



### 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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](#)

2015년 2월  
박사학위논문

잡종견 치조제 증대를 위한  
분쇄형 동종치아골이식재의  
평가

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

한 정 균

잡종견 치조제 증대를 위한  
분쇄형 동종치아골이식재의 평가

Evaluation of the particulated  
dog-tooth-driven allografts for ridge augmentation  
in mongrel dogs

2015년 2월 25일

조선대학교 대학원

치의학과

한정균

잡종견 치조제 증대를 위한  
분쇄형 동종치아골이식재의  
평가

지도교수 김 병 옥

이 논문을 치의학 박사학위신청 논문으로 제출함






2014년 10월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

한 정 균

## 한정균의 박사학위논문을 인준함

위원장	경북대학교 교수	신홍익 
위원	조선대학교 교수	김홍경 
위원	조선대학교 교수	안종모 
위원	조선대학교 교수	최한림 
위원	조선대학교 교수	김병욱 

2015년 1월

조선대학교 대학원

## 목 차

### ABSTRACT

I. 서 론	.....
II. 연구 재료 및 방법	.....
1. 연구 재료	
2. 동물 준비	
3. 수술 방법	
4. 통계 분석	
5. 조직학적 및 조직계측학적 평가	
III. 연구 결과	.....
1. 조직학적 소견	.....
2. 조직계측학적 소견	.....
IV. 총괄 및 고찰	.....
참고문헌	.....

## 도 목 차

Figure 1. 1a. View of the labial wall trimmed as much as 2/3 (length) and 1/2 (width) of the extraction socket. 1b. A particulated dog-tooth driven bone graft is condensed at the site over the defect. 1c. Flap adaptation and tension-free closure is obtained.

Figure 2. Microphotograph at 4 weeks after treatment. The grafted particulated tooth driven allografts were partially surrounded with new bone matrix and fairly supported graft associated new bone formation with some ridge augmentation although complete cortical plate was not recovered. There was no remarkable neither foreign body nor inflammatory reactions.(Original magnification, x20, inlet x100)

Figure 3. Microphotograph at 8 weeks after treatment. The trabecular bones at repaired tooth socket showed more matured and dense pattern but still complete cortical bone plate was not formed. Some particulated tooth driven allografts surrounded by fibrous connective tissue were noted without active associated bone formation.(Original magnification, x20, inlet x100)

## 표 목 차

Table 1. The percentage volume occupied by the new bone, cortical bone, remaining grafts, and connective tissue after 4 and 8 weeks of healing (Mean  $\pm$  standard deviation)



## ABSTRACT

### Evaluation of the particulated dog-tooth-driven allografts for ridge augmentation in mongrel dogs

Han Jeong-Gyun

Advisor: Kim Byung-ock, D.D.S., Ph.D.

Department of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

The alveolar ridge undergoes both quantitative and qualitative changes following tooth extraction,. The aim of this study was to evaluate the effect of particulated dog-tooth-driven grafts on healing of buccal dehiscence defects in mongrel dogs.

The maxillary lateral incisors of 12 dogs were extracted. After extraction, two thirds of the buccal wall were removed to make a dehiscence type defect. And the extraction sockets with dehiscence defects were grafted with particulated tooth-driven allografts without barrier membrane covering.

Histologic and histomorphometric analysis of ridge augmentation and dehiscence defect healing was performed at 4- and 8-week after treatment according to routine methods. Statistical analysis was done using Mann-Whitney test and Wilcoxon ranked test.

Some of the grafted tooth-driven particulated allografts were surrounded by newly formed bone matrix but large number of them were placed within fibrous components without associated new bone formation. They caused no remarkable foreign reaction even focal mild chronic inflammatory infiltration was noted. The extracted tooth sockets were fairly repaired by grafted tooth driven allografts and newly formed bone with some ridge augmentation but cortical bone plate was not completely formed.

These findings suggest that the particulated tooth driven allografts might be applicable for dehiscence type of extraction socket due to favorable biocompatibility and bone repair supporting capacity.

Key words : tooth bone grafting, extraction socket, dehiscence defect

## I. 서론

하나 또는 다수치아의 발치는 치조제의 일련의 변화를 가져온다. 발치와의 치유기간에 치조골벽은 흡수가 일어나고, 발치와 중양부위는 해면골로 채워지게 되며 전체 부피는 현저히 감소하게 된다. 부분적으로 발치와 협측 골벽은 협,설(구개)측 뿐만 아니라 수직적으로도 감소한다.<sup>1,2</sup> 이런 흡수로 인해 치조제는 얇아지고 낮아진다. 연구들에 의하면 전치 발거 후 6개월내에 협설측과 치근단측 모두 3-4mm의 치조제 흡수가 일어난다.<sup>3,4,5</sup> 치조제의 흡수량은 임플란트 치료에서 심미적인 문제를 야기하는데, 이는 골형태가 상부 연조직을 적절히 지지할 수 없고 골양이 이상적인 임플란트 식립을 위해서 필요한 양보다 부족하기 때문이다.

Nevins 등<sup>6</sup>은 모든 치조제 보존의 임상적 목표는 기능과 심미성을 최대로 하기 위해 특히 치간 유두 부위에서 경조직과 연조직의 양과 형태 모두를 보존하는 것이 되어야 한다고 하였으며 치조제를 보존하거나 증대시키기 위해 발치와 동시에 골이식 처치를 해야 한다고 하였다. 이 처치는 신선한 발치와의 왕성한 치유기전을 이용하고, 발치와 내에 골을 재생하고 발치와벽 변연의 얇은 순,협측 골판의 상실을 방지하여 치조제의 높이와 폭을 보존하는데 그 목적이 있다.<sup>7,8</sup>

골유도재생술(guided bone regeneration, GBR)에 사용되는 골이식재는 몇 가지 조건을 갖추어야 한다. 재생되는 골의 일정한 부피를 유지하기 위해 막을 지지할 수 있어야 하고, 골조직이 자랄 수 있게 유도하거나 촉진하는 다공성의 구조로 모세혈관이나 혈관 주위 세포들이 쉽게 이주할 수 있어야 하며, 후기의 골형성 세포들이 공간에서 증식할 수 있어야 하고 신생골의 형성을 촉진해야 하며, 또한 지지하는 재료들은 환자의 골로 대체될 수 있어야 한다.<sup>9,10,11</sup>

골이식재는 크게 자가골, 동종골, 이종골, 그리고 합성골로 나눌 수 있다. 이종골로 많이 쓰이는 Bio-oss의 생물학적 근거를 문헌상에서 찾아보면 Klinge 등<sup>12</sup>에 의해 Bio-oss는 토끼 뼈의 실험적 결손부에 적용시 새로운 골 성장을 위한 뼈대를 제공함을 보였다. 더욱이 Berglundh와 Lindhe<sup>13</sup>에 의한 동물실험에서 Bio-oss는 천천히 흡수되어 정상골로 대체되는 효과적인 전도성 재료라고 평가되었으며 실험적으로 형성된 발치와에 Bio-oss를 이식하여 새로운 골과 결합됨을 증명하였다. 그리고, Boyne<sup>14</sup>은 Bio-oss가 다공성이기 때문에 골전도성 이식재료로서 이상적이라고 하였다.

자가 피질골 이식으로 성공적인 결과를 얻은 보고를 보면, Buser 등<sup>15,16</sup>은 골폭이 좁

은 환자를 대상으로 자가 피질골을 이용하여 적절한 위치에 임플란트를 식립할 수 있을 정도의 임상적 성공을 보였다고 보고하였으며 최근, Hanser와 Khoury<sup>17</sup>는 5년여 동안 49명의 환자의 골이식 전후 비교결과 유의할 만한 변화가 없었으며 임플란트 치료 기간을 단축시켰다고 보고했다.

동종골로서 탈회된 동결건조동종골 (demineralized freeze-dried bone allograft, DFDBA)과 동결건조동종골 (freeze-dried bone allograft, FDBA)의 비교연구를 보면, 골형성에 있어서 큰 차이가 없다는 연구도 있지만<sup>18</sup> 통계학적으로 유의할 만한 수준으로 DFDBA가 조직학적 및 임상적으로 신생골 형성이 더 많이 된다는 연구도 있다.<sup>19,20</sup>

골재생에 가장 좋은 이식재라고 하는 자가골은 골유도성, 골전도성, 골재생성을 모두 갖고 있다. 하지만 채취량의 한계가 있고 흡수가 빠르며 채취하기 위한 수술을 부가적으로 해야 하는 단점도 가지고 있다. 동종골과 이종골은 고가의 비용과 감염의 위험성이 있고 합성골은 골재생성과 골유도성이 없다. 이러한 한계성 때문에 동종골이나 이종골, 합성골을 사용하며 보다 이상적인 골이식재를 만들기 위한 연구가 계속되고 있다.<sup>21</sup>

이번 연구에서 사용되는 자가치아 골이식재는 발치한 치아를 처리하여 분말 형태로 만든 이식재로 골형성유도단백질을 포함하며 탈회된 상아질은 골유도성을 가지고 있다고 보고된 바 있다.<sup>22,23</sup> 치아 골이식재는 자가골과 유사한 결정구조를 갖고 있으며 hydroxyapatite, tricalcium phosphate, octacalcium phosphate, amorphous calcium phosphate의 4가지 형태의 무기질 성분을 갖고 있고 전자 현미경상 상아세관주위에 HA 결정구조와 교원섬유질이 관찰된다. 이러한 무기질성분과 유기질 성분을 모두 함유하고 있기 때문에 골전도성과 골유도성을 가지며 매우 우수한 골치유를 보여 생체 적합성이 좋은 골이식재임이라고 보고되었다.<sup>24-29</sup>

이러한 연구를 토대로 이번 연구에서는 성견의 협측 열개형 결손부에 동종의 치아 골이식재를 적용시 골조직 재생 가능성에 대해 조직학적 및 조직계측학적으로 평가하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 재료

이 연구는 “조선대학교 동물실험윤리위원회”의 승인을 받아 진행되었다 (CIACUL2013-A0022). 실험은 전신 상태와 구강내 상태가 양호한 생후 6 개월된, 잡종견 5마리 (15 kg에서 20 kg)를 대상으로 하였으며, 모두 동일 조건하에서 사육되었다.

실험견의 상악 측절치를 발거한 후 발치와에 과립형 동종 치아 골이식재 (Auto-BT<sup>®</sup>, Korea Tissue Bank, Korea)를 충전하였으며, 4주와 8주 후에 각각 희생시킨 후에 조직학적 및 조직형태측학적으로 평가하였다.

### 2. 동물 준비

발치하기 전에 tiletamine-zolazepam(Zoletil 50<sup>®</sup>, Virbao, Carros, France, 5-10 mg/kg)과 Xylazine-HCl (Rumpum<sup>®</sup>, Bayer Vetchem, Korea, 0.15 ml/kg)을 혼합한 후 근육주사로 전신마취를 시행하였다.

### 3. 수술 방법

상악 측절치 부위에 국소마취(2% lidocaine HCl, 유한양행)를 시행한 다음, 무작위로 선택된 상악 측절치의 순측에 열구절개와 수직절개를 시행하여 치근의 순측골이 노출 되도록 전충관막을 거상하였다. 그리고 발치 검자를 이용하여 측절치를 발거한 후, carbide round bur를 사용하여 순측골에 치근 길이의 약 2/3, 그리고 근원심으로 약 1/2에 해당되는 크기의 열개형 결손부를 형성하였다(Fig. 1a).

이렇게 형성된 열개형 결손부에 과립형 동종 치아 골이식재로 골결손부를 충전 (Fig. 1b)한 다음 비흡수성 봉합사(Dafilon, B/BRAUN, Korea)를 사용하여 봉합 (Fig. 1c) 하였다.

관찰기간은 4주와 8주로서, 먼저 8주군 실험을 우측에 시행한 다음, 4주 후에 좌측에

4주군 실험을 시행하였다. 6마리 실험동물들은 모두 동일한 날에 tiletamine-zolazepam 을 과량투여하여 희생시켰으며, 치근을 포함하여 조직을 채취하였다. 항생제 (Gentamicin sulfate, Korea, 0.1 ml/kg)는 술 후 하루에 한번씩 5일간 근주로 투여해 주었으며, 하루에 2번씩 0.12% chlorhexidine (Daewoong Phar, Korea)으로 2주 동안 구강세척을 해주었다.



Fig. 1. a) View of the labial wall trimmed as much as 2/3 (length) and 1/2 (width) of the extraction socket. b) A particulated dog-tooth driven bone graft is condensed at the site over the defect. c) Flap adaptation and tension-free closure is obtained.

(

#### 4. 통계 분석

통계분석은 SPSS (SPSS 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 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.

#### 5. 조직학적 및 조직계측학적 평가

조직편을 블록으로 채취한 후 10% 완충 포르말린에 1주 동안 고정한 다음, 10% formic acid로 2주 이상 충분히 탈회하였다. 조직편은 통상적인 방법으로 paraffin block을 제작하여 로타리 마이크로톰을 이용하여 협설측 방향으로 7  $\mu$ m 두께의 박절편을 제작한 다음, Hematoxylin-Eosin (H&E)으로 염색하여 광학현미경으로 관찰하였다. 그리고 조직형태계측학적 평가항목으로는 신생골, 피질골, 잔존 골이식제, 그리고 결합 조직 등이 포함되었다.

### III. 연구결과

#### 1. 조직학적 소견

##### 가. 4주 소견

발치와에 이식된 분쇄형 동종치아 골이식체들에 주위로 얇은 층의 골조직 침착이 관찰되며, 이식체와 무관하게 다수의 신생골주들이 형성되어 비교적 양호한 골성회복과 더불어 치조정의 증대가 이루어졌다. 일부 신생 골주 표면을 따라 활성화된 골모세포들의 배열이 관찰된다. 골주 사이사이에는 다수의 혈관을 함유한 소성 결체조직으로 구성되어 있다. 치조정 부위에서 새롭게 형성된 골조직이 서로 융합되어 불연속적인 얇은 골판을 이루고 있으나 성숙된 치밀골판 형태는 이루지 못하였다. 분쇄형 동종치아 골이식체에 의한 특기할 이물 반응 및 염증소견은 관찰되지 않았다. (Fig 4)

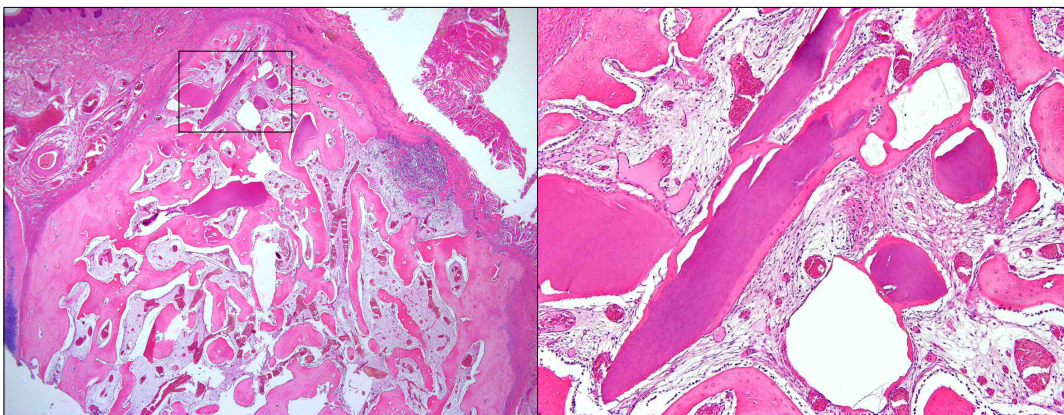


Fig. 4. Microphotograph at 4 weeks after treatment. The grafted particulated tooth driven allografts were partially surrounded with new bone matrix and fairly supported graft associated new bone formation with some ridge augmentation although complete cortical plate was not recovered. There was no remarkable neither foreign body nor inflammatory reactions.(Original magnification, x20, inset x100)

나. 8주 소견

발치와에 이식된 자가치아 이식체들의 다수는 섬유성 결체조직에 의해 둘러싸여졌으며, 이들 이식체 사이사이로 소량의 신생골주 형성이 관찰된다. 일부 이식체들은 신생골조직과 직접적인 골성 융합을 이루고 있으나 다수는 얇은 층의 골양조직의 침착만이 관찰된다. 발치와 상방으로 일부 골이식체와 새롭게 형성된 골주들이 관찰되나, 이들은 서로 융합된 치밀골판을 이루지 못하고 있으며, 부분적인 염증세포 침윤이 관찰된다. 그러나 자가치아 이식체에 의한 특기할 이물반응 소견을 관찰되지 않는다. (Fig. 5)

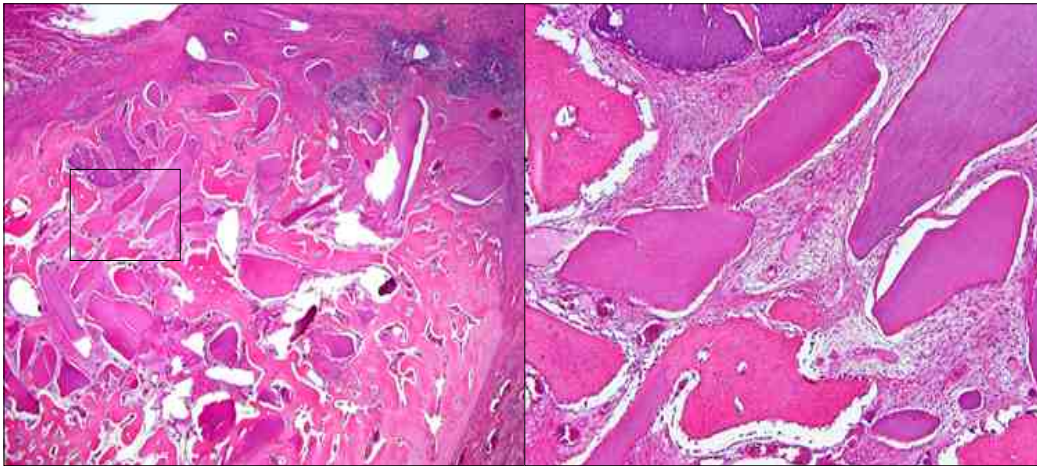


Fig. 5. Microphotograph at 8 weeks after treatment. The trabecular bones at repaired tooth socket showed more matured and dense pattern but still complete cortical bone plate was not formed. Some particulated tooth driven allografts surrounded by fibrous connective tissue were noted without active associated bone formation.(Original magnification, x20, inset x100)



## 2. 조직계측학적 소견

열개형의 발치와내 동종 치아 골이식재를 충전시키고 치유 4주와 8주 후에 각각 신생골은 32.44%와 30.45%, 피질골은 21.70%와 23.95%, 잔존 이식재는 5.49%와 4.35%, 그리고 결합조직은 38.62%와 41.25%씩 발치와를 점유하고 있었다.

4주군과 8주군 사이에 관찰된 신생골, 피질골, 잔존 이식재, 그리고 결합조직의 부피 변화는 통계학적 유의성은 없었다( $p < 0.05$ ).

Table 1. The percentage volume occupied by the new bone, cortical bone, remaining grafts, and connective tissue after 4 and 8 weeks of healing (Mean  $\pm$  standard deviation)

	4-week(n=5)*	8-week(n=5)*
New bone	34.22( $\pm$ 12.40)	30.45 ( $\pm$ 7.41)
Cortical bone	21.70 ( $\pm$ 18.59)	23.95 ( $\pm$ 8.88)
Remaining grafts	5.49 ( $\pm$ 4.69)	4.35 ( $\pm$ 6.28)
Connective tissue	38.62 ( $\pm$ 6.88)	41.25 ( $\pm$ 5.25)
Total	100	100

n: number

\* no statistically significant difference between 4-week and 8-week of healing

## IV. 총괄 및 고찰

치아가 발거된 경우에 치조제의 수직적 및 수평적 변화가 발생되는데, 특히 임플란트를 치료하는데 있어서 치조제의 형태를 보존하려는 술식에 대한 연구가 진행되면서 치조제 보존술(ridge preservation) 또는 치조제 증대술(ridge augmentation) 등 용어의 혼동이 발생되었다. 따라서, 최근에 Osteology Consensus Report에서 Hämmeler 등<sup>30</sup>은 “치조제 보존술이란 발치시기에 존재하고 있는 외형(envelope)내에서 치조제 부피를 보존하는 술식”이며, “치조제 증대술이란 발치시기에 존재하고 있는 외형을 넘어 치조제 부피를 증대시키는 술식”이라고 정의를 내렸다. 치조제 보존술 또는 증대술에 사용되는 골은 시대에 따라 그리고 술자의 선호도 따라 다를 수 있다.

발치와에서 이식재가 치유에 끼치는 영향에 관한 연구를 보면, 유 등<sup>31</sup>은 이 연구와 유사하게 발치와에 협측에 열개형의 골결손을 만들고 흡수성의 atelocollagen sponge를 삽입한 후 신생골 양상을 평가하였는데, 차폐막없이 흡수성의 콜라겐만을 사용한 경우에도 골이 변연부까지 증대됨을 보고하였고, 최근 홍 등<sup>32</sup>은 8마리의 비글견의 발치와에 이식재를 사용하지 않은 대조군, hydroxyapatite (HA), biphasic calcium phosphate, 그리고  $\beta$ -tricalcium phosphate ( $\beta$ -TCP)를 각각 넣고 신생골 형성을 비교하였다. 모든 군에서 시간이 경과됨에 따라 신생골 형성은 증가되었는데, 특히 이식재를 사용하지 않았을 때 신생골 형성이 가장 많았으며, 잔존된 이식재는 HA가 가장 많았으며  $\beta$ -TCP가 가장 적었는데, 합성골이 발치와의 신생골 형성을 지연시킨다고 보고하였다.

이와 같이 발치와의 치유를 위해 여러 이식재를 사용한 연구들에서 그 결과가 상이함을 알 수 있는데, 이 연구에서는 치조골과 유사한 성질이 있다고 보고되고 있는 치아골 이식재를 이용하여 치조제 증대 효과를 평가하였다.

치아 골이식재는 자가골과 유사한 표면 형태와 낮은 결정 구조를 가지고 있으며, 치아에서 골형성유도 단백질이 추출되었고 탈회된 상아질은 골유도 능력을 가지고 있으며, 물리적 및 화학적 구성 성분은 치조골과 매우 흡사하며 자가골과 유사한 골재생 능력이 있으면서 동종골, 이종골, 그리고 합성골의 여러 단점들을 극복할 수 있는 새로운 이식재로서 수산화인회석이 주성분으로 이식재의 안정성을 증가시키면서 골치유를 촉진시킬 수 있는 생체재료라고 보고되고 있다.<sup>33,34</sup>

치아 골이식재를 이용한 임상연구를 살펴보면, Lee 등<sup>35</sup>은 9명의 환자에게 분말 또는 블록 형태의 자가치아 골이식재를 이식하고 임플란트를 식립한 결과 이식재와 관련된

합병증이나 감염 등을 발견할 수 없었고 양호한 임상결과를 얻었다고 하였고, 또한 Kim 등<sup>36</sup>은 가족의 치아 골이식재와 본인의 자가치아 골이식재를 발치와와 상악동에 사용하여 만족할 만한 결과를 얻었다고도 보고하였다.

이 연구는 열개형의 골결손부를 형성한 후에 치아 골이식재를 충전한 후 차폐막을 사용하지 않고 봉합을 하였는데, 자가골과 유사한 골재생 능력이 있으면서 흡수성의 콜라겐처럼 차폐막없이도 골이 증대되는 지를 관찰하고자 시행되었다. 그 결과 치유기간이 길어짐에 따라 신생골의 부피는 감소되고 결합조직의 부피는 증가되는 소견을 나타냈다.

골유도재생술 (guided bone regeneration, GBR)의 원리는 조직유도재생술 (guided tissue regeneration, GTR)의 원리에 근거한 것으로, 골이식재와 차폐막을 사용하여 상피조직과 결합조직을 배제하여 골재생에 필요한 세포를 창상부위로 유도하는 것이다. Dahlin 등<sup>37</sup>이 쥐의 하악골에 만들어진 결손부가 이 원리에 의해 성공적으로 폐쇄됨을 최초로 보고하였다. Wang과 Boyapati<sup>38</sup>는 예측할 수 있는 골재생을 얻기 위해서 창상의 일차 폐쇄, 충분한 혈액 공급과 미분화된 간엽세포를 제공하기 위한 혈관형성, 골이 유입될 공간 유지, 그리고 창상의 안정성이 필요하다고 하였다.

연구과정에서 1 증례를 제외하고는 창상의 일차 폐쇄를 얻었으며 치아 골이식재에 삽입에 의해 결손부위의 함몰도 관찰되지 않았으며, 조직학적으로도 이물 반응이 관찰되지 않았고 혈관 형성도 관찰되어 창상의 안정성을 관찰할 수 있었다. 4주군과 8주군을 비교한 결과, 잔존 이식재의 부피는 감소되었으나 신생골 부피는 감소되고 결합조직 부피는 증가된 반면, 발치와의 결손부위에서 치밀골에 의한 완전치유가 관찰되지 않은 점, 그리고 이 연구와 홍 등<sup>32</sup>의 연구를 비교해 보면, 치아 골이식재에 의한 신생골 형성이 8주군에서 BCP와  $\beta$ -TCP 보다 적은 양상을 보이는 점, 즉 골결손부에 차폐막을 사용하지 않았기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 생각된 바 차폐막이 부가적으로 사용되어야 함을 제시하고 있다.

이 제한된 연구 결과를 토대로, 동종의 치아 골이식재는 이물 반응이 없으며 현재 사용되고 있는 여러 형태의 골이식재와 유사한 골생성 효과를 나타낸 바 치조제 증대술에 사용될 수 있는 안정적인 재료가 생각되나, 차폐막과 복합해서 사용해야 함을 제시하고 있으며, 향후 사람에게서 장기간의 임상결과가 필요할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Pietrokovski J, Massler M. Alveolar ridge resorption following tooth extraction. *J Prosthet Dent.* 1967;17(1):21-7.
2. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(4):313-23.
3. Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M, et al. A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance following tooth extraction. Report of 10 cases. *J Periodontol.* 1997;68(6):563-70.
4. Clokie C. Material presented at the scientific sessions of the Canadian Association of Oral and Maxillofacial Surgery, Vancouver, 16 July 1998.
5. Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR, et al. Preservation of alveolar bone in extraction sockets using bioabsorbable membranes. *J Periodontol.* 1998;69(9):1044-9.
6. Nevins M, Mellonig JT. Enhancement of the damaged edentulous ridge to receive dental implants: A combination of allograft and Gore-Tex membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(2):96-111.
7. Nevins M, Mellonig JT. The advantages of localized ridge augmentation prior to implant placement: A staged event. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1994;14(2):96-111.
8. Chen ST, Dahlin C. Connective tissue grafting for primary closure of extraction sockets treated with an osteopromotive membrane technique: Surgical technique and clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1996;16(4):348-55.

9. Jensen SS, Aaboe M, Pinholt EM, et al. Tissue reaction and material characteristics of four bone substitutes. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996;11(1):55-66.
10. Fugazzotto PA. GBR using bovine bone matrix and resorbable and nonresorbable membranes. Part1: histologic results. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(4):361-9.
11. Fugazzotto PA. GBR using bovine bone matrix and resorbable and nonresorbable membranes. Part1: clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(6):599-605.
12. Klinge B, Alberius P, Isaksson S, et al. Osseous response to implanted natural bone mineral and synthetic hydroxyapatite ceramic in the repaire of experimental skull bone defects. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992;50(3):241-9.
13. Berglundh T, Lindhe J. Healing around implants placed in bone defects treated with Bio-oss. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 1997;8(2):117-24.
14. Boyne PJ. The use of particulated bone grafts as barriers, eliminating the use of membranes in guided tissue regeneration. *Atlas Oral Mzxillofac Surg Am* 2001;9:485-491.
15. Buser D, Brägger U, Lang NP, Nyman S. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res.* 1990;1(1):22-32.
16. Buser D, Dula K, Hirt HP, Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes. A clinical study with 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996;54(4):420-32.

17. Hanser T, Khoury F. Extraction site management in the esthetic zone using autogenous hard and soft tissue grafts; a 5-year consecutive clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014;34(3):305-12
18. Wood RA, Mealey BL. Histologic comparison of healing after tooth extraction with ridge preservation using mineralized versus demineralized freeze-dried bone allograft. *J Periodontol*. 2012;83(3):329-36.
19. Turonis JW, McPherson JC 3rd, Cuenin MF, et al. The effect of residual calcium in decalcified freeze-dried bone allograft in a critical-sized defect in the *Rattus norvegicus* calvarium. *J Oral Implantol*. 2006;32(2):55-62.
20. Cammack GV 2nd, Nevins M, Clem DS 3rd, et al. Histologic evaluation of mineralized and demineralized freeze-dried bone allograft for ridge and sinus augmentations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005;25(3):231-7.
21. Karring T, Lindhe J, Cortellini P. Regenerative periodontal therapy. In *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*. Copenhagen: Munksgaard, 1998:597-638.
22. Yeomans JD, Urist MR. Bone induction by decalcified dentine implanted into oral, osseous and muscle tissues. *Arch Oral Biol*. 1967;12(8):999-1008.
23. Bessho K, Bessho K, Tanaka N, Matsumoto J, et al. Human dentin-matrix-derived bone morphogenetic protein. *J Dent Res*. 1991;70(3):171-5.
24. Kim YK, Kim SG, Oh JS, et al. Analysis of inorganic component and SEM analysis of autogenous teeth bone graft material and histomorphometric analysis after graft. *J Korean Acad Implant Dent* 2009;28:1-9.
25. Kim YK, Kim SG, Lim SC. Familial tooth bone graft for ridge and sinus

augmentation: a report of two cases. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2014;40(1):37-42.

26. Kim YK, Kim SG, Oh JS, et al. Analysis of the inorganic component of autogenous tooth bone graft material. J Nanosci Nanotechnol. 2011;11(8):7442-5.

27. Kim YK, Lee J, Um IW, et al. Tooth-derived bone graft material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2013;39(3):103-11.

28 Kim YK, Kim SG, Um IW, et al. Bone grafts using autogenous tooth blocks: a case series. Implant Dent. 2013;22(6):584-9.

29. Kim YK, Kim SG, Bae JH, et al. Guided bone regeneration using autogenous tooth bone graft in implant therapy: case series. Implant Dent. 2014;23(2):138-43

30. Hämmerle CH, Araújo MG, Simion M; Osteology Consensus Group 2011. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. Clin Oral Implants Res. 2012;23(Suppl 5):80-2.

31. Yu SJ, Moon SS, Jang HS, et al. A clinical and histological evaluation for healing of dehiscence defects filled with an absorbable atelocollagen sponge in dogs. Tissue Eng Regen Med. 2012;9(6):320-27

32. Hong JY, Lee JS, Pang EK, Jung UW, Choi SH, Kim CK. Impact of different synthetic bone fillers on healing of extraction sockets: an experimental study in dogs. Clin Oral Implants Res. 2014;25:30-37.

33. 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(4):496-503.

34. Kim YK, Kim SG, Yun PY, et al. Autogenous teeth used for bone grafting: a comparison with traditional grafting materials. *Oral Surg Med Oral Pathol Radiol.* 2014;117(1):e39-45
35. Lee JY, Kim YK, Yi YJ, Choi JH. Clinical evaluation of ridge augmentation using autogenous tooth bone graft material: case series study. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2013;39(4):156-60
36. Kim YK, Kim SG, Lim SC. Familial tooth bone graft for ridge and sinus augmentation : a report of two cases. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2014;40(1):37-42
37. Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S. Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg.* 1988;81(5):672-6.
38. Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent.* 2006;15(1):8-17.