 연구에서는 기존 대부분의 연구들보다는 짧은 8주의 치유기간을 가졌고, 8주 후 신생골형성량이 실험군에서 61.5%, 대조군에서 47.3%로 관찰되었다 (Table 1). 이와 유사한 결과로 개의 골내결손부 경우에는 신생 백악질 형성이 8주내에 완전히 이루어진다고 보고된 바 있었다.⁴⁴ 따라서 8주만의 치유기간으로도 치주조직재생의 여부를 판단하는 것이 가능할 것으로 생각된다.

자가치아골이식재의 화학적 구성 성분은 치조골과 매우 유사하다. 치조골에서는 무기질이 65%, 유기질이 35%를 차지하며, 자가치아골이식재에서는 무기질이 55%, 유기질이 45%를 차지한다. 자가치아골이식재의 무기질 성분은 대부분 4가지 형태의 calcium phosphate (hydroxyapatite(HA), tricalcium phosphate(TCP), octacalcium phosphate(OCP), amorphous calcium phosphate(ACP))로 구성되어 있으며, 유기질 성분에는 제1형 교원질과 비교원성 단백질이 함유되어 있어 골유도 및 골전도 기능에 의해 우수한 치유 효과를 보인다고 보고된 바 있다.^{13,14,45}

Kim 등¹³은 자가치아골이식재를 임플란트 식립을 위한 골유도재생술에 사용한 임상실험에서 3-6개월 후, 자가치아골이식재가 점차적으로 흡수되어 신생골로 대체되고 남은 이식재는 신생골과 직접적인 결합을 형성함을 관찰하였다. Tatiana 등⁴²은 2급 이개부 결손의 재생치료를 위해 자가골과 calcium sulfate barrier를 사용하였을 때 3개월 후 신생골과 새롭게 형성된 치주인대가 관찰되었다고 보고하였다. Caplanis 등⁴⁶은 개의 2급 이개부 병소에 allogenic freeze-dried demineralized bone matrix(DMB)를 사용하였을 때 4주 후 골 대사 활동은 관찰되지 않았으며 이식체가 치밀 섬유성 결합조직에 둘러싸인 채 잔존해 있었다고 보고하였다. 또한 Reynolds 등⁴⁷은 골내결손부에서 골이식재 사용에 따른 치주조직의 치유 양상에 대한 임상 논문들을 분석한 결과, 자가골과 탈회된 동종골 이식재는 신부착의 형성을 보이고, 이종골 이식재는 신부착 형성에 한계를 보이며, 합성골 이식재의 경우 재생보다는 치주조직의 회복으로 볼 수 있다고 하였다. 이번 연구에서는 4주 및 8주 실험군의 조직학적 분석 결과 대부분 이식된 골이식체는 신생골로 대체되어 이개부 결손부에서 소량의 골이식체만이 관찰되었고, 이들은 흡수되면서 신생골과 양호한 결합을 이루고 있었다 (Fig. 4, 6).

치아주위 골결손부에 구강외 자가골을 사용하는 경우, 동물실험과 사람실험 모두에서

치근흡수와 골유착을 관찰할 수 있었다.⁴⁸⁻⁵⁰ 하지만, 구강내에서 채취한 자가골을 사용하였을 때에는 골유착을 일으키지는 않는 것으로 보고되었다.⁵¹ 이번 연구에서는 자가치아골이식재가 구강의 자가골처럼 치근 흡수를 일으키거나 치근주위로 치주인대의 재생없이 바로 신생골을 형성하여 골유착이 일어나는 현상은 관찰할 수 없었다. 하지만, 골유착과 무관한 치근흡수 양상은 자가치아골이식재를 사용한 실험군보다 자가치아골이식재를 사용하지 않은 대조군에서 더 자주 관찰되었다. 또한 8주 대조군이나 실험군에서 각각 평균 60.2%, 73.2%의 신생백악질이 관찰되었으며, 이 부위에서 치주인대가 재생됨을 관찰할 수 있었다 (Table 1).

이 연구의 경우 2급 이개부 결손부에 자가치아골이식재를 비흡수성 차폐막과 함께 사용하였을 때 조직형태계측학적 평가에서 통계적으로 유의한 치주조직재생 효과를 확인하지 못했다. 그러나 여러 연구들에서 이와 유사한 결과들이 보고된 바 있었다.⁵²⁻⁵⁵ 골이식재들과 함께 시행된 조직유도재생술에 대한 임상실험들^{3,52,53,56}과 동물실험들^{54,57}은 2급 이개부 결손의 치료에 상반된 결과들을 보고하고 있다. 어떤 임상연구들은 차폐막만 사용했을 때보다 골이식재와 함께 사용했을 때 더 좋은 골충전을 나타냈다고 보고하였지만,^{3,56} 다른 연구들은 통계적으로 유의한 차이가 없다고 보고하기도 하였다.^{52,53} Caffesse 등⁵⁴은 조직학적 연구에서 차폐막에 추가된 골이식재가 조직 재생을 증진시키지 못한다고 보고하였다. 반면에 다른 연구자들은 골이식재를 함께 사용했을 때 이개부 결손의 골충전이 더 많았다고 보고하였다.⁵⁷ 또한 Jepsen 등⁵⁵은 메타-분석을 통해 2급 이개부 결손은 차폐막을 이용한 조직유도재생술의 주된 적응증이고 ePTFE막만으로도 상피의 하방 증식을 막고, 치은 결합조직을 분리해내고 혈병을 보호함으로써, 임상적으로 충분한 결과를 나타낸다고 하였다.

White 등⁵⁸은 ePTFE막을 사용하여 이개부 결손부를 치료한 후 재생된 골을 관찰하였을 때, 형광색소를 이용한 형광현미경과 미립자방사선촬영을 통해 골재생 조사시 ePTFE 막을 사용했을 때가 ePTFE막을 사용하지 않았을 때보다 통계적으로 유의할 만한 골재생량의 증가가 관찰되었으나, 광학 현미경으로 관찰시 통계적으로 유의할 만한 차이가 나타나지 않았고 광학현미경만으로는 전반적인 골반응을 파악하기 어렵고 저평가되는 경향이 있음을 보고하였다. 이 연구에서도 광학현미경만으로 신생골을 포함한 신생조직을 관찰하여 조직형태학적 계측을 시행하였고, 대조군과 실험군간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 신생조직의 더 세밀한 분석을 위해서는 형광현미경과 미립자방사선촬영 등 다양한 방법들이 고려되어야 할

것으로 생각된다.

지금까지 2급 이개부 결손부에 골이식재와 차폐막을 사용한 조직유도재생술 시행시, 다양한 결과들이 보고되어져 왔는데, 비흡수성차폐막과 자가치아골이식재를 사용한 이 연구에서는 이식재의 사용유무에 따른 두 군간에 통계적으로 유의할 만한 차이가 없어 자가치아골이식재는 2급 이개부 결손부 치료시 비흡수성 차폐막과 함께 이식재로 사용할 수 있는 안정된 재료라고 생각되며, 향후 자가치아골이식재를 이용하여 3급 이개부 결손의 치료시 치주조직재생 가능성에 대한 연구 등 보다 더 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Reference

1. Melcher AH. On the repair potential of periodontal tissues. *J Periodontol* 1976;47:256-260.
2. Gottlow J, Nyman S, Lindhe J, Karring T, Wennstrom J. New attachment formation in the human periodontium by guided tissue regeneration. Case reports. *J Clin Periodontol* 1986;13:604-616.
3. Schallhorn RG, McClain PK. Combined osseous composite grafting, root conditioning, and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1988;8:8-31.
4. Walters SP, Greenwell H, Hill M, Drisko C, Pickman K, Scheetz JP. Comparison of porous and non-porous teflon membranes plus a xenograft in the treatment of vertical osseous defects: a clinical reentry study. *J Periodontol* 2003;74:1161-1168.
5. Pontoriero R, Lindhe J, Nyman S, Karring T, Rosenberg E, Sanavi F. Guided tissue regeneration in degree II furcation-involved mandibular molars. A clinical study. *J Clin Periodontol* 1988;15:247-254.
6. Pontoriero R, Lindhe J, Nyman S, Karring T, Rosenberg E, Sanavi F. Guided tissue regeneration in the treatment of furcation defects in mandibular molars. A clinical study of degree III involvements. *J Clin Periodontol* 1989;16:170-174.
7. Machtei EE, Schallhorn RG. Successful regeneration of mandibular Class II furcation defects: An evidence-based treatment approach. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995;15:146-167.
8. Murphy KG, Gunsolley JC. Guided tissue regeneration for the treatment of periodontal intrabony and furcation defects. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:266-302.
9. Nasr HF, Aichelmann-Reidy ME, Yukna RA. Bone and bone substitutes. *Periodontol 2000* 1999;19:74-86.
10. Karring T, Lindhe J, Cortellini P. Regenerative periodontal therapy. In: *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Copenhagen: Munksgaard, 1998:597-638.

11. Schallhorn RG. Long term evaluation of osseous grafts in periodontal therapy. *Int Dent J* 1980;30:101-116.
12. Kim SG, Yeo HH, Kim YK. Grafting of large defects of the jaws with a particulate dentin-plaster of Paris combination. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88:22-25.
13. Kim YK, Kim SG, Byeon JH, et al. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:496-503.
14. Kim YK, Kim SG, Yun PY, et al. Autogenous teeth used for bone grafting: a comparison with traditional grafting materials. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology* 2012;30. doi:pil: S2212-4403(12)00365-3.
15. Yeomans JD, Urist MR. Bone induction by decalcified dentine implanted into oral, osseous and muscle tissues. *Arch Oral Biol* 1967;12:999-1008.
16. Bessho K, Tnaka N, Maysumoto J, Tagawa T, Murata M. Human dentin-matrix-derived bone morphogenetic protein. *J Dent Res* 1991;70:171-175.
17. Kim YK. The experimental study of the implantation of toothash and plaster of Paris and guided tissue regeneration using Lyodura. *KAMJE* 1996;22:297-306.
18. Kim YK, Kim SG, Lee JG, Lee MH, Cho JO. An Experimental Study on the Healing Process after the Implantation of Various Bone Substitutes in the Rats. *KAMJE* 2001;27:15-24.
19. Kim YK, Yeo HH. Transmitted electronic microscopic study about the tissue reaction after the implantation of toothash. *KAMJE* 1997;23:283-289.
20. Kim YK, Yeo HH, Yang IS, Seo JH, Cho JO. Implantation of toothash combined with plaster of Paris: experimental study. *KAMJE* 1994;16:122-129.
21. Kim YK, Yeo HH, Ryu CH, Lee HB, Beon UR, Cho JO. An experimental study on the tissue reaction of toothash implanted in mandible body of the mature dog. *KAMJE* 1993;15:129-136.
22. Kim YK, Kim SG, Lee JH. Cytotoxicity and hypersensitivity test of toothash. *KAMJE* 2001;23:391-395.

23. Novaes AB, Jr., Tamani JP, Oliveira PT, Palioto DB, Almeida AL. Root trunk concavities as a risk factor for regenerative procedures of Class II furcation lesions in dogs. *J Periodontol* 2001;72:612-619.
24. Jones WA, O'Leary TJ. The effectiveness of in vivo root planing in removing bacterial endotoxin from the roots of periodontally involved teeth. *J Periodontol* 1978;49:337-342.
25. Wikesjo UM, Selvig KA, Zimmerman G, Nilveus R. Periodontal repair in dogs: healing in experimentally created chronic periodontal defects. *J Periodontol* 1991;62:258-263.
26. Jepsen S, Eberhard J, Herrera D, Needleman I. A systematic review of guided tissue regeneration for periodontal furcation defects. What is the effect of guided tissue regeneration compared with surgical debridement in the treatment of furcation defects? *J Clin Periodontol* 2002;29:103-116.
27. Caffesse RG, Smith BA, Castelli WA, Nasjleti CE. New attachment achieved by guided tissue regeneration in beagle dogs. *J Periodontol* 1988;59:589-594.
28. Machtei EE, Dunford RG, Norderyd OM, Zambon JJ, Genco RJ. Guided tissue regeneration and anti-infective therapy in the treatment of Class II furcation defects. *J Periodontol* 1993;64:968-973.
29. Becker W, Becker BE, Berg L, Prichard J, Caffesse R, Rosenberg E. New attachment after treatment with root isolation procedures: report for treated Class III and Class II furcations and vertical osseous defects. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1988;8:8-23.
30. Scantlebury TV. 1982-1992: a decade of technology development for guided tissue regeneration. *J Periodontol* 1993;64:1129-1137.
31. Mombelli A, Lang NP, Nyman S. Isolation of periodontal species after guided tissue regeneration. *J Periodontol* 1993;64:1171-1175.
32. Tonetti MS, Pini-Prato G, Cortellini P. Periodontal regeneration of human intrabony defects. IV. Determinants of healing response. *J Periodontol* 1993;64:934-940.

33. Cortellini P, Pini Prato G, Tonetti MS. Interproximal free gingival grafts after membrane removal in guided tissue regeneration treatment of intrabony defects. A randomized controlled clinical trial. *J Periodontol* 1995;66:488-493.
34. Selvig KA, Kersten BG, Chamberlain AD, Wikesjo UM, Nilveus RE. Regenerative surgery of intrabony periodontal defects using ePTFE barrier membranes: scanning electron microscopic evaluation of retrieved membranes versus clinical healing. *J Periodontol* 1992;63:974-978.
35. Machtei EE. The effect of membrane exposure on the outcome of regenerative procedures in humans: a meta-analysis. *J Periodontol* 2001;72:512-516.
36. Sander L, Frandsen EV, Arnbjerg D, Warrer K, Karring T. Effect of local metronidazole application on periodontal healing following guided tissue regeneration. Clinical findings. *J Periodontol* 1994;65:914-920.
37. Novaes AB, Jr., Gutierrez FG, Francischetto IF, Novaes AB. Bacterial colonization of the external and internal sulci and of cellulose membranes at time of retrieval. *J Periodontol* 1995;66:864-869.
38. Anderegg CR, Metzler DG, Nicoll BK. Gingiva thickness in guided tissue regeneration and associated recession at facial furcation defects. *J Periodontol* 1995;66:397-402.
39. Murphy KG. Postoperative healing complications associated with Gore-Tex periodontal material. Part I. Incidence and characterization. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995;15:363-375.
40. Murphy KG. Postoperative healing complications associated with Gore-Tex periodontal material. Part II. Effect of complications on regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995;15:548-561.
41. Caton J, Wagener C, Polson A, et al. Guided tissue regeneration in interproximal defects in the monkey. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1992;12:266-277.
42. Deliberador TM, Nagata MJ, Furlaneto FA, et al. Autogenous bone graft with or without a calcium sulfate barrier in the treatment of Class II furcation defects: a histologic and histometric study in dogs. *J Periodontol* 2006;77:780-789.

43. Macedo GO, Souza SL, Novaes AB, Jr., Grisi MF, Taba M, Jr., Palioto DB. Effect of early membrane removal on regeneration of Class II furcation defects in dogs. *J Periodontol* 2006;77:46-53.
44. Choi SH, Kim CK, Cho KS, et al. Effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2/absorbable collagen sponge (rhBMP-2/ACS) on healing in 3-wall intrabony defects in dogs. *J Periodontol* 2002;73:63-72.
45. Min BM. Oral biochemistry. In. Seoul: Daehan Narae Publishing, 2007:8-73.
46. Caplanis N, Lee MB, Zimmerman GJ, Selvig KA, Wikesjo UM. Effect of allogenic freeze-dried demineralized bone matrix on guided tissue regeneration in dogs. *J Periodontol* 1998;69:851-856.
47. Reynolds MA, Aichelmann-Reidy ME, Branch-Mays GL, Gunsolley JC. The efficacy of bone replacement grafts in the treatment of periodontal osseous defects. A sistemic review. *Ann Periodontol* 2003;8:227-265.
48. Schallhorn RG, Hiatt WH. Human allografts of iliac cancellous bone and marrow in periodontal osseous defects. II. Clinical observations. *J Periodontol* 1972;43:67-81.
49. Dragoo MR, Sullivan HC. A clinical and histological evaluation of autogenous iliac bone grafts in humans. II. External root resorption. *J Periodontol* 1973;44:614-625.
50. Levin MP, Getter L, Cutright DE. A comparison of iliac marrow and biodegradable ceramic in periodontal defects. *J Biomed Mater Res* 1975;9:183-195.
51. Kim CS, Choi SH, Cho KS, Chai JK, Wikesjo UM, Kim CK. Periodontal healing in one-wall intra-bony defects in dogs following implantation of autogenous bone or a coral-derived biomaterial. *J Clin Periodontol* 2005;32:583-589.
52. Wallace SC, Gellin RG, Miller MC, Mishkin DJ. Guided tissue regeneration with and without decalcified freeze-dried bone in mandibular Class II furcation invasions. *J Periodontol* 1994;65:244-254.

53. Calongne KB, Aichelmann-Reidy ME, Yukna RA, Mayer ET. Clinical comparison of microporous biocompatible composite of PMMA, PHEMA and calcium hydroxide grafts and expanded polytetrafluoroethylene barrier membranes in human mandibular molar Class II furcations. A case series. *J Periodontol* 2001;72:1451-1459.
54. Caffesse RG, Nasjleti CE, Plotzke AE, Anderson GB, Morrison EC. Guided tissue regeneration and bone grafts in the treatment of furcation defects. *J Periodontol* 1993;64:1145-1153.
55. Jepsen S, Eberhard J, Herrera D, Needleman I. A systematic review of guided tissue regeneration for periodontal furcation defects. What is the effect of guided tissue regeneration compared with surgical debridement in the treatment of furcation defects? *J Clin Periodontol* 2002;29:103-116.
56. Luepke PG, Mellonig JT, Brunsvold MA. A clinical evaluation of a bioresorbable barrier with and without decalcified freeze-dried bone allograft in the treatment of molar furcations. *J Clin Periodontol* 1997;24:440-446.
57. Lekovic V, Kenney EB. Guided tissue regeneration using calcium phosphate implants together with 4 different membranes. A study on furcations in dogs. *J Periodontol* 1993;64:1154-1156.
58. White C, Jr., Hancock EB, Garetto LP, Kafrawy AA. A histomorphometric study on the healing of Class III furcations utilizing bone labelling in beagle dogs. *J Periodontol* 1994;65:84-92.