

## 구치부에 발치 후 지연 식립된 표준 직경의 임플란트에 대한 임상적, 방사선학적 평가

최정용 · 이상화 · 윤현중

가톨릭대학교 의과대학 성모병원 구강악안면외과

**Abstract** (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2009;35:335-339)

## CLINICAL &amp; RADIOGRAPHIC EVALUATION FOLLOWING DELAYED IMPLANTATION USING REGULAR DIAMETER IMPLANTS IN THE POSTERIOR REGION

Jung-Yong Choi, Sang-Hwa Lee, Hyun-Joong Yoon

*Department of Oral Maxillofacial Surgery, St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea*

The purpose of this study was to evaluate clinical and radiographic changes of regular diameter implants placed in the posterior region.

A total of 47 standard diameter implants were consecutively placed in the posterior region of 20 partially edentulous patients. The diameters of the implants were 4.1mm (N=35, 74%) and 4.3mm (N=12, 26%), respectively. Peri-implant bone loss and clinical parameters such as mobility, suppuration, swelling, bleeding on probing (BOP) were evaluated at the baseline and the final follow-up visit. The age of the patients ranged between 24-82 years (mean age: 54.7 years).

The cumulative survival rate of the regular diameter implants loaded for a period of 3-24 months (Mean:  $11.7 \pm 7.9$  month) was 100%. The average bone loss over the follow-up was  $0.36 \pm 0.67$  mm. Success rate was 95.7%. Only two implants failed (bone loss exceeding 1mm after 1 year of placement). Some prosthetic complications occurred, such as screw loosening (N=1) and dissolution of cementation material (N=2).

The present study describes successful outcome following the use of standard-diameter-implants placed in the posterior region, and further comprehensive maintenance practices and follow-up schedules are required.

**Key words:** Dental implant, Regular diameter, Posterior region, Bone loss

(원고접수일 2009. 8. 31 / 1차수정일 2009. 9. 7 / 2차수정일 2009. 9. 14 / 게재확정일 2009. 9. 25)

## I. 서 론

골과 티타늄의 골유착에 기초를 두고 1969년 Brånemark 등에 의해 소개된 현재의 임플란트 개념이 정립된 후 치근형 골내 임플란트는 완전 무치악과 부분 무치악 환자의 보철 수복 시 안정성을 가지고 성공적으로 유지되어 왔으며 치과 치료에서 임플란트가 차지하는 비중은 점점 높아지고 있다<sup>1)</sup>. 많은 이전의 연구에서 임플란트의 장기간의 안정성 및 높은 성공률이 입증 되었음에도 불구하고 좋지 못한 골질을 갖거나 감소된 골량을 갖는 부위에 식립된 임플란트는 현재에도 높은 성공률을 얻는데 많은 어려움이 있다. 그 동안 임플란트의 성공률을 높이기 위해 임플란트의 직경, 길이, 디자인 등을 변화시켜 초기 고정력을 높이고 표면처리를 통한 골 유착 속도 및 정도를 높이는 등 많은

노력이 시도되어 왔다. 하지만 구치부의 경우 치조골 흡수 후 하치조 신경과 상악동 기저부의 위치에 따른 해부학적 한계에 의해 가용골의 부족과 좋지 못한 골질을 만나는 경우가 많으며 또한 높은 교합력으로 인해 상대적으로 낮은 성공률을 보여왔다<sup>2)</sup>.

그에 대한 대안으로 1993년 Lang 등<sup>3)</sup>은 직경 5mm의 Brånemark 임플란트를 소개 하였다. 표준 직경의 임플란트에 비해 35% 이상의 더 넓은 골-임플란트 접촉을 얻을 수 있어 골질이 좋지 않은 곳에서도 좋은 초기 고정력을 보이며 넓은 직경의 발치와를 가진 구치부에서 발치와의 형태와 더 나은 적합성을 보인다고 하였다. 또한 구치부에서 더 나은 출현 윤곽 (Emergence profile)과 효과적인 저작압의 분산이 가능하며 지대주의 응력 감소로 인해 임플란트 변연부에서 골 흡수의 감소 및 임플란트의 파절 및 나사 풀림의 가능성이 낮아 진다고 보고된 바 있다<sup>4,5)</sup>. 하지만 임플란트 경부 직경이 3.6mm에서 4.2mm로 증가 시 31.5%의 응력 감소를 보였으나 5mm로 증가 시 16.4%만의 응력 감소를 보이고, 임플란트에서 주목할만한 응력 감소를 보이기 위해서는 직경이 6mm 이상이 되어야 한다고 보고되기도 하였다<sup>6)</sup>.

## 윤현중

150-713 서울시 영등포구 여의도동 62번지  
가톨릭대학교 의과대학 성모병원 구강악안면외과

## Hyun-Joong Yoon

Department of Oral and Maxillofacial Surgery St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea, Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu, Seoul, 150-713, Korea  
Tel: +82-2-3779-2148 Fax: +82-2-769-1689  
E-mail: omfshj@catholic.co.kr

Renouard & Nisand<sup>7)</sup>는 임플란트 직경과 골 흡수량에 대해 넓은 직경의 임플란트와 표준직경의 임플란트 주위 골 흡수에 대해 유사한 양을 보인다고 하였고 임플란트 직경과 주위 골 흡수 정도는 관계가 없다고 결론 지었다. 또한 넓은 직경의 임플란트를 구치부에서 1차 선택으로 사용 시 넓은 직경의 임플란트가 가진 가장 큰 장점인 “Rescue implant”로서의 기능을 상실하게 된다.

치조골 흡수를 보이는 구치부에서 임플란트 식립 시 표준직경의 임플란트를 식립한다면 넓은 직경의 임플란트에 비해 열개와 천공 가능성이 낮아져 골 이식이 동반되지 않는 최소한의 침습적 수술이 가능하며 부정확한 드릴링으로 인한 초기 고정력 획득 실패 시 또는 골유착 실패 시 넓은 직경의 임플란트를 통한 즉시 복구가 가능하기 때문에 구치부에서 표준 직경의 임플란트 식립은 많은 장점이 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 구치부에 지연 식립된 표준직경의 임플란트의 예후에 대해 임상적 및 방사선학적인 방법을 이용하여 후향적으로 평가 하고자 하였다.

## II. 연구대상 및 연구방법

### 1. 연구 대상

2007년 3월부터 2008년 10월까지 가톨릭 대학교 성모병원 구강 악안면 외과에서 임플란트를 식립 한 환자 중 Oneplant<sup>®</sup> (Warentec Co., Seoul, Korea) 시스템을 이용하여 표준 직경의 임플란트(직경 4.1mm: 직선형 내부 연결 방식, 직경 4.3mm: 췌기형 내부 연결방식, Sandblasted and acid-etched surface and microthreads)를 구치부에 지연 식립 받은 남자 11명, 여자 9명. 총 20명의 47개 임플란트를 대상으로 평가 하였다. 환자 나이는 24~82세였고 평균 54.7세였다.

상, 하악 구치부 부분 무치악 환자로 발치 후 최소 3개월이 지나 충분히 치유가 된 환자를 대상으로 하였다. 과도한 이갈이 습관이 있거나 하루 20개피 이상의 흡연자, 두경부에 방사선 치료를 받은 경우, 조절되지 않는 당뇨, 최근 스테로이드 치료를 시행 받은 경우, 혈액질환, 자가 면역질환을 갖는 경우 등의 환자는 제외 하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 수술 방법

모든 임플란트는 한명의 숙련된 구강 악안면 외과 의사가 식립 하였다. 제조 회사에서 추천한 통상의 방법대로 식립 하였으나 상악동 거상술 여부, 골질에 따라 최종 직경의 드릴링 및 Tapping의 생략등 변화를 주었다. 모든 환자는 수술 1시간 전에 Amoxicillin 1g을 IV로 투여 받았고 수술 후 하루에 Amoxicillin 1500mg, Acetaminophen 900mg을 3

회로 나누어 술 후 5일간 경구 투여 하였다. 술 후 14일간 치유 기간을 두고 봉합사를 제거 하였다.

#### 2) 평가방법

방사선학적 평가를 위해 식립 직후 및 최종 내원시의 골 높이를 측정 하였으며, 최종 내원시 임플란트의 동요도, 삼출물 여부, 부종, 탐침 후 출혈여부 등의 임상적 평가를 시행하였다.

디지털 치근단 사진 혹은 파노라마 사진을 통해 방사선학적 평가를 시행하였는데 디지털 방사선 사진 뷰어인 Marosis (Marotech Co., Seoul, Korea) 프로그램으로 10배 확대시켜 임플란트 식립체의 가장 상부에서 임플란트 식립체와 접촉되어 있는 골의 가장 높은 지점간의 거리를 근심과 원심에서 각각 측정 하였다 (Fig. 1)<sup>8)</sup>. 임플란트의 성공률은 1986년 Albrektsson등<sup>9)</sup>이 제시한 기준으로 측정 하였으며 생존율은 1994년 Mombelli & Lang<sup>10)</sup>의 기준에 따라 측정 하였다. 수술직후 및 최종 내원 시 측정한 골 높이의 변화는 임플란트 식립위치에 따라 상악과 하악 그리고 소구치와 대구치, 보철 형태에 따라 단일 보철과 Splinting 보철 그리고 임플란트 식립체의 형태에 따라 직선형과 췌기형으로 나누어 비교 하였다.

#### 3) 통계분석

전체 임플란트의 골 흡수 정도는 paired t-test를 이용해 분석 하였고 식립 위치, 보철형태, 임플란트 식립체 형태에 따른 골 흡수 정도의 비교는 Wilcoxon rank-sum test 로 시행 하였다. SAS 3.0 (SAS Institute, USA) 프로그램을 사용하였으며 P<0.05 수준에서 통계적 유의성을 검증하였다.

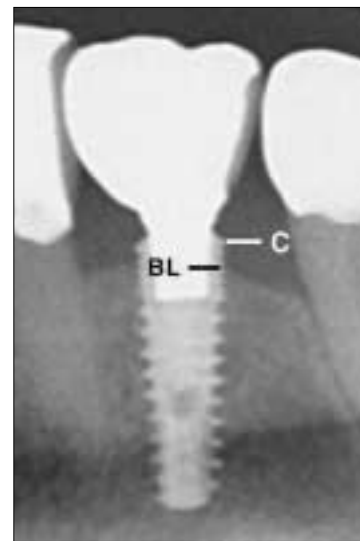


Fig. 1. Bone loss measurement. Using the most coronal (C) point of the implant as the reference point and the lowest point of marginal bone around the implant as the bone level (BL), the distance was measured to the nearest 0.01mm.

### III. 결 과

총 47개의 표준 직경을 가진 임플란트를 [4.1mm (N=35, 74%)와 4.3mm (N=12, 26%)] 상, 하악 구치부에 부분 무치악을 가진 20명에게 식립하였다. 식립된 임플란트의 길이는 8.5mm (N=16, 34%), 10mm (N=19, 40%), 11.5mm (N=12, 26%) 였다. 환자의 평균 나이는 24~82세로 평균 54.7세 였다. 식립된 임플란트는 상악에 8개 하악에 39개 그리고 소구치에 8개 대구치에 39개 였다 (Fig. 2). 상악동 거상술 시행과 동시에 식립한 경우가 1개 있었으며 골이식재는 Biocera® (Oscotec Co., Seoul, Korea)를 이용했다. 식립 후 추적 기간은 6~29.5개월 (평균 16.3±8.5개월) 이고 보철 수복 후 추적기간은 3~24개월 (평균 11.7±7.9개월) 이었다.

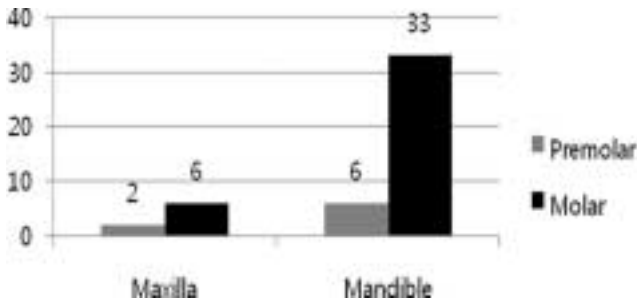


Fig. 2. Distribution of implant according to anatomic location.

보철 수복은 매식체 식립 3~7.5개월 (평균 4.6±1.4개월) 후 에 시행 되었으며 상악의 경우 5.5~7.5개월 (평균 6.1±0.7 개월), 하악의 경우 3~7.5개월 (평균 4.3±1.3개월) 후 보철 을 시행하였다. 총 47개의 임플란트 중 보철을 단일 수복한 경우가 12개, Splinting을 시행한 경우가 35개 였다. 또한 직 선형 식립체가 식립된 경우가 35개 췌기형 식립체가 식립 된 경우가 12개 였다.

#### 1. 임상적 결과

두 개의 임플란트가 실패하여 95.7%의 성공률을 보였는 데 실패한 임플란트는 식립 1년 이내 1mm 이상의 골소실을 보였고, 고혈압과 간질환 병력이 있는 동일한 환자로 위 치는 하악 제2소구치 및 제1대구치 였으며 사용된 임플란 트는 4.1×8.5mm 였다. 추적 검사 기간 동안 식립된 임플란 트 주위의 동통, 임플란트의 동요도, 삼출물, 부종, 탐침 후 비정상적 출혈을 보인 경우는 없었다. 2개의 임플란트 보 철물에서 시멘트 유지 실패와 1개의 임플란트 보철물에서 나사 풀림이 있었고 100%의 생존율을 보였다.

#### 2. 방사선학적 결과

보철 시행 후 최종 내원 시 측정된 골 흡수 정도는 근심이 0.38±0.72mm, 원심이 0.34±0.7mm로 평균 0.36±0.67mm 의 골 흡수를 보였다. 상악과 하악의 식립 위치에 따른 골

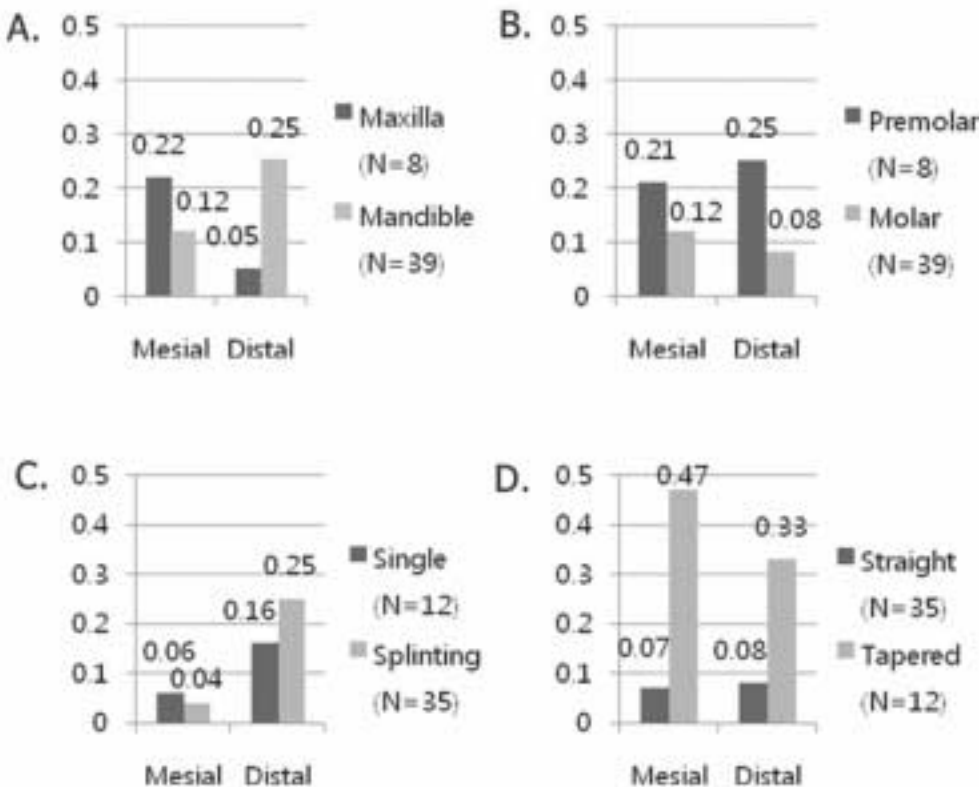


Fig. 3. Comparison of bone loss. (median value: mm)  
 A: Maxilla vs Mandible,  
 B: Premolar vs Molar,  
 C: Single vs Splinting,  
 D: Straight vs Tapered.

흡수량의 중앙값은 상악의 경우 근, 원심이 각각 0.22mm, 0.05mm이고 하악이 0.12mm, 0.25mm로 통계적으로 유의성은 없었다 (근심  $P=0.52$ , 원심  $P=0.19$ ). 또한 소구치와 대구치의 식립 위치에 따른 골 흡수량의 중앙값은 소구치의 경우 근, 원심이 각각 0.21mm, 0.25mm이고 대구치가 0.12mm, 0.08mm로 역시 통계적으로 유의성이 없었다 (근심  $P=0.63$ , 원심  $P=0.41$ ). 보철 형태에 따른 골 흡수량의 중앙값은 단일 보철일 경우 근, 원심이 각각 0.06mm, 0.04mm이고 Splinting시행 보철일 경우 0.16mm, 0.25mm로 통계적으로 유의성을 보이지 않았다 (근심  $P=0.72$ , 원심  $P=0.27$ ). 임플란트 식립체의 형태에 따른 골 흡수량의 중앙값은 직선형의 경우 근, 원심이 각각 0.07mm, 0.08mm이고 쉐기형이 0.47mm, 0.33mm로 역시 통계적으로 유의성이 없었다 (근심  $P=0.38$ , 원심  $P=0.63$ ) (Fig. 3).

#### IV. 고 찰

1980년대 후반까지 3.75mm 직경의 Brånemark 타입의 implant가 널리 이용되었다. 이 임플란트는 완전 무치악 환자의 전치부에 식립할 목적으로 초기에 고안되었다. 하지만 구치부에 식립 시 치조골의 흡수에 의한 하치조 신경과 상악동 기저부등의 해부학적 한계에 따른 가용골의 부족과 발치와에서 양측 피질골의 접촉의 부족, 좋지 못한 골질로 인한 초기 고정력 획득의 부족, 식립체의 파절등의 임상적인 문제점을 나타내게 되어 좀더 넓은 직경의 임플란트의 필요성이 대두되었다. 이에 1993년 Lang등<sup>3)</sup>에 의해 직경 5mm의 넓은 직경의 임플란트를 소개하였다.

1999년 Ivanoff등<sup>11)</sup>은 machined surface를 가진 임플란트의 직경에 따른 생존율을 조사 하였는데 3.75mm, 4mm, 5mm 직경의 임플란트를 36~60개월 추적 조사 결과 각각 95%, 97%, 82%의 생존율을 보였으며 5mm의 임플란트가 상대적으로 낮은 생존율을 나타냈다. 또한 2004년 Shin등<sup>12)</sup>의 연구에서도 동일한 조건에서 평가를 시행 하였는데 12~84개월 추적 조사 결과 각각 98.2%, 87.4%, 80.9%로 직경이 넓어 질수록 상대적으로 역시 낮은 생존율을 보였다. 하지만 2007년 발표된 Degidi등<sup>13)</sup>의 연구에선 Rough surface를 가진 직경 5~6.5mm의 넓은 직경의 임플란트 식립 시 평균 30개월 추적 조사 결과 98.4%의 비교적 높은 생존율을 보고 했다. 2006년 Renouard & Nisand<sup>7)</sup>는 직경에 따른 임플란트의 생존율을 비교 한 종설 논문에서 직경과 생존율의 상관 관계는 없다고 결론 내렸고 임플란트의 성공 여부는 임플란트 직경 보다는 비 침습적인 드릴링 테크닉과 올바른 환자의 선택, 좋은 골질등에 영향을 받는다고 결론 지었다. 최근 rough surface를 갖는 임플란트에 대한 연구에서 넓은 직경의 임플란트 역시 높은 생존율을 보고 하고 있으나 넓은 직경의 임플란트를 식립 시 표준직경의 임플란트 식립에 비해 더 침습적인 드릴링, 골 이식 필요의 증가와 더불어 "Rescue implant"로서의 기능을 상실하게 된다.

2000년 English등<sup>14)</sup>은 넓은 직경의 임플란트에 비해 표준직경의 임플란트를 구치부에 식립 시 치조골 흡수에 따른 열개나 천공가능성이 낮고 보다 간단한 드릴링으로 인해 덜 침습적이며 식립 방향의 변화 가능성이 낮으며 즉시 식립의 경우 발치와벽과 임플란트간의 공간사이 혈병형성 공간이 넓어져 보다 많은 양의 골이 형성되어 협착골과 치은의 퇴축 가능성이 낮아진다고 하였으나 구치부에 식립된 표준 직경의 임플란트에 관한 임상연구가 부족한 바 본 연구를 시행하게 되었다.

본 연구에서는 상, 하악 구치부에 자연 식립된 표준직경의 임플란트를 평가 하였는데 95.7%의 성공률 및 100%의 생존율을 보였다.

본 연구에 사용된 임플란트의 가장 큰 특징은 Sandblasted and acid-etched 표면 처리된 임플란트 경부에 microthread 구조를 갖는다는 점이다. Norton등<sup>15)</sup>은 33개의 Rough surface with microthread 를 가진 임플란트의 골 소실을 평가 하였는데 로딩 후 1년에 평균 0.33mm, 로딩 후 4년에 평균 0.61mm의 골 소실을 보고 하였다. Hansson등<sup>16)</sup>은 Rough surface with microthread 를 가진 임플란트를 유한 요소법을 이용하여 연구한 결과 임플란트 경부 주위골로 전달되는 계면 전달응력의 감소로 인해 골 흡수가 감소된다고 입증 하였다. 이후 Shin등<sup>17)</sup>의 연구에서 임플란트 경부가 Machined surface, Rough surface, Rough surface with microthread 를 가진 세 가지 임플란트를 부하를 가하고 12개월 후 골 흡수 정도를 평가 하였다. 각각  $1.32 \pm 0.27$ mm,  $0.76 \pm 0.21$ mm,  $0.18 \pm 0.16$ mm로 Rough surface with microthread를 가진 임플란트가 가장 낮은 골 소실 보였다.

이번 연구에서 평균 16.3 개월 추적 검사 결과 근심이  $0.38 \pm 0.72$ mm, 원심이  $0.34 \pm 0.7$ mm의 골 소실을 보였다. 평균  $0.36 \pm 0.67$ mm의 골 흡수로 Albrektsson(1986)이 제시한 식립 첫 해에 1mm이내, 이후 매년 0.2mm 이내의 골소실의 기준에 비해 낮은 골 흡수를 보였다.

임플란트 식립 위치에 따라 상, 하악간 및 소구치, 대구치간의 골 흡수 정도를 평가 하였는데 모두 통계적으로 유의할만한 차이를 보이지 않았다.

임플란트 보철물의 Splinting의 필요성에 대해서는 아직 논란의 여지가 있다. Grossmann등<sup>18)</sup>은 측방 운동시 견치 유도가 존재하고 교합이 안정적이라면 구치부에서 splinting의 시행은 반드시 필요치 않다고 하였고, Naert 등<sup>19)</sup>도 무치악 환자에서 Single임플란트 수복 환자와 splinting 임플란트 수복 환자에서 비슷한 골 소실을 보인다고 보고 하였다. 하지만 많은 연구에서 임플란트 보철시 Splinting을 수평압의 최소화와 교합력의 효율적인 분산과 나사 풀림을 최소화 하기 위해 필요하다고 하였고,<sup>20,21)</sup> Wang 등<sup>22)</sup>은 좋지 못한 골질을 갖는 부위에선 견고한 재료를 이용한 Splinting 보철을 시행 할 것을 추천한 바 있다. 본 연구에선 보철 형태에 따른 골 흡수량의 중앙값은 단일 보철일 경우 근, 원심이 각각 0.06mm, 0.04mm이고 Splinting시행 보철일 경우

0.16mm, 0.25mm로 통계적으로 유의성을 보이지 않았다. 임플란트 식립체의 형태에 따른 골 흡수량의 중앙값은 직선형의 경우 근, 원심이 각각 0.07mm, 0.08mm이고 췌기형이 0.47mm, 0.33mm로 통계적으로 유의성이 없었다. 췌기형의 경우 직선형에 비해 많은 골 흡수를 나타냈는데 직선형의 경우 부하를 가하고 평균 10.2개월의 추적 조사가 이루어 졌으나 췌기형의 경우 평균 16개월의 추적 조사가 이루어져 상대적으로 골 흡수 정도가 많은 것으로 생각된다.

표준 직경의 임플란트를 구치부에 식립 시 우려되는 사항 중 하나인 파절에 대해서 Eckert 등<sup>23)</sup>은 식립된 4937개의 임플란트 중 28개(0.6%)의 식립체 파절이 나타났는데 상악과 하악이 같은 비율 이였고 파절이 나타난 모든 임플란트는 machined surface 를 가진 직경 3.75mm 임플란트 였으며 파절 시기는 식립 후 575~3290일 이라고 보고한 바 있다. Rough surface를 갖는 표준직경의 임플란트를 구치부에 식립 시 파절여부에 대해 보고된 연구는 찾기 어려우며 본 연구에서도 추적 조사 기간동안 식립체 파절이 나타난 경우는 없었다.

## V. 결 론

본 연구의 결과에 의해 임플란트의 표면처리기술의 발달과 경부 디자인의 변화로 표준 직경을 가진 임플란트를 구치부에서 식립하는 것은 안정적인 치료법으로 제안된다. 하지만 더 많은 수의 임플란트와 장기적인 추적 조사가 이루어져 할 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
2. Tolstunov L. Implant zones of the jaws : Implant location and related success rate. *J Oral Implantol* 2007;33:211-20.
3. Langer B, Langer L, Herrmann I, Jorneus L. The wide fixture : A solution for special bone situations and a rescue for the compromised implant. Part 1. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:400-8.
4. Ivanoff CJ, Sennerby L, Johansson C, Rangert B, Lekholm U. Influence of implant diameters on the integration of screw implants. An experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1997;26:141-8.
5. Becker W, Becker BE. Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous implant restorations: a retrospective study. *J Prosthet Dent*. 1995;74:51-5.

6. Himmlová L, Dostálová T, Káčovský A, Konvícková S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2004;91:20-5.
7. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006;17 Suppl 2:35-51.
8. Nordin T, Graf J, Frykholm A, Helldén L. Early functional loading of sand-blasted and acid-etched (SLA) Straumann implants following immediate placement in maxillary extraction sockets. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:441-51.
9. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986 Summer;1:11-25.
10. Mombelli A, Lang NP. Clinical parameters for the evaluation of dental implants. *Periodontol* 2000.1994;4:81-6.
11. Ivanoff CJ, Gröndahl K, Sennerby L, Bergström C, Lekholm U. Influence of Variations in Implant Diameters: A 3- to 5-Year Retrospective Clinical Report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:173-80.
12. Shin SW, Bryant SR, Zarb GA. A retrospective study on the treatment outcome of wide-bodied implants. *Int J Prosthodont* 2004;17:52-8.
13. Degidi M, Piattelli A, Iezzi G, Carinci F. Wide Diameter Implant: Analysis of Clinical Outcome of 304 Fixtures. *J Periodontol* 2007;78:52-8.
14. English C, Bahat O, Langer B, Sheets CG. What are the clinical limitations of wide-diameter (4 mm or greater) root-form endosseous implants? *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:293-6.
15. Norton MR. Marginal bone levels at single tooth implants with a conical fixture design. The influence of surface macro- and microstructure. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:91-9.
16. Hansson S. The implant neck: smooth or provided with retention elements. A biomechanical approach. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:394-405.
17. Shin YK, Han CH, Heo SJ, Kim S, Chun HJ. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:789-94.
18. Grossmann Y, Finger IM, Block MS. Indications for splinting implant restorations. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:1642-52.
19. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J, Quirynen M, Jacobs R, van Steenberghe D. Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. part I: a longitudinal clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:381-9.
20. Isidor F. Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. *Clin Oral Implant Res* 1996;7:143-52.
21. Guichet DL, Yoshinobu D, Caputo AA. Effect of splinting and interproximal contact tightness on load transfer by implant restorations. *J Prosthet Dent* 2002;87:528-35.
22. Wang TM, Leu LJ, Wang J, Lin LD. Effects of prosthesis materials and prosthesis splinting on peri-implant bone stress around implants in poor-quality bone: A numeric analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:231-7.
23. Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK. Analysis of Incidence and Associated Factors with Fractured Implants: A Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:662-7.