

Collar 부위 형태와 표면 거칠기가 임플란트
주위 변연골 흡수에 미치는 영향

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 영 주

Collar 부위 형태와 표면 거칠기가 임플란트
주위 변연골 흡수에 미치는 영향

지도 한 동 후 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 7월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 영 주

김영주의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2008년 7월 일

감사의 글

이 논문이 완성되기까지 모자란 저에게 끊임없는 지도와 격려를 해주신 한동후 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 귀중한 조언과 심사에 도움을 주신 이근우 교수님, 문홍석 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

바쁘신 가운데에서도 항상 따뜻한 관심과 조언으로 지켜봐 주신 정문규 교수님, 심준성 교수님, 이재훈 교수님, 배은경 교수님 그리고 김지환 선생님께도 감사드립니다.

논문이 완성되는 동안 동고동락 했던 수련동기들과 언제나 관심가지고 지켜봐주신 의국원 선배님들 그리고 후배님들에게 감사의 뜻을 전합니다.

끝으로 항상 묵묵히 지켜봐주시고 보살펴 주신 부모님과 귀중한 조언을 주신 형님에게 이 논문을 드립니다.

2008 년 7월

김영주 드림

차 례

그림 및 표 차례	ii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 재료 및 방법	4
1. 연구 대상 및 재료	4
2. 연구방법	8
2.1. 임플란트 식립 및 보철물 제작	8
2.2. 방사선 촬영시기 및 방법	8
2.3. 컴퓨터를 이용한 계측	8
2.4. 방사선 사진의 확대율 보정	9
2.5. 통계학적 분석	12
III. 연구결과	13
IV. 총괄 및 고찰	18
V. 결론	21
참고문헌	22
영문요약	27

표 차례

Table I. Distribution of the examined implants	5
Table II. Marginal bone change between implantation and delivery of prosthesis(phase I)	14
Table III. Marginal bone change between delivery and 6 months after loading(phase II)	14
Table IV. Marginal bone change between 6 months and 12 months after loading(phase III)	15
Table V. Marginal bone level compared to the reference point at 12 months after loading	16
Table VI. Resorption angle measurement	17

그림 차례

Figure 1. Collar design of Brånemark and Silhouette External Hex Implant	6
Figure 2. Collar design of Silhouette IC and Silhouette IC Laser-Lok TM Implant	6
Figure 3. Collar design of ITI standard and esthetic plus Implant	7
Figure 4. Example of measurement of bone loss angle	9
Figure 5. Example of measurement of Brånemark implant	10
Figure 6. Example of measurement of Silhouette Implant	10
Figure 7. Example of measurement of ITI Implant	11

국문 요약

Collar 부위 형태와 표면 거칠기가 임플란트 주위 변연골 흡수에 미치는 영향

임플란트 주위 변연골의 흡수는 임플란트의 기능적 및 심미적 성공에 큰 장애가 되는 요인이다. 본 연구에서는 임플란트 collar 부위의 형태와 표면 거칠기가 주위 변연골 흡수에 미치는 영향에 대해 알아보려고 하였다.

6종류의 임플란트 총 175개를 식립한 환자 102명에서 임플란트 식립 후 보철물 장착까지의 골 변화량(phase 1), 장착 후 6개월까지의 골 변화량(phase 2), 장착 6개월 후부터 장착 12개월 후 골 변화량(phase 3)과 골 흡수 각도를 측정하였다. 고정체와 지대주의 연결 형태가 external connection type인 임플란트(Branemark, Silhouette External Hex)와 internal connection type인 임플란트(Silhouette IC, Silhouette IC Laser-Lok™, ITI standard, ITI esthetic plus)에서 연결 형태에 따른 변연골 흡수량을 비교해 보고 생물학적 폭경을 충분히 확보한 임플란트(ITI standard)와 생물학적 폭경이 부족한 임플란트(Branemark, Silhouette External Hex, Silhouette IC, Silhouette IC Laser-Lok™, ITI esthetic plus)에서 변연골 흡수의 차이를 비교하였다. 그리고 임플란트 주위 변연골의 흡수에 대한 laser를 이용한 미세나사산의(Silhouette IC Laser-Lok™) 영향을 알아보고 다음의 결론을 얻었다.

1. External connection type인 Branemark system과 Silhouette External Hex 임플란트는 Internal connection type 임플란트에 비해 높은 변연골 흡수량을 보였다.
2. Silhouette IC와 ITI esthetic plus는 Branemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에 비해 낮은 골흡수를 보였지만 ITI standard와 Silhouette IC Laser-Lok™에 비해서는 높은 골흡수를 보였다.

3. Brånemark system의 65%와 Silhouette External Hex 임플란트의 77%에서 분화구 형태의 골흡수 양상을 보였다.

이상의 결과를 볼 때 고정체와 지대주의 연결 방식이 external connection type 인 경우 그리고 생물학적 폭경이 부족한 경우에는 더 많은 임플란트 주위 변연골의 흡수가 있었음을 보여주고 있다. 그러나 microgroove가 부여된 임플란트에서는 collar의 거칠기와 laser microtexturing 등의 특징에 의해 생물학적 폭경이 부족하여도 임플란트 주위 변연골의 흡수가 적게 일어난 것이 관찰되었다.

핵심어 : 임플란트, microgroove, 변연골 흡수, 생물학적 폭경, crestal module

Collar 부위 형태와 표면 거칠기가 임플란트 주위 변연골 흡수에 미치는 영향

(지도 한동후 교수)

연세대학교 대학원 치의학과

김 영 주

I. 서론

치과 임플란트의 성공은 일반적으로 임플란트의 생존으로 정의되어 왔다. 임플란트 주위 변연골 흡수의 진행은 임플란트의 생존을 위협하게 된다. Albrektsson은 임플란트 주위 변연골 흡수의 성공 기준을 제안하였는데 지대주 연결 후 첫째 1mm 이하의 골흡수와 매년 0.2mm 이하의 골흡수를 보여야 한다고 하였다. 아직까지도 이러한 기준이 임플란트 성공의 척도가 되고 있다(Albrektsson et al., 1986).

임플란트 주위 변연골의 초기소실 또는 지속적인 흡수는 임플란트 주위 낭 깊이의 증가와 연조직의 퇴축을 야기하게 되므로 염증 발생의 위험이 증가 할 수 있고, 상악 전치부에서 심미적인 실패를 야기 할 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 변연골 흡수가 일어나지 않는 임플란트의 선택이 필요하다.

임플란트 주위 변연골 흡수의 원인에 대한 많은 연구들이 있었다. 수술 시 발생한 외상의 경우 가장 일반적으로 의심되는 원인으로 외상이 있을 경우 섬유성 결합 조직과 접합 상피의 하방 연장이 골흡수를 야기하게 된다. 수술시 발생한 외상은 drilling 시 발생하는 열, 골막 거상, 임플란트 위치 시 발생하는 압력 등이 중요한 요인이 된다(Piattelli et al., 1996).

교합 과부하 역시 임플란트 주위 변연골 흡수에 중요한 요인이다. 임플란트 주위 변연골은 교합력에 의한 bending moment의 fulcrum으로 작용하기 때문에 과부하가 가해질 경우 골흡수가 일어나게 된다. 이에 관한 한 실험에서 원숭이에 임플란트를 식립하여 교합 과부하를 시킨 군과 치태를 침착시킨 군으로 나누어 6개월 후 비교해본 결과 교합 과부하를 시킨 군이 치태를 침착시킨 군보다 3배정도 많은 골소실을 보였다(Isidor et al., 1997). 지대주 연결 첫해에 골흡수가 가장 많이 발생하는 것은 교합 과부하에 의해 임플란트 주위 변연골의 미세골절이 발생하는데 1년 후에는 임플란트 주위 변연골의 강도가 변하고 광화가 일어나 미세골절의 위험이 감소하기 때문이다(Misch et al., 1999).

임플란트 주위염 역시 주변골 흡수에 많은 영향을 미친다. 임플란트의 경우 자연치보다 염증의 확산이 더욱 빠르는데 이는 콜라겐 섬유의 배열이 임플란트 표면과 평행하고 혈관이 자연치보다 훨씬 적기 때문이다(Lindhe et al., 1992).

Microgap 또한 주변골 흡수의 큰 요인으로 지적된바 있다. 한 동물실험에서 실험동물에게 1-part 임플란트와 2-part 임플란트를 식립하고 3개월 후 비교한 결과 1-part 임플란트의 경우 골위치가 거친 표면과 활택 표면의 경계에 있었지만 2-part 임플란트의 경우 골위치가 microgap의 약 2mm 하방에 위치하는 것이 관찰되었다(Hermann et al., 1997). 이 실험에서 microgap에 의해 임플란트에서도 생물학적 폭경이 존재하는 것을 알 수 있었다. Cochran은 임플란트에서도 자연치와 유사한 생물학적 폭경이 존재하고 이를 만족하지 못할 경우 주위 변연골의 흡수가 일어나게 된다고 하였다(Cochran et al., 1997). Wallace는 임플란트에서의 생물학적 폭경의 중요성을 강조 하였고, Weber는 골밀도 차이에 의해 상악이 하악보다 골흡수가 더욱 빨리 일어나지만 생물학적 폭경은 상악과 하악의 차이가 없다고 하였다(Wallace et al. 1994; Weber et al., 1992).

임플란트의 crest module도 하나의 중요한 요인으로 collar 부위의 거칠기와 임플란트 주위 변연골이 받는 응력의 방향에 따라 흡수량이 변할 수 있다. crest module의 방향이 평행한 경우 전단력이 작용하고 20° 이상의 각이 있는 crest module의 경우 압축력이 작용하는데 피질골의 경우 압축력과 비교했을 때 전단력에 65% 정도 취약하기 때문에 평행한 crest module 보다 각이 있는 경우 골소실

의 위험을 감소시킬 수 있었다(Misch et al., 1999). 또 활택 표면에 비해 거친 표면에서 주위 변연골의 유지가 더 잘 되는데 이는 거친 표면이 결합조직의 부착을 촉진시켜 상피세포의 하방 성장을 억제하게 되어 biologic seal을 얻기 때문이다(Keller et al., 2003). 그리고 microgroove의 형성도 변연골 흡수의 방지에 도움이 된다. microgroove를 형성하면 이와 평행하게 세포의 이주가 유도되기 때문에 세포의 하방이동을 방지 수 있다(Brunette et al., 2004). 이에 관한 동물실험에서 30 μm 의 microgroove를 형성한 타이타늄에서 활택 표면에 비해 조직의 퇴축이 적었고 tissue attachment level이 잘 유지된 것이 관찰되었다(Cheroudi et al., 2006).

본 연구에서는 임플란트의 지대주와 고정체의 연결방식, 생물학적 폭경 그리고 collar 부위의 거칠기와 microgroove의 존재 유무 등이 주위 변연골 흡수에 미치는 영향을 비교하기 위해 Brånemark system, ITI system(Standard & Esthetic Plus), Silhouette system(External Hex & IC & IC Laser-LokTM)으로 식립한 환자를 대상으로 시간에 따른 임플란트 주위 변연골의 흡수량과 흡수 각도를 측정하여 각 system의 collar부위 디자인이 골흡수에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 대상 및 재료

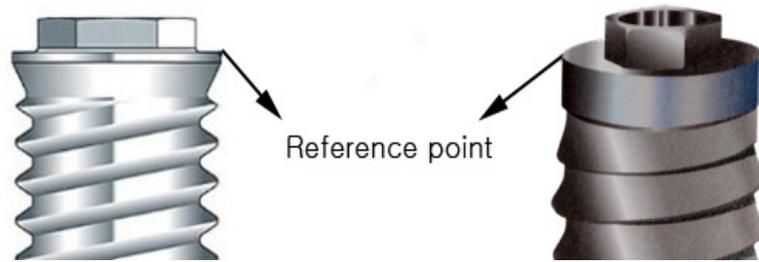
2005년 1월부터 2008년 3월까지 연세대학교 치과대학 병원에서 임플란트 시술을 받은 환자 중 Brånemark system implant(Nobel Biocare, Göteborg, Sweden), Silhouette External Hex Implant(Biolok International Inc. Deerfield beach, USA), Silhouette IC Implant(Biolok International Inc. Deerfield beach, USA), Silhouette IC Laser-Lok™ Implant(Biolok International Inc. Deerfield beach, USA), ITI standard Implant(Straumann, Waldenburg, Switzerland), ITI esthetic plus Implant(Straumann, Waldenburg, Switzerland) 6종류의 임플란트를 식립 받은 환자를 대상으로 하였다. 전신질환이 있거나 치주질환을 가지고 있는 환자의 경우는 대상에서 제외하였다. 총 175개 임플란트를 식립 받은 102명의 환자를 대상으로 하여 식립 후 보철물 장착까지의 골 변화량, 장착 후 6개월까지의 골 변화량을 측정하였다. 대상 환자 중 장착 후 12개월 방사선 사진이 있는 130개의 대상에 대해서는 장착 12개월 후 골 변화량과 골 흡수 각도를 추가로 측정하였다. 나이는 17세에서 81세까지 분포하였으며 평균나이는 48.2세이었고, 남자는 43명, 여자는 59명이었다.

총 175개 임플란트 중 Brånemark system implant 25개, Silhouette External Hex Implant 31개, Silhouette IC Implant 34개, Silhouette IC Laser-Lok™ Implant 27개, ITI standard Implant 32개, ITI esthetic plus Implant 26개이었다. Brånemark system implant와 Silhouette External Hex Implant는 external connection type이고 나머지 4종류는 모두 internal connection type이었다. Brånemark system implant와 Silhouette External Hex Implant는 식립 시 기준이 되는 고정체의 top 부위를 reference point로 설정하였다. (Fig 1.) Silhouette IC Implant는 고정체의 collar의 길이는 2mm이고 그중 하방 1mm는 거친 표면

(Resorbable blast media), 상방 1mm는 활택 표면이어서 이 border를 수직적 reference point로 설정하였다. Silhouette IC Laser-Lok™은 고정체 collar의 길이는 2mm로 동일하나 collar의 하방 0.8mm는 12 μ m의 미세나사산이 있는 거친 표면으로 되어 있고 중간 0.7mm는 8 μ m의 미세나사산이 있는 거친 표면으로 되어 있고 상방 0.5mm는 활택 표면으로 되어 있다. 하방 0.8mm는 골조직과 생체적 결합을 유도하고 중간 0.7mm는 결합조직과의 생체적 결합을 유도하는 형태이다. 따라서 고정체 상부에서 1.2mm 하방 위치를 reference point로 설정하였다. (Fig 2.) ITI standard Implant는 고정체의 collar에 2.8mm의 활택 표면이 있고 ITI esthetic plus Implant는 고정체의 collar에 1.8mm의 활택 표면이 있다. 이 둘에서는 거친 표면과 활택 표면의 경계를 reference point로 설정하였다.(Fig 3.).

Table I. Distribution of the examined implants.

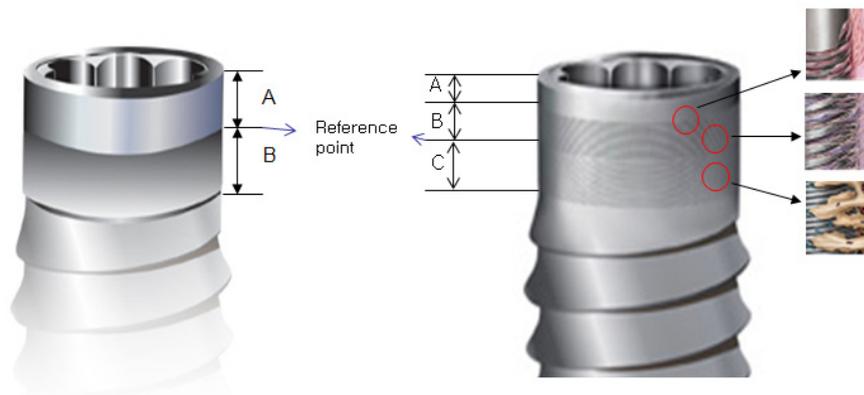
Implant system	상악(n=51)	하악(n=50)	Total
Brånemark	8	17	25
Silhouette External Hex	9	22	31
Silhouette IC	15	19	34
Silhouette IC Laser-Lok™	22	5	27
ITI standard	12	20	32
ITI esthetic plus	13	13	26
Total	79	96	175



Brånemark Implant

Silhouette External Hex Implant

Fig 1. Collar design of Brånemark and Silhouette External Hex Implant



Silhouette IC Implant

A; smooth surface 1.0mm
B; rough surface 1.0mm

Silhouette IC Laser-Lok™ Implant

A; smooth surface 0.5mm
B; 8µm laser microgroove 0.7mm
C; 12µm laser microgroove 0.8mm

Fig 2. Collar design of Silhouette IC and Silhouette IC Laser-Lok™ Implant

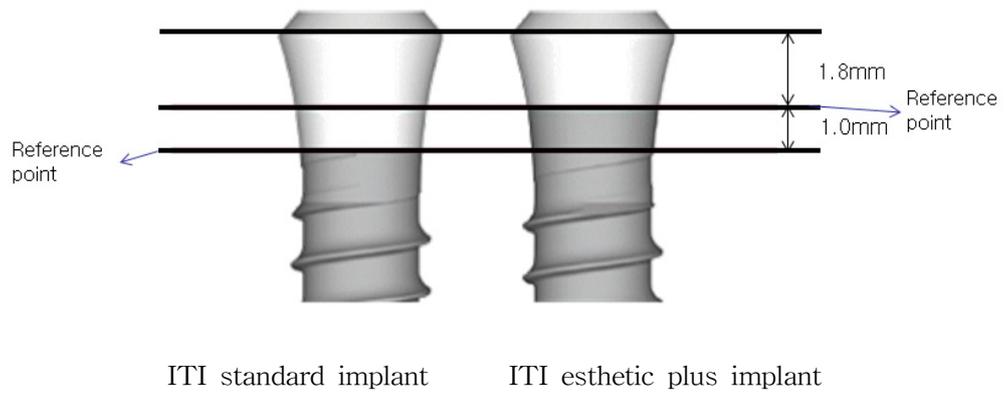


Fig 3. Collar design of ITI standard and esthetic plus Implant

2. 연구방법

2.1. 임플란트 식립 및 보철물 제작

모든 대상 환자에게 제조회사가 추천하는 방법에 따라 임플란트를 식립하였으며 식립 길이가 제한 될 경우 골 이식 또는 골 이식을 동반한 상악동 거상술을 시행하여 임플란트를 식립하였다. 임플란트 시스템, 임플란트의 직경, 길이, 골 이식 여부를 수술 시 기록하였다.

상부 보철물은 식립 후 6개월 이후에 장착되었고, 연세대학교 치과병원 보철과 내 공통된 프로토콜에 의해 제작하였다.

2.2. 방사선 촬영시기 및 방법

식립 시와 보철물 장착 시 그리고 기능 후 6개월 후, 12개월 후 검진 시에 방사선 촬영을 시행하여 임플란트 주위 변연골의 수직적 흡수정도와 수평적 흡수정도를 검사하였다. 구내 디지털 치근단방사선사진 촬영으로 구내촬영기인 Heliodont MD[®]를 이용하여 60kVp, 0.16mAs의 조건으로 촬영하고 CCD 형태의 센서인 SIGMA[®](GE Medical system instrumentarium Co. Tuusula, Finland)를 통하여 10 bit의 영상정보를 얻었다. 구외촬영기인 Cranex 3+CEPH(Orion corp. Soredex, Finland)로 Panoramic view를 촬영하여 영상정보를 얻었다.

2.3. 컴퓨터를 이용한 계측

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 7.01(Adobe Systems Incorporated, San Jose, California, USA)상에서 200%확대하여 측정이 용이하도록 하였으며, gradient map 설정을 변경하는 이미지처리를 통

해 임플란트 고정체와 주위 변연골 경계부위가 명확히 구분될 수 있도록 한 후, 식립된 임플란트의 근심측과 원심측에서 각각 주위 변연골의 수직적 흡수량과 흡수각도를 측정하였다. 수직적 흡수량은 고정체 상부에서부터 변연골의 위치까지를 측정하였고 흡수각도는 고정체의 장축을 기준으로 변연골의 흡수각도를 측정하였다. 흡수각도는 장축 기준 30° 미만일 경우 1군, 30°이상 60° 미만일 경우 2군, 60° 이상일 경우 3군으로 정의하였다. (Fig 4.)

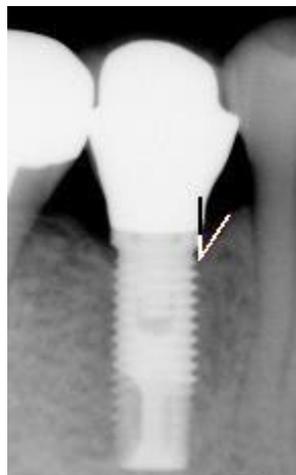


Fig 4. Example of measurement of bone loss angle.

2.4. 방사선사진의 확대율보정

Brånemark system implant의 경우 고정체의 나사산 거리가 NP의 경우 0.5mm, RP의 경우 0.6mm, WP의 경우 0.8mm인 것을 기준으로 하여 연속된 여섯째 나사산 사이의 거리를 측정해 NP의 경우 2.5mm, RP의 경우 3mm, WP의 경우 4mm를 기준으로 하여 보정하였고 (Fig 5.) Silhouette Implant의 경우는 고정체의 collar 길이가 External Hex의 경우 1mm, IC와 IC Laser-Lok™의 경우 2mm인 것을 기준거리로 하여 확대율을 보정하였고 (Fig 6.) ITI Implant의 경우는 나사산 사이의 거리가 1.25mm인 것을 이용하여 연속된 세번째 나사산 간의 거리(2.5mm)를 기준거리로 하여 확대율을 보정하였다. (Fig 7.)

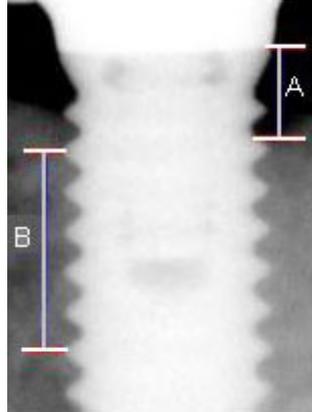


Fig 5. Example of measurement of Brånemark implant.

A; measurement of fixture top to first bone-implant contact

B; measurement of continuous six threads

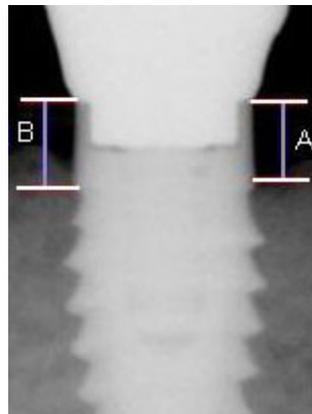


Fig 6. Example of measurement of Silhouette Implant.

A; measurement of fixture top to first bone-implant contact

B; measurement of fixture collar

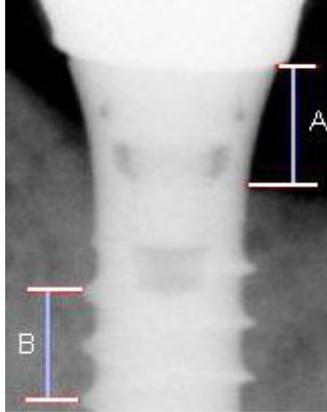


Fig 7. Example of measurement of ITI Implant.

A; measurement of fixture top to first bone-implant contact

B; measurement of continuous three threads

* 확대율 보정의 비례식

$$X = A \times L / B$$

X; 확대율 보정된 fixture top 에서 first bone-implant contact 까지의 거리(mm)

L; 기준거리 - Brånemark Implant; 연속된 여섯 나사산 사이의 거리

: NP-2.5mm, RP-3.0mm, WP-4.0mm 이용

- Silhouette Implant; 실제 fixture collar의 거리

: External Hex-1mm, IC & IC Laser-LokTM-2mm 이용

- ITI Implant; 연속된 세 나사산 사이의 거리 : 2.5mm 이용

A; 방사선상 계측된 fixture top 에서 first bone-implant contact 까지의 거리

B; 방사선상 계측된 기준거리

2.5. 통계학적 분석

모든 통계는 SPSS 12.0(SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 조사대상인 6가지 임플란트에 대해 식립 시부터 보철물 장착 시까지(phase I)의 임플란트 주위 변연골의 변화량과 보철물 장착 6개월 후 검사 시까지(phase II)의 임플란트 주위 변연골의 변화량, 그리고 보철물 장착 후 6개월 부터 12개월 후(phase III)의 임플란트 주위 변연골 변화량의 평균과 표준편차를 계산하여 One-way ANOVA test를 이용하여 통계처리하였다. 보철물 장착 12개월 후 검사 시에서 각각의 임플란트에서 기대되는 변연골의 위치(reference point)에 대한 임플란트 주위 변연골의 위치를 비교하고 평균과 표준편차를 계산하여 One-way ANOVA test를 이용하여 그룹 간에 유의차가 있는지 분석하였다 ($p < 0.05$). 유의차가 있는 경우에 LSD test를 이용하여 사후분석을 하였다.

흡수각도에 대해서는 보철물 장착 12개월 후 방사선 사진에서 고정체의 장축을 기준으로 변연골의 흡수각도를 측정하였다. 각 그룹에 대한 비교는 Fisher's Exact Test method를 이용하여 비교하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 임플란트 주위 변연골의 흡수량 비교

임플란트 식립 시부터 보철물 장착 시까지(phase I)의 변연골의 흡수량은 external connection type인 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 높게 측정되었다. Brånemark system의 경우 ITI standard, ITI esthetic plus와 유의차를 보였고 Silhouette External Hex의 경우 Silhouette IC Laser-Lok™, ITI standard, ITI esthetic plus와 유의차를 나타내었다($p<0.05$). (Table II)

보철물 장착 시부터 약 6개월 후 정기 검진에서(phase II)의 변연골 흡수량도 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 높게 측정되었는데 Brånemark system은 Silhouette IC, Silhouette IC Laser-Lok™, ITI standard, ITI esthetic plus와 유의차를 보였고 Silhouette External Hex도 Silhouette IC, Silhouette IC Laser-Lok™, ITI standard, ITI esthetic plus와 유의차를 보였다. ITI standard의 경우 가장 낮은 변연골 흡수량이 측정되었는데 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트 이외에 Silhouette IC, ITI esthetic plus와 유의차를 보였다($p<0.05$). (Table III)

보철물 장착 6개월 후부터 12개월 후 (phase III) 변연골의 흡수량 측정에서도 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 높게 측정되었다. Brånemark system은 ITI standard, ITI esthetic plus와 유의성이 있었고 Silhouette External Hex도 ITI standard, ITI esthetic plus와 유의성이 있었다. ITI standard는 Silhouette IC, Silhouette IC Laser-Lok™보다 유의성 있게 낮은 변연골 흡수량을 보였다($p<0.05$). (Table IV)

Table II. Marginal bone change between implantation and delivery of prosthesis(phase I).

Implant system	Marginal bone change (mm)	Pair	one-way ANOVA p value
Brånemark	-0.64±0.22		0.004
Silhouette External Hex	-0.67±0.24		
Silhouette IC	-0.53±0.38		
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.47±0.45		
ITI standard	-0.37±0.29		
ITI esthetic plus	-0.45±0.34		

mean values±standard deviation
 ‘-’ mean resorption of marginal bone.
 pair ; pairs with significant differences by LSD test.

Table III. Marginal bone change between delivery and 6 months after loading(phase II).

Implant system	Marginal bone change (mm)	Pair	one-way ANOVA p value
Brånemark	-0.46±0.31		0.001
Silhouette External Hex	-0.44±0.17		
Silhouette IC	-0.19±0.14		
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.11±0.07		
ITI standard	-0.10±0.07		
ITI esthetic plus	-0.19±0.18		

mean values±standard deviation
 ‘-’ mean resorption of marginal bone.
 pair ; pairs with significant differences by LSD test.

Table IV. Marginal bone change between 6 months and 12 months after loading(phase III).

Implant system	Marginal bone change (mm)	Pair	one-way ANOVA p value
Brånemark	-0.18±0.20		0.016
Silhouette External Hex	-0.19±0.12		
Silhouette IC	-0.14±0.10		
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.14±0.15		
ITI standard	-0.05±0.10		
ITI esthetic plus	-0.07±0.08		

mean values±standard deviation

'-' mean resorption of marginal bone.

pair ; pairs with significant differences by LSD test.

2. Reference point를 기준으로 한 변연골의 위치 변화

Reference point는 임플란트 식립 시 기준이 되는 골의 위치로 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 고정체 상부, Silhouette IC에서 고정체 상부 1.0mm 하방, Silhouette IC Laser-Lok™에서 고정체 상부 1.2mm 하방, ITI standard에서 고정체 상부 2.8mm 하방, ITI esthetic plus에서 고정체 상부 1.8 mm 하방으로 설정하였다. 이 위치를 비교해 봄으로써 각 임플란트 system별 기대되는 변연골 위치에서 보철물 장착 12개월 후의 변연골 위치 관계를 비교해 볼 수 있다. 본 연구에서는 보철물 장착 12개월 후의 검사 시에 대해 측정하였다. 측정 결과 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 가장 높은 골흡수가 측정 되었는데 이 둘사이의 통계학적 유의차는 없었다. Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트는 모두 다른 4종류의 임플란트와 유

의한 결과를 보였다. 가장 낮은 골흡수를 보인 ITI standard의 경우 Silhouette IC, ITI esthetic plus와 유의차를 보였고 Silhouette IC Laser-Lok™와는 유의차를 보이지 않았다. Silhouette IC의 경우는 ITI esthetic plus보다 골흡수가 많았다 (p<0.05). (Table V)

Table V. Marginal bone level compared to the reference point at 12 months after loading.

Implant system	Marginal bone level (mm)	Pair	one-way ANOVA p value
Brånemark	-1.36±0.26		0.001
Silhouette External Hex	-1.31±0.22		
Silhouette IC	-0.80±0.54		
Silhouette IC Laser-Lok™	-0.32±0.56		
ITI standard	-0.16±0.34		
ITI esthetic plus	-0.45±0.47		

mean values±standard deviation

'-' mean resorption of marginal bone compared to the reference point.

'+' mean gain of marginal bone compared to the reference point.

pair ; pairs with significant differences by LSD test.

3. 흡수각도에 대한 비교

5종류의 임플란트에 대해 보철물 장착 시부터 12개월 후 검사 시 흡수각도를 비교 하였다. 흡수각도는 장축 기준 30° 미만일 경우 1군, 30°이상 60° 미만일 경우 2군, 60° 이상일 경우 3군으로 정의하고 Fisher's Exact Test method를 이용하여 각각의 system별 분포를 비교해 보았다. 1군의 경우는 Brånemark system에서만 관찰이 되었다. 2군의 경우는 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 가장 많이 분포하였고 Silhouette IC, Silhouette IC Laser-Lok™, ITI standard, ITI esthetic plus에서는 3군이 가장 많은 분포를 나타내었다.

Table VI. Resorption angle measurement.

Implant system	Group 1 cases (percent)	Group 2 cases (percent)	Group 3 cases (percent)	Total
Brånemark	3 (7.50%)	26 (65.00%)	11 (27.50%)	40
Silhouette External Hex	0 (0%)	40 (76.92%)	12 (23.08%)	52
Silhouette IC	0 (0%)	15 (27.78%)	39 (72.22%)	54
Silhouette IC Laser-Lok™	0 (0%)	9 (26.47%)	25 (73.53%)	34
ITI standard	0 (0%)	11 (23.91%)	35 (76.09%)	46
ITI esthetic plus	0 (0%)	9 (26.47%)	25 (73.53%)	34

IV. 총괄 및 고찰

본 연구에서는 6가지 임플란트의 골 흡수량과 흡수 각도를 비교하여 각 collar 디자인 별 흡수량과 흡수양상에 미치는 영향을 비교해보았다. 조사 시점은 식립 시, 보철물 장착 시, 보철물 장착 후 6개월 뒤, 보철물 장착 후 12개월 뒤로 하였다. 식립 후 보철물 장착까지(phase 1)에서는 external connection type인 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 유의할만하게 높은 골 흡수량을 보였는데 교합력을 부하하기 전인 이 기간에 높은 골 흡수량을 보인 것은 지대주의 연결 방식에 따른 세균 밀폐정도의 차이에 의한 것으로 보인다. 최근 연구에서 external connection type의 임플란트보다 internal connection type의 임플란트에서 세균 밀폐가 더 뛰어나다는 결과를 보였다(Kern et al., 2005).

보철물 장착 후 6개월 뒤 검사에서도 Brånemark와 Silhouette External Hex 임플란트에서 높은 골흡수를 보였는데 이는 생물학적 폭경과 교합 과부하와 연관하여 생각할 수 있다. 자연치와 같이 임플란트에서도 microgap의 위치와 연관되어 생물학적 폭경이 정해진다. Cochran은 임플란트와 치은 연결부위에서 치은 열구 깊이가 0.16mm, 접합상피 1.88mm, 결합조직 부착 1.05mm로 임플란트에서 생물학적 폭경을 3mm로 제시하였다(Cochran et al., 1997). 다른 연구에서 동물실험을 통해 임플란트와 치은 연결부위에서 수직깊이를 측정하여 치유기간 중 골조직 변화를 통해 3mm정도의 생물학적 폭경이 형성되었다고 보고하였다(Berglundh Lindh et al., 1996). Brånemark와 Silhouette External Hex 임플란트는 생물학적 폭경을 고려하지 않은 디자인으로 인해 많은 골흡수가 일어난 것으로 생각된다. 교합 과부하 역시 이 두 임플란트의 변연골 흡수에 영향을 준 것으로 여겨지는데 external connection type인 두 임플란트가 internal connection type인 다른 임플란트에 비해 더 많은 교합 과부하를 받기 때문이다. 한 연구에서는 치경부에서 external hex type이 internal hex type보다 측방력에 의해 2배 이상 많은 부하가 변연골에 가해진다고 하였다(Sogo et al., 2006). 이러한 과부하가 가하짐으로써 변연골은 교합력에 의한 bending moment의 fulcrum으로 작용하여 미세골절이 발생하고 이

때문에 골흡수가 더욱 진행된다. ITI standard는 가장 낮은 골흡수를 보였는데 생물학적 폭경을 고려한 디자인과 internal connection type으로 인해 교합 과부하에 대한 영향이 적었기 때문으로 생각된다. ITI esthetic plus는 2.8mm의 활택 표면 collar를 가진 ITI standard 임플란트에 비해 더 많은 골흡수를 보였는데 이것은 생물학적 폭경을 만족시키지 못하는 디자인 때문인 것으로 생각된다. Silhouette IC Laser-LokTM에서는 생물학적 폭경을 만족시키지는 않지만 적은 골흡수를 보였는데 이는 미세나사산과 거친 표면의 영향으로 생각된다. Hansson은 표면 거칠기와 미세나사산 같은 요소들이 골흡수를 방지한다고 하였다(Hansson et al., 1999). Zechner는 활택 표면과 거친 표면을 비교하여 거친 표면에서 골흡수가 더욱 적게 일어남을 알았다(Zechner et al., 2004). Norton은 거친 표면과 미세나사산이 동시에 있을 경우 훨씬 적은 골흡수가 일어난다고 하였다(Norton et al., 1998). Silhouette IC의 경우도 생물학적 폭경을 만족시키지는 못하지만 internal connection type이고 하방의 거친 표면이 골흡수를 방지하여 적은 골흡수를 나타낸 것으로 생각된다.

보철물 장착 6개월 후부터 12개월 후 까지 변연골 흡수량의 비교에서는 장착 6개월까지보다 적은 변화량을 보였는데 이는 시간이 지남에 따라 골흡수가 진행되어 생물학적 폭경을 어느정도 만족시키게 되고 지속적인 부하에 의해 주변골의 강도와 광화에 변화가 일어나 미세골절을 줄여 골흡수가 줄어드는 것으로 생각되어진다. 비교 결과 Brånemark과 Silhouette External Hex 임플란트에서 가장 많은 흡수를 보였는데 이것은 external hex에 의해 지속적으로 교합 과부하가 일어나기 때문으로 생각된다.

기대되는 골 위치를 기준으로 한 Reference point에서 골흡수량 비교에서는 ITI standard에서 가장 적은 골 흡수량을 보였는데 이는 역시 생물학적 폭경을 고려한 design 때문이라 생각되어진다. 그 다음으로 Silhouette IC Laser-LokTM이 적은 골흡수량을 보였는데 이는 미세나사산과 거친 표면의 영향 때문으로 생각된다. 앞서 설명한 세균 밀폐, 생물학적 폭경과 external connection type의 교합 과부하에 의해 Brånemark과 Silhouette External Hex 임플란트에서 가장 많은 골흡수를 나타낸 것으로 보여진다.

마지막으로 골흡수 양상을 보기 위해 흡수 각도를 측정하였다. 5종류의 임플란트에 대해 보철물 장착 시부터 12개월 후 검사 시 흡수각도를 측정 하였는데 장축 기준 30° 미만일 경우 1군, 30°이상 60° 미만일 경우 2군, 60° 이상일 경우 3군으로 정의하였다. 1군의 경우 썰기 형태의 흡수 형태로 관찰되고 2군의 경우 saucerization이 일어난 경우 볼 수 있으며 3군의 경우 거의 골흡수가 일어나지 않거나 수평적으로 골흡수가 일어났을 경우 관찰 할 수 있다. 측정 결과 1군은 Brånemark system에서 3 case 관찰되었고 나머지 system에서는 관찰되지 않았다. 2군의 경우 Brånemark system에서 65%, Silhouette External Hex에서 77% 관찰되었다. 나머지 system에서는 모두 70%이상 3군이 관찰되었다. Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에서 2군이 가장 많이 관찰된 것은 앞서와 마찬가지로 external hex에 의한 지속적인 과부하와 생물학적 폭경의 영향으로 saucerization이 발생하여 분화구 형태의 골흡수 양상이 나타났기 때문으로 생각되어진다.

본 연구의 결과를 종합해 보면 임플란트 주위 변연골의 흡수는 external connection type일 경우 그리고 생물학적 폭경을 침범한 경우 많이 일어난다고 생각할 수 있다. 하지만 임플란트 collar 부위에 거친 표면을 가진 microgroove를 형성할 경우 생물학적 폭경을 부여하지 않더라도 변연의 흡수를 줄일 수 있었다. 특히 심미적인 요구도가 높은 전치부의 경우 금속의 노출이 문제가 되어 생물학적 폭경을 부여할 수 없을 때 microgroove가 형성된 임플란트를 사용할 경우 주위 변연골의 흡수를 방지함으로써 기능 및 심미적으로 성공적인 임플란트 치료를 할 수 있으리라 생각된다.

임플란트 주변골에 영향을 미치는 여러 가지 요인들이 있지만 이번 연구에서는 임플란트 collar 부위의 형태와 표면 거칠기가 골흡수에 미치는 영향에 대하여 관찰하였다. 개체수가 적고 나이나 성별, 혹은 결과에 영향을 미칠 가능성이 있는 여러 요인을 control 하여 측정된 것이 아니라는 한계점 있었다. 더 많은 개체수로 다른 요인들은 어느 정도 control 한 상태에서 연구를 할 경우 더욱 의미 있는 연구가 되리라 생각되어진다.

V. 결론

Collar 디자인이 다른 6가지 임플란트를 사용하여 collar 부위의 형태와 표면 거칠기가 임플란트 주위 변연골 흡수에 미치는 영향을 방사선사진학적으로 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. External connection type인 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트는 Internal connection type 임플란트에 비해 높은 변연골 흡수량을 보였다.
2. Silhouette IC와 ITI esthetic plus는 Brånemark system과 Silhouette External Hex 임플란트에 비해 낮은 골흡수를 보였지만 ITI standard와 Silhouette IC Laser-LokTM에 비해서는 높은 골흡수를 보였다.
3. Brånemark system의 65%와 Silhouette External Hex 임플란트의 77%에서 분화구 형태의 골흡수 양상을 보였다.

이상의 결과를 볼 때 고정체와 지대주의 연결 방식이 external connection type인 경우 그리고 임플란트 디자인에 생물학적 폭경을 부여하지 않은 경우에 더 많은 임플란트 주위 변연골의 흡수가 있었음을 보여주고 있다. 그러나 microgroove가 부여된 임플란트에서는 collar의 거칠기와 microtexturing 등의 특징에 의해 생물학적 폭경이 부족하여도 임플란트 주위 변연골의 흡수가 적게 일어난 것이 관찰되었다. 전치부에서와 같이 금속 노출의 문제로 인해 생물학적 폭경을 부여하기가 제한적일 경우 거친 표면과 함께 microgroove를 부여한 collar 디자인을 가진 임플란트를 이용하면 임플란트 주위 변연골의 흡수를 예방할 수 있으리라 생각된다.

참고문헌

한상운, 박하옥, 양홍서. (2004) 임플란트 고정체의 형태와 연결방식에 따른 임플란트 및 지지조직의 응력분포. 대한치과보철학회지 제42권 제2호:226-237.

안종관, 계기성, 정재현. (2004) 임플란트와 지대주간 내측 연결을 갖는 임플란트 보철의 유한요소 응력분석. 대한치과보철학회지 제42권 제4호:356-372.

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

김지환, 정문규, 문홍석, 한동후. (2008) Collar design이 임플란트 주위 변연골 흡수에 미치는 영향. 대한치과보철학회지 제46권 제1호:53-64.

Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson A.R. The long term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. Quintessence 1986;1:11-25.

Piattelli A, Scarano A, Piattelli M. Microscopical aspects of failure in osseointegrated dental implants: a report of five cases. Biomaterials 1996;17:1235-1242.

Eriksson RA, Albrektsson T. The effect of heat on bone regeneration. J Oral Maxillofac Implant 1996;11:35-37.

Isidor F. Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys. *Clin Oral Implant Res* 1996;7:143-152.

Isidor F. Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation. *Clin Oral Implant Res* 1997;8:1-9.

Misch CE. Dental evaluation: Factors of stress. In: Misch CE, ed. *Contemporary Implant Dentistry*, 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1999:122-123.

Lindhe J, Berglundh T, Ericsson I, Liljenberg B, Marinello C. Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implant Res* 1992;3:9-16.

Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the peri-implant mucosa. Biological width revisited. *J of Clin periodontol* 1996;23:971-983.

Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, et al. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-1130.

Wallace SS. Significance of the biologic width with respect to root form implants. *Dent Implantol Update* 1994;5:25-29.

Weber HP, Buser D, Fiorellini JP, Williams RC. Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to nonsubmerged titanium implants. *Clin Oral Implant Res* 1992;3:181-188.

Misch CE, Bidez MW. A scientific rationale for dental implant design. In: Misch CE, ed. Contemporary Implant Dentistry, 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1999:329-343

Keller J.C. Schneider G.B. Stanford C.M. Kellogg B. Effect of implant microtopography on osteoblast cell attachment. *Implant Dent* 2003;12:175-181.

Khakbaznejad A. Cheroudi B. Brunette DM. Effects of titanium-coated micromachined grooved substrate on orienting layers of osteoblast-like cells and collagen fibers in culture. *J Biomed Mater Res* 2004;70:206-218.

Kim H. Murakami H. Cheroudi B. Effects of surface topography on the connective tissue attachment to subcutaneous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:354-365.

Steinebrunner L, Wolfart S, Bössmann K, Kern M. In vitro evaluation of bacterial leakage along the implant-abutment interface of different implant systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;20(6):875-81.

Zechner W, Trinkl N, Watzak G, Busenlechner D, Tepper G, Haas R, Watzek G. Radiologic follow-up of peri-implant bone loss around machine-surfaced and rough-surfaced interforaminal implants in the mandible functionally loaded for 3 to 7 years. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19(2):216-21.

Abrahamsson I. Tord berglundh Tissue characteristics at microthreaded implants: An Experimental study in dogs. *Clin Imp Den Rrelated Res* 2006; 8:3:107-113.

Adell R. Lekholm U. Rockler B. Brånemark P.I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.

Cochran D.L. Hermann J.S. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implant-to-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J of periodontol* 1997;68:186-198.

Maeda Y, Satoh T, Sogo M. In vitro differences of stress concentrations for internal and external hex implant-abutment connections: a short communication. *J Oral Rehabil.* 2006;33(1):75-8.

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

Hansson H.A. Albrektsson T. Brånemark P.I. Structural aspects of the interface between tissue and titanium implants. *J Prosthet Dent* 1983;50:108-113.

Hermann J.S. Cochran D.L. Nummikoski P.V. Crestal bone changes around titanium implants, A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J of periodontol* 1997 ;68:1117-1130.

Hermann J.S. Buser D. Schnek R. Crestal bone changes around titanium implants, Crestal bone change around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J of periodontol* 2000;71:1412-1424.

Hermann J.S. Buser D. Schnek R. Higginbottom F.L. Cochran D.L. Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. Clin Oral Impl Res 2000;11:1-11

Norton M.R. Marginal bone levels at single tooth implants with a conical fixture design. The influence of surface macro- and microstructure. Clin Oral Implants Res 1998; 9:91-99.

Oh T.J. Yoon J. Misch C.E. Wang H.L. The causes of early implant bone loss: myth or science? J of Periodontol. 2002 Mar;73(3):322-33.

Palmer R.M. Palmer P.J. Smith B.J. A 5-year prospective study of Astra single tooth implants. Clin Oral Implants Res 2000; 11:179-182.

Abstract

The influence of collar design and surface roughness on peri-implant marginal bone loss

Young Ju Kim
Department of Dentistry
Graduate School, Yonsei University.

(Directed by Professor Dong-Hoo Han, DDS, MSD, ph.D.)

Peri-implant marginal bone loss is an important factor that affects the success of implants in esthetics and function. The purpose of this study was to examine the influence of collar design and surface roughness on peri-implant marginal bone loss.

Radiographical marginal bone loss were examined in patients treated with implant-supported fixed partial dentures. Changes in marginal bone levels were examined with 6 kinds of total 175 implant fixtures installed in 102 patients at three periods(at the time of implantation, prosthetic treatment, 6-month after loading and 12-month after loading). Resorption angles at 12-month after loading were examined too. The differences of marginal bone loss between implants(Brånemark, Silhouette External Hex) with external connection type and implants(Silhouette IC, Silhouette IC Laser-LokTM, ITI standard, ITI esthetic plus) with internal connection type have been compared. Also, the differences of bone loss between implants(ITI standard) with enough biologic

width and implants(Brånemark, Silhouette External Hex, Silhouette IC, Silhouette IC Laser-LokTM, ITI esthetic plus) with insufficient biologic width have been compared. Effect of microthread on peri-implant marginal bone loss were also examined.

Within the limitation of this study, the following results were drawn.

1. The marginal bone loss of external connection type implant(Brånemark system and Silhouette External Hex) was more than that of internal connection type implants.
2. The marginal bone loss of Silhouette IC and ITI esthetic plus was less than that of Brånemark system and Silhouette External Hex implant but more than that of ITI standard and Silhouette IC Laser-LokTM implant.
3. 65% of Brånemark system and 77% of Silhouette External Hex show saucerization

The implant design with external connection type and insufficient biologic width shows more marginal bone loss. However, it was observed that microgroove and rough surface are helpful in the preservation of marginal bone.

Key words: dental implant, microthread, biologic width, marginal bone loss, crestal module