

치과 임플란트 영역 골유도재생술에서의 맞춤형 티타늄 차폐막

장건수, 이성원, 전재윤, 심광섭, 황경균

한양대학교 의과대학 치과학교실 구강악안면외과

Customized-Titanium Membranes for guided bone regeneration in dental implant application

Kun-Soo Jang, Seong-Won Lee, Jae-Yun Jeon, Kwang-Sub Shim, Kyung-Gyun Hwang

Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Dentistry, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

Most of the patients who have planned implant surgery have bone defects. The Guided Bone Regeneration (GBR) is usually executed for the recovery of bone defects and peri-implant bone augmentation before an implant surgery. The augmented sites are covered with resorbable or non-resorbable barrier membranes after GBR. But it has some problems such as non-rigid materials are unstable of the augmented shape or rigid materials are hard to shape during operation. Customized-Titanium Membranes are rigid and preformed to adjust the augmented site, it makes easy to apply. In this study, we compare the characteristics of barrier membranes and emphasize the advantages of 3-dimesional Customized-Titanium Membranes. (JOURNAL OF DENTAL IMPLANT RESEARCH 2014;33(3):83-87)

Key Words: Customized, Guided bone regeneration, Membrane, Titanium mesh

서 론

치과 임플란트의 장기적인 성공을 위해서는 임플란트 식립을 위한 적절한 부피의 잔존골이 존재해야 한다. 단순 치아결손의 경우는 임플란트 식립으로 치아의 기능을 회복할 수 있지만, 감염, 외상, 병소 존재 등으로 인해 치조골이 결손 되거나 주변 해부학적 구조물로 인해 임플란트 식립을 위한 잔존골 확보가 제한되는 경우가 존재한다. 골유도 재생술은 임플란트 식립을 위한 적절한 잔존골 확보를 위해 일반적으로 사용되는 방법으로, 수직 및 수평적으로 잔존치조골 증대를 위해 흡수성 및 비흡수성 차단막을 사용하여 상피 및 결합조직 세포의 이주를 차단하고 혈병을 안정화시켜 골조직의 재생을 유도하는 술식이다. 골유도 재생술은 자가골을 포함한 다양한 형태의 골이식재와 비흡수성막 또는 흡수성막을 사용하여 골을 재생시키는 예지성 있는 외과적 술식이라고 보고되고 있다¹⁾.

조직유도 재생술의 개념은 cellulose acetate filte가 신경과 tendon의 재생을 위해 실험적으로 사용하면서 시작된 것으로 보고

되며²⁾, 이후 cellulose acetate (Millipore™ membrane filter)의 사용이 rib, radial bone, femoral bone 결손의 골치유를 증진시킨다는 보고가 있었다³⁾. 여러 동물실험들을 통해서 골유도 재생술이 일정크기의 골결손부위에 대한 골재생을 예지성 있게 이뤄냄을 보였고⁴⁻⁶⁾, 치과영역에서는 위축된 치조골의 폭과 높이를 골유도 재생술을 통해 증대시키고 임플란트를 식립하였을 때 생성된 골이 안정적으로 유지될 수 있음을 보였다⁷⁾. 골유도 재생술에는 필수적으로 차폐막이 사용되는데 Buser 등은 골유도재생술의 성공 요인으로 차폐막이 충분히 견고해야하고 다공성이여야 하며, 혈병의 안정을 증가시킬 수 있어야 함을 강조한 바 있다⁸⁾. Scantlebury 등은 차폐막의 5가지 필수적인 디자인 요건으로 생체친화성(Biocompatibility), 공간형성(space-making), 세포차단성(cell-occlusiveness), 조직유착(tissue integration), 임상적 조작 용이성(clinical manageability)을 설명하였다⁹⁾. 하지만, 골유도 재생술의 제한점 중 하나는 이식재가 제대로 고정되지 않아 기능 중 연조직의 압력에 의해 형태가 유지되지 못해서 원하는 골재생을 이루지 못할 수 있다는 것인데¹⁰⁾,

Received November 27, 2014, Revised December 6, 2014, Accepted December 10, 2014.

©This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 황경균, 133-791, 서울시 성동구 왕십리로 222번지, 한양대학교 의과대학 치과학교실 구강악안면외과

Correspondence to: Kyung-Gyun Hwang, Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Dentistry, College of Medicine, Hanyang University, 222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 133-791, Korea. Tel: +82-2-2290-8676, Fax: +82-2-2290-8673, E-mail: hkg@hanyang.ac.kr

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (NRF-2013R1A1A2009975).

이는 앞서 설명한 차폐막의 견고성 및 공간 형성능이 부족한 경우 잘 발생할 수 있다. 차폐막의 여러 종류 중에서 이러한 공간유지 능력 면에서 우수한 것으로 티타늄 메쉬(Titanium mesh)가 대표적이라고 할 수 있다.

티타늄 메쉬(Titanium mesh)는 구강악안면외과 영역에서 오랫동안 폭넓게 사용되어 온 효율성과 안전성이 검증된 재료라 할 수 있다. 티타늄 망은 대표적인 비흡수성 차폐막으로 금속 고유의 견고성에서 유래하는 우수한 공간 유지력을 가지고 있어 많은 양의 골이식, 특히 수직골 증대술시 주로 선택되어 왔다. 이는 티타늄 망의 적응증이 주로 골이식을 먼저 하고 티타늄 망을 제거한 후 임플란트 식립이 이루어지는 단계적 수술이었음을 의미한다. 그러나, 최근 다시 주목을 받고 있는 기성 티타늄 차폐막들은 이전과는 달리 임플란트 식립과 골이식이 함께 이루어지는 동시 수술로 진행이 된다. 본 논문에서는 골유도재생술에 사용되는 차폐막의 일반적인 내용과 현재 상용되고 있는 customized-titanium membrane (맞춤형 티타늄 차폐막)에 대해 살펴보고 앞으로의 발전 방향에 대해 생각해보고자 한다.

골유도 재생술에서의 차폐막

Scantlebur 등이 설명한 차폐막의 5가지 요건을 간단히 살펴보면,

(1) Biocompatibility (생체친화성): 수술 후에 염증반응을 일으켜서는 안 된다.

(2) space-making (공간형성): 차폐막이 충분히 단단하여서 판막을 봉합하여도 연조직의 붓고 없이 형성된 공간이 유지될 수 있어야 한다.

(3) cell-occlusiveness (세포차단성): 골모세포의 선택적 증식이 이루어질 수 있도록 결합조직으로부터 유래되는 섬유모세포의 이주를 차단할 수 있어야 한다.

(4) tissue integration (조직유착): 차폐막이 조직과 유착되어 치유과정을 안정화시키는 역할을 할 수 있어야 한다.

(5) clinical manageability (임상적 조작 용이성): 차폐막이 너무 단단하면 조작 과정에서 예리한 각이 생길 수 있고, 너무 무르면 형태를 유지시키기가 어렵기 때문에 임상적으로 편리할 정도의 적절한 조작성이 있어야 한다⁹⁾.

골유도 재생술 시 골이식재와 주위 상피 및 결합조직 층을 분리하기 위한 차폐막은 현재 흡수성과 비흡수성으로 구분되어 다양한 종류가 상용되고 있다. 어떤 종류의 차폐막을 사용하더라도 성공적인 골유도를 얻기 위해서는 적절한 공간유지가 필수적이고, 이것이 실패하면 주위 조직이 붓고되어 만족할만한 골재생을 얻을 수 없을 것이다.

차폐막의 종류

1. 흡수성 차폐막

흡수성 차폐막을 구성하는 재료의 성분으로 교원질, poly(lactic

acid, polyglycolic acid 등이 사용되어져 왔다¹¹⁾. 교원질은 흡수성 차폐막 및 치과 치료 후 출혈을 막는 효과로 많이 사용되는 데, 조직에 혈소판을 응집하는 효과를 나타내고 치유초기단계에서 치주 및 골의 조직재생에 필수적인 상부부의 안정과 성숙을 촉진시키며, 치주인대세포에 대한 화학주성이 있어서 치주인대세포 이동에도 영향을 줄 수 있다. 흡수성 차폐막은 여러가지의 형태로 제작할 수 있고 임상에서 사용시 어느 정도 형태를 변화시킬 수 있으며 조직학적 적합성이 좋다¹²⁾. 뿐만 아니라 인체 내부의 조직치유과정에서 흡수가 일어나므로 2차적인 수술이 필요하지 않으며 막의 노출이 발생하지 않는다는 장점도 가지고 있다¹³⁾. 차폐막의 공간 및 차폐 효과를 위해서, 최소 유지기간에 대해서는 여러 논란이 있지만 주위의 건전한 치주인대 세포의 집락과 신생골조직의 경화 및 성숙 재형성을 위해서는 최소한 3~6주의 유지가 중요한 시기이므로 이 기간 내에는 차폐막의 흡수가 일어나지 않아야 한다는 보고가 있다¹⁴⁾. 그러나, 차폐막의 흡수과정 및 흡수속도를 임상적으로 예측하기 어렵고 국소적 염증반응을 일으킬 수 있다는 단점이 있다. 또한, 골유도 재생술시 새로이 형성된 치조골의 형태 유지를 위한 차폐막의 공간유지 능력은 매우 중요한 요인인데, 흡수성 차폐막의 경우는 재료의 특성으로 인해 수분이나 혈액에 노출되었을 때 물성이 약해지는 특성과 봉합을 시행한 이후에 차폐공간이 무너지는 경향을 보이는 단점을 갖고 있다¹⁵⁾.

2. 비흡수성 차폐막

비흡수성 차폐막은 크게 polytetrafluoroethylene (PTFE)와 티타늄 메쉬(titanium mesh)로 나눌 수 있다. 비흡수성 차폐막은 2차 수술을 통하여 반드시 제거해야 하고, 재료가 조기에 노출되었을 경우 감염과 골소실의 가능성이 존재한다는 제한점이 있다. 그러나, 비흡수성 차폐막은 생체친화성, 공간형성, 세포차폐성, 임상조작용이성 등 차폐막이 가져야 할 특징들을 가지고 있어 장기적인 합병증 발생 가능성이 적고 차폐에 의한 골형성 및 재생된 골의 형태가 안정적이라는 면에서 많은 장점이 있다. 하지만, 2차 수술로 차폐막을 제거해야하는 특성이 최근 임상에서 사용의 빈도가 줄어들게 하였고 많은 임상가들이 환자에게 사용을 꺼리게 한다는 점에서 향후 개선해야 할 필요성이 있다¹⁶⁾.

티타늄 차폐막

1. 티타늄 차폐막 도입

티타늄 금속은 생체친화성이 좋은 재료로 치과 임플란트 및 의료영역에서 인체 이식재료로 많이 사용되어 왔다. 티타늄은 구강악안면외과 영역에서 악안면 골절이나 재건 치료 등에 폭넓게 사용되어 온 효율성과 안전성이 검증된 재료라 할 수 있고, 얇은 티타늄 메쉬를 이용한 골유도 재생술에 대한 임상 및 기초 연구도 꾸준히 진행되어 왔다. 티타늄 차폐막은 새로운 형태의 골이식을 위한 공간 유지가

가능하며 차폐막 하방에 이식된 골을 안정화시킬 수 있다는 점에서 기계적으로 훌륭한 안정성을 가진다. 이러한 성질로 인해 공간을 효과적으로 유지할 수 있어서 조직 봉고를 막는 능력이 탁월하다고 할 수 있다. 또한 어느 정도의 유연성도 가지고 있어 과도한 점막 압박을 막아주고, 안정적으로 형성된 차폐 효과는 이식재의 이동을 막아줄 수 있으며 가소성(plasticity)이 좋아 잔존골 상태에 맞게 조작 및 변형(contouring)시켜 적용시킬 수 있어서 임상에서 다양한 부위에 맞게 다양한 형태로 치조골을 형성하기 위한 형태를 쉽게 형성할 수 있다는 장점이 있다¹⁷⁾. 기존의 연구들에서 비흡수성막으로 시도하기 어려운 큰 골격적인 결손이 있는 부위에 티타늄 망 차폐막을 적용하여도 공간유지능력 면에서 높은 예지성을 가진다고 하였다¹⁸⁾. 또한 비흡수성 차폐막과 같이 사용할 수 있는 형태의 제품도 임상에서 사용되어 왔다.

2. 국내에 상용되고 있는 맞춤형 티타늄 차폐막 (customized- titanium membrane)

최근 임상에서 시도되는 customized-titanium membranes 은 흡수성 차폐막과 비교하여 우수한 강도를 보이고 골형성 공간 유지 능력이 뛰어나며, 3차원적으로 조작이 용이하다는 장점이 있다. 상용되고 있는 제품으로, Neobiotech 사의 CTi- memTM,(Fig. 1) Megagen 사의 i-GenTM,(Fig. 2) Osstem사의 SMARTbuilderTM,(Fig. 3) 등이 있으며 모두 연결체 및 cover/healing abutment 형태로 외부고정을 이용해 임플란트와 직접 연결시킴으로 고정이 용이하다는 장점이 있다.

실제 임상에서 적용할 때는 잔존골의 골 소실 형태에 맞는 customized-titanium membrane을 먼저 선택하고 임플란트 주위 골이식 후 식립체 상에 연결체 - 막 - abutment 순서로 체결하여 막의 고정을 연계 되며 이는 흡수성 차폐막과 비교하여 우수한 강도 및 골 형성 공간 유지력을 보인다. 차폐막의 두께는 0.08~0.1 mm 정도로 얇아 3차원적인 구부림 조작이 용이하고, membrane의 자체



Fig. 1. Neobiotech사의 CTi- memTM.

고정보다는 연결체나 abutment를 이용한 외부고정이 임플란트에 직접 연결됨으로써 견고성을 증가시키는 것으로 보인다. 또한 이렇게 두께가 얇은 점은 추후 큰 flap 형성이 없이도 제거가 용이하게 하는 장점도 가진다. 또한 기존의 티타늄 메쉬의 경우 임상가가 골재생유도술 과정에서 필요한 형태를 형성하고, 추가적인 나사를 이용하여 티타늄 메쉬를 단단하게 고정해야 하는 불편감이 있었지만, 이러한 맞춤형 티타늄메쉬는 형태를 가공하고 고정하는 부분을 개선하여 쉽게 골재생유도술을 시행할 수 있다는 장점이 있다. 하악 구치부 골결손 부위에 적용한 결과 양호한 임상적 결과를 얻을 수 있었다.(Fig. 4)

결 론

현재의 치과 임플란트 수술의 경향은 임상가가 쉽게적용가능하며 효과는 극대화하는 방향으로 진행되는 경향을 보이고 있다. 골재생유도술 또한 이와 유사한 방향으로 진행되고 있고, 이러한 경향에



Fig. 2. Megagen사의 i-gemTM.



Fig. 3. Osstem사의 SMARTbuilderTM.

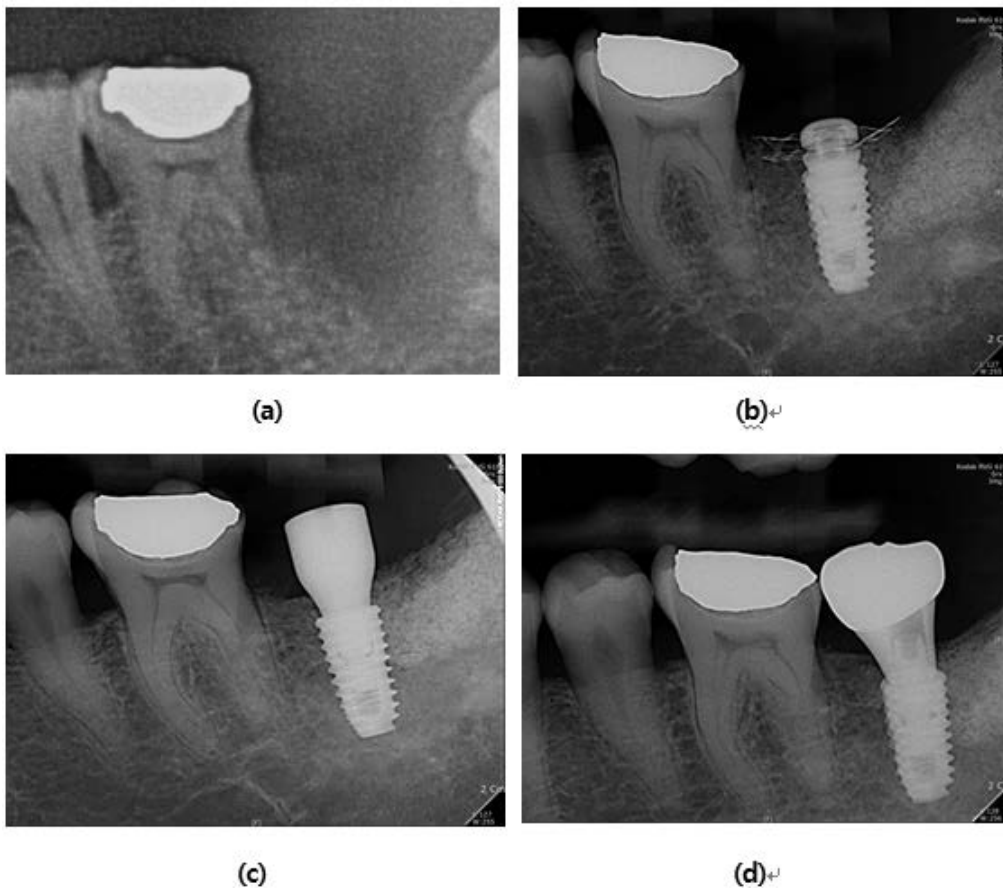


Fig. 4. (a) 수술 전. (b) 수술 직 후. (c) 수술 후 5개월 - 막 제거 후 healing abutment 체결. (d) 수술 후 6개월 - 최종 보철.

부응하는 제품이 맞춤형 티타늄 차폐막이라는 형태로 임상에서 시도 되는 것이라 볼 수 있다. Titanium은 과거 titanium mesh부터 지금의 맞춤형 티타늄 차폐막까지 다양한 임상에 적용되어 왔는데, titanium mesh는 가격 대비 효율이 높은 차폐막 중 하나지만 원하는 크기와 모양으로 자르고 구부려야 하며 추가적으로 고정해야 하는 번거로움이 있었다. 이렇게 자르고 구부리는 과정에서 티타늄 망의 노출을 일으키는 날카로운 모서리나 표면이 생길 수 있는 단점이 있었다. 하지만 최근 상용되고 있는 customized - titaniummembrane는 기존 titanium mesh의 이러한 한계점을 극복하기 위해 고안된 제품들로 임플란트 식립 후 단지 그 주변 골결손의 크기와 모양을 측정된 후 적절한 titaniummembrane을 선택하여 적용하면 된다. 자르고 구부리는 과정이 없거나 최소한으로 이루어 지고 날카롭지 않은 변연부를 가지고 있어 노출빈도를 줄일 수 있는 것으로 사료된다.

임플란트 치료는 이미 일반화되었고, 이제는 이를 뒷받침해 줄 수 있는 골유도 재생술이 보편화 되는 시기라고 볼 수 있다. 하지만, 맞춤형 티타늄 메쉬는 비흡수성 차폐막과 같이 2차적인 수술을 시행해야 하는 불편감과 차단막의 조기노출 가능성 및 차폐막의 고정을 위한 피판의 형성이 필요하다는 제한점을 극복하지 못하고 있다. 이러

한 제한점을 해결할 수 있는 흡수성 차폐막으로 기존의 티타늄메쉬를 장점을 가진 재료의 개발이 필요한 상태로 이러한 점을 해결하기 위한 맞춤형 생체재료의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Hämmelerl CHF, Karring T. Guided bone regeneration at oral implantsites. *Periodontol* 2000. 1998;17:151-75.
2. Ashley FL, Stone RS, Alonsoartieda M, Syverud JM, Edwards JW, SloanRF, et al. Experimental and clinical studies on the application of monomolecular cellulose filter tubes to create artificial tendon sheaths in digits. *Plast Reconstr Surg Transplant Bull* 1959;23:526-34.
3. Rüedi TP, Bassett CA. Repair and remodeling in millipore-isolated defects in cortical bone. *Acta Anat (Basel)* 1967;68:509-31.
4. Kahnberg KE. Restoration of mandibular jaw defects in the rabbit by subperiosteally implanted Teflon mantle leaf. *Int J Oral Surg*. 1979;8:449-56.
5. Petit JC, Ripamonti U. Tissue segregation enhances calvarial osteogenesis in adult primates. *J Craniofac Surg*. 1994;5:34-43.
6. Hämmelerl CHF, Olah AJ, Schmid J, Fluckiger L, Gogolewski S,

- Winkler JR, et al. The biological effect of natural bone mineral on bone formation on the rabbit skull. *Clin Oral Implants Res.* 1997;8:198-207.
7. Jung RE, Fenner N, Hämmerle CH, Zitzmann NU. Long-term outcome of implants placed with guided bone regeneration (GBR) using resorbable and non-resorbable membranes after 12-14 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012;1-9.
 8. Buser D, Dahlin C, Schenk RK. Guided bone regeneration in implant dentistry. Quintessence Publishing Co, Inc. 1994;32-4.
 9. Scantlebury TV. 1982-1992: a decade of technology development for guided tissue regeneration. *J Periodontol.* 1993;64:1129-37.
 10. Donos N, Kostopoulos L, Karring T. Alveolar ridge augmentation using a resorbable copolymer membrane and autogenous bone grafts. An experimental study in the rat. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13:203.
 11. Hutmacher D, Hürzeler MB, Schliephake H. A review of material properties of biodegradable and bioresorbable polymers and devices for GTR and GBR applications. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996;11:667-78.
 12. Wang, H. L., MacNeil, R. L., Shieh, A.T., and O'Neal, R. B. : Utilization of a resorbable collagen membrane in repairing gingival recession defects. *Pract. Periodont. Aesthet. Dent.* 1996;8:441-448.
 13. McGinnis, M., Larsen, P., Miloro, M., and Beck, F. M. : Comparison of resorbable and nonresorbable guided bone regeneration materials: A preliminary study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 1998;13:30-35.
 14. Iglhaut, J., Aukhil, I., Simpson, D. M., Johnston, M. C., and Koch, G. : Progenitor cell kinetics during guided tissue regeneration in experimental periodontal wounds. *J. Periodont. Res.* 1988;23:107-117.
 15. Dahlin, C., Lindhe, A., Gottlow, J., and Nyman, S. : Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast. Reconstr. Surg.* 1988;81:672-676.
 16. Zhang J, Xu Q, Huang C, Mo A, Li J, Zuo Y. Biological properties of an anti-bacterial membrane for guided bone regeneration: an experimental study in rats. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:321-7.
 17. Her S, Kang T, Fien MJ. Titanium mesh as an alternative to a membrane for ridge augmentation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70:803-10.
 18. Zitzmann NU, Naef R, Scharer P. Resorbable versus nonresorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997;12: 844-52.