

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

연세대학교 대학원

치의학과

도 레 미

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

지도 이근우 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

도 레 미

도레미의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2008년 6월 일

감사의 글

이 논문이 완성되기까지 따뜻한 배려와 함께 세심한 지도와 격려를 아끼지 않으신 이근우 지도 교수님께 먼저 깊은 감사를 드립니다. 또한 귀중한 시간을 내주시어 부족한 논문을 살펴주시고 조언과 격려를 해주신 문홍석 교수님, 심준성 교수님께 감사드립니다. 보철학을 공부할 수 있도록 기회를 주시고 제가 이 자리까지 올 수 있도록 항상 따뜻한 관심과 조언으로 인도해주신 정문규 교수님, 한동후 교수님, 배은경 교수님, 이재훈 교수님, 김지환 교수님께도 감사드립니다.

논문이 나오기까지 서로 격려해주고 도와주었던 동기들, 경수, 영주오빠, 하운, 형준, 지우언니와 항상 응원해주던 의국 선배님과 후배님 모두에게 이 자리를 빌어 감사의 마음을 전합니다.

언제나 변함없는 사랑으로 지켜봐주시고 믿어주신 아빠, 엄마, 내과 레지던트1년 차로 꿈을 향해 달려가고 있는 동생 화미에게 감사의 마음을 전합니다. 마지막으로 논문이 완성되기까지 옆에서 든든한 버팀목이자 힘이 되어준 우상오빠와 시댁 식구들께도 감사드리며 이 작은 결실을 드립니다.

2008년 6월

도레미 드림

차 례

표 및 그림 차례	ii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 대상 및 방법	4
1. 연구 대상 및 재료	4
2. 수술 및 보철 과정	5
3. 평가 방법	6
3.1. 진료기록부 분석	6
3.2. 방사선학적 분석	7
3.2.1. 방사선 사진 촬영 및 그래픽 처리	7
3.2.2. 임플란트 주위 변연골 흡수량 측정	8
3.2.3. 방사선 사진의 확대율 보정	8
4. 통계학적 분석	10
III. 연구 결과	11
IV. 총괄 및 고찰	26
V. 결론	32
VI. 참고 문헌	34
영문 요약	40

표 및 그림 차례

Table 1. Number of implants placed according to bone quality	6
Table 2. Number of implants placed according to bone quantity	6
Table 3. Life table analysis showing cumulative survival rates	12
Table 4. Number of implants placed according to implant diameter	12
Table 5. Number of implants placed according to implant length	13
Table 6. Marginal bone loss around implants according to observation period ..	13
Table 7. Comparison of marginal bone loss around implants according to observation period	14
Table 8. Comparison of marginal bone loss between older and younger adults ..	15
Table 9. Comparison of marginal bone loss between male and female	15
Table 10. Number of implants placed according to location in arch	16
Table 11. Survival rates according to respective region in arch and jaw	17
Table 12. Comparison of marginal bone loss between maxilla and mandible ..	17
Table 13. Comparison of marginal bone loss according to region in arch	18
Table 14. Comparison of marginal bone loss according to presence of teeth distal to implant	19
Table 15. Number of submerged and non-submerged implants	19
Table 16. Comparison of marginal bone loss according to submerged and non-submerged implants	20

Table 17. Comparison of marginal bone loss according to presence of bone grafts	21
Table 18. Comparison of marginal bone loss according to type of prostheses	22
Table 19. Number of implants placed according to state of opposing dentition	23
Table 20. Comparison of marginal bone loss according to state of opposing dentition	24
Table 21. Type of clinical complications	25
Figure 1. Implantium [®] implant(Dentium Co., Seoul, Korea)	5
Figure 2. References used to measure actual marginal bone loss	9

국문 요약

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

골유착이라는 개념이 도입된 후, 임플란트의 등장은 치과계에 많은 변화를 일으키게 되었다. 임플란트를 이용한 상악치아의 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.

진료기록부를 통해 성별, 연령, 식립 위치, 식립 부위의 골 상태, 식립된 임플란트의 직경 및 길이, 2차 수술 및 골 이식 여부, 후방 자연치 존재 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 측정하였고 이를 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

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 임플란트에서 상악에서의 생존율이 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 골소실량을 나타내었다($p < 0.05$).
4. 보철물 장착 후 첫 1년간 연령에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았으나($p > 0.05$), 1년 이후의 정기 검진 기간에서 50세 이상의 환자에서 50세 미만의 환자보다 큰 연간 변연골 흡수량을 보였다($p < 0.05$).
5. 성별 간, 악궁 간, 전치부와 구치부위 간, 2차 수술 및 골 이식 여부, 후방 자연치 존재 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$).

이상의 결과를 토대로 변연골 흡수량에 영향을 주는 요소로 연령을 들 수 있었으며 성별, 악궁 간, 악궁 내 위치, 2차 수술 및 골 이식 여부, 후방 자연치 존재 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 부합하였으나, 향후 더 장기적인 평가 및 연구가 필요하리라 사료된다.

핵심어 : Implantium[®], 국산 임플란트, SLA 표면, 미세나사선, 내측 연결형, 생존율, 변연골 흡수

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

(지도 이근우 교수)

연세대학교 대학원 치의학과

도 례 미

I. 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 국소의치, 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(Adell et al.

1981, Zarb et al. 1990, Buser et al. 1997, Albrektsson et al. 1986, Becker et al. 1999, Bahat 2000).

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 주로 사용되었으나 표면 거칠기를 변화시키는 여러 연구들이 진행되었으며, 현재는 거친 표면을 가진 임플란트가 많이 사용되고 있다. 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(Wennerberg et al. 1995, Cochran et al. 1999). 표면처리 방법으로 티타늄 플라즈마 분사(titanium plasma spray), 수산화인회석 코팅(hydroxyapatite coating), 산부식(acid etching), 샌드블라스팅(sandblasting), 양극산화(anodizing oxidation) 등이 있고, Al_2O_3 혹은 TiO_2 나 TiO_3 를 이용한 표면, 블라스트 입자를 이용한 macro roughness와 산부식을 통한 micro roughness를 부여하는 SLA(Sandblasted Large grit Acid etched) 표면이나 흡수성 블라스트 입자인 수산화인회석이나 tricalcium phosphate 등을 이용하여 표면 처리를 하는 RBM(Resorbable Blast Media) 표면처리가 임상적으로 많이 사용되고 상업적으로도 주목받고 있다(Marinho et al. 2003).

임플란트 주위 변연골의 높이를 유지하기 위해 연구되고 개발되고 있는 부분이 임플란트 경부 표면 및 디자인이다(Alomrani et al. 2005). 임플란트 경부에 적절한 거칠기의 표면 처리와 미세 나사산을 형성한 경우에서 초기 골 흡수량이 적으며 주변골이 안정화되었다는 연구 결과가 보고되고 있다(Norton et al. 1998). Abrahamsson 등(2006)은 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. Hansson 등(1999)은 유한 요소법을 이용한 연구에서 임플란트 경부의 retention element들이 peak shear stress를 줄여주는데 중요하고 따라서 임플란트 경부의 적절한 micro-architecture나 micro-thread 등의 거친면이 변연골 흡수를 줄이는데 유리하다고 하였다.

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, 후방 자연치 존재 여부, 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.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상 및 재료

2004년 11월부터 2007년 5월 사이에 연세대학교 치과대학병원에서 임플란트 수술을 받은 환자 중 Implantium[®] 임플란트((주)덴티움, 서울, 한국) 시스템을 이용하여 수술 받은 환자들에 대해 진료기록부를 조사하고 방사선 사진을 계측하여 후향적 연구를 시행하였다. 총 80명의 환자에게 식립된 233개의 임플란트 중, 보철물을 장착한 후 6개월 이상 정기적으로 검진된 38명의 환자에게 식립된 106개의 임플란트를 대상으로 하였다. 보철물 장착 후 마지막 내원일까지의 기간은 6개월에서 30개월까지였다.

전체 38명의 대상 환자 중 고혈압을 가진 사람이 8명, 당뇨 질환을 가진 사람이 4명이었고 이중 두 명은 고혈압과 당뇨 질환을 모두 가지고 있었다. 대상자 중 흡연자는 1명이었고 갑상선 기능 항진증이 1명, 고콜레스테롤증이 1명, 그 외 특이할 만한 전신질환을 가진 환자는 없었다. 임플란트 식립 전에 치아가 상실된 원인을 보면 치주염과 치아 우식으로 인하여 탈거한 경우가 대부분을 차지하였다.

이번 연구에서 사용된 Implantium[®] 임플란트는 ITI[®] 임플란트 시스템(Straumann, Walenburg, Switzerland)과 유사하게 hydrochloric-sulfuric acid로 산부식 처리하고 large grit sandblasting을 통해 고정체의 표면적과 거칠기를 증가시킨 SLA 표면, 주변골로의 응력분산을 고르게 하기 위한 내측 연결구조와 conical sealing디자인을 가지고 있으며, 추가로 상부에 미세나사선을 가지고 있다(Figure 1).



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

2. 수술 및 보철 과정

임플란트 식립 방법은 국소마취 하에 전층판막 거상 후 제조회사가 추천하는 방법에 따라 임플란트를 식립하였으며 필요에 따라서 tapping, countersinking을 시행하였고, 식립 시 나사선이 노출되거나 골 결손부가 발생한 경우에는 골유도 재생술(guided bone regeneration, GBR)을 시행하였다. 18개의 임플란트 식립 시에 GBR을 시행하였고 이 중 13개는 자가골, 3개는 macroporous biphasic calcium phosphate(MBCP™, Biomatlante, France), 나머지 2개는 자가골과 MBCP™ 혹은 β -tricalcium phosphate(Cerasorb®, Curasan AG, Kleinostheim, Deutschland)를 혼합하여 사용하였다. 1차 수술 및 2차 수술 여부는 수술시 임플란트의 초기 안정성에 따라서 술자가 결정하였다. 상악에서 식립 길이가 제한된 경우 골절도술(osteotome technique)을 이용한 상악동 거상술 또는 골 이식을 동반한 상악동 거상술(bone added osteotome sinus floor elevation, BAOSFE)을 시행하여 임플란트를 식립하였다. 11개의 임플란트는 BAOSFE를 사용하였고, 여기서 사용된 골이식재로는 Cerasorb®를 사용한 것이 3개, MBCP™를 사용한 것이 6개, 자가골과 Cerasorb®를 혼합하여 사용한 것이 2개였다. 또 다른 10개에서는 osteotome을 이용하여 bone compaction만 시행하였다. 수술 시 임플란트 식립 부위의 골질과 골양은 Lekholm과 Zarb(1985)가 제안한 분류에 따라 술자의 판단으로 기록하였다(Table 1, 2).

Table 1. 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 2. 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

최소 3개월 이상의 치유기간을 거친 후 보철 작업을 진행하였고 상부 보철물은 연세대학교 치과병원 보철과 내 공통된 프로토콜에 의하여 제작되었다. 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.

3. 평가 방법

3.1. 진료기록부 분석

전체 38명의 환자에게 식립된 106개의 임플란트를 대상으로 진료기록부를 통해 전신 조건, 성별, 연령, 식립 위치, 식립된 임플란트의 직경 및 길이, 후방 자연치

존재 여부, 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 등(1997)과 Cochran 등(2002)에 의한 기준에 따라 평가하였고 이는 다음과 같다.

- a. 임상적으로 임플란트의 동요도가 없을 것
- b. 임플란트 주위로 방사선 투과상이 없고, 급속도로 진행되는 골소실이 없을 것
- c. 임플란트 주위 감염이 지속적이거나 재발하지 않을 것
- d. 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 등(2006) 및 안희석 등(2007)의 연구에서 시행한 방법을 사용하였다.

방사선 촬영은 구내 디지털 치근단 방사선사진 촬영으로 구내촬영기인 Heliodent 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 영상을 Gateway 프로그램 상에서 개인용 컴퓨터에서 인식 가능한 JPEG 파일로 변환하였다. 각 사진은 Adobe Photoshop 7.0(Adobe Systems Incorporated, San Jose, California, U.S.A)상에서 200%확대하여 측정이 용이하도록 하였으며, gradient map 설정을

변경하는 이미지 처리를 통해 임플란트 고정체와 주위 변연골 경계부위가 명확히 구분될 수 있도록 하였다.

3.2.2. 임플란트 주위 변연골 흡수량 측정

보철물 장착 전에 실패한 1개의 임플란트와 주기적인 정기검진을 받지 못한 9개의 임플란트를 제외한 총 96개의 임플란트에 대해서는 연간 변연골 흡수량을 측정하였다.

변연골 흡수량 측정에서 기준시점(baseline)은 보철물을 통해 기능부하를 가한 시점으로 하였다. 각 측정 간은 초기에는 6개월 내지 1년으로 하였고, 이후는 1년 단위로 측정하였다. 기능부하를 가하기 전의 변연골 흡수량도 비교하기 위해 healing abutment를 장착한 식립시의 변연골 높이 또한 측정하였다.

변연골 흡수량 계산을 위해 임플란트의 최상부의 metal collar bevel과 rough surface의 경계부위에서부터 관측되는 가장 상방의 임플란트와 변연골 접촉점까지의 거리를 측정하였으며, 근심부와 원심부를 각기 따로 측정하였다. 임플란트마다 계측은 2회씩 반복 측정하여 측정 오차를 줄이고자 하였다.

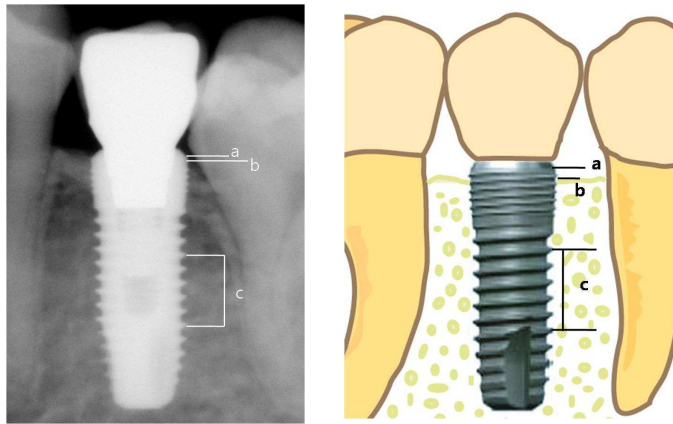
Adobe Photoshop 7.0.1(Adobe Systems Incorporated, San Jose, California, U.S.A) 프로그램 상에서 계측 도구를 이용하여 측정하였다.

3.2.3. 방사선 사진의 확대율 보정

나사산 사이의 거리를 방사선 사진 보정을 위한 기준거리로 채택하였다. Implantium[®] 임플란트 시스템에서 나사산 사이의 거리(thread의 top에서부터 다음 thread의 top까지)는 1.2 mm로, 계산의 편의와 방사선 사진 상에서의 계측 오차를 줄이기 위해 6개의 나사산 간의 거리($5 \times 1.2 \text{ mm} = 6.0 \text{ mm}$)를 기준거리로 하였다.

방사선 사진 상에서 임플란트의 최상부의 metal collar bevel과 rough surface의 경계부위에서부터 관측되는 가장 상방의 변연골 접촉점까지의 거리(L)와 6개의 나

사상 거리(R)를 측정하였고, 다음과 같이 보정하여 실제 임플란트의 rough surface 시작점에서부터 변연골까지의 거리(X)를 얻었다(Figure 2).



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

Figure 2. References used to measure actual marginal bone loss

$$X = LC/R$$

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

L : 사진 상에서 측정한 machined collar bevel과 rough surface경계에서 변연골까지의 거리(mm)(distance of (a) to (b))

R : 사진 상에서 측정한 기준거리(mm) (c)

C : 기준거리 (6개 나사선 사이 거리인 6.00 mm)

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

4. 통계학적 분석

모든 통계는 SPSS 12.0(SPSS Inc., Chicago, Illinois. U.S.A) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 96개 임플란트의 보철물 장착 후 첫 6개월 및 1년 동안과 그 후 연간 변연골 흡수량을 비교하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 성별, 악궁 간, 악궁 내 위치, 후방자연치 존재 여부, 2차 수술 및 골 이식 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형 등이 임플란트 주위 변연골 흡수량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각각을 통계 처리하였다.

성별에 따라 식립한 임플란트를 두 그룹으로 나누어 변연골 흡수량을 독립 t-검정(independent sample t-test)을 이용하여 유의차가 있는지 분석하였다($p < 0.05$). 마찬가지로 상하악 악궁간, 악궁 내 위치에 따라 전치부와 구치부간, 후방 자연치 존재 유무간, 2차 수술 및 골 이식 유무 간에 따라 변연골 흡수량을 독립 t-검정을 이용하여 유의차가 있는지 분석하였다($p < 0.05$).

보철물의 유형에 따라서는 single crown, splinted crown, fixed partial denture, removable prosthesis로 나누어 Kolmogorov-Smirnov방법을 이용해 정규분포성 여부를 판단한 후, 정규분포를 따를 경우 일원분산분석(one-way ANOVA test)을 이용하여 그룹 간 유의차가 있는지 분석하였고($p < 0.05$) 사후검정이 필요시 Scheffè 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.

Ⅲ. 연구 결과

1. 전체 임플란트의 누적 생존율과 골 흡수량

총 38명의 환자에게 식립된 106개의 임플란트 중 1개의 임플란트가 실패하였다. 실패한 임플란트는 보철물 장착 전 골유착의 실패가 관찰되어 제거되었고 따라서 보철물 장착 전의 임플란트 생존율은 99.1%로 나타났다.

조사 기간 동안 탈락된 대상자는 없었으나, 한 환자에게 식립된 10개 임플란트 중 9개는 보철물 장착 후 24개월까지 정기 검진은 되었으나 중간 정기 점검시 방사선 사진을 촬영하지 않았다. 이들 임플란트 중 실패한 경우는 없었고, 이 9개의 임플란트는 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 3).

실패한 1개의 임플란트는 상악 좌측 제 2 소구치로 고콜레스테롤증으로 진단된 환자에서 식립 한 달 후 동요도 발견되어 실패로 진단되었고, 실패한 임플란트는 당일 제거 후 2개월 뒤 동일한 부위에 동일한 규격(직경 3.8 mm, 길이 12 mm)의 Implantium® 임플란트를 재식립 하였다.

Table 3. 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.

이번 연구에서 사용된 임플란트는 직경에 따라 3.4 mm, 3.8 mm, 4.3 mm, 4.8 mm, 4.8W mm의 5 종류가 있으며 모든 종류의 직경을 사용하였다. 97개의 임플란트 중에서 직경 4.3 mm가 27개(27.8%), 4.8 mm가 37개(38.1%)로 가장 많았고, 실패한 임플란트는 직경 3.8 mm이었다(Table 4).

Table 4. 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

길이는 8 mm, 10 mm, 12 mm 길이의 임플란트를 이번 연구에서 사용하였고, 실패한 임플란트는 12 mm의 길이였다(Table 5).

Table 5. 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

보철물 장착 전 실패한 1개의 임플란트를 제외하고 정기검진이 가능했던 105개 중 기간별 변연골 흡수량 측정이 가능한 96개의 임플란트에 대해서는 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 6).

Table 6. Marginal bone loss around implants according to observation period

	Number of implants observed	Marginal bone resorption (mm)		
		(Mean±SD)		
		Mesial	Distal	Total
Sur-B	96	0.28±0.47	0.37±0.50	0.33±0.43
B-6 month	50	0.09±0.19	0.16±0.32	0.13±0.20
B-1 year	88	0.17±0.29	0.18±0.31	0.17±0.25
After 1 Year	43	0.03±0.07	0.05±0.12	0.04±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

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($p < 0.05$)(Table 7).

Table 7. Comparison of marginal bone loss around implants according to observation period

	Number of implants observed	Bone resorption discrepancy(mm) (Mean±SD)	t-test p -value
Sur-B ; B-1 year	88	0.13±0.50	0.017 0.000 0.001
Sur-B ; after 1 year	43	0.38±0.56	
B-1 year ; after 1 year	43	0.13±0.22	

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

a, b, c: statistically significant($p < 0.05$)

2. 성별, 연령에 따른 분포와 골 흡수량

38명의 대상자 중 남성은 16명, 여성은 22명이었고 연령은 17세에서 75세까지의 분포를 보였으며 평균 연령은 46.9세였다. 연령대를 살펴보면 40대가 14명(36.8%), 50대가 9명(23.7%)으로 높은 비율을 차지하였고 나머지 연령대에서는 고른 분포를 보였다. 38명에게 식립된 97개 임플란트 중 50대 여성에게 식립된 1개가 실패하였다. 연령대별 비교에서 50세 이상에서 50세 이하 환자들보다 높은 보철물 장착 1년 이후의 연간 골 흡수량을 나타냈고 이는 통계적으로 유의차가 있었다($p < 0.05$)(Table 8).

Table 8. Comparison of marginal bone loss between older and younger adults

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

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

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($p>0.05$)(Table 9).

Table 9. Comparison of marginal bone loss between male and female

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

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

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

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($p>0.05$).

3. 임플란트의 식립 위치별 분포 및 골 흡수량

중간 정기검진을 하지 않았던 임플란트를 제외한 나머지 임플란트에 대해서 식립된 위치를 조사하였다. 전체 97개의 임플란트가 상악에 33개(34.0%), 하악에 64개(66.0%)가 식립되었고, 부위별로는 구치부에 88개(90.7%), 전치부에 9개(9.3%)가 식립되었다(Table 10).

결과는 상악에서 33개 중 1개가 실패하여 97.0%의 생존율을 보였고, 하악에서는 64개 모두 골유착에 성공하여 100.0%의 생존율은 보였다. 실패한 임플란트는 소구치 부위로 구치부에서의 생존율은 98.9%, 전치부에서는 실패한 임플란트가 없어 전치부에서의 생존율은 100%로 나타났다(Table 11).

Table 10. 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 11. Survival rates according to respective region in arch and jaw

	Anterior	Posterior	Survival rate (%)
Maxilla	0	33(1)	97.0
Mandible	9	55	100.0
Survival rate (%)	100	98.9	

Parenthesis : Number of failed implant

정기검진이 가능했던 96개 임플란트의 보철물 장착 전 및 이후 첫 1년과 1년 이후의 연간 흡수량 모두에서 악궁 간, 임플란트 위치간의 유의차는 보이지 않았다($p>0.05$)(Table 12, 13).

Table 12. Comparison of marginal bone loss between maxilla and mandible

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

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

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

Table 13. Comparison of marginal bone loss according to region in arch

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

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

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

모든 임플란트는 부분 무치악에 사용되었고, 후방의 자연치 존재 여부에 따라 변연골 흡수량의 차이가 있는지 알아보기 위하여 구치부에 식립된 임플란트 증보철물 후방 자연치가 있는 그룹과 최후방 그룹으로 나누어 평가하였다.

구치부에 식립된 87개 임플란트의 보철물 장착 후 첫 1년과 1년 이후의 연간 흡수량 모두에서 후방 자연치 존재 유무에 따른 유의차는 보이지 않았다($p>0.05$) (Table 14).

Table 14. Comparison of marginal bone loss according to presence of teeth distal to implant

	Teeth distal to implant	Number of implants observed	Bone resorption(mm) (Mean±SD)	t-test <i>p</i> -value
Sur-B	Exist	59	0.38 ± 0.50	0.006
	None	28	0.16 ± 0.21	
B-1 Year	Exist	57	0.17 ± 0.25	0.695
	None	25	0.19 ± 0.29	
After 1 Year	Exist	28	0.04 ± 0.08	0.718
	None	11	0.06 ± 0.09	

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(Table 15).

Table 15. Number of submerged and non-submerged implants

	Number of implants placed	Survival rate (%)
Submerged	46	100
Non-submerged	51	98.0
Total	97	99.0

위의 두 그룹 간에 보철물 장착 전과 보철물 장착 후 첫 1년과 1년 이후의 연간 변연골 흡수량 모두에서 2차 수술을 하지 않은 그룹과 2차 수술을 한 그룹 간에 통계학적인 유의차는 없었다($p>0.05$)(Table 16).

Table 16. Comparison of marginal bone loss according to submerged and non-submerged implants

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

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

B-1 year: period from baseline to 1 year

SD: standard deviation

2차 수술 여부와는 별개로 생존한 96개 임플란트 중 식립시 GBR을 시행한 18개의 임플란트 중 apical fenestration부위에 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($p>0.05$)(Table 17).

Table 17. Comparison of marginal bone loss according to presence of bone grafts

	Graft	Number of implants observed	Bone resorption(mm) (Mean±SD)	t-test <i>p</i> -value
Sur-B	No graft	80	0.28 ± 0.43	0.041
	GBR	16	0.53 ± 0.37	
B-1 Year	No graft	76	0.19 ± 0.26	0.558
	GBR	12	0.14 ± 0.22	
After 1 Year	No graft	36	0.05 ± 0.08	0.978
	GBR	7	0.04 ± 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 single crown, splinted crown, 가공치를 포함하는 임플란트 지지 고정성 보철물(fixed partial denture), 임플란트 지지 가철성 보철물 등의 4종류의 범주로 나누었다.

총 52개의 보철물로 수복되었고, single crown은 23개, splinted crown은 25개, fixed partial denture는 3개, 가철성 보철물은 1개의 분포를 나타냈다. single crown 중 한 개는 cantilever 가공치를 가지고 있었다. Splinted crown의 경우 splint된 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($p>0.05$)(Table 18).

Table 18. Comparison of marginal bone loss according to type of prostheses

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

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(Table 19).

Table 19. Number of implants placed according to state of opposing dentition

Opposing dentition	Number of implant placed
Natural tooth	70
Implant	24
Removable prosthesis	2
Total	96

세 그룹 간에 보철물 장착 후 첫 1년과 1년 이후 모두에서 변연골 흡수량의 유의차는 보이지 않았다($p>0.05$)(Table 20).

Table 20. Comparison of marginal bone loss according to state of opposing dentition

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

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 21).

각각의 합병증을 살펴보면 지대주의 나사풀림 현상이 9개의 보철물에서 발생했다. 이 중 single crown이 6개였고, 다른 3개는 splinted crown이었다. 9개 보철물 중 3개에서는 2회의 나사풀림현상이 발생하였고 이중 2개가 splinted crown이었다. 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 splinted crown에서 2회 발생하였고, 시기적으로는 보철물 장착 후 3개월, 17개월에 발생하였다.

인접면 접촉 상실이 1개의 보철물에서 발생하였는데, 하악 최후방 구치부의 single crown 보철물이었다 시기적으로는 보철물 장착 후 12개월에 발견되었다.

도재파절은 1개의 splinted crown의 제2대구치 부위에서 보철물 장착 1개월에 발견되었다.

한 환자에서 임플란트 식립 후 일시적인 감각이상 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 7 주 후 감각이상 증상 소실되었다.

Table 21. 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

IV. 총괄 및 고찰

임플란트는 많은 전향적인 multicenter study를 통하여 높은 생존율과 성공률을 가진 예측 가능한 치료방법으로서 전악 무치악 환자와 부분 무치악 환자들의 치료방법으로 받아들여져 있다(Adell et al. 1981, Albrektsson et al. 1988, Buser et al. 1997, Weber et al. 2000, Romeo et al. 2004). 본 연구는 33명의 환자에게 식립된 106개의 Implantium[®] 임플란트를 대상으로 진료 기록부와 방사선 사진 검사 및 임상 검사 결과를 이용하여 후향적인 방법으로 임플란트의 생존율 및 변연골 흡수에 미치는 요소들을 조사하였다.

본 연구에서는 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(Buser et al. 1997, Romeo et al. 2004, Blanes et al. 2007). 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 임플란트였다.

Machtei 등(2008)은 실패한 임플란트 부위의 재식립에 관한 생존율과 이에 영향을 미치는 인자를 조사한 연구에서 재식립시 83.5%의 낮은 성공률을 보이나 상악, 악궁내 부위, 임플란트의 종류나 길이, 직경 등의 인자와 관련성을 발견할 수 없다고 보고하였다. 본 연구에서 실패한 1개의 임플란트는 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(Adell et al. 1981, Lindquist et al. 1988). Albrektsson(1988)은 연간 평균 골소실량이 0.2 mm보다 적어야 한다는 것을 임플란트의 성공 기준으로 제안하였다. 1994년 Albrektsson과 Isidol은 임플란

트 성공률의 기준으로 보철물 장착 첫 1년은 1.5 mm이하의 골흡수를 보이고 그 이후의 연간 골흡수는 0.2 mm이하여야 함을 요구하였다.

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 mm이었다. 이는 기준에 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 위치되어있다.

Hansson 등(1999)은 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. Wennström(2005)은 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 등(2007)은 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 나타났다고, 연간 골 흡수량은 첫 1년간 0.14 mm, 그 후 0.07~0.03 mm 이었다. 그 외 미세나사선을 가진 임플란트를 이용한 비슷한 결과를 보이는 연구들이 보고되었다(Palmer et al. 1997, Norton et al. 1998).

본 연구에서 실패한 임플란트를 가진 1명의 경우 고콜레스테롤혈증 외의 특이할만한 전신질환을 가지고 있지 않았다. 당뇨나 흡연 등의 전신적인 요인의 영향에 관하여 Moy 등(2005)은 흡연이나 당뇨, 두경부 방사선 치료병력, 폐경기 여성의 estrogen 호르몬 치료 경험 등은 건강한 환자들에 비해 임플란트 실패율을 유의성 있게 높인다고 하였다. 그 외 고혈압이나 화학 치료, 심혈관 질환이나 스테로이드 치료 병력 등은 영향을 주지 않는다고 보고하였다. 반면 Chung 등(2007)은

임플란트의 생존율에 당뇨는 큰 영향을 주지 않지만, 흡연 여부는 임플란트의 생존율에도 영향을 주며 비흡연자에 비해 3배 더 높은 변연골 소실을 보임을 보고하였다. 흡연 여부와 관련해서는 Strietzel 등(2007)은 systemic review와 meta-analysis를 시행한 결과를 보고하였는데, meta-analysis결과 흡연자에서 비흡연자에 비해 임플란트의 실패율이 높다고 하였고 systemic analysis결과 13개 연구 중 11개에서 유의차 있게 큰 변연골 흡수를 보고하였다. 본 연구에서는 흡연자가 1명(5개), 당뇨환자가 5명(11개) 있었고 이들과 건강한 다른 환자들 사이에 유의할만한 변연골 흡수량의 차이는 없었으나 표본개수가 작아 결론을 내리기에는 문제가 있다고 판단된다.

Moy 등(2005)과 Naert 등(2002a)은 성별 자체로는 임플란트의 실패에 영향을 미치지 않는다고 하였고, 이번 연구의 결과에서도 임플란트의 실패율에 관한 성별간의 유의차는 보이지 않았다. Wyatt 등(2002)은 부하를 가한 첫 1년 동안에 남성이 여성에 비해 변연골 흡수량이 유의하게 높았다고 보고하였으나 Naert 등(2002b)은 성별에 따른 골 흡수량의 차이는 없다고 하였다. 본 연구에서는 남녀간에 변연골 흡수량의 차이는 없었다.

Bryant 등(2003)은 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 등(2002)은 첫 1년 동안 오히려 젊은 성인에서 골 흡수량이 의미 있게 많았다고 하였는데, 이는 젊은 성인에서는 임플란트가 기저골보다 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 ($p < 0.05$). 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(Lang et al. 1997).

구치부의 임플란트 식립은 전치부위에 비해 더 주의가 요한다고 보고되었는데 이는 구치부위에 대개 골질이 떨어지고 골양 또한 부족한 경우가 대부분이기 때

문이다(Becker et al. 1999). 그러나 Becker 등(1999)은 적절한 골질(type II to III)에 임플란트를 식립시 상하악 구치부 임플란트에서 양호한 생존율을 보고하였고, Wyatt 등(1998)은 230개의 임플란트의 평균 5.41년의 조사에서 94%의 누적생존율을 보고하면서 상하악 전치부와 구치부 위치에 따른 생존율의 차이는 없다고 하였다. 변연골 흡수량을 살펴보면 Naert 등(2002b)은 전치부와 구치부의 임플란트에서 지대주 연결 후 첫 6개월이나 그 후 기간 동안에도 변연골 흡수량에 유의차가 보이지 않음을 보고하였다. Wyatt 등(2002)도 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 등(1994)은 split-mouth 방법을 이용한 연구에서 부하 1년 후 변연골 흡수량과 그 이후 흡수량에서 1-stage와 2-stage로 식립한 임플란트에서 비슷한 결과를 보인다고 하였고, Cecchinato 등(2008)은 5년간의 조사 기간 동안 수술 방법에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않음을 보고하였다. Becker 등(2000)은 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 submerge여부를 결정하였으며, 이에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않아 이전의 연구들과 일치하는 결과를 보였다.

Naert 등(2002b)은 평균 5.1년의 추적연구에서 지대주 연결 후 첫 6개월에서는 골 이식 및 membrane을 사용하지 않은 군에서 더 큰 변연골 소실량을 보이고 이후 연간 변연골 소실량은 통계학적 유의차가 없음을 보고하였다. Mayfield 등(1998)은 membrane을 사용한 임플란트와 대조군에서 기능 후 골 흡수량에서 차이가 없다고 하였다. 반면 Zitmann 등(2001)은 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 1년에서는 약간 더 적은 변연골 흡수량을 보이나 이는 통계학적인 유의차는 없었다.

후방의 자연치가 존재함으로 인해 교합력이 분산될 수 있고, 고유감각기능의 존재로 인해 과도한 교합력을 피할 수 있기 때문에 후방 자연치 유무에 따라 임플란트의 변연골 흡수량에 차이가 있을지 여부를 조사하였다. 보철물 장착 첫 1년 동안에 후방에 자연치가 존재하지 않는 경우(0.49 mm)가 존재하는 경우(0.22 mm)보다 2배 이상의 변연골 흡수량을 보였다는 Wyatt 등(2002)의 결과와는 반대로 본 연구에서는 후방에 자연치가 있는 보철물에 사용된 임플란트와 최후방에 사용된 임플란트 간에 변연골 흡수량의 차이는 없었다. 이는 최후방의 경우 단일 임플란트 보철물보다는 견고하게 연결된 splinted crown 형태의 보철물이 대부분이었기 때문이라 생각된다.

보철물의 형태에 따른 변연골 소실량의 차이는 없었으며 이는 single-implant crown과 splinted crown 보철물간의 변연골 소실량이 차이가 없다는 Naert 등(2002b)의 연구 결과와 일치하였고, overdenture 군과 fixed prostheses 군 간에 변연골 소실량의 차이가 없다는 연구 결과와도 일치하였다(Palmqvist et al. 1996).

이번 연구에서 대합치의 유형 또한 변연골 소실량에 영향을 주지 않았다. 치주 인대 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, 실제 임플란트와 자연치간 고유 감각기능의 차이가 크지 않다는 연구 결과가 보고되었으며(Enkling et al. 2007), 대합치의 유형이 임플란트의 생존율 및 변연골 흡수량에 유의할 만한 차이를 주지 않는다는 연구 결과가 보고되어 있다(Chung et al. 2007).

정기 검진시 지대주 나사풀림, 임시 접착제 용해로 인한 보철물의 탈락, 도재 파절, 인접면 접촉 상실, 일시적인 감각이상 등의 합병증이 발생하였다. 2007년 Pjetursson은 systemic review를 통해 implant-supported fixed partial denture(FPDs)와 single crown(SCs)에서의 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 보였는데, 교합면 나사풀림 현상이 가장 많이 발생하였고(11회) 도체의 파절은 1회, 유지력의 상실은 2회 발생하였다. 나사풀림 현상이 발생한 9개의 보철물 중 6개(66.7%)가 single-implant 보철물이었다.

이번 연구에서 후향적 방법을 사용함으로써 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 촬영시 마다 항상 같지는 않아 방사선 사진의 판독과 계측에 통일성과 재현성이 부족하였다. 이를 해결하기 위해서는 환자 각각에 개별적인 장치제작을 필요로 한다 (Galasso et al. 2000). 또한 조사하고자 하는 요인들을 기준으로 그룹을 나누어 평가하였는데, 변수간의 유의차를 나타낼 만큼 임플란트의 수가 충분하였는지에 대한 문제가 있을 수 있었다.

V. 결론

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 후향적 연구를 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

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($p < 0.05$).
4. 보철물 장착 후 첫 1년간 연령에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았으나($p > 0.05$), 1년 이후의 정기 검진 기간에서 50세 이상의 환자에서 50세 미만의 환자보다 큰 연간 변연골 흡수량을 보였다($p < 0.05$).
5. 성별 간, 악궁 간, 전치부와 구치부위 간, 2차 수술 여부, 골 이식 여부, 후방 자연치 존재 여부, 보철물의 유형, 대합치의 유형에 따른 변연골 흡수량의 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$).

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

본 연구에서 최대 30개월까지의 기간 동안 SLA 표면 처리 및 미세나사선을 가

진 내측 연결형의 국산 임플란트의 임상적인 성공률은 만족스러운 결과를 보였으며 변연골 흡수량도 임플란트 성공 기준에 부합하였으나, 향후 더 장기적인 평가 및 연구가 필요하리라 사료된다.

VI. 참고 문헌

서지영, 심준성, 이재훈, 이근우. 임플란트 지지 고정성 국소의치의 임상적, 방사선학적 평가. 대한치과보철학회지 2006;제44권 제4호:394-404.

안희석, 문홍석, 심준성, 조규성, 이근우. SLA 표면 처리 및 외측 연결형의 국산 임플란트에 대한 임상적, 방사선학적 평가. 대한치과보철학회지 2008;제46권 제2호:125-136.

Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10(6):387-416.

Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, Engevall S, Engquist B, Eriksson AR, et al. Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants. *J Periodontol* 1988;59(5):287-96.

Albrektsson T, Isidol. Consensus report of session IV. In: Lang,N.P. & Karring,Y. *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*, 1994;pp.365-369. London: Quintessence Publishing Co., Ltd.

Alomrani AN, Hermann JS, Jones AA, Buser D, Schoolfield J, Cochran DL. The effect of a machined collar on coronal hard tissue around titanium implants: a radiographic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(5):677-86.

Bahat O. Branemark system implants in the posterior maxilla: clinical study of 660 implants followed for 5 to 12 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15(5):646-53.

Becker W, Becker BE, Alsuwyed A, Al-Mubarak S. Long-term evaluation of 282 implants in maxillary and mandibular molar positions: a prospective study. *J Periodontol* 1999;70(8):896-901.

Becker W, Becker BE, Ricci A, Bahat O, Rosenberg E, Rose LF, et al. 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(3):159-65.

Beikler T, Flemmig TF. Implants in the medically compromised patient. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14(4):305-16.

Bryant SR, Zarb GA. Crestal bone loss proximal to oral implants in older and younger adults. *J Prosthet Dent* 2003;89(6):589-97.

Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, et al. 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(3):161-72.

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(4):429-31.

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(1):117-26.

Cochran DL. A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J Periodontol* 1999;70(12):1523-39.

Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, et al. 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(2):144-53.

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(2):231-6.

Ericsson I, Randow K, Glantz PO, Lindhe J, Nilner K. Clinical and radiographical features of submerged and nonsubmerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 1994;5(3):185-9.

Friberg B, Ekkestubbe A, Sennerby L. Clinical outcome of Branemark System implants of various diameters: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17(5):671-7.

Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Branemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6(2):142-6.

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(3):147-51.

Hansson S. The implant neck: smooth or provided with retention elements. A biomechanical approach. *Clin Oral Implants Res* 1999;10(5):394-405.

Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;62(1):2-4.

Lang NP, Mombelli A, Tonetti MS, Bragger U, Hammerle CH. Clinical trials on therapies for peri-implant infections. *Ann Periodontol* 1997;2(1):343-56.

Lang NP, Wilson TG, Corbet EF. Biological complications with dental implants: their prevention, diagnosis and treatment. *Clin Oral Implants Res* 2000;11 Suppl 1:146-55.

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(4):465-70.

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(1):59-63.

Machtei EE, Mahler D, Oettinger-Barak O, Zuabi O, Horwitz J. Dental implants placed in previously failed sites: survival rate and factors affecting the outcome. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(3):259-64.

Marinho VC, Celletti R, Bracchetti G, Petrone G, Minkin C, Piattelli A. Sandblasted and acid-etched dental implants: a histologic study in rats. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18(1):75-81.

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(5):292-302.

Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL. Dental implant failure rates and associated risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(4):569-77.

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* 2002a;13(4):381-9.

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* 2002b;13(4):390-5.

Nitzan D, Mamlider A, Levin L, Schwartz-Arad D. Impact of smoking on marginal bone loss. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(4):605-9.

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(2):91-9.

Palmer RM, Smith BJ, Palmer PJ, Floyd PD. A prospective study of Astra single tooth implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8(3):173-9.

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(2):223-7.

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 Suppl 3:73-85.

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(2):247-59.

Strietzel FP, Reichart PA, Kale A, Kulkarni M, Wegner B, Kuchler I. Smoking interferes with the prognosis of dental implant treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2007;34(6):523-44.

Weber HP, Crohin CC, Fiorellini JP. A 5-year prospective clinical and radiographic study of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(2):144-53.

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(1):24-30.

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(6):567-74.

Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(2):204-11.

Wyatt CC, Zarb GA. Bone level changes proximal to oral implants supporting fixed partial prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2002;13(2):162-8.

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(3):355-66.

Abstract

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

Re Mee Doh

Department of Prosthetic Dentistry

Graduate School, Yonsei University.

(Directed by Professor Keun Woo Lee)

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.

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, through clinical and radiographic results during a 6 to 30 month period. 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. The following results were drawn from this study.

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($p<0.05$).
 4. There was no significant difference in marginal bone loss according to age during the first year($p>0.05$), but after the first year, the mean annual bone loss in patients above 50 years was significantly greater($p<0.05$) 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 ($p<0.05$).

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. Further long-term investigations for this type of implant system are required in future studies.

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