

전치부의 흡수된 치조제 재건을 위해 titanium mesh를 사용한 골유도 재생술: 증례보고

한성구, 정홍래, 박준봉, 강경리

강동경희대학교치과병원 치주과

Guided bone regeneration with titanium mesh for reconstruction of resorbed anterior alveolar ridge: a case report

Seonggu Han, Hong Lae Jeong, Joon Bong Park, Kyung Lhi Kang

Department of Periodontics, Kyung Hee University Dental Hospital at Gangdong, Seoul, Korea

Dental Implant therapy is considered one of the best treatment methods to replace a missing tooth. The resorbed alveolar ridge often limits implant placement due to deficient volume or height of available alveolar bone. Guided bone regeneration (GBR) surgery can overcome this limitation and reestablish a proper volume or height of the alveolar ridge, which also improves esthetics. The aim of this case report is to present clinical outcomes of GBR surgeries at the resorbed maxillary or mandibular anterior alveolar ridge using titanium mesh, resorbable membrane, and autogenous and/or xenogenic bone graft materials. In this report, healing was uneventful without membrane exposure, severe swelling, and infection during the whole treatment period. When the titanium mesh was removed, the augmented ridge beneath the titanium mesh was successfully healed showing newly formed hard tissue. GBR surgery with titanium mesh, resorbable membrane, and autogenous and/or xenogenic bone graft materials seemed to successfully restore deficient alveolar ridge. (THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION 2018;10(1):31-35)

Key words: Alveolar ridge resorption, Titanium mesh, Guided bone generation, Resorbable membrane, Bone graft

INTRODUCTION

치아의 상실은 치주 질환, 외상, 파절, 근단 병소 등 다양한 이유로 발생하게 되며, 그로 인한 저작 기능의 저하는 피할 수 없는 일이었다. 최근 수십 년간 치과 임플란트의 발전에 힘입어 현재 상실된 치아의 저작기능을 회복하는데 있어 임플란트는 가장 좋은 방법으로 여겨지게 되었다. 그러나 발치 후 치조골은 수년에 걸쳐 리모델링되어 점차적으로 위축된다. 이렇게 흡수된 무치악 치조제에서는 임플란트 식립을 위한 잔존골량이 부족한 경우가 흔히 있으며, 이런 경우 추가적인 처치 없이는 임플란트의 적절한 식립이 불가능해지게 된다².

무치악 부위의 이러한 해부학적 한계를 극복하기 위해서는 상실된 골 조직의 재생이 필요하다. 1976년 Melcher는 치아 주변 골 결손부에 대해 이동속도가 빠른 상피세포를 차단하여 긴 접합상피 형성을 막고, 선택된 조직으로부터 세포 증식을 유도하여 치유를 촉진시키는 조직유도재생술

(guided tissue regeneration, GTR)을 제안하였다³. 위축된 무치악 치조제에서 부족한 골량을 극복하기 위해 사용되는 골유도재생술(guided bone regeneration, GBR)은 이와 유사한 개념으로 골 이식재와 차폐막을 이용하여 상피와 결합조직 세포를 선택적으로 배제하고 골 재생을 유도하는 술식이다.

GTR과 GBR 술식에서 사용되는 차폐막은 골결손 부위를 격리시키고 결손부 내 혈병을 보호하며 안정시키는 동시에 연조직의 침입을 막아 골 조직의 재생이 일어날 수 있도록 한다⁴. GBR 술식에서 사용되는 비흡수성 차폐막으로는 강화 polytetrafluoroethylene와 titanium mesh가 있으며, 이중 titanium mesh는 다른 재료들에 비해서 공간 유지 능력이 우수하면서 동시에 다공성 구조로써 혈액 공급에도 유리하다. 또한, 차폐막 사용 시 가장 흔하게 마주하게 되는 부작용인 차폐막의 노출이 발생하는 경우에도 바로 제거하지 않을 수 있다는 장점이 있다⁵.

본 증례보고에서는 이러한 titanium mesh 차폐막과 골이식재를 사

Received November 28, 2018, Revised December 4, 2018, Accepted December 6, 2018

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 강경리, 05278, 서울시 강동구 동남로 892, 강동경희대학교치과병원 치주과

Corresponding Author: Kyung Lhi Kang, Department of Periodontics, Kyung Hee University Dental Hospital at Gangdong, 892 Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul 05278, Korea, Tel: +82-2-440-6205, Fax: +82-2-440-7549, E-mail: periokkl@khu.ac.kr

용하여 전치부의 위축된 무치악 치조제의 부족한 골량을 극복하고 임플란트 식립을 진행한 증례들을 문헌 고찰과 함께 살펴보고자 한다.

CASE REPORT

1. Case 1

첫 번째 증례는 전신 병력으로 고혈압이 있어 투약 중인 54세 남자 환자이다. 환자는 정확한 시기는 기억하지 못하였지만, 십여년 전 개인 치료 의원에서 상악 전치부 #11, 12의 발치 후 고정성 보철물을 제작하여 사용하고 있었다. 최근 무치악 부위의 위축으로 인해 임플란트로 교체를 원한다는 주소로 내원하였다. 수평적인 위축이 심한 치조제에 임플란트 식립을 위해 GBR을 시행하기로 계획하였다. 골 재생능을 극대화 하기위해 하악지에서 채취한 자가골을 이종골과 혼합하여 사용하며, 이식재의 안정과 골 재생을 위한 공간 확보를 위해 titanium mesh를 이용해 피개하기로 하였다.

GBR을 위해 상부 보철을 제거한 상태에서 치조정 및 인접치아의 열구를 따라 수평절개를 시행하였다. 판막을 거상하자 임상적으로 관찰되는 연조직 외양보다 더 얇게 칼날과 같은 형태의 수직적으로 흡수된 치조제를 관찰 할 수 있었다. 동측 하악지에서 골채득용 회전 기구를 사용하여 자가골편을 채취하였으며, 이종골 이식재(The graft®, Purgo, Seoul, Korea)와 혼합하여 준비하였다. 이식할 흡수된 치조제의 상악 전치부는

피질골 천공을 시행하였다. 혼합한 이식재를 적용하고 titanium mesh (CTI Membrane®, Neobiotech, Seoul, Korea)로 피개하였다. Mesh 상부를 콜라겐 차폐막(Ossix Plus®, Datum, Telrad, Israel)으로 피개하여 연조직 세포를 차단하고, 일차 폐쇄를 위해 순측 판막 내부 골막을 절개한 뒤 장력없는 상태로 단속 봉합을 시행하였다(Figure 1).

술 후 당일 항생제와 진통 소염제를 근주 하였으며, 2주간 경구 투약하였다. 1일 뒤, 1주일 뒤 수술부위 소독을 시행하였으며, 특이 사항은 관찰되지 않았다. 수술 2주 후 발사하였으며 임시 보철물을 장착하였다.

6개월 뒤 titanium mesh의 제거와 임플란트 식립을 계획하였다. 치은은 완전히 회복된 양상을 보였으며, mesh의 노출은 발생하지 않았다. 판막을 거상하여 기존에 적용한 mesh를 확인한 뒤 제거하였으며, 이때 하방의 경조직 재생을 관찰 할 수 있었다. 계획된 위치에 순차적으로 drilling을 시행하여 술전 CT를 통해 결정한 직경과 길이의 임플란트(Superline®, Dentium, Seoul, Korea, 직경 4.0 × 길이 10 mm, 2ea)를 식립하였다. 판막의 변위없이 일차 폐쇄 봉합을 시행하였다(Figure 2). 1주일 뒤 발사 시행하였으며, 3개월 뒤 보철 치료를 진행하였다.

유사한 위치의 절단면을 보여주는 GBR 전과 6개월 후 임플란트 식립 전의 CBCT 영상을 비교해보면, 치조제의 수평적인 결손이 회복된 것을 관찰 할 수 있다(Figure 3).

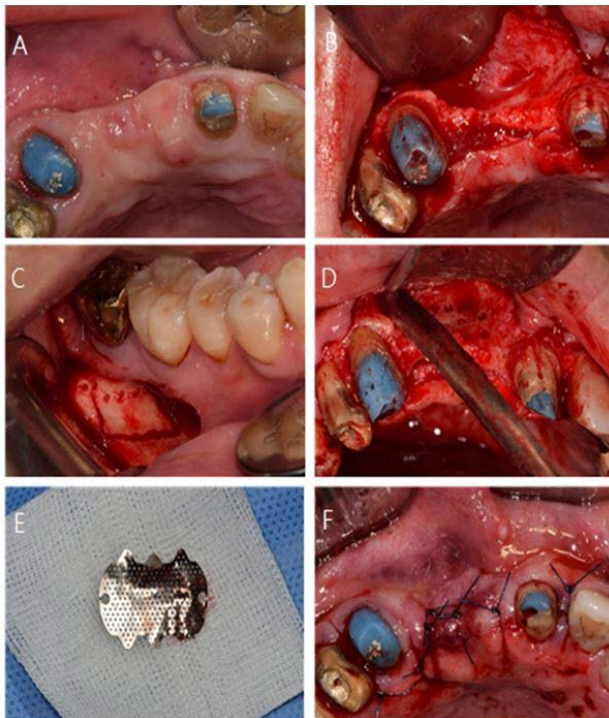


Figure 1. Clinical photographs of GBR procedures in case 1. (A) horizontally resorbed alveolar ridge(occlusal view), (B) after flap reflection, (C) harvesting autogenous bone, (D) decortication of resorbed ridge, (E) contoured titanium mesh, (F) after suturing.

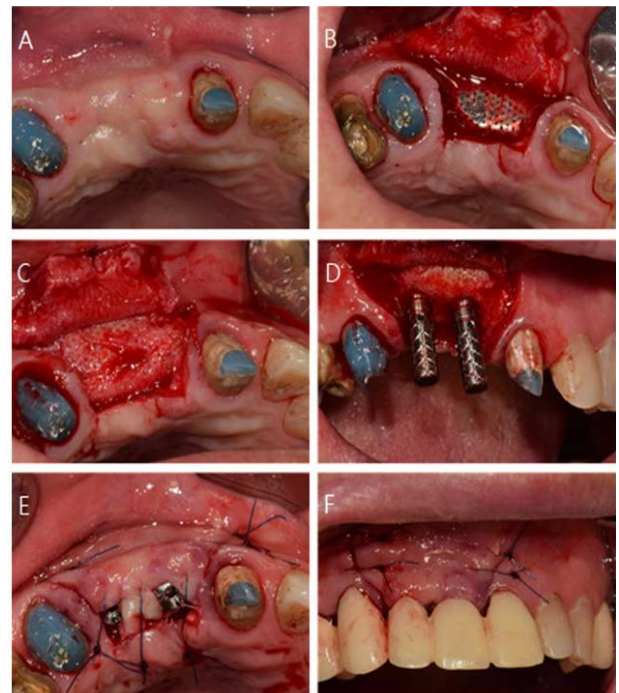


Figure 2. Clinical photograph of implantation in case 1. (A) augmented alveolar ridge before incision, (B) flap reflection, (C) after titanium mesh removal, (D) implantation, (E) occlusal view after suturing, (F) temporary prosthesis setting.

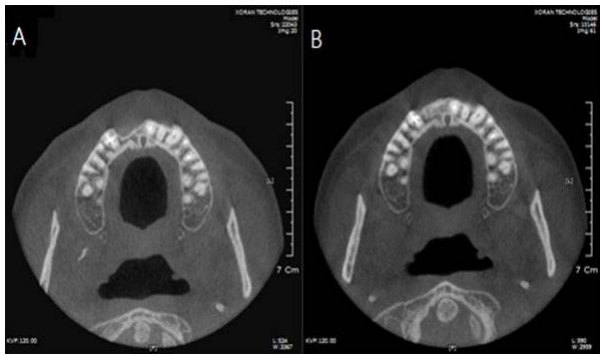


Figure 3. Cone-beam CT images before (A) and after (B) GBR of #11, 12 edentulous ridge.

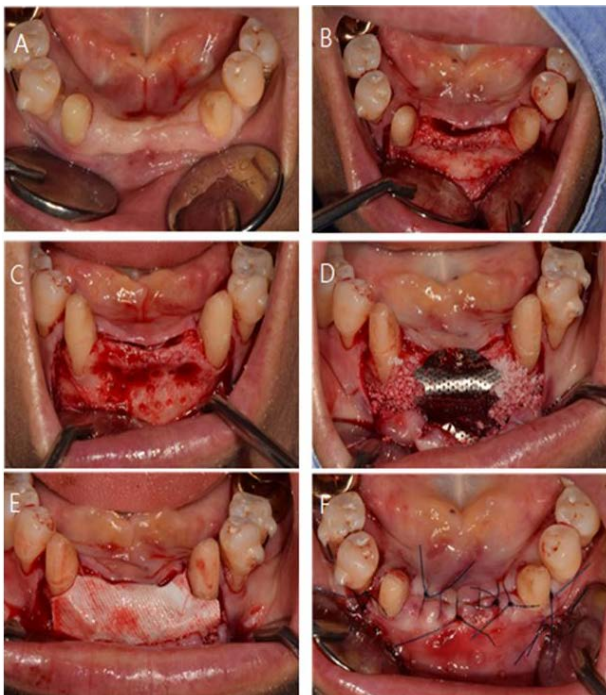


Figure 4. Clinical photograph of GBR procedures in case 2. (A) resorbed alveolar ridge, (B) after flap elevation, (C) decortication of recipient bed, (D) titanium mesh fixation over bone graft, (E) collagen membrane application over mesh and bone graft, (F) after suturing.

2. Case II

두 번째 증례는 내원 당시 14년 전 유방암 수술 이후 항암치료를 받았으며, 2년 전 발생한 뇌경색으로 신경과에서 혈압약 및 항응고제, 항혈전제를 복용 중인 전신질환 병력을 가진 54세 여자 환자이다. 하악 전치부의 치조골 소실로 인한 치아 동요를 주소로 최초 내원하였다. 치료 전 국소마취 하에 발치 및 치주수술 가능 여부에 대한 협진 의뢰서를 작성하여 회신을 확인하였다. 회신서 상 관혈적 처치 전 항응고제와 항혈전제의 투약 중단 후 진행하도록 권유하여, 환자에게 설명 후 #42, 41, 31, 32의 발치와 잔존 치아에 대한 치은연하 소파술, 치주 수술을 순차적으로 진행하였다.

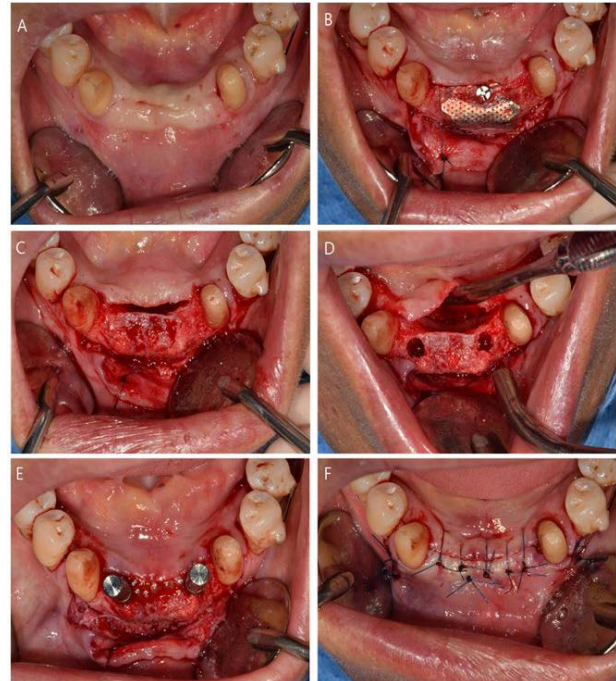


Figure 5. Clinical photograph at implantation in case 2. (A) Horizontally augmented alveolar ridge before incision, (B) after flap reflection, (C) after titanium mesh removal, (D) drilling, (E) implantation, (F) after suturing.

발치한 하악 전치부는 차후 임플란트를 식립 하기로 하고 임시 보철물을 제작하여 장착하였다.

환자 사정 상 발치 후 1년 뒤 임플란트 식립을 위한 CBCT를 촬영하여 식립 위치의 잔존 치조골 형태 등을 평가하였으며, 수평적으로 심하게 위축된 것이 관찰되어 식립 전 GBR을 먼저 시행하기로 계획하였다. 상부 보철을 제거한 상태에서 하악 전치부는 임상적으로도 수평적으로 심하게 위축된 양상을 보였으며, 하방 치조골은 Carwood와 Howell의 무치악 악골의 분류에 따르면 분류 IV에 해당하였다⁶. 충분히 피질골 천공을 시행하였으며, 가루형 이종골 이식재(The graft[®], Purgo, Seoul, Korea)의 안정적인 유지를 위해서 성형한 titanium mesh (CTI Membrane[®], Neobiotech, Seoul, Korea)를 적용하고, screw (Fixing screw[®], Neobiotech, Seoul, Korea)를 사용하여 고정하였다. 연조직 세포를 차단하기 위해, 골이식재 및 mesh를 흡수성 콜라겐 차폐막(Ossix Plus[®], Datum, Telrad, Israel)을 사용하여 피개하였다. 치조제의 부피 증가에 따라 판막 변연의 열개가 발생하지 않도록 순측 판막의 내면 하부 골막에 수평 절개를 시행하여 장력없이 봉합될 수 있도록 하였다(Figure 4).

술 후 당일 항생제와 진통 소염제를 근무 하였으며, 2주간 경구 투약하였다. 1일, 3일 뒤 수술부위 소독을 시행하였으며, 1주일 뒤 부분 발사하였고 이때 특이 사항은 관찰되지 않았다. 수술 2주 후 완전히 발사하였으며, 임시 보철물을 장착하였다.

7개월 뒤 titanium mesh의 제거와 임플란트 식립을 계획하였다. 수평적 위축을 보였던 치은은 풍용하게 회복된 양상을 보였으며, 치유기간

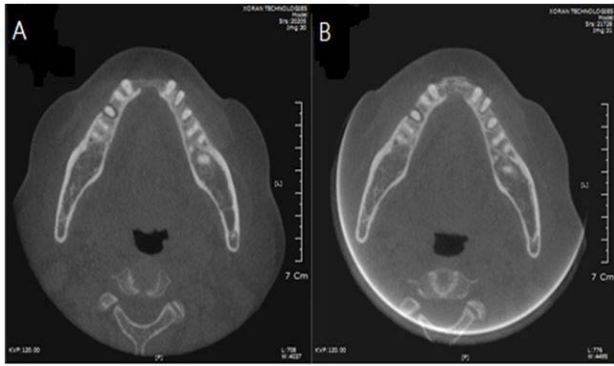


Figure 6. Cone-beam CT images before (A) and after (B) GBR of #32-42 edentulous ridge.

동안 mesh의 노출은 발생하지 않았다. 판막을 거상하여 기존에 적용한 mesh를 확인한 뒤 제거하였으며, 이때 하방의 경조직 재생을 관찰할 수 있었다. 계획된 위치에 순차적으로 drilling을 시행하여 술전 CBCT를 통해 결정한 크기와 길이의 임플란트(Superline®, Dentium, Seoul, Korea, 직경 3.5 × 길이 10 mm, 2ea)를 식립하였다. 판막의 변위없이 일차 폐쇄를 유지한 채 봉합을 시행하였다(Figure 5). 1주일 뒤 발사 시행하였으며, 3개월 뒤 보철 진료를 진행하였다.

유사한 위치의 절단면을 보여주는 GBR 전과 GBR 7개월 후 임플란트 식립 전의 CBCT 영상을 비교하면 치조제의 수평적인 결손이 회복된 것을 관찰할 수 있다(Figure 6).

DISCUSSION

오늘날 치과 치료에서 발치로 인한 기능적, 심미적 결손을 임플란트 식립을 통해 해결하는 것은 일상적으로 행해지고 있다. 결손된 골 조직을 수술적인 방법으로 재건한다는 것은 1959년에 Hurely 등에 의해 처음 그 가능성이 제시되었다⁷. 이후 1960년대에 Bassett 등과 Boyne 등이 미세 다공성 셀룰로스 차폐막을 사용하여 장골에서 골 재생을 유도하는 GBR의 개념을 소개하였으나, 여전히 실험적인 수준이었으며 환자를 치료하기 위해 일반적으로 사용되지는 못했다^{8,9}. 1980년대에 Nyman 등은 차폐막을 사용함으로써 얻을 수 있는 치주조직의 재생과 관련하여 다양한 실험적, 임상적 연구를 시행하였다¹⁰. 이를 통해 치주 치료를 위한 새로운 접근 방법을 제시하였다.

Wang과 Boyapati는 성공적인 골 재생을 위한 4가지 법칙으로, 다음을 제시하고, 이를 Pass principle로 명명하였다¹¹. 그 항목들을 살펴보면 우선 창상의 일차 폐쇄(primary closure)가 있다. 창상을 일차 폐쇄 하면 외부 환경의 영향을 적게 받을 수 있는 내부 환경이 만들어진다. 일차 폐쇄를 통해 창상 변연을 밀접하게 적합시켜 하방에 매립된 차폐막의 노출이 발생할 가능성을 감소시킨다. 2001년 Machtei는 GBR을 시행한 뒤 차폐막이 노출되었을 때 발생하는 변화를 평가하는 메타분석을

수행하였다¹². 그 결과 차폐막이 매립된 상태로 노출되지 않고 유지되면 노출된 경우와 비교하여 거의 6배 더 많은 평균 3.01 mm의 신생골이 더 형성되는 것으로 분석되었다. 이러한 결과들을 통해 치유 과정 중 차폐막이 노출되면 골 재생에 부정적인 효과를 줄 수 있으므로, 일차 폐쇄가 중요하다 할 수 있다¹².

두 번째 항목으로 신생 혈관 형성(angiogenesis)이 있다. 골이 재생되는 과정에서 초기 신생 혈관 형성을 촉진시키기 위해서, 혈액을 첨가하거나 피질골 천공시키는 방법이 제안되었다¹³. 피질골 천공은 인접한 골수 부위로부터 빠르게 혈관이 성장해 들어올 수 있도록 하여 골 형성을 촉진하기 위한 것이다¹⁴.

골 재생을 위한 세 번째 항목으로는 공간 생성 및 유지를 언급하였다. 특정 부위에 골조직 재생이 이루어지게 하기 위해서는 원치 않는 상피 세포 및 결합 조직 세포를 배제하면서 골 형성 세포의 증식을 보장할 수 있는 공간이 필요하다. 해당 부위에 골 재생을 위한 공간이 확보되면, 조골 세포가 이동하여 결손 부위를 채우고 골 형성이 진행된다^{15,16}. 초기 혈병은 많은 cytokine, growth factor, signaling 물질들을 포함하고 있으며, 고도로 혈관화된 육아조직은 골 형성과 remodeling을 위한 전구체로 작용한다^{17,18}.

마지막 항목인 안정성을 확보하기 위해서 차폐막을 사용하게 된다. 차폐막은 혈병을 안정시키고 공간을 유지하는데, 이때 차폐막이 무너지는 것을 막기 위해 공간 내부에 골이식재를 위치시키거나, 차폐막에 screw나 pin, 내부 골조직과 같은 방법을 이용하여 기계적으로 지지해 주게 된다¹⁹⁻²¹. 결손부가 작을 때에는 GBR시 차폐막만으로 이식재를 안정화시킬 수 있다. 그러나, 결손부의 크기가 커지게 되면 차폐막만으로는 이식재의 안정을 얻기 충분하지 못하며, 특히 입자형 이식재를 사용하는 경우 titanium mesh와 같은 골조직체를 차폐막과 조합하여 이용하게 된다²². 이러한 티타늄 매쉬를 이용한 GBR과 관련하여 2014년 라샤 달 폴로 등은 체계적 고찰을 통해 176개의 부위를 분석해 보았을 때, 수직적 수평적으로 각각 평균적으로 대략 4 mm 썩의 골조직 재생이 성공적으로 이루어졌다고 하였다⁴.

Titanium mesh 사용 시 나타날 수 있는 가장 흔한 합병증으로는 mesh의 노출과 연조직의 mesh 내부 증식이 있다. mesh의 노출과 관련하여 기존의 연구들을 살펴보면, 대략 20~30% 내외로 발생하는 것으로 보인다. 그러나 이러한 연구들에서 공통적으로 이야기 하는 것은 mesh의 노출이 결과를 악화시키는 데에는 기여하지 않았다는 점이다^{4,5,23}. Mesh가 술후 1~2주가 지나기 전인 치유 초기에 노출된 경우에는 감염 여부에 따라 대응이 달라지게 된다. 감염 증상이 없는 경우에는 재봉합을, 감염을 동반한 경우에는 즉시 제거하게 된다. 그러나, 1~2주가 지나 mesh 상하 부위로 연조직 개제가 이루어진 후에는 노출되더라도 즉각적인 제거 없이 유지가 가능하다. 이 경우 정기적인 소독을 통해 염증이 발생하지 않도록 관리해야 하며, 환자가 노출된 mesh로 인해 불편감을 호소하는 경우 변연 조정등을 시행하게 된다⁵. 또다른 합병증은 연조직의 mesh 하방 증식이다. 일반적으로 mesh 내부에 재생된 경조직은 얇은 연조직으로 피개되

는데, 이때 연조직의 증식이 과도하면 계획했던 양에 미치지 못하는 경조직 재생이 이루어지게 된다. 이러한 연조직의 하방 증식 정도는 mesh 상부를 상용 흡수성 차폐막으로 피개하는 것을 통해 줄일 수 있다^{5,24}. 이번에 보고한 증례들에서도 mesh 상부를 흡수성 차폐막으로 피개하였으며, 하방으로의 연조직 증식은 제한적임을 관찰 할 수 있었다.

전치부 임플란트의 식립 위치와 관련하여 Kois는 심미성을 얻기 위해서는 인접 자연치의 백악 법랑 경계로부터 3 mm 근단측에 위치하는 것이 바람직하며, 협설측으로도 치우치지 않아야 차후 협측굴 소실로 인한 퇴축이나 과도한 전치부 경사를 피할 수 있다고 하였다²⁵. 전치부 임플란트 식립 시 기존의 심미적, 기능적으로 바람직한 위치에 식립하는 것이 이미 진행된 치조골 흡수로 인해 어렵다면, 인접 치아와의 수직적, 수평적인 관계를 고려하여 GBR을 시행하는 것이 성공적이고 안정적인 결과를 얻기 위해 필요하다.

CONCLUSION

치아 의존적인 치조제는 발치 이후 흡수가 진행된다. 위축된 치조제는 GBR을 통해 임플란트 식립을 위한 적절한 부피와 형태를 회복 할 수 있으며, 이때 성공적인 결과를 얻기 위해서는 골 재생의 과정을 이해하고 술전에 적절한 치료 계획을 세워야 할 것으로 사료된다.

이번 증례 보고는 수평적으로 심하게 위축된 치조제의 부피 증가를 위해 골 이식재를 적용하고 titanium mesh와 흡수성 콜라겐 차폐막으로 피개한 GBR에 대한 것으로, 만족할 만한 경조직의 재생과 함께 임플란트의 식립을 성공적으로 진행 할 수 있었다.

REFERENCES

- Horváth A, Mardas N, Mezzomo LA, Needleman IG, Donos N. Alveolar ridge preservation. A systematic review. *Clin Oral Investig* 2013;17:341-363.
- Rakhmatia YD, Ayukawa Y, Furuhashi A, Koyano K. Current barrier membranes: titanium mesh and other membranes for guided bone regeneration in dental applications. *J Prosthodont Res* 2013;57:3-14.
- Melcher AH. On the repair potential of periodontal tissues. *J Periodontol* 1976; 47:256-260.
- Rasia-dal Polo M, Poli PP, Rancitelli D, Beretta M, Maiorana C. Alveolar ridge reconstruction with titanium meshes: a systematic review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014;19:e639-e646.
- Her S, Kang T, Fien MJ. Titanium mesh as an alternative to a membrane for ridge augmentation. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70:803-810.
- Cawood JI & Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1988;17:232-236.
- Hurley LA, Stinchfield FE, Bassett CAL, Lyon WL. The role of soft tissues in osteogenesis. *J Bone Joint Surg* 1959;41a:1243-1254.
- Ruedi TR & Basseff CAL. Repair and remodeling in milipore-isolated defects in cortical bone. *Acta Anat* 1967;68:509-531.
- Boyne PJ. Restoration of osseous defects in maxillofacial casualties. *J Am Dent Assoc* 1969;78:767-776.
- Nyman S, Lindhe J, Karring T. Reattachment-new attachment. In: Lindhe J(ed). *Textbook of Clinical Periodontology*, ed 2. Copenhagen: Munksgaard; 1989:450-476.
- Wang HL & Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent* 2006;15:8-17.
- Machtei EE. The effect of membrane exposure on the outcome of regenerative procedures in humans: A meta-analysis. *J Periodontol* 2001;72:512-516.
- Schmid J, Wallkamm B, Hammerle CH, Gogolewski S, Lang NP. The significance of angiogenesis in guided bone regeneration. A case report of a rabbit experiment. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:244-248.
- Buser D, Dula K, Belser UC, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. II. Surgical procedure in the mandible. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1995;15:10-29.
- Kostopoulos L & Karring T. Augmentation of the rat mandible using guided tissue regeneration. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:75-82.
- Chen ST, Darby IB, Adams GG, Reynolds EC. A prospective clinical study of bone augmentation techniques at immediate implants. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:176-184.
- Amler MH. Disturbed healing of extraction wounds. *J Oral Implantol* 1999;25:179-84.
- Wikesjö UM, Nilveus RE, Selvig KA. Significance of early healing events on periodontal repair: A review. *J Periodontol* 1992;63:158-165.
- Wang HL, Misch C, Neiva RF. Sandwich bone augmentation technique: Rationale and report of pilot cases. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2004;24:232-245.
- Polimeni G, Koo KT, Qahash M, Xiropaidis AV, Albandar JM, Wikesjö UM. Prognostic factors for alveolar regeneration: Effect of a space-providing biomaterial on guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 2004;31:725-729.
- Schenk RK, Buser D, Hardwick WR, Dahlin C. Healing pattern of bone regeneration in membrane-protected defects: A histologic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:13-29.
- Smiler D & Soltan M. The Bone-Grafting Decision Tree: A Systematic Methodology for Achieving New Bone. *Implant Dent* 2006;15:122-128.
- Miyamoto I, Funaki K, Yamauchi K, Kodama T, Takahashi T. Alveolar ridge reconstruction with titanium mesh and autogenous particulate bone graft: computed tomography-based evaluations of augmented bone quality and quantity. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:304-311.
- Shin SI, Herr Y, Kwon YH, Chung JH. Effect of a collagen membrane combined with a porous titanium membrane on exophytic new bone formation in a rabbit calvarial model. *J Periodontol* 2013;84:110-116.
- Kois JC. Predictable single tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent* 2001;22:199-206.