

T H E 2012 J O
U R N A L 제4권 2호
O F KAO 대한인공치아골유착학회지
K O R E A N
A C A D E M
Y O F
O S S E O I
N T E G R A
T I O N

December 20**12**



대한인공치아골유착학회지

The Journal of Korean Academy of Osseointegration

Vol.4 No.2 Dec 2012



대한인공치아골유착학회

C

ONTENTS

목 차

1.	임플란트 표면특성에 따른 단백질의 흡착 (문헌고찰) 박지선, 임영준	05
2.	임플란트 식립부위에서 교원질막, 천공형 티타늄막을 이용한 골유도재생술 결과 (증례보고) 이현기, 김영래, 고경우, 이호현, 정명진, 이현수, 양수남	15
3.	교정용 L자형 미니플레이트를 이용한 구치부 직립 : 임플란트 식립을 위한 공간 확보 안장훈, 박영주, 강민나, 김민진, 조영석, 안소미	19
4.	최소침습적 임플란트 식립체 제거법 : 식립체 분할법 이원섭, 권택기	27
5.	차폐막을 사용하지 않고 PRF와 Double J technic을 이용한 골이식 (증례보고) 박진우	33
6.	상악동 측방거상술 중 천공된 상악동막의 자가농축혈소판 (Platelet Rich Fibrin)을 이용한 수리와 골이식과 동시에 식립된 임플란트의 치유에 대한 임상고찰 (증례보고) 신희수	41
7.	대한인공치아골유착학회지 투고 규정	46

임플란트 표면특성에 따른 단백질의 흡착

박지선¹, 임영준²

¹서울대학교 치의학대학원 치의학과, ²서울대학교 치의학대학원 치의학과 치과보철과

Effect of implant surface characteristics on protein adsorption: a literature review

Ji-Sun Park¹, Young-Jun Lim²

¹Department of Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University

²Department of Prosthodontics and Dental Research Institute, School of Dentistry, Seoul National University

Corresponding author : Young-Jun Lim, DDS, MSD, PhD

Department of Prosthodontics and Dental Research Institute School of Dentistry,

Seoul National University 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-749, Korea

Tel : +82-2-2072-2940 Fax : +82-2-2072-3860 E-mail : limdds@snu.ac.kr

Abstract

Along with advances in implant technology and surgical techniques, the interaction between implant materials and the surrounding biological tissues has become of great interest for achieving optimal osseointegration. Protein adsorption to the implant surface, in particular, is the first biological reaction that triggers the cascade of events of osseointegration upon implant placement. The adsorbed protein layer mediates cell adhesion to implant biomaterials, which ultimately determines biocompatibility of the implants. As a result, this process is affected by implant surface properties such as wettability, roughness, surface charge, and chemical composition. This review discusses current knowledge of the effect of implant surface characteristics on protein adsorption in the context of the physical and chemical properties of the implant surface.

Key words: dental implant, protein adsorption, surface characterization, wettability

I. 서론

임플란트가 구강내에 식립 되었을 때 생체와의 상호 작용은 임플란트의 표면이 생체의 혈액과 조직액을 만나면서 시작된다. 특히 체액 내에 함유된 단백질을 비롯한 분자들이 임플란트의 표면에 흡착되는 과정은 이어지는 생물학적 반응에 신호로 작용한다¹. 특히 분자 수준의 연구 결과 임플란트 산화막 표면과 조골세포의 상호작용은 단백질기반의 특이적이고 역동적인 신호생성 활동을 하는 것으로 나타났다². 이는 조골세포가 임플란트 표면에서 활동을 하기 위해서는 초기에 부착하는 단백질의 흡착 속도와 수용력이 임플란트의 생체적합성을 결정하는데 중요한 요소로 작용함을 의미한다. 이 종설에서는 초기에 임플란트 표면에 흡착되는 단백질에 초점을 맞추어, 표면의 화학적 조성의 변화, 표면의 친수성/소수성, 표면 지형적 특성에 따른 반응과 단백질의 분자 구조의 변화가 주는 영향에 대해 알려진 사실들을 고찰하였다.

II. 표면 특성에 따른 단백질의 흡착

1. 표면의 화학적 조성의 변화

단백질의 흡착(Protein adsorption)이 표면의 물리적 화학적 특성에 따라 서로 다른 양, 밀도, 구조, 방향성을 나타냄을 보여주는 많은 연구들이 있다. Taborelli M et al.³은 아민기나 메틸기를 가지고 있는 화학적 자가조립형단일층(chemical self-assembled monolayers: SAMs)을 이용해 표면특성을 변화시켰다. 이 실험에서는 티올기(thiol group)를 금의 표면에 촘촘히 배열하여, 실리카 기질 표면에서의 실레인(silanes)과 비슷하게 작용하도록 하고⁴, 그 위에 원하는 작용기를 결합시켰다. 기질 표면에 화학적 자가조립형단일층을 형성시키는 것은 표면의 화학적 변화를 일으키기 위해 많이 사용되는 방법이다^{5,6}. 아민기(-NH₂)로 이루어진 표면에서 알부민은 균일한 하나의 층을 형성하였으나, 메틸기(-CH₃)로 이루어진 표면에서는 시간의 경과에 따라 군집을 이루거나 개별분자가 따로 존재하였다. 양쪽 표면에서 알부민 분자의 넓이는 비슷했지만 높이는 메틸표면보다 아민표면에서 훨씬 낮았다. 이는 알부민의 위치배분이 결합하는 하부기질에 따라 달라진다는 것을 보여주며, 또한 아민기를 처리한 고분자에 알부민을 처리하면 세포 부착이 향상되는 현상을 설명해준다.

Pitt WG et al.⁷은 2, 10, 18개의 탄소 원자를 가지는 선형(linear)의 알킬분자를 고분자의 표면에 결합시키고 여러 조건에서 알부민의 초기흡착속도와 1 시간 동안의 흡착량, 탈락속도를 측정하였다. 초기 흡착속도를 측정한 결과에서 대조군을 포함한 네 가지 조건의 실험군 모두에서 불특정흡착의 속도는 비슷했다. 인간혈장알부민과 알킬분자의 특정 결합은 18개 탄소원자를 가진 고분자에서 많은 것으로 나타났으며, 인간혈장알부민의 구조적 안정성도 흡착속도에 영향을 미쳤다. 1시간 경과 후 총 흡착량은 알킬분자의 길이가 증가함에 따라 감소하였고, 탈락속도도 감소하였다. 이 결과는 알킬분자의 길이가 알부민과 알킬기가 접목된 고분자시스템 사이의 상호작용에 영향을 미칠 것이라는 가설을 확인시켜 주었다.

한편 이들은 유사한 실험⁸에서 폴리우레탄에 탄소원자가 18개인 알킬분자를 첨가하면 탈지된(delipidized) 인간혈장알부민의 초기흡착속도를 증가시킬 수 있음을 보였다. 알킬분자의 존재여부는 1시간 동안 알부민 용액에 노출시켰을 때 흡착된 총량에 영향을 미치지 않았고, 이후 알부민의 탈락에도 마찬가지로였다. 초기흡착속도는 단백질 농도에 비례했으며, 고분자 표면의 알킬화는 활성화 에너지를 증가시켰다.

위에서 언급된 실험결과에 따라, 기질의 표면특성을 변화시킴으로써 단백질의 흡착과정을 조절하는 것이 가능함을 예상할 수 있으며 이를 뒷받침하는 결과들이 발표되었다. Ta TC et al.⁹은 주사력현미경(Scanning Force Microscopy)을 사용하여 흡착된 단백질의 분자구조 또는 방향성을 조사하였다. 이 실험은 alkanethiolate 단일층에 메틸기(-CH₃)와 카르복실기(-COOH)를 특정 패턴을 따라 결합시키고 그 위에 단백질을 흡착시켜 각 작용기의 효과를 관찰하였다. 한 가지 성분으로 이루어진 단일층에 대한 bovine fibrinogen(BFG)의 흡착을 조사한 결과 BFG의 완전한 막이 각각의 작용기에서 형성되었다. BFG가 흡착된 뒤에 friction image에서 서로 다른 점을 관찰할 수 있었는데, 이는 두 작용기에 의해 단백질의 분자구조나 방향성이 서로 다르게 유도되었기 때문이었다. 다른 흡착된 단백질에서도 막의 frictional contrast를 관찰할 수 있었다. 즉 하부의 작용기가 부착하는 단백질의 공간적 상태에 영향을 미치는 것이 확인되었다.

표면의 화학적 패턴화에서 추가적으로 고려해 볼 사항으로 각 화학적 영역의 경계에서 추가적인 표면-지형적 효과를 들 수 있다. 단백질은 둘 중 어느 한 영역에만 선택적으로 결합하기 때문에 양쪽의 단백질 층에 높이 차이가 생김으로써, 또 하나의 표면-지형적

특성을 부여하는 결과를 가져온다. 이러한 단백질 층의 높이 차이는 나노미터 정도의 수준일 것으로 생각되나, 이런 현상이 두 화학적 영역의 경계에서의 세포 반응에 어떤 영향을 미치는지는 아직 밝혀지지 않았다.

2. 표면의 친수성/소수성

생체의 모든 환경은 기본적으로 물로 이루어져 있으므로, 표면의 젖음성(wettability), 즉 친수성/소수성 특성은 단백질의 흡착에 영향을 미치는 가장 중요한 요소 중 하나이다¹⁰. 물 분자는 극성을 띠며, 서로 간에 수소 결합을 이루고 있기 때문에 비극성 용질이나 표면과는 쉽게 반응하지 않는다. 따라서 수용액 환경과 비극성 표면의 접촉이 일어나면, 표면 근처에서는 물 분자의 밀도가 낮아지고 이웃한 물 분자끼리의 수소 결합에 의한 자가결합이 증가된다. 이는 무질서도가 감소하는 것으로 엔트로피 측면에서 불리하게 작용한다. 한편 친수성 표면의 경우 수용액 환경에 접했을 때 물 분자끼리의 수소결합이 표면과의 수소결합으로 대체되는 양상으로 물 분자가 배열되기 때문에 이는 엔트로피 면에서 큰 변화를 가져오지 않아 유리하다.

Vogler는 표면의 젖음성을 표면부착장력(surface adhesion tension)으로 나타내고 이를 정량화하였다¹⁰. 물과 접촉하고 있는 면의 표면 부착 장력 τ 는 다음과 같이 정해진다.

$\tau = \gamma \cos \theta$ (γ : 물의 표면장력, θ : contact angle)
Yoon et al.¹¹은 실험을 통해 Fig.1과 같은 경향을 밝혀냈다. 여기서 BECB limit는 Berg et al.¹²이 제안한 측정 가능한 소수성 힘의 한계범위로 위 표에서 거리가 0이 될 때 접촉각의 범위와 거의 일치한다. 이 범위에서는 표면에 근접한 부분에서 물 분자들의 수소결합이 방해받거나 또는 표면과의 더 강한 수소결합으로 대체되지도 않아, 표면 부근에서도 물 분자의 배열에 큰 변화를 가져오지 않는 중립적인 상태라고 할 수 있다. 이를 바탕으로 Vogler는 이보다 접촉각이 작을 때, 즉 $\tau < 30$ dyn/cm 일 때를 소수성으로, $\tau > 30$ dyn/cm일 때를 친수성으로 구분하였다.

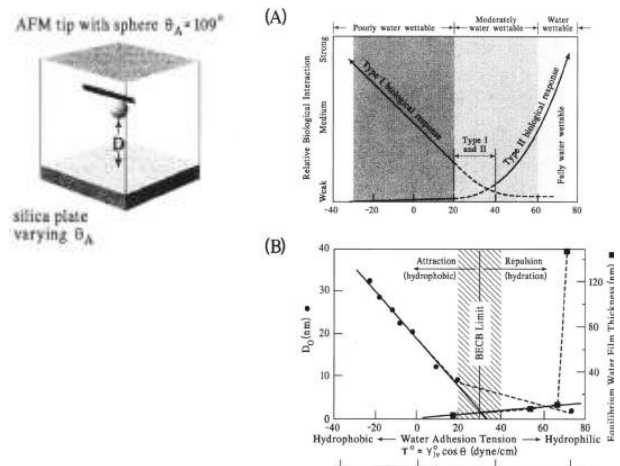


Fig.1. 왼쪽과 같은 장치를 고안하여 표면장력과 표면의 친수성의 관계를 측정하였다. 실리카 판의 친수성 정도를 변화시키면서 그에 따라 결정되는 tip과의 거리, 즉 tip과의 척력/인력을 측정한다. (A),(B) 표면의 접촉각이 변화할 때, 크게 두 영역(친수성표면/소수성표면)에서 서로 다른 상관관계가 나타남을 보여준다¹⁰.

두 범위에서 표면에 직면한 위치에서 작용하는 힘의 양상과 물 분자의 배열이 다르기 때문에 Fig.1의 (A)에서와 같이 그에 따른 생물학적 반응의 종류도 두 가지로 구분할 수 있다. Vogler는 이전의 연구에서 유리, SAM(self-assembled monolayer)층을 갖는 실리콘, 고분자, 표면 처리된 고분자 등 주로 표면에 전자가 풍부한 작용기를 가져 수소결합을 하기 좋은 조건에서 부착 장력을 독립변수로 하는 실험들을 해왔다. 이를 바탕으로 단백질의 흡착에서 나타나는 경향성은 주로 type 1의 생물학적 반응이 일어났다고 보고하였다. 즉 다른 조건이 같을 때 단백질의 흡착은 소수성 표면에서 보다 용이하게 일어난다는 것이다.

단백질은 저마다 극성 또는 비극성 잔기를 갖는 아미노산으로 이루어져 있다. Norde¹³에 의하면 작은 단백질의 접근 가능한 표면 중 40-50%에 비극성 작용기가 위치해 있어, 이들은 소수 단백질이 흡착되기 위해서는 우선 흡착물과 표면이 부분적으로라도 탈수화(dehydration)되어야 한다. 소수성 표면에서 이 과정은 물의 엔트로피를 증가시키기 때문에 열역학적으로 유리하다. 반면 친수성 표면에서는 물 분자가 분리되는 단계가 단백질 흡착 과정에서 상당한 에너지 장벽으로 작용한다¹⁴. 실제로 물이 강하게 결합하고 있는 표면에서는 단백질의 흡착이 매우 저조한 것으로 나타났다¹⁵. 그러나 전하 간 상호작용이나 단백질 구조의 변화 등이 필요한 추진력을 제공하면 친수성

표면에서도 충분히 단백질의 흡착이 일어날 수 있다. 또한 친화도가 전하에 많은 영향을 받는 표면에서는 소수성, 친수성 표면에 거의 대등한 양의 단백질의 흡착이 일어나기도 한다.

Roach, P의 단백질과 표면에 관한 최근의 연구¹⁶에서는 소의 혈장 알부민(bovine serum albumin)과 피브리노겐(fibrinogen)의 흡착을 소수성과 친수성 표면에서 관찰하였다. 여기에서 알부민은 한 번에 표면에 흡착되지만 피브리노겐의 흡착은 보다 여러 단계를 거치는 복잡한 과정임을 알게 되었다. 알부민은 소수성 표면의 메틸기에 강한 친화도를 가지고 있었다. 피브리노겐은 친수성, 소수성 표면 모두에 더 빨리 결합하지만, 친수성 표면에 조금 더 높은 친화도를 가지고 있었다.

흡착된 단백질의 구조적 측면을 적외선 분광법(Infrared Spectroscopy)을 이용해 조사한 결과, 첫 한 시간 동안에는 시간에 따른 변화가 관찰되지 않았다. 두 단백질 모두 친수성 표면에 결합했을 때보다 소수성 표면에 결합했을 때 보다 덜 조직된 이차구조를 보였고, 알부민에서 그 차이가 더 두드러졌다. 이 연구는 단순한 하나의 화학물질 층이 단백질의 결합속도와 결합된 구조에 영향을 미친다는 것을 보여준 것이다.

3. 분자구조의 변화

근본적으로 생체의 반응은 생체재료들과 표면의 단백질 분자들의 상호작용을 통해 유도된다. 이 과정에서 초기에는 단백질 분자들이 흡수되어 동역학적인 흡수산물을 만들어 내지만, 상호작용이 매우 활발해지면 단백질의 변성이 일어나 에너지면에서 유리한 열역학적 흡착산물이 만들어진다. Relaxation이라 불리는 이러한 과정은 흡수되었을 때 바로 일어나기도 하고, 단백질과 표면의 상호 작용이 증대되고 수용액과의 상호작용이 감소하는 과정이 필요할 경우, 이런 과정이 진행되는 동안 약간의 시간이 지연된 뒤 일어나기도 한다.

단백질의 중심부에 존재하는 부분과는 달리 용액을 향해 노출되어 있는 작용기들은 물질의 표면과 상호작용하기가 더 용이하다. 단백질의 풀림이나 변성은 내부에 가려져 있던 아미노산 작용기들이 외부환경에 접근할 수 있게 해 줌으로써 외부와의 상호작용이 가능하도록 한다. 단백질의 변성은 표면과의 상호작용을 통해서 유도될 수 있는데, 이는 정전기력(electrostatic force)과 엔트로피 효과, 소수성 상호작용과 단백질의 구조 변화(conformational change)를 포함하는 몇몇 요인들에 의해 영향을 받는다¹⁷.

소수성 부분이 수용액성 환경으로부터 멀어지도록 하는 것은, 기질과 외부 단백질 표면 모두에게 유리한 과정으로 단백질의 변성을 야기한다. 이러한 흡착 단백질 내부의 구조적 변화에 의해 계의 엔트로피가 증가될 수도 있다¹⁸. α 나선 구조가 무작위 코일이 되는 것과 같은 이차구조의 상실은 결합의 이동성을 증가시키고 따라서 분자 내에 엔트로피가 증가한다. 또한 폴리펩타이드 골격(backbone)의 유연성이 증가하여 이차구조가 느슨해지면, 흡착된 근처의 단백질 분자와 결합하여 소수성 부분이 수용액성 환경으로부터 가려진 상태로 남아있을 수 있다. 반데르 발스 작용이나 전기적 상호작용, 수소결합 등도 단백질 사이에 형성되어 엔탈피적으로 유리한 조건을 만들어 준다. 이러한 구조적 재배열은 단백질과 표면의 접촉을 증가시켜 단백질이 머무는 시간 동안 부착을 더 강화하고, 흡착의 가역성과 단백질의 용출성(elutability)에 변화를 가져 온다¹⁹. 또한 단백질 구조의 유연성과 안정성은 흡착의 동역학에도 기여하는데 고도로 수화된 유연한 분자는 표면과 빠르게 많은 비공유결합을 형성하는 반면, 보다 조밀한 구조의 안정한 단백질은 소수성 결합이나 정전기적 힘의 영향을 더 많이 받는다^{20,21}.

단백질의 분자구조 변화는 친수성이거나 같은 전하를 띠는 단백질처럼 흡착이 일어나기 어려운 경우에도 반응이 일어날 수 있도록 하는 원동력이 된다. 다양한 단백질과 표면을 이용한 연구들을 보면 전부는 아니라도 대부분의 단백질 흡착반응에서 약간의 단백질 분자구조의 변화가 일어나는 것으로 나타났다. Norde와 Giacomelli의 연구에^{22,23} 따르면 흡착된 단백질은 완전히 풀려서 변성되어 있는 상태가 아니라 상당한 정도의 이차구조를 유지하고 있으며 보통 용해된 상태보다 더 안정하다. 단백질이 탈락될 때 원래의 구조로 돌아갈 수 있는가의 여부는 표면의 소수성과 단백질의 내부적 안정화 능력에 달려있다. 예를 들어 유연한 단백질에 속하는 bovine serum albumin은 친수성 실리카에 흡착될 때는 원래와 다른 분자구조를 가졌다가 탈락되면 다시 원래의 구조로 돌아간다. 또한 경질의 단백질에 속하는 계란의 리소자임(lysozyme)은 소수성의 polytetrafluoroethylene에 흡착되었다가 탈락되면 원래의 구조로 돌아간다. 단백질의 재배열은 불연속적인 단계로 진행되어 흡착된 단백질들의 분자구조의 분배 상태는 균일하지 않다.

단백질의 기능은 분자 내 특정 영역(domain)에 의해 지배되기 때문에 단백질의 방향성과 분자적 구조는 흡착된 단백질이 실제로 얼마나 고유의 기능을 발휘하는가를 나타내는 활동도를 결정한다. 많은 연구들에서 피브리노겐이나 피브로넥틴이

흡착될 때 일어나는 분자 구조적 변화로 인해 기능이 손상되거나 강화됨이 알려져 있는데, 피브로넥틴은 소수성 폴리스티렌 표면에서보다 같은 재료의 친수성 표면에 흡착되었을 때 더 향상된 세포부착과²⁴ 조골 세포로의 분화능력²⁵을 보였다. 또한 피브로넥틴은 용해된 상태에서는 세포 결합능력이 감소되어 있어서 표면에 의한 활성화를 필요로 하는 것으로 나타났다. Schwarz et al.²⁶은 피브로넥틴의 효소분해산물 중 부착력을 가진 부분만을 이용해 피브로넥틴 분자가 표면에 부착되어 있지 않은 상태를 실험적으로 설정하고, 그러한 상황에서는 세포부착이 일어나지 않음을 보였다. 마찬가지로 인테그린이 피브로넥틴에 결합할 때도 피브로넥틴의 부분적 풀림과 자가 조합에 의해 반응이 용이해진다²⁷. 피브리노겐의 표면 활성화는 가장 많이 연구된 부분 중 하나로, 피브리노겐은 흡착된 상태에서만 비활성화 된 혈소판에 결합할 수 있다²⁸.

표면과의 접촉을 증가시키기 위해 흡착된 단백질은 용액에 존재하는 단백질과 결합부위를 경쟁해야 한다. 따라서 용액 내 단백질의 농도가 높거나²² 다른 단백질과 함께 흡착이 일어나야 하면 표면 활성화가 억제될 수 있고, 이는 단백질의 고유기능을 보존하는 기전으로 이용될 수 있다²⁹.

4. 표면 지형적 특성

마이크로미터 수준의 표면특성은 개개의 단백질 분자에 의해 인식되기에는 너무 크다. 그러나 표면 특성이 단백질 분자 자신의 크기 수준과 같은 범위에서 부여된다면 흡착된 단백질의 모양이나 형태를 조절하는 것이 가능할 수 있다. 표면의 곡률로써 단백질 분자의 배열판을 형성한다든지, 단백질 분자의 농도를 조절하는 것이 가능한가와 같은 질문에 답할 수 있게 된다면 표면 단백질의 구조를 통해 활성을 조절하는 것이 가능해질 것이다. 특히 치과용 임플란트로 이용되는 티타늄의 경우 다양한 표면 처리법이 개발되어 이것이 단백질의 흡착과 세포반응에 미치는 영향이 활발히 연구되고 있다.

Sela et al.³⁰은 연구에서 티타늄 디스크를 몇 가지 방법으로 처리하여 서로 다른 표면특성, 특히 표면의 기하학적 상태를 달리 한 뒤 혈장 단백질의 부착을 관찰하였다. 이들은 티타늄 디스크를 각각 기계절삭, 산부식, 산부식 후 블라스팅한 뒤 표면특성을 SEM, AFM, XPS, 접촉각 측정 등으로 조사하고, 사람의 혈장에 24시간 동안 담근 후 흡착된 단백질을 조사하였다. 표면조도는 산부식 후 블라스팅한 시편에서 가장 높게 나타났는데, 이 시편의 표면은 매우 불규칙한 상태로 20-50 μm 와 0.5-1 μm 정도의

함요부가 모두 나타났으며 5-50 μm 의 알루미늄 입자도 박혀 있는 것으로 확인되었다. 표면의 형태는 블라스팅으로 생성된 넓은 분화구 형태와 산부식으로 인한 작은 함몰부들이 관찰되었다. 이러한 삼차원적 변화는 표면적의 증가를 가져옴으로써, 단백질의 흡착이 산부식 후 블라스팅한 표면에서 가장 높게 나타난 이유가 되었을 것이라 추정된다. 표면 검사 결과 산부식과 블라스팅은 티타늄 표면의 화학적 조성에는 별다른 변화를 가져오지 않고, 표면조도나 기하학적 특성에 주된 변화를 가져온 것으로 나타났다.

표면조도의 변화는 표면에너지와 연관이 있는 것으로 알려져 있다. 표면에너지는 앞서 다루었던 접촉각(contact angle)이나 젖음성(wettability)과 같은 지표로 측정 되는데, 티타늄 표면을 처리함으로써 발생하는 표면조도의 변화가 이들에게도 영향을 미친다는 매우 흥미로운 연구가 있다. Rupp et al.³¹은 티타늄 표면을 large grit blasting 후 산부식까지만 한 경우(GA), 이후에 중화시킨 경우(GAN), 또는 산화시킨 경우(GAO)에 표면의 물리적 특성과 그에 따른 피브로넥틴의 부착 차이를 알아보았다. 이 연구에서 주목할 점은 Dynamic Contact Angle analysis(DCA)의 사용으로, 시간에 따른 접촉각, 즉 표면의 친수성의 변화에 대한 정보를 제공한다는 점이다. Fig. 2는 DCA의 원리를 간단히 보여준다.

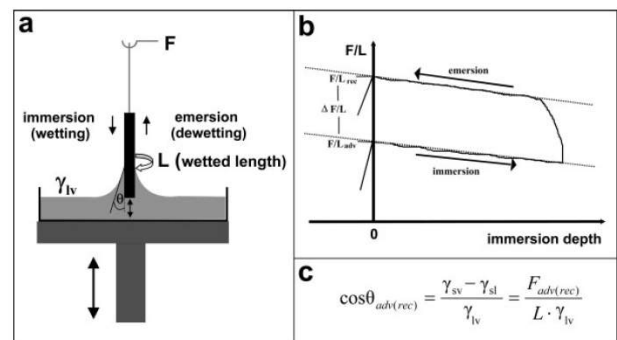


Fig. 2. dynamic contact angle analysis의 원리³¹

대조군으로 사용된 macrostructured surface를 갖는 표면에서는 immersion depth와 횡수에 따른 접촉각의 결과가 일관성을 가졌다. 그러나 실험군 중 GAO는 처음에는 소수성이었던 표면이 immersion 횡수가 증가함에 따라 점진적으로 친수성으로 변했으며, GAN과 GA는 맨 처음 immersion에서만 소수성을 보인 뒤 두 번째부터는 확연한 친수성으로 변해 그 상태가 유지되었다. 또한 표면조도의 측정 시에도 흔히 사용하는 지표 인 Ra(average roughness; Rmax 등과 함께 표면 고도, z축 특성을

나타냄) 대신 xy 평면에서 표면의 입체적 구성을 나타내는 지표인 hybrid parameter를 측정하였는데, Ra나 Rmax에서는 유의미한 차이가 나타나지 않은 반면 hybrid parameter는 실험군이 대조군에 비해 높게 나타나 표면적의 증가를 암시하였다. 이 같은 결과는 SEM으로 확인한 실험군의 표면상태를 설명하는데 도움이 된다. SEM에서 나타난 GAN의 표면은 특징적으로 각각 100 μ m 크기의 함몰부 내부에 12-75 μ m 크기의 함몰부가 여럿 존재하고, 그 안에 다시 1-5 μ m의 스케일을 갖는 함몰부가 존재하는, 위계적(hierarchical)인 구조로 나타났다 (Fig.3).

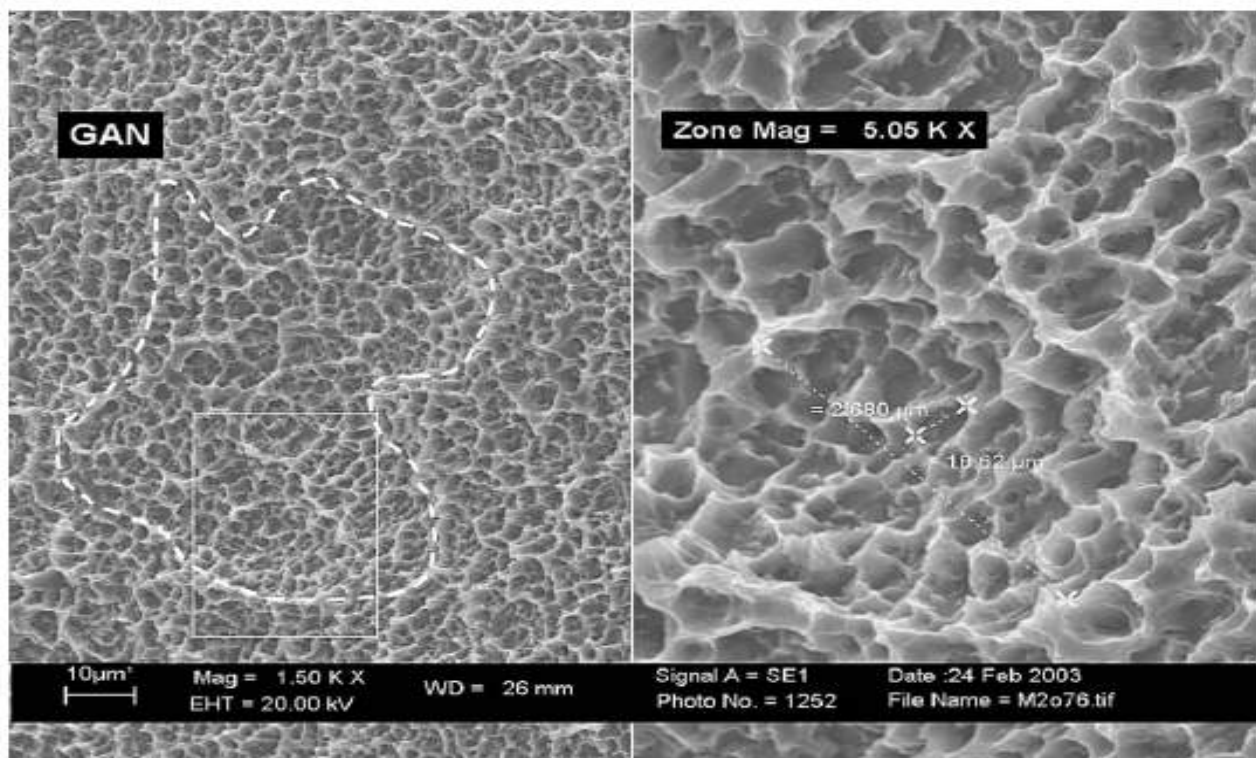


Fig. 3. GAN(grit-blasting/acid-etching/ neutralization) 시편의 SEM observation: 위계적 구조를 갖는 여러 스케일의 함몰이 확인된다³¹.

Rupp et al.³²은 이와 같은 특성으로 DCA(dynamic contact angle analysis) 분석에서 나타난 결과를 설명하기 위해서, Herminghaus가 식물체 잎의 초소수성을 설명하기 위해 제안한 이론을 도입하였다. 먼저 위계적인 구조로 함몰부가 존재하고, 접촉각이 90도 이하일 때 최소한의 돌출부가 존재함을 기본적으로 가정하였다. 처음에 액체를 밀어내는 상태에서는 액체가 함몰부 위에 걸쳐있는 양상으로 macroscopic contact angle이 증가되다가, 액체가 함몰부 내부를 채우고 들어가면 표면은 접촉각이 0에 가까워져 확인한 친수성 상태로 나타나는 것이다. 이 때 처음에 일시적으로 나타나는 소수성 상태를 roughness-induced hydrophobicity라

하였다. 이 같은 연구를 기반으로 이후에 Rupp et al.³²은 티타늄 표면 가공 시 protective gas condition에서 표면을 거칠게 한 뒤 액체를 처리하여 소수성이 유도되지 않도록 함으로써, 탄화수소에 의한 오염을 줄이고 표면에너지 높이는 방법을 고안하기도 하였다.

피브로넥틴을 흡착시킨 결과도 흥미롭다. 이전에도 cp(commercially pure)-Ti에 흡착된 피브로넥틴은 표면의 친수성을 상당히 감소시킨다는 보고가 있었다³³. 면역학적 방법으로 실험군 표면의 피브로넥틴 양을 측정한 결과 GA와 GAN에서 가장 많은 피브로넥틴이 확인되었고 DPS가 그 다음이었으며, GAO는 가장 낮은 흡착량을 보였다. DCA로 측정한

결과는 흡착이 진행됨에 따라 표면의 친수성이 증가하였음을 보여준다. GAO의 낮은 흡착률이 친수성으로 변하기까지 상대적으로 오랜 시간이 걸린 결과라고 해석한다면, 표면의 성질이 단백질의 흡착에 영향을 준 것이라고 볼 수 있다.

산부식과 SLA(sandblasted/acid-etched)를 사용한 Zhao³⁴의 실험은 표면 조도와 표면 에너지 사이에서 synergistic effect를 가진다고 보고했다. 이 실험에서는 각각 0.2 μ m, 0.83 μ m, 3-4 μ m의 표면조도를 갖는 평활면, 산부식면, SLA표면의 티타늄 시편과, 산부식면과 SLA면에 추가로 표면처리를 가해 부동태화(passivation)가 덜 되어 표면에너지가 높은 채로 남아있는 산부식-추가 처리면과 SLA-추가 처리면까지 다섯 종류의 시편을 사용하였다. 사람의 조골세포를 대표한다고 할 수 있는 세포주인 MG63 세포를 각 시편에서 배양하여 세포의 형태와 분화도, 활동도를 확인하였다. Osteoprotegerin의 생성량을 비교한 결과 평활면과 산부식면은 큰 차이가 없었고, 산부식면과 비교할 때 추가 처리된 산부식면은 30%, SLA면은 70%의 증가가 나타났고, 추가 처리된 SLA면은 250%의 증가가 나타났다. 이 같은 경향은 TGF-beta1, PGE-2에서도 유사하게 나타나, 높은 표면에너지와 마이크로미터 이하의 표면조도가 synergistic effect를 보임이 확인되었다.

양극 산화는 티타늄 시편을 전해질 용액에 담근 뒤 전압을 걸어 산화가 일어나도록 하는 것으로 티타늄 표면에 산화티타늄(TiO₂) 층이 형성된다. 앞서 언급했듯이 티타늄은 공기 중에서 바로 자발적으로 산화막을 형성하지만, 양극 산화를 거친 산화티타늄 층은 다공성의 특성을 갖게 되어 골조직과 유사한 구조를 갖게 되기 때문에, 표면의 기하학적 형태의 변화가 생물학적 활성에 미치는 영향이 주목받고 있다. 양극 산화와 관련하여 최근에 많은 실험이 이루어지고 있는데, 주로 조골세포의 반응을 살펴보는 실험들이 많으며, 최근에는 부착 단백질과의 관계에 관한 연구도 이루어지고 있다. Yao et al.³⁵에 따르면 나노튜브 구조의 표면을 갖는 양극산화된 티타늄 면에 칼슘 침착이 눈에 띄게 증가하였고, Yang et al.³⁶은 양극산화된 티타늄 표면에 형성된 산화막이 수산화인회석의 침착을 용이하게 하여 생물학적 활성도에 영향을 미친다고 하였다.

III. 결론

임플란트 표면의 물리, 화학적 특성은 표면기질의 작용기와 단백질의 작용기 사이에 일어나는 상호작용을 통해 흡착이 일어나는 속도와 흡착되는

양, 그리고 흡착된 단백질의 구조에도 영향을 미친다. 표면의 화학적 특성을 변화시켜 전기적 상호작용이나 소수성 상호작용이 달라지게 함으로써 단백질이 표면에 더 큰 친화성을 갖도록 할 수 있다. 흡착될 단백질의 외면의 특성은 단백질이 어떻게 결합하는지를 결정하는 중요한 요소이다. 표면의 특성을 나타내는 각 변수가 미치는 영향을 완전히 분리하기는 어려우나, 부착 관련 단백질의 기능을 촉진하는 표면은 대개 친수성이며 음전하로 대전된 경우였다. 표면의 기하학적 특성에 변화를 가져오는 표면처리 방법들은 대개 표면조도를 증가시켜, 표면 에너지와 표면적의 증가를 통해 단백질의 흡착을 증진시키는 효과가 있는 것으로 보인다.

표면의 화학적 패턴화를 통해 단백질의 부착양상을 변화시킬 수 있음이 알려져 있긴 하지만, 흡착된 단백질의 구조나 방향성에 대해 어느 정도의 조절능력을 갖는지는 아직까지 구체적으로 알려져 있지 않다. 단백질과 표면의 상호작용이 단백질의 변성을 유도한다는 제안이 있었지만 흡착된 단백질의 초박막을 조사하는 방법으로도 아직까지는 단백질 구조의 정확한 확인이 이루어지지는 못했고 다만 구조적, 방향적 변화가 있음이 확인되는 수준이었다. 더 많은 연구가 필요하다.

References

1. Wilson CJ, Clegg RE, Leavesley DI, Pearcy MJ. Mediation of biomaterial-cell interactions by adsorbed proteins: a review. *Tissue Eng.* 2005;11(1-2):1-18.
2. Collier TO, Jenney CR, DeFife KM, Anderson JM. Protein adsorption on chemically modified surfaces. *Biomed Sci Instrum.* 1997;33:178-83.
3. Taborelli M, Eng L, Descouts P, Ranieri JP, Bellamkonda R, Aebischer P. Bovine serum albumin conformation on methyl and amine functionalized surfaces compared by scanning force microscopy. *J Biomed Mater Res.* 1995;29:707-14.
4. Scotchford CA, Gilmore CP, Cooper E, Leggett GJ, Downes S. Protein adsorption and human osteoblast-like cell attachment and growth on alkylthiol on goldself-assembled monolayers. *J Biomed Mater Res.* 2002;59:84-99.
5. Mrksich M. What can surface chemistry do for cell biology? *Curr Opin Chem Biol.* 2002; 6(6):794-7.
6. Murphy WL, Mercurius KO, Koide S, Mrksich

- M. Substrates for cell adhesion prepared via active site-directed immobilization of a protein domain. *Langmuir*, 2004;20:1026-30.
7. Pitt WG, Grasel TG, Cooper SL. Albumin adsorption on alkyl chain derivatized polyurethanes. II. The effect of alkyl chain length. *Biomaterials*, 1988;9:36-46.
8. Pitt WG, Cooper SL. Albumin adsorption on alkyl chain derivatized polyurethanes: I. The effect of C-18 alkylation. *J Biomed Mater Res*, 1988;22:359-82.
9. Ta TC, McDermott MT. Mapping interfacial chemistry induced variations in protein adsorption with scanning force microscopy. *Anal Chem*, 2000;72:2627-34.
10. Vogler EA. Water and the acute biological response to surfaces. *J Biomater Sci Polym Ed*, 1999;10:1015-45.
11. Yoon RH, Flinn DH, Rabinovich YI. Hydrophobic Interactions between Dissimilar Surfaces. *J Colloid Interface Sci*, 1997;185:363-70.
12. Berg JM, Eriksson LGT, Claesson PM, Borge KGN. Three-component Langmuir-Blodgett films with a controllable degree of polarity. *Langmuir*, 1994; 10:1225-1234.
13. Haynes CA, Norde W. Globular proteins at solid/liquid interfaces. *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*, 1994;2:517-566.
14. Vogler EA. Structure and reactivity of water at biomaterial surfaces. *Adv Colloid Interface Sci*, 1998;74:69-117.
15. Hanein D, Geiger B, Addadi L. Fibronectin adsorption to surfaces of hydrated crystals: An analysis of the importance of bound water in protein substrate interactions. *Langmuir*, 1993;9:1058-1065.
16. Roach P, Farrar D, Perry CC. Interpretation of protein adsorption: surface-induced conformational changes. *J Am Chem Soc*, 2005;127:8168-73.
17. Vertegel AA, Siegel RW, Dordick JS. Silica nanoparticle size influences the structure and enzymatic activity of adsorbed lysozyme. *Langmuir*, 2004;20:6800-7.
18. Horbett TA. Proteins: Structure, properties, and adsorption to surfaces. In: Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE eds. *Biomaterials Science*. San Diego, CA: Academic Press, 1996;pp.133-141.
19. Slack SM, Horbett TA. Changes in the strength of fibrinogen attachment to solid surfaces: An explanation of the influence of surface chemistry on the vroman effect. *J Colloid Interface Sci*, 1989;133:148-165.
20. Arai T, Norde W. The behavior of some model proteins at solid-liquid interfaces. 2. Sequential and competitive adsorption. *Colloids and surfaces*, 1990;51:17-28.
21. Arai T, Norde W. The behavior of some model proteins at solid-liquid interfaces. 1. Adsorption from single protein solutions. *Colloids and surfaces*, 1990;51:1-15.
22. Norde W, Giacomelli CE. Conformational changes in proteins at interfaces: From solution to the interface and back. *Macromol Symp*, 1999;145:125-136.
23. Giacomelli CE, Norde W. The adsorption-desorption cycle: Reversibility of the BSA/silica system. *J Colloid Interface Sci*, 2001;233:234-240.
24. Steele JG, McFarland C, Dalton BA, Johnson G, Evans MD, Howlett CR, Underwood PA. Attachment of human bone cells to tissue culture polystyrene and to unmodified polystyrene: The effect of surface chemistry upon initial cell attachment. *J Biomater Sci Polym Ed*, 1993;5:245-273.
25. Schwartz Z, Bell BF, Wang L, Zhao G, Olivares-Navarrete R, Boyan BD. Beta-1 integrins mediate substrate dependent effects of 1 α ,25(OH) $_2$ D $_3$ on osteoblasts. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2007;103:606-609.
26. Schwarz MA, Juliano RL. Surface activation of the cell adhesion fragment of fibronectin. *Exp Cell Res*, 1984;153:550-555.
27. Seiffert D, Smith JW. The cell adhesion domain in plasma vitronectin is cryptic. *J Biol Chem*, 1997;272:13705-13710.
28. Savage B, Ruggeri ZM. Selective recognition of adhesive sites in surface-bound fibrinogen by glycoprotein IIb-IIIa on nonactivated platelets. *J Biol Chem*, 1991; 266:11227-11233.
29. Lewandowska K, Balachander N, Sukenik CN, Culp LA. Modulation of fibronectin adhesive functions for fibroblasts and neural cells

- by chemically derivatized substrata. *J Cell Physiol*, 1989;141:334-345.
30. Sela MN, Badihi L, Rosen G, Steinberg D, Kohavi D. Adsorption of human plasma proteins to modified titanium surfaces. *Clin Oral Implants Res*, 2007; 18:630-638.
 31. Rupp F, Scheideler L, Rehbein D, Axmann D, Geis-Gerstorfer J. Roughness induced dynamic changes of wettability of acid etched titanium implant modifications. *Biomaterials*, 2004;25:1429-1438.
 32. Rupp F, Scheideler L, Olshanska N, de Wild M, Wieland M, Geis-Gerstorfer J. Enhancing surface free energy and hydrophilicity through chemical modification of microstructured titanium implant surfaces. *J Biomed Mater Res A*, 2006;76:323-334.
 33. MacDonald DE, Markovic B, Allen M, Somasundaran P, Boskey AL. Surface analysis of human plasma fibronectin adsorbed to commercially pure titanium materials. *J Biomed Mater Res*, 1998;41:120-130.
 34. Zhao G, Raines AL, Wieland M, Schwartz Z, Boyan BD. Requirement for both micron- and submicron scale structure for synergistic responses of osteoblasts to substrate surface energy and topography. *Biomaterials*, 2007;28:2821-2829.
 35. Yao C, Slamovich EB, Webster TJ. Enhanced osteoblast functions on anodized titanium with nanotube-like structures. *J Biomed Mater Res A*, 2008;85:157-166.
 36. Yang B, Uchida M, Kim HM, Zhang X, Kokubo T. Preparation of bioactive titanium metal via anodic oxidation treatment. *Biomaterials*, 2004;25:1003-1010.

임플란트 식립부위에서 교원질막, 천공형 티타늄막을 이용한 골유도재생술 결과 ;증례 보고

이현기, 김영래, 고경우, 이호현, 정명진, 이현수, 양수남
한국병원 구강악안면외과

Results of guided bone regeneration using collagen membrane and titanium on dental implant placement area; A case report

Hyeon-gi Yi, Young-rae Kim, Kyung-woo Ko, Hyo-hun Lee, Myung-jin Jung,
Hyun-su Lee, Su-nam Yang
Department of Oral and Maxillofacial surgery, Hankook Hospital

Corresponding Author : Su-nam Yang
Department of Oral and Maxillofacial surgery, Hankook Hospital
125-5, Yeongun-dong, Sangdang-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea
TEL : +82-43-222-6175 FAX : +82-43-255-7007 E-mail : sny1110@nate.com

Abstract

Successful dental implant placement requires adequate height and width of bone. Vertical and horizontal bone resorption of edentulous alveolar ridge is a major cause resulting in failure of dental implant placement. There are several methods for recovery of alveolar bone loss. But guided bone regeneration has been usually used. Guided bone regeneration is the method inducing the differentiation and proliferation of osteoblast, using barrier membrane for preventing the migration of epithelium. Barrier membrane must satisfy criteria such as biocompatibility, tissue integration, cell occlusion, mechanical stability, clinical manageability. We compared results of guided bone regeneration using non-absorbable barrier membrane(titanium mesh) and absorbable barrier membrane(collagen membrane) in mandible of one patient. In newly formed tissue biopsy, we found new bone formation. In one patient with atrophied alveolar ridge, guided bone regeneration using titanium mesh and collagen membrane was performed. In this case, favorable results was obtained, so we report it with review of relevant literature.

Key words : dental implant, guided tissue regeneration, fractal

1. 서론

임플란트의 성공은 식립부위의 적절한 양의 골높이와 골폭을 필요로 한다. 식립 부위의 골부족은 임플란트 식립시 어려움을 야기하는 주된 요인이다. 골결손부의 회복을 위한 다양한 골이식술이 존재하는 가운데 차폐막을 이용한 골유도재생술이 보편적으로 사용되고 있다. 골유도재생술은 차폐막을 이용하여 상부 치은조직으로부터 섬유아세포의 유입을 차단하여 잔존 골조직으로부터 골세포의 분화 및 증식을 유도하는 술식으로 차폐막은 생체적합성, 세포 차단성, 조직결합성, 공간유지능, 조작 편의성을 갖추어야 한다¹. 차폐막은 생체내에서 분해 여부에 따라 흡수성 차폐막과 비흡수성 차폐막으로 구분된다. 본 증례에서는 임플란트 식립부위에서 차폐막을 이용한 골유도재생술을 시행한 뒤 차폐막에 따른 골형성능력을 비교하기 위해 흡수성 차폐막으로 교원질막(Lyoplant, B Braun, Germany)을 사용하였고, 비흡수성 차폐막으로 천공형 티타늄막(Ti-mesh, Neobiotech, Seoul)을 사용하였다. 교원질막은 제거를 위한 수술이 필요치 않다는 장점이 있지만 차폐막의 분해시기가 골형성 과정에 영향을 미칠 수 있고, 골이식재의 형태를 안정적으로 유지할 만한 강도가 부족하다². 반면에 천공형 티타늄막은 분해되지 않아 안정적으로 골형성을 돕고, 골이식재의 형태를 유지할 만한 강도를 지니고 있지만, 제거를 위한 수술이 필요하다는 단점이 있다³. 본 증례는 좌우측 하악 대구치부에 골흡수 소견을 보이는 환자에게 교원질막, 천공형 티타늄막과 함께 수산화인회석과 베타삼인산칼슘으로 구성된 합성골(Osspol, Dongsung biopol, Korea)을 이용한 골유도재생술을 시행 한 뒤 얻은 결과를 비교한 증례로 양호한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

2. 증례보고

71세 남자 환자가 임플란트 식립을 원한다는 주소로 내원하였다. 임상적, 방사선학적 검사 결과 #12 임플란트의 동요도, #25, 27 치아의 우식 및 동요도가 존재하였고, 하악은 두개의 임플란트로 유지되는 임플란트 유지형 피개 의치를 사용하고 있었다. 상악의 동요도가 존재하는 임플란트 제거 및 치아 발거를 시행한 뒤 임플란트를 식립하였고, 하악은 #31, 34, 36, 37, 41, 46, 47 부위에 임플란트를 식립하였다(그림.1). #36, 37 부위에는 수산화인회석과 베타삼인산칼슘으로 구성된 합성골(Osspol)과 천공형 티타늄막(Ti-mesh)을, #46, 47 부위에는 동일한 합성골(Osspol)과 흡수성 교원질막(Lyoplant)를 이용한 골유도재생술을 하였다. 식립 8개월후 임플란트 2차 수술을 하였고, 환자 동의하에 골조직을 채취하여 비교하였다.

(1) 육안 비교

차폐막을 제거한 뒤 새로 형성된 조직을 탐침으로 검사하여 탐침이 들어가는 깊이를 육안으로 비교하였다. 탐침으로 검사시 우측(Osspol, Lyoplant)은 탐침이 들어갈 정도의 강도를 보였고, 좌측(Osspol, Ti-mesh)은 탐침이 들어가지 않을 정도의 강도를 보였다(그림. 2).

(2) 파노라마사진 비교

1) 프랙탈 분석

프랙탈은 작은 구조가 전체 구조와 비슷한 형태로 끝없이 되풀이 되는 구조를 뜻하는 용어로, 골소주는



그림. 1 (좌) 초진시 파노라마



(우) 임플란트 식립 직후 파노라마

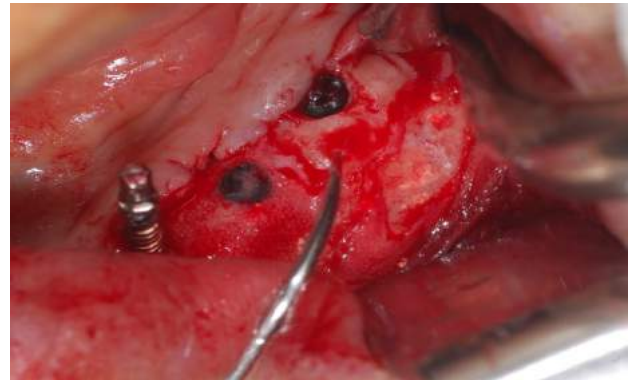
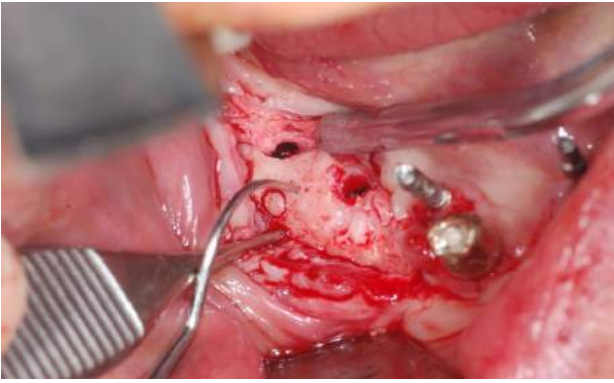


그림. 2 육안비교 (좌)탐침으로 검사시 탐침이 들어감(우측, Osspol, Lyoplant),
(우)탐침으로 검사시 탐침이 들어가지 않음 (좌측, Osspol, Ti-mesh)

자기 유사성의 특징을 갖는데 이것은 프랙탈의 특징이다⁴. 방사선 사진상에서 계산된 프랙탈 차원값은 치조골의 형성 정도에 대한 정보를 제공한다고 알려져 있다⁵. 프랙탈 분석은 White와 Rudolph에 의해 고안된 방법을 사용하였다⁶. 임플란트 2차수술을 시행하여 차폐막을 모두 제거하고 파노라마 촬영을 시행한 후 파노라마 사진을 8비트 그레이스케일 이미지로 변환하였다. 하악 제1, 2 대구치 부위에 식립된 임플란트 사이의 골이식 부위에 40X50픽셀 크기의 관심영역을 설정하였다 (Adobe photoshop 7.0, Adobe systems Inc, San Jose, CA, USA)(그림. 3). 설정된 관심영역에 가우시안 필터를 적용한 후 원래 이미지에서 필터를 적용한 이미지를 공제하여 128을 가산, 이진화 이미지로 변환하였다.

침식과 팽창 연산을 1회 시행하여 골격화 이미지로 변환하였다. 프랙탈 차원값은 box counting method로 계산하였다 (ImageJ 1.45S, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA). 차원값은 우측 0.8803, 좌측 0.9251로 계산되었다 (그림. 4).

2) 그레이스케일 비교

관심영역의 그레이스케일을 측정(Adobe photoshop 7.0)하였다. 측정값은 우측 92.04, 좌측 94.79로 측정되었다.

3) 생검(H&E염색, 광학현미경, X100배)두 표본 모두에서 신생골 형성이 관찰되었다(그림. 5).

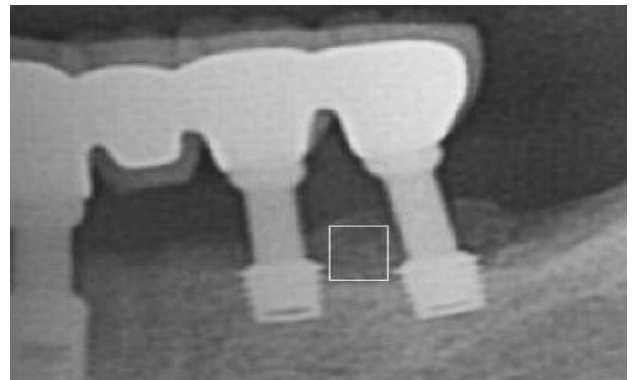
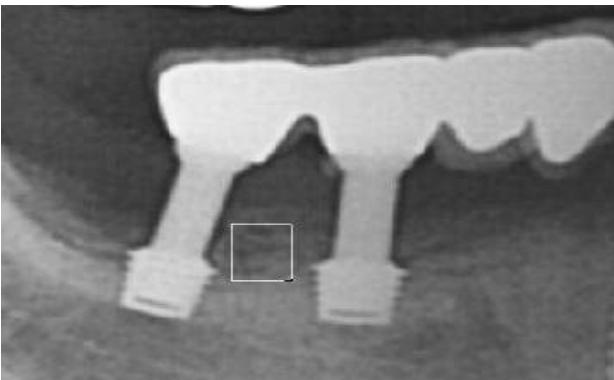


그림. 3 관심영역 설정

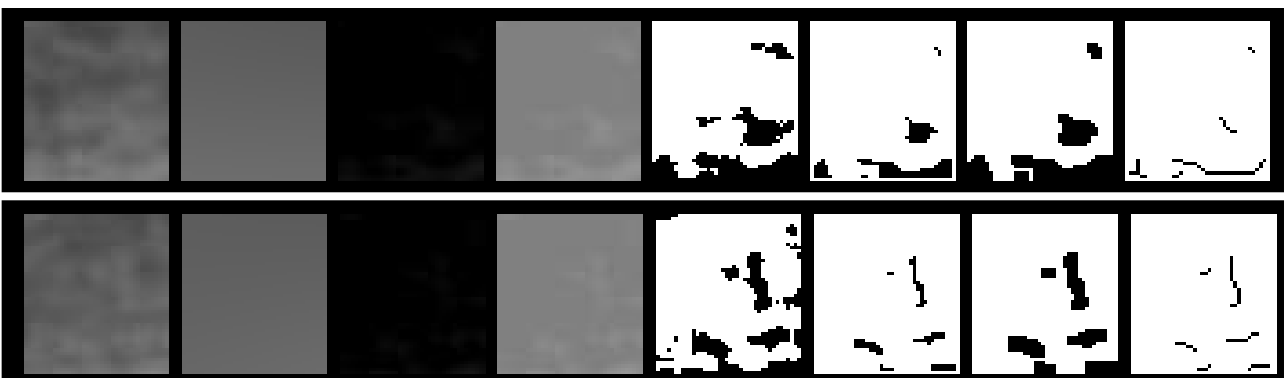


그림. 4 프랙탈 변환 (상)우측 관심영역, (하)좌측 관심영역

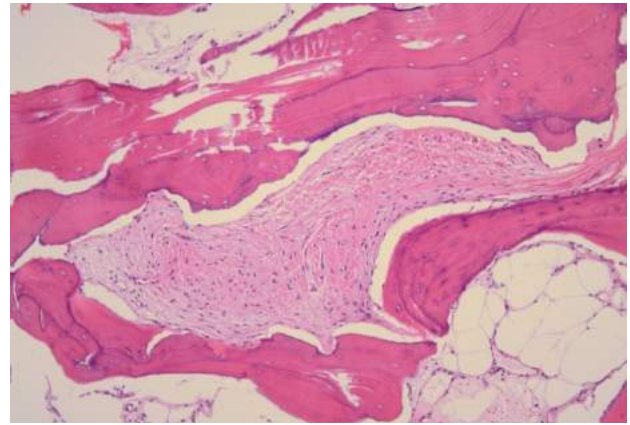
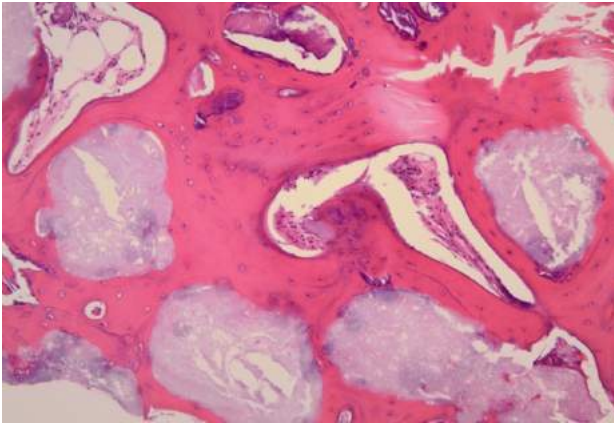


그림. 5 생검 (좌)합성골 주변으로 교직골 형성이 관찰됨
(우)교직골 형성이 관찰됨(H&E 염색, 광학현미경, 100배)

3. 고찰

교원질막 (Lyoplast)과 천공형 티타늄막 (Ti-mesh), 그리고 합성골 (Osspol)을 이용한 골유도 재생술 부위를 다양한 방법을 이용하여 비교하였다. 육안 검사시 천공형 티타늄막 (Ti-mesh)을 사용한 부위가 교원질막 (Lyoplast)을 사용한 부위보다 탐침이 들어가지 않을 정도로 강도가 강하였다. 파노라마 사진 분석 결과 천공형 티타늄막 (Ti-mesh)을 사용한 부위의 프랙탈 차원값이 더 컸고, 이것은 골 소주가 상대적으로 더 치밀한 것을 의미한다. 또한 천공형 티타늄막 (Ti-mesh)을 사용한 부위의 그레이스케일 값이 더 컸고, 이것은 파노라마사진에서 상대적으로 골밀도가 더 높다는 것을 의미한다. 생검 결과에서는 골유도재생술을 시행한 좌우 부위에서 모두 교직골이 관찰되었다. 본 증례에서는 천공형 티타늄막 (Ti-mesh)과 합성골 (Osspol, 수산화인회석, 베타삼인산칼슘)을 사용하여 골유도재생술을 시행한 부위가 교원질막 (Lyoplast)을 사용한 부위보다 임상적으로 양호한 골형성이 관찰되었다. 하지만 단일 증례로부터 얻어진 결과이므로 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각한다.

References

1. Hämmerle CH, Jung RE. Bone augmentation by means of Barrier membranes. *Periodontol* 2000 2003; 33: 36–53.
2. von Arx T, Buser D. Horizontal ridge augmentation using autogenous block grafts and the guided bone regeneration technique with collagen membranes: a clinical study with 42 patients. *Clin Oral Implants Res* 2006;17: 359–366.
3. Roccuzzo M, Ramieri G, Spada MC, Bianchi SD, Berrone S. Vertical alveolar ridge augmentation by

means of a titanium mesh and autogenous bone grafts. *Clin Oral Implants Res* 2004;15:73–81.

4. Wilding RJ, Slabbert JC, Kathree H, Owen CP, Crombie K, Delport P. The use of fractal analysis to reveal remodelling in human alveolar bone following the placement of dental implants. *Arch Oral Biol* 1995;40:61–72.
5. Southard TE, Southard KA, Jakobsen JR, Hillis SL, Najim CA. Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;82:569–76.
6. White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88:628–35.

교정용 L자형 미니플레이트를 이용한 구치부 직립 : 임플란트 식립을 위한 공간 확보

안장훈¹, 박영주², 강민나², 김민진², 조영석², 안소미²
¹한림대학교 강남성심병원 치과 교정과, ²한림대학교 강남성심병원 구강외과

Molar uprighting using modified L type mini-plate

Jang-hoon Ahn¹, Young-ju Park², Min-na Kang², Min-jin Kim²,
Young-serk Cho², So-mi Ahn²

¹Department of Orthodontics, ²Department of Oral and Maxillofacial Surgery
Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University.

Corresponding author : Young-Ju Park, DDS, MSD, PhD.

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University, 948-1 Daerim
1-dong, Yeongdeungpo-gu, Seoul, Korea
Tel : +82-2-829-5233 E-mail : yzpark@hallym.or.kr

Abstract

구치부에서 치아 결손 시, 빈 공간으로 인접치아가 경사이동 하는 경향이 있다. 이런 이유로, 결손 된 치아의 임플란트 치료나 보철치료를 위해서 경사된 인접치의 직립이동이 필요한 경우가 종종 있다. 구치부 직립에는 여러 방법이 제시되어 왔으나, 최근 골성 고정원의 등장으로 구치부 직립이 보다 쉽게 가능해졌다. 티타늄 미니 스크류를 이용하는 방법은 간단하고 쉽지만, 미니 스크류가 연조직에 덮여 탄성고무줄을 걸기 어려운 단점이 있다. 미니 플레이트는 이러한 단점이 없고, 구치를 여러 방향으로 이동시킬 수 있는 장점이 있다. 또한 간단한 교정장치인 버튼, 탄성 고무줄, 미니 플레이트 만으로 경사이동 된 구치를 쉽게 치료할 수 있다. 본 증례보고에서는, 변형된 L자 형태의 미니 플레이트를 이용하여, 보철치료나 임플란트 식립 전 구치부를 직립시킨 증례를 소개하고자 한다.

Key words : Tooth uprighting, Bone plate, Orthodontic anchorage, Dental implant.

1. Introduction

Molars and premolars are prone to tilt into missing teeth area. Therefore, molar uprighting is a crucial preparation step for implant placement and prosthetic treatment in missing area. There have been various orthodontic methods to upright molars. Roberts et¹ al suggested an uprighting spring and Kodod² also reported a piggyback molar uprighting spring. Tulloch³ recommended several types of methods to upright mesially tilted molars. Even though they are efficient tools to upright molars, they have inconveniences such as complicated wire bending, brackets bonding on several teeth, and a retainer as anchorage preparation. Recently, skeletal anchorage systems have been developed. Thus, Giancotti⁴ used a titanium mini-screw to treat ectopic mandibular second molar. A titanium mini-screw is a very easy and simple appliance with lingual button and elastic thread for molar control. A titanium mini-screw should be placed on retromolar area for these purposes. However, the head of a mini-screw is often embedded with soft tissue because of growth of redundant retromolar area's mucosa as makes it difficult to engage elastic thread. Miyahira et al⁵ placed a 4-hole T-shaped titanium mini-plate on retromolar area through surgical procedure to treat a mandibular second molar impaction. They controlled the mesially impacted molar efficiently with elastic chain and a metal bracket bonded on an impacted mandibular second molar. And, a mini-

plate is a very reliable therapeutic method not to worry about covering the head of mini-plate by soft tissue overgrowth. Nonetheless, there are few designs and products of mini-plates as skeletal anchorages for molar control. So, this article introduces a modified L-type mini-plate which is designed for convenient surgical placement and easily engaging elastic chain on hook of it to control mesially tilted molars before implant placement and prosthesis.

2. Surgical procedure (Fig.1)

The surgical procedure was performed by an oral and maxillofacial surgeon and a modified L type titanium mini-plate was fixed with two 1.6 mm of diameter and 6.0 mm of length anchoring mini-screws (Orthoplate, MCT Co., South Korea). The surgical approach consisted of an incision in the alveolar buccal mucosa, 2 cm distal to the mandibular right second molar, following the external oblique line of the mandible. After the muco-periosteal flap was elevated, the mini-plate was fixed by using two screws, whereas the mini-plate's hook part remained exposed in the oral cavity, practically under the occlusal plane in a vestibular direction. The flap was sutured with 3-0 twisted silk (Silkam, B. Brown Co. Ltd., Germany). The patient took medical medicines with Talniflumate 370mg(Talos) 1 tablet two times a day for 5 days, and Cefuroxime axetil 250mg(Cefurotil) 1 tablet for 5 days. Mouth rinsing with



Fig.1 Surgical placement procedure of modified L type mini-plate

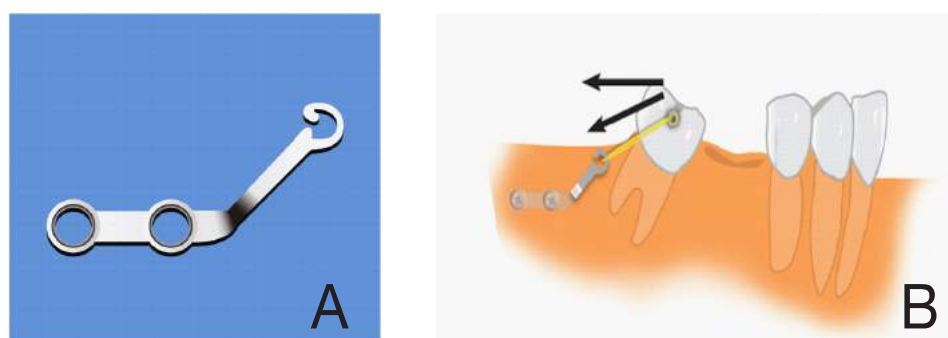


Fig.2 Schematic illustrations and biomechanics of modified L type mini-plate



Fig.3 Intraoral photos using modified L type mini-plate for molar uprighting

Chlorhexidine 0.1% gargle solution (Hexamedine) 100ml was prescribed.

Case 1

A 26 year-old man visited Department of Oral and Maxillofacial surgery in our hospital to take implant prosthesis on right and left first molar area. He had no specific medical history. Right and left second molars were mesially tilted on missing area for long missing period (Fig.4). The angles between molars' long axis and vertical line parallel to outline of panoramic view were measured. The right molar showed 50° and the left molar showed 40° . So, it was needed to upright second molars for proper prosthesis. Fig.2A

shows schematic illustrations of modified L type mini-plate and action mechanism of uprighting molars (Fig.2B). Modified L type mini-plate was installed in the mandibular ramus to improve and facilitate mechanical uprighting of the teeth. A lingual buttons were bonded on the mesial surface of the mesially tilted molars (Fig.3). Application of orthodontic force with elastic chain was applied between lingual button and hook of mini-plate at one week after placing the mini-plate. Fig.5 shows the intraoral photos and panoramic view after orthodontic treatment. Lower second molars were in proper upright position to place prosthesis. The angle improvement was about 20° through orthodontic treatment on both sides. Final implant and prosthesis were placed on lower first molar areas. Total orthodontic treatment period was about 6 months.

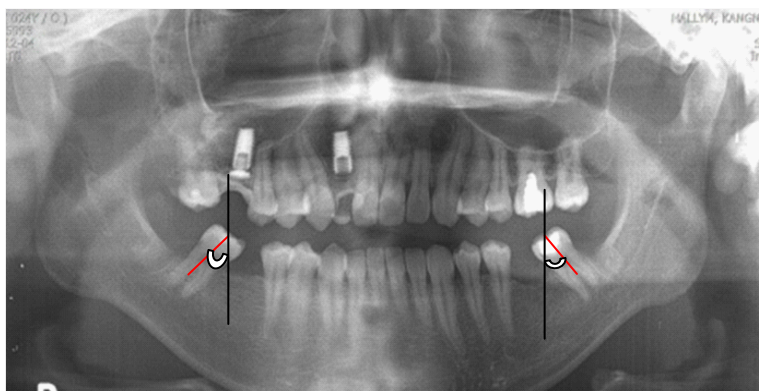


Fig.4 Initial intraoral photos and panoramic view

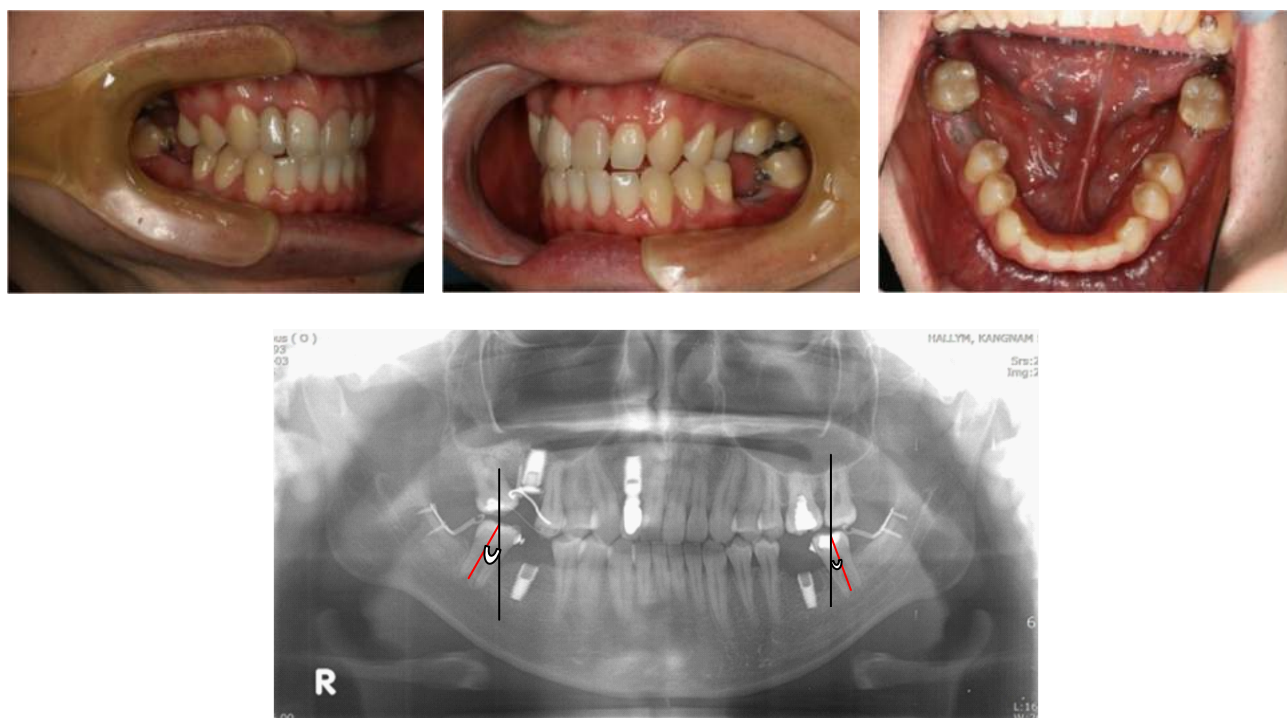


Fig.5 Intraoral photos and panoramic view after orthodontic treatment.



Fig.6 Intraoral photos after implant placement and prosthetic treatment

Case 2

A 22 year-old girl wanted to receive implant prosthesis on lower left first molar. Fig.7 shows initial intraoral condition and the position of lower left second molar on panoramic view. Lower second molar was moderately tilted in mesial direction. The angulation relative to

vertical line parallel to the outline of panoramic view was 40° . And, the patient wanted to take orthodontic treatment on other teeth. So, modified L type mini-plate was placed on the retromolar area with same methods and procedures of case 1. One modified L type mini-plate and two anchoring mini-screws with 1.6 mm of diameter and 6.0 mm of length were used

for molar control. A lingual button was bonded on mesial surface of lower left second molar (Fig.8). Elastic chain was used to upright molar and elastic chain was changed at every other week to load continuous light force. Brackets were bonded on other teeth to correct alignment. However, no bracket and wire were used on

lower left second molar to be uprighted. The angulation of the molar was improved up to 25° . Intraoral photo and panoramic view shows temporary crown of lower second molar and implant placement after orthodontic treatment (Fig.9). Total orthodontic treatment period was 7 months.

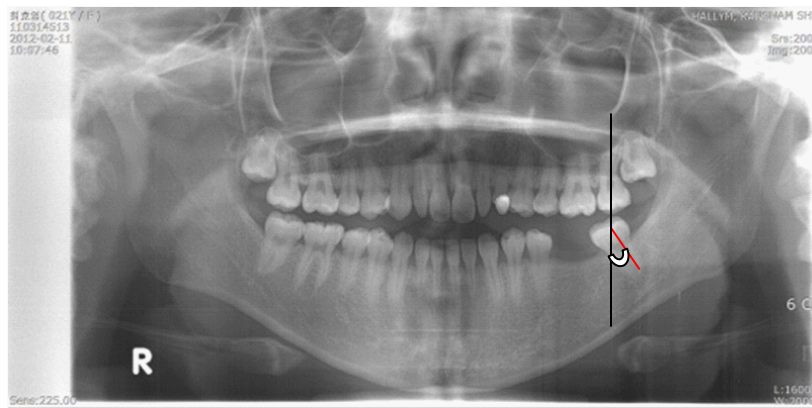


Fig.7 Initial intraoral photo of lower arch and panoramic view

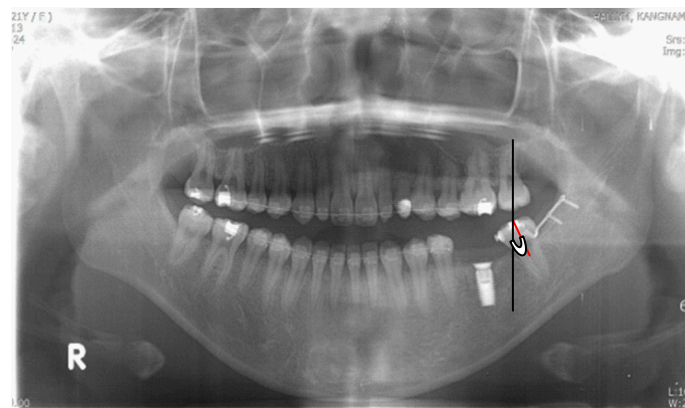


Fig.8 Intraoral photos and panoramic view during orthodontic treatment



Fig.9 Intraoral photo and panoramic x-ray after implant placement and temporary prosthesis

3. Discussion

Two cases in this article were introduced to show the procedure treating mesially tilted mandibular second molar orthodontically with modified L type mini-plate. When a posterior molar is lost, the adjacent teeth usually tip, drift and rotate. As molars tip and migrate mesially, several problems can occur⁶. I.e., mesial gingival tissue becomes folded and distorted, forming pseudo-pocket. According to Page and Schroeder⁷, the accumulation of bacterial plaque on pseudo-pocket area can cause direct damage the periodontium through the elaboration of potentially toxic and antigenic bacterial substances. And, Zander and Polson⁸ reported periodontal destruction may occur as a result of misdirected occlusal forces. Therefore, uprighting tilted molars is the most important procedure for fixed prosthesis or implant prosthesis without destruction of adjacent periodontium and attachment apparatus.

Case 1 showed two mesially tilted lower right and second molars. The angulation of tilted lower right molar is about 50° relative to vertical line parallel to vertical outline of panoramic view and the angulation of lower left molar is about 40° relative to same line (Fig.4). As a result of orthodontic treatment, the angulations were 30° and 20° respectively, improved by 20° on both sides (Fig.5). Case 2 showed 15° improvement through 7 months orthodontic treatment. The mesio-distal width of lower left first molar area in case 2 became wider than that of normal first molar.

The design of modified L type mini-plate consists of two components (Fig.2A). One is a retentive part, and the other is an elastic engaging part. Two anchoring

mini-screw were placed on a retentive part keeping it on mandibular ramus area. Usually, there are two advantages using this mini-plate. First, an elastic engaging part was totally separated from oral mucosa so that it could not be embedded in oral mucosa. The micro-implant anchorage suggested by Park et al⁹ has same concept of these cases. However, sometimes the head of mini-screw can be covered by overgrowth of oral mucosa or flabby tissue. In that case, it is very difficult to engage elastic chain on the head of micro-implant. Surgical excision with laser or blade is needed to engage elastics.

Another advantage is the capability to control the vector of molar movement (Fig.2B). Numerous methods³ such as molar uprighting spring, T spring, and open coil spring are accompanied by molar extrusion. Kojima et al¹⁰ carried out mechanical analyses of uprighting spring and demonstrated the movement of tilted molar. So, occlusal equilibration is needed to prevent premature contact with opposing teeth. However, this mini-plate can retract molars in backward and downward direction so that the possibility of occlusal premature contact can be minimized or zero.

In these cases, lingual button, elastic chain, and modified L type mini-plate are the only appliances to control tilted molars. Lingual button can be bonded on mesial side of molars and elastic chain is engaged between lingual button and the hook of modified L type mini-plate. In severely tilted molar case, lingual button can be bonded on both buccal and lingual surface of the molar and molar retraction should be performed on both surfaces to prevent rotation of the molar.

Ren et al¹¹ recommended that the optimum force to retract a molar using elastic chain is 100-150g. In these cases, about 150g of force was used and elastic chains were changed at every other week to give continuous force to molars.

The most inconvenient procedure using this method is removal of mini-plate after orthodontic treatment. Flap was elevated through same procedure used for placement of it under local anesthesia. And, two anchoring mini-screws were removed by unscrewing them in the opposite direction. After that, 2 or 3 stitches were sutured to close elevated flap.

4. Conclusion

Modified L type mini-plate can be an efficient and easy appliance to upright mesially tilted molars without occlusal adjustment before implant placement and prosthetic treatment is performed.

References

1. William WR III, Frederic MC, Charles JB. A segmental approach to mandibular molar uprighting. *Am J Orthod* 1982;81:177-184.
2. Melvin K, Harold SK. Molar uprighting with the piggyback buccal sectional arch wire technique. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991;99:276-80.
3. JF Camilla T. Uprighting molars as an adjunct to restorative and periodontal treatment of adults. *Br J Orthod* 1982;9:122-128.
4. Aldo G, Claudio A, Alberto B. Treatment of ectopic mandibular second molar with titanium miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:113-7.
5. Yasushi IM, Liliana ÁM, Danilo FS, Rafi R. Miniplates as skeletal anchorage for treating mandibular second molar impactions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:145-8.
6. I Stephen B. The effect of orthodontic therapy on certain types of periodontal defects. *JPeriodontol* 1973;44:742-756.
7. Page RC, Schroeder HE. Pathogenesis of inflammatory periodontal disease. A summary of current work. *Laboratory investigation* 1976;34:235-249.
8. Zander HA, Polson AM. Present status of occlusion and occlusal therapy in periodontics. *J Periodontol* 1977;48:540-544.
9. Hyosang P, Heemoon K, Jaehyun S. A simple ethod of molar uprighting with micro-implant anchorage. *J Clin Orthod* 2002;36:592-596.
10. Yukio K, Toshihiro M, Hisao F. A numerical simulation of tooth movement produced bymolar uprighting spring. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:630-8.
11. Yijin R, Jaap CM, Anne Marie KJ. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod*. 2003;73:86-92.

최소침습적 임플란트 식립체 제거법 : 식립체 분할법

이원섭¹, 권택기²

¹가톨릭대학교 의과대학 서울성모 병원 치과보철과, ²가톨릭대학교 의과대학 성빈센트 병원 치과보철과

Introduction of minimally invasive implant fixture removal technique: Fixture split technique

Won-sup Lee¹, Taek-Ka Kwon²

¹Dept. of dental prosthodontics, St. Mary's Hospital, Catholic University,

²Dept. of dental prosthodontics, St. Vincent's Hospital, Catholic University

Corresponding Author : Wonsup Lee

St. Mary's Hospital, 4th Floor, Dental Prosthodontics, Banpo-Dong 505, Seocho-Gu

Seoul, Korea, 137-040

Tel : +82-2-2258-1797 Fax : +82-2-537-2374 E-mail : cmcpros@gmail.com

Abstract

Retrieval of failed implants is a problematic procedure in the field of implant dentistry. Since the procedures for removal of fixed implants are aggressive or require specific tool sets for each implant system, a new technique that is less invasive and universally applicable to all implant systems is desirable. The aim of this study was to show a new technique of vertically splitting the fixture into half which is both minimally invasive and universally applicable for the removal of all failed implants. Removing the problematic implant with the new technique is described.

1. Introduction

Since the introduction of dental implants, reported success rates have been high and the procedure is regarded as a standard treatment¹⁻³. However, some implants do fail, and these cases may be classified as biological or mechanical failures according to the failure mode. Biological failure involves the failure or loss of osseointegration and can occur either before or after prosthetic loading; which is referred to as early and late failure, respectively^{4,5}. Mechanical failure includes fracture of fixture, thread damage, platform damage, or malpositioning,⁶ and can occur due to poor planning or mishandling of the implant. Some of these failures can be recovered, but others cannot. In addition, late failures and mechanical failures are often characterized by no mobility.

A new technique has been introduced to remove immobile implants in a minimally invasive and universally applicable manner and is discussed in further detail below.

2. Materials and methods

The process began with isolation of the fixture on the maxillary left posterior area (Implantium 5 mm x 10 mm; Dentium, Seoul, Korea) (Fig. 1, 2) to be removed with a rubber dam (Dental Continental, S.A. de C.V., Jalisco, Mexico) (Fig. 3, 4). If the clamp (Hu-Friedy USA 9; Hu-Friedy, IL, USA) did not engage the implant, the flap was opened and minimal removal of the bone around the implant platform was considered (Fig 3, 4).



Fig. 1 Pre-treatment radiographic view



Fig. 2 Pre-treatment CT scan image



Fig. 3 Approach to implant fixture



Fig. 4 Rubber dam clamp engagement

In order to control the burs, we measured the length of the fixture and then cut the implant vertically into 2 pieces (Figs. 5 and 6). We used common tactile sense to determine when to stop grinding since the sensation of grinding the titanium and the bone differs greatly. Fixtures made of commercially pure titanium could be cut both by round (FG-2SL; SS White Inc., NJ, USA) and fissured (E0151; Dentsply, Ballaigues, Swiss) carbide burs with ease. However, some fixtures made of titanium alloys may have more resistance on grinding. When the fixture is split, split pieces were separated from the bone by the clamping force of the rubber dam clamp (Figs. 7, 8). Alternatively, hemostatic forceps can be used to remove the implant from the bone. Using this approach the implant fixture can be removed easily with less trauma such that one can see the thread on the bone (Fig. 9, 10). After removing the fixture, another implant can be used or the flap may simply be closed.



Fig. 5. Implant fixture cutting procedure



Fig. 6. Implant fixture cutting procedure



Fig. 7. Split implant fixture



Fig. 8. Disintegration from alveolar bone



Fig. 9. Removed split implant fixture

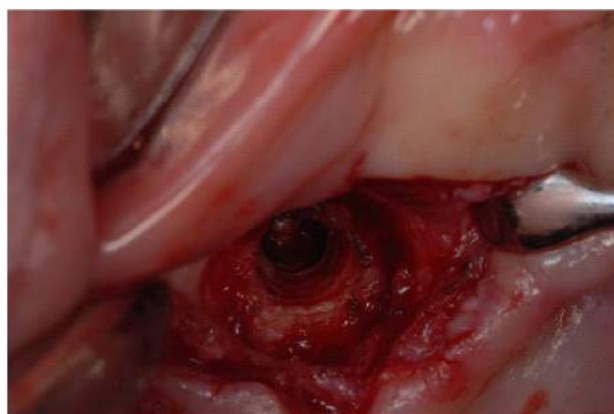


Fig. 10. Alveolar socket

3. Discussion

Should an immobile implant need to be removed as a last resort, there are many methods to be considered⁷. Those methods include counter torque ratchet technique, reverse screw technique, bone removal technique, laser⁸, and a combination of these approaches. Counter torque ratchet technique depends on intact implant connection and implant fracture during the procedure can occur. Reverse screw technique can be indicated in cases of implant connection damage, but this technique still demands an intact thread. These 2 techniques cannot be applied in many cases of mechanical failure. Furthermore, a special set of tools and significant physical strength on the part of the practitioner is required to overcome the shear resistance of osseointegration. The risk of bone fracture during retrieval of implants using these approaches cannot be overlooked. Bone removal technique using Piezo, hand piece, or trephine burs⁹ can be used regardless of the implant condition. However, this approach carries the significant disadvantage of potential lasting defects on completion of this destructive procedure^{10,11}.

4. Conclusion

The fixture split technique removes the defective implants with minimal trauma, which will promote a better and faster healing process. However, there are some factors to be considered, such as heat generation¹² and titanium particle blast on bone¹³. More studies, which are currently underway, are needed to clarify these factors.

References

1. Branemark P. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50:399-410.
2. Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Thomsen P, Worthington HV. A 5-year follow-up comparative analysis of the efficacy of various osseointegrated dental implant systems: a systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:557-68.
3. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Levin L. Evaluation of long-term implant success. *J Periodontol* 2005;76:1623-8.
4. Alsaadi G, Quirynen M, Komárek A, van Steenberghe D. Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection. *J Clin Periodontol* 2007;34:610-7.
5. Esposito M, Thomsen P, Ericson LE, Lekholm U. Histopathologic observations on early oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;6:798-810.
6. Zechner W, Bernhart T, Zauza K, Celar A, Watzek G. Multidimensional osteodistraction for correction of implant malposition in edentulous segments. *Clin Oral Implants Re*. 2001;12:531-8.
7. Froum S, Yamanaka T, Cho SC, Kelly R, St James S, Elian N. Techniques to remove a failed integrated implant. *Compend Contin Edu Dent* 2011;32:22-6.
8. Smith LP, Rose T. Laser explantation of a failing endosseous dental implant. *Aust Dent J* 2010;55:219-22.
9. Muroff FI. Removal and replacement of a fractured dental implant: case report. *Implant Dent* 2003;12:206-10.
10. Carnevale G, Kaldahl WB. Osseous resective surgery. *Periodontol* 2000 2000; 22:59-87.
11. Moghaddas H, Stahl SS. Alveolar Bone Remodeling Following Osseous Surgery: A Clinical Study. *J Periodontol* 1980;7:376-381.

12. Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent* 1983;50:101-7.
13. Pioletti DP, Takei H, Kwon SY, Wood D, Sung KL. The cytotoxic effect of titanium particles phagocytosed by osteoblasts. *J Biomed Mater Res* 1999;46:399-407.

차폐막을 사용하지 않고 PRF와 Double J technic을 이용한 골이식 ; 증례보고

박진우
제니스치과

Bone graft using PRF and Double J technic without GBR membrane ; A case Reports

Jin-Woo Park
Zenith Dental Clinic

Corresponding author : Jin-Woo Park
Zenith Dental Clinic, 517-3 Sinsa-Dong, Kwanak-Gu, 151-873 Seoul, Korea
Tel : +82-2-862-2875 E-mail : jwdent@naver.com

Abstract

Bone graft without the use of GBR membrane is a hotly debated technique. This technique could be improved and secured by the use of Double J technic and Choukrun' s platelet-rich fibrin(PRF). The objectives of this study were to assess the relevance of bone graft with the use of PRF and Double J technic without the use of GBR membrane through the clinical cases.

Two cases were reported because clinically valid results were obtained.

Key words : guided bone regeneration, platelet, growth factor

1. 서론

예측 가능한 GBR을 위해서는 연조직의 일차치유의 달성, 막으로 보호되는 미세동요가 없는 공간 확보와 유지, 충분한 혈액의 공급이 일어나야 할 것이다. 따라서 자체로 공간을 만들어질 수 있는 형태의 결손부라면 더욱 용이하게 GBR을 행할 수 있을 것이고, 그 자체로 공간을 형성 할 수 없는 결손부라면 골 이식재를 사용하고, 이때 막을 이용하여 연조직의 침입을 막는 한편, 공간을 안정적으로 유지시키기 위해 티타늄메쉬나 tenting screw 등을 이용하기도 한다.

골의 형성에 있어서 차폐막을 사용하는 것이 치료의 결과를 더 좋게 보장 한다는 것에는 이견의 여지가 없지만, 모든 골 형성에 차폐막이 반드시 필요하다는 것에 대해서는 많은 이견들이 있다. 과거에 조직 접착제의 형태로서, 혹은 PRP라는 이름으로 사용되어진 혈액을 이용하는 방법들은 교차 감염, 또는 인위적인 화학적인 조작을 가하는 등의 문제가 제기 되어왔고, 또는 법률적인 제약이 유럽에 있어왔다. 2004년 프랑스, 그리고 2006년 Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod에서 Choukroun 과 Dohan 등¹이 platelet-rich fibrin(PRF)에 대해서 발표하였는데 이는 위에서 말한 문제점들을 일거에 해결하는 새로운 술식으로 각광을 받게 되었다.

상처치유를 촉진하기 위해 국소적으로 적용되는 bioactive한 외과적 첨가제로 fibrin glue는 원래 1970년에 서술되었고 fibrinogen을 thrombin 그리고 calcium과 함께 중합함으로써 형성된다. 그것은 원래 기증자의 혈장을 사용해서 만들어 졌는데 혈장에서 낮은 fibrinogen의 농도 때문에 fibrin glue의 안정성과 질이 낮았다². 이를 활용한 상업적용도의 adhesives가 나왔지만(Tissel, Baxter Helthcare) 여전히 질병전이의 위험성을 가지고 있었다. PRP가 fibrin glue의 autologous modification으로 골결손이나 augmentation이 요구되는 부위에 고농도로 성장인자들을 전달하기 위해 사용되었지만 여전히 bovine thrombin과 calcium chloride를 사용해 위험요소를

포함한다³. PRP의 fibrin glue효과에 비해 개선되었고, 그와 유사한 조작성을 위해 PRF를 만드는 방법에서 약간 변형시켜 Kim, J.S. 등이 고안한 방법이 Double J technic이다.

Double J technic은 2개의 다른 DB vacutainer를 사용하는데, 하나는 uncoated polypropylene test tube를 사용하고, 다른 하나는 silica가 내부에 coating되어 있는 polypropylene test tube를 사용해서 원심분리를 한다. uncoated polypropylene test tube에서 추출한 굳지 않은 PRF액을 bone에 섞어 골응고를 만들어 사용하는데, chip형태나 powder형태의 골을 응고 상태로 사용할 수 있어, 조작이 편하고 공간유지나 이식골의 형태유지, 세포나 세균의 침입방지를 위한 matrix가 형성되어 골형성이 용이하다는 장점이 있다.

PRF가 PRP에 비해 가지는 가장 큰 장점은 생리적인 속도로 fibrin matrix가 형성 된다는 것이고, 이런 Choukroun의 PRF는 fibrin 네트워크 속에 백혈구, 혈소판 등을 포함하여, 골형성 기간 동안 다양한 성장인자와 cytokines을 지속적으로 방출시키고, 이들로 인해 항염증 작용과 성장인자의 재형성, 혈관형성, 창상치유, 면역반응, 미분화 골형성세포의 분화촉진을 야기한다^{1,4,5}.

2개의 증례를 통해서 PRF와 Double J Technique의 membrane을 사용치 않은 상태에서 골의 형성에 긍정적인 작용하는지에 대해서 생각해보고자 한다.

2. 임상 증례

증례 1

환자는 만 56세 여자로 좌측 제2대구치의 치주 농양으로 인한 동요와 골흡수로 불편감이 있어 발치와 임플란트 치료를 위해 본원에 내원하였다. 별다른 병력은 없었으나 주소부위 외에도 많은 부위의 치과 치료를 받은 상태로, 부분적으로 치근단 부위와 치관 주위골에 방사선투과상이 관찰되었다(그림1).



그림1. 증례1의 초진 파노라마 사진

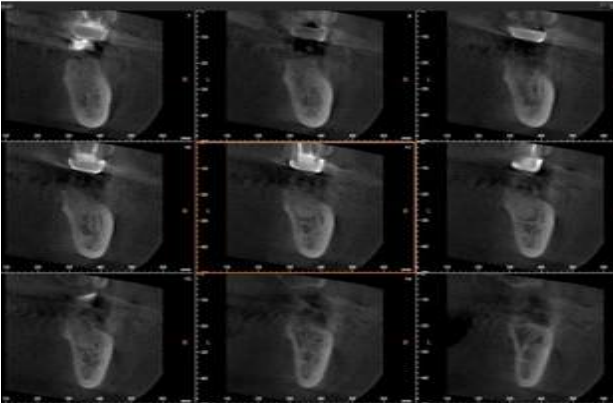


그림2. 증례1의 발치 후 파노라마와 CBCT: 발치 후 발치창의 광범위한 골흡수와 하치조 신경 바로 상방까지의 골 흡수를 볼 수 있다.

하악 좌측 제2대구치의 동요도와 골흡수가 심하고 골흡수 부위가 하치조신경과 근접해 있어서(그림1,2) 우선 발치와 동시에 PRF와 Double J technic을 이용해 동종골(SureOss™-Chip 0.25cc, SureOss™- Powder 0.25cc, Hansbiomed, Korea)를 골응괴를 만들어 이식하고 (그림3), 2.5개월 후 골이식의 결과를 관찰하고, 1차수술을 시행하였다(그림4,5).

1차 수술은 SuperLine(Dentium, Korea) 직경6.0 길이10mm로 시행하였고, 자가골과 PRF를 이용한 추가 골이식을 시행하였다. 3.5개월 후 2차 수술을 시행하면서 골이식 결과를 한 번 더 관찰하였다(그림7,8).

발치와 동시에 시행한 골이식의 2.5개월 후 결과는 1차수술시 35N/cm이상의 식립 torque를 얻을 정도로 좋은 결과의 bone를 확인 할 수 있었다(그림4,5). 1차수술 후 추가로 골이식한 자가골도 3.5개월 후 2차수술시 확인한 결과 임플란트 주위로 단단한 뼈로 형성되었음을 확인할 수 있었다(그림7,8).

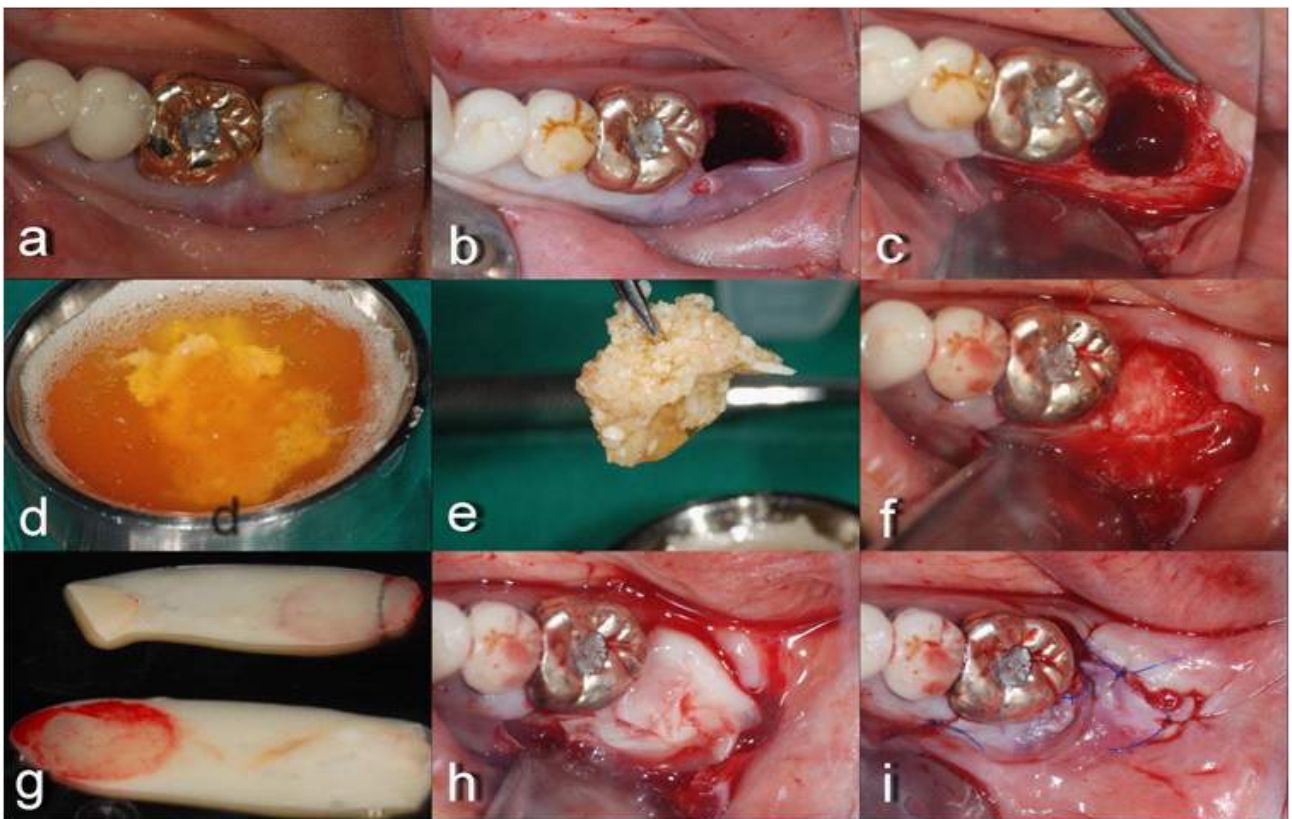


그림3. 증례1의 발치 및 발치와 골이식: a. 초진사진. b. 발치후 사진. c. 골이식을 위한 절개. d,e. Double J technic을 사용한 FDB 골응괴. f. 발치창에 골이식. g. PRF의 준비. h. 골이식부위에 차폐막을 사용하지 않고 PRF만 적용. i. 장력을 최소화한 1차봉합.



그림4. 증례1의 골이식 후 2.5개월이 지난 파노라마 사진

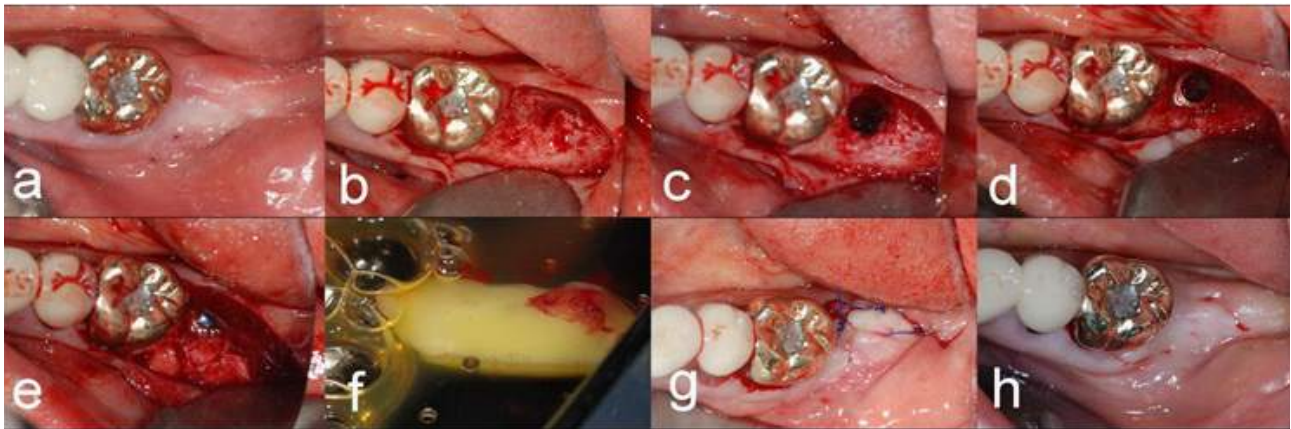


그림5. 증례1의 임플란트 1차수술: a. 골이식 후2.5개월 후 연조직 치유상태. b. 임플란트 1차 수술을 위한 치은절개(단단한 골형성을 볼 수 있다.) c. 임플란트 식립을 위한 drilling, (단단한 골질을 느낄 수 있었다.) d,f. 임플란트식립 후, 자가골로 약간의 추가골이식 후 차폐막을 사용하지 않고 PRF로만 덮어줌. g. 1차봉합시행. h. 3.5개월 후 치유사진.

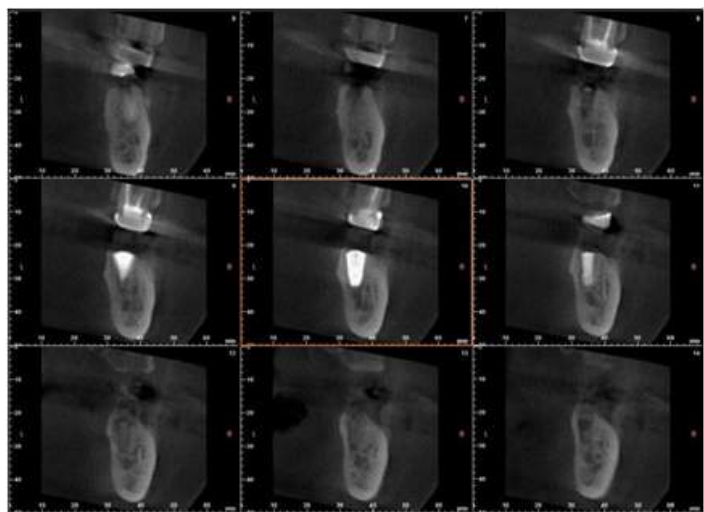


그림6. 증례1의1차수술후 파노라마사진과 CBCT사진

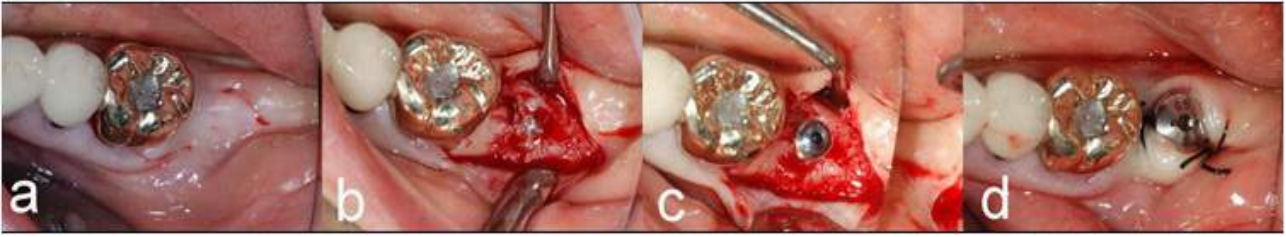


그림7. 증례1의 임플란트2차수술: a. 1차 수술 후 3.5개월 후 치유사진. b,c. 식립된 픽스처 주위에 단단한골질의 뼈가 형성됨을 확인. d. 2차수술 후 봉합사진.

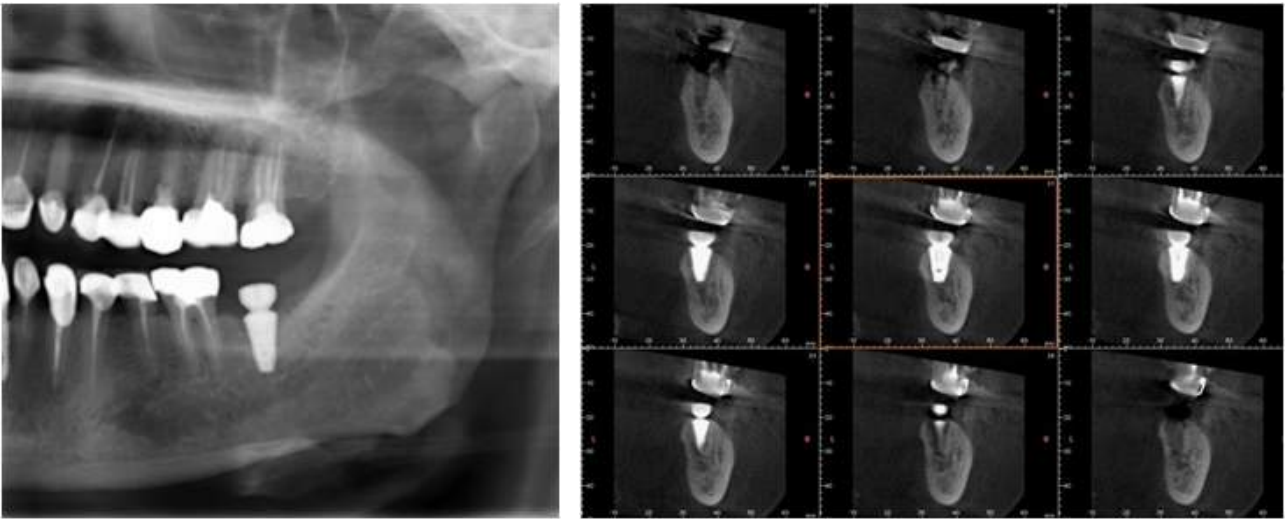


그림8. 증례1의 2차수술후 파노라마사진, CBCT

증례 2

환자는 만 54세 남자로 상악 우측 제2소구치와 제대구치를 지대치로 하는 3unit bridge의 탈락으로, 임플란트 수복을 위해 본원에 내원하였다(그림9). 별다른 전신 병력은 없었으며, 당시 Root rest상태의 상악 우측 제2소구치를 발치하면서 상악 우측 제2소구치와 상악 우측 제1대구치를 임플란트로 수복하고, 발치한지 오래 지난 대구치 부위의 꺼진 bone volume 을 회복시키기 위해 임플란트와 동시에 PRF와 Double J technic을 이용해 골이식을 하기로 했고, 브리지 지대치였던 상악 우측 제2대구치는 재근관 치료를 통한 보철수복계획을 세웠다.

상악 우측 제2소구치의 발치와 동시에 지름4.5mm 길이11.5mm의 임플란트(IS-II active, Neobiotech, Korea) 2개를 #15,#16부위에 식립하였고 SureOssTM-Chip 0.25cc를 Double J technic으로 응괴시켜서 골이식한 후 차폐막 없이 PRF로만 덮어서 1차 수술을 완료하고(그림10), 5개월 정도 후에 2차 수술 시행하면서 골생성 유무를 확인하였다 (그림11,12).

5개월 정도 후에 2차수술시 골형성을 확인한 결과 #16 함몰부에 단단한 골질의 뼈가 잘 형성되었음을 확인할 수 있었다 (그림11-b, 그림12).



그림9. 증례2의 초진 파노라마사진

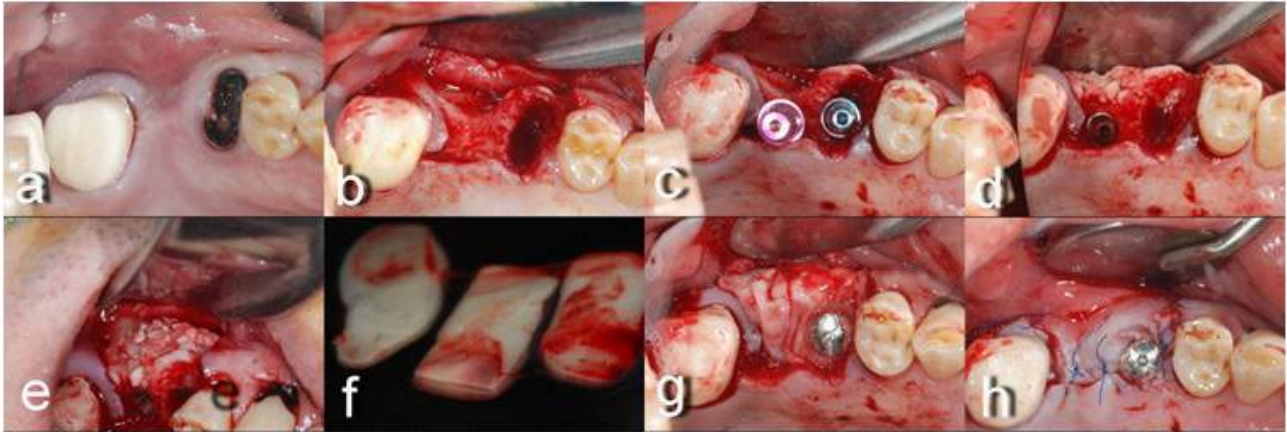


그림10. 증례2의 1차수술사진 a. 술전 사진. b. #15잔존치근발치 후 절개 및 플랩 확인(#16부위의 협측 골흡수 관찰됨). c. 임플란트 식립 및 path확인. d,e. #15발치창부위와 #16협측부위 double J technique을 이용한 FDB골응괴이식. f,g. 차폐막없이 PRF만 이식. h. #16만 일차봉합, #15는 healing abutment 연결



그림11. 증례2의 2차 수술부터 보철완성까지 사진 a. 수술 5개월 후 치은상태. b. 수술5개월 후 2차 수술 (협측에 이식한 골이 단단하게 잘 형성된 모습) c. 2차수술 후 봉합상태. d. full zirconia 보철물로 완성

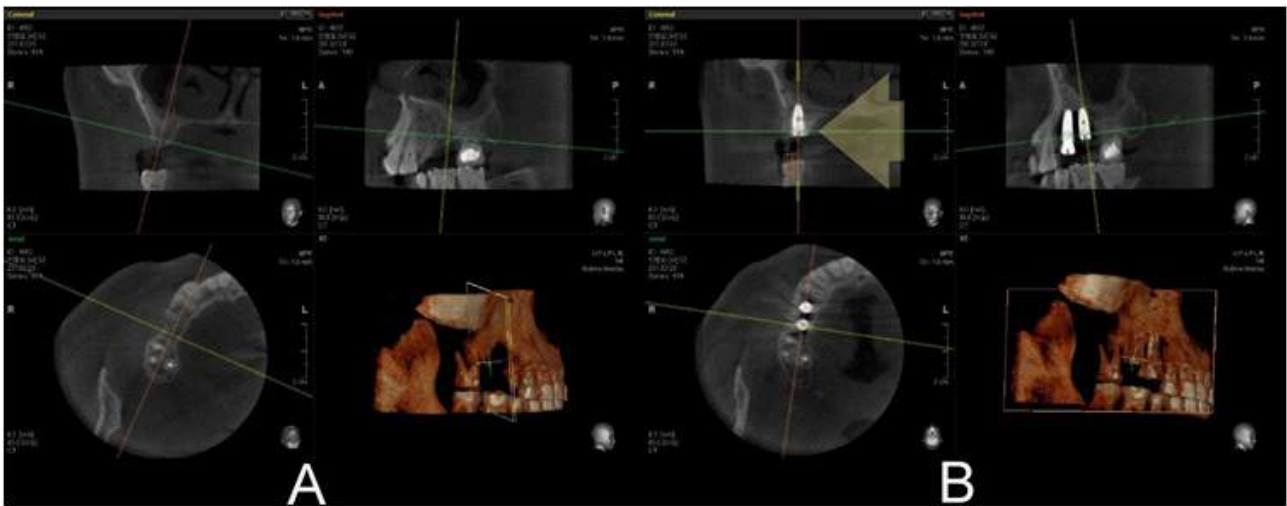


그림12. 증례2의 술 전, 술 후 CBCT비교:(A)#16부위의 술 전 골함기 확인 (B)술 후 #16부위 골형성 확인

3. 결론

위의 두 증례를 통해서 스스로의 공간 확보가 가능하고, 충분한 혈액의 공급을 받을 수 있는 결손부에서는 향후 장기적인 연구가 필요하지만, PRF와 Double J Technique이 membrane을 사용하지 않은 상태에서도 골의 형성에 긍정적으로 작용할 수 있다는 것을 알 수 있다.



그림13. 증례2의 2차수술 후 파노라마사진: 골형성이 안정적으로 된 것을 확인할 수 있다.

참고문헌

1. Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, Gogly B. Platelet-rich fibrin(PRF): a second-generation platelet concentrate. Part I: Technological concepts and evolution. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;101: e37-e44.
2. Braun F, Holle J, Knapp W, Kovac W, Passl R, Spängler HP.[Heterologous fibrinogen for tissue adhesion, immunological and histological investigations (author' s transl)]. Wien Klin Wochenschr. 1975;87:815-9.
3. Sanchez AR, Sheridan PJ, Kupp LI. Is platelet-rich plasma the perfect enhancement factor? A current review. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18:93-103.
4. Choukroun J, Simonpieri A, Girard MO, Schoeffler C, Dohan SL, Mouhyi J, Dojan DM. Platelet-rich fibrin(PRF): A second-generation platelet concentrate. Part IV: clinical effects on tissue healing. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;101: e56-e60
5. Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, Gogly B. Platelet-rich fibrin(PRF): A secondgeneration platelet concentrate. Part II: Platelet-related biologic features. Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006;101:45-50.

상악동 측방거상술 중 천공된 상악동막의 자가농축혈소판(Platelet Rich Fibrin)을 이용한 수리와 골이식과 동시에 식립된 임플란트의 치유에 대한 임상고찰(증례보고)

신홍수
E-스타치과의원

Clinical considerations in repair of maxillary sinus membrane tearing during maxillary sinus window opening using by PRF (platelet rich Fibrin) and implant fixture placement with bone graft simultaneously ; Cases report

Hong-Soo Shin
E-Star Dental clinic
Corresponding Author : Hong-Soo Shin

E-Star Dental clinic, 8-17 Guro-Gu, Guro-5-Dong, Seoul, Korea
TEL : +82-2-856-5400 E-mail : dentara@nate.com

Abstract

To overcome the poor bone quantity in posterior area, Maxillary sinus window opening & bone graft technique was used long time ago. But many complications as like bleeding, swelling, infection, perforation of Scheneiderian membrane have been reported. If perforate maxillary sinus membrane, sometimes you meet severe complications as infection, acute maxillary sinusitis, grafted bone and implant loss. For resolve above complications, many repairing technique was reported. Use collagen membrane cover, pouch technique, cyanoacrylate adhesive successfully repaired tearing sinus membrane. I report new sinus membrane repair technique using Platelet rich fibrin (PRF). This technique is very simple and no additives. After sinus repair with PRF, Implants was placed with bone graft simultaneously. After 8 month all implants was survived and satisfactory functional results. PRF is easy and biocompatible Biomaterial when repair maxillary sinus membrane tearing.

Key words ; Maxillary sinus membrane repair, window opening technique, PRF

1. 서론

상악 구치부에서 수직적으로 부족한 골량을 극복하고 임플란트 식립을 위해 상악동 막을 거상하고 그 사이에 뼈를 이식하여 부족한 골량을 증가 시킬 수 있다. 측방거상법과 치조정을 통한 거상법은 출혈, 부종, 감염의 위험 등 몇몇 부작용이 보고 되어 왔다. 그 중에서도 상악동 측방거상술시 상악동막의 천공은 뼈이식을 할 수 없는 조건을 만들어 임플란트를 식립할 수 없거나 감염, 상악동염을 일으키는 등의 부작용을 나타낼 수 있다. 이를 극복하기 위한 방법으로 pouch technique 등 다양한 해결책이 제시되었다. 그러나 PRF를 이용한 상악동막의 천공을 수리하기 위한 보고는 많지 않다. 이에 저자는 PRF를 이용하여 천공된 상태를 수리하고 뼈이식과 동시에 임플란트를 식립하여 보철기능에 문제없이 치유된 증례를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

2. 임상 증례

증례 1

50세 여자환자분으로 상악우측 치아의 동요도와 부종 동통을 주소로 내원하였다, 초진 파노라마 방사선 사진상 상악우측 제1대구치의 수직골 결손과 상악제2대구치 치근단 방사선 투과상과 동요도를 보이는 상태였다 (Fig.1). 상악 우측 제1대구치와 제2대구치를 발치하고 2개월 후 임플란트 식립하였다 (Fig.2). 이때 상악 제1대구치의 잔존골 높이는 약 2mm 였고 상악 제2대구치의 잔존골 높이는 5mm 정도로 상악동 측방거상술을 시행하고 뼈이식과 동시에 임플란트 식립을 계획하였다.

원도우를 형성하고 막을 거상하던 도중 상악동막 천공이 발생하였고 PRF를 이용하여 천공된 막을 수리하였다 (Fig 3,4). 이후 골이식과 동시에 임플란트를 식립하였다 (Fig.5). 4개월 후 2차수술을 하고 2개월간의 임시치아기간을 거쳐 2차 수술 3개월 후 최종 보철물을 장착하였다(Fig.6,7).



Fig.1



Fig.2



Fig.3



Fig.4



Fig.5



Fig.6



Fig.9



Fig.7

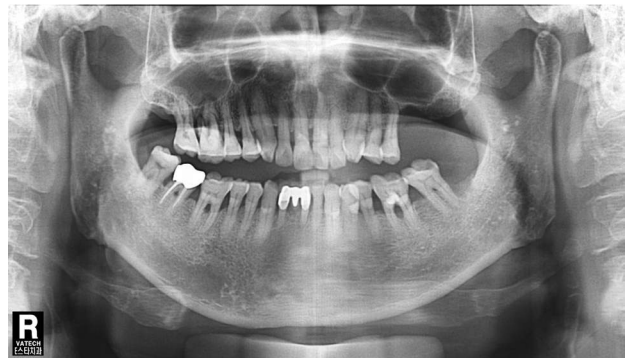


Fig.10

증례 2

70세 남자 환자분으로 좌측 잇몸이 부어서 내원하였고 치아의 동요도와 파노라마 방사선사진상 상악 좌측 제1대구치의 심한 골흡수 양상을 보여 발치와 잇몸 치료 시행 하였다 (Fig.8,9). 발치 2개월 후 상악동 측방거상술과 동시에 임플란트 식립하였다 (Fig.10). 상악동막을 거상도중 막의 천공이 발생하였고 이를 PRF로 막은 뒤 자가골과 인공뼈 이용하여 뼈이식을 시행하였다 (Fig.11,12,13). 임플란트 식립 5개월 후 이차수술 시행하였고 20일 후 임시치아 장착하였다 (Fig.14). 임시치아 장착 1개월 후 CAD/CAM을 이용한 지대주를 사용하고 최종 보철물을 제작하여 치아에 장착하였다 (Fig.15,16,17).



Fig.11



Fig.8



Fig.12



Fig.13

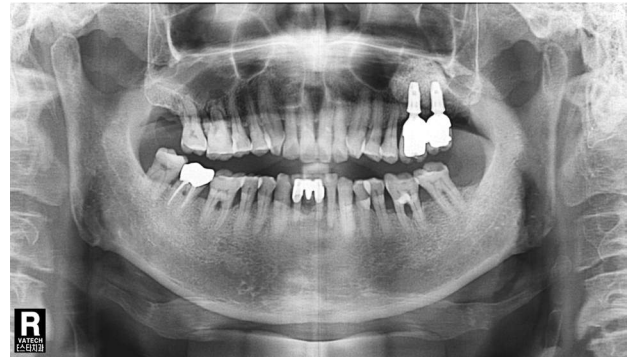


Fig.17



Fig.14



Fig.15



Fig.16

3. 고찰

상악동 측방거상술은 상악구치부에서 임플란트 식립시 부족한 골량을 회복하는 일반적인 보철전외과적 술식이다. 전통적으로 상악동 측방거상술과 Summers osteotome 방법이 사용되어져 왔으나 그 외 이를 변형한 다양한 방법이 있다. 그 중 측방거상술 골삭제시 회전 기구에 의한 schneiderian membrane의 천공은 가장 흔한 합병증 중 하나이다. 문헌에 따르면 천공율이 11-56%까지 다양하게 보고되고 있다^{1,2}. 이런 상악동막의 천공은 이식된 뼈의 이동과 감염, 상악동염 및 임플란트의 실패를 가져오게 된다. 이런 상악동막의 천공을 해결하기 위하여 많은 시도가 있었다. Pikos MA는 type I Collagen 막을 이용하여 천공된 부분을 수리하여 성공적으로 임플란트 시술을 보고하였다. 콜라겐 막의 생체친화성과 semirigid structural integrity 특성을 장점으로 설명하였다^{3,4}. Proussaefs P 등⁵은 콜라겐막을 주머니처럼 이용하여 이식한 뼈를 감싸서 천공부위를 수리하는 방법을 “Loma Linda pouch” technique로 소개하였다. Choi 등⁶은 토끼를 이용한 실험에서 1.5cm 길이로 상악동막을 천공시킨후 Cyanoacrylate adhesive를 이용하여 천공부위를 수리한 후 성공적으로 상피가 형성되었음을 보고하였다. 이처럼 다양한 천공부위를 수리하는 방법은 소개되었으나 콜라겐막을 이용한 방법과 Cyanoacrylate adhesive를 이용한 방법 모두 생체친화적인 재료는 아니다. 따라서 이들을 분해하기 위한 면역학적 생화학적 흡수 기전이 일어날 것이다.

Platelet rich Fibrin (PRF)은 생화학적 첨가 없이 혈액을 단순 원심분리기법에 의해 제조된 농축 혈소판이다. Choukroun에 의해 개발되었고, 이 방법은 항응고제나 bovine thrombin을 요구하지 않는다. 어떠한 첨가물 없이 원심분리된 혈액을 10분 동안 3000rpm에서 원심분리시켜 만든다⁷. 원심분리 과정 동안 혈소판은 활성화 되고 염증반응을 조절하는 것으로 알려진 다량의 cytokine을 방출한다. 이물질은 세포의 증식과 이주의 가이드로 작용한다⁸. PRF는 교과적인 신생 혈관화의 정상에 의한 가속화된 조직치유, 신속한 조직 재형성,

가속화된 상처폐쇄, 염증성 반응 부재 등의 반응을 나타내므로 치유 생체 물질로써 간주된다⁹.

본 증례에서는 이러한 PRF의 기전을 바탕으로 천공된 막의 수리와 동시에 임플란트를 식립하고자 하였다. 증례에서 보여지는 바와 같이 상악동염, 감염 등의 부작용없이 단지 천공된 부위를 PRF만으로 막고 동종골과 이종골을 혼합하여 이식과 동시에 임플란트를 심었고 보철까지 마무리 되었다. 다른 천공된 막을 수리하는 방법보다 보다 더 생체 친화적이며 염증반응이 없이 잘 치유되었기에 보고하는 바이다.

4. 결론

PRF를 이용한 천공된 상악동막의 치유는 다른 방법에 의한 수리보다 쉽고 부작용이 적으며 특별한 첨가제 없이 단지 환자의 혈액만을 원심분리하여 수리하는 방법으로 골이식의 부작용을 최소화 하고 임플란트의 기능을 조기에 가능하게 하는 방법이다. 다만 추후 조직학적 면역학적 분석과 추가적인 multicenter study가 필요할 것으로 사료된다.

References

- Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho SC, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2007 Oct;27(5):413-9.
- Zijderveld SA, van den Bergh JP, Schulten EA, ten Bruggenkate CM. Anatomical and surgical findings and complications in 100 consecutive maxillary sinus floor elevation procedures. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008 Jul;66(7):1426-38.
- Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: report of a technique for large perforations. *Implant Dent*. 1999;8(1):29-34.
- Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: update on technique for large and complete perforations. *Implant Dent*. 2008 Mar;17(1):24-31.
- Proussaefs P, Lozada J. The "Loma Linda pouch" : a technique for repairing the perforated sinus membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2003 Dec;23(6):593-7.
- Choi BH, Kim BY, Huh JY, Lee SH, Zhu SJ, Jung JH, Li J. Cyanoacrylate adhesive for closing sinus membrane perforations during sinus lifts. *J Craniomaxillofac Surg*. 2006 Dec;34(8):505-9.
- David M. Dohan, Joseph Choukroun, Antoine Diss, Steve L. Dohan, Anthony J. J. Dohan, Jaafar Mouhyi, Bruno Gogly. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part I: Technological concepts and evolution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:E37-44
- David M. Dohan, Joseph Choukroun, Antoine Diss, Steve L. Dohan, Anthony J. J. Dohan, Jaafar Mouhyi, Bruno Gogly. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part II: Platelet-related biologic features. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:E45-50
- David M. Dohan, Joseph Choukroun, Antoine Diss, Steve L. Dohan, Anthony J. J. Dohan, Jaafar Mouhyi, Bruno Gogly. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part III: Leucocyte activation: A new feature for platelet concentrates? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:E51-55

대한인공치아골유착학회 학회지 투고 규정

1. 투고 자격

본 학회지 원고 투고 자격은 치과의사 및 기타 치과와 임플란트 학문에 관련된 사람 및 간행위원회에서 인정하는 사람으로 한다.

2. 원고 종류

본 학회지는 원저, 임상연구, 증례보고, 종설을 포함한다. 위에 속하지 않은 원고는 간행위원회에서 심의하여 채택할 수 있다.

3. 원고 작성 언어 및 용어

- (1) 원고작성은 한글 또는 영문으로 하며 한글원고는 영문 초록을, 영문원고는 한글 초록을 작성한다.
- (2) 한글논문 작성시 학술용어는 교육부 발행 과학기술용어집이나 대한치과의사협회에서 발행한 치의학 용어집 최신판에 준하여 한글로 표기한다. 단 한글로 번역한 단어의 의미가 명확하지 않은 경우 괄호안에 원어나 한자를 첨부할 수 있다.
- (3) 약품의 경우 성분명과 상표명을 같이 기입하고 임플란트 제품은 상품명과 제조회사 및 국가도 포함한다.

4. 고유명사, 숫자 및 측정단위

- (1) 인명 지명 그 밖에 고유명사는 그 원어를 사용하며 숫자는 아라비아 숫자를 사용한다.
- (2) 길이, 높이, 질량, 부피 등의 측정단위는 모두 미터법 단위(미터,그램, 리터)의 십배수를 사용한다.
- (3) 온도는 ℃로 혈압 mmHg은 을 사용한다.
- (4) 혈액학적 수치와 임상검사상의 검사 외에는 통상적인 단위나 국제단위를 사용한다.

5. 원고의 제출 형식

- (1) 원고의 작성은 MS Word(Ver.5.0 이상)로 작성하며 원고는 A4용지를 사용하고 상하좌우에 25mm이상의 여백을 두며 원고의 첫페이지부터 일련번호를 붙인다.
- (2) 제출은 학회 홈페이지 혹은 편집이사의 이메일을 이용한다.

6. 원고의 작성

- (1) 원고는 제목, 저자, 저자소속기관, 교신저자, 초록, 연구비 지원관계, 연구비 수혜논문 여부, 본문, 참고문헌의 순서로 하며 도표 및 그림은 본문에 넣는다.
- (2) 저자의 소속이 2군에 이상인 경우 아라비아 숫자 윗첨자를 이용하여 구분한다.
- (3) 초록은 300단어 이내로 작성하며 영문초록인 경우 제목과, 저자, 저자 소속기관의 영문명을 적는다.
- (4) 초록의 하단에는 중심단어(key word)를 5개 이내 부여하며 해당 단어가 미국 국립의학 도서관의 medical subject heading(MeSH)(홈페이지: <http://www.nlm.nih.gov/mesh>)에 있는지 확인한다.
- (5) 본문은 원저나 임상연구인 경우 서론, 대상 및 방법, 결과, 고찰 및 결론의 형식으로 하며 종설이나 증례보고의 경우는 자유로운 형식을 취할 수 있다.
- (6) Reference는 아래의 형식으로 작성한다. (Endnote를 사용하는 경우 Dentistry 에서 JADA의 reference 형식을 따른다.)

Periodical

1. Bader JD, Shugars DA, Martin JA. Risk indicators for posterior tooth fracture. JADA 2004;135:883-92

Book

2. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis: Mosby; 2002:196.

Book chapter

3. Byrne BE, Tibbetts LS. Conscious sedation and agents for the control of anxiety. In: Ciancio SG, ed. ADA guide to dental therapeutics. 3rd ed. Chicago: American Dental Association; 2003:17-53.

Government publication

4. Medicine for the public: Women's health research. Bethesda, Md.: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health; 2001. DHHS publication 02-4971.

World Wide Web site

5. Hoffman ED, McFarland CM, Curtis CA. Brief summaries of Medicare & Medicaid: Title XVIII and Title XIX of the Social Security Act as of November 1, 2002. Baltimore, Md.: U.S. Department of Health and Human Services, Center for Medicare & Medicaid Services, Office of the Actuary; 2002. Available at: "www.cms.hhs.gov/review/supp/2001/overview.pdf" . Accessed Aug. 2, 2004.

Publication in press

6. McCoy J. Alteration in periodontal status as an indicator of general health. JADA (in press). NOTE: Authors should double-check the status of any in-press work cited in their reference lists before submitting the final manuscript to JADA.

Presentation

7. Eichenstadt L, Brenner T. Caries levels among low-income children: report of a three-year study. Paper presented at: 146th Annual Session of the American Dental Association; Oct. 7, 2005; Philadelphia.

7. 그림 사진 및 도표

- (1) 사진은 해상도가 300dpi 이상 되어야 하며 설명은 한글논문의 경우 그림1 등으로 표시하고 영문의 경우 Fig1 등으로 표시한다. 화질이 좋지 않은 경우 간행위원회에서 별도의 파일을 요구 할 수 있다.
- (2) 도표의 제목은 상단에 작성하며 표의 좌측에 정렬한다. 한글논문의 경우 표 1 등으로 표시하며 영문논문의 경우 Table 1. 등으로 표시한다.

8. 원고심사

접수된 원고는 학회에서 의뢰한 심사 위원들 중 2인 이상의 심사를 하여 수정, 보완을 저자에게 요구 할 수 있고 최종적인 게재여부는 간행위원회에서 결정한다.

9. 저작권

게재가 결정된 원고의 저작권은 인공치아 골유착학회로 귀속되며 논문의 저자는 게재확정지가 발송되어 게재에 동의하면 자동 승락 하는 것으로 한다. 인공치아 골유착 학회는 게재된 원고를 학회지나 다른 매체에 출판, 매도, 인쇄할 수 있는 권리를 가진다.

대한인공치아골유착학회지

THE JOURNAL OF KOREAN ACADEMY OF OSSEOINTEGRATION

발행일 : 2012년 12월 31일

인쇄일 : 2012년 12월 31일

발행인 : 박재억

편집인 : 이은영

발행처 : 대한인공치아골유착학회

서울시 서초구 서초2동 1329-8 삼원빌딩 503호 김앤이치과

Tel: 02-2055-2875 / E-mail: perio_fura@naver.com

편집위원장 : 박영주 Young-Ju Park

편집위원 : 양수남 Soo-Nam Yang

이진한 Jin-Han Lee

지영덕 Yeong Deok Ji

김태형 Tae Hyung Kim

편집제작 : (유) 플러스기획
