http://dx.doi.org/10.5125/jkaoms.2011.37.5.365

자가치아 뼈 이식재의 발치와내 이식 후 골 치유 양상에 관한 연구

정재호 · 이재훈
단국대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract (J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011;37:365-74)

Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material

Jae-Ho Chung, Jae-Hoon Lee
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Dankook University, Choenan, Korea

Introduction: Research on dental bone graft material has been actively conducted. Recently, demineralized dentin matrix material has been developed and introduced. This study examined the effect of demineralized dentin matrix material on bone healing.

Subjects and Methods: The patients who received no treatment after extraction were used as the control group and patients who underwent demineralized dentin matrix material application in the extraction socket after extraction were used as the experimental group. Panorama radiography was performed at the baseline and at 3.5 months after graft material placement and CT was taken at 3.5 months after graft material placement for a radiologic evaluation. Bony tissue specimens were collected from the alveolar crest in the middle of the extraction socket using a 2 mm trephine bur after 3.5 months for the histology and hostomorphometric study.

Results: 1. On the panoramic view, a higher bone density was observed in the subject group. 2. On the panoramic view, the bone density increased significantly in the extraction socket, from the baseline to 3.5 months: a 7 and 10 gray-level scale was observed in the control and experimental group, respectively (P<0.05). 3. The CT view evaluation at 3.5 months revealed significantly higher bone density in the subject group than the control group (P<0.05). 4. The histological findings showed more active new bone and lamellar bone formation in the subject group. Dentin with osteoinduction ability and enamel with osteoconduction ability appeared. 5. On histomorphometric analysis, the subject group showed significantly more new bone, lamellar bone area and lower soft tissue area (P<0.05). The difference between the groups was significant (P<0.05).

Conclusion: Bone healing was improved after the application of demineralized dentin matrix material and there was active new bone and lamellar bone formation.

Key words: Demineralized dentin matrix, Radiologic, Histologic, Histomorphometric evaluation
[paper submitted 2011. 7. 19 / revised 2011. 10. 6 / accepted 2011. 9. 29]

Ⅰ. 서 론

치과 임플란트의 발전과 함께 골이식재에 대한 연구도 활발이 이루어져, 현재 다양한 골이식재가 개발되어 사용되고 있다. 이러한 발전은 자가골 채취라는 추가적인 수술 및 이에 따른 합병증 없이, 개발된 골이식재를 통해 임플란트를 구조적, 기능적으로 지지할 수 있게 하여, 임플란트 식립이 어려웠던 치조골이라 하더라도 성공률을 높이면서 또한 쉽게 임플란트를 시술할 수 있게 하는 계기가 되었다.

골이식재의 종류는 면역학적으로 자가골, 동종골, 이종골 및 합성골로 분류되고 있다. 이식된 골이식재의 골 형성 시에는 골유착(osteointegration), 골전도(osteoconduction), 골유도(osteoinduction) 및 골형성(osteogenesis) 능력이 요구된다. 자가골은 위와 같은 모든 성질을 지니고 있어 가장 우수한 골이식재로 알려져 있으나, 자가골 이식은 공여부에 또 다른 수술이 필요하고, 합병증이 생길 수 있으며, 어떤 경우에는 충분한 양의 골을 얻지 못할 수 있다는 단점이 있다[1-5]. 자가골 단점을 보완하기 위해 동종골 및 이종골이 개발 되었으나, 자가골에 비해 골형성 능력이 낮아서 자가골에 필적하기 어렵다. 또한 교차 감염이나 항원-항체 반응을 완전히 배제 할 수는 없다[2-5]. 반면에 합성골은 채득량의 한계 없이 대량 생산이 가능하고, 가격이 저렴하며, 질병 전염의 위험성은 전혀 없지만, 골전도의 기능만 가지고 있

이 재 훈
330-714 충남 천안시 안서동29
단국대학교 치과대학 부속병원 구강악안면외과
Jae-Hoon Lee
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Dankook University
29 Anseodong, Choenan, Chungnam, 330-714, Korea
TEL: +82-41-550-1991~3 FAX: +82-41-551-8988
E-mail: lee201@dankook.ac.kr

어, 단독으로 사용하기에는 문제점이 있다[5].

이상적인 골이식재는 임플란트 치유와 신생골 침투가 이루어질 수 있도록 일정 기간 공간 유지를 해야 하며, 시간이 경과하면서 골이식재와 임플란트의 골유착이 이루어져야 하고, 임플란트 상부 보철물이 완성된 후에도 골소실이 없이 안정적인 상태를 유지해야 한다. 또한 이식재 내부로 신생골이 자라 들어올 수 있는 골전도 능력을 가져야 하고, 오래 지속될 수 있는 골조직으로 골개조가 이루어져야 하며, 예측 가능한 성공률을 보여야 한다[1,6,7].

위와 같은 조건들을 충족시키기 위한 골이식재 연구의 일환으로, 최근 국내에서 자가치아 뼈 이식재가 소개 되고 기대를 모으고 있다[8]. 자가치아 뼈 이식재는 발치된 자가치아를 이용하여 골성분을 추출해낸 재료로서, 치아의 구성성분이 뼈의 구성성분과 거의 일치함에 착안하여 개발된 이식재이다[9,10]. 이는 자가조직이므로 면역반응 및 이물반응이 없이 생체 적합성이 우수하고, 질환 전염의 우려가 없기 때문에 임상에서 환자들이 심리적인 거부반응을 느끼지 않고 쉽게 받아들일 수 있으며, 골전도 뿐 아니라 골유도 능력을 기대 할 수 있다고 하였다[11-17].

이에, 본 연구는 그동안 폐기물로만 여겨왔던 발거된 치아를 가공처리 하여 만든 자가치아 뼈 이식재를 발치와내 이식 후 골치유 양상에 대하여 방사선학적 및 조직학적으로 알아보고 임상적 응용에 도움이 되고자 시행하였다.

Ⅱ. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2010년 9월부터 2011년 2월 까지, 단국대학교 부속치과병원 구강악안면외과에 내원하여 발치 후 뼈 이식을 시행받지 않은 환자를 대조군으로, 발치 후 발치와에 자가치아 뼈 이식재를 이식 받은 환자를 실험군으로 하여 실험하였다. 임상시험연구 승인을 받고(IRB No. H-1102/001/003) 환자의 동의를 얻은 후 시험을 진행하였고, 이들 중 심한 흡연자, 음주자 및 조절되지 않는 당뇨병 환자의 경우에는 대상에서 제외하였다.

연구 대상 중 대조군은 3명이 남성, 3명이 여성이었고, 연령은 36세부터 74세로 평균 연령은 54.3세였다. 실험군은 6명 모두 남성이었고, 연령은 19세 부터 67세로 평균 연령은 47세였다.(Table 1)

Table 1. Control and subject group patients

Group	Age (year)	Gender (M/F)	Area
Control	55	F	#23
Control	52	M	#46
Control	58	M	#46
Control	74	M	#47
Control	36	F	#36
Control	51	F	#44
Subject	52	M	#46
Subject	19	M	#35
Subject	58	M	#16
Subject	67	M	#47
Subject	47	M	#36
Subject	39	M	#44

Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

2. 연구 방법

1) Panorama상 발치와내 골밀도 비교평가

골밀도 평가를 위해 발치 후 아무런 처치도 시행하지 않은 대조군과, 발치 후 뼈 이식을 받은 실험군에서 각각 파노라마(DP-80-P/PM2002 EC proline, Planmeca, Helsinki, Finland)를 촬영하였다. 3.5개월 후 대조군 및 실험군 모두 follow up 파노라마를 촬영하였다. DICOM File로 디지털화 되어있는 파노라마 사진을 JPEG Graphic File로 변환하여 저장하였고, 저장된 File을 Adobe Photoshop CS3 (Adobe System Inc., Delaware, USA) 프로그램의 Gray-level histogram을 사용한 255 tonalities의 gray scale 의 평균 값을 사용하여 발치와내 골밀도와 발치와 주변 골밀도를 측정하였다. 발치와 주변 골밀도 측정은 Adobe Photoshop CS3 프로그램을 이용하여 파노라마 상에서 측정하였으며, 발치와 경계에서 인접 치아를 포함하지 않도록 브러쉬 20px의 크기로 모든 주변골을 포함 시켰다.(Fig. 1) 발치와의 경계는 술 전 파노라마 사진을 참고하여 한 사람에 의해 설정되었다.

발치와내 골밀도 평가는 2가지 방법을 사용하였다. 첫 번째는 측정값(gary level scale) 그대로의 절대값과, 두번째는 {(발치와내 골밀도/주변 골밀도)×100%} 방법으로 계산한 상대값이다. 이런 2가지 방법으로 측정한 이유는 절대값으로만 평가하면, 사람마다 다른 골밀도가 고려되지 않으므로 발치와 주변골을 기준으로 한 상대값을 평가하여 개인의 다양성을 최소화시키려는 데 있다.

첫번째 평가는 3.5 개월 후 대조군과 실험군의 발치와내 골밀도를 비교 평가하였다. 절대값과 상대값을 각각 측정하였으며, 통계 방법으로는 SPSS 12.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)의 비모수 Mann-Whitney 검정을 사용하였으며, $P<0.05$수준에서 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

두번째로는 시간에 따른 발치와 골밀도 증가정도를 평가하였다. 발치 후 및 뼈 이식 직후 촬영한 것과 3.5 개월 후 촬영한 파노라마를 비교하여 발치와내 골밀도 증가정도를 평가하였다. 대조군과 실험군 각각 시행하였으며, 같은 환자에서 평가하는 것이기 때문에 사람마다 다른 골밀도를 고려할 필요가 없어서 절대값 평가만 시행하였다. 통계 방

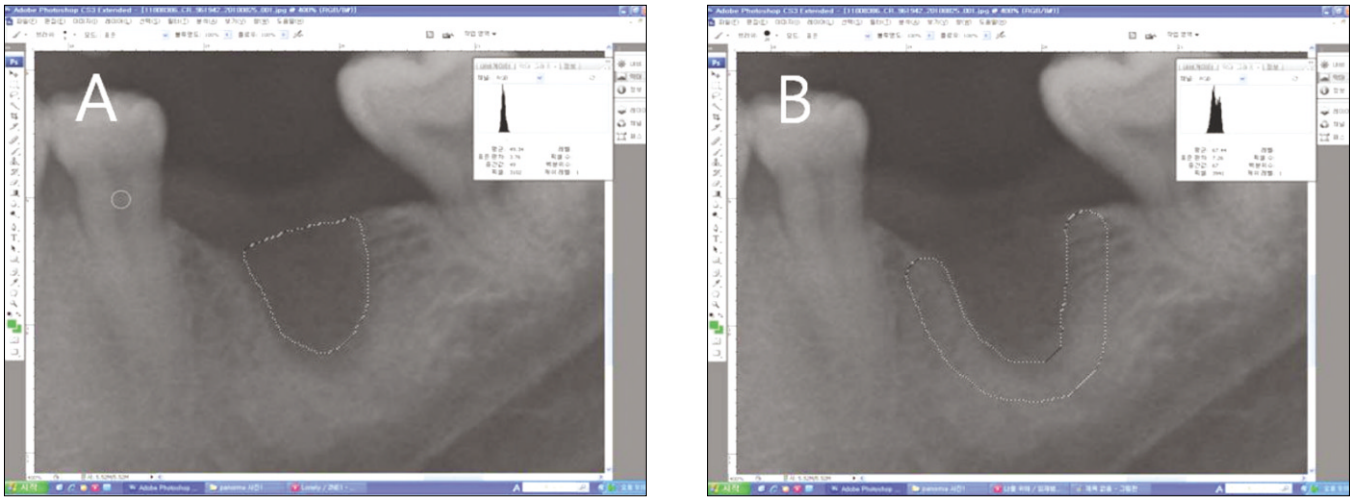

Fig. 1. Gary level histogram. A. Gray level in dental socket. B. Gray level of surrounding bone.
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

법으로 SPSS 12.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)의 비모수 Wilcoxon 검정을 사용하였으며, P<0.05수준에서 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

2) Computed tomography (CT)상 발치와내 골밀도 비교 평가

골밀도 비교 평가를 위하여 대조군 및 실험군에서 3.5 개월 후 CT (DCTP-110-p/Alphard VEGA-3030, Asahi Roentgen IND. Co., Kyoto, Japan) 촬영을 시행하였다. 그 후 DICOM File로 디지털화 되어있는 사진을 JPEG Graphic File로 변환하여 저장하였다. 저장된 File을 Photoshop CS3 프로그램의 Gray-level histogram을 사용한 255 tonalities의 gray level scale 의 평균 값을 사용하여, 발치와내 골밀도와 발치와 주변 골밀도를 측정하였다. 측정은 Para-axial view 에서 시행하였고, 앞선 평가와 같이 주변 골밀도 측정시 발치와 경계에서 피질골은 포함되지 않도록 브러쉬 20px의 크기로 모든 주변골을 포함시켰다. 앞선 평가와 같이 절대값 및 상대값을 구하여 비교 평가 하였다.

통계 방법으로는 SPSS 12.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)의 비모수 Mann-Whitney 검정을 사용하였으며, P<0.05수준에서 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

3) 조직 채취, 조직병리학적 및 조직형태계측학적 연구

대조군 및 실험군에서 3.5 개월 후 2 mm trephine bur로 치조정으로 부터 약 5 mm bone 시편을 채취하였다. 채취한 시편은 즉시 10% 포르말린 용액으로 고정한 후, formic acid-sodium citrate로 1주일간 탈회 시켰다. 시편을 세척 후 파라핀 포매를 하고, 4-5 μm의 두께로 박절하여 H&E 염색을 시행하여 광학 및 편광 현미경을 통하여 관찰하였다.

광학현미경에서 신생골, 층판골, 잔존 매식체 및 연조직의 소견을 관찰 하였고 그 비율을 측정하였다. 편광 현미경 관찰을 통하여, 신생골내 층판골의 비율을 확인하였다. 또한 대조군과 실험군을 조직형태계측학적 비교 분석을 하였고, 통계 방법으로는 SPSS 12.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)의 비모수 Mann-Whitney 검정을 사용하였으며, P<0.05수준에서 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

Ⅲ. 결 과

1) Panorama상 발치와내 골밀도 비교 평가 결과

첫번째 평가로, 3.5 개월 후 파노라마 사진에서 대조군과 실험군의 발치와내 골밀도를 비교 평가한 결과, 대조군에 비해 실험군이 높은 골밀도를 보였다. 절대값 평가에서는 대조군이 평균 78 gray-level scale, 실험군이 평균 98 gary-level scale로 측정되어, 실험군이 대조군보다 평균 20 gary-level scale 높은 밀도를 보였으나, 통계적으로 유의하지 않았고(P>0.05), 상대값 평가에서는 대조군이 평균 90%, 실험군이 평균 114%로 측정되어, 실험군이 대조군보다 24% 높은 밀도를 보였으며, 통계적으로도 유의하였다.(P<0.05) (Fig. 2, Table 2)

두번째 평가로, 시간에 따라 3.5개월 간 발치와 밀도 변화 정도를 평가한 결과, 대조군에서 평균 7 gary-level scale 증가를, 실험군에서 평균 10 gray-level scale 증가를 보여, 대조군과 실험군 모두 시간에 따른 유의성 있는 골밀도 증가를 나타내었다.(P<0.05)(Fig. 2, Table 3)

2) CT 상 발치와내 골밀도 비교 평가 결과

골밀도 비교 평가를 위해 3.5개월 후 촬영한 CT 에서, 대조군의 절대값은 평균 87 gary-level scale 로 측정되고, 실험군은 평균 128 gary-level scale 로 측정되어, 실험군이 대조

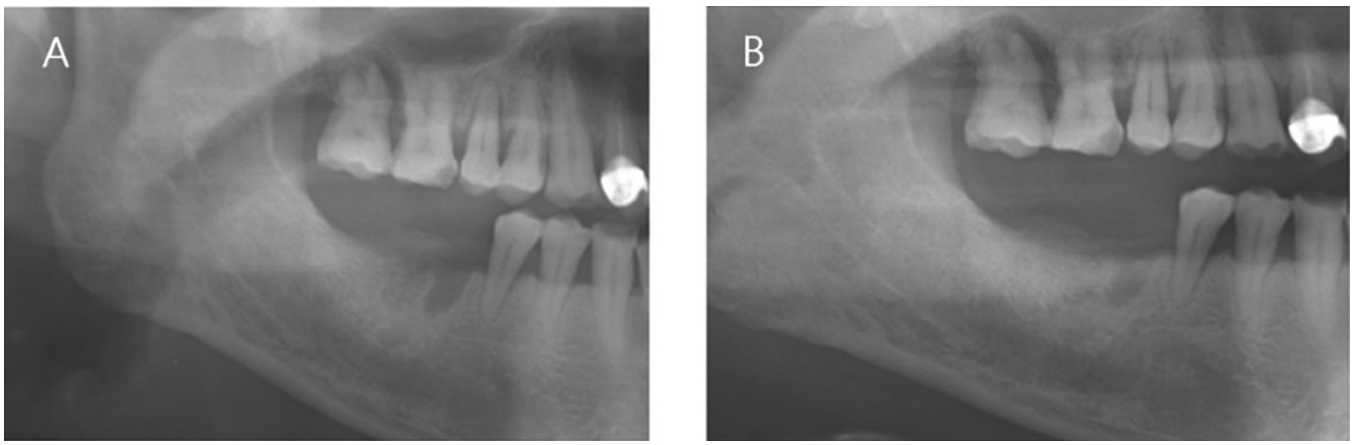

Fig. 2. Distal root socket was treated with deminerlalized dentin matrix material (DMDMM) and showed more radio-opacity than medial root socket. A. Initial panoramic view. B. Panoramic view after 3.5 month.
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

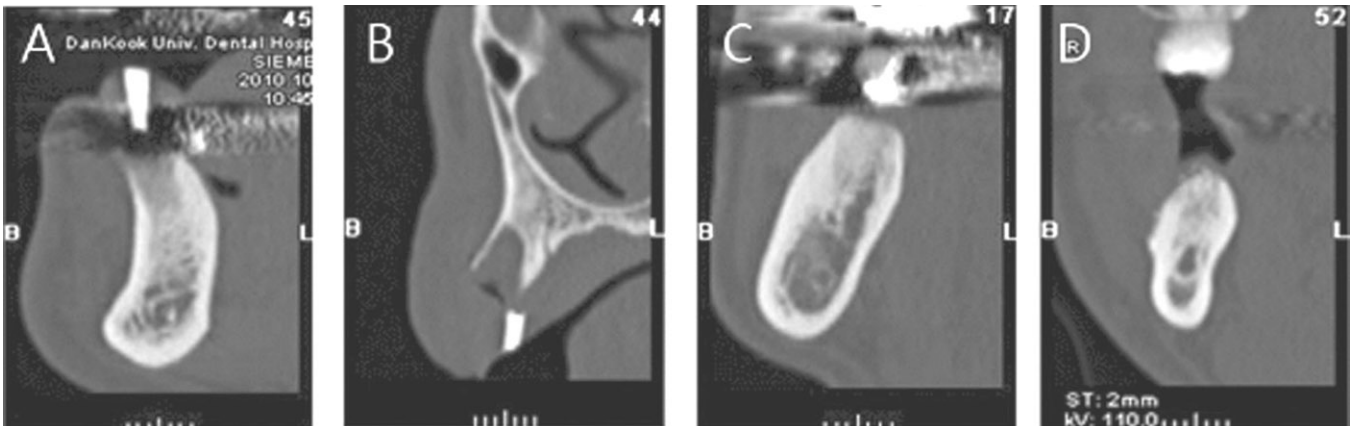

Fig. 3. Control group showed less radio-opacity than subject group(Aveolar socket treated with demineralized dentin matrix material) after 3.5 month. A, B. Control group. C ,D. Subject group.
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

Table 2. Bone density comparative evaluation after 3.5 month in panoramic view

	Control group	Subject group	*P*- value
Absolute value (gray-scale) bone density	78±19.23	98±14.23	0.109
Relative value (%) bone density	90±8.29	114±6.36	0.004

Values are presested by means±SD.
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

군 보다 평균 41 gary-level scale 이 높은 것으로 나타났다. 상대 값 평가에서는 대조군이 71%로 측정되고, 실험군이 119%로 측정되어, 실험군이 대조군보다 48% 높은 골밀도를 보였다. CT 에서 실험군의 골밀도는 절대값 및 상대값이 대조군에 비해 모두 높게 나타났으며, 통계적으로도 유의하였다.(P<0.05)(Fig. 3, Table 4)

Table 3. Bone density increasement evaluation after 3.5 month in panoramic view

	Initial bone density	3.5month bone density	*P*- value
Control group	71±15.97	78±19.23	0.027
Subject group	88±16.34	98±14.23	0.027

Values are presested by means±SD.
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

Table 4. Bone density comparative evaluation after 3.5 month in CT view

	Control group	Subject group	*P*- value
Absolute value(gray scale) bone density	87±35.14	128±30.61	0.037
Relative value(%) bone density	71±12.76	119±4.89	0.004

Values are presested by means±SD.
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

3) 조직병리학적 소견

조직병리학적 소견상, 대조군에서 신생골의 형성과 치밀화되고 있는 층판골을 확인할 수 있었다. 다만 신생골의 면적이 적었으며, 층판골의 비율도 낮았다. 한 환자에서는 석회화 소견을 관찰 할 수 없었고 연조직 및 결체 조직만 관찰 가능하였다.(Figs. 4-6)

실험군에서는 신생골의 형성과 치밀화되고 있는 층판골

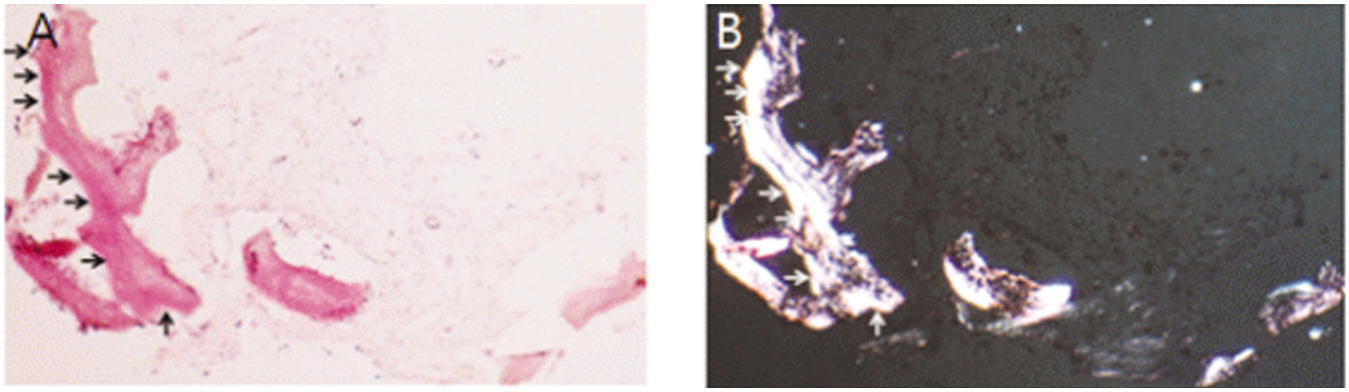

Fig. 4. Newbone was formed (arrow), but area was small in control group patient I. A. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) B. Polarizing microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40)
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

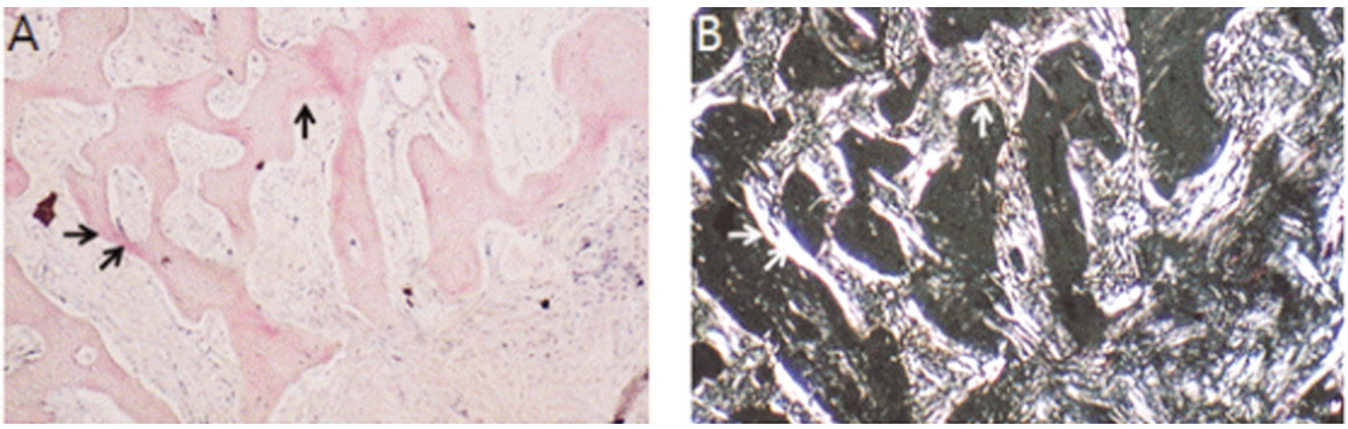

Fig. 5. Newbone was forme. Lamellar bone formation (arrow) was seen with in small area in control group patient II. A. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) B. Polarizing microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40)
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

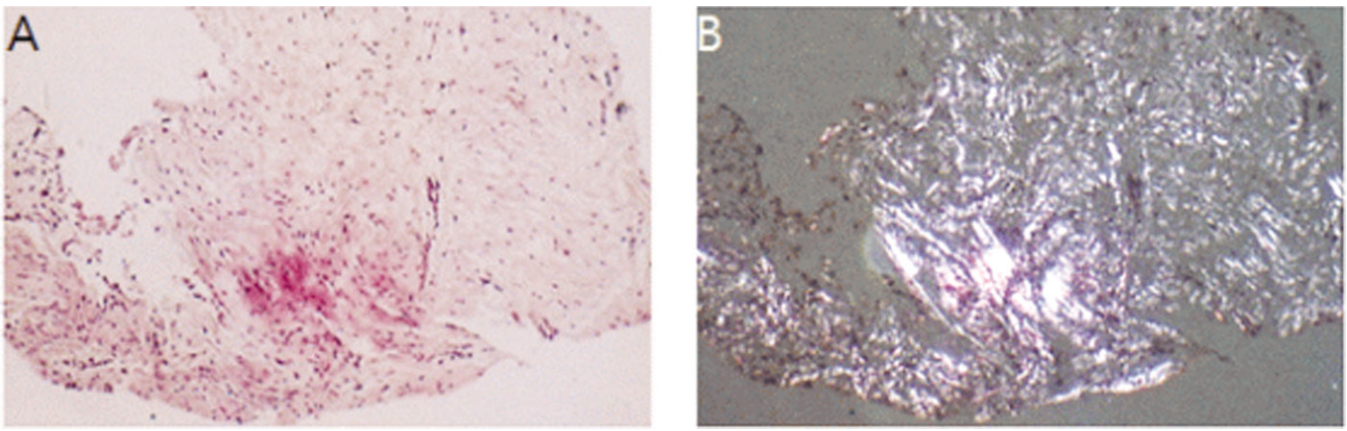

Fig. 6. This slide showed extensive fibrosis without bone formation in control group patient III. A. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) B. Polarizing microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40)
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

을 확인할 수 있었으며, 골소주, 골모세포, 흡수중인 매식체의 확인이 가능하였다. 매식체 중 법랑질은 신생골에 둘러싸여 흡수되거나 단독으로 존재하는 양상을 보였고, 상아질은 한쪽 방향으로 신생골을 형성하는 양상을 보였다.(Figs. 7-9)

4) 조직형태계측학적 분석 결과

대조군에서는 신생골 비율이 20%, 연조직이 80%로 나타났으며, 신생골 중 층판골 비율은 25%로 나타났다. 실험군에서는 신생골 비율이 39%, 연조직이 41%로 나타났으며, 신생골 중 층판골 비율은 56%로 나타났다. 즉, 실험군에서 신생골 면적이 19% 높게 나타났으며, 연조직 면적은 39% 적게 나타났다. 신생골 면적 중 층판골의 비율이 실험군에서 31% 높게 나타났으며, 모두 통계적으로 유의하였다. (P<0.05)(Table 5)

Table 5. Histomorphometric analysis

	Control group	Subject group	P- value
New bone (%)	20±12.15	39±7.07	0.025
Soft tissues (%)	80±10.20	41±16.49	0.006
Lamellar bone (%)	25±11.90	56±12.84	0.010

Values are presested by means±SD.

Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

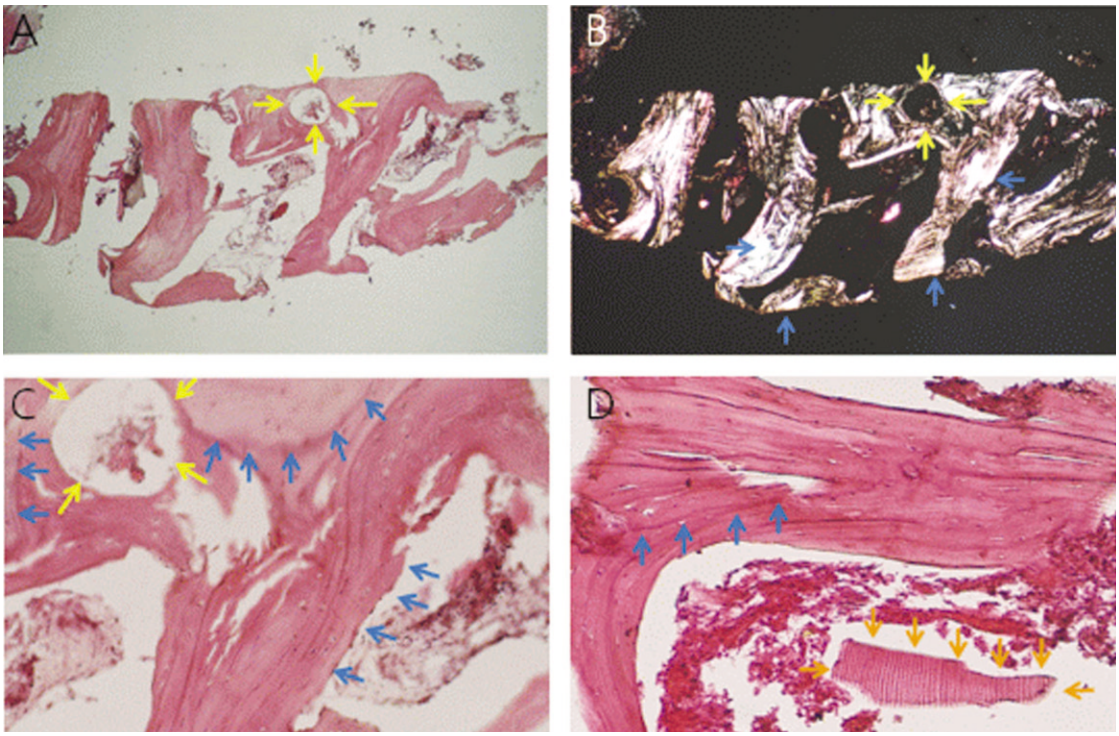

Fig. 7. Absorbing enamel (yellow arrow) and dentin (blue arrow) were identified. Some enamel was staying independently (orange arrow) without surrounding bone in subject group patient I.
A. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) B. Polarizing microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) C, D. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 100)

Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

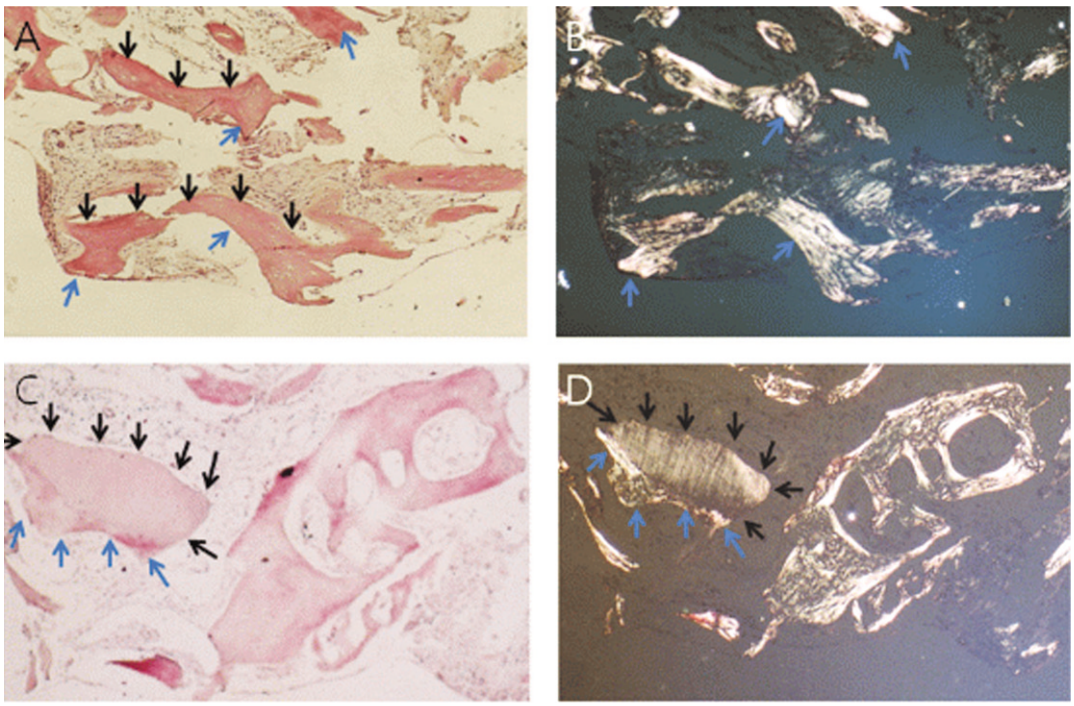

Fig. 8. Almost absorbed dentin maxtrix (blue arrow) and new bone formation (black arrow) was demonstrated in subject group patient II. New bone induction (black arrow), besides absorbing dentin maxtrix (blue arrow), was demonstrated in C and D.
A. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) B. Polarizing microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) C. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 100) D. Polarizing microscopic view.(H& E staining, original magnification x 100)
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

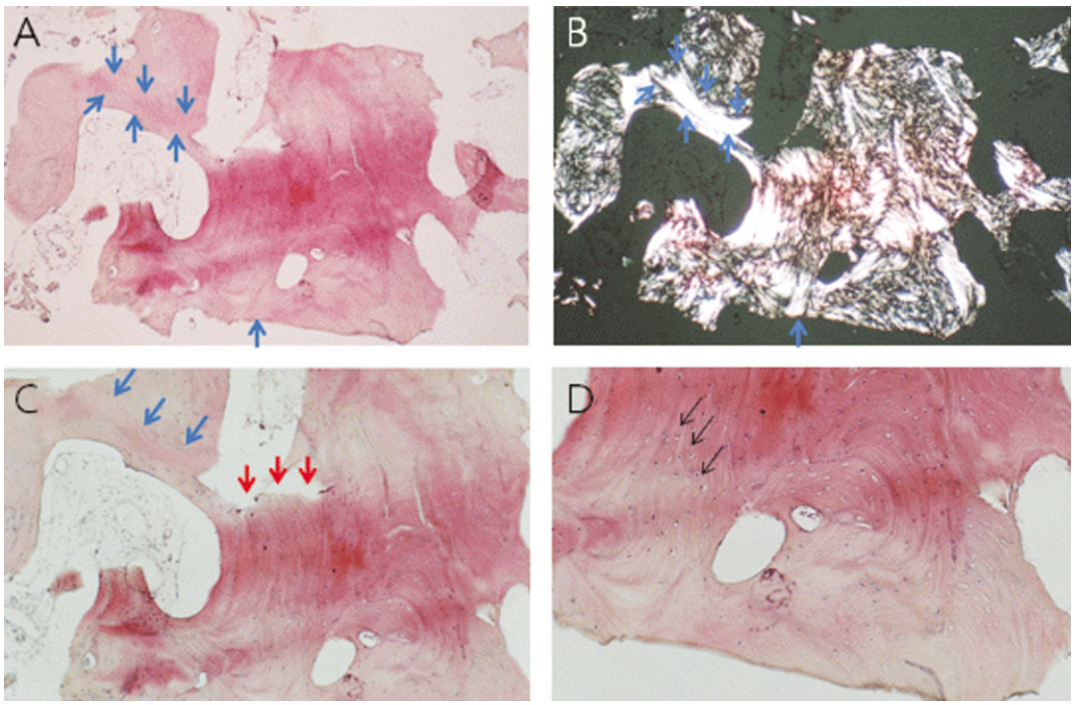

Fig. 9. Implanted dentin matrix (blue arrow), wide new bone formation and lamellar bone (red arrow) was demonstrated in subject group patient III. Osteoblast (black arrow) were seen in lamellar bone.
A. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) B. Polarizing microscopic view.(H& E staining, original magnification x 40) C. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 100) D. Optical microscopic view.(H& E staining, original magnification x 100)
Jae-Ho Chung et al: Study of bone healing pattern in extraction socket after application of demineralized dentin matrix material. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011

Ⅳ. 고 찰

경조직 결손부 재건에 있어서 자가골 이식이 가장 이상적인 것은 논란의 여지가 없다. 골형성, 골전도, 골유도 및 골유착 능력을 모두 보유하고 있으며, 면역 거부반응이 없고, 빠른 치유를 보이는 장점을 가지고 있으나, 채취량이 제한적이고, 공여부에 이차결손을 유발하는 것이 최대의 단점이다[17]. 이에 따라 동종골, 이종골 및 합성골의 개발 및 사용방법과 그 효과에 대한 많은 연구가 이루어져 왔으며, 또한 자가골을 대체할 수 있는 뼈 이식재를 기대하고 있다.

동종골의 경우 골유도 효과 기대치에 요구되는 골형성 단백질의 양에 대해 의문이 제기되었고, 질환의 전염 가능성이 여전히 잔존하고 있다. 이종골 또한 이종단백질에 의한 면역 거부반응 우려, 질환의 전염 가능성 및 고비용 등의 단점이 있어 술자에 의한 선호도가 그리 높지 않다. 근래에는 수산화인회석(hydroxyapatite) 등을 가공하여 인공적으로 제작한 합성골 재료가 개발되어 많이 사용되고 있다. 수산화인회석은 치아 및 골조직과 유사한 화학적 구조를 가지고 있어 인접 골조직과 잘 유합되는 장점을 가지고 있으나, 수산화인회석은 일반적으로 골유도 효과보다는 비계로서 작용하여 골개조 과정에 참여하는, 즉 골전도 효과만 있는 것으로 알려져 있다[5].

Maiorana 등[18]은 자가골 이식에 BioOss 를 피개하면 골 흡수를 어느 정도 예방 할 수 있으며, 골치유를 촉진 시킬 수 있다 하였다. Araujo 등[19]은 블록형 자가골과 BioOss 블록형 이식재의 흡수와 골형성을 비교한 연구에서, 술 후 6개월경에 자가골은 반 이상이 흡수되어 47%만 남았고, BioOss의 경우는 외형적인 흡수는 거의 없었으며 이식재 내부에서 약 23%정도 신생골 형성이 이루어졌다고 보고했다. Camelo 등[20]은 치아 주위 골내 결손부에 자가골과 BioOss를 1:1로 혼합하여 이식하고 차단막을 덮은 다음 9개월 후에 임상 및 조직학적 검사를 시행하였으며, 순수 자가골과 비슷한 치료 결과를 얻었다. 반면에, Pinholt 등[21]은 탈회 및 비탈회 동종골로 치조능을 증강시킨 후 임플란트 식립을 시행한 조직병리학적 평가에서 임플란트는 섬유성 조직으로 둘러싸였으며, 석회화 소견은 보이지 않았다고 하였다. 또한, Jensen 등[22]은 하악 견치부위에서 동결건조탈회골과 차단막을 사용하였을 때 골-임플란트의 직접적인 접촉이 형성되었지만, 자가골 이식을 시행한 경우에 비해서는 좋지 못한 소견을 보였다고 하였다.

이와 같이 골이식재에 대한 다양한 연구와 사용법이 소개되고 있지만, 자가골의 장점을 지니면서 단점을 보완한 골이식재는 아직까지 찾기 어렵고, 자가골을 대체할 수 있는 골이식재를 개발하기 위한 연구가 계속 진행되고 있다. 그러나, 최근 김 등[8]은 동종골, 이종골, 합성골의 단점을 극복할 수 있는 새로운 개념의 골이식재로, 발치된 자가 치아를 이용한 골이식재를 소개하였다. 이는 치아의 구성성분이 뼈의 구성성분과 거의 일치함에 착안하여 개발된 이식재로, 자가 성분이기 때문에 면역반응 및 이물반응이 없이 생체 적합성이 우수하고 질환 전염의 우려가 없다는 점으로[23] 인하여, 기존에 동종골, 이종골 이식시 환자들이 보이던 심리적인 거부반응도 없앨 수 있다. 또한 골유도, 골전도 기능 및 골치환성이 뛰어나고[15,23,24], 다양한 크기 및 형태로 제작이 가능하여 사용이 용이하다고 한다.

김 등[16]은 치아의 유기질 성분 중 90%는 type I collagen으로 이는 골의 석회화 과정에 중요한 역할을 한다고 하였다. Ike와 Urist[25]는 상아질에 포함된 BMP-2가 골형성에 중요한 골유도 효과를 보임을 증명하였고, Gao 등[26]은 상아질은 골과 유사하게 IGF-II, BMP-2, TGF-beta 같은 성장인자들을 포함한다고 보고 하였고, Saygin 등[27]은 백악질, 백악질 모세포 등은 TGF-beta, IGF-I, PDGF 등을 포함한다고 하였다. 즉 치아의 상아질 및 백악질에는 골형성 효과가 있는 성장인자들이 많이 포함된 것으로 보고 되고 있다.

Gomes 등[23,28]은 토끼 두개골 결손부에 자가치아 뼈 이식재를 이식하고 3개월 후 방사선학적 평가에서, 자가치아 뼈 이식재를 적용한 부위는 뼈 이식을 하지 않은 부위에 비해 높은 골밀도를 보이고, 빠른 골 치유를 보인다고 하였다. 사람의 발치와내 자가치아 뼈 이식재를 이식한 본 연구에서도 3.5개월 후 촬영한 파노라마상에서 실험군이 대조군 보다 빠른 골 치유와 높은 골밀도를 보였다. 골밀도 측정에는 사람마다 다른 골밀도를 고려하여, 발치와 주변골을 기준으로 발치와내 골밀도 비율을 측정한 상대값 평가를 추가하여 하여 개개인의 다양성을 최소화 시켰다. 절대값(사진상 발치와내의 직접적인 골밀도) 평가 에서는 실험군이 대조군 보다 평균 20 gary-level scale 높은 골밀도를 보였으나, 통계적 유의성이 없었고(P>0.05), 상대값(발치와 주변골을 기준으로 발치와내 골밀도 백분율) 평가 에서는 실험군이 대조군 보다 평균 24% 높은 골밀도를 보였으며, 통계적 유의성이 있었다.(P<0.05) 절대값 평가에서 유의성이 나타나지 않은 것은, 발치와가 파노라마 상 협, 설측으로 피질골이 있으며, 개인간의 골밀도 차이가 있기 때문에 나타난 결과라 생각되어 진다. 시간 경과에 따른 골밀도 변화 평가에서는 대조군에서 3.5개월 간 평균 7 gary-level scale, 실험군에서 평균 10 gray-level scale 증가를 보여 양군 모두 시간이 지남에 따라 유의성 있는 골밀도 증가를 나타내었다.(P<0.05)

또한 본 연구는 CT상에서 골밀도의 절대값 및 상대값 평가를 시행하였는데, 절대값 평가에서는 실험군이 대조군 보다 평균 41 gary-level scale 이 높은 것으로 나타났고, 상대값 평가에서도 실험군이 대조군보다 평균 48% 높게 나타났으며. 이는 모두 통계적으로도 유의 하였다.(P<0.05)

Gomes 등[23,28]은 토끼 두개골 결손부에 자가치아 뼈 이식재를 적용한 후, 3개월 후 조직 소견상 많은 성숙한 골소주를 확인 할 수 있었으며, 조직형태계측학적 평가에서 자가치아 뼈 이식재를 적용한 부위에서 높은 골밀도를 보였다고 하였다. Valeria 등[29]은 토끼 하악골 골 결손부에 자가치

아 뼈 이식재를 적용한 후, 조직 소견상 새롭게 형성된 골 조직과 골 조상 세포(osteoprogenitor cells)를 확인 할 수 있었으며, 조직형태계측학적 평가에서 자가치아 뼈 이식재를 적용하면, 그렇지 않은 결손부 보다 15% 많은 양의 신생골의 형성을 확인 할 수 있었다고 하였다.

본 연구에서도 조직병리학적 소견상 실험군에서 많은 신생골의 형성과 층판골의 형성을 보였으며, 골소주, 골모세포, 골세포 및 흡수중인 매식체의 확인이 가능하였다. 또한 자가치아 뼈 이식재의 골전도 및 골유도의 기능도 확인 할 수 있었다. 자가치아 뼈 이식재 중 법랑질 부위는 조직병리학적 소견상, 단독으로 존재하거나 신생골에 둘러싸여 흡수가 되었는데, 이는 공간 유지 및 골전도 기능이 있다고 생각되어 진다. 전체적인 골 형성 형태를 살펴보았을 때 상아질로부터 주변 신생골이 나타나는 모습을 보였으며, 상아질 주변에서 높은 층판골의 비율을 보였다. 이는 상아질이 골유도 기능이 있어서 나타난 형태가 아닌가 생각되어 진다. 또한 조직형태계측학적 분석상 대조군에 비해 실험군의 신생골 면적이 19% 높게 나타났으며, 연조직 면적은 39% 적게 나타났으며, 신생골 면적 내 층판골의 비율도 실험군에서 31% 높게 나타났다.

본 연구는 그동안 무용지물로 여겨졌던 발거된 치아를 사용하여 만든 자가치아 뼈 이식재를 사람의 발치와내 이식하여 방사선 및 조직학적으로 평가하였다. 물론 이식 할 부위, 크기 및 형태 등에 대한 표준화가 이루어지지 못했고, 또한 증례수가 적은 것이 아쉽기는 하였으나, 자가치아 뼈 이식재는 인체내에서 특이한 염증 반응 없이, 빠른 골치유 양상을 나타내는 것을 확인 할 수 있었으며, 향후 자가치아 뼈 이식재 이식 부위에 임플란트 수복 후 교합력이 가해졌을때, 자가치아 뼈 이식재의 흡수 및 개조형성과 같은 치유 양상에 대한 연구와 분석도 필요할 것으로 생각된다.

Ⅴ. 결 론

현재 골이식재로 다양한 재료가 시중에 나와있다. 특히 그중 자가골에 부합되는 골재생 능력을 가지면서 동종골, 이종골, 합성골의 단점을 극복할 수 있는 대체 재료로 자가치아 뼈 이식재에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 본 연구는 발치 후 발치와에 자가치아 뼈 이식재를 적용 후 그 치유 양상을 평가하고 발치 후 뼈 이식을 받지 않은 환자와 비교 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 파노라마상 3.5 개월 후, 대조군과 실험군의 발치와내 골 밀도를 비교한 결과, 실험군에서 높은 골 밀도를 보였으나, 절대 값 평가(사진상 발치와내의 직접적인 골 밀도 평가)에서는 통계적 유의성이 없었고(P>0.05), 상대 값 평가(발치와 주변골을 기준으로한 발치와내 골 밀도 백분율-dbf)에서는 통계적 유의성이 있었다.(P<0.05)
2. 파노라마상 시간 경과에 따른 골밀도 변화 평가에서, 대조군은 평균 7, 실험군에서는 평균 10 gray-level scale 증가를 보여, 양 군 모두 시간이 지남에 따라 유의성 있는 골밀도 증가를 나타내었다.(P<0.05)
3. CT 소견상, 3.5개월 후 실험군은 대조군 보다 절대값 및 상대값 평가에서 높은 골밀도를 보였으며, 통계적으로도 유의하였다.(P<0.05)
4. 조직병리학적 소견상, 실험군에서 활발한 신생골 형성 및 층판골 형성을 확인 할 수 있었으며, 법랑질은 골전도능을, 상아질은 골유도능을 지닌 것처럼 보여졌다.
5. 조직형태계측학적 분석에서, 실험군에서 신생골 면적이 높게 나타났으며, 연조직 면적은 적게 나타났고, 통계적으로 유의하였다. 신생골 내 층판골 밀도도 실험군에서 유의 있게 높게 나타났다.(P<0.05)

이상의 결과로 볼 때, 치조골의 치유 과정에서 자가치아 뼈 이식재는 골 치유 능력을 향상 시켜 빠른 골 치유를 보인다. 자가치아 뼈 이식재는 골전도능 및 골유도능을 바탕으로 제한이 많은 자가골을 대체 할 수 있는 훌륭한 골이식재로 이에 대한 더 많은 연구가 필요하다고 생각되어 진다.

References

1. Myoung MR, Kim MR, Kim SJ. A retroapective study of the surgical success and vertical bone resorption rate after autogenous block onlay graft in posterior maxilla. J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2009;35:340-5.
2. Quattlebaum JB, Mellonig JT, Hensel NF. Antigenicity of freeze-dried cortical bone allograft in human periodontal osseous defects. J Periodontol 1988;59:394-7.
3. Schwartz Z, Mellonig JT, Carnes DL Jr, de la Fontaine J, Cochran DL, Dean DD, *et al*. Ability of commercial demineralized freeze-dried bone allograft to induce new bone formation. J Periodontol 1996;67:918-26.
4. Sogal A, Tofe AJ. Risk assessment of bovine spongiform encephalopathy transmission through bone graft material derived from bovine bone used for dental applications. J Periodontol 1999;70:1053-63.
5. Han T, Carranza FA Jr, Kenney EB. Calcium phosphate ceramics in dentistry: a review of the literature. J West Soc Periodontol Periodontal Abstr 1984;32:88-108.
6. Block MS, Degen M. Horizontal ridge augmentation using human mineralized particulate bone : preliminary results. J Oral Maxillofac Surg 2004;62(9 supple 2):67-72.
7. Kim YK, Kim SG, Lim SC. The comparative study of guided bone regeneration using various of bone graft materials. J Kor Oral Maxillofac Surg 2007;33:350-8.
8. Kim YK, Kim SG, Byeon JH. Lee HJ, Um IU, Lim SC, *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.
9. Min BM. Oral biochemistry. 1st ed. Seoul: Daehan Narae Publishing;2007.
10. Bhaskar SN. Orban's oral histology and embryology. 9th ed. St. Louis: Mosby Co.;1980.
11. Yeomans JD, Urist MR. Bone induction by decalcified dentin implanted into oral, osseous, and muscle tissues. Archiv Oral Biol 1967;12:999-1008.
12. Kim SG, Yeo HH, Kim YK. Grafting of large defects of the jaws with a particulate dentin-laster of Paris combination. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1999;88:22-5.

13. Kim SG, Chung CH, Kim YK. Grafting defects using a particulate dentin-plaster of Paris combination for implant placement: a case report. Hosp Dent(Tokyo) 2001; 13:127-30.
14. Kim SG, Chung CH, Kim YK, Park JC, Lim SC. The use of particulate dentin-plaster of Paris combination with/without platelet-rich plasma in the treatment of bone defects around implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:86-94.
15. Park SS, Kim SG, Lim SC, Ong JL. Osteogenic activity of the mixture of chitosan and particulate dentin. J Biomed Materials Res A 2008;87:618-23.
16. Kim SG, Kim HK, Lim SC. Combined implantation of particulate dentin, plaster of Paris, and a bone xenograft(Bio-Oss) for bone regeneration in rats. J Craniomaxillofac Surg 2001;29:282-8.
17. Kim YK, Yun PY, Kim SG, Lim SC. Sinus bone graft using combination of autogenous bone and Bio-Oss comparison of healing according to the ratio of autogenous bone. J Korean Oral Maxillofac Surg 2007;33:654-9.
18. Maiorana C, Beretta M, Salina S, Santoro F. Reduction of autogenous bone graft resorption by means of bio-oss coverage:a prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent 2005;25: 19-25.
19. Araújo MG, Sonohara M, Hayaclbara R, Cardaropoll G, Lindhe J. Lateral ridge augmentation by the use of grafts comprised of autologous bone or a biomaterial. An experiment in the dog. J Clin Periodontol 2002;29:1122-31.
20. Camelo M, Nevins ML, Lynch SE, Schenk RK, Simion M, Nevins M. Periodontal regeneration with an autogenous bone Bio-Oss composite graft and a Bio-Guide Membrane. Int J Periodontics Restorative Dent 2001;109-19.
21. Pinholt EM, Haanaes HR, Donath K, Bang G. Titanium implant insertion into dog alveolar ridges augmented by allogenic material. Clin Oral Implants Res 1994;5:213-9.
22. Jensen OT, Greer RO Jr, Johnson L, Kassebaun D. Vertical guided bone graft augmentation in a new canine mandible model. Int J Oral Maillofac Implants 1995;10:335-44.
23. Gomes MF, dos Anjos MJ, Nogueira TO, Guimarães SA. Histologic evaluation of the osteoinduction property of autogenous demineralized dentin matrix on surgical bone defects in rabbit skulls using human amniotic membrane for guided bone regeneration. Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16:563-71.
24. Catanzaro-Guimarães SA, Catanzaro Guimarães BP, Garcia RB, Alle N. Osteogenic potential of autogenic demineralized dentin implanted in bony defects in dog. Int J Oral Maxillofac Surg 1986;15:160-9.
25. Ike M, Urist MR. Recycled dentin root matrix for a carrier of recombinant human bone morphogenetic protein. J Oral Implantol 1998;24:124-32.
26. Gao J, Symons AL, Bartold PM. Expression of transforming growth factor-beta 1(TGF-beta1) in the developing periodontium of rats. J Dent Res 1998;77:1708-16.
27. Saygin NE, Tokiyasu Y, Giannobile WV, Somerman MJ. Growth factors regulate expression of mineral associated genes in cementoblasts. J Periodontol 2000;71:1591-600.
28. Gomes MF, dos Anjos MJ, Nogueira Tde O, Catanzaro Guimarães SA. Autogenous demineralized dentin matrix for tissue engineering applications: radiographic and histomorphometric studies. Int J Oral Maxillofac Implants 2002;17:488-97.
29. Carvalho VA, Tosello Dde O, Salgado MA, Gomes MF. Histomorphometric analysis of hemogenous demineralized dentin matrix as oteopromotive material in rabbit mandibles. Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19:679-86.