

SLA 표면 처리와 미세나사선을 가진 내측 연결형의 국산 임플란트에 대한 후향적 연구

도레미¹ · 문홍석² · 심준성² · 이근우^{3*}

연세대학교 치과대학 보철학교실, ¹대학원생, ²부교수, ³교수

연구목적: 골유착이라는 개념이 도입된 후, 임플란트의 등장은 치과계에 많은 변화를 일으키게 되었다. 임플란트를 이용한 상설치아의 수복은 안정된 시술 방법으로 시행되어져 왔으며 그 적용 범위가 확대되었고 사용 빈도도 급격히 증가해왔다. 이에 따라 국산 임플란트의 사용 빈도도 높아지고 그 종류 또한 증가하였으나 장기간의 임상적, 객관적인 자료를 가진 국산 임플란트의 수는 많지 않은 상태이다. 본 연구는 연세대학교 치과대학 병원에 내원한 환자 중 SLA 표면 처리 및 미세나사선을 가진 내측 연결형의 Implantium® 임플란트를 이용하여 치료받은 38명의 환자에게 식립된 106개의 임플란트를 대상으로 6개월에서 30개월까지의 임상적, 방사선학적 결과를 후향적으로 분석하였다.

연구재료 및 방법: 진료기록부를 통해 성별, 연령, 식립 위치, 식립 부위의 골 상태, 식립된 임플란트의 직경 및 길이, 2차 수술 및 골 이식 여부, 대합치의 유형, 임상적 합병증의 유형 및 빈도 등을 조사하여 그에 따른 분포 및 생존율의 차이와 함께 이들 항목이 변연골 흡수량에 미치는 영향을 조사하였다. 방사선 사진 분석으로 임플란트 식립시, 보철물 장착 후 첫 6개월 내지 1년 간, 그 이후 연간 변연골 흡수량을 측정하여 분석하였다.

결과: 1. 총 38명에게 식립된 106개의 임플란트 중 1개가 실패하여 누락 생존율은 99.1%로 나타났다. 2. 보철물 장착 후 최소 6개월 이상 정기검진이 가능했던 96개의 임플란트에서 상악에서의 생존율은 97.0%, 하악에서의 생존율은 100%였고, 구치부에서의 생존율은 98.9%였으며 전치부에서의 생존율은 100%였다. 3. 보철물 장착 후 첫 1년간의 변연골 흡수량은 평균 0.17 mm 이었으며, 1년 이후의 연간 변연골 흡수량은 평균 0.04 mm로 통계학적으로 유의차 있게 적은 골 소실량을 나타내었다 ($P < .05$). 4. 보철물 장착 후 첫 1년간 연령에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았으나 ($P > .05$), 1년 이후의 정기 검진 기간에서 50 세 이상의 환자에서 50세 미만의 환자보다 큰 연간 변연골 흡수량을 보였다 ($P < .05$). 5. 성별 간, 악궁 간, 전치부와 구치부위 간, 2차 수술 및 골 이식 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았다 ($P > .05$).

결론: 이상의 결과를 토대로 변연골 흡수량에 영향을 주는 요소로 연령을 들 수 있었으며 성별, 악궁 간, 악궁 내 위치, 2차 수술 및 골 이식 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형에 따른 변연골 흡수량의 차이는 없었다. 본 연구에서 최대 30개월까지의 기간 동안 SLA 표면 처리 및 미세나사선을 가진 내측 연결형의 국산 임플란트의 임상적인 성공률은 만족스러운 결과를 보였으며 변연골 흡수량도 임플란트 성공 기준에 부합하였다. (대한치과보철학회지 2009;47:136-47)

주요단어: Implantium®, 국산 임플란트, SLA 표면, 내측 연결형, 생존율, 변연골 흡수

서론

P.I. Brånemark에 의해 골유착이라는 개념이 처음 도입된 후, 임플란트의 등장은 치과계에 많은 변화를 일으키게 되었다. 임플란트를 이용한 치아 결손부의 수복은 안정된 시술방법으로 시행되어져 왔으며 고정성 국소의 치, 또는 가철성 의치에 의한 치아 수복과 비교해 많은 장점을 가진다. 장기간의 임상 연구 및 높은 성공률의 보고로 골유착성 임플란트를 이용한 보철수복은 초창기 시도되었던 전체 무치악 환자에서 뿐 아니라 피개 의치, 부분 무치악, 전치부, 구치부와 단일결손 부위 수복 등에서도 예측 가능한 치료방법으로 이용되고 있다.¹⁵

골유착형 임플란트의 장기간의 성공률은 주로 지지골의 보존에 달려있고 따라서 골유착을 유지하고 변연골의 높이를 안정된 상태로 유지하는 것이 중요하다.

초기에는 기계연마로 형성된 평활한 표면을 가진 임플란트가 사용되었으나 표면 거칠기를 변화시키는 여러 연구들이 진행되었다. 여러 연구에서 거친 표면을 가진 임플란트가 평활한 표면을 가진 임플란트에 비해 더 빠른 골 반응을 가지며, 더 높은 골-임플란트 접촉율과 더 견고한 골-임플란트 유착을 나타낸다고 보고하였다.⁶⁷ 표면처리 방법으로 티타늄 플라스마 분사, 수산화인회석 코팅, 산부식, 샌드 블라스팅, 블라스트 입자를 이용한 macro roughness 형성에 산부식을 통한 micro roughness를 부여하는 SLA (Sandblasted Large grit Acid etched) 표면, 흡수성 블라스트 입자를 이용하는 RBM (Resorbable Blast Media) 표면처리, 양극 산화법 등이 개발되고 사용되고 있다.

또 임플란트 경부에 적절한 거칠기의 표면 처리와 미세 나사산을 형성한 경우에서 초기 골 흡수량이 적으며

교신저자: 이근우

120-752 서울 서대문구 성산로 250연세대학교 치과대학 보철학교실 02 2228 3158: e-mail, kwlee@yuhs.ac

원고접수일: 2008년 8월 8일 / 원고최종수정일: 2008년 10월 23일 / 원고채택일: 2008년 11월 26일

주변골이 안정화되었다는 연구 결과가 보고되고 있다.⁸ Abrahamsson 등⁹은 동물실험을 통한 조직학적 분석에서 미세나사선이 있는 임플란트에서 미세나사선이 없는 임플란트에 비해 기능 부하를 가한 후 10개월 뒤 더 높은 골-임플란트 접촉 (bone-implant contact)을 나타냄을 보고하였다.

이렇게 임플란트를 이용한 치료법이 상실된 치아의 수복을 위해 우선적으로 고려되어야 할 중요한 치료방법의 하나로 인식되고 활발히 연구되어지면서 그 적용 범위가 확대되었고 사용 빈도도 급격히 증가해 왔다. 이에 따라 국산 임플란트의 사용빈도도 높아지고 그 종류 또한 증가하여 임상가들에게는 사용 가능한 선택의 폭이 상당히 넓어졌다. 하지만 장기간의 임상적, 객관적인 자료를 가진 국산 임플란트의 수는 많지 않아 임플란트의 선택에 있어 여전히 어려움이 존재하고 있다.

본 연구는 SLA 표면처리 및 미세나사선을 가진 내측 연결형의 국산 임플란트에 관하여 기능부하 후 6개월에서부터 30개월까지의 임상적, 방사선학적 결과에 대한 후향적 분석을 실시하여 성별, 연령, 식립 위치, 식립된 임플란트의 직경 및 길이, 2차 수술 및 골 이식 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형, 임상적 합병증의 종류 및 빈도 등을 조사하였고, 그에 따른 분포 및 생존율과 함께 이들 항목이 변연골 흡수량에 미치는 영향을 분석하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상 및 재료

2004년 11월부터 2007년 5월 사이에 연세대학교 치과 대학병원에서 Implantium® 임플란트 ((주)덴티움, 서울, 한국) 시스템을 이용하여 시술 받은 환자들에 대해 진료 기록부를 조사하고 방사선 사진을 계측하여 후향적 연구를 시행하였다. 총 80명의 환자에게 식립된 233개의 임플란트 중, 아직 보철물 장착을 시행하여 기능 부하가 가해지지 않은 임플란트와 보철물을 장착한 후 6개월 이상 정기검진 되지 않은 환자를 제외하였다. 단, 보철물 장착 전이라도 실패가 발견된 경우 이를 기록하였다. 총 38명의 환자에게 식립된 106개의 임플란트가 대상이 되었고 보철물 장착 후 마지막 내원일까지의 기간은 6개월에서 30개월까지였다.

전체 38명의 대상 환자 중 고혈압을 가진 사람이 8명, 당뇨병을 가진 사람이 4명이었고 이중 두 명은 고혈압과 당뇨병을 모두 가지고 있었다. 대상자 중 흡연자는 1명이었고 갑상선 기능 항진증이 1명, 고콜레스테롤증이

1명, 그 외 특이할 만한 전신질환을 가진 환자는 없었다.

이번 연구에서 사용된 Implantium® 임플란트는 ITI® 임플란트 시스템 (Straumann, Walenburg, Switzerland)과 유사하게 샌드 블라스팅과 산부식 처리를 통해 고정체의 표면적과 거칠기를 증가시킨 SLA 표면, 주변 치조골로의 응력분산을 고르게 하기 위한 내측 연결구조와 conical sealing 디자인을 가지고 있으며, 추가로 상부에 미세나사선을 가지고 있다 (Fig. 1).

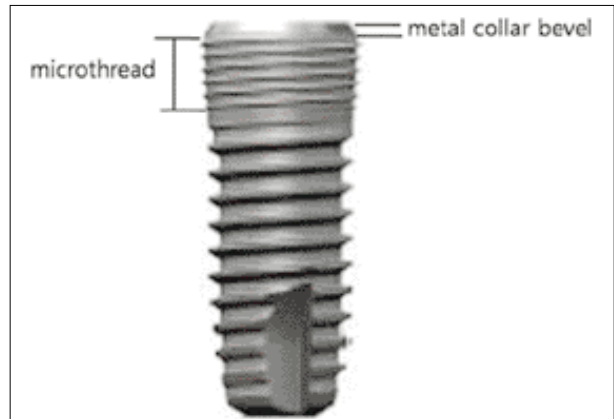


Fig. 1. Implantium® implant (Dentium Co., Seoul, Korea).

2. 수술 및 보철 과정

임플란트 식립 방법은 국소마취 하에 전충판막 거상 후 제조회사가 추천하는 방법에 따라 임플란트를 식립하였으며 필요에 따라서 tapping, countersinking을 시행하였고, 식립 시 나사선이 노출되거나 골 결손부가 발생한 18개의 임플란트에서는 골유도 재생술 (guided bone regeneration, GBR)을 시행하였다. 1차 수술 및 2차 수술 여부는 수술 시 임플란트의 초기 안정성에 따라서 술자가 결정하였다. 상악에서 식립 길이가 제한된 경우 골절도술 (osteotome technique)을 이용한 상악동 거상술 (10개) 또는 골 이식을 동반한 상악동 거상술 (11개)을 시행하여 임플란트를 식립하였다. 수술 시 임플란트 식립 부위의 골질과 골양은 Lekholm과 Zarb¹⁰가 제안한 분류에 따라 술자의 판단으로 기록하였다 (Table I, II).

최소 3개월 이상의 치유기간을 거친 후 보철 작업을 진행하였고 상부 보철물은 중심위 교합에서만 교합접촉이 일어나도록 하고 편심위에서는 교합되지 않도록 하였다. 최종 보철물 장착 후 환자들은 적어도 1년에 1회 이상 정기적으로 내원하여 치태조절과 임상 검사 및 방사선 사진 검사를 받도록 하였다.

Table I. Number of implants placed according to bone quality

	Type I	Type II	Type III	Type IV	Unknown	Total
Maxilla	-	3	20	11	3	37
Mandible	-	34	26	3	6	69
Total	-	37	46	14	8	106

Table II. Number of implants placed according to bone quantity

	A	B	C	D	E	Unknown	Total
Maxilla	-	13	21	-	-	3	37
Mandible	-	21	39	3	-	6	69
Total	-	34	60	3	-	8	106

3. 평가 방법

3.1. 진료기록부 분석

진료기록부를 통해 전신 조건, 성별, 연령, 식립 위치, 식립된 임플란트의 직경 및 길이, 2차 수술 및 골 이식 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형, 임상적 합병증의 종류 및 빈도 등을 조사하여 그에 따른 분포 및 생존율의 차이와 함께 이들 항목이 변연골 흡수량에 영향을 미치는지 조사하였다.

임플란트의 성공에 대한 기준은 Buser 등²과 Cochran 등¹¹에 의한 기준에 따라 평가하였고 이는 다음과 같다.

- 임상적으로 임플란트의 동요도가 없을 것
- 임플란트 주위로 방사선 투과상이 없고, 급속도로 진행되는 골소실이 없을 것
- 임플란트 주위 감염이 지속적이거나 재발하지 않을 것
- 통증이나 신경 및 지각 이상이 없을 것

3.2. 방사선학적 분석

3.2.1. 방사선 사진 촬영 및 그래픽 처리

임플란트 식립과 보철물 장착 시, 그 후 6개월 내지 1년 정기 검진 시에 방사선 촬영을 시행하였다. 방사선 사진의 촬영과 그래픽 처리는 서지영 등¹² 및 안희석 등¹³의 연구에서 시행한 방법을 사용하였다.

방사선 촬영은 구내 디지털 치근단 방사선사진 촬영으로 구내촬영기인 Heliudent MD[®]를 이용하여 60 kVp, 0.16 mAs의 조건으로 촬영하고 CCD 형태의 센서인 SIGMA[®] (GE Medical system instrumentarium Co. Tuusula, Finland)를 통하여 10 bit의 영상정보를 얻었다. 얻은 영상정보는 Gateway 프로그램인 Dentigate[®] (INFINITT Technology Co. Ltd., Seoul, Korea)를 통해서 DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) 영상으로 전환하였다. 이 영

상을 Gateway 프로그램 상에서 개인용 컴퓨터에서 인식 가능한 JPEG 파일로 변환하였다. 각 사진은 Adobe Photoshop 7.0.1 (Adobe Systems Incorporated, San Jose, California, USA)상에서 200% 확대하여 측정이 용이하도록 하였으며, gradient map 설정을 변경하는 이미지 처리를 통해 임플란트 고정체와 주위 변연골 경계부위가 명확히 구분될 수 있도록 하고 계측도구를 이용하였다.

3.2.2. 임플란트 주위 변연골 흡수량 측정 및 방사선 사진의 확대율 보정

변연골 흡수량 계산을 위해 임플란트의 최상부의 metal collar bevel과 거친면의 경계부위에서부터 관측되는 가장 상방의 임플란트와 변연골 접촉점까지의 거리를 측정하였으며, 임플란트마다 근심부와 원심부를 각기 따로 측정하였고 계측은 2회씩 반복 측정하여 측정 오차를 줄이고자 하였다. 변연골 흡수량 측정에서 기준시점 (baseline)은 보철물을 통해 기능 부하를 가한 시점으로 하였고, 각 측정 간은 초기에는 6개월 내지 1년으로 하였고, 이후는 1년 단위로 측정하였다. 기능부하를 가하기 전의 변연골 흡수량도 비교하기 위해 healing abutment를 장착한 식립 시의 변연골 높이 또한 측정하였다.

나사선 사이의 거리를 방사선 사진 보정을 위한 기준 거리로 채택하였다. Implantium[®] 임플란트 시스템에서 나사선 사이의 거리 (thread의 top에서부터 다음 thread의 top까지)는 1.2 mm로, 계산의 편의와 방사선 사진 상에서의 계측 오차를 줄이기 위해 6개의 나사선 간의 거리 ($5 \times 1.2 \text{ mm} = 6.0 \text{ mm}$)를 기준거리로 하였다. 방사선 사진 상에서 임플란트의 최상부의 metal collar bevel과 거친면의 경계부위에서부터 관측되는 가장 상방의 변연골 접촉점까지의 거리 (D)와 6개의 나사선 거리 (R')를 측정하였고, 다음과 같이 보정하여 실제 임플란트의 거친면 시작점으로부터 변연골까지의 거리 (X)를 얻었다 (Fig. 2).

$$X = DR/R'$$

X: 보정된 실제 임플란트와 지대주 연결부에서 변연골까지의 거리 (mm)

D: 사진 상에서 측정한 machined collar bevel과 거친면 경계에서 변연골까지의 거리 (mm)(distance of (a) to (b))

R': 사진 상에서 측정한 기준거리 (mm)(c)

R: 기준거리 (6개 나사선 사이 거리인 6.00 mm)

그리하여 매년 정기검사 시의 거리에서 이전 정기검사 시 측정한 변연골 높이를 빼서 기간별 변연골 흡수량을 측정하였다.

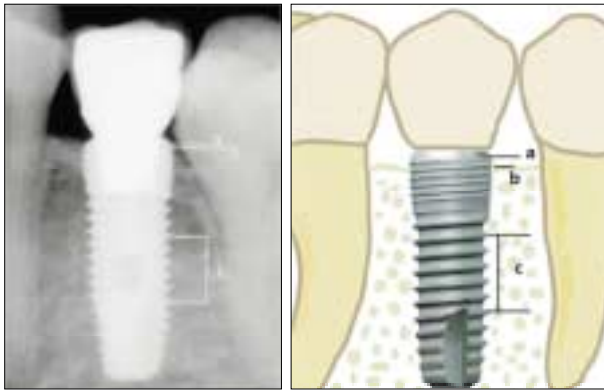


Fig. 2. References used to measure actual marginal bone loss.

- (a): junction between implant machined collar bevel and rough surface
(b): implant to marginal bone contact level
(c): inter-thread distance of six threads

4. 통계학적 분석

모든 통계는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 임플란트의 보철물 장착 후 첫 6개월 및 1년 동안과 그 후 연간 변연골 흡수량을 비교하여 평균과 표준편차를 계산하였다.

식립한 임플란트를 성별에 따라 두 그룹으로 나누어 변연골 흡수량을 독립 t-검정(independent sample t-test)을 이용하여 유의차가 있는지 분석하였다 ($P < .05$). 마찬가지로 상악 악공간, 전치부와 구치부간, 2차 수술 및 골 이식 유무 간에 따라 변연골 흡수량을 독립 t-검정을 이용하여 유의차가 있는지 분석하였다 ($P < .05$). 보철물의 유형에 따라서는 단일 금관, 연결 고정된 금관 (splint crown), 가공치를 포함하는 임플란트 지지 고정성 보철물, 임플란트 지지 가철성 보철물로 나누어 Kolmogorov-Smirnov 방법을 이용해 정규분포성 여부를 판단한 후, 정규분포를 따를 경우 일원분산분석 (one-way ANOVA test)을 이용하여 그룹 간 유의차가 있는지 분석하였고 ($P < .05$) 사후검정이 필요시 Scheffé test를 이용하였다. 정규분포를 따르는지 평가할 수 없는 경우에는 비모수 방법인 Kruskal-Wallis test를 이용하여 군간 유의차가 있는지 분석하였다. 대합치 종류에 따라 자연치, 임플란트, 고정성 국소의치, 가철성 보철물로 나누어 보철물 유형 분석과 마찬가지로 유의차가 있는지 분석하였다.

결과

1. 전체 임플란트의 누적 생존율과 골 흡수량

총 38명의 환자에게 식립된 106개의 임플란트 중 1개의 임플란트가 식립 한달 후 동요도가 발견되어 제거되었다. 조사기간 동안 탈락된 대상자는 없었으나, 한 환자에게 식립된 10개 중 9개의 임플란트는 중간 정기 점검시 방사선 사진을 촬영하지 않아 기간별 변연골 상실량을 측정할 수 없었기 때문에 누적 생존율의 결과에만 포함시켰고 이후의 결과에서는 제외하였다. 보철물 장착을 시행한 임플란트 중에서 마지막 정기 검진 시까지 실패한 임플란트는 없었다. 결과적으로 보철물을 통한 기능적 부하가 가해지기 전에 1개의 임플란트에서 실패가 발생하였고 기능적 부하가 가해진 후에는 실패가 관찰되지 않았으며 누적 생존율은 99.1%로 나타났다 (Table III).

이번 연구에서 식립된 임플란트는 직경 3.4 mm, 3.8 mm, 4.3 mm, 4.8 mm, 4.8W mm의 5 종류가 사용되었으며, 직경 4.8 mm가 37개 (38.1%)로 가장 많이 사용되었다 (Table IV).

임플란트 길이는 8 mm, 10 mm, 12 mm의 세 종류를 사용하였다 (Table V).

96개의 임플란트에 대해서는 기간별 변연골 흡수량을 측정하였다. 보철물 장착 후 첫 1년간의 변연골 흡수량은 평균 0.17 mm 이었으며, 1년 이후 연간 변연골 흡수량은 평균 0.04 mm 이었다 (Table VI).

대응표본 t-검정 (paired t-test)을 시행한 결과 식립시부터 보철물 장착 전까지와 보철물 장착 후 1년, 1년 이후 연간 골 흡수량에서 각각 유의차 있는 결과를 나타내었다 ($P < .05$) (Table VII).

Table III. Life table analysis showing cumulative survival rates

Observation period	Implants placed	Implants failed	SR within period (%)	Cumulative SR (%)
Placement to Loading	106	1	99.1	99.1
Loading to 1 year	87	-	100	99.1
1 - 2 year	64	-	100	99.1
2 - 3 year	20	-	100	99.1

SR: survival rate.

Table IV. Number of implants placed according to implant diameter

	Implant diameter (mm)					Total
	3.4	3.8	4.3	4.8	4.8W	
Maxilla	-	8 (1)	10	11	3	32 (1)
Mandible	7	9	17	26	6	65
Total	7	17 (1)	27	37	9	97 (1)

Parenthesis: Number of failed implant

2. 성별, 연령에 따른 분포와 골 흡수량

38명의 대상자 중 남성은 16명, 여성은 22명이었고 연령은 17세에서 75세까지의 분포를 보였으며 평균 연령은 46.9세였다. 실패한 1개의 임플란트는 50대 여성에게 식립된 것이었다. 연령대별 비교에서 외국산 임플란트를 대상으로 한 연구와의 비교를 위해 50세를 기준으로 두 그룹으로 나누었다. 보철물 장착 1년 이후의 연간 골 흡수량은 50세 이상에서 50세 이하 환자들보다 높게 나타났고 이는 통계적으로 유의차가 있었다 ($P < .05$) (Table VIII).

성별에 따른 연간 변연골 흡수량의 차이가 있는지 조사하였는데 보철물 장착 후 첫 1년과 1년 이후의 연간 흡수량에서 남성과 여성 사이에 변연골 흡수량에 통계적으로 유의차는 없었다 ($P > .05$) (Table IX).

연령별 변연골 소실에 성별에 따른 차이가 있는지 알아보기 위해 남녀로 나누어 각각 연령대별 비교를 시행해 본 결과 남녀 성별내 연령대에 따른 통계학적 유의차는 찾을 수 없었다 ($P > .05$).

Table V. Number of implants placed according to implant length

	Implant length (mm)				Total
	8	10	12	14	
Maxilla	1	16	15 (1)	-	32 (1)
Mandible	12	27	26	-	65
Total	13	43	41 (1)	-	97 (1)

Parenthesis: Number of failed implant

Table VI. Marginal bone loss around implants according to observation period

	Marginal bone resorption (mm) (Mean \pm SD)		
	Mesial	Distal	Total
Sur-B	0.28 \pm 0.47	0.37 \pm 0.50	0.33 \pm 0.43
B-6 month	0.09 \pm 0.19	0.16 \pm 0.32	0.13 \pm 0.20
B-1 year	0.17 \pm 0.29	0.18 \pm 0.31	0.17 \pm 0.25
After 1 Year	0.03 \pm 0.07	0.05 \pm 0.12	0.04 \pm 0.08

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-6 month: period from baseline to 6 month

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

Table VII. Comparison of marginal bone loss around implants according to observation period

	Number of implants observed	Bone resorption discrepancy (mm) (Mean \pm SD)	t-test P -value
Sur-B ; B-1 year	88	0.13 \pm 0.50	A } B } C 0.017
Sur-B ; after 1 year	43	0.38 \pm 0.56	
B-1 year ; after 1 year	43	0.13 \pm 0.22	

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

a, b, c: statistically significant ($P < .05$)

3. 임플란트의 식립 위치별 분포 및 골 흡수량

전체 97개의 임플란트 중 상악에 33개 (34.0%), 하악에 64개 (66.0%)가 식립되었고, 부위별로는 구치부에 88개 (90.7%), 전치부에 9개 (9.3%)가 식립되었다 (Table X). 실패한 한 개의 임플란트는 상악 소구치 부위로 상악에서 97.0%의 생존율을 보였고, 구치부에서 98.9%의 생존율을 보였다 (Table XI).

보철물 장착 전 및 이후 첫 1년과 1년 이후의 연간 흡수량 모두에서 악궁 간, 임플란트 위치간의 유의차는 보이지 않았다 ($P > .05$) (Table XII, XIII).

Table VIII. Comparison of marginal bone loss between older and younger adults

	Age (year)	Number of implants observe	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	t - test P - value
Sur-B	≥ 50	41	0.29 \pm 0.52	0.529
	< 50	55	0.35 \pm 0.35	
B-1 year	≥ 50	39	0.23 \pm 0.29	0.097
	< 50	49	0.14 \pm 0.22	
After 1 year	≥ 50	17	0.09 \pm 0.11	0.017
	< 50	26	0.01 \pm 0.02	

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

Table IX. Comparison of marginal bone loss between male and female

	Gender	Number of implants observed	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	t - test P - value
Sur-B	Male	36	0.21 \pm 0.28	0.030
	Female	60	0.39 \pm 0.49	
B-1 year	Male	31	0.16 \pm 0.26	0.706
	Female	57	0.19 \pm 0.26	
After 1 year	Male	14	0.08 \pm 0.12	0.145
	Female	29	0.03 \pm 0.04	

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

4. 2차 수술 및 골이식 여부에 따른 골 흡수량

97개 임플란트 중에서 2-stage surgical protocol (submerge)을 이용한 임플란트는 46개로 실패한 것이 없었고, 1-stage surgical protocol (non-submerge)을 이용한 임플란트는 51개 중 1개가 실패하여 98.0%의 생존율을 보였다. 보철물 장착 전과 보철물 장착 후 첫 1년과 1년 이후의 연간 변연골 흡수량 모두에서 두 그룹 간에 통계학적인 유의

차는 없었다 ($P > .05$)(Table XIV).

2차 수술 여부와는 별개로 생존한 96개 임플란트 중 식립시 GBR을 시행한 18개의 임플란트 중 apical fenestration 부위에 시행한 2개를 제외한 나머지 16개에 대하여 GBR을 시행하지 않은 군과 변연골 소실량의 차이가 있는지 비교해 보았고, 그 결과 GBR을 시행한 군과 시행하지 않은 군간 기능 후 조사기간에서 통계학적 유의차는 없었다 ($P > .05$)(Table XV).

Table X. Number of implants placed according to location in arch

	Location							Total
	Central incisor	Lateral incisor	Canine	1st premolar	2nd premolar	1st molar	2nd molar	
Maxilla	-	-	-	3	7 (1)	16	7	33 (1)
Mandible	3	3	3	6	8	23	18	64
Total	3	3	3	9	15 (1)	39	25	97 (1)

Parenthesis : Number of failed implant

Table XI. Survival rates according to respective region in arch and jaw

	Anterior	Posterior	Survival rate (%)
Maxilla	0	33 (1)	97
Mandible	9	55	100
Survival rate (%)	100	98.9	

Parenthesis: Number of failed implant

Table XIII. Comparison of marginal bone loss according to region in arch

	Location	Number of implants observed	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	t-test P-value
Sur-B	Anterior	9	0.46 \pm 0.37	0.274
	Posterior	87	0.31 \pm 0.44	
B-1 Year	Anterior	6	0.20 \pm 0.21	0.816
	Posterior	82	0.18 \pm 0.26	
After 1 Year	Anterior	4	0.02 \pm 0.02	0.100
	Posterior	39	0.05 \pm 0.08	

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

Table XIV. Comparison of marginal bone loss according to submerged and non-submerged implants

	Type of implant	Number of implants observed	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	t-test P-value
Sur-B	Submerged	46	0.37 \pm 0.52	0.326
	Non-submerged	50	0.28 \pm 0.33	
B-1 Year	Submerged	42	0.23 \pm 0.27	0.093
	Non-submerged	46	0.13 \pm 0.23	
After 1 Year	Submerged	27	0.06 \pm 0.10	0.175
	Non-submerged	16	0.02 \pm 0.04	

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

Table XII. Comparison of marginal bone loss between maxilla and mandible

	Jaw	Number of implants observed	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	t-test P-value
Sur-B	Maxilla	32	0.29 \pm 0.54	0.587
	Mandible	64	0.34 \pm 0.37	
B-1 year	Maxilla	30	0.12 \pm 0.18	0.103
	Mandible	58	0.20 \pm 0.28	
After 1 year	Maxilla	10	0.03 \pm 0.04	0.505
	Mandible	33	0.05 \pm 0.09	

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

Table XV. Comparison of marginal bone loss according to presence of bone grafts

	Graft	Number of implants observed	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	t-test P-value
Sur-B	No graft	80	0.28 \pm 0.43	0.041
	GBR	16	0.53 \pm 0.37	
B-1 Year	No graft	76	0.19 \pm 0.26	0.558
	GBR	12	0.14 \pm 0.22	
After 1 Year	No graft	36	0.05 \pm 0.08	0.978
	GBR	7	0.04 \pm 0.07	

GBR: guided bone regeneration

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

5. 보철물의 유형

사용된 보철물은 단일 금관, 연결고정 금관, 가공치를 포함하는 임플란트 지지 고정성 보철물, 임플란트 지지 가철성 보철물 등의 4종류의 범주로 나누었다.

총 52개의 보철물로 수복되었고, 단일금관은 23개, 연결고정 금관은 25개, 가공치 포함 임플란트 지지 고정성 보철물은 3개, 가철성 보철물은 1개의 분포를 나타냈다. 단일 금관 중 한 개는 캔틸레버 가공치를 가지고 있었다. 연결고정 금관의 경우 연결된 임플란트의 개수는 평균 2.5개였고, 가공치를 포함하는 임플란트 지지 고정성 보철물의 경우 이들 보철물을 지지하는 임플란트 평균 개수는 3.0개, 가공치의 평균 개수는 1.7개였다. 가철성 보철물은 1개가 있었는데 2개의 임플란트를 round bar로 연결하고 clip을 이용해 자연치가 존재하는 부분 무치악을 임플란트 지지 국소의치로 수복한 경우였다.

보철물의 유형에 따라서 그룹 간에 변연골 소실 여부를 평가하였는데, 결과는 보철물 장착 전 및 장착 후 첫 1년과 1년 이후 모두에서 네 그룹 간에 유의차는 보이지 않았다 ($P > .05$) (Table XVI).

Table XVI. Comparison of marginal bone loss according to type of prostheses

	Type of prostheses	Number of implants observed	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	one-way ANOVA test P-value
Sur-B	Single crown	23	0.21 \pm 0.24	0.339
	Splinted crown	62	0.34 \pm 0.47	
	Fixed partial denture	9	0.51 \pm 0.52	
	Removable prosthesis	2	0.20 \pm 0.04	
B-1 Year	Single crown	17	0.17 \pm 0.29	0.593
	Splinted crown	61	0.16 \pm 0.24	
	Fixed partial denture	8	0.29 \pm 0.32	
	Removable prosthesis	2	0.18 \pm 0.26	
After 1 Year	Single crown	8	0.04 \pm 0.10	0.963
	Splinted crown	30	0.05 \pm 0.08	
	Fixed partial denture	5	0.05 \pm 0.04	
	Removable prosthesis	-	-	

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

Table XVIII. Type of clinical complications

Complication type	Number of cases	Total number of occurrence
Screw loosening	9	12
Decementation	1	2
Proximal contact loosening	1	1
Porcelain fracture	1	1
Mild dysesthesia	1	1

6. 대합치의 유형

대합치는 종류에 따라 자연치, 임플란트 지지 고정성 보철물, 가철성 보철물 등 크게 3가지의 범주로 나누었다. 대합치로는 자연치가 70개 (72.9%)로 과반수 이상을 차지하였고, 그 다음 고정성 임플란트 보철물이 24개 (25.0%), 가철성 보철물이 2개 (2.8%) 순으로 나타났다.

세 그룹 간에 보철물 장착 후 첫 1년과 1년 이후 모두에서 변연골 흡수량의 유의차는 보이지 않았다 ($P > .05$) (Table XVII).

7. 임상적 합병증의 종류 및 빈도

보철물 장착 기간은 6개월에서 30개월까지로 보철물 1개당 평균 16.9개월 이었다. 정기 검사시 나타난 합병증으로는 지대주 나사풀림, 임시 접착제 용해로 인한 보철물의 탈락, 도재파절, 인접면 접촉 상실, 일시적인 감각이상 등이었다 (Table XVIII).

각각의 합병증을 살펴보면 지대주의 나사풀림 현상이 9개의 보철물에서 12회 발생했다. 이 중 단일 금관이 6개였고, 다른 3개는 연결고정 금관이었다. 시기적으로는 보철물 장착 후 3, 6, 9개월에 1회씩 있었고 그 외는 모두 12개월 이상 지난 경우였다 (12개월 5회, 15개월 1회, 17개월 2회, 26개월 1회). 임시 접착제 용해로 인한 보철물의 탈락현상은 1개의 연결고정 금관에서 2회 발생하였고,

Table XVII. Comparison of marginal bone loss according to state of opposing dentition

	Opposing dentition	Number of implants observed	Bone resorption (mm) (Mean \pm SD)	one-way ANOVA test P-value
Sur-B	Natural tooth	70	0.32 \pm 0.46	0.879
	Implant	24	0.35 \pm 0.38	
	Removable Prosthesis	2	0.20 \pm 0.04	
B-1 Year	Natural tooth	63	0.20 \pm 0.28	0.340
	Implant	23	0.11 \pm 0.20	
	Removable Prosthesis	2	0.28 \pm 0.15	
After 1 Year	Natural tooth	33	0.05 \pm 0.09	0.381*
	Implant	10	0.02 \pm 0.03	
	Removable Prosthesis			

Sur-B: period from surgery to baseline (functional loading)

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

*: independent t-test P-value

시기적으로는 보철물 장착 후 3개월, 17개월에 발생하였다. 인접면 접촉 상실이 1개의 보철물에서 발생하였는데, 하악 최후방 구치부의 단일 금관 보철물이었고 시기적으로는 보철물 장착 후 12개월에 발견되었다. 도재파절은 1개의 연결고정 금관의 제2대구치 부위에서 보철물 장착 1개월에 발견되었다.

한 환자에서 임플란트 식립 후 일시적인 감각이상이 발견되었는데, 하악 우측 제 1 및 제 2 소구치 부위에 각각 12 mm와 10 mm의 임플란트를 식립하였다. 환자는 우측 하순의 감각이 둔한 증상을 호소하였으나 별다른 처치 없이 수술 약 7주 후 감각이상 증상 소실되었다.

고찰

본 연구에서 107개의 임플란트 중 1개의 임플란트가 실패하여 누적 생존율 (cumulative survival rate)은 99.1%로 나타났다. 이는 SLA의 비슷한 표면을 가진 ITI® 임플란트 시스템을 이용한 연구들의 결과와 비슷하다.^{2,14,15} 실패한 임플란트는 보철물을 통하여 기능적 부하가 가해지기 전에 발생한 조기 실패 (early failure)였고, 기능적 부하가 가해진 후에 발생한 지연 실패 (late failure)는 관찰되지 않았다. 실패한 임플란트는 상악 소구치 부위에 식립된 직경 3.8 mm, 길이 12 mm의 임플란트로, 2개월 후 동일부위에 동일 직경 및 길이의 임플란트를 재식립하여 성공적으로 골유착 되었다.

초기의 임상연구들에서는 평균 연간 변연골 소실 (annual crestal bone loss)이 기능 후 첫 1년에는 0.9 - 1.6 mm 정도 발생하고, 이후 정기 검진시의 연간 변연골 소실량은 0.05 - 0.13 mm 정도로 보고하였다.^{1,16} 1994년 Albrektsson과 Isidol¹⁷은 임플란트 성공률의 기준으로 보철물 장착 첫 1년은 1.5 mm 이하의 골흡수를 보이고 그 이후의 연간 골흡수는 0.2 mm 이하여야 함을 요구하였다.

Hansson 등¹⁸은 유한 요소법을 이용한 연구에서 임플란트 경부의 retention element들이 peak shear stress를 줄여주는데 중요하고 따라서 임플란트 경부 부위의 적절한 micro-architecture나 micro-thread 등의 거친면이 변연골 흡수를 줄이는데 유리하다고 하였다. Wennström¹⁹은 경부에 미세나사선을 가지는 Astra Tech® ST 임플란트 (Astra Tech AB, Mölndal, Sweden)를 이용한 연구에서 식립 후 첫 1년간 0.06 mm의 변연골 소실과 이후 연간 0.02 mm의 변연골 소실을 보고하였다. Lee 등²⁰은 동일 환자의 같은 무치악 부위에 미세나사선이 있는 임플란트 (Astra Tech® ST)와 미세나사선이 없는 동일한 표면의 임플란트 (Astra Tech® TB)를 식립 후, 3년까지의 변연골 흡수량을 조사한

전향적 연구를 보고하였다. 이 연구에서 ST 임플란트에서 유의차 있게 변연골 흡수량이 적게 나타났고, 연간 골흡수량은 첫 1년간 0.14 mm, 그 후 0.07 - 0.03 mm 이었다. 그 외 미세나사선을 가진 임플란트를 이용한 비슷한 결과를 보이는 연구들이 보고되었다.^{21,22} 본 연구에서 식립 후 보철물 장착 전까지 평균 변연골 소실량은 0.33 mm, 기능적 부하를 가한 후 1년간의 변연골 흡수량은 평균 0.17 mm이었으며, 1년 이후의 연간 변연골 흡수량은 평균 0.04 mm이며, 이는 기존에 제안되었던 임플란트 성공을 위한 기준에 비해 매우 적은 수치이다. 이러한 결과에는 임플란트 경부 디자인의 변화가 영향을 주었다고 판단된다. 본 연구에서 사용된 Implantium® 임플란트는 최상방의 0.5 mm의 machined metal collar bevel 하방으로 3 mm에 걸쳐 0.6 mm간격의 미세나사선이 위치되어 있다.

본 연구에서 실패한 임플란트를 가진 1명의 환자는 고콜레스테롤혈증 외의 특이할 만한 전신질환을 가지고 있지 않았다. 당뇨병 흡연 등의 전신적인 요인의 영향에 관하여 Moy 등²³은 흡연이나 당뇨병, 두경부 방사선 치료 병력, 폐경기 여성의 estrogen 호르몬 치료 경험 등은 건강한 환자들에 비해 임플란트 실패율을 유의성 있게 높인다고 하였다. 그 외 고혈압이나 화학치료, 심혈관 질환이나 스테로이드 치료 병력 등은 영향을 주지 않는다고 보고하였다. 반면 Chung 등²⁴은 임플란트의 생존율에 당뇨병은 큰 영향을 주지 않지만, 흡연 여부는 임플란트의 생존율에도 영향을 주며 비흡연자에 비해 3배 더 높은 변연골 소실을 보임을 보고하였다. 본 연구에서는 흡연자가 1명 (5개), 당뇨병자가 5명 (11개) 있었고 이들과 건강한 다른 환자들 사이에 유의할만한 변연골 흡수량의 차이는 없었으나 표본개수가 작아 결론을 내리기에는 문제가 있다고 판단된다.

Moy 등²³과 Naert 등²⁵은 성별 자체로는 임플란트의 실패에 영향을 미치지 않는다고 하였고, 이번 연구의 결과에서도 임플란트의 실패율에 관한 성별 간의 유의차는 보이지 않았다. Wyatt 등²⁶은 부하를 가한 첫 1년 동안에 남성이 여성에 비해 변연골 흡수량이 유의하게 높았다고 보고하였으나 Naert 등²⁷은 성별에 따른 골 흡수량의 차이는 없다고 하였다. 본 연구에서는 남녀 간에 변연골 흡수량의 차이는 없었다.

Bryant 등²⁸은 나이든 성인 (평균 66세) 그룹과 상대적으로 젊은 성인 (평균 42세) 그룹 간의 임플란트 주위 골 흡수량을 비교한 연구에서 골 흡수량은 나이에 따라 큰 영향을 받지 않는다고 하였다. 또한 Wyatt 등²⁶은 첫 1년 동안 오히려 젊은 성인에서 골 흡수량이 의미 있게 많았다고 하였는데, 이는 젊은 성인에서는 임플란트가 기저골

보다 치조골에 의해 둘러싸이게 될 가능성이 많아 치조골이 보다 흡수가 쉽게 일어나기 때문으로 설명하였다. 본 연구에서는 50세 이상의 환자에서 50세 미만의 환자와 보철물 장착전이나 장착 후 첫 1년간의 변연골 흡수량에서는 차이가 없었으나, 이후 연간 변연골 소실량은 50세 이상에서 유의차 있게 컸다 ($P < .05$). 이는 연령이 증가함에 따라 구강 관리 능력이 저하되고 이에 따른 박테리아에 의한 요인이 임플란트 주위의 골 소실을 초래하는 것 (plaque-induced bone loss)으로 해석이 가능하다.²⁹

구치부의 임플란트 식립은 전치부위에 비해 더 주의가 요한다고 보고되었는데 이는 구치부위에 대개 골질이 떨어지고 골양 또한 부족한 경우가 대부분이기 때문이다.⁴ 그러나 Becker 등⁴은 적절한 골질 (type II to III)에 임플란트를 식립시 상하악 구치부 임플란트에서 양호한 생존율을 보고하였고, Wyatt 등³⁰은 230개의 임플란트의 평균 5.41년의 조사에서 94%의 누적생존율을 보고하면서 상하악 전치부와 구치부 위치에 따른 생존율의 차이는 없다고 하였다. 변연골 흡수량을 살펴보면 Naert 등²⁷은 전치부와 구치부의 임플란트에서 지대주 연결 후 첫 6개월이나 그 후 기간 동안에도 변연골 흡수량에 유의차가 보이지 않음을 보고하였다. Wyatt 등²⁶도 전치부와 구치부에서 악궁 간 혹은 악궁 내에서 모두 변연골 흡수량에 유의차가 없음을 보고하였다. 본 연구에서도 상악에서 1개의 임플란트가 실패하여 상하악의 누적생존율은 차이가 있었으나, 변연골 흡수량에서는 차이가 없었다.

초기 임플란트는 2-stage로 식립하였는데 이는 감염을 방지하고 점막 상피의 apical proliferation을 방지하며 조기 부하의 위험성을 최소화하고자 함이었다. 2차 수술 여부와 관련해서 Ericsson 등³¹은 split-mouth 방법을 이용한 연구에서 부하 1년 후 변연골 흡수량과 그 이후 흡수량에서 1-stage와 2-stage로 식립한 임플란트에서 비슷한 결과를 보인다고 하였고, Cecchinato 등³²은 5년간의 조사 기간 동안 수술 방법에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않음을 보고하였다. Becker 등³³은 평균 15개월의 조사기간을 가진 multicenter clinical trial에서 2-stage로 식립된 Brånemark 임플란트, 1-stage로 식립된 Brånemark 임플란트, ITI 임플란트 간에 누적 생존율의 차이가 없으며 변연골 흡수량에도 임상적으로 유의차가 없음을 보고하였다. 이번 연구에서 수술시 술자의 판단에 따라 submerge 여부를 결정하였으며, 이에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않아 이전의 연구들과 일치하는 결과를 보였다.

Naert 등²⁷은 평균 5.1년의 추적연구에서 지대주 연결 후 첫 6개월에서는 골 이식 및 차단막을 사용하지 않은 군에서 더 큰 변연골 소실량을 보이고 이후 연간 변연골 소실

량은 통계학적 유의차가 없음을 보고하였다. Mayfield 등³⁴은 차단막을 사용한 임플란트와 대조군에서 기능 후 골 흡수량에서 차이가 없다고 하였다. 반면 Zitmann 등³⁵은 GBR을 시행한 군에서 대조군에 비해 60개월 후 유의차 있게 큰 변연골 소실을 보인다고 하였다. 본 연구에서는 GBR을 시행한 군에서 그렇지 않은 군과 비교해 기능 후 첫 1년에는 약간 더 적은 변연골 흡수량을 보이나 이는 통계학적인 유의차는 없었다.

보철물의 형태에 따른 변연골 소실량의 차이는 없었으며 이는 single-implant crown과 splinted crown 보철물간의 변연골 소실량이 차이가 없다는 Naert 등²⁷의 연구 결과와 일치하였고, 피개의치와 고정성 보철물의 임플란트 간에 변연골 소실량의 차이가 없다는 연구 결과와도 일치하였다.³⁶

치주인대 조직의 부재로 인해 자연치에 비해 부하 적용시 임플란트의 변위량이 적다는 사실과 고유 감각 수용체가 존재하지 않아 올 수 있는 과부하 가능성을 생각해 볼 수 있었으나, 이번 연구에서 대합치의 유형 또한 변연골 소실량에 영향을 주지 않았다. 실제 임플란트와 자연치간 고유 감각기능의 차이가 크지 않다는 연구 결과가 보고되었으며³⁷, 대합치의 유형이 임플란트의 생존율 및 변연골 흡수량에 유의할 만한 차이를 주지 않는다는 연구 결과가 보고되고 있다.²⁴

2007년 Pjetursson³⁸은 systemic review를 통해 임플란트 지지 고정성 보철물과 단일금관에서의 합병증을 보고하였는데 대부분의 합병증이 생물학적이 아닌 기계적인 것이었고 가장 흔한 합병증이 veneer material의 chipping 및 파절과 지대주나 교합면 나사 풀림, 유지력의 상실이라고 하였다. 본 연구에서도 이와 일치하는 결과를 보였다.

이번 연구에서 후향적 방법을 사용함으로 인한 한계점들이 존재하였다. 방사선 사진 촬영시 촬영 각도가 임플란트 장축에 수직을 유지하도록 XCP를 이용하여 long cone paralleling technique을 시행하였지만 표준화되지 않은 치근단 방사선 사진의 선형법을 이용하였기 때문에 임플란트에 대한 방사선 조사각도가 매 촬영시마다 항상 같지는 않아 방사선 사진의 판독과 계측에 통일성과 재현성이 부족하였다. 이를 해결하기 위해서는 환자 각각에 개별적인 장치제작을 필요로 한다.³⁹ 또한 조사하고자 하는 요인들을 기준으로 그룹을 나누어 평가하였는데, 변수간의 유의차를 나타낼 만큼 임플란트의 수가 충분하였는지에 대한 문제가 있을 수 있었다.

결론

1. 총 38명에게 식립된 106개의 임플란트 중 1개가 실패하여 누적 생존율은 99.1%로 나타났다.
2. 보철물 장착 후 최소 6개월 이상 정기검진이 가능했던 96개의 임플란트에 대해서는 상악에서의 생존율이 97.0%, 하악에서의 생존율은 100.0%였고, 구치부에서의 생존율은 98.9%였으며 전치부에서의 생존율은 100%였다.
3. 보철물 장착 후 첫 1년간의 변연골 흡수량은 평균 0.17 mm 이었으며, 1년 이후의 연간 변연골 흡수량은 평균 0.04 mm로 통계학적으로 유의차 있게 적은 골소실량을 나타내었다 ($P < .05$).
4. 보철물 장착 후 첫 1년간 연령에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았으나 ($P > .05$), 1년 이후의 정기 검진 기간에서 50세 이상의 환자에서 50세 미만의 환자보다 큰 연간 변연골 흡수량을 보였다 ($P < .05$).
5. 성별 간, 악궁 간, 전치부와 구치부위 간, 2차 수술 여부, 골 이식 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았다 ($P > .05$).

이상의 결과를 토대로 변연골 흡수량에 영향을 주는 요소로 연령을 들 수 있었으며 성별, 악궁 간, 악궁 내 위치, 2차 수술 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형에 따른 변연골 흡수량의 차이는 없었다.

본 연구에서 최대 30개월까지의 기간 동안 SLA 표면 처리 및 미세나사선을 가진 내측 연결형의 국산 임플란트의 임상적인 성공률은 만족스러운 결과를 보였으며 변연골 흡수량도 임플란트 성공 기준에 부합하였다.

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. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, Belser UC, Lang NP. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161-72.
3. Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, Engevall S, Engquist B, Eriksson AR, Feldmann G, Freiberg N, Glantz PO, Kjellman O. Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants. *J Periodontol* 1988;59:287-96.
4. Becker W, Becker BE, Alsuwied A, Al-Mubarak S. Long-term evaluation of 282 implants in maxillary and mandibular molar positions: a prospective study. *J Periodontol* 1999;70:896-901.
5. Bahat O. Brånemark system implants in the posterior maxilla: clinical study of 660 implants followed for 5 to 12 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:646-53.
6. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:24-30.
7. Cochran DL. A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J Periodontol* 1999;70:1523-39.
8. 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.
9. Abrahamsson I, Berglundh T. Tissue characteristics at microthreaded implants: an experimental study in dogs. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8:107-13.
10. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation, in Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T (eds). *Tissue-Integrated Prostheses. Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago, Quintessence Publ Co, 1985, pp 199-209.
11. Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, Peters F, Simpson JP. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:144-53.
12. Seo JY, Shim JS, Lee KW. Clinical and radiographical evaluation of implant-supported fixed partial prostheses. *J Korean Acad Prosthodont* 2006;44:394-404.
13. An HS, Moon HS, Shim JS, Cho KS, Lee KW. Clinical and radiographic evaluation of Neoplant implant with a sandblasted and acid-etched surface and external connection. *J Korean Acad Prosthodont* 2008;46:125-36.
14. Romeo E, Lops D, Margutti E, Ghisolfi M, Chiapasco M, Vogel G. Long-term survival and success of oral implants in the treatment of full and partial arches: a 7-year prospective study with the ITI dental implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:247-59.
15. Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. I: Clinical and radiographic results. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:699-706.
16. Lindquist LW, Rockler B, Carlsson GE. Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1988;59:59-63.
17. Albrektsson T, Isidol. Consensus report of session IV. In: Lang, N.P. & Karring, Y. *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*, 1994;pp.365-9. London: Quintessence Publishing Co., Ltd.
18. Hansson S. The implant neck: smooth or provided with re-

- tention elements. A biomechanical approach. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:394-405.
19. Wennstrom JL, Ekestubbe A, Grondahl K, Karlsson S, Lindhe J. Implant-supported single-tooth restorations: a 5-year prospective study. *J Clin Periodontol* 2005;32:567-74.
 20. Lee DW, Choi YS, Park KH, Kim CS, Moon IS. Effect of microthread on the maintenance of marginal bone level: a 3-year prospective study. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:465-70.
 21. Palmer RM, Smith BJ, Palmer PJ, Floyd PD. A prospective study of Astra single tooth implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:173-9.
 22. 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.
 23. Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL. Dental implant failure rates and associated risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:569-77.
 24. Chung DM, Oh TJ, Lee J, Misch CE, Wang HL. Factors affecting late implant bone loss: a retrospective analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:117-26.
 25. 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.
 26. Wyatt CC, Zarb GA. Bone level changes proximal to oral implants supporting fixed partial prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:162-8.
 27. Naert I, Koutsikakis G, Quirynen M, Duyck J, van Steenberghe D, Jacobs R. Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part 2: a longitudinal radiographic study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:390-5.
 28. Bryant SR, Zarb GA. Crestal bone loss proximal to oral implants in older and younger adults. *J Prosthet Dent* 2003;89:589-97.
 29. Lang NP, Mombelli A, Tonetti MS, Bragger U, Hammerle CH. Clinical trials on therapies for peri-implant infections. *Ann Periodontol* 1997;2:343-56.
 30. Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:204-11.
 31. Ericsson I, Randow K, Glantz PO, Lindhe J, Nilner K. Clinical and radiographical features of submerged and non-submerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:185-9.
 32. Cecchinato D, Bengazi F, Blasi G, Botticelli D, Cardarelli I, Gualini F. Bone level alterations at implants placed in the posterior segments of the dentition: outcome of submerged/non-submerged healing. A 5-year multicenter, randomized, controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:429-31.
 33. Becker W, Becker BE, Ricci A, Bahat O, Rosenberg E, Rose LF, Handelsman M, Israelson H. A prospective multicenter clinical trial comparing one- and two-stage titanium screw-shaped fixtures with one-stage plasma-sprayed solid-screw fixtures. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:159-65.
 34. Mayfield L, Skoglund A, Nobreus N, Attstrom R. Clinical and radiographic evaluation, following delivery of fixed reconstructions, at GBR treated titanium fixtures. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:292-302.
 35. Zitzmann NU, Scharer P, Marinello CP. Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: a 5-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:355-66.
 36. Palmqvist S, Sondell K, Swartz B, Svenson B. Marginal bone levels around maxillary implants supporting overdentures or fixed prostheses: a comparative study using detailed narrow-beam radiographs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:223-7.
 37. Enkling N, Nicolay C, Utz KH, Jöhren P, Wahl G, Mericske-Stern R. Tactile sensibility of single-tooth implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:231-6.
 38. Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hammerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:73-85.
 39. Galasso L. Proposed method for the standardized measurement of marginal bone height on periapical radiographs with the Branemark System. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:147-51.

Retrospective study of the Implantium® implant with a SLA surface and internal connection with microthreads

Re-Mee Doh¹, DDS, MSD, Hong-Suk Moon², DDS, MSD, PhD, Jun-Sung Shim², DDS, MSD, PhD,
Keun-Woo Lee^{3*}, DDS, MSD, PhD

¹Graduate Student, ²Associate Professor, ³Professor, Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

Statement of problem: Since the introduction of the concept of osseointegration in dental implants, high long-term success rates have been achieved. Though the use of dental implants have increased dramatically, there are few studies on domestic implants with clinical and objective long-term data. **Purpose:** The aim of this retrospective study was to provide long-term data on the Implantium® implant, which features a sandblasted and acid-etched surface and internal connection with microthreads. **Material and methods:** 106 Implantium® implants placed in 38 patients at Yonsei University Hospital were examined to determine the effect of various factors on implant success and marginal bone loss, through clinical and radiographic results during a 6 to 30 month period. **Results:** 1. Out of a total of 106 implants placed in 38 patients, one fixture was lost, resulting in a 99.1% cumulative survival rate. 2. Among the 96 implants which were observed throughout the study period, the survival rates were 97.0% in the maxilla and 100% in the mandible. The survival rate in the posterior regions was 98.9% and 100% in the anterior regions. 3. The mean bone loss during the first year after prosthesis placement was 0.17 mm, while the mean annual bone loss after the first year was 0.04 mm, which was statistically less than during the first year ($P < .05$). 4. There was no significant difference in marginal bone loss according to age during the first year ($P > .05$), but after the first year, the mean annual bone loss in patients above 50 years was significantly greater ($P < .05$) compared with patients under 50 years. 5. No significant difference in marginal bone loss was found according to the following factors: gender, jaw, location in the arch, type of implant (submerged or non-submerged), presence of bone grafts, type of prostheses, and type of opposing dentition ($P < .05$). **Conclusion:** Based on these results, the sole factor influencing marginal bone loss was age, while factors such as gender, jaw, location in the arch, type of implant, presence of bone grafts, type of prostheses and type of opposing dentition had no significant effect on bone loss. In the present study, the success rate of the Implantium® implant with a SLA surface and internal connection with microthreads was satisfactory up to a maximum 30 month period, and the marginal bone loss was in accord with the success criteria of dental implants.

Key words: Implantium®, SLA surface, internal connection, survival rate, marginal bone loss

Corresponding Author: **Keun-Woo Lee**

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University 250 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
+82 2 2228 3158: e-mail kwlee@yuhs.ac

Article history

Revised August 8, 2008 / Last Revision October 23, 2008 / Accepted November 26, 2008