

성견 1면 골결손부에서 Bioactive Glass가 치주조직 치유에 미치는 영향

박원영 · 조규성 · 채종규 · 김종관 · 최성호

연세대학교 치과대학 치주과학교실
연세대학교 치과대학 치주조직재생연구소

I. 서론

치주치료의 궁극적 목적은 치주질환에 의해 상실된 치주조직의 재생이라고 할 수 있다. 이를 위해 골재생 혹은 새로운 부착재생에 대한 연구가 사람과 동물에서 이루어졌으며, 여러 재료와 수술방법들이 이용되어져 왔는데¹⁻⁶⁾, 차단막의 사용^{7, 8)}, 이식재의 사용⁹⁾, 치근치¹⁰⁾ 등이 있다.

널리 사용되는 치주조직 재생술식 중의 하나는 골이식술인데¹¹⁻¹⁵⁾, 여기에 이용되는 재료로는 자가골 이식재, 동종골 이식재, 이종골 이식재 및 합성골 이식재가 있다.

지금까지 자가골 이식재가 골형성 유도능력이 가장 좋은 것으로 알려져 있으나, 이는 부가적인 수술부위가 필요하고, 충분한 양의 이식재 채취가 어려운 단점이 있으며, 치근흡수나 유착을 일으킬 수 있다¹⁶⁾. 동종골 이식재는 역시 우수한 골형성능을 보고한 연구들이 있으나^{11, 12, 17, 18, 19)}, 질병 전이의 가능성과, 충분한 골재생이 이루어지기 전에 흡수된다는 단점이 있다²⁰⁾. 한편 이종골 이식재는 양에 제한은 없으나 면역반응과 조직거부의 위험이 여전히 있어 많이 사용되지 않는다.

최근에는 이런 여러 이식재들의 단점을 보

완하기 위해 합성골에 대한 관심이 증가되었는데^{15, 21, 22, 23)}, Plaster of Paris, Polymers, Calcium carbonate, Ceramics 등이 있다. 이들 중 Ceramics는 골과 동일한 탄성계수를 가지고 있으며, 골과 결합조직에 결합하는 능력 때문에 치주치료와 치조골 증대술에서의 사용이 증가되어 왔다²³⁻²⁸⁾. 가장 연구가 많이 진행된 ceramics로는 Hydroxyapatite(HA)²⁴⁻²⁶⁾와 tricalcium phosphate²⁹⁾가 있다. 이들은 안전하고 거부반응을 일으키지 않지만 신부착을 증진시키는 능력은 작고, 입자들은 주로 결합조직에 둘러싸이게 되며, 골조직의 생성이 적은 단점이 있다^{24, 30, 31)}. 이런 합성골 이외에 많이 사용되고 있는 bioactive glass의 일종인 PerioGlas[®]가 있는데, 이는 1969년 Hench에 의해 개발된 Bioglass[®]의 particulate form이다³²⁾. 1971년 Hench 등은 45S5 Bioglass[®]가 골과 결합하는 능력이 있다고 보고하였고, 1990년 Wilson 등은 연조직과도 결합한다고 보고하였다^{33, 34)}. 1974년 Hench 등은 bioactive glass와 골의 결합에는 이식재의 표면에 biologically active hydrated calcium phosphate 층의 형성이 중요한 역할을 한다고 하였다³⁵⁾. 그 뒤를 이은 일련의 연구들에 의하면 다른 bioceramic alloplastic materials에 비

해 Bioglass®의 특이한 점은 생체내 이식시 빠른 표면반응에 의해 수시간내에 hydroxy-carbonate apatite 층을 형성하며, 그로 인해 다른 calcium phosphate ceramics보다 입자 주위 골형성이 빠르다고 보고되었다³⁶⁾. 생체내에서 이 층은 숙주의 유기물질을 통합하여 골과 비슷하게 되며, 높은 생체활성도로 인해 수복과정을 자극하고 골형성을 유도한다는 것도 알려져 있다³⁶⁻³⁸⁾. 또한 45S5 입자를 사용하여 치주결손부를 치료해 본 동물실험들에서도 치조골과 치주인대 모두의 재생을 보고하였고, 또한 상피의 이동을 억제하는 경향도 있음이 보고되었다³⁹⁻⁴¹⁾.

특히 1994년 Fetner 등은 2면 골결손부를 사용한 원숭이 실험에서 통상적인 외과치 및 HA, tricalcium phosphate와 bioactive glass(PerioGlas®)를 비교하여, bioactive glass를 사용했을 때 더 많은 신부착과 골재생을 얻었음을 보고하였다³⁹⁾.

그러나 골결손부의 면이 적어질수록 재생이 어렵고 상피 이동이 쉬우며 골이식재의 안정성이 결여된다. 따라서 임상에서 흔히 볼 수 있는 1면 골결손부에서도 bioactive glass의 효과를 알아볼 필요가 있다.

이에 저자는 외과적으로 형성된 성견의 1면 골결손부에서 bioactive glass를 사용하여 치료한 후 치주조직의 재생에 미치는 영향을 통상적인 외과치료와 조직학적, 계측학적으로 비교, 관찰, 평가하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

(1) 실험 동물

본 연구에서는 생후 1년 이상된 건강한 수컷 beagle dog 4마리를 사용하였고, 체중은 15kg 내외였으며, 실험시작 전 실험동물의 영

구치는 완전히 봉출되어 있었고 치주조직은 염증이 없는 건강한 상태였다. 실험부위로는 하악 제2소구치의 근심면을 사용하였다.

(2) 실험 재료

실험재료로는 bioactive glass(PerioGlas®)를 사용하였다.

2. 연구 방법

(1) 실험군 설정

4×4mm(깊이, 근원심 폭경)의 1면 골결손부 형성후 치은박리소파술만을 시행한 부위를 대조군으로, bioactive glass를 사용한 부위를 실험군으로 하였다.

(2) 치조골 결손부 형성 및 외과적 처치

실험동물은 Entobar®** 30mg/kg을 죽근정맥에 주사하여 전신마취 시키고 2% lidocaine HCl로 침윤마취 후에 하악 제 1 소구치를 발치하였다. 2개월의 치유기간이 경과한 후, 같은 방법으로 전신마취 및 침윤마취 시키고 협설로 치은 판막을 형성하여, 하악 제 2 소구치의 근심면에 근원심 폭경이 4mm, 깊이가 4mm 되도록 1면 골결손부를 형성하였다(사진부도 1). 형성된 치조골 결손부 기저부 높이의 치근에 1/4 round bur를 이용해서 notch를 형성하여 reference point로 삼았다. 형성한 결손부에 bioactive glass를 식립하고(사진부도 2) 3-0 봉합건사로 봉합하였다. 2주후 봉합건사를 제거하고 실험기간동안 0.1% Chlorhexidine***으로 구강청결을 유지시켜 주었다. 8주후에 vital perfusion 방법으로 실험동물을 희생시키고 실험부위를 적출하였다.

(3) 조직학적 관찰

적출한 조직을 10% 중성 formaline에 고정 시키고 nitric acid로 1주간 탈회시킨 후, 통법에 따라 paraffin에 포매하여 3μm 두께로 근

원심방향의 연속절편을 얻고, hematoxyline-eosin 염색후 광학현미경으로 검경하였다.

조직학적 관찰사항은 다음과 같다.

- 1) 치은상피의 치근단 이동정도
- 2) 결합조직의 회복량과 주행방향
- 3) 신생백악질 형성의 양
- 4) 신생골의 형성 정도
- 5) 치근흡수와 유착의 유무와 정도
- 6) 염증 세포의 침윤 상태
- 7) 이식재의 흡수 정도

(4) 조직 계측학적 관찰

백악법랑경계(CEJ)와 reference notch(N)를 참고점으로 삼았고, 그 거리를 결손부깊이(DH)로 정하였다. 치은변연이 백악법랑경계보다 근단 쪽으로 내려와 있는 경우를(+)로, 치관 쪽으로 위치한 경우를(-)로 표시하였다. 백악법랑경계에서 접합상피의 최하단까지의 거리를 접합상피증식(EG)으로 하였으며 접합상피 하단에서 신생백악질 상단까지를 결합

조직유착(CTA)으로, reference notch에서 신생백악질 형성 상단까지를 신생백악질 형성(NC)으로, reference notch에서 신생골 형성 상단까지를 신생골 형성(NB)으로 계측하였다. 초기 결손부깊이(DH)는 수술시 4mm로 형성하였고 계측학적 측정 결과 양쪽 군에서 유의차가 없었다.

(5) 통계학적 처리

각 표본당 약 80m의 간격으로 3개의 절편을 만들어 Mann-Whitney U test 방법으로 비교하였다.

III. 연구 성적

1. 조직학적 관찰

(1) 대조군

접합상피의 증식이 비교적 많았으며(사진부도 3, 4, 6), 결합조직의 섬유방향은, 상방에서는 주로 치근에 평행하게, 하방에서는 수직으

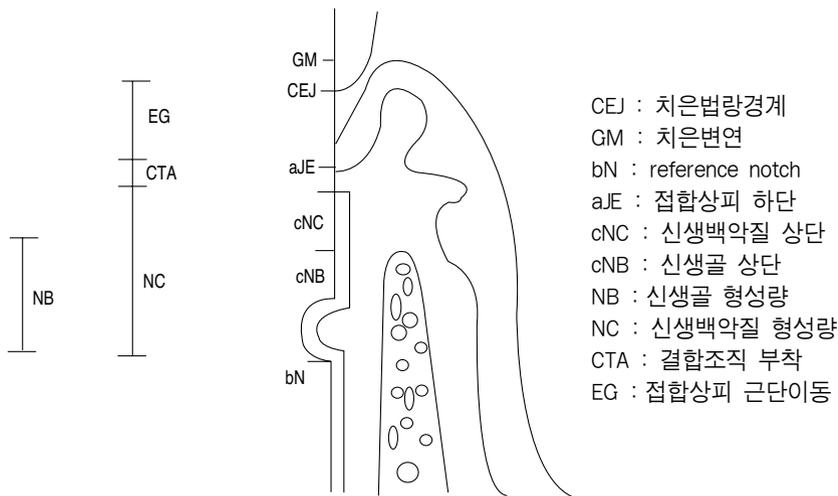


그림 1 A schematic diagram depicting the landmarks and the parameters used in histomorphometric analysis

* PerioGlas®, Bioactive glass, US Biomaterials Corporation, Florida, U.S.A

** Entobar®, sodium pentobarbital 100mg/2ml, Hanlim Pharm. Co., Seoul, Korea

*** Hexamedin®, Chlorhexidine-digluconate 0.1%, 250ml, 부광약품, Seoul, Korea

로 배열되었다. 약간의 치근흡수와 그 위로 형성된 신생백악질 그리고 신생골의 형성도 관찰되었다(사진부도 4, 5). 염증세포의 침윤은 미약하였고 골유착은 보이지 않았다.

(2) 실험군

접합상피의 증식은 많지 않았고(사진부도 7, 10), 결합조직의 섬유방향은 치근에 평행하거나 수직으로 배열되었다. 약간의 치근흡수와 그 위로 신생백악질의 형성이 관찰되었다. 신생골이 비교적 많이 형성되었고 활발한 조골세포의 분포와 골양기질(osteoid)의 형성이 관찰되었다(사진부도 8). 이식재는 부분적으로 흡수되었으며, 이식재 주변 염증세포의 침윤은 미약하였다. 입자의 미세한 틈을 통해 자라들어간 결합조직과 입자내부에서 생성된 골이 관찰되었으며, 이 골은 외부의 골과는 연결되지 않았다(사진부도 11, 12). 골에 싸여 있는 입자는 관찰되지 않았으며 주로 신생골의 상방에 존재하였다. 유착 또한 발견되지 않았다.

2. 조직 계측학적 관찰

(1) 치은 변연 위치

대조군에서 $-1.30 \pm 0.73\text{mm}$ (결손부 깊이의 -31.9%), 실험군에서 $-1.40 \pm 0.78\text{mm}$ (-36.1%)로 나타났으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이는 없었다(표 1).

(2) 백악법랑경계부-접합상피 하단(접합상피의 근단이동 정도)

대조군에서 $1.74 \pm 0.47\text{mm}$ (결손부 깊이의 42.9%), 실험군에서 $1.12 \pm 0.36\text{mm}$ (27.9%)로 나타났으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이가 있었다($P < 0.01$)(표 1).

(3) 백악질 형성량

대조군에서 $2.06 \pm 0.73\text{mm}$ (결손부 깊이의 48.5%), 실험군에서 $2.62 \pm 0.37\text{mm}$ (66.6%)로 나타났으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이는 없었다(표 1).

표 1 Histomorphometric analysis

(Unit: mm)

	Control	Exp.	P value
	Median(Range) Mean(SD)	Median(Range) Mean(SD)	
DH	4.30(1.15)	4.05(0.88)	0.0703
	4.17(0.48)	3.96(0.31)	
GM	-1.05(1.83)	-1.25(2.13)	0.5078
	-1.30(0.73)	-1.40(0.78)	
EG	1.63(1.33)	1.03*(1.13)	0.0047
	1.74(0.47)	1.12(0.36)	
CTA	0.38(0.65)	0.03(0.78)	0.1120
	0.37(0.21)	0.22(0.31)	
NC	2.45(1.80)	2.70(1.05)	0.0576
	2.06(0.73)	2.62(0.37)	
NB	1.53(2.00)	2.38(1.93)	0.0851
	1.83(0.74)	2.39(0.59)	

* : Statistically significant difference compared to Control group, $P < 0.01$

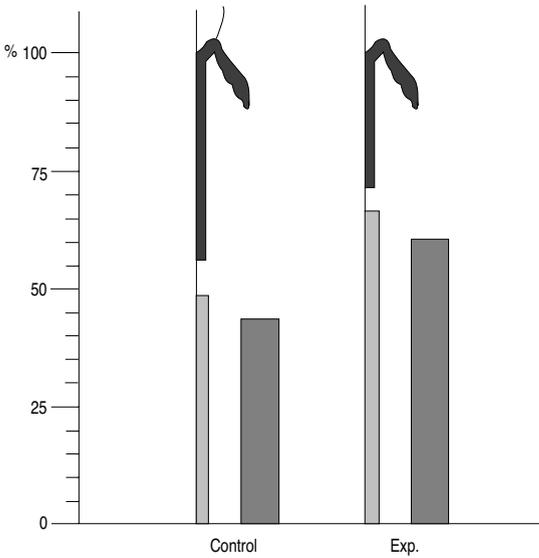


그림 2 A schematic diagram depicting histomorphometric analysis of control and experimental groups

(4) 신생골 형성량

대조군에서 $1.83 \pm 0.74\text{mm}$ (결손부 깊이의 43.8%), 실험군에서 $2.39 \pm 0.59\text{mm}$ (60.8%)로 나타났으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이는 없었다(표 1).

IV. 총괄 및 고찰

치주질환의 궁극적인 목적은 치주질환에 이환되어 소실된 치주조직의 재생이라고 할 수 있다. 이러한 치주조직 재생을 위한 치료의 목적은 치태와 치석에 감염된 치근에 새로운 결합조직부착의 형성과 백악질, 치주인대 및 치조골의 재생을 포함하는 것이다. 부착재생 및 치조골의 골재생을 위한 골이식술이 다양하게 연구되었으며, 골이식술에는 자가골 이식, 동종골 이식, 이종골 이식, 합성골 등이 이용되고 있다.

자가골 이식은 수년간의 여러 연구에서 성공적인 치주조직 재생 결과를 나타내었으나, 추가적인 수술부위가 필요하고 치조골 결손

부위가 크고 다수인 경우에 충분한 양을 얻을 수 없으며, 특히 fresh iliac marrow autograft인 경우 치근흡수를 야기한다는 연구가 있다¹⁶⁾. 이러한 문제의 해결을 위해 동종골 이식이 연구되었고, 그 한 종류로서 탈회 냉동건조골 이식이 많이 이용되었으나 이 또한 항원성이나 질병의 전이 가능성 등의 문제를 안고 있다.

Bioactive glass의 일종인 Bioglass[®]는 1984년부터 이비인후과에서 중이의 손상 받은 소골(ossicles)을 수복하기 위해 사용되었고⁴²⁾, 정형외과와 성형외과 영역에서도 사용되었으며, 치과에서도 역시 80년대부터 발치후 치조골 유지를 위해 사용되어 왔다^{43, 44)}.

생체적합성에 대한 연구로는, 1981년 Wilson & Hench가 독성에 대한 가장 예민한 실험인 세포배양검사를 통해 bioactive glass(BG) 입자가 독성을 띠지 않으며 세포의 성장, 분열을 방해하지 않는다고 하였고, 입자 주위에 죽은, 혹은 죽어 가는 세포나 염증세포의 침윤이 없이 생체적합성을 가진다고 보고하였다⁴⁵⁾.

Bioglass[®]의 particulate form인 PerioGlas[®]는 calcium salt, phosphate, sodium salts, silicon으로 이루어지고, 이들은 신체 내에서 자연적으로 존재하며 골의 광화를 위해 필수적인 성분들이다. 자세히 보면 45%의 silicon oxide, 24.5%의 sodium oxide, 24.5%의 calcium oxide 그리고 6%의 phosphorus pentoxide의 구성비를 가지며, 입자의 크기는 90-710 μm 이다³⁹⁾.

BG가 수술부위에 위치되면 그 표면에서 시간에 따른 동적인 변화를 겪게 된다. 1984년 Hench의 보고에 의하면 식립 후 수분 내에 표면에서 이온교환이 이루어지는데, sodium과 hydrogen ion이 유리되어 입자 위에 silica gel layer를 만든다. 그 위로 즉시 calcium phosphate 층이 형성되고 hydroxy-carbonate-apatite층으로 결정화되는데, 이 층은 골이나 치아의 natural apatite와 구별되지 않는다.

그 후 조골세포가 이 hydroxy-carbonate-apatite 층을 따라 증식하며, 골 및 연조직과 critical bonding interface를 제공한다. Hydroxyapatite(HA)도 역시 골과 결합할 수 있지만, BG에는 calcium phosphate에 기인한, 재료와 숙주조직 사이의 연조직 결합이 있어서 초기에 임계면에서 재료의 움직임을 막고 재료의 적합성을 증진시킨다고 보고하였으며 아마도 이 결합의 형성이 다른 수복용 이식재에서 보이는 염증이나 반흔조직 형성을 막는 것으로 보인다고 하였다³⁶⁾.

한편 교원섬유는 hydroxy-carbonate-apatite 층으로 통합되어(침투하여) 100-300 μ m 정도의 bonding zone을 형성하며, 이 bonding zone은 결과로서 생기는 재생된 골의 기계적 강도에 있어 중요하다고 하였다⁴⁶⁾.

1994년 Fetner는 2면 골결손부를 사용한 원숭이 실험에서 통상적인 외과처치 및 HA, tricalcium phosphate와 BG(PerioGlas[®])를 비교하였는데, 대조군에서 34%, HA에서 38%, tricalcium phosphate에서 55% 그리고 BG에서 68%의 신부착을 얻었고, 골재생량을 보면 대조군에서 21%, HA에서 18%, tricalcium phosphate에서 31%, BG에서는 47%의 신생골 형성을 나타내어 다른 술식에 비해 BG에서 향상된 신부착과 골재생을 보고하였다. 또한 결손부에 적용시 cohesive mass를 형성하여 혈액위로 부유되지 않고 조각이 용이하며, 지혈작용을 나타냄을 보고하였다³⁹⁾.

본 실험에서는 1면 골결손부에 BG를 사용하여 대조군에서 49%, BG에서 67%의 신부착을 얻었고, 대조군에서 44%, BG에서 61%의 신생골이 형성되어, BG에서 신생골과 신생백악질의 형성량이 대조군보다 많았으나 통계학적인 유의차는 없었다. 접합상피의 근단이동은 대조군에서 43%, BG에서 28%로, BG에서 유의차 있는 감소를 보였다.

한편 수술 중에는 BG입자가 혈액위로 떠다니지 않고 결손부 내에 잘 유지되는 양상을

보였다(사진부도 2).

조직학적 소견에서 이식재는 부분적으로 흡수되었고 남아있는 입자의 미세한 틈을 통해 자라들어간 결합조직과 입자내부에서 생성된 골이 관찰되었으며, 이 골은 외부의 골과는 연결되지 않았다. 입자의 외부에서는 활성화된 조골세포들과 골양기질의 형성이 관찰되었으나 골에 통합된 입자는 관찰되지 않았으며 주로 신생골의 상방에 존재하였다.

생성된 골은 실험군과 대조군 모두에서 haversian system이 잘 형성되어 있었고, 골주위로 활성화된 조골세포의 배열을 관찰할 수 있었다.

치근흡수 역시 실험군과 대조군 모두에서 존재하였으며 그 위로 백악질이 형성되어 있었다. 치근흡수에 대해서도 여러 가지 해석이 있을 수 있는데 이식재가 상피의 근단이동을 억제한다면, 그리고 그 결과가 심한 치근흡수로 이어지지 않고 자기 제한적으로 더 이상 진행되지 않는다면 이 역시 백악질 형성을 증진시킬 수 있다는 연구들도 있다^{1, 2)}.

치근흡수에 있어 1974년 Dragoo등이 보고한 대로 iliac bone marrow 이식시에 심한 치근흡수를 야기하나, 이는 주로 iliac bone에 있는 osteoproliferative cells에 의한 것이다^{11, 47, 48)}.

반대로 1972년 Stahl 등은 신생 백악질 형성 전에 약간의 치근흡수를 보고한 바 있고⁴⁹⁾, 1974년 Frank 등은 흡수로 인해 상아기질에서부터 교원섬유가 노출되는 것이 신생 백악질 형성에 필수 조건이라고 하였으며, 이러한 연구들은 치근표면처리의 개념을 제시하였다⁵⁰⁾.

8주의 기간이 치근흡수의 정도를 평가하기에는 짧지만 BG를 적용한 부위에서 보인 치근흡수도 실험군에 비해 심하지 않고 자기 제한적이었다.

실험기간에 있어 8주를 선택한 것은, 일반적으로 연조직의 치유는 2-3주, 골조직의 치유가 6-8주 소요되는 것으로 연구되어 있고,

1982년 Polson 등이 보고한 대로 통상적인 치주수술 후 신생골과 백악질의 윤곽은 6-8주가 지나야 나타나게 되기 때문이다⁵¹⁾.

본 실험에서는 외과적으로 형성된 defect를 사용하였는데, 이는 1985년 Isidor의 연구에서 밝혀진 것처럼 자연발생적 혹은 ligation에 의해 유발된 부착상실과 외과적으로 형성된 부착상실은 그 치유에 있어 차이가 없다는 점에서 그 타당성을 얻을 수 있다⁵²⁾. 또한 실험군과 대조군에 거의 유사한 defect를 부여함으로써 재료 자체의 치유 효과를 더욱 효과적으로 비교할 수 있었다.

1973년 Hiatt, Schallhorn는 치주조직의 재생이 골결손부의 형태에 의해 많은 영향을 받게 된다고 하였으며⁵³⁾, Mellonig, Quintero 등의 연구에서도 치료 6개월 후 1면 골결손부는 2.6mm(61%), 2면 골결손부는 1.8mm(62%), 3면 골결손부는 2.9mm(73%)의 치조골 재생을 보였다. 골결손부의 면이 많을수록 골 유도 세포의 공급이 많아지고 이식재의 유지 및 치은판막의 봉합이 용이해져서 접합상피의 증식이 적고 골재생이 많이 나타난다⁵⁴⁾. 즉 1면 골결손부로 갈수록 치주조직 재생이 어렵다는 것이다. 이번 실험에서는 임상적으로 흔히 대하게 되고, BG와 연관되어서는 잘 연구되지 않은 1면 골결손부를 선택하였다.

많은 표본을 대상으로 한 추가적인 연구가 필요하겠지만 이번 연구의 결과로 볼 때, 1면 골결손부에서 bioactive glass를 사용할 경우 향상된 접합상피 억제효과를 얻을 수 있으나, 신부착과 골재생에 있어서는 유의성 있는 개선을 기대하기 어려운 것으로 보인다.

V. 결론

본 연구는 성견에서 1면 치조골 결손이 있는 경우, bioactive glass를 이식했을 때 접합상피, 치조골, 백악질, 결합조직 등 치주조직 재생과 치유에 미치는 영향을 평가하기 위해

실시하였다. 성견의 소구치 근심면에 4mm 깊이, 4mm 넓이의 1면 골결손부를 실험적으로 형성한 후 치주수술만을 시행한 군을 대조군으로, bioactive glass를 이식한 군을 실험군으로 설정하여 실험하고, 술후 8주에 치유결과를 조직학적으로 비교 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치은변연 위치는 대조군에서 $-1.30 \pm 0.73\text{mm}$, 실험군에서 $-1.40 \pm 0.78\text{mm}$ 로 나타났다으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이는 없었다.
2. 백악법랑경계부-접합상피 하단(접합상피의 근단이동 정도)은 대조군에서 $1.74 \pm 0.47\text{mm}$, 실험군에서 $1.12 \pm 0.36\text{mm}$ 로 나타났다으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이가 있었다($P < 0.01$).
3. 백악질 형성량은 대조군에서 $2.06 \pm 0.73\text{mm}$, 실험군에서 $2.62 \pm 0.37\text{mm}$ 로 나타났다으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이는 없었다.
4. 신생골 형성량은 대조군에서 $1.83 \pm 0.74\text{mm}$, 실험군에서 $2.39 \pm 0.59\text{mm}$ 로 나타났다으며, 대조군과 실험군간에 유의성 있는 차이는 없었다.

이상의 결과에서 볼 때, 성견의 1면 골결손부에서 bioactive glass를 사용할 때 접합상피의 근단 이동이 적었으나, 신생골과 신생백악질 형성에는 유의성 있는 개선이 없었다.

VI. 참고 문헌

1. Bowers G, Chadroff B, Carnevale R, Mellonig J, Corio R, Emerson J, Stevens M, Romberg E: Histologic evaluation of new attachment apparatus formation in humans. Part II., J. Periodont., 60:675-682, 1989.

2. Bowers G, Chadroff B, Carnevale R, Mellonig J, Corio R, Emerson J, Stevens M, Romberg E: Histologic evaluation of new attachment apparatus formation in humans. Part III., J. Periodont., 60: 683-693, 1989.
3. Gottlow J, Nyman S, Lindhe F, Karring T, Wennström J: New attachment formation in the human periodontium by guided tissue regeneration. Case reports, J. Clin. Periodont., 13: 604-616, 1986.
4. Patur B : Clinical and roentgenographic evaluation of the post treatment healing of intrabony pockets, J. Periodont., 33: 164-171, 1962.
5. Renvert S, Nilveus R, Egelberg J: Healing after treatment of periodontal intraosseous defects. V. Effect of root planing versus flap surgery, J. Clin. Periodontol., 12: 619-629, 1985.
6. Schluger S: Osseous resection-A basic principle in periodontal surgery, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 2: 316-325, 1949.
7. Melcher AH: On the repair potential periodontal tissues, J. Periodont., 47: 125-131, 1976.
8. Yukna RA: Clinical human comparison of e-PTFE barrier membranes and freeze-dried dura mater allografts for guided tissue regeneration of lost periodontal supports. I. mandibular molar class II furcations, J. Periodont., 63: 431-442, 1992.
9. Urist MR, States BS: Bone formation by autoinduction, Science, 150: 892, 1965.
10. Isidor F, Attström R, Karring T: Regeneration of alveolar bone following surgical and non-surgical periodontal treatment, J. Clin. Periodontol., 12: 687-696, 1985.
11. Mellonig JT, Bowers GM: Regenerating bone in clinical periodontics, J. Am. Dent. Assoc., 121(4): 497, 1990.
12. Mellonig JT : Freeze-dried bone allografts in periodontal reconstructive surgery, Dent. Clin. North Am., 35 : 504, 1991.
13. 김성희, 김종관, 조규성, 채중규: 골내 치주낭에서 탈회냉동건조골 동종 이식 시 이식 효과에 대한 임상적 연구, 대한 치주과 학회지, 24: 618-632, 1994.
14. 김준성, 조규성, 채중규, 김종관: Decalcified Freeze-Dried Bone이 성견 치주질환 이환 발치와의 치조골 재생에 미치는 영향, 대한 치주과 학회지, 22: 407, 1992.
15. 김현영, 채중규: 성견의 3면 골내낭에서 calcium sulfate를 탈회 냉동 건조골과 혼합이식 및 차단막으로 사용할 때의 치주조직의 치유효과, 연세치대 논문집, Vol. 10, 1995.
16. Aukhil I, Simpson M, Schaberg TV: An experimental study of new attachment procedure in beagle dogs, J. Perio. Res., 18: 643-654, 1983.
17. Mellonig JT, Bowers GM, Bright RW, Lawrence JT: Clinical evaluation of freeze-dried bone allograft in periodontal osseous defects, J. Periodont., 47: 125, 1976.
18. Mellonig JT, Levy RA: The effect of different particle sizes of freeze-dried bone allograft on bone growth, J. Dent. Res., 63: 222, 1984.
19. Reynolds MA, Bowers GM: Fate of demineralized freeze-dried bone allografts

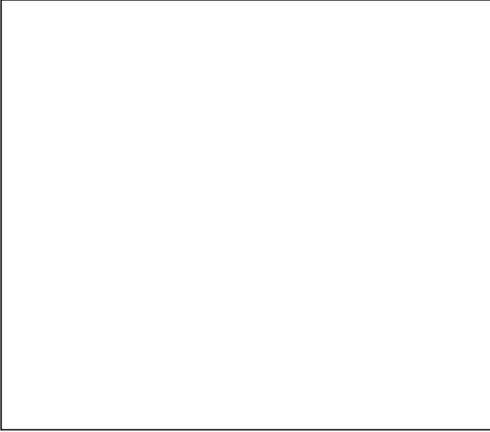
- in human intrabony defects, *J. Periodont.*, 67: 150-157, 1996.
20. Schallhorn RG: Present status of osseous grafting procedure, *J. Periodont.*, 48: 570, 1977.
 21. Bowen JA: Comparison of decalcified freeze-dried bone allograft and porous particulate hydroxyapatite in human periodontal osseous defects, *J. Periodont.*, 60: 647, 1989.
 22. Carranza FA: Glickman's clinical periodontology, 7th edition, WB Sander Co., 852-856, 1990.
 23. Meffert RM, Thomas JR, Hamilton KM, Brownstein CN: Hydroxyapatite as an alloplastic graft in the treatment of human periodontal osseous defects, *J. Periodont.*, 56:63-73, 1985.
 24. Carranza FA, Kenndy EB, Lekovic V, Talamanie E: Histologic study of healing of human periodontal defects after placement of porous hydroxyapatite implants, *J. Periodont.*, 59: 682-688, 1987.
 25. Kenney EB, Lekovic V, Sa Ferreira JC, Han J, Dimitrijevic B, Carranza FA Jr.: Bone formation within porous hydroxyapatite implants in human periodontal defects, *J. Periodont.*, 57: 76-83, 1986.
 26. Kenney EB, Lekovic V, Han J, Carranza FA Jr., Dimitrijevic B: The use of porous hydroxyapatite implant in periodontal defects. Clinical result after six months, *J. Periodont.*, 56: 82, 1985.
 27. Ouhayoun JP: Influence of biomaterials in the healing pattern of bony defects in miniature pig mandible, *J. Dent. Res.*, 68(special issue): Abstract No. 1944, 1989.
 28. Souyris F: Coral, A new biomedical material, *J. Maxillofac. Surg.*, 13: 64, 1985.
 29. Yukna RA: Synthetic bone grafts in periodontics(review), *Periodontology* 2000, 1: 92-99, 1993.
 30. Baldock WT, Huichens LH, McFall WT, Simpson DM: An evaluation of tricalcium phosphate implants in human periodontal osseous defects of two patients, *J. Periodont.*, 56: 1-7, 1985.
 31. Egelberg J: Regeneration and repair of periodontal tissues, *J. Periodont. Res.*, 22:233-242, 1987.
 32. Hench LL, Splinter RJ, Greenlee TK, et al: Bonding mechanism at the interface of ceramic prosthetics materials, *J. Biomed. Mater. Res.*, 5:117-141, 1971.
 33. Hench LL, Splinter RJ, Allen WC, Greenlee TK Jr. : Bonding mechanisms at the interface of ceramic prosthetic materials, *J. Biomed. Mater. Res. Sympo.*, 2: 117, 1972.
 34. Wilson J, Nolletti D: Bonding of soft tissues to Bioglass, *Handbook of bioactive ceramics*, Vol. I: 283-302, 1990.
 35. Hench LL, Paschall HA: Histochemical responses at a biomaterials interface, *J. Biomed. Mat. Res.*, 5: 49-64, 1974.
 36. Hench LL, Wilson J: Surface-active biomaterials, *Science*, 226: 630-636, 1984.
 37. Andersson OH: Calcium phosphate formation at the surface of bioactive glasses in vivo, *J. Non-Crystalline Solids*, 119: 290-296, 1990.
 38. Oonishi H, Kushitani S, Yasukawa E, Iwaki H, Hench LL, Wilson J, Tsuji E, Sugihara T: Bone growth into spaces

- between 45S5 Bioglass granules, Presented at the 7th International Symposium on Ceramics in Medicine; July 28-30, 1994.
39. Fetner AE, Hartigan MS, Low SB: Periodontal Repair Using PerioGlas in Nonhuman Primates; Clinical Histologic Observations, *Compend. Cont. Educ. Dent.*, 15(7):932-938, 1994.
 40. Low SB, King C, Krieger J: An evaluation of bioactive ceramic in the treatment of periodontal osseous defects, *Int. J. Periodont. Res. Dent.*, 17(4): 359-367, 1996.
 41. Wilson J, Low SB: Bioactive ceramics for periodontal treatment: comparative studies in the Patas monkey, *Journal of Applied Biomaterials*, 3:123-129, 1992.
 42. Merwin GE: Bioglass middle ear prosthesis: preliminary report, *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*, 95: 78-82, 1986.
 43. Kirsh ER: Postextraction ridge maintenance using the endosseous ridge maintenance implant(ERMI), *Compend. Cont. Educ. Dent.*, 15: 234-242, 1994.
 44. Stanley HR, Hall MB, Collatti F, Clark AE: Residual alveolar ridge maintenance with a new endosseous implant material, *J. Prosthetic. Dent.*, 58: 607-613, 1987.
 45. Wilson J, Hench LL: Toxicology and biocompatibility of bioglasses, *J. Biomed. Mat. Res.*, 15: 805-817, 1981.
 46. Quinones CR, Lovelace TB: Utilization of a bioactive Synthetic Particulate for Periodontal Therapy And Bone Augmentation Techniques, A supplement to *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry*, Vol 9, No 7, Sep. 1997.
 47. Dragoo MR, Sullivan HC: A clinical and histologic evaluation of autogenous iliac bone grafts in humans: part II. External root resorption, *J. Periodont.*, 44:614-625, 1974.
 48. Schallhorn RG: Postoperative problems associated with iliac transplants, *J. Periodont.*, 43:3-9, 1972.
 49. Stahl SS, Slavkin HC, Yamada L, Levine S: Speculations about gingival repair, *J. Periodont.*, 43: 395-402, 1972.
 50. Frank R, Frierio-Donno G, Cimasoni G, Matter J: Ultrastructure study of epithelial and connective gingival reattachment in man, *J. Periodont.*, 45: 626-635, 1974.
 51. Polson AM, Caton J: Factors influencing periodontal repair and regeneration, *J. Periodont.*, 53: 617, 1982.
 52. Isidor F, Karring T, Nyman S, Lindhe J: New attachment-reattachment following reconstructive periodontal surgery, *J. Clin. Periodontol.*, 12: 728-735, 1985.
 53. Hiatt WH, Shallhorn RG: Intraoral transplants, *J. Periodont.*, 44: 194, 1973.
 54. Mellonig JT: Decalcified freeze-dried bone allografts as an implant material in human periodontal defects, *Int. J. Periodont. Res. Dent.*, 4(6):41, 1984.

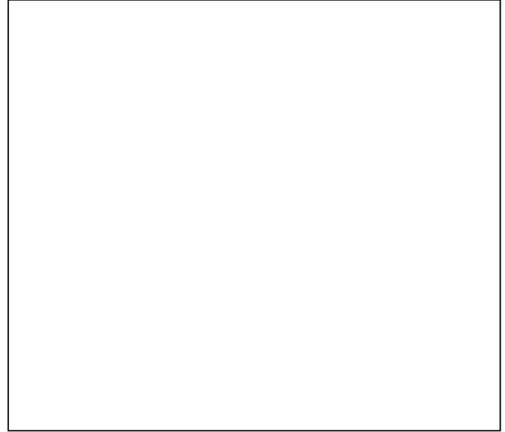
사진부도 설명

- 사진부도 1 하악 소구치 근심면에 형성된 1면 골내낭.
4mm 깊이와 4mm 폭경으로 형성.
- 사진부도 2 형성한 골내낭에 이식한 bioactive glass.
- 사진부도 3 대조군의 소견(HE 10)
상피증식이 일어나고 신생골 형성이 다소 적다.
- 사진부도 4 대조군의 소견(HE 40)
상피의 근단이동과 소량의 신생백악질 형성이 관찰된다.
- 사진부도 5 대조군의 소견(HE 100)
백악질이 형성된 곳에서는 결합조직이 수직으로 배열되어 있다.
- 사진부도 6 대조군의 소견(HE 100)
접합상피가 신생골의 상단 근처까지 증식되어 있다.
- 사진부도 7 실험군의 소견(HE 10)
접합상피의 근단이동이 억제되어 있고, 신생골 형성이 관찰된다.
- 사진부도 8 실험군의 소견(HE 40)
신생백악질이 접합상피 하단까지 형성되어 있고 결합조직이 수직으로 배열되어 있다.
- 사진부도 9 실험군의 소견(HE 100)
신생백악질의 두께는 notch쪽에서 두껍고 상방으로 갈수록 가늘어진다.
- 사진부도 10 실험군의 소견(HE 100)
대조군에 비해 접합상피의 근단이동이 억제되어 있다.
- 사진부도 11 실험군의 소견(HE 200)
잔존 bioactive glass가 보이고, 그 속으로 자라들어간 연조직과 골형성을 관찰할 수 있다.
- 사진부도 12 실험군의 소견(HE 400)
Bioactive glass내의 조골세포와 신생골 형성이 보인다.

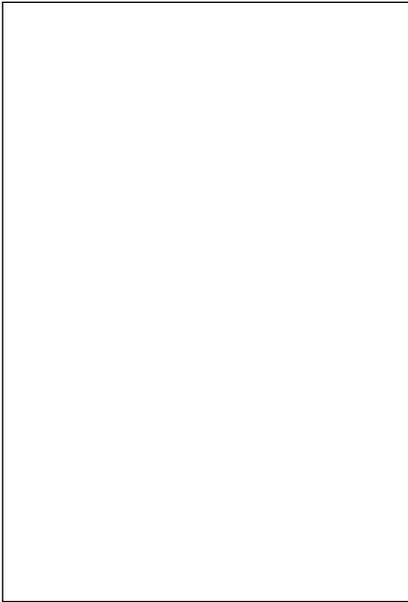
사진부도(1)



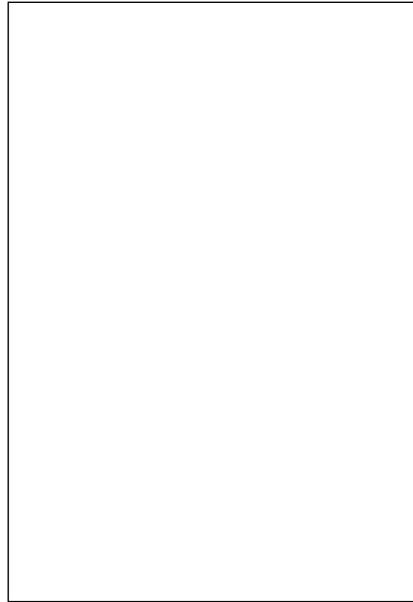
사진부도 1 골결손부 형성



사진부도 2 Bioactive glass 이식

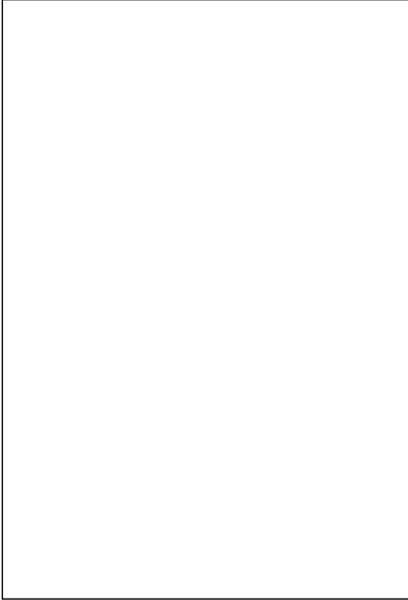


사진부도 3 대조군의 소견(H-E 10)

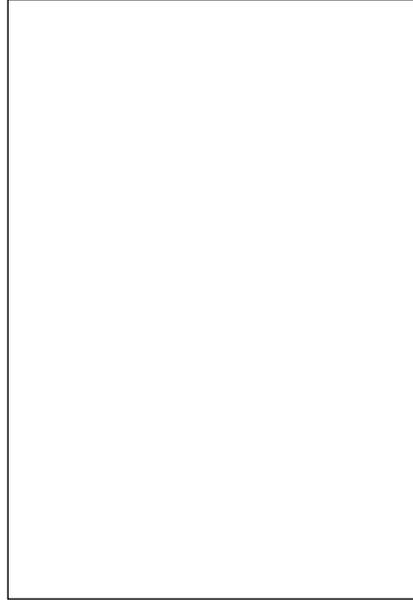


사진부도 4 대조군의 소견(H-E 40)

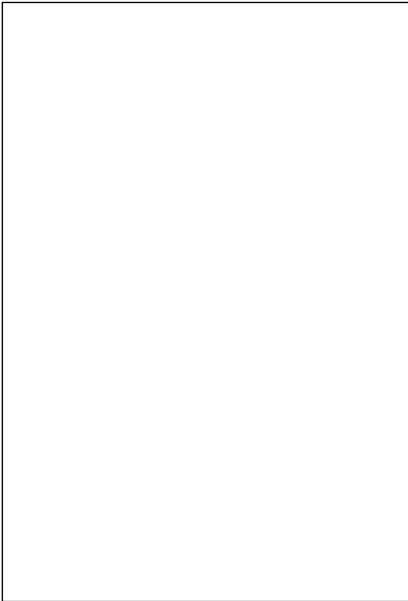
사진부도(Ⅱ)



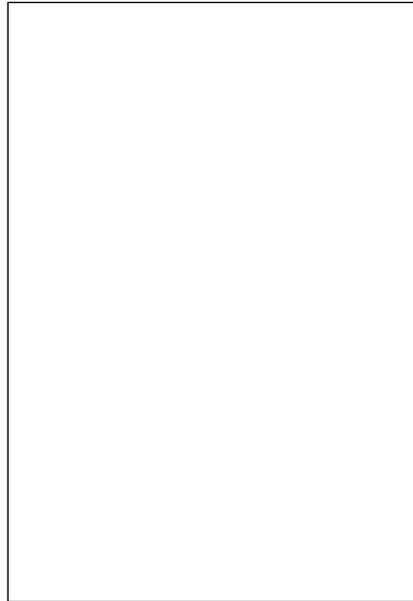
사진부도 5 대조군의 소견(H-E 100)



사진부도 6 대조군의 소견(H-E 100)

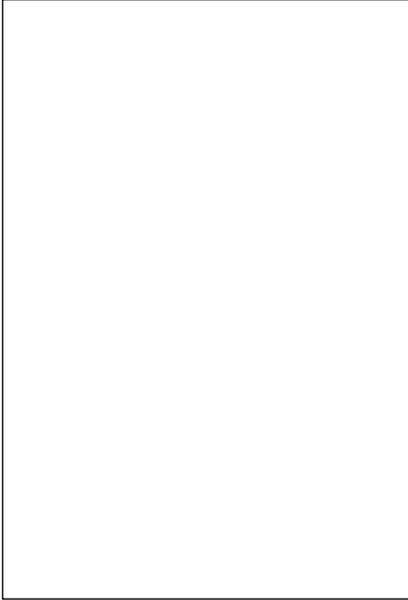


사진부도 7 실험군의 소견(H-E 10)

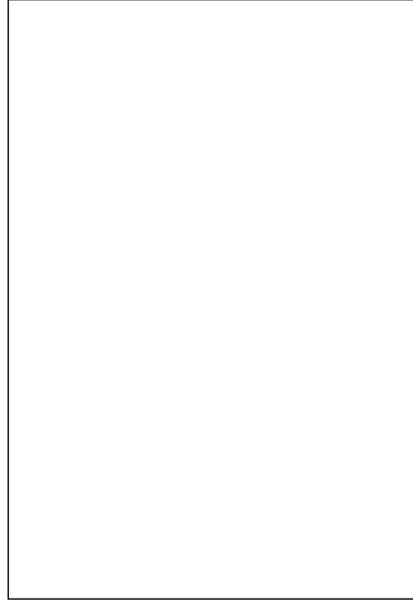


사진부도 8 실험군의 소견(H-E 40)

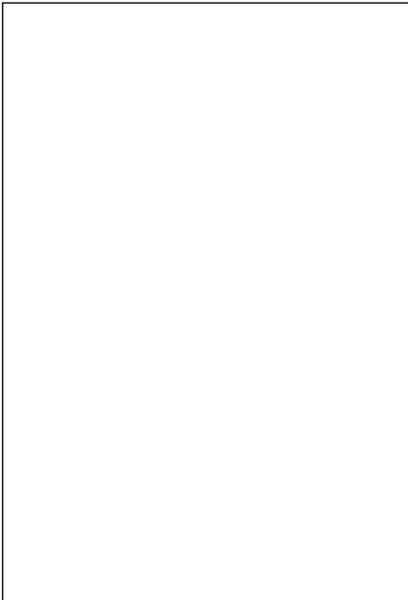
사진부도(Ⅲ)



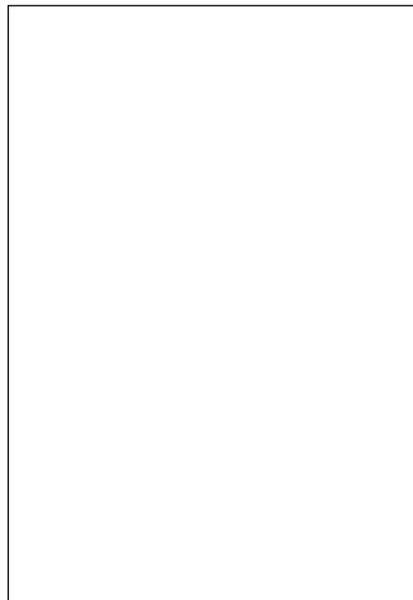
사진부도 9 실험군의 소견(H-E 100)



사진부도 10 실험군의 소견(H-E 100)



사진부도 11 실험군의 소견(H-E 200)



사진부도 12 실험군의 소견(H-E 400)

The effects of bioactive glass on the periodontal healing of 1-wall intrabony defects in dogs

Weon-Yeong Park, Kyoo-Sung Cho, Jung-Kiu Chai, Chong-Kwan Kim, Seong-Ho Choi
Department of periodontology, College of Dentistry, Yonsei University
Research Institute for Periodontal Regeneration

The ultimate goal of periodontal therapy is the regeneration of periodontal tissue which has been lost due to destructive periodontal disease, and numerous kinds of materials and techniques have been developed to achieve this goal. Bone grafts include autografts, allografts, xenografts and synthetic grafts. Among the synthetic grafts, bioactive glass has been used in dentistry for more than ten years and Fetner reported improved new bone formation and more amount of new attachment after grafting PerioGlas, a kind of bioactive glass, in 2-wall defects of monkeys in 1994. It is well known that 1-wall defects have less osteogenic potential and more epithelial migration, so we need to study the effect of bioactive glass in 1-wall defects in dogs.

The present study evaluates the effect of bioactive glass on the epithelial migration, alveolar bone regeneration, cementum formation and gingival connective tissue attachment in intrabony defects of dogs. Four millimeter deep and four millimeter wide 1-wall defects were surgically created in the mesial aspects of premolars. The test group received bioactive glass with a flap procedure and the control underwent flap procedure only. Histologic analysis after 8 weeks of healing revealed the following results:

1. The height of gingival margin was 1.30 ± 0.73 mm above CEJ in the control and 1.40 ± 0.78 mm in the test group. There was no statistically significant difference between the two groups.
2. The length of epithelial growth (the distance from CEJ to the apical end of JE) was 1.74 ± 0.47 mm in the control and 1.12 ± 0.36 mm in the test group. There was a statistically significant difference between the two groups ($P < 0.01$).
3. The length of new cementum was 2.06 ± 0.73 mm in the control and 2.62 ± 0.37 mm in the test group. There was no statistically significant difference between the two groups.
4. The length of new bone was 1.83 ± 0.74 mm in the control and 2.39 ± 0.59 mm in the test group. There was no statistically significant difference between the two groups.

These results suggest that the use of bioactive glass in 1-wall intrabony defects has significant

effect on the prevention of junctional epithelium migration, but doesn't have any significant effect on new bone and new cementum formation.

Key words: periodontal regeneration, bone graft, bioactive glass, 1-wall intrabony defect