

질화 표면처리된 신장기를 이용한 수평적 치조골신장술 후 임플란트 식립시 골유착 효과에 관한 연구

박철민¹ · 김수관¹ · 김학균¹ · 문성용¹ · 오지수¹ · 백성문¹ · 임성철²

¹조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실, ²조선대학교 의과대학 병리학교실

Abstract

EFFECT ON THE OSTEOGENESIS OF DENTAL IMPLANTS AFTER HORIZONTAL DISTRACTION OSTEOGENESIS WITH NITRIFIED DISTRACTOR

Chul-Min Park¹, Su-Gwan Kim¹, Hak-Kyun Kim¹, Seong-Yong Moon¹,
Ji-Su Oh¹, Sung-Mun Baik¹, Sung-Chul Lim²

¹Department of Oral & Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Chosun University,

²Department of Pathology, College of Medicine, Chosun University

This study evaluated whether there is a difference between a conventional titanium distraction device and a TiN-coated device in terms of implant osseointegration after horizontal distraction osteogenesis in narrow alveolar bone. Four adult mongrel dogs, each weighing 9~10 kg, were used in this study. The lower premolars were extracted and horizontal distraction was performed with conventional titanium distraction devices (group 1) or TiN-coated devices (group 2). After an 8-week consolidation period, the implants were installed, and the dogs were sacrificed after another 8 weeks. The osseointegration around the implants was evaluated histomorphologically. There was one failure in experimental group 1 because of fracture of the device. Direct bone contact was achieved and there were no significant differences between the control group and experimental groups 1 and 2 in terms of osseointegration around the implants at 8 weeks. In summary, intraoral distraction osteogenesis is a good option for augmenting severely atrophied alveolar ridges, and the TiN-coated device may be useful because of its advantages, which include surface hardness, corrosion resistance, and reduced bacteria.

Key words: Nitrified distractor, Osseointegration, Horizontal distraction osteogenesis

I. 서 론

치조골의 상실은 진행된 치주질환, 사고로 인한 치조골 손상 및 치아 상실, 낭종 및 종양등의 병소, 전신질환에 의한 이차적인 치조골 소실 등에 의하며 이에 의한 불충분한 치조골의 높이 및 폭은 심미적 및 기능적 회복을 위한 임플란트 식립에 주요한 방해 요인이 된다. 이의 해결을 위해 골이식술 또는 골대체물 등을 이용한 막유도 골재생술(Guided

Bone Regeneration, GBR)이 널리 이용되어 왔다. 하지만 이러한 술식들은 흔히 연조직의 부족으로 인해 부가적인 연조직 피판 형성이 요구되고, 차단막의 감염 및 증강되는 치조제의 양에 한계가 있는 등의 문제가 있다. 이에, 최근에는 골 신장기를 이용한 치조골 증대술이 새로운 치료 방법으로 고려되고 있다. 골 신장술은 1905년 대퇴골에 반복적인 신장력을 가하여 골 증가를 시도한 Codivilla¹⁾에 의해 처음 정의되었고, 비유합, 신경손상, 조직괴사 등 부작용 등으로

※ 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(KRF-2006-E00114).

인해 술식의 개발이 둔화하였으나, 1950년 대의 러시아의 정형외과 의사인 Ilizalov^{2,3)}에 의해 골과 연조직을 증대시키기 위한 술식으로 추천, 개발되어 많은 임상가들에 의해 계속적인 발전을 거듭하였다. 두개악안면 영역에서는 1973년 Snyder⁴⁾가 실험동물의 하악골에 신장술 방법을 이용하여 첫 실험적 연구를 보고하였고, 임상적으로는 1992년 McCarthy⁵⁾가 사람에서 구강외 장치를 이용하여 하악골 신장의 임상 증례를 처음 보고하여 좋은 결과를 보인 이래로, Block 등⁶⁾이 동물 실험을 통하여 치조골 증대를 위해 골 신장술의 이용 가능성을 시사하였고 Chin과 Toth⁷⁾는 임상적으로는 처음으로 치조골 신장술을 이용하였다.

타이타늄 합금에 대한 TiN (titanium nitride) 표면처리법은 표면처리를 하지 않은 경우에 비해 많은 장점이 있어 오래전부터 많이 사용되어져 왔다. 그 특성으로 생체에 대한 독성이 없고, 섬유모세포에 친화력이 있어 표면으로의 섬유모세포 부착을 증진하며, 세균의 증식을 현저히 감소시키고, 금속의 표면경도, 내부식성 및 마모저항성을 높이는 효과를 갖는다⁸⁾. 이러한 장점들로 다른 생체 매식물이나 수술 기구에 대한 연구는 많이 이루어졌으나 골신장장치에 대한 영향에 대한 연구는 현재까지는 없었다.

최근에는 수직적으로 불충분한 치조골을 증강시키기 위해 임상에서 사용하고 있다. 그러나 좀더 굵은 직경을 가진 임

플란트를 가능케 하는 수평골신장술은 덜 주목 받아왔다. 최근 수평골신장술 시스템은 titanium mesh plate와 distraction screw를 이용하여 발달되어 왔으나 아직 수평 방향으로의 골신장술 방식은 보고된 것이 드물며 또한 아직 정립되지 않았다⁹⁾.

이에 본 연구에서는 골신장 장치를 이용한 치조골의 수평골 신장술의 효과를 평가함과 더불어 순수 티타늄 합금으로 제작된 장치와 표면 경도 증가, 침식 방지 효과가 있는 질화 표면 처리를 한 장치에 따른 결과를 비교함으로써, 표면 처리에 따른 결과 차이를 알아보고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 연구대상 및 방법

체중 약 9-10 kg의 성견 4마리를 대상으로 하였으며, 임플란트는 길이 10 mm, 직경 3.5 mm의 RBM 표면처리된 Osstem GSII (Osstem Co, Seoul, Korea)를 사용하였으며 (Fig. 1), 신장기는 0.3 mm-wide titanium mesh plate와 2 mm × 12 mm titanium distraction screw로 구성된 수평골신장기 (Okada Medical Supply Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하였다 (Fig. 2). 각각의 하악 양측

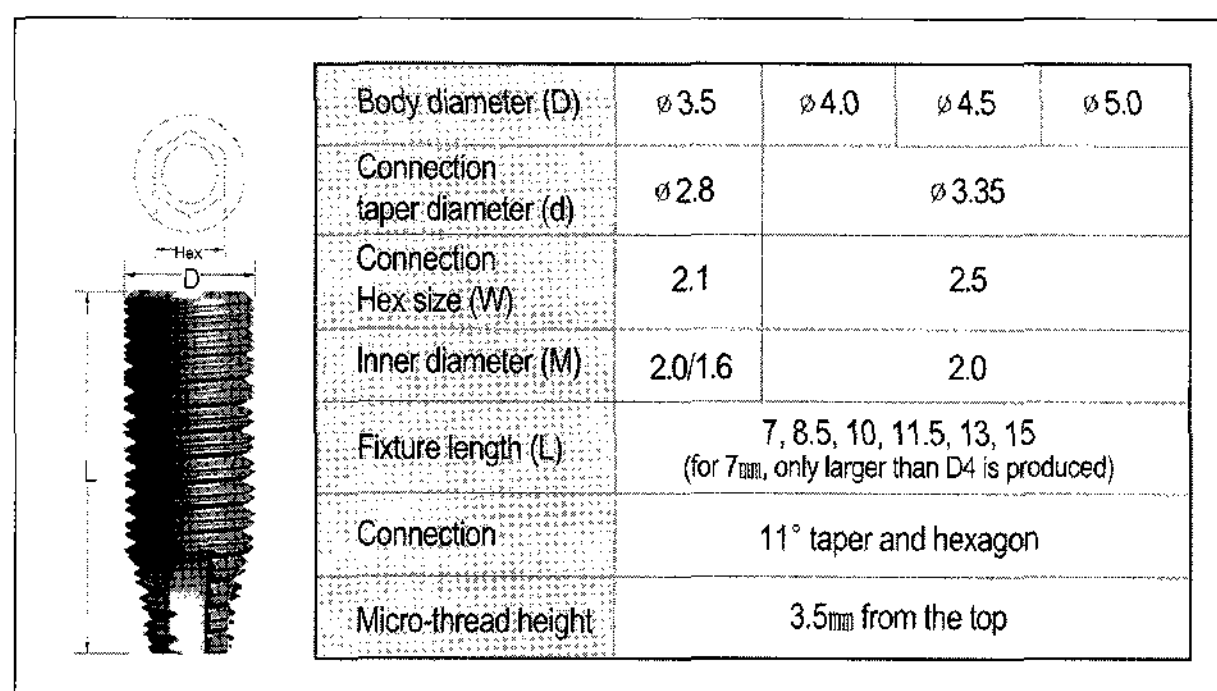


Fig. 1. Osstem GSII (Osstem, Seoul, Korea). RBM 2-stage implant: surface diameter 3.75 mm, length 10 mm.

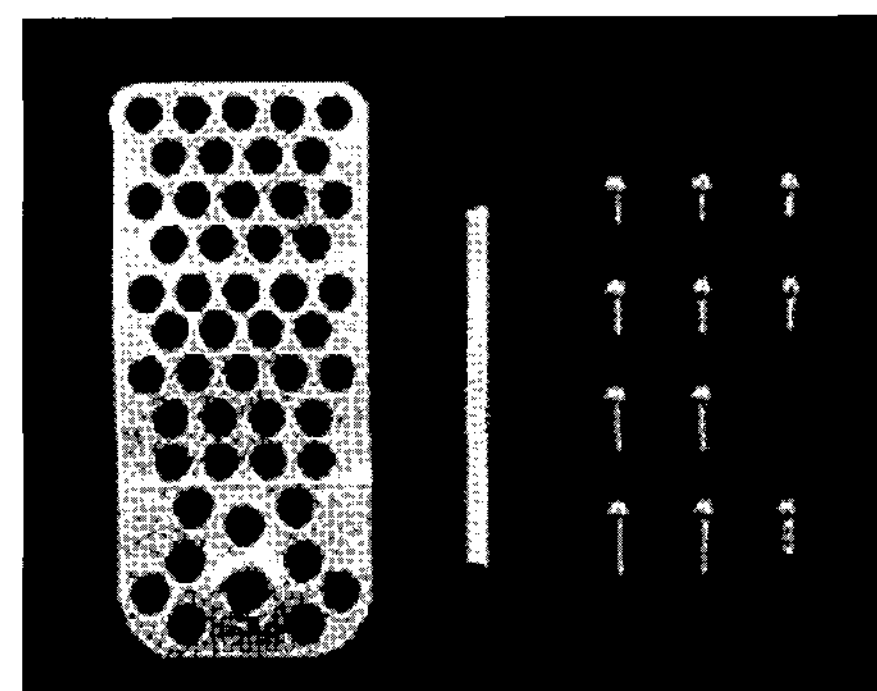


Fig. 2. Horizontal alveolar distraction device. 0.3-mm-wide titanium plate and 2-mm-diameter × 12-mm-long titanium distraction screw.

Table 1. Study design

Group	No. of implants	Surface treatment of distractor	Total rate of distraction (mm)	Rhythm of distraction (mm)	
Control	8	-	-	-	
Experimental 1	8 weeks	8	Titanium	4	0.4 mm twice a day
Experimental 2	8 weeks	8	Titanium nitride	4	0.4 mm twice a day

소구치를 발치한 후 창상이 완전히 치유되는 동안 8주째에 얇은 치조제 모델을 형성하였다. 얇은 치조골을 절단한 후 양쪽 모두 신장 장치를 장착하였으며, 대조군은 신장술을 시행하지 않은 부위에 임플란트를 식립하고, 실험 1군(좌측)에는 통상적인 티타늄으로 제작된 수평 치조골 신장기를, 실험 2군(우측)에는 질화 표면처리된 신장기를 사용하여 수평적 치조골 신장술을 시행하였다 (Table 1).

질화 표면처리된 신장기의 제작을 위해 시편의 준비는 Ti 과 Ti-6Al-4V를 봉재 (지름 3mm, 길이 40mm), 판재 (길이 3mm, 폭 4mm, 두께 1mm)를 만든 후 400-950°C에서 1,080분간 N gas 500 sccm, pulse power 2.0 KW, vacuum 1.5 torr 조건하에서 시행한다. 연마지 #2,000까지 연마한 후 알루미나 분말로 습식 연마한다. 그 후 아세톤 및 알콜로 10분간 초음파 세척하여 불순물과 유지분을 제거한다.

7일의 잠복기간 후, 5일간 하루에 0.4mm 씩 두 번에 걸쳐 0.8mm의 속도로 신장을 시행하고, 신장이 끝난 후 8주간의 경화기간을 부여한 후 장치를 제거하는 동시에 좌측과 우측의 신장 부위에 각각 2개씩, 대조군으로 좌측과 우측의 신장을 시행하지 않은 부위에 1개씩 골내 임플란트를 식립하였다. 임플란트 (RBM 표면 처리, 직경 3.75mm, 길이 10mm)를 식립한 후 8주째 실험동물을 희생한 후, 육안적, 방사선학적 검사를 시행하였으며, 매몰한 조직의 절편을 만들어 조직학적 연구를 시행하였다.

2. 수술 과정 및 신장

치조정 절개를 하고 협측의 점막골막 피판을 전층으로 골 절단에 충분한 범위로 시행하였다. 얇은 micro형 bone saw를 사용하여 치조정을 협측과 설측의 2부분으로 분할하고 그 후 협측 피질골에 대해 아래 위로 골 절단을 시행하였

으며, 협측 기저부의 피질골에 수평 골 절단을 추가하였다. 깊이는 피질골 만큼으로 하고 해면골은 그대로 보존하였다 (Figs. 3, 4). 골을 절단한 상자 모양의 transport segment를 맞춘 형태로 mesh plate를 자르고, 설측골을 보호하면서 transport segment 중앙의 치조정에서 distraction screw용으로 직경 2mm의 드릴링을 시행하여 수평 치조골 신장기의 임시 고정판 후 좌측과 우측에 mesh plate와 screw를 사용하여 고정하였다 (Fig. 5). 얇은 골절도를 사용하여 골 절단 부분을 불완전하게 골절하였다. 수평 치조골 신장기의 동작을 확인하기 위해 시험 신장을 시행하여 확인하였다. 협측 점막의 적절한 위치에 구멍을 뚫어 rod 부위를 관통시킨 후 매트리스 봉합으로 창상을 봉합하였다. 수술후 감염 방지를 위하여 겐타마이신(Gentamicin, 녹십자) 5mg/kg을 하루 1회 5일간 근육으로 주사하였다.

7일 정도 창상의 치유를 기다려 1일 12시간 간격으로 0.4mm씩 0.8mm 신장 개시하였으며, 5일간 총 4mm 신장을 완료하였다. 모든 경우에 있어서 술후 8주간의 경과



Fig. 3. Intra-oral view 8 weeks after extraction.

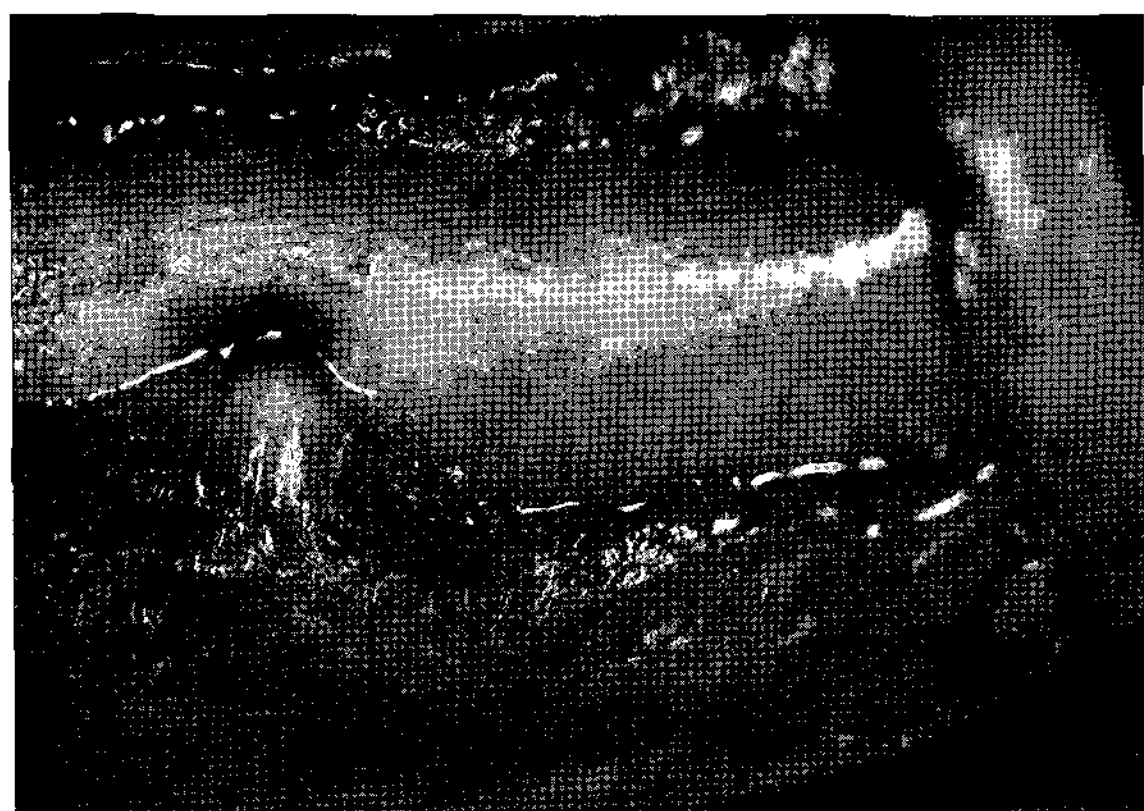


Fig. 4. Incision and flap elevation.



Fig. 5. Osteotomy and segment formation.

Table 2. Schedule for distraction

operation	start	removal of device, implantation	
↓ 7 days	↓ 5 days (2 × 0.4 mm/day)	↓ 8 weeks	↓ 8 weeks
-----	-----	-----	-----
latency period	distraction	retention	↑ removal of fixture

(consolidation) 시간을 부여하였다 (Table 2).

술후 8주에 교합 방사선 사진과 얇은 주사 바늘로 골경화를 확인한 후 수평 치조골 신장기의 제거를 시행하고, 신장기 제거와 동시에 임플란트 식립을 시행하였다 (Figs. 12, 13).

3. 결과 평가

임플란트 식립 8주 후에 조직을 채취하였다.

1) 임상적 평가

임상적인 평가 기준은 (1) 임플란트 안정성 유지, (2) 방사선학적 골높이의 적절한 유지, (3) 감염 소견이 없는 상태이다. 임플란트를 식립한 후, 신장 완료 후에 구강내 점막과 신장 screw 주위에 염증 등이 있는 지를 관찰하였다. 임플란트 식립 8주 후에 transport segment와 신장 부위의 조직을 관찰하였다.

2) 조직형태계측학적 평가

임플란트 식립 후 8 주뒤 골절편, 신장 부위, 임플란트 부위의 골을 관찰했다. 임플란트 시편은 즉시 70% alcohol에 6일간 고정하였으며 알코올 세척을 통해 탈수시킨 후 glycolmetacrylate resin(spurr low-viscosity embedding media, Polyscience, Earrington, PPA, USA)에 포매하였다. 중합시킨 시편을 high-precision diamond disc(Low speed diamond wheel saw 650, SBT, San clemente, CA, USA)를 사용하여 임플란트 장축 방향으로 200um 두께로 절단후 최종적으로 lapping and polishing machine(OMNILAP 2000, SBT, Sanclemente, CA, USA)을 사용하여 30um 두께로 연마하였다.

각 임플란트당 1개의 슬라이드를 제작하여 Villanueva osteochrome bone stain(San clemente, CA, USA)을 시행후 광학현미경(Olympus BX50, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 조직형태계측학적 평가는 임플란트 나사선내

의 신생골의 충전율을 조사하였다. 신생골 충전율 = 신생골 형성 면적 / thread 밖 공간넓이 × 100 (%). 결과는 계산된 결과를 토대로 통계학적으로 분석하였다.

3) 통계학적 분석

조직표본으로 임플란트와 골의 충전율이 측정되었고, SPSS (Version 12, Chicago, FL) 통계프로그램을 이용하여 one-way ANOVA로 통계학적인 분석을 시행하였다.

III. 실험 결과

1. 임상적 결과

실험 1군의 1증례에서 골신장 중 봉합 부위의 벌어짐과 장치의 파절이 발생하여 재수술을 시행하였으며, 총 24개의 임플란트는 희생시 동요도가 없었으며 방사선학적으로 현저한 골파괴를 보이지 않았다. 대조군과 실험군에서 100%의 성공률을 보였다.

2. 조직형태계측학적 결과

실험군과 대조군에서 8주후의 신생골 충전률을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다 (Table 3).

각각의 그룹을 SPSS Ver. 12 프로그램을 이용하여 ANOVA test를 시행한 결과 p=0.391으로 (p<0.05) 임플란트 나사선내의 신생골의 충전율 조사에서 대조군, 실험 1군, 실험 2군 간의 비교에서 각 그룹간에 약간의 차이는 있었으나, 통계학적으로 유의성이 없었다. 또한 Scheffe 사후검정을 통하여 각각의 그룹간의 차이를 검정하였으며 각 그룹간에도 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 조직학적으로 정상골 조직과 신장부위의 골조직 형태 또한 차이가 없었으며, 모든 그룹에서 어느 정도 골유착을 관찰할 수 있었다 (Figs. 7-10).

Table 3. Results of new bone forming rate around the implants

Group	Mean \pm SD (%)
Control	70.98 \pm 6.01
Exp. 1	72.91 \pm 4.28
Exp. 2	68.04 \pm 3.83

Control vs Exp. 1 : P =0.44, Control vs Exp. 2 : P =0.23, Exp. 1 vs Exp. 2 : P =0.12.

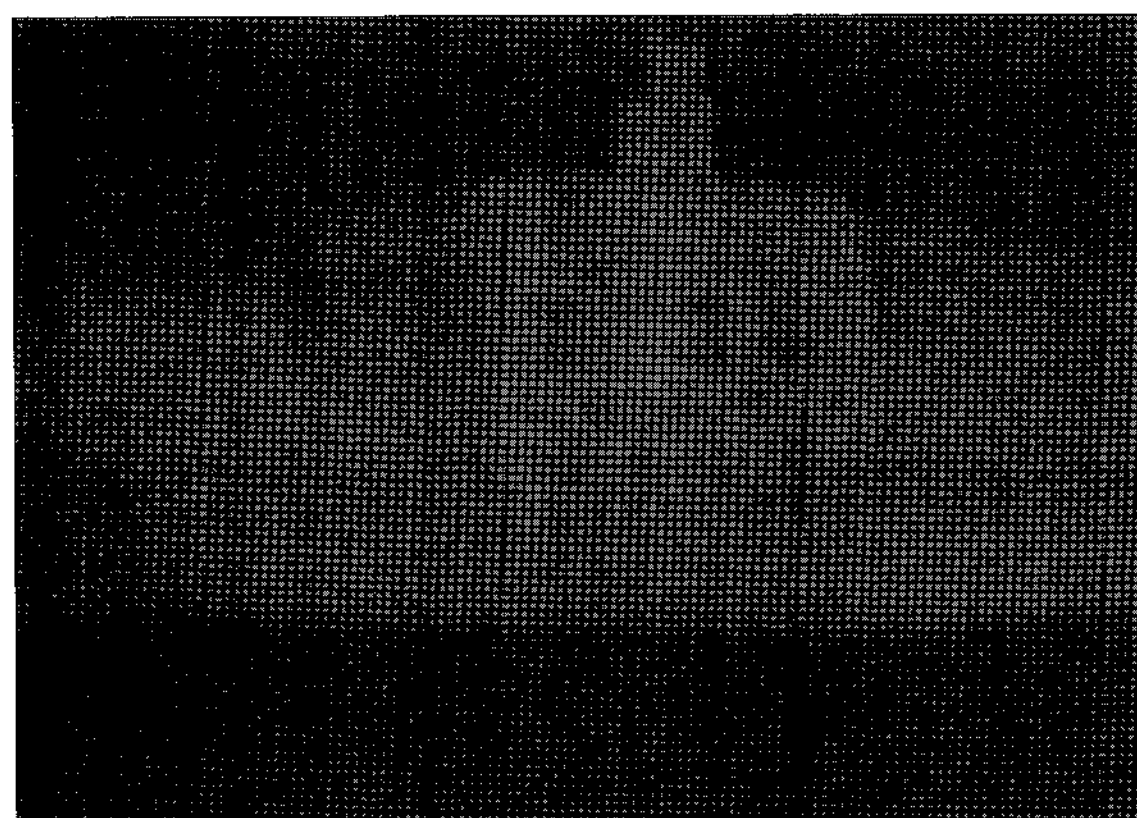


Fig. 6. Radiographic view after distraction.



Fig. 7. Radiographic view after implant fixation.



Fig. 8. Histology of the control group. Newly formed bone and direct bone contact with the implant surface were seen. Villanueva osteochrome bone stain, $\times 15$.



Fig. 9. Histology of experimental group 1. Newly formed bone was observed at the distracted site and adjacent to the implant. The transport segment had disappeared. Villanueva osteochrome bone stain, $\times 15$.



Fig. 10. Histology of experimental group 2. Newly formed bone was observed at the distracted site and adjacent to the implant. The transport segment had disappeared. Villanueva osteochrome bone stain, $\times 15$.

IV. 총괄 및 고찰

임플란트 식립시 가장 일반적인 문제점은 치조골의 폭과 높이가 부족한 경우 충분한 길이와 직경의 임플란트를 식립할 수 없다는 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 자가골이식술 및 골유도 재생술 등이 이용되어 왔다. 그러나 이러한 시술들은 추가적인 외과적 술식의 필요, 골흡수 및 감염, 연조직의 부족, 예측하기 힘든 골증대량 등의 한계점이 많다^{10,11}. 이에 반해 골신장술(Distracted Osteogenesis)은 절단된 골을 점차적으로 늘려줌으로써 골이 생성되게 하는 술식으로 골이식을 시행하지 않기 때문에 자가골 이식을 위한 공요부 수술이 필요하지 않고, 주위의 연조직도 동시에 신장되며, 골연장량에 제한이 적은 장점이 있다.

골 신장술은 두 개의 골편 사이에 점진적으로 신장력을 가함으로써 골편 사이에 새로운 골을 형성시키는 방법으로 골 절단술 이후 잠복기(latency period), 골 신장기(distracted period) 및 골 경화기(consolidation period)로 나누어진다. 골절단을 시행할 때 성공적인 골신장을 위해서는 절단된 골편으로의 혈액 공급이 중요하며, 이를 위해 골막의 보존에 주의를 가해야 한다. 본 연구에서도 순측 골막만 박리하고 설측 골막은 유지하여 골편에 대한 혈행을 유지해 주었다.

잠복기는 골 절단 후 골신장을 시작하기 전까지의 기간으로 신장될 치조골편과 기저골편 사이에 섬유혈관가교의 형성을 허용하며, 여러 문헌에 의하면, 5일에서 10일이 적정하다고 하였다. 이는 수술 시에 치조골편의 접촉상태, 신장될 길이, 환자의 연령에 따라 변경될 수 있다^{12,13}. 본 연구에서는 7일의 잠복기를 주었다.

골 신장기에는 점진적인 골신장과 함께 연조직도 신장되어 추가적인 연조직 이식이 필요하지 않은 것으로 알려져 있으며, 하루 0.5~1mm의 신장속도가 추천되고 있다. 하루 0.5mm 미만의 느린 신장은 골편 간의 조기 결합을 야기하고, 1.5mm 이상의 빠른 신장은 골편사이에 섬유 조직의 게재로 비유합을 초래할 수도 있다¹⁴. 이에 따라 본 연구에서는 0.4mm씩 2회에 걸쳐 하루 통 0.8mm의 속도로 신장을 시행하였다.

원하는 만큼의 골을 신장한 다음에는 골 경화기(consolidation period)로 넘어가게 되는 데, 이 시기에 신장된 골

은 골편이 안정적으로 고정되면 석회화를 거쳐 성숙골로 변하게 된다. 골 경화 기간에 대한 다양한 주장들이 있지만, 통상적으로 하악에서는 보통 6-8주, 상악에서는 2-3 개월의 골 경화 기간이 적절하다고 알려져 있다¹⁵. 본 연구에서는 총 8주간의 경화기를 주었다.

수평골신장술에 대한 이전의 연구에서 Tetsu 등⁹은 하악 치조골에서의 수평골 신장술을 보고하였으며 적절한 신장속도의 중요성과 수술의 어려움을 보고하였으며 titanium mesh plate가 어느정도 골절편의 흡수를 예방할 수 있음을 보여줬다. Tomoo 등¹⁶은 상악 치조골에서 적절한 임플란트를 식립하기 위해 수평골 신장술을 성공적으로 시행했으며 적절한 신장속도와 잠복기 그리고 상부보철물의 적절한 부하 시기의 중요성에 대한 언급을 하였다. Nosaka 등¹⁷은 개에서 유사한 장치를 이용한 수평골신장 부위에 임플란트 식립시 경화기간동안 신장 부위에 임플란트를 식립시 골유착이 이루어졌다고 보고하였다. 이러한 데이터는 이번 연구에서 보여준 것처럼 수평골신장술은 좁은 치조능에 임플란트 식립시 유용한 술식이 될 수 있다는 강력한 사실을 지지하고 있다.

TiN 표면처리에 대한 생체 연구는 많이 이루어져 왔다¹⁸⁻²³. Huang 등²⁴은 인공타액을 이용한 구강내 환경에서 TiN 표면처리를 한 경우가 그렇지 않은 경우 보다 부식에 대한 저항성의 유의한 차이로 높았고, 세포 배양 검사를 통한 Cell adhesion test에서도 TiN 처리를 한 경우, 약 1.1-1.3배 더 많은 세포 부착이 있었다고 보고하였다. Scarano 등¹⁰은 TiN 표면처리를 한 경우에는 세균 부착이 줄어들어 결과적으로 임플란트 주위 연조직의 감염이 감소한다고 보고하였다. Groessner-Schreiber 등²⁵은 TiN 표면처리를 한 경우 그렇지 않은 경우보다 섬유모세포의 부착이 더욱 증가한다고 하였다. 임플란트, 골신장장치 등과 같은 생체 내 매식 금속이 생체 내에서 유지되기 위해서 세균의 부착과 부식에 대한 저항성, 섬유모세포나 골모세포의 부착이 중요하다는 사실에 비추어 볼 때 TiN 표면처리의 이용은 유용할 것으로 사료된다(Table 4).

본 연구에서는 TiN 표면처리의 효과를 수평골신장술 후 임플란트 주위의 신생골 충전율 정도를 통해 간접적으로 조사하였지만, 대조군과 실험 1군, 실험 2군 간에 통계학적인

Table 4. Properties of TiN coating¹⁸⁻²⁵⁾

Excellent resistance to corrosion and wear
No change its shape during cooling and extends the life of the tool
Good cosmetic effect due to the coating's golden color
Physical strength with strong wear- and shock-resistance
Resistance against chemical irritation
Increased biocompatibility
Reduced inflammation of pre-implant soft tissue

로 유의할 만한 차이는 보이지 않았다. 향후 표면처리에 따른 결과를 얻기 위해 추가적으로 장치 표면의 조직형태학적 변화 및 차이에 대한 연구를 시행하여 좀 더 명확한 연관관계 유무를 찾아야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

골신장장치를 이용한 치조골의 수평골 신장술의 효과를 평가함과 더불어 질화표면 처리를 한 장치에 따른 결과를 비교함을 목적으로 한 본 연구에서 저자는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 24개의 임플란트는 희생시 동요도가 없었으며 방사선학적으로 현저한 골파괴를 보이지 않았다. 대조군과 실험군에서 100%의 성공률을 보였다.
2. 임플란트 주변 신생골 충전율에 있어서, 수평골신장술 시행 후 대조군, 실험 1군, 실험 2군 간에 통계학적으로 유의할 만한 차이는 보이지 않았다.

이와 같은 결과로 보아 폭이 좁은 치조골에 임플란트를 식립함에 있어 수평적 치조골신장술은 유용한 술식임을 결론 지을 수 있다.

참고문헌

1. Codivilla A : On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. Clin Orthop Apr 301 : 4, 1994.
2. Ilizarov GA : Basic principles of transosseous compression and distraction osteogenesis. Orthop Transumatol Protez 32 : 7, 1971.
3. Ilizarov GA : The principles of the Ilizarov method. Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst 48 : 1, 1988.
4. Synder CC, Levine GA, Swanson HM et al : Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminary report. Plas Reconstr Surg 51 : 506, 1973.
5. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N et al : Lengthening the human mandible by gradual distraction. Plast Reconstr Surg 89 : 1, 1992.
6. Block MS, Chang A, Crawford C : Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. J Oral Maxillofac Surg 54 : 309, 1996.
7. Chin M, Toth BA : Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: Review of five cases. J Oral Maxillofac Surg 54 : 454, 1996.
8. Scarano A, Piattelli M, Vrespa G et al : Bacterial adhesion on titanium nitride-coated and uncoated implants: an in

vivo human study. J Oral Implantol. 29 : 80, 2003.

9. Tetsu T, Katsuyuki F, Hironari S et al : Use of horizontal alveolar distraction osteogenesis for implant placement in a narrow alveolar ridge. A case report. Int J Oral Maxillofac Implants 19 : 291, 2004.
10. Fugazzotto PA : Report of 302 consecutive ridge augmentation procedures: Technical considerations and clinical results. Int J Oral Maxillofac Implants 13 : 358, 1998.
11. von Arx T, Cochran DL, Hermann JS et al : Lateral ridge augmentation and implant placement: An experimental study evaluating implant osseointegration in different augmentation materials in the canine mandible. Int J Oral Maxillofac Implants 16 : 343, 2001.
12. Ley J, Cranin AN : Distraction osteogenesis for augmenting the deficient alveolar ridge in preparation for dental implant placement: a case report. J Oral Implantol 30 : 14, 2004.
13. Gaggi A, Schultes G, Karcher H : Vertical alveolar ridge distraction with prosthetic treatable distractions, Int J Oral Maxillofac Implant 15 : 701, 2000.
14. Davies J, Turner S, Sandy JR : Distraction osteogenesis—a review. Br Dent J 185 : 462, 1998.
15. Swennen G, Schliephake H, Dempf R et al : Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature. Part I : clinical studies. Int J Oral Maxillofac Surg 30 : 89, 2001.
16. Tomoo O, Hidebaru S, Masataka Y et al : Horizontal Alveolar Distraction of the narrow maxillary ridge for implant placement. J Oral Maxillofac Surg 62 : 1530, 2004.
17. Nosaka Y, Kitano S, Wada K et al : Endosseous implants in horizontal alveolar ridge distraction osteogenesis. Int J Oral Maxillofac Implants 17 : 846, 2002.
18. Goldberg JR, Gilbert JL : The electrochemical and mechanical behavior of passivated and TiN/AlN-coated CoCrMo and Ti6Al4V alloys. Biomaterials 25 : 851, 2004.
19. Goldberg JR, Gilbert JL : In vitro corrosion testing of modular hip tapers. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 64 : 78, 2003.
20. Kim SG : Mastery of OSSTEM implant. Koonja Publishing Co., 2007.
21. Bolton J, Hu X : In vitro corrosion testing of PVD coatings applied to a surgical grade Co-Cr-Mo alloy. J Mater Sci Mater Med 13 : 567, 2002.
22. Dalmiglio M, Schaaff P, Holzwarth U et al : The effect of surface treatments on the fretting behavior of Ti-6Al-4V alloy. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2008 (in press).
23. Tamura Y, Yokotama A, Watari F et al : Surface properties and biocompatibility of nitrided titanium for abrasion resistant implant materials. Dent Mater J 21 : 355, 2002.
24. Huang HH, Hsu CH, Pan SJ et al : Corrosion and cell adhesion behavior of TiN-coated and ion-nitrided titanium for dental applications. Appl. Surf. Science 244 : 252, 2005.
25. Groessner-Schreiber B, Neubert A, Müller WD et al : Fibroblast growth on surface-modified dental implants: an in vitro study. J Biomed Mater Res A 64 : 591, 2003.

저자 연락처

우편번호 501-825
 광주광역시 동구 서석동 421번지
 조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
김수관

원고 접수일 2007년 11월 6일
 게재 확정일 2008년 5월 13일

Reprint Requests

Su-Gwan Kim

Dept. of OMFS, College of Dentistry, Chosun University,
 421, Seosuk-dong, Dong-Gu, Gwangju, 501-825, Korea
 Tel: 82-62-220-3815 Fax: 82-62-228-7316
 E-mail: sgckim@chosun.ac.kr

Paper received 6 November 2007

Paper accepted 13 May 2008