

발치 후 젤라틴 스폰지와 혈소판 농축 혈장이 치조제 보존 및 골 형성에 미치는 영향

김영석 · 권경환 · 차수련 · 민승기
원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract

EFFECT OF GELATIN SPONGY AND PLATELET RICH PLASMA ON RIDGE PRESERVATION AND BONE FORMATION AFTER EXTRACTION

Young-Seok Kim, Kyung-Hwan Kwon, Soo-Yean Cha, Seung-Ki Min
Department of Oral & Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Wonkwang University

The placement of different graft materials and/or the use of occlusive membranes to cover the extraction socket entrance are techniques aimed at reducing alveolar ridge resorption and enhancing bone formation. However, in spite of its clinical advantage, the use of graft materials in fresh extraction socket has been questioned because particles of the grafted material have been found in alveolar sockets with fibrous union. The purposes of this study were to evaluate whether alveolar ridge resorption following tooth extraction could be reduced and bone formation could be enhanced by the application of absorbable gelatin spongy or gelatin spongy soaked with platelet rich plasma (PRP) used as a space filler in clinical and radiographic aspects.

Eighty patients who were scheduled for extraction of both third molars were participated and carried out by one experienced surgeon. Following extraction of teeth, one extracted socket were treated with gelatin spongy as an experimental group A and the other were treated with gelatin spongy and PRP as an experimental group B. The routine extracted socket were healed without any treatment as a control group. From the period of extraction to 12 weeks postoperatively, we examined the clinical course and radiographic evaluation on socket at regular interval.

Both experimental groups showed faster wound healing process than control clinically. Vertical gingival height of the extraction socket were less changed statistically in both experimental groups than control. The horizontal width change of the extraction socket were not significant statistically in any group. Radiographic changes of the alveolar bone height were less changed in both experimental groups and bone density were showed higher than control. There were a little difference between experimental group A and B.

In conclusion, absorbable gelatin sponge and with PRP were considered as having preservation effects of extraction socket and stimulation of bone formation process after extraction.

Key words : Absorbable gelatin sponge, PRP, Extraction socket

I. 서 론

발치와 주위를 둘러싼 잔존 치조골의 흡수는 치아 발거 후 초기에 주로 발생하며, 치주질환이나 치근 또는 치조골 파절 및 광범위한 치아우식증이 있는 경우, 그리고 치근단 병

소와 같이 진행된 골 흡수가 있는 경우에 더욱 훨씬 심하게 나타난다¹⁻³⁾. 결과적으로 이와 같은 골 흡수는 골 뿐만 아니라 연조직의 심한 상실을 가져오게 되어 추후 임플란트의 식립 및 보철물 제작 시에 많은 어려움을 가져온다⁴⁻⁵⁾.

이러한 치조제의 결손은 치아 발거 시 다양한 종류의 이식

재를 이용한 골 이식술과 단독 또는 골 이식술과 병행하여 차폐 막을 사용하여 발치창을 덮는 술 식을 통하여 치조능을 보존하고 골 흡수를 줄이는 데 많은 노력들이 있어 왔다⁵⁻⁷⁾.

골 이식 재료로는 쉽게 자가골이 가장 먼저 선택되어지나 이차적인 수술부위 형성 및 감염의 가능성, 환자의 불편감 등으로 인하여 상포화된 동종골, 이종골 그리고 합성골 등이 사용되어지고 있다⁷⁻¹¹⁾. 이 중 동종골에 관하여 Nishibori와 Becker 등은 골유도 물질로써 차폐 막과 함께 발치외에 적용할 때 골 재생에 효과적이나 골 형성 과정을 촉진시키지는 않는다고 보고하였다¹²⁻¹⁶⁾. 반면 송아지뼈로 만든 이종골과 합성골은 골 전도 물질로 알려져 있으며 차폐 막과 함께 또는 단독으로 사용하였을 때 결손된 치조골을 양호하게 재생시킬 수 있다고 하여 최근에 많이 사용되고 있다¹⁷⁻²⁰⁾. 그러나 이 또한 치조골 유지는 되나 6-9개월 후에도 이식재 입자가 발견될 뿐만 아니라, 이식재가 임프란트가 식립된 발치외의 정상적인 치유과정을 방해할 수도 있기 때문에 임플란트 식립 시 그 고경력이 의문시 되어, 그 동안 신선 발치외에 이식재를 이식하는 것은 임상적으로 매우 의문시 되어져 왔다²¹⁾.

흡수성 막을 이용한 발치외 보존에 관하여 Lekovic²⁶⁾ 등은 발치외 치유 중에 다양한 정도의 골 흡수가 수반되며, 글리콜라이드와 락타이드의 중합체로 만든 흡수성 막을 이용시 부분적으로 골 흡수를 방지할 수 있다고 보고하였고, Giovanni²⁸⁾ 등은 생체흡수성인 폴리락타이드-폴리글리콜라이드 산의 합성 스폰지를 사용하면 발치 후의 치조골 흡수를 방지 할 수 있으며, 여기에 새로 형성된 신생골은 임프란트 식립에 적절한 상태임을 보고하였으며, Laurencin²⁹⁾ 등은 폴리락타이드 계열의 합성 흡수성 스폰지를 사용하여 좋은 결과를 보임을 보고하였다.

또한, 최근 성장인자를 이용한 치료법의 우수성에 대해 밝혀지고 있는데 그 중에서도 혈소판 농축 혈장은 현재 임상적으로 가장 쉽게 성장인자를 얻을 수 있는 방법인 동시에 질환의 감염이나 면역학적 부작용을 배제시킬 수 있고 이식골의 경화와 무기질화를 촉진시킨다고 보고되고 있다^{31,32)}. 최근에 골 이식재에 혈소판 농축 혈장을 적용하여 위에서 제시한 물성을 획기적으로 개선함으로써, 골 형성력을 촉진시킬 수 있다는 연구 결과가 다수 보고 되어 있으며, Edurado Anitua³³⁾는 발치외에 차폐 막을 사용하지 않고 혈소판 농축 혈장을 적용하여 발치외에 골 재생이 향상되고 촉진될 뿐만 아니라 연조직의 치유도 더 빠르다고 보고하였다. 가장 근래에는 혈소판 농축 혈장과 I형 콜라겐을 복합 적용에 대한 연구들도 이뤄지고 있는데, Fruest³⁴⁾ 등은 동물 실험을 통하여 하악골 결손부에 콜라겐 단독 적용이 혈소판 농축 혈장과 I형 콜라겐을 복합 적용한 경우보다 초기 피질골 형성이 더 우수하다고 보고하였다.

이처럼 발치외를 다양한 재료로서 채우는 시도는 계속되

어 왔으나, 그 임상적 효율성과 가치에도 불구하고 이전의 연구에서 발치 후 치조골 보존 및 골 형성 촉진을 위한 방법들의 효율성을 적절하게 양적으로 측정할 연구는 거의 없었다. 따라서, 이 연구의 목적은 혈괴 형성에 의한 자연 치유와 비교 시 발치 직후 발치외를 생체 흡수성 젤라틴 스폰지로 충전한 경우와 성장인자를 함유한 것으로 알려진 혈소판 농축 혈장을 흡수성 젤라틴 스폰지에 적셔 충전한 경우에 임상적 방사선학적인 비교를 통하여 치유 초기의 치조제의 보존 및 골 형성을 촉진시키는지의 여부를 평가하여 다소의 임상적 지침을 제공하기 위해 본 연구를 시행하였다.

II. 실험대상 및 방법

1. 연구 대상

원광대학교 치과대학에 재학 중인 하악 좌우측 제 3 대구치를 모두 지닌 19세에서 38세(평균 28.9세)까지의 80명의 환자(남자 56명, 여자 24명, 160개의 치아 하악: 146, 상악: 54)를 대상으로 시행하였다. 사전 평가를 통하여 실험 대상 모두는 Kugelberg³⁵⁾의 발치 난이도 기준에 따라, 각 군이 비교적 유사한 발치 난이도와 매복도를 가지도록 분류를 시행하였다. 발치 후 아무런 처치도 시행하지 않은 군을 대조군(60개 치아)으로 하였으며 실험군으로 흡수성 젤라틴 스폰지만을 적용한 군(56개 치아)과 흡수성 젤라틴 스폰지와 혈소판 농축 혈장을 적용한 군(44개 치아) 등으로 구별하였고 좌, 우측 2개의 제 3 대구치를 당일에도 동시에 발치를 시행하였다. 각 군의 환자는 술 전에 전신질환이 없고 항생제 치료를 받지 않는 건강한 상태였으며 술전 충분한 설명 후에 동의서를 받았다. 모든 발치 술은 수술의 질적 수준의 객관성을 유지하기 위해 충분한 임상적 경험을 지닌 1명의 술자에 의해 시술되었다.

2. 연구 방법

모든 환자는 기본적인 구강 내 청결을 유지한 상태에서 국소 마취와 협설측 전층 판막 거상 후에 치아를 발치하였다. 발치 후 큐렛을 이용한 육아조직을 충분하게 제거하였으며 긴장 없는 봉합을 시행하였고 이때 완전한 발치창을 덮기 위하여 추가적인 시도는 하지 않았다. 환자는 술 후 3일 동안 항생제와 진통제를 경구 복용하였으며, 구강 청결을 유지하기 위하여 2주간 0.2% 클로로헥시딘 용액으로 하루에 2번씩 입안을 세척하였다.

1) 대조군

대조군은 발치 시행 후, 어떠한 이식물의 적용도 시행하지 않은 일반적인 치유과정을 거치게 하였다.

2) 흡수성 젤라틴 스폰지만을 적용한 군 (실험군 A)

발치 후 발치창내에 치과용 흡수성 젤라틴 스폰지(Cutanplast Absorbable Gelatin spongy Dental, Cutanplast Korea, 한국) 2개를 발치와에 적용하였다.

3) 흡수성 젤라틴 스폰지와 혈소판 농축 혈장을 적용한 군 (실험군 B)

혈소판 농축혈장은 발치술 전 환자의 정맥에서 20cc의 혈액을 채취한 후 3cc의 ACDC(Anti-Coagulant Dextrose Citrate)용액이 들어있는 시험관에 넣어 응고를 방지한 상태에서 채취된 혈액을 2000rpm에서 3분간 1차 원심 분리하였으며, 상층부를 제거하고 이어서 5000rpm으로 2차 원심 분리를 하였으며 buffy coat 층을 포함한 3cc의 혈소판 농축 혈장을 제조하였다. 흡수성 젤라틴 스폰지를 술 전에 미리 제작한 자가 혈소판 농축 혈장에 충분히 적셔 놓고 발치와에 적용하였다.

A. 임상적 평가

1. 술 후 임상적 합병증

대조군 및 실험군의 발치 후에 발생할 수 있는 동통, 부종, 출혈, 감염, 건성 발치와 등의 합병증을 검사하였으며, 임상적 합병증의 발생 빈도를 측정하였다.

2. 치유 과정의 평가

술 후 2, 4, 6, 8, 12주에 환자를 내원시켜, 임상적 관찰을 통한 발치와의 치유 과정을 평가하였다.

3. 연조직 치조 정 높이 및 너비의 변화 평가

임상적으로 각각 제 2대구치의 장축 및 치관-치근 경계부를 기준으로 발치와에 3개의 지표점(mesio-buccal, mid-buccal, disto-buccal)과 협측 치조 정 위의 3개 지표점 사이의 거리를 측정하였다. 발치 직후 인접치의 백악-법랑 경계로부터 내측, 외측 수직 골 결손과 발치와의 수평적 너비를 치주낭 탐침자를 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 측정 시 오차를 줄이기 위해 측정용 정밀 자와 컴퍼스를 이용하여 가장 근접한 0.1mm 단위로 술 전, 술 후 2, 4, 6, 8, 12주에 거리를 측정하였으며, 변화된 값 차이를 측정하여 평균값을 구하였다(Fig. 1, 2).

B. 방사선학적 평가

방사선학적으로 술 후 2, 4, 6, 8, 12주에 발치와 주위로 치과용 Kodak insight 표준 촬영용 구내필름을 이용하여 피사체와 필름간의 거리를 8mm로 일정하게 유지한 상태로 65 Kvp, 7.5mA, 0.25 sec의 조건하에서 촬영하여 현상 및 정착을 시행하였다.

1. 치조 정 높이 및 너비의 변화

발치 직후 촬영한 방사선 사진 상의 치조 정 부위에 3개의 기준점(mesio-buccal, mid-buccal, disto-buccal)을 설정하고 인접 해당치의 장축에 수직이면서, 치관-치근 경계부 근 원심 점을 연결하는 수평선을 그어 기준선을 설정하였다. 측정 시 오차를 줄이기 위해 측정용 정밀 자와 컴퍼스를 이용하여 가장 근접한 0.1mm 단위로 술 전, 술 후 2, 4, 6, 8, 12주에 거리를 측정하였으며, 변화된 차이를 측정하여 평균값을 구하였다(Fig. 3).

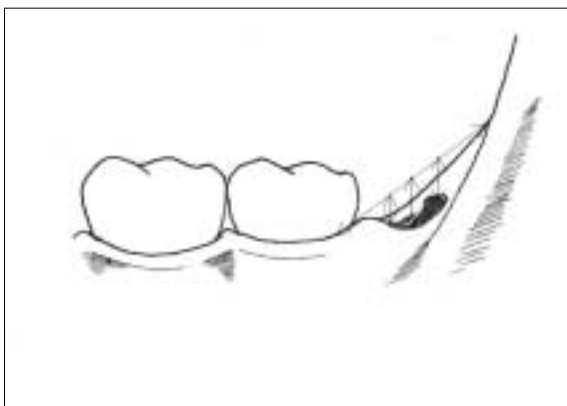


Fig. 1. Clinical measurement of amount of vertical marginal bone loss on extraction site.

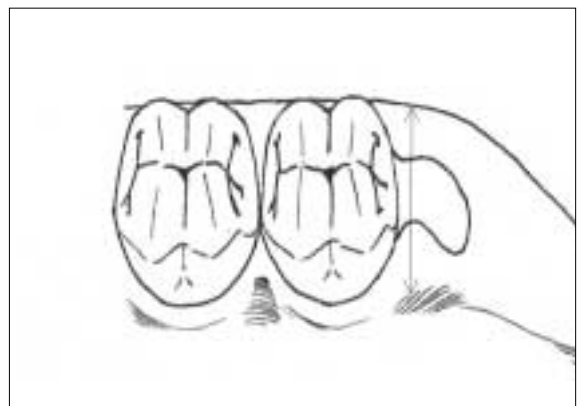


Fig. 2. Change of horizontal socket width(mm).

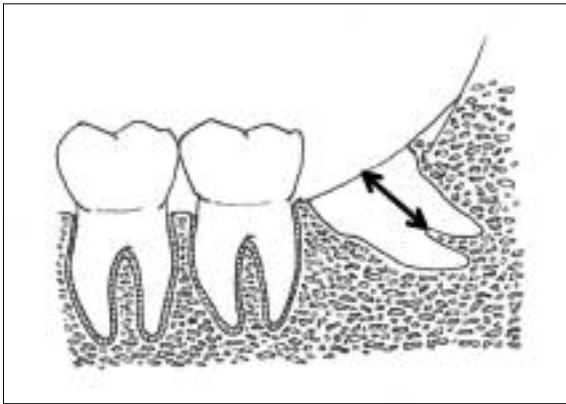


Fig. 3. Measurement of change of the alveolar bone height radiographically.

2. 방사선학적 골 밀도의 변화

발치 직후 방사선 사진을 채득하여, 형성된 발치와 골 결손부 골 밀도를 기준으로 영점 조정 후, 각각의 현상한 필름마다 형성된 골 결손부의 8 point를 설정하여, Densitometer를 사용하여, 골의 밀도를 측정하였고 평균치를 구하였다.

C. 통계 처리

각각의 채득된 결과를 one way ANOVA(Minitab Inc., U.S.A)를 이용하여, 신뢰 수준 95%에서 각각의 결과를 비교하여 군들 간의 유의성을 평가하였다.

II. 연구 결과

A. 임상적 평가

1. 술 후 임상적 합병증

술 후 발생한 임상적 합병증은 부종 및 불편감이 가장 많았으며, 발치 후 동통, 출혈의 순서로 나타났다. 각 군별로는 PRP를 적용한 군(실험군 B)에서 가장 두드러지게 나타났으며, 흡수성 젤라틴 스폰지만 적용한 군(실험군 A)에서 가장 적게 나타났다(Table 1).

2. 임상적 소견

술 후 2주에, 실험군은 발치와 정상의 중앙부에서의 함몰은 거의 없는 상태였으며, 구강내의 어떠한 발치창내의 탈

락 물질을 보이지 않았다. 대조군에서는 대부분의 경우, 발치창의 일차 상피화가 완성되지 않았으며, 발치 창 정상 중앙부에서 함몰이 존재하였다. 술 후 4주부터는 모든 군의 모든 수술 부위에서 일차 상피화가 이루어진 상태로서 구강내의 어떠한 발치창내의 탈락 물질을 보이지 않았다. 실험군에서는 발치와 정상의 중앙부의 수직적 골 흡수와 협측 정상부에서 경미한 함몰이 존재하였으며, 대조군에서는 발치와 중앙부 수직적 골 흡수뿐만 아니라, 협측 골 흡수가 약간 더 심하였다. 술 후 6주에서는 모든 군의 치은 조직은 매끈하고 건강하게 치유된 상태였으며, 모든 군의 모든 수술 부위에서 치유가 완성된 상태를 보였다. 실험군 A와 실험군 B에서는 발치와 정상의 중앙부의 수직적 골 흡수와 협측 정상부에서 경미한 함몰이 존재하였으며, 대조군에서는 발치와 중앙부 수직적 골 흡수뿐만 아니라, 협측 골 흡수의 차가 상대적으로 두드러졌다. 술 후 8주에 실험군 A와 실험군 B에서는 발치와 정상의 중앙부의 수직적 골 흡수와 협측 정상부에서 경미한 함몰이 존재하였으며, 대조군에서는 발치와 중앙부 수직적 골 흡수 뿐만 아니라 협측 골 흡수가 상대적으로 두드러졌다. 술 후 12주에 실험군 A와 실험군 B에서는 발치와 정상의 중앙부의 수직적 골 흡수와 협측 정상부에서 경미한 함몰이 존재하였으며, 대조군에서는 발치와 중앙부 수직적 골 흡수 뿐만 아니라, 협측 골 흡수가 상대적으로 두드러졌다.

3. 발치와 연조직의 수직적 치조 정 높이의 변화

발치 후 12주에 발치와 치조정의 인접 측, 설 측의 수직적 높이 감소량은 각 군간의 통계학적 유의성이 없었으나, 내측과 협측의 수직적 높이 감소량은 실험군 B와 실험군 A에서 대조군에 비해 현저하게 적게 나타났으며, 이는 통계학적 유의성이 있었다(Table 2).

4. 발치와의 임상적 수평적 너비 변화

발치 후 12주간의 발치와의 수평적 너비의 변화는 각각 대조군 -1.68, 실험군 A -1.01, 실험군 B -0.93으로 실험군 A와 실험군 B가 더 우수하였으나, 이것은 통계학적 유의성은 없었다(Table 3).

B. 방사선학적 평가

1. 술 후 방사선학적 치조정의 높이 변화 평가

발치와 부위의 12주간의 방사선학적 치조정 높이의 변화는 대조군에서 평균 -1.63 mm로 크게 나타났으며, 실험군 A와 실험군 B에서는 평균 -0.88, 0.86으로 상대적으로 낮

Table 1. Postoperative Clinical Complications (%)

Complication		Discomfort	Pain	Edema	Bleeding	Infection	Etc.
Group							
	Control	8(13.3)	6(10.0)	7(11.6)	3(5.0)	1(1.6)	1
	Exp. A	5(8.9)	4(7.1)	4(7.1)	0(0.0)	1(1.6)	0
	Exp. B	11(25.0)	10(22.72)	13(29.5)	11(25.0)	3(6.8)	0
	Total	24(15.0)	20(12.5)	24(15)	13(8.8)	5(3.1)	1(0.6)

(): %, Exp. A=Experimental group A, Exp. B=Experimental group B

Table 2. Amount of Vertical Marginal Bone Loss on Extraction Site(mm)

week		2	4	6	8	12
Type						
Control	Proximal	-0.44	-0.45	-0.67	-0.71	-0.70
	Buccal	-0.54	-0.68	-0.73	-1.03	-1.21*
	Lingual	-0.32	-0.39	-0.41	-0.47	-0.49
	internal	-2.33	-2.75	-3.11	-3.41	-3.44*
Exp. A	Proximal	-0.32	-0.37	-0.41	-0.46	-0.51
	Buccal	-0.22	-0.34	-0.46	-0.57	-0.68*
	Lingual	-0.22	-0.32	-0.37	-0.36	-0.41
	Internal	-1.07	-1.33	-1.83	-1.99	-2.11*
Exp. B	Proximal	-0.31	-0.38	-0.39	-0.48	-0.46
	Buccal	-0.21	-0.26	-0.34	-0.38	-0.41*
	Lingual	-0.17	-0.22	-0.21	-0.23	-0.27
	Internal	-0.93	-1.21	-1.63	-1.76	-1.81*

*: P < 0.05, Exp. A=Experimental group A, Exp. B=Experimental group B

Table 3. Change of Horizontal Socket Width(mm)

	2 week	4 week	6 week	8 week	12 week
Control	-0.77	-0.98	-1.32	-1.52	-1.68
Exp. A	-0.52	-0.68	-0.91	-0.98	-1.01
Exp. B	-0.44	-0.57	-0.84	-0.88	-0.93

*Exp. A=Experimental group A, Exp. B=Experimental group B

Table 4. Measurement of Radiographic Alveolar Ridge Bone Loss (mm)

	2 week	4 week	6 week	8 week	12 week
Control	-0.77	-1.03	-1.33	-1.42	-1.63*
Exp. A	-0.42	-0.58	-0.81	-0.88	-0.88*
Exp. B	-0.44	-0.49	-0.74	-0.78	-0.86*

* P < 0.05, Exp. A=Experimental group A, Exp. B=Experimental group B

게 나타났으며, 통계학적으로도 유의성이 있었다. 결과적으로 발치창에 젤라틴 스폰지를 이식한 실험군 A와 혈소판 농

축 혈장을 이식한 실험군 B가 방사선학적인 치조경 보존 효과가 상대적으로 우수하였다(Table 4).

Table 5. Measurement of Changes of Radiographic Bone Density

	2 week	4 week	6 week	8 week	12 week
Control	0.89±0.23	0.93±0.26	1.03±0.21	1.32±0.32*	1.76±0.32
Exp. A	0.88±0.19	1.03±0.31	1.24±0.23	1.97±0.22*	1.98±0.11
Exp. B	0.86±0.18	1.18±0.32	1.48±0.38	1.98±0.23*	1.94±0.13

* P < 0.05, Exp. A=Experimental group A, Exp. B=Experimental group B

2. 방사선학적 골 밀도의 변화

Densitometer를 통한 방사선학적 골 밀도 평가 결과, 전 반적으로 실험군 A와 실험군 B가 대조군에 비해 우수한 방사선학적인 골 밀도 증가를 보였으며, 이식 8주에 대조군이 1.32 실험군 A는 1.97, 실험군 B는 1.98로서 통계학적 유의성을 보였다. 결과적으로 발치창에 젤라틴 스폰지를 이식한 실험군 A와 혈소판 농축 혈장을 이식한 실험군 B가 대조군에 비해 초기 방사선학적 골 밀도의 증가가 상대적으로 우수하였다(Table 5).

IV. 총괄 및 고찰

발치창 치유에 관한 연구는 초기에는 동물 모델에서 보고되다가, 1960년대에 Amler²⁾에 의해 일련의 발치창 치유 과정이 밝혀졌다. 실험을 통한 발치창의 변화는 대개 골의 치유 기전과 비교적 유사하며 대개 혈병의 형성 및 성숙, 육아 조직으로의 대체, 가골(osteoid)의 형성 과정을 거치게 된다^{3,36,37)}. 이때, 치아 발거 후에 발생하는 잔존 치조골의 흡수는 비교적 초기에 많이 발생하며, 정상적인 생리적 현상으로서, 해부학적 기능적 보철적 요인에 의해 서서히 지속되고 비가역적으로 진행된다^{38,39)}. 발치 후 치조골의 흡수 양상은 순 측의 수평적, 수직적 방향으로 진행되며 이러한 결과로 잔존치조골은 설 측과 근단 쪽으로 위치하게 된다. 이와 같은 치아의 발거는 골 뿐만 아니라, 연조직의 심한 상실을 가져오며, 이로 인해 보철물 제작시나 최근 보편화되고 있는 임플란트 보철 치료 시에 협설 측 폭 경 및 고경의 감소로 인해 적절한 위치에 임플란트를 매식하는 데 어려움을 초래하며 기능 및 심미적으로도 불량한 결과를 가져온다⁴⁰⁻⁴²⁾. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 결손된 치조제의 결손을 치아 발거 시 다양한 종류의 이식재를 이용한 골 이식술과 단독 또는 골 이식술과 병행하여 차폐막을 사용하여 발치창을 덮는 술 식이 보고 되고 있다⁴³⁻⁵²⁾. 초창기에는 치조골의 흡수를 지연 또는 억제하고 발치창의 치유를 촉진할 목적으로 자가골, 동종골, 이종골 및 여러 가지 이물 성형제 등이 사용되었다. 자가골은 생체 적합성의 관점에서 다른 이식재에 비해 월등히 우수하지만, 다른 창상부위를 만드는 부가적 수술이 필요하고, 실혈, 술 후 감염, 채취할 양, 형태, 크

기등의 한계로 인해 그 임상적 사용이 제한되고 있다^{44,45)}. 따라서 임상적으로 자가골 대신에 동종골의 사용이 활발해지고 이에 대한 연구들이 활발히 이뤄져 왔으나, 채취와 관련된 조직 은행의 필요성, 윤리적인 문제, 지연형 거부 반응(delayed immunogenic rejection)을 피할 수 있는 보다 검증된 처리 방법의 필요성, 공여자로부터의 치명적인 질환의 이환 가능성의 배제가 어려운 한계가 있어, 그 사용이 감소하는 추세에 있다^{43,46,47)}. 합성골의 경우, 합성 인산칼슘이나, 탄산 칼슘, 생체 활성 유리 등으로 다양한 구조나 크기 및 형태로 제작되어 공급되고 있으며, 활발한 연구가 이뤄지고 있으나, 아직도 그 임상적 적용에 있어서는 더 많은 연구를 필요로 하고 있다^{48,49)}. 최근에 많이 사용되는 이종골은 골 전도 물질로 알려져 있고 보통 송아지 뼈로 만들어지며 결손된 치조골을 재생시킬 수 있다고 알려져 있으나, 발치와 이식 시 숙주골의 일부가 되기보다는 섬유성 결합 조직막으로 둘러싸이는 경우가 많아 이들을 단독 사용 시 골형성력이 의문시 되고 있다⁵⁰⁻⁵¹⁾.

또 하나의 시도로서, 비 흡수성과 흡수성 차폐막을 이용하여 발치 후 치조제 보존을 위하여 노력하였으며 주로 치주 영역에서 좋은 결과를 보고 하였다^{26,52)}. 그러나 완전한 발치창을 덮기 위하여 부가적인 피판 수술이 필요하고 이로 인한 mucogingival line의 위치 변화로 인한 부착 치은의 감소 현상이 발생하고 부분적인 차폐 막의 노출 가능성이 있으며 노출된 차폐 막의 경우 완전히 덮힌 경우보다 약 30%의 치조제 흡수가 있었다고 보고하였다. 실제 발치와의 신생골 형성에 미치는 영향에 대해서는 아직 확실하게 밝혀진 바가 없으며, 물성을 만족시켜 줄만한 골대체물과 임상적 술 식의 개발에 끊임없는 연구와 노력을 기울이고 있으나 효과적인 방법은 아직 요원한 상태이다. 더구나, 발치 직후 발치와를 동종골이나 이종골의 이식재로 채우거나 차폐 막을 단독 또는 함께 사용하는 것은 발치창의 근본적인 치유 양상인 2차적 치유의 생리적 체계를 따르기 보다는 전진 피판(advance flap) 등의 방법으로 봉합을 시행함으로써 인장력으로 인한 창상 열개 및 이식골의 노출, 감염, 부착 치은의 축소 가능성이 높다. 뿐만 아니라, 이식 6-9개월 후에도 동종골이나 이종골의 경우, 이식재 입자가 발치 창 내에서 발견될 뿐만 아니라, 이식재가 발치와 자체나 임플란트가 식립된 발치와의 정상적인 치유과정을 방

해할 수도 있고 임플란트 식립 시 그 고정력이 의문시 되어, 그 동안 신선 발치와에 이식체를 이식하는 것은 임상적으로 매우 의문시 되어져 왔다^{16,53)}.

이와 다른 시도로서, 최근에 이러한 발치와의 치조제 보존을 목적으로 흡수성 기질로 발치와를 채우는 방법이 소개되기 시작하였다^{26-30,54)}. Lekovic 등²⁶⁾은 발치와 치유 중에 다양한 정도의 골 흡수가 수반되며, 글리콜라이드와 락타이드의 중합체로 만든 흡수성 막을 이용 시 부분적으로 골 흡수를 방지할 수 있다고 보고하였고, Glovanni 등은 생체흡수성인 폴리락타이드-폴리글리콜라이드 산의 합성 스폰지를 사용하면 발치 후의 치조골 흡수를 방지하거나 줄이고, 여기에 새로 형성된 신생골은 임플란트 식립에 적절한 상태임을 보고하였다. 이전에 위의 여러 선행들에 의해 사용되었던 Fisiograft(Ghims, Bologna, Italy), 50-50 폴리락타이드-폴리글리콜라이드 중합체는 생체 분해 속도가 50-60 일 정도로 빠르게 흡수되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 사용한 흡수성 기질인 큐탄 플라스틱은 다른 콜라겐 물질보다 우수한 지혈 효과를 지니면서도 저렴한 가격의 조건을 충족시키고, 흡수 기간이 4-6주로서, 이전의 연구 재료보다 빨리 체내에서 흡수되는 장점을 지녔다.

또 다른 시도로서 성장인자를 이용한 치료법의 우수성에 대해 밝혀지고 있는데 그 중에서도 혈소판 농축 혈장은 현재 임상적으로 가장 쉽게 성장인자를 얻을 수 있는 방법인 동시에 질환의 감염이나 면역학적 부작용을 배제시킬 수 있고 이식골의 경화와 무기질화를 촉진시킨다고 보고되고 있다⁵⁵⁻⁶³⁾. Marx⁵⁷⁾ 등은 골 이식체에 혈소판 농축 혈장을 적용하여 위에서 제시한 물성을 획기적으로 개선함으로써, 골형성력을 촉진시킬 수 있다는 연구 결과가 다수 보고되어 있으며, 또한 Edurado Anitua³³⁾는 발치와에 임상적 계측 없이 자가골과 혈소판 농축 혈장을 이식하였을 때 2개월 후에 우수한 연조직 치유와 조직병리학적 결과 잘 형성된 골수와 성숙골을 관찰하였으며 혈소판 농축 혈장을 사용한 군에서 좀더 성숙된 골을 얻을 수 있었다고 보고하였다. 그러나, 발치와에 혈소판 농축의 적용 시 자가 성분의 혈소판 농축 혈장 자체만으로는 응고나 고정을 얻기 어려우며, 이를 위해 부가적으로 트롬빈 등의 타가 성분의 조직 접착 성분이 필요한데, 이들은 대부분 동종 또는 이종의 공여자의 혈액에서 추출됨으로 공여자로부터 감염이나, 후천성 면역 결핍증(AIDS), 광우병, 기타 혈행성 전이 질환의 이환 가능성을 완전히 배제하기 어려우며, 그 이용에 한계와 위험을 갖고 있다. 이처럼 발치와를 다양한 재료로서 채우는 시도는 계속되어 왔으나, 그 임상적 효율성과 가치에도 불구하고 이전의 연구에서 발치 후 치조골 보존 및 골 형성 촉진을 위한 방법들의 효율성을 양적으로 측정할 연구가 거의 없었다. 본 연구에서는 발치창의 치유가 별도의 골 이식 없이도, 콜라겐 유사 물질에 의한 육아조직 형성 후에 다시 골 조직

으로 대체되는 현상에 착안하여, 위에서 지적한 골 이식의 단점을 감안 별도의 골 이식은 시행하지 않고, 콜라겐과 유사한 흡수성 기질인 젤라틴 스폰지를 단독 적용한 경우와 젤라틴 혈소판 농축 혈장과 흡수성 기질을 병용 적용한 경우를 혈괴 형성에 의한 자연 치유와 비교 시 치조제의 보존 및 골 형성의 촉진 효과가 있는지를 평가하여 다소의 임상적 지침을 얻기 위해 고안되었다. 또한 혈소판 농축 혈장을 젤라틴 스폰지에 적셔 사용함으로써, 이전의 선행들의 적용 시에 발생하였던, 동종이나 이종의 트롬빈 혼합체로부터의 질환 이환 가능성 역시 완벽하게 배제한 장점이 있다.

또한, 본 연구에서는 순수한 발치 창에 적용된 젤라틴 스폰지와 혈소판 농축 혈장의 효과를 평가하기 위해 발치창의 치유에 변수로 작용할 수 있는 환자의 연령, 전신 질환의 유무, 흡연, 치주염 등의 요소에 대한 통제가 적절히 이뤄졌다. 발생한 임상적 합병증으로는 발치 후 불편감, 동통, 지속적인 삼출, 부종 등의 발생 등이 발생하였으며, 특히 이러한 합병증은 PRP와 젤라틴 스폰지를 적용한 실험군 A에서 가장 두드러지게 나타났다. 이는 이미 적셔진 혈소판 농축 혈장으로 인해 젤라틴 스폰지가 발치와 삼출물을 제대로 흡수하지 못하였기 때문으로 사료되며, 다소의 삼출로 인하여 이물감 및 불편감을 호소한 환자가 실험군 A에서 많았다. 반면, 젤라틴 스폰지만 적용한 실험군 B에서는 이러한 술 후 합병증이 가장 적은 빈도로 발생하였으며, 흔히 구강 내 노출로 인한 감염의 발생은 단 1 증례로서, 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한, 임상적 소견에서도 술 후 초기에 대조군에서는 개방성 창상으로 인한 발치창의 구강 내 노출량의 증가로 인하여, 음식물 식편의 압입 등의 증상이 심하였다. 발사 후에도, 실험군은 발치와 정상의 중앙부에서의 함몰은 거의 없는 상태였으며, 구강내의 어떠한 발차창내의 탈락 물질을 보이지 않았으며, 빠른 일차 상피화 및 특히 대조군에 비해 내측 및 협측 중앙부의 치조제 손실량이 상대적으로 적었다. 이전의 연구와 비교하여 다른 점은 수직적 골 흡수보다 수평적 골 흡수량이 심한데 반하여, 본 연구에서는 특히 협측과 발치와 내측부의 수직적 골 결손량은 통계학적 유의성을 갖는데 반하여, 본 연구에서는 수평적 골 흡수량은 실험군과 대조군 사이에 통계학적 유의성이 없었다. 이는 이전의 연구들이 모두 전치부를 대상으로, 치조제 흡수도를 평가한데 반하여, 본 연구에서는 치조골의 너비가 넓고, 두꺼운 피질골로 구성된 구치부를 대상으로 적용하였기 때문에 수평적인 골 결손량은 실험군과 대조군에서 유의성을 갖지 못했다. 혈소판 농축 혈장과 콜라겐 스폰지에 적셔 발치와에 적용하려는 시도는 근래에야 다른 연구자들에 의해 주로 동물 시험을 통해 시도되었는데, Schlegel⁶⁴⁾ 등이 소에서 추출한 콜라겐과 혈소판 농축 혈장의 병용 적용 시 골 형성을 촉진시켰으나, 자가골 단독 이식 보다는 다소 떨어지지만, 콜라겐만 단독으로 적용한 경우에

서 골 형성이 증폭됨을 보고하였으며, Fruest^{34,64)} 등은 동물 실험을 통하여 하악골 결손부에 콜라겐 단독 적용이 혈소판 농축 혈장과 I형 콜라겐을 복합 적용한 경우보다 초기 피질 골 형성이 더 우수하다고 보고하였다. 본 연구에서는 위 선학들의 연구 결과와 달리 젤라틴 스폰지와 혈소판 농축 혈장을 적신 젤라틴 스폰지의 발치와 적용 시 임상적 방사선학적으로 대등한 치조제 보존 효과 및 골 형성 촉진 효과를 보였다. 따라서 두 술식 모두 매우 임상적으로 유용할 것으로 사료되며, 다만, 복잡한 과정을 통해 제작된 혈소판 농축 혈장의 적용에도 불구하고, 젤라틴 스폰지만 단독으로 이식한 경우와 비교 시 특별히 유의할 만한 효과의 증대가 없는 것으로 나타나, 이에 대한 부가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

발치 후 치조제를 보존하기 위해서, 비슷한 유형의 매복도를 가진 80명의 환자(남자 56명, 여자 24명)으로부터 160개의 치아를 발치한 후, 아무런 처치도 하지 않은 대조군과, 흡수성 젤라틴 스폰지만을 적용한 실험군 A, 흡수성 젤라틴 스폰지와 혈소판 농축 혈장을 적용한 실험군 B등으로 구분하여, 술 후 2, 4, 6, 8, 12주에 발치와의 치유 과정을 임상적 방사선학적으로 평가하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 임상적으로 흡수성 젤라틴을 단독 투여하거나 혈소판 농축 혈장을 병행 투여한 실험군에서 대조군 보다 발치와 치유 과정이 빠르게 진행되었다.
2. 발치와 연조직의 임상적 수직적 치조정 높이 변화는 대조군보다 실험군 A와 B에서 현저히 적게 나타났으며, 실험군 A와 B사이의 차이는 거의 없었다.
3. 발치와 연조직의 임상적 수평적 너비 변화는 대조군과 실험군 A와 B군 사이에 통계학적 유의성이 없었다.
4. 술 후 방사선학적인 치조정 높이 변화는 실험군 A와 B에서 대조군보다 낮게 나타났으며 두 실험군사이의 차이는 거의 없었다.
5. 술 후 방사선학적 골 밀도의 증가는 실험군 A와 B에서 대조군보다 높게 나타났으며 두 실험군사이의 차이는 거의 없었다.

결론적으로, 발치와에 젤라틴 스폰지와 혈소판 농축 혈장을 적용하는 것은 발치와의 치조제의 보존 효과 및 초기 골 형성 과정을 촉진할 수 있는 술식으로 사료된다.

참고문헌

1. Cardaropoli G, Auraujo M, Lindhe J : Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites: an experimental study. *J Clin Periodontol* 30 : 809, 2003.
2. Almer MH, Johnson PL, Salman I : Histological and histo-

- chemical investigation of Human alveolar socket healing in undisturbed extraction wound. *J America Dent Asso* 61 : 46, 1960.
3. Evian CI, Rosenberg ES, Coslet JG, Corn H : The osteogenic activity of bone removed from healing extraction socket in humans. *J Periodontol* 73 : 94, 1981.
4. Atwood : Reduction of alveolar ridges: A major disease entity. *J Prosth Dent* 26 : 266, 1971.
5. Mercier P and Lafontant R : Residual ridge atrophy: Classification and influence on facial morphology. *J Prosth Dent* 41 : 91, 1971.
6. Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M : A bone regenerative approach to alveolar ridge maintenance of following tooth extraction. Report of 10 cases. *J periodontol* 68 : 563, 1997.
7. Seibert JS : Treatment of moderate localized alveolar ridge defects. Preventive and reconstructive concepts in therapy. *Dent Clin North Am* 37 : 265, 1993.
8. Gerry MR, Rutger HK, Batenburg, AV, Harry R : Augmentation of localized defects of the anterior maxillary ridge with autogenous bone before insertion of implants. *J Oral Maxillofac Surg* 54(10) : 1180, 1996.
9. Bird JS, Lullbom TL, Quast GL : Alveolar ridge augmentation with autogenous cancellous bone marrow graft. *J Oral Surg* 32 : 773, 1974.
10. Botticelli D, Berglundhe T, Lindhe J : Hard tissue alterations following immediate implant placement in extraction site. *J Clin Periodontol* 31 : 820, 2004.
11. Davis WH et al : Transoral bone graft for atrophy of the mandible. *J Oral Surg* 28 : 760, 1970.
12. Nishibori M, Betts NJ, Salama H, Listgarten MA : Short-term healing of autogenous and allogenic bone grafts after sinus augmentation: A report of 2 cases. *J Periodontol* 65 : 958, 1994.
13. Nevins M, Melonig JT : Enhancement of the damaged edentulous ridge to receive dental implants. A combination of allograft and Gore-Tex membrane: *Int J Periodontics Restorative Dent* 12 : 96, 1992.
14. Becker W, Becker BE, Caffesse R : A comparison of demineralized freeze-dried bone and autologous bone to induce bone formation in human extraction sockets: *J Periodontol* 69 : 414, 1998.
15. Brugnami F, Then PR, Moroi H, Leone CW : Histologic evaluation of human extraction sockets treated with demineralized freeze-dried bone allograft(DFDBA) and cell occlusive membrane. *J Periodontol* 67 : 821, 1996.
16. Becker W, Urist M, Becker BE et al : Clinical and histological observation of sites implanted with intraoral autologous bone grafts or allografts. 15 human case reports. *J Periodontol* 67 : 1025, 1996.
17. Periklis Proussaefs and Jaime Lozada : The use of resorbable collagen membrane in conjunction with autogenous bone graft and inorganic bovine mineral for buccal/labial alveolar ridge augmentation: A pilot study. *J Prosth Dent* 90(6) : 530, 2003.
18. Frame JW, Brady CL : Augmentation of an atrophic edentulous mandible by interpositional grafting with hydroxylapatite. *J Oral Maxillofac Surg* 42(2) : 8, 1984.
19. Gross J : Ridge preservation using HTR synthetic bone following tooth extraction: *Gen Dent* 43 : 364, 1995.
20. Bahat O, Deeb C, Golden T, Komamykyi O : Preservation of ridge utilizing hydroxyapatite: *Int J Periodontics Restorative Dent* 7(6) : 35, 1987.
21. Paulo M Camargo, Lekovic V, Barrie K. et al : Influence of bioactive glass on changes in alveolar process dimensions

- after exodontia. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol & Endod* 90(5) suppl 5 : 581, 2000.
22. Boyne PJ : Use of HTR in tooth extraction sockets to maintain alveolar ridge height: *Gen Dent* 43 : 470, 1995.
 23. Scheer P, Boyne PJ : Maintenance of alveolar bone through implantation of bone graft substitutes in tooth extraction socket. *J Am Dent Assoc* 114 : 594, 1987.
 24. Nemcovsky C, Serfaty V : Alveolar ridge preservation following tooth extraction of maxillary anterior teeth. Report on 23 consecutive cases. *J Periodontol* 67 : 390, 1996.
 25. Zvi Artzi, Calos EN : The application of deproteinized bovine bone mineral for ridge preservation prior to implantation: Clinical and histological observation in a case report. *J Periodontol* 69 : 1062, 1998.
 26. Lekovic V, Camargo PM, Klokkevold PR et al : Preservation of alveolar bone in extraction socket using polylactic acid membranes. *J Periodontol* 69 : 1044, 1998.
 27. Howell TH, Fiorellini J, Jones A, Alder M : a feasibility study evaluating rh BMP-2/absorbable collagen sponge device for local alveolar ridge preservation or augmentation. *international journal of Periodontology and Restorative Dentistry* 17 : 125, 1997.
 28. Giovanni S, Salvatore B, Giovanna L, Adriano P : Ridge preservation following tooth extraction using a polylactide and polyglycolide sponge as space filler: A clinical and histological study in humans. *Clin Oral Implant Res* 14(5) : 651, 2003.
 29. Laurencin CT, Lane JM : Poly-lactide acid and poly-glycolide acid: orthopedic and surgery applications. In: *Tissue Engineering: Application in Maxillofacial Surgery and Periodontics*, 325339. Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc.
 30. Holland SJ, Tighe BJ, Gould PL : Polymers for biodegradable medical device. I. The potential of polyesters as controlled macromolecular release system. *Journal of Controlled Release* 4 : 155, 1986.
 31. Tayapongsak P, O'Brien DA, Monteiro CB, Arceo-Diaz LL : Autologous fibrin adhesive in mandibular reconstruction with particulate cancellous bone and marrow. *J Oral Maxillofac Surg* 52 : 161, 1994.
 32. Johnson K : A study of the dimensional changes occurring in the maxilla following tooth extraction. *Austral Dent J* 14 : 241, 1969.
 33. Eduardo Anitua : Plasma rich in growth factors: Preliminary results of use in the preparation of future sites for implants 14 : 529, 1999.
 34. Fuerst G, Gruber R, Tangl S et al : Effect of platelet released growth factors and collagen type I on osseous regeneration of mandibular defects. A pilot study in minipigs. *J Clin Periodontol* 31 : 784, 2004.
 35. Kugelburg CF, Ahlstorm U, Erison S et al : Periodontal healing after impacted lower third molar surgery in adolescents and adults. *Int J Oral Maxillofac Surg* 20 : 18, 1991.
 36. McCall PA, Rosenfeld AL : Influence of residual ridge resorption patterns on implant fixture placement and tooth position *Int J Periodic Restorative Dent* 11 : 8, 1991.
 37. Lam RV : Effect of root implant on resorption of residual ridges. *J Prosthet Dent* 27 : 311, 1972.
 38. Strong SM, Callen DP : Restoration of the resorbed maxilla. *Practical Periodontol* 36. Sobolik CF: Alveolar bone resorption. *J Prosthet Dent* 10 : 612, 1960.
 39. Atwood DA : Postextraction changes in the adult mandible as illustrated by microradiographs of midsagittal sections and serial cephalometric roentgenograms. *J Prosthet Dent* 13 : 810, 1963.
 40. Atwood DA : Reduction of residual ridges: A major oral disease entity. *J Prosthet Dent* 26 : 266, 1971.
 41. Atwood DA, Coy WA : Clinical, cephalometric and densitometric study of reduction of residual ridges. *J Prosthet Dent* 26 : 280, 1971.
 42. Calsson GE, Bergman B, Hedegard B : Changes in contour of the maxillary alveolar process under immediate denture. *Acta Odontol Scand* 25 : 45, 1967.
 43. Misch CE: *Contemporary implant dentistry*. Mosby St. Louis, 1993; p 72-428
 44. Kusiak JF, Zins JE, Whitaker LA : The early revascularization of membranous bone. *Plast Reconstr Surg* 76 : 510, 1985.
 45. Wolfe SA : Autogenous bone graft versus alloplastic material in maxillofacial surgery. *Clin Plast Surg* 9 : 539, 1982.
 46. Marx RE, Kline SN, Johnson RP, Malinin TI : The use of Freeze-dried allogenic bone in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Surg* 39 : 264, 1981.
 47. Garraway R, Young WG, Dale T, Harbrow D, Bartold PM : An assessment of the osteoinductive potential of commercial demineralized freeze dried bone in the murine thigh muscle and implantation model. *J Periodontol* 69 : 1325, 1998.
 48. Klinge B, Alberius P, Isaksson S, Jonsson J : Osseous response to implanted natural bone mineral and synthetic hydroxyapatite ceramics in the repair of experimental skull bone defects. *J Oral Maxillofac Surg* 50 : 241, 1992.
 49. Roger RT, Barret SS, Calveston T : Grafting mandibular third molar extraction sites: A comparison of bioactive glass to a nografted site. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94 : 413, 2002.
 50. Cohen RE, Mullarkey RH, Nole B et al : Phenotypic characterization of mononuclear cells following anorganic bovine bone implantation in rats. *J Periodontol* 65 : 1008, 1994.
 51. Anthony IJ, Michael SB : Comparison of 3 bone substitutes in canine extraction sites. *J Oral Maxillofac Surg* 60 : 53, 2002.
 52. Boyne PJ : Osseous reconstruction of the maxilla and the mandible surgical techniques using titanium mesh and bone mineral: Carol Stream IL: Quintessence Publishing 1996, p.87.
 53. Pinholt EM, Bang G, Haanaes HR : Alveolar ridge augmentation in rats by Bio-oss. *Scandinavian J Dent Res* 99 : 154, 1991.
 54. Ramachandran Nair, Jens S : Observations on healing of human tooth extraction sockets implanted with bioabsorbable polylactic-polyglycolic acids(PLGA) copolymer root replicas: A clinical, radiographic, and histologic follow up report of 8 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 97 : 559, 2004.
 55. Bowen-Pope DF, Vogel A, Ross R : Production of platelet-derived growth factor-like molecules, reduced expression of platelet-derived growth factor receptors accompany transformation by a wide spectrum of agents. *Proc Nat Acad Sci USA* 81 : 2396, 1984.
 56. Greenlagh DG : The role of growth factors in wound healing. *J Trauma* 41 : 159, 1996.
 57. Marx RE, Carlson ER, Eichstedt RM, Schimmele SR, Strauss JE, Georgeff KR : Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 85 : 638, 1998.
 58. Antonaides HN : Human platelet derived growth factor: Purification of PDGF-I and PDGF-II and separation of their reduced sub-units. *Proc Nat Acad Sci USA* 78 :

- 7314, 1981.
59. Roberts AB, Spron MB : Physiological actions and clinical applications of transforming growth factor-beta. *Growth Factors* 8 : 1, 1993.
60. Miyazono K, Ten-Dijke P, Ichiyo H, Heldin CH : Receptors for transforming growth factor-beta. *Adv Immunol* 55 : 181, 1994.
61. Pierce GF, Tarpley J, Yanagihara D : PDGF-BB, TGF- β 1 and basic FGF in dermal wound healing: Neovessel and matrix formation and cessation of repair. *Am J Pathol* 140 : 1375, 1992.
62. Mohan S, Baylink DJ : Bone growth factors: *Clin Orthop* 263 : 30, 1991.
63. Canalis E, Centrella M, Busch W, Mccarthy TL : Insulin-like growth factor I mediates selective anabolic effects of parathyroid hormone in bone cultures. *J Clin Invest* 83 : 60, 1989.
64. Fuerst G, Gruber R, Tangle S et al : Effect of platelet released growth factors and collagen type I on osseous regeneration of mandibular defects. *J Clin Periodontol* 31 : 784, 2004.

저자 연락처

우편번호 570-711
전라북도 익산시 신룡동 344-2
원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
민 승 기

원고 접수일 2004년 11월 8일
게재 확정일 2005년 2월 27일

Reprint Requests

Seung-Ki Min

Dept. of OMFS, College of Dentistry, Wonkwang Univ.
344-2 Shinyong-Dong, Iksan City, Chunbuk, 570-711, Korea
Tel : 82-63-850-1921 Fax : 82-63-857-4939
E-mail : omsmin@wonkwang.ac.kr

Paper received 8 November 2004
Paper accepted 27 February 2005