

# PLA/PGA 차폐막과 실크 피브로인 차폐막을 이용한 발치와의 골유도재생술의 비교연구

황우진<sup>1</sup>, 정성념<sup>1</sup>, 김윤상<sup>1</sup>, 피성희<sup>1</sup>, 유형근<sup>1</sup>, 정종평<sup>2,3</sup>, 신형식<sup>1\*</sup>

1. 원광대학교 치과대학 치주과학교실
2. 서울대학교 치의학대학원 치주과학교실
3. (주)나이벡

## Clinical study of guided bone regeneration of extracted socket with PLA/PGA membrane and silk fibroin membrane

Woo-Jin Hwang<sup>1</sup>, Seong-nyum Jeong<sup>1</sup>, Yun-Sang Kim<sup>1</sup>, Sung-Hee Pi<sup>1</sup>,  
Hyung-Keun You<sup>1</sup>, Chong-pyoung Chung<sup>2,3</sup>, Hyung-Shik Shin<sup>1\*</sup>

1. Department of Periodontology, School of Dentistry, Wonkwang University
2. Department of Periodontology, School of Dentistry, Seoul National University
3. NIBEC Inc.

### ABSTRACT

**Purpose:** This study was designed to compare the bone regeneration effects of treatment using silk fibroin membrane (Nanogide-S<sup>®</sup>) resorbable barrier with control group treated by polyactic acid / polylacticglycolic acid membrane(Biomes<sup>®</sup>).  
**Methods:** 44 severe bone loss on extraction socket from 44 patients were used in this study. In experimental group 22 sites of them were treated by silk fibrin membrane as and the other 22 sites were treated by polyactic acid/ polylacticglycolic acid membrane as a control group. Clinical parameters including recovered bone width, length and radiographic parameter of vertical length were evaluated at base line and 3 months after surgery.

**Results:** 1) Severe bone width, length was significantly decreased in two group.  
2) Bone width, length was significantly decreased in two group.  
3) Decreased bone width, length and radiographic examination differences between group.

**Conclusions:** On the basis of these results, silk fibrin resorbable membrane has similar bone regeneration ability to polyactic acid / polylacticglycolic acid membrane in guided bone regeneration for severe bone loss defect on extraction socket.

(J Korean Acad Periodontol 2009;39:129-138)

**KEY WORDS:** fibroin; polylactic acid-polyglycolic acid copolymer; regeneration.

## 서론

만성 치주염은 치태 세균에 의해 유발되는 감염성 질환으로 치은의 염증, 치주낭의 형성, 치조골의 파괴를 통해 치아

상실을 가져온다. 치주염으로 인한 치조골의 소실은 치아 주변의 여러 골 병소를 야기하게 되며, 발치 후에도 이러한 감소된 골 조직은 임플란트와 보철치료를 어렵게 한다. 특히 임플란트의 장기적 생존을 위해서는 연조직과 경조직 모두 생리적으로 안정적인 형태와 구조를 지녀야 한다. 그러나, 만성 치주염으로 인한 치아 상실의 경우는 치조골의 흡수가 발생되어 있기 때문에 장기적으로 양호한 예후를 지니고 심미적으로 우수한 보철물과 임플란트를 위해서는 흡수된 치조제의 회복이 반드시 필요하다. 흡수된 치조제의 회복을

\* Correspondence: Dr. Shin Hyung-Shik

Department of Periodontology, School of Dentistry, Wonkwang University #344-2, Sinyong-Dong, Iksan City, Jeollabukdo, South Korea, 435-035

E-mail: periohs@wonkwang.ac.kr, Tel: 82-63-859-2967, Fax: 82-63-857-6364

\* 본 연구는 보건복지부 지원 벤처 및 중소기업 기술지원사업(A050068)연구비 지원에 의한 연구임.

Received: Jan. 29, 2009; Accepted: May, 21, 2009

위해서 여러 임상적 처치가 이용되고 있으며, 그 중 골이식술과 조직유도재생술이 널리 사용되고 있다.

골이식술은 상실된 치조골 과다손실부위의 골조직을 회복하기 위하여 자가골, 동종골, 합성골 등의 이식재를 직접 골결손부에 충전하는 방법이다. 골유도, 골전도, 그리고 골형성의 성질을 지닌 자가골이 가장 이상적인 재료이지만, 공여부가 필요하므로 불필요한 창상부가 필요하며 이에 따른 수술시간의 연장, 술 후의 불편감들이 단점으로 지적되고 있다. 또한, 너무 빠른 흡수율로 인해 좋지 않은 임상결과를 보고한 연구도 있다. 골이식 양이 많지 않은 경우에는 동종골, 합성골 또는 이종골을 자가골 대신에 사용할 수 있다.

조직유도재생술은 Melcher 등이 치주치료 후의 조직의 재생 중에 있어서 작용하는 4가지 세포 중에서 치주인대 세포와 치조골 세포가 치조골의 재생에 관여하며, 이 세포가 골결손부에 도달할 수 있을 때까지 상피세포 및 결합조직의 세포이동을 막는다면 골결손부의 치조골로의 재생을 이룰 수 있다는 개념을 발표하였고, 이러한 개념에 의거하여 세포이동을 막기 위한 여러 차폐막이 사용되고 있다<sup>1)</sup>.

골유도재생술은 Dahlin이 외과적 골결손부를 형성하고 차폐막의 사용여부에 따라 치유양상의 차이점을 보고하여 등장하였고<sup>2,3)</sup>, 골조직재생유도술에 이용되는 차폐막은 치조골결손부위에 치조골세포가 도달해서 골조직의 재생을 유도할 때까지 인접 상피세포, 결합조직 세포가 도달하지 않도록 막는 역할을 한다.

1990년대 이후 개발된 다양한 종류의 차폐막이 개발되어 사용되고 있다. 차폐막은 혈병을 보호해주고, 연조직(상피와 결합조직) 세포가 골결손부로 이주해오는 것을 막고, 골성 세포가 자리를 잡을 수 있도록 해주는 비활성 생물학적 재료(nonviable biologic material)이다. 차폐막의 이상적인 특성은 생체적합성, 공간 유지력, 세포폐쇄능, 조작 용이성, 흡수성이다. 차폐막은 흡수성과 비흡수성으로 나뉜다. 비흡수성 차단막으로 임상에서 가장 널리 사용되는 Expanded Polytetrafluoroethylene(e-PTFE) 막은 조직유도재생술이나 골유도재생술 모두에서 광범위하게 사용된다. 비흡수성 차단막의 장점은 긴 시간에 걸쳐 조직을 분리시키는 능력을 유지한다는 점이다. 막이 노출되지 않으면, 차단막은 수 개월에서 수 년간 남아있어 골 재생에 영향을 준다. 비흡수성 차폐막의 단점으로는 일단 노출되면 자발적인 치유가 일어나지 않는다는 점이다. 노출된 막은 구강 내 세균에 의해 오염되고, 이것은 시술부위를 감염시키고 결국은 골흡수를 일

시킨다. 따라서 노출된 막을 제거해야 하는데, 차단막의 조기 제거는 충분한 골 생성을 어렵게 한다. 최근에는 흡수성 차단막의 사용에 대한 관심이 증가되고 있다.

Kim 등은 성견의 치조골 증대를 위한 골유도재생술 연구에서, 흡수성 차단막을 사용하였을 때 골 재생이 더욱 촉진되었다고 보고하고 있다<sup>4)</sup>. Wallace 등은 상악동 거상술식에서 골 창을 피개함에 있어서 비흡수성 차단막과 흡수성 차단막 사이의 생활골 형성과 임플란트 생존에 유의할 만한 차이는 없다고 보고하고 있다<sup>5)</sup>.

Poly lactide와 Polyglycolide 공중합체 혹은 교원질이 흡수성 차폐막의 제조에 사용된다<sup>6-8)</sup>. Stavropoulos 등은 골연하 결손부 치료를 위한 조직유도재생술 연구에서 poly-lactide와 polyglycolide 공중합체 및 흡수성 차폐막을 이용하여 통계학적으로 유의할만한 부착 획득 및 치주낭 감소 결과를 얻을 수 있었다고 보고하고 있다<sup>9)</sup>. 흡수성 차단막의 중요한 장점은 막 제거를 위한 추가적인 외과적 과정이 필요 없다는 점이다. 단점으로는 대부분의 흡수성 막이 골형성이 완전히 이루어지기 전에 분해되고, 정도에 있어 차이는 있지만 염증 반응을 일으키는 경우가 많다는 점이다. 다행히 생흡수성 막에 의해서 일어나는 경미한 염증반응은 골 형성을 방해하지는 않는 것으로 보인다. 또 다른 단점으로 흡수성 막은 견고하지 못하여 공간 유지 기능을 충분히 하지 못하는 경우가 많다. 그러나, 최근 흡수성 차폐막에 하부조직의 재생을 촉진할 수 있는 물질을 함유시키거나, 그 자체로 재생을 촉진하는 재료에 대한 연구가 보고되고 있다<sup>10,11)</sup>.

실크란 누에를 포함한 곤충에 의해 만들어지는 섬유상 단백질로 천연의 생체고분자이다. 이 단백질의 주성분은 피브로인과 세라신으로 구성되는데 세라신은 가공되는 과정에서 대부분 용해, 제거된다.

실크 피브로인(Silk Fibroin)은 대표적인 섬유상 단백질로 고급 의류용 섬유나 수술용 봉합사에 주로 사용되어 왔다<sup>12)</sup>. 실크 피브로인은 생분해성, 생체적합성, 산소 및 수분 투과성, 저염증 반응성 등의 특징을 지니고 있으므로, 최근 많은 연구자들은 실크 피브로인을 생체 의학적 소재로 응용하여 확대하고 있다<sup>13,14)</sup>.

최근에는 실크 피브로인을 생체에 적용할 때 염증반응을 거의 일으키지 않으면서, 섬유모세포나 각질세포 등에 세포 부착능력과 증식효과가 뛰어나서 생체 적합성이 우수한 인공피부의 소재로서 많은 관심이 모아지고 있다<sup>15-17)</sup>. Rios 등은 실크 피브로인과 키토산을 이용한 비계 역할을 하는

물질이 골 전도성 효과가 있다고 보고하고 있다<sup>18)</sup>. 또한 Okabayashi 등도 생체 적합성, 투과성을 가지고 있어 상처 치유능에 효과적이라고 보고하고 있다<sup>19)</sup>.

나노공학의 발전으로 기존의 중합체나 탄소와 같은 다양한 소재를 이용한 나노단위의 섬유상 재료에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 골재생의 극대화를 위해 기존에 활용되고 있는 차폐막의 성질을 나노공학기반 기술을 이용하여 물성을 최적화하며 이들이 생체에 적용되었을 때 생체조직과의 접착계면 사이에서 재료표면으로의 부착 및 활성을 유도할 수 있는 생리활성 물질, 리간드 및 펩타이드 유도체를 활용하여 세포인식능을 향상시킨 조직 재생용 복합 신소재 생체재료를 나노공학을 통해 제조하고자 하는 연구가 진행 중이다.

이에 실크 피브로인을 원료로 나노공학을 적용하여 제조된 나노 차폐막은 기존의 실크 피브로인이 가지고 있는 창상치유 및 골재생 촉진 효과를 갖고 있으며, 다양한 약물을 부착하여 만들 수 있는 장점을 갖고 있다. 이와 동시에 nanometer 굵기의 나노섬유로 제작되었기 때문에 표면적이 증가하여 주변세포의 부착이 용이하며, 생체 내에서 부피의 변화가 일어나지 않는다. 또한 흡수성 차폐막으로서 차폐막을 제거하기 위한 2차 수술의 필요성이 없고, 이로 인하여 환자의 경제적 부담 및 치료기간의 단축이 기대된다.

이에 본 연구는 치조골결손부에 실크 피브로인 막을 차폐막으로 사용하여 적용한 후 골조직 재생에 미치는 효과를 임상적, 방사선학적 계측을 통해 대조군인 PLA/PGA 차폐막과 비교하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상

원광대학교 치과대학 치과병원 치주과에 내원한 환자 중 부착 소실 및 치조골 소실이 전체 구강 30% 이상에 이환되었으며, 임상적 부착 소실이 5 mm 이상 진행된 만성 치주염 환자를 대상으로 하였다. 만 18세 이상 65세 이하의 외과적 수술 치료가 가능한 환자로 치주적 예후가 불량하여 발치가 필요하며, 또한 발치 후에 치조골의 과대손실부위가 존재하여 외과적 치료가 필요하다고 판단된 환자 총 45명을

대상으로 하였다. 남성은 25명, 여성은 20명이었으며, 평균 연령은 42세였고, 표준편차는 11.50이었다. 20~29세 환자가 12명, 30~39세 환자가 4명, 40~49세 환자가 14명, 50~59세 환자가 13명, 60세 이상인 환자가 2명이었다.

### 2. 연구방법

연구대상은 대조군과 실험군으로 분류하였으며, 대조군에서는 polylactic acid/poly(lacticglycolic acid) 흡수성 차폐막(Biomes®<sup>®</sup>, 삼양사, 한국)을 사용하였으며, 실험군으로는 실크 피브로인 차폐막(Nanogide-S<sup>®</sup>, 동국제약, 한국)을 사용하였다.

#### 1) 임상술식

수술 전 전달 및 침윤마취를 시행하고 전충판막을 거상하여 치조골 과대결손부를 완전히 노출시킨다. 판막을 거상한 후 결손부 내의 모든 육아조직과 연조직을 철저히 소파하여 제거하였다. 치조골의 절제술과 성형술은 시행하지 않는다. Williams probe를 사용하여 치조골결손부의 크기를 교합면을 기준평면으로 하여 가로축과 세로축의 결손부크기를 측정하고, 치관 치근단 방향으로 결손부의 깊이를 측정하였다.

골결손부를 충분히 피개할 수 있도록 5 mm 정도 연장하여 차폐막을 조정하여 판막과 치조골면 사이에 삽입한다. 차폐막 상부로 연조직이 충분히 피개되고 봉합선의 과도한 인장력을 제거하기 위해 판막에 포함되는 치아를 근원심으로 확장하거나, 수직절개를 가하였으며, 필요한 경우 골막절개를 시행하였다. 판막은 치간 단속봉합법으로 봉합하였다. 시술 후 5~7일간 항생제 및 소염진통제를 복용하도록 하였으며, 시술 후 4주간 기계적인 치태제거는 피하게 하고, 0.1% chlorhexidine digluconate 용액으로 하루 2회 양치하도록 교육하였다. 수술 후 1주, 4주째 내원하게 하여 치은연상 치태만을 제거하였다. 4주 후부터 3개월까지 회전법을 이용하여 부드러운 모의 칫솔로 칫솔질하도록 하였으며, 1, 2, 3개월마다 환자를 내원하게 하여 치면 세마를 실시하였으며, 치면 세마 시에는 차폐막에 영향을 주지 않기 위해 치은열구 내로의 기구 적용은 피하였다.

### 3. 평가

골결손부의 근원심 폭경, 협설 폭경 그리고 수직적 깊이

를 술 전과 술 후 3개월에 환자를 소환하여 평가하였다. 또한, 평가시에는 방사선학적 평가를 함께 시행하였다.

### 1) 골결손부의 근원심 폭경

술 전 모든 환자에게 구강위생교육과 치석제거술을 시행하였다. 수술과정 중 Williams probe를 사용하여 치조골결손부의 크기를 교합면을 기준평면으로 하여 후방 치아의 근심부에서 전방 치아의 원심면까지의 결손부크기를 측정하고, 술 후 3개월에 외과적 처치를 통해 골결손부의 크기를 처치 전의 측정방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

### 2) 골결손부의 협설 폭경

수술과정 중 Williams probe를 사용하여 치조골결손부의 크기를 교합면을 기준평면으로 하여 협설 결손부의 폭경을 측정하였다. 그리고 술 후 3개월 후에 외과적 처치를 통한 골결손부의 크기 차이를 처치 전 측정방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

### 3) 골결손부의 방사선학적인 측정

술 전에 치조골의 결손부에 구내필름을 사용하여 치근단 방사선사진을 촬영하였으며, 치아장축방향의 길이변화를 측정하였다. 그리고 술 후 3개월 후에 동일한 방법으로 치근단 방사선 사진을 촬영하여 변화된 치아장축의 길이 변화를 측정하였다.

## 4. 통계

통계학적 유의성은 SPSS 10.0 Version 프로그램을 사용하여 대조군과 실험군간의 골유도 효과를 비교하기 위한 baseline과 술 후 3개월의 치조골 과대손실부의 재생량의 연구군 안에서는 차이에 대한 검정은 paired t-test을 이용하였으며, 두 연구군간의 차이를 검정하기 위해서는 independent t-test를 사용하였다.

## 결과

대조군 23명(23개)과 실험군 22명(22개)을 포함하여 총 45명(45개)의 피험자(치아)를 대상으로 실험을 진행하였다. 대조군 1명은 추적조사가 불가능하여 탈락 처리하였으며,

대조군 22명(22개)과 실험군 22명(22개)을 대상으로 실험을 완료하였다.

## 1. 골결손부의 근원심 폭경

Biomesh<sup>®</sup>를 사용한 대조군의 경우, 골결손부의 술 전 평균 근원심 폭경은  $8.55 \pm 2.36$  mm였으며, 술 후 3개월째의 평균 근원심 폭경은  $6.14 \pm 2.46$  mm로 2.41 mm가 감소하였다. Nanogide-S<sup>®</sup>를 사용한 실험군의 경우는 골결손부의 술 전 평균 근원심 폭경은  $8.24 \pm 1.45$  mm였으며, 술 후 3개월째의 평균 근원심 폭경은  $5.81 \pm 1.50$  mm로 2.43 mm가 감소하였다. 대조군과 실험군 모두에서 술 전과 비교하여 통계학적으로 유의한 골결손부 크기의 감소가 있었다. 그리고, 골결손부의 근원심 폭경의 감소에 있어서 두 연구군 간에서 통계학적으로는 실험군에서 더 많은 골결손부의 감소를 보였다(Table 1, Fig. 1).

## 2. 골결손부의 협설 폭경

Biomesh<sup>®</sup>를 사용한 대조군의 경우, 골결손부의 술 전 평균 협설 폭경은  $9.52 \pm 3.1$  mm였으며, 술 후 3개월째의 평균협설 폭경은  $6.64 \pm 2.68$  mm로 2.88 mm가 감소하였다. Nanogide-S<sup>®</sup>를 사용한 실험군의 경우는 골결손부의 술전 평균 협설 폭경은  $8.38 \pm 1.38$  mm였으며, 술 후 3개월째의 평균 협설 폭경은  $5.14 \pm 1.62$  mm로 3.2 mm가 감소하였다. 대조군과 실험군 모두에서 술 전과 비교하여 통계학적으로 유의한 골결손부 크기의 감소가 있었다. 그리고, 골결손부의 평균 협설 폭경의 감소에 있어서 두 연구군 간에서 통계학적인 차이는 실험군에서 더 많은 골결손부의 감소가 있었다(Table 2, Fig. 2).

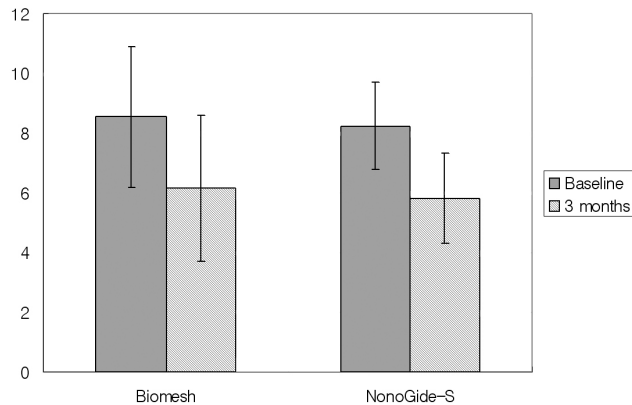
## 3. 골결손부의 수직적 깊이

구내방사선 사진을 촬영하여 측정한 골결손부의 수직적 깊이는 Biomesh<sup>®</sup>를 사용한 대조군의 경우, 술 전 폭경은  $11.9 \pm 4.08$  mm였으며, 술 후 3개월째는  $7.86 \pm 3.64$  mm로 4.04 mm가 감소하였다. Nanogide-S<sup>®</sup>를 사용한 대조군의 경우, 술 전 폭경은  $14.3 \pm 5.47$  mm였으며, 술 후 3개월째는  $9.86 \pm 4.75$  mm로 4.44 mm가 감소하였다. 대조군과 실험군 모두에서 술 전과 비교하여 통계학적으로 유의한 골결

**Table 1.** Comparison of Mesio-distal Width of Bone Defects According to Treatment Period(Mean±S.D, mm)

	Baseline	3 months
Biomesh	8.55 ± 2.36	6.14 ± 2.46*
NanoGide-S	8.24 ± 1.45	5.81 ± 1.50*

\* Significantly different from base line(p&lt;0.05).

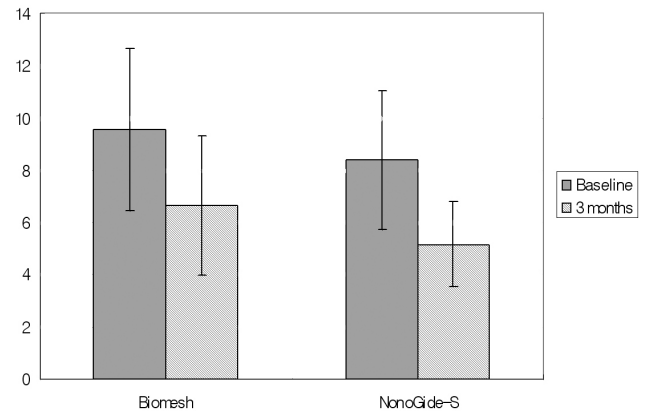


\* Significantly different from base line(p&lt;0.05).

**Figure 1.** Comparison of mesio-distal width of bone defects according to treatment period(Mean±S.D, mm).**Table 2.** Comparison of Bucco-lingual Width of Bone Defects According to Treatment Period(Mean±S.D, mm)

	Baseline	3 months
Biomesh	9.52 ± 3.10	6.64 ± 2.68*
NanoGide-S	8.38 ± 1.38	5.14 ± 1.62*

\* Significantly different from base line(p&lt;0.05).

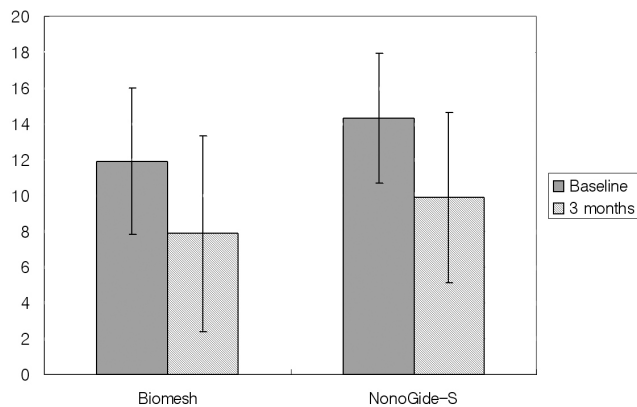


\* Significantly different from base line(p&lt;0.05).

**Figure 2.** Comparison of bucco-lingual width of bone defects according to treatment period(Mean±S.D, mm).**Table 3.** Comparison of Radiographic Depth of Bone Defects According to Treatment Period(Mean±S.D, mm)

	Baseline	3 months
Biomesh	11.9 ± 4.08	7.86 ± 3.64*
NanoGide-S	14.3 ± 5.47	9.86 ± 4.75*

\* Significantly different from base line(p&lt;0.05).



\* Significantly different from base line(p&lt;0.05).

**Figure 3.** Comparison of radiographic depth of bone defects according to treatment period(Mean±S.D, mm).

손부 크기의 감소가 있었다. 그리고, 골결손부의 수직적 깊이의 감소에 있어서 두 연구군 간에서 통계학적으로는 실험군에서 더 많은 골결손부의 회복을 보였다(Table 3, Fig. 3).

## 고찰

치주질환의 치유 과정 중에서 치주조직을 회복시키기 위해서 치석제거술, 치근활택술 및 다양한 판막술이 시행된다. 이에 따라 치은퇴축과 치주부착의 증가에 따른 치주낭이 감소하게 된다. 수직적인 골결손부가 치료될 때 치조골의 재생이 일어날 수도 있지만 치조골 변연이 흡수가 될 수도 있다. 1970년대 중반까지 치주치료에 의한 결과로 나타나는 임상부착의 증가와 골결손부에 골이 생기는 것이 진정한 치주인대의 재생의 결과로 나타난다고 했다. 그래서 다양한 골 증강을 위한 물질이 치아주변의 골결손부에 이식되었다. 하지만 이러한 치료의 결과는 치주인대 및 골의 재생이 아닌 치은상피의 하방 이동 및 상피부착에 의한 것이 대부분

이라는 것이 밝혀졌다<sup>20)</sup>. 그래서 치주조직유도재생술은 상대적으로 증식속도가 빠른 치은의 결손부로의 이주를 차단하여 치주인대, 백악질, 치조골의 증식이 이루어질 수 있도록 하기 위해 고안되었다<sup>21,22)</sup>. 최근 임플란트 식립이 활발해짐에 따라 발치창의 골벽 흡수의 저지, 골 재생을 목적으로 골유도재생술이 시행되는 경우가 증가하고 있으며, 치주조직유도재생술에 사용되는 차폐막과 동일한 재료가 사용되고 있다. 골유도재생술을 위해서는 치주조직유도재생술과 동일하게 조직과 융합되면서, 골조직의 활성이 일어나 재생이 일정부분 진행될 때까지 조직세포를 격리하고, 조직이 용이하고, 공간 확보를 할 수 있을 정도의 강도를 가져야 하며, 흡수성 차폐막은 흡수되는 동안 국소적인 염증반응을 일으키지 말아야 한다. 이를 위해 많은 재료들이 개발되어 사용되고 있다.

Jung 등은 임플란트 주위 결손부 치료에서 polyethylene glycol hydrogel membrane을 이용하여 성공적인 치유를 얻었음을 보고하였고<sup>23)</sup>, Lee 등도 키토산-실리카를 이용한 차폐막이 골 재생을 향상시켰음을 보고하였다<sup>24)</sup>. Kinoshita 등은 poly(L-lactide-co-epsilon-caprolactone)/beta-tricalcium phosphate를 이용한 차폐막을 사용했을 때 치조제 증강을 향상시키고 있음을 보고하였고<sup>25)</sup>, Oh 등은 다공성의 PLGA/Pluronic F127를 이용한 차폐막이 효과적인 투과성 및 골전도성, 견고성을 가지고 있어 골유도재생술에 추천된다고 보고하였다<sup>26)</sup>.

Flishier 등은 glycolide와 lactide의 중합체 흡수성막인 Vicryl mesh를 조직유도재생술에 사용하여 신생부착조직을 얻었음을 보고하였다<sup>27)</sup>. Zellin 등은 여러 가지 종류의 흡수성막과 비흡수성막을 사용하여 하악 결손부의 치유를 비교한 결과 흡수성막이 목적에 맞게 잘 디자인된다면 e-PTFE와 같은 비흡수성막과 비슷한 골 증진 효과를 지닌다고 했으며, 선행조건으로 골 형성이 이루어질 동안 공간 확보를 할 수 있도록 흡수되기까지 충분한 시간을 지녀야 한다고 하였다<sup>28)</sup>. 이와 함께 이러한 차폐막들은 결손부를 치은으로부터 지지할 만한 적절한 견고도와 함께 결손부의 다양한 외형에 적합하기 쉬운 정도의 유연함을 함께 지녀야 한다.

본 연구에서 사용된 차폐막은 대조군에는 Biomes<sup>®</sup>와 실험군에는 Nanogide-S<sup>®</sup>가 사용되었다. 두 연구군에 사용된 차폐막은 모두 흡수성 차폐막으로 Biomes<sup>®</sup>는 lactide와 glycolide의 공중합체로 만들었는데, polyglycolic acid로 제작된 mesh에 공중합된 lactide와 glycolide 공중합체

로 제작된 부직포를 접합시켜 제작되며, 미세공이 형성되도록 sodium citrate를 첨가시켜 막을 제작한 후 녹여 제거하였다. 이러한 제작과정을 통해 막의 치근면쪽이 바깥층보다 더 미세한 소공을 형성하므로, 막이 판막과 융합하여 고정되며, 또한 내부로의 침입을 차단되는 효과를 부여한다. Nanogide-S<sup>®</sup>는 실크 피브로인을 주성분으로 나노섬유제조기술을 적용하여 제조하였다.

실크 피브로인은 최근 생체재료로 많은 각광을 받고 있는데 피브로인의 약리적 특성에 기인하여 효소고정화 담체, 세포배양 지지체 등 생물공학용 소재 및 창상피복재, 인공혈관 등의 소재로 활발하게 연구되고 있다. 피브로인의 특성은 실크 단백질에 포함되어 있는 아미노산 중 글리신, 알라닌, 세틴, 티로신 등의 약리효과와 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.

Minoura 등은 피브로인 막 위에 세포를 부착, 증식 실험을 행한 결과, 세포부착 상태가 양호하고 증식이 잘 되는 것을 확인하였다<sup>29)</sup>. 이에 화상 등으로 인해 상처가 있는 피부에 재생을 돕기 위한 인공피부에 대한 연구가 활발한 것으로 알려져 있다. 이와 같이, 실크 피브로인은 생체적합성이 우수하고 산소 및 수분투과성, 생분해성의 특성을 가지고 있어 생체 내에서의 사용을 위해 스펀지, 젤, 그리고 필름 등의 형태로 활용하려는 노력이 시도되고 있다. 최근 전기방사법을 이용한 실크 피브로인 나노섬유의 제조가 알려지면서 이를 응용하는 연구가 보고되고 있다. 전기방사란 전기적인 힘을 이용하여 초극세 섬유를 제조하는 방법으로 이와 같은 방법으로 매우 가는 직경을 가지며 단위 질량당 표면적이 매우 크고 유연하며 섬유 간 발생하는 미세공간이 많고 단위 면적당 존재하는 섬유수가 많아서 타 소재와 혼화가 가능한 섬유를 제조할 수 있다.

나노섬유제조 기술을 이용한 실크 피브로인 차폐막은 기존의 실크 피브로인이 가지고 있는 창상치유 및 골재생 촉진 효과를 가지고 있으며, 다양한 약물을 부착하여 만들 수 있는 장점이 있다. 이와 동시에 넓은 표면적으로 주변세포의 부착이 용이하며 부피의 변화가 일어나지 않아 차폐막으로서의 긍정적인 효과가 기대되었다.

골유도재생술을 시행할 경우 차폐막 사용에 대해서는 논란이 있지만 임상적 판단 하에 골결손이 비교적 크다고 생각될 경우에 사용하는 것이 좋을 것이다. 특히, 악골은 치아 상실 후 지지골의 소실이 급격하게 발생하게 된다. 일반적으로 전치부의 발치 후의 치유는 얇은 협측골 때문에 협설

측과 치근단 측으로 구치부보다 많은 치조제의 흡수가 일어나게 된다. 이런 흡수로 인해 치조제는 얇아지고 짧아지게 된다. Schropp 등은 발치 후 12개월에 걸쳐 치조골 협설 폭경의 약 50%의 감소가 발생하였으며 발치 후 처음 3개월 후 이러한 변화의 2/3가 발생했다고 보고하고 있다<sup>30)</sup>. 치조제 흡수량이 많은 경우 임플란트 치료에 있어 심미적인 문제를 야기하는데 이는 골형태가 상부의 연조직을 적절히 지지할 수 없고 골량이 이상적인 임플란트 식립을 위해서 필요한 양보다 부족하기 때문이다. 이에 Nevins 등은 발치 후 1개월이 경과하면 골흡수가 심하게 발생하므로, 이것을 방지하기 위해서는 발치와 동시에 골이식, 혹은 골유도재생술을 병용하는 치조제 증대술이 필요하다고 하였다<sup>31)</sup>. 이와 같이 소실된 조직을 재생하기 위해 앞서 기존의 조직의 소실을 막는 것이 가장 경제적이고 유용한 조직 처치 술식일 것이다.

본 연구에서 대조군과 실험군 모두에서 술 전에 비하여 유의한 치조골결손부의 감소가 보였다. 실험군에서 치조골결손부의 크기는 술 전 골결손부의 평균 협설 폭경이 8.38 mm에서 술 후 3개월에는 5.14 mm로 감소했다. 그리고 골결손부의 평균 근원심 폭경은 8.24 mm에서 술 후 3개월에는 5.81 mm로 감소하였다. 대조군에서는 술 전 골결손부의 평균 협설 폭경은 9.52 mm, 술 후 3 개월 후의 골결손부의 평균협설 폭경은 6.64 mm였다. 그리고 술 전 골결손부의 평균 근원심 폭경 크기는 8.55 mm, 술 후 3개월 후에는 6.14 mm였다. 실험군에서 보다 많은 골결손부의 회복이 관찰되었으나 통계학적으로 유의한 정도는 아니었다. 방사선 검사의 결과도 실험군에서 술 전 평균 수직적 골결손부의 폭경은 14.3 mm 술 후 12주째의 골결손부의 크기는 9.86 mm였다. 대조군에서는 골결손부의 수직적 깊이의 술 전 폭경이 11.9 mm였고, 술 후 12주째의 골결손부의 술 후 폭경은 7.86 mm였다. 방사선 검사 결과도 실험군에서의 골결손부의 회복이 더 컸지만 통계학적으로 유의한 정도는 아니었다.

이상의 실험 결과에 의해 실크 피브로인을 골유도재생술을 위한 차폐막으로 사용했을 때 발치와의 치유에서 효과적인 골재생을 보여주었으며, 이와 같은 효과는 기존의 PLA/PGA 흡수성 차폐막과 유사하였다. 실크 피브로인은 기존의 의료영역에서 사용되던 실크의 특성에 나노 공학을 접목시켜 세포들의 부착과 이동이 용이하여 결손부의 창상치유효과가 뛰어나며 거기에 효과를 더 할 수 있는 여러 종류의 약물을 첨가할 수 있는 가능성이 생겨서 기존의 차폐막과

같거나 오히려 더 좋은 효과를 보였던 것 같다. 이로써 실크 피브로인 차폐막이 골유도재생술을 위한 효과적인 차폐막의 하나로서 이용 가능하며, 향후 골재생 영역에서, 세포 차단 역할 뿐 아니라 하부의 신생조직의 분화와 증식을 유도하는 능동적인 차폐막에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

본 연구는 발치 후 골유도재생술 시 PLA/PGA 흡수성 차폐막(poly-lactic acid/poly-lactide glycolic acid, Biamesh<sup>®</sup>, 삼양사, 한국)과 실크 피브로인 차폐막(Nanogide-S<sup>®</sup>, 동국 제약, 한국)이 골재생에 미치는 영향을 알아보고자 시행하였으며, 발치와를 차폐막으로 피개하여, 술 전과 술 후 3개월에 골결손부의 근원심 폭, 협설 폭, 수직 깊이를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 골결손부의 회복은 실험군과 대조군 모두에서 술 전에 비해 술 후에 유의한 감소를 보였다. 두 군간의 비교 실험에서는 통계학적 유의성은 없었으나 실험군이 대조군보다 골결손부의 회복의 효과가 더 큰 것으로 평가되었다.
2. 방사선 소견상의 치조골 방사선 투과상의 길이는 실험군과 대조군에서 모두 술 후 유의한 감소를 보였다. 여기서도 두 군간의 비교 실험에서는 통계학적 유의성은 없었으나 실험군이 대조군보다 방사선 투과상의 길이 감소가 더 큰 것으로 나타났다.
3. 실험군과 대조군 모두에서 수직적인 골결손부보다 수평적인 골결손부가 더 심하게 결손되었지만 두 실험 모두에서 유의성있게 골결손부의 회복을 보였다.

이상과 같은 실험 결과로 PLA/PGA 흡수성 차폐막과 실크 피브로인 차폐막은 골유도재생술에 있어 양호한 결과를 얻었으며, 실크 피브로인의 우수한 생물학적 특성을 고려해 볼 때 앞으로 치주조직 재생영역에서의 임상적 활용방법에 대하여 다양한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Pfeifer J, Swol R.L, Ellinger R et al. Epithelial exclusion and tissue regeneration using a collagen membrane barrier in chronic periodontal defects. A historical study. Int. J. Periodontics Restorative Dent. 1989;9:263.
2. Dahlin, C., Lindhe, A., Gottlow, J., and Nyman, S et al. "Healing of maxillary and mandibular defects by a mem-

- brane technique: an experimental study in monkeys". *Scand J Plast Reconst Hand Surg*, 1990;24:13-19.
3. Dahlin, C., Lindhe, J., Gottlow, S., and Nyman, S. et al. "Healing of bone defects by guided tissue regeneration". *J Plast Reconstr Surg*, 1988;81:672-676.
4. Kim M, Kim JH, Lee JY et al. Effect of bone mineral with or without collagen membrane in ridge dehiscence defects following premolar extraction. *In Vivo* 2008;22(2):231-6.
5. Wallace S, Froum J, Cho SC et al. Sinus augmentation utilizing anorganic bovine bone(Bio-Oss) with absorbable and nonabsorbable membranes placed over the lateral window: histomorphometric and clinical analyses. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:551-559.
6. Schulz A.J., Grager A.H et al. Guided tissue regeneration using on absorbable membrane (poly glactin 910) and osseous grafting. *Int J Periodont*. 1990;10:8.
7. Balshi T.J., Hernandez O.D., Culter R.H., Hertzog C.F et al. Treatment of osseous defects using vicryl mesh (poly glactin 910) and the Braenemark implant, A case report. *Int J Oral Max-Fac Implants*. 1991;6:87.
8. Tal H., Pitaru S et al. Formation of new periodontal attachment apparatus after experimental root isolation with collagen membranes in the dog. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1992;12(3):231-242.
9. Stavropoulos A, Sculean A, Karring T. GTR treatment of intrabony defects with PLA/PGA copolymer or collagen bioresorbable membranes in combination with deproteinized bovine bone(Bio-Oss). *Clin Oral Investig*. 2004;8(4):226-232.
10. Jung R.E., Glauser R., Scharer P et al. Effect of rhBMP-2 on guided bone regeneration in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2003;14(5):556-568.
11. Takeishi H, Irie K, Okuda K et al. Molded bone augmentation by a combination of barrier membrane and recombinant human bone morphogenetic protein-2. *Oral Dis*. 2001;7(5):281-286.
12. Um IC, Kweon HY, Park YH, Hudson S et al. Structural characteristics and properties of the regenerated silk fibroin prepared from formic acid. *Int J Biol Macromol* 2001;29:91-9.
13. Um IC, Park YH. Morphology of Silk Fibroin / Poly(vinyl alcohol) Blend Film. *J of Korean Society of Sericultural Science* 1998;40(7):169-175.
14. Choi HK, Nahm JH. Preparation and Structural Characterization of Silk Fibroin Powder and Film. *J of Korean Society of Sericultural Science* 1995;37(12):142-153.
15. Minoura N, Aiba S, Higuchi M et al. Attachment and growth of fibroblast cells on silk fibroin. *Biochem Biophys Res Commun* 1995;208:511-516.
16. Minoura N, Tsukada M, Nagura M et al. Fine structure and oxygen permeability of silk fibroin membrane treated with methanol. *Polymer* 1990;31:265-269.
17. Singer AJ, Clark RA et al. Cutaneous wound healing. *N Engl J Med* 1999;341:738-746.
18. Rios CN, Skoracki RJ, Miller MJ et al. In vivo Bone formation in silk fibroin and chitosan blend scaffolds via ectopically grafted periosteum as a cell source: a pilot study. *Tissue Eng Part A*. 2009 Feb;18.
19. Efficacy of polarized hydroxyapatite and silk fibroin composite dressing gel on epidermal recovery from full-thickness skin wounds. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009 Feb;11.
20. Stahl S.S. Morphology and healing pattern of human interdental gingivae. *J Am Dent Assoc*. 1963;67:48-53.
21. Gottlow J., Nyman S., Lindhe J., Karring T., Wennstrom J et al. New attachment formation in the human periodontium by guided tissue regeneration. Case reports. *J Clin Periodontol*. 1986;13(6):604-616.
22. Aukhil I., Pettersson E., Suggs C. et al. Guided tissue regeneration. An experimental procedure in beagle dogs. *J Periodontol*. 1986;57(12):727-734.
23. Jung RE, Hälg GA, Thoma DS et al. A randomized, controlled clinical trial to evaluate a new membrane for guided bone regeneration around dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2009 Feb;20(2):162-8.
24. Lee EJ, Shin DS, Kim HE et al. Membrane of hybrid chitosan-silica xerogel for guided bone regeneration. *Biomaterials*. 2009 Feb;30(5):743-50.
25. Kinoshita Y, Matsuo M, Todoki K et al. Alveolar bone regeneration using absorbable poly(L-lactide-co-epsilon-caprolactone)/beta-tricalcium phosphate membrane and gelatin sponge incorporating basic fibroblast growth factor. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Mar;37(3):275-81.
26. Oh SH, Kim JH, Kim JM et al. Asymmetrically porous PLGA/Pluronic F127 membrane for effective guided bone regeneration. *J Biomater Sci Polym Ed*. 2006;17(12):1375-87.
27. Fleisher N., Waa H., Bloom A et al. Regeneration of lost attachment apparatus in the dog using Vicryl absorbable mesh(Polyglactin 910®). *Int. J. Periodontics Restorative Dent*. 1988;2:45-55.



28. Zellin G., Linde A et al. Healing of mandibular defects with different biodegradable and nonbiodegradable membranes:an experimental study in rats. *Biomaterials*. 1995;16: 601-609.
29. Minoura N, Aiba S, Higuchi M et al. Attachment and growth of fibroblast cells on silk fibroin. *Biochem Biophys Res Commun*. 1995 Mar 17;208(2):511-516.
30. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L et al. Bone healing

- and soft tissue contour changes following single tooth extraction: A clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
31. Nevin M, Mellonig J et al. "Enhancement of the damaged edentulous ridge to receive dental implant: A combination of allograft and the Gore-Tex membrane". *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1992;12:97-111.

