

하악 구치부에 식립된 Brånemark 임플란트와 ITI 임플란트에서 임플란트간 치조정간극의 높이변화에 대한 방사선학적 비교

연세대학교 치과대학 치과보철학교실

이상화 · 차인호 · 심준성 · 한동후

I. 서 론

치과분야에서 결손된 치아를 대신하기 위해 수많은 임플란트가 개발되어 왔으며 20세기에 접어들어 1911년 Greenfield가 two stage 수술방법을 이용한 치근형 임플란트를 소개하였고, 1936년 Strock 등이 나사형 임플란트를 사용하였다. 1960년대에는 Linkow 등에 의해 blade 임플란트가 사용되기 시작하였는데, 이는 골조직과 넓게 접촉하면서 초기 고정을 얻고 이전 형태에 비해 비교적 장기간 구강 내에서 기능하였다고 하였다. 그러나 이러한 치과용 임플란트에 관한 연구나 보고는 주로 임상적 시도로 볼 수 있으며 1951년 이후 Brånemark이 티타늄의 우수한 생체친화성에 관한 연구결과를 바탕으로 개발한 Brånemark 임플란트가 1965년 처음 환자에게 시술되었다. 1969년 Brånemark 등이 임상결과를 발표하였고, 그 후 1977년 Brånemark 등이 치근형 골유착성 임플란트의 10년간의 임상결과를 보고하였다. 이와 같은 과학적인 접근방법을 통해 Brånemark 임플란트는 무치악 환자의 보철 수복에 한 방법으로 처음 도입이 되었으며 그 이후로 여러 연구자들에 의해 장기간의 임상적용에서 높은 성공률이 증명되었고 two stage surgery를 통한 submerged type 골유착형 임플란트의 기본이 되었다. Brånemark 임플

란트에서 시작된 치과용 임플란트 시스템은 다양한 종류의 제품들이 개발이 되었고 그 설계나 수술방식 등에 차이를 보이며 발전하게 되었다. Brånemark 임플란트와 그 설계나 수술방식 등에서 큰 차이를 가지는 ITI 임플란트는 1974년 Schroeder에 의해 제안되어 치은관통형의 non-submerged type 골유착형 임플란트를 대표하게 되었다. 두 임플란트 시스템 모두 임상적으로 높은 성공률을 보이고 있는데, Brånemark 임플란트의 경우 Zarb 등에 의하면 상악 구치부에서 97.6%, 하악 구치부에서 92.2%의 성공률을 보이고 ITI 임플란트의 경우 Buser 등에 의하면 상하악에서 모두 93.3%의 성공률을 보이고 있다. Schwartz는 구치부에서 ITI 임플란트의 경우 98%, Brånemark 임플란트는 93.1%의 성공률을 보고하였다.

그러나 ITI 임플란트, Brånemark 임플란트 모두 보철물을 장착 후 1년 이내에 상당량의 조기 변연골 소실을 일으키는데 이의 요인으로 surgical trauma, occlusal overload, peri-implantitis, microgap, biologic width, implant crest module 등이 제시되어 왔다. Brånemark 임플란트와 같은 submerged type 임플란트의 경우 보철물 장착후 1년간 0.9 ~ 1.6 mm의 변연골 흡수를 보인다는 결과부터 0.05 ~ 0.13 mm의 변연골 흡수만을 나타낸다는 연구결

* 이 논문은 2002학년도 연세대학교 치과대학 교내연구비 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

과가 있다. Adell은 초기 고정부부터 보철물 기능 후 1년간 평균적으로 첫 번째 나사산에서 1.2 mm의 변연골 소실을 보인다고 하였다.

이에 비해 ITI 임플란트는 기능 후 1년간 0.6 ~ 1.1 mm의 상대적으로 낮은 초기 변연골 흡수를 보이는 것으로 보고되고 있다.¹⁻³⁾ 이와 같은 두 임플란트 시스템간의 골흡수 양상 차이의 원인으로 고려되는 사항은 단일 임플란트의 경우 임플란트 고정체 설계의 차이, 식립방법의 차이, 표면처리 여부, microgap의 위치, microgap의 간격, micromovement 여부, loading 여부, 식립 깊이 등이 원인이 될 수 있고 추가적인 원인요소로 2개 이상의 임플란트를 식립한 경우에 있어서는 임플란트간 수평거리, 임플란트간 수직거리, 임플란트간 각도 등 공간적인 위치 관계도 원인요소가 될 수 있다.⁴⁻⁷⁾ Hermann⁸⁻¹⁰⁾은 개를 대상으로 임플란트 고정체 주위 변연골 흡수에 대해 조직학적, 방사선학적인 분석을 하였는데, 1-piece 임플란트의 경우 변연골의 흡수정도는 rough/smooth surface의 경계에 의해 결정이 되며 2-piece 임플란트의 경우 microgap의 위치에 따라 변연골의 흡수정도가 결정된다고 하였다. 변연골의 변화에 submerged type인지 non-submerged type 인지 여부는 영향을 주지 않는다고 하였다. 또한 2-piece 임플란트의 경우 microgap의 크기는 변연골의 흡수에 영향을 주지 않으나 10 μ m 이하의 microgap 이라도 고정체와 지대주간의 움직임이 있을 수 있기에 이 움직임에 의해 변연골의 흡수가 일어난다고 하였다. 고정체와 지대주간의 움직임은 초기 골흡수의 진행 정도에 영향을 주어 고정체와 지대주간에 움직임이 있는 경우 초기 3개월까지의 골흡수가 빨리 진행되는 것을 관찰하였다.

Tarnow¹¹⁾ 등은 임플란트 고정체간 거리에 따른 임플란트간 치조정간골의 흡수양상이나 흡수형태에 관해 submerge type machined surface 임플란트를 이용한 연구에서 임플란트간 간 거리가 3mm 이내인 경우 임플란트간 치조정간골의 흡수가 커진다고 하였다.

Brånemark 임플란트와 ITI 임플란트의 차이점에 대해 살펴보면 Brånemark 임플란트의 경우 submerged type으로 두단계의 외과적 수술이 필요하며 ITI 임플란트의 경우 non-submerged type으로 식립 시 치은을 관통시켜 노출시키는 구조로 고정체와 상

부구조간 연결부가 치은외부에 존재하며, 이로 인해 추가적인 이차수술이 필요 없다. 표면처리의 차이점은 Brånemark 임플란트는 기본적으로 machined surface 로 최근에 Ti-unite라는 rough surface 제품이 추가되었고 ITI 임플란트는 TPS(Titanium plasma spray coating, 1974)와 SLA(sandblasted with large grit aluminium oxide & acid etched, 1990)의 rough surface 처리가 되어 있다. 또한 Brånemark 임플란트는 최소 3개월 이상의 치유기간이 필요하나 SLA 처리된 ITI 임플란트의 경우 치유기간을 반으로 줄일 수 있다고 주장하고 있다.

고정체의 형태도 Brånemark 임플란트는 나사산의 깊이가 0.52 mm, 경사도는 60°, 나사산의 간격은 0.6 mm 이나 ITI 임플란트는 나사산의 깊이가 0.35 mm 경사도는 15°, 나사산의 간격은 1.25 mm이다. 이외에 ITI 임플란트는 고정체 상부 2.8 mm에 machined surface를 형성하여 임플란트 주위에 생물학적 폭경을 유지시켜 임플란트 주위의 변연골 흡수를 방지하고자 하는 구조를 가지고 있다.

이상과 같이 동일한 무치악 부위에 유사한 설계의 임플란트 보철물을 장착한 경우에 임상적인 성공률은 모두 우수하게 나타나고 있으나 임플란트 시스템에 따라 임플란트 시스템간에 성공률이나 장기적인 예후에 영향을 줄 수 있는 변연골 흡수양상의 차이가 있을 것으로 예상된다. 따라서 임플란트 시스템의 차이에 의해 골유착 임플란트의 임상적인 성공과 예후 판단의 객관적 지표가 될 수 있는 임플란트 고정체와 고정체간의 골소실 여부에 대한 비교가 필요하다고 본다.

본 연구의 목적은 현재 임상에서 많이 상용되고 있는 임플란트 중 그 설계나 식립방법, 보철수복 방법 등이 상이한 Brånemark 임플란트와 ITI 임플란트를 하악 이공 후방의 구치부에 2개 이상 식립하여 임플란트 지지 고정성 보철물을 제작한 환자에서 각각의 임플란트와 임플란트간 거리에 따른 치조골의 높이와 각도를 측정 한 후 두 임플란트 시스템간의 차이로 인해 임플란트 성공의 객관적 지표중에 하나인 치조골 높이나 형태의 변화 양상에 유의차가 있는지와 임플란트 고정체간의 거리에 따라 차이가 생기는지 분석하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

연세대학교 치과대학병원 임플란트 클리닉에서 1992년부터 2001년까지 하악 구치부에 2~3개 이하의 임플란트 식립을 받은 후 2003년 10월까지 기간 중에 임플란트 최종 보철물 장착 이후 3년이상 정기적인 술후 검사가 이루어진 환자를 대상으로 하였으며 이 기간중에 임플란트 고정체나 상부 보철물의 실패가 없는 환자를 선택하여 조사대상으로 정하였다. 총 62명의 대상자 중 ITI 임플란트는 30명 (남자 12명, 여자 18명), Brånemark 임플란트는 32명 (남자 14명, 여자 18명)이었으며 식립 당시 환자의 평균 나이는 50.3세였으며 총 145개(ITI 임플란트 68개, Brånemark 임플란트 77개)의 임플란트가 63부위(ITI 임플란트 31부위, Brånemark 임플란트 32부위)에 식립되었다. 구치부 한 부위에 3개의 임플란트를 식립한 경우가 ITI 임플란트 식립 환자중에 6명, Brånemark 임플란트 식립 환자중에는 11명으로 2개의 임플란트 고정체를 하나의 측정단위로 설정하여 ITI 임플란트는 총 37개의 측정단위, Brånemark 임플란트 총 43개의 측정단위가 설정되었다.

2. 연구방법

가. 임플란트 식립 및 보철물 제작

모든 환자에게 각 임플란트 제조회사가 추천하는 방법에 따라 하악 구치부에 2개 내지 3개의 임플란트 고정체를 식립 하였으며 Brånemark 임플란트는 3~6 개월 후 2차수술을 시행하였고 연조직이 치유된 후 최종 보철물을 제작하였다. ITI 임플란트는 nonsubmerge 방법에 따라 시술한 후 통법에 따라 최종 보철물을 제작하였다. 보철물은 교합면 형성시 자연치 협설폭의 2/3 크기로 하고 교두각도는 감소시켰으며, 중심교합에서만 교합접촉이 일어나도록 교합을 형성하였다.

나. 치근단 방사선 촬영방법 및 촬영시기

대상환자에 대해 1차수술시, 2차수술시 (ITI 임플란트는 제외), 보철물 장착시, 장착 후 6개월, 장착 후 12개월, 그 이후는 12개월이 되는 시점에 각각

XCP 기구를 사용, 표준화된 방사선 촬영을 시행하였다.

다. 방사선 사진 scanning과 그래픽 처리

방사선 사진을 Scanner (Scanmaker4, Microtek, USA)로 scan하여 컴퓨터에 저장하였다. 각 사진의 명암에 차이가 있어 이를 Adobe Photoshop 7.0.1 (Adobe Systems Incorporated, California, USA) 상에서 반전효과와, gradient map 설정을 변경하는 이미지처리를 통해 임플란트 고정체와 주위 변연골의 관계의 변화를 명확하게 구분할 수 있게 변환처리 하였고, 측정시에는 측정이 용이하도록 사진을 200% 확대하였다(Fig. 1~3).¹²⁾

라. 임플란트 주위 치조골 변화 측정

임플란트간 수평, 수직거리, 고정체주위 변연골의 수직흡수량, 고정체간 중앙부 치조경간골의 흡수량, 임플란트 고정체와 변연골이 이루는 각도를 임플란트 고정체에 설정한 기준면을 기준으로 측정하였다. Adobe Photoshop 7.0.1 프로그램상의 measuring tool 기능을 이용하여 거리와 각도를 측정하였다. 각 측정값은 2회씩 반복 측정하여 평균값을 구하였다 (Fig. 4, 5).

마. 방사선 사진의 확대율 보정

Brånemark 임플란트 고정체와 ITI 임플란트 고정체상의 나사산 간의 거리를 기준거리로 정하였는데 이는 각각 0.6mm와 1.25 mm이다. 계산의 편의와 방사선 사진상에서의 계측의 오차를 줄이기 위해 Brånemark 임플란트에서는 6번째 나사산 간의 거리 (3mm)를 기준거리로 하였고 ITI 임플란트에서는 5번째 나사산 간의 거리(5mm)를 기준거리로 정하였다. 방사선 사진상 골의 변화량을 측정하고 비례식을 이용한 다음과 같은 공식으로 확대율이 보정된 골변화량(X)을 얻었다.

$$X=AL/C$$

X: 확대율 보정된 실제 골흡수량 (mm)

A: 사진상에서 측정된 골흡수량 (mm)

L: 기준거리 (ITI - 5mm, Brånemark - 3mm)

C: 사진상에서 측정된 기준거리 (mm)

(ITI - 5개 나사산간 거리, Brånemark - 6개 나사산간 거리)

* Image converting procedure for bone loss measurement (example)

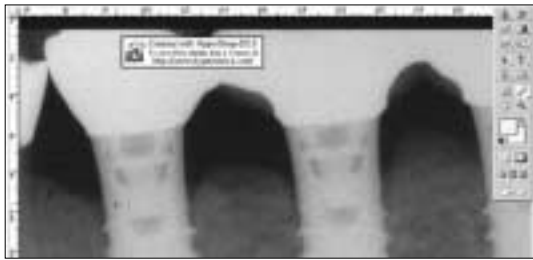


Fig. 1. Original image.

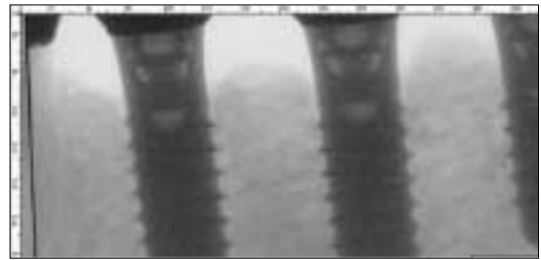


Fig. 2. Reversed image.

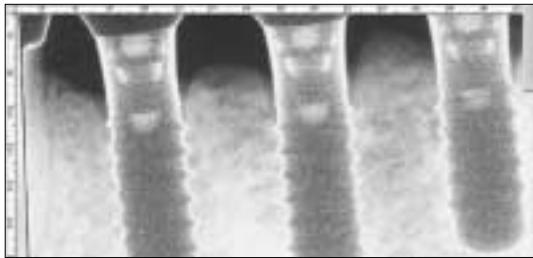


Fig. 3. Modification of gradation level.

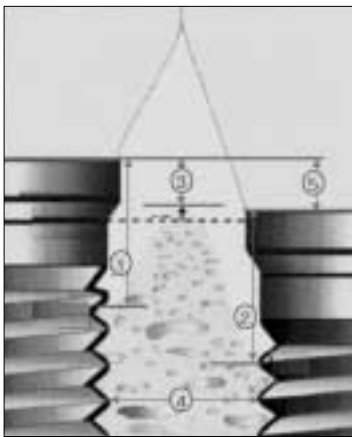
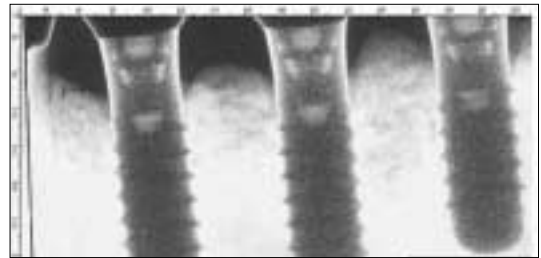


Fig. 4. Measurement of bone loss.

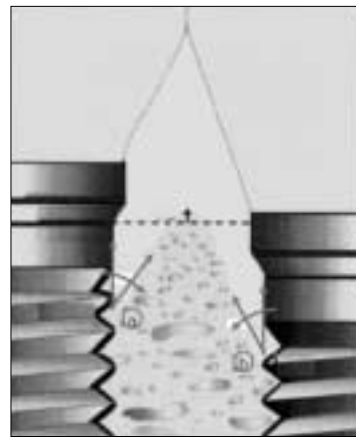


Fig. 5. Measurement of angle between fixture and alveolar bone.

- ① Vertical bone level on distal side of mesial fixture
- ② Vertical bone level on mesial side of distal fixture
- ③ Inter-implant crestal bone level
- ④ Horizontal distance of two fixture
- ⑤ Vertical distance of two fixture
- ⓐ Angle between fixture and alveolar bone (mesial side)
- ⓑ Angle between fixture and alveolar bone (distal side)

바. 통계처리

통계 프로그램인 SPSS 11.0.1 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 Brånemark 임플란트와 ITI 임플란트에서의 골흡수량에 대해 평균과 표준편차를 계산하였으며 independent sample t-test를 이용하여 두 임플란트의 평균을 비교하였다. 유의수준 5%에서 검정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. Fixture 주위 변연골 높이의 수직적인 변화

고정체 주위 변연골의 수직적인 변화는 1년, 2년, 3년 경과한 시점에서 모두 ITI 임플란트가 낮은 골소실양을 보였고 연간 골흡수량은 매년 감소하였다 (Fig. 6, 7). 연간 수직적인 골흡수량을 independent sample t-test 로 처리한 결과 1년, 2년 경과 시점에서의 골흡수량은 통계학적으로 유의차를 보였으나 보철물 장착후 2년후부터 3년후까지 1년 동안 발생한 골흡수량에는 통계학적으로 유의차를 보이지 않았다(p<0.05).

Table I. Vertical bone level changes on distal surface of anteriorly positioned fixture (mm)

	1year	2year	3year
ITI	-0.285	-0.439	-0.604
Brånemark	-0.446	-0.701	-0.829

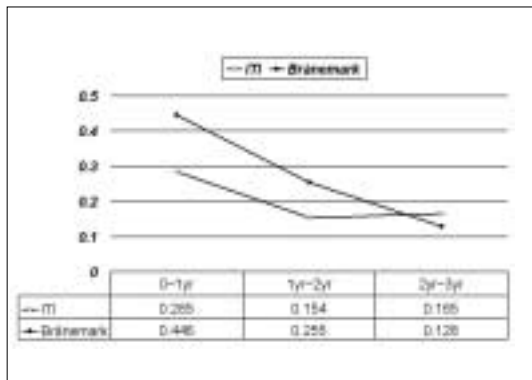


Fig. 6. Annual changes of vertical bone level - distal surface of anteriorly positioned fixture (mm).

2. 고정체간 치조정간골의 수직적인 변화량

가. ITI 임플란트와 Brånemark 임플란트의 비교
고정체 사이 중간 지점의 치조간골의 높이 변화를 비교한 결과 ITI 임플란트가 더 낮은 흡수량을 나타내었고 연간 골흡수량은 매년 감소하였다(Fig. 8). 두 임플란트 시스템을 비교하기 위해 연간 골흡수량을 independent sample t-test 로 처리한 결과 1년, 2년 경과 시점에서의 연간 골흡수량은 통계학적으로 유의차를 보였으나 보철물 장착후 2년후부터 3년후까지 1년간 일어나는 골흡수량에는 통계학적으로 유의차를 보이지 않았다(p<0.05).

나. 고정체간 수평거리 차이(4mm)에 따른 비교

ITI 임플란트를 식립한 경우에서 고정체간 수평거리 4mm 미만인 집단과 4mm 이상인 집단으로 나누어 두 임플란트 고정체간 중간 지점의 치조간골의 높이 변화를 비교한 결과 고정체간 수평거리 4mm 미만인 경우에서 더 큰 골흡수량을 보였다(Fig. 10). 그러나 연간 변화량을 비교한 경우 보철물 장착후 1년간의 변화는 통계학적으로 유의차를 보였으나 2년

Table II. Vertical bone level changes on mesial surface of posteriorly positioned fixture (mm)

	1year	2year	3year
ITI	-0.29	-0.404	-0.53
Brånemark	-0.481	-0.751	-0.927

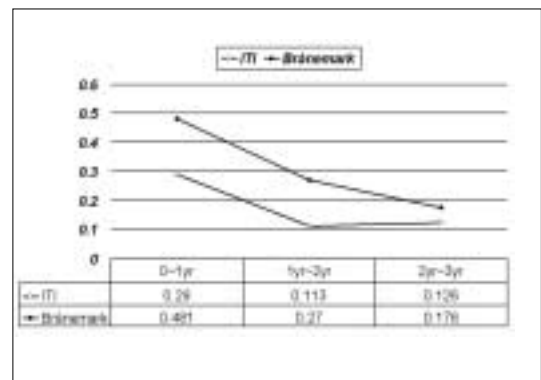


Fig. 7. Annual changes of vertical bone level - mesial surface of posteriorly positioned fixture (mm).

Table III. Inter-implant crestal bone level (mm)

	1year	2year	3year
ITI	-0.172	-0.25	-0.318
Brånemark	-0.365	-0.532	-0.655

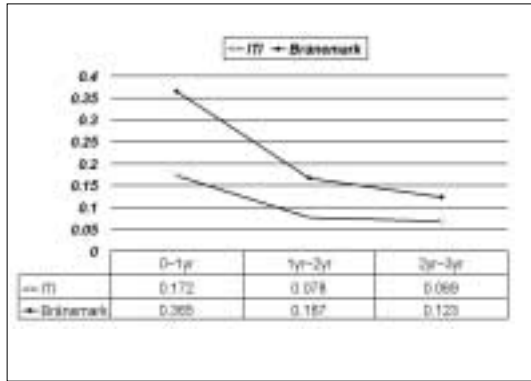


Fig. 8. Annual changes of inter-implant crestal bone level (mm).

경과후 까지, 3년 경과후까지 매 1년간의 변화량은 두 집단간에 유의차를 보이지 않았다($p < 0.05$).

Brånemark 임플란트를 식립한 경우에서도 고정체간 수평거리 4mm 미만인 집단과 4mm 이상인 집단으로 나누어 두 임플란트 고정체간 중간 지점의 치조간골의 높이 변화를 비교한 결과 고정체간 수평거리 4mm 미만인 경우에서 더 큰 골흡수량을 보였다(Fig. 11). 연간 변화량을 비교시는 보철물 장착후 1년, 2년까지의 변화는 통계학적으로 유의차를 보였으나 2년 경과후부터, 3년 경과후까지 1년간의 변화량은 두 집단간에 유의차를 보이지 않았다($p < 0.05$).

ITI 임플란트와 Brånemark 임플란트의 비교에서는 고정체간 거리가 4mm 이내인 경우와 4mm 이상인 경우에서 모두 2년 경과후까지의 연간 변화량은 통계학적으로 유의차를 보였으나 3년 경과후까지의 연간 변화량은 두 임플란트 시스템간에 유의차를 보이지 않았다($p < 0.05$).

(고정체간 수직거리 차이에 따른 비교에서는 본 연구대상들의 경우 수직거리의 차이가 평균 1.05

Table IV. Comparison of vertical bone defect between different inter-implant distances - ITI (mm)

	ITI	1year	2year	3year
수평거리 4mm이내	-0.239	-0.354	-0.426	
수평거리 4mm이상	-0.136	-0.193	-0.26	

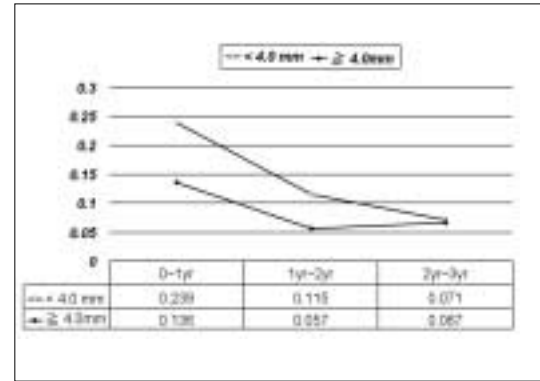


Fig. 9. Annual changes of inter-implant crestal bone level - ITI(mm).

mm 이며 표준편차는 0.9 mm로 수직거리차이에 따른 골흡수량의 변화는 비교 대상에서 제외하였다.)

3. 고정체 주위 치조골 파괴 양상의 각도 비교

임플란트 고정체와 뼈의 형태로 흡수가 진행된 변연골이 이루는 각도의 변화를 비교한 결과 근심쪽, 원심쪽 모두 ITI 임플란트가 더 작은 각도의 변화를 나타내었고 independent sample t-test 로 처리한 결과 1년 경과 시점에서의 각도변화량은 통계학적으로 유의차를 보였으나 2년 경과후, 3년 경과후 시점에서는 유의차를 보이지 않았다($p < 0.05$).

연간 각도 변화량은 평균값이 ITI 임플란트의 경우 2~3.4° 감소 하였으나 표준편차가 7~8°로 나타나 통계학적으로 유의차가 없었으며 Brånemark 임플란트의 경우도 연간 변화량은 9~15° 감소 하였으며, 표준편차는 9~12°로 통계학적으로 유의차가 없었다.

Table V. Comparison of vertical bone defect between different inter-implant distance - Brånemark (mm)

Brånemark	1year	2year	3year
수평거리 4mm 이내	-0.568	-0.805	-0.971
수평거리 4mm 이상	-0.237	-0.359	-0.455

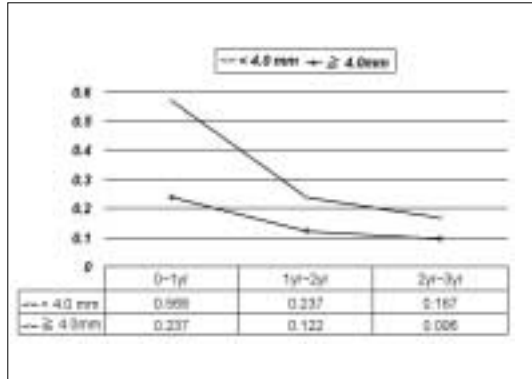


Fig. 10. Annual changes of inter-implant crestal bone level - Brånemark (mm).

Table VII. Acute angle between the fixture and alveolar bone at defective peri-implant alveolar bone-mesial side of posteriorly positioned fixture (degree)

	0~1year	0~3year
ITI	-2.15	-1.85
Brånemark	-13.9	-8.99

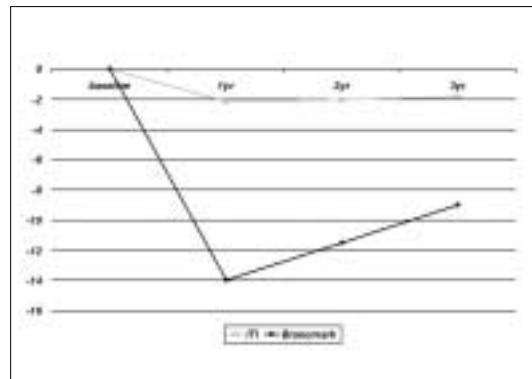


Fig. 12. Annual changes of acute angle between fixture and alveolar bone at defective peri-implant alveolar bone - mesial surface of posteriorly positioned fixture (degree).

Table VI. Acute angle between the fixture and alveolar bone at defective peri-implant alveolar bone-distal side of anteriorly positioned fixture (degree)

	0~1year	0~3year
ITI	-3.43	-2.11
Brånemark	-15.4	-9.17

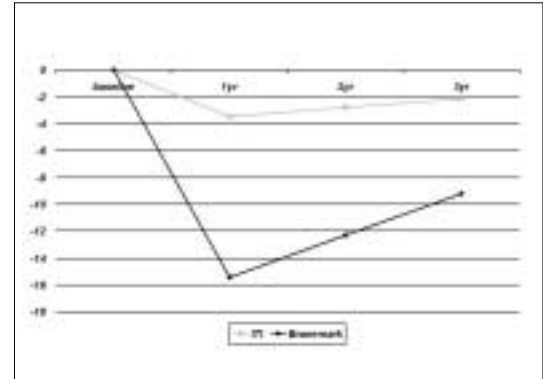


Fig. 11. Annual changes of acute angle between fixture and alveolar bone at defective peri-implant alveolar bone - distal surface of anteriorly positioned fixture (degree).

IV. 총괄 및 고찰

본 연구 결과를 보면 전반적으로 Brånemark 임플란트가 ITI 임플란트에 비해 보철물 장착후 기능시부터 1년내지 2년까지 나타나는 조기 변연골의 흡수 정도가 큰 것으로 나타났다. 고정체 변연의 수직적인 흡수도 ITI 임플란트에 비해 상대적으로 컸으며 임플란트간 치조정골의 높이도 더 큰 변화량을 보였다. 이것을 임플란트 고정체 사이 공간의 거리와 연관시켜 보면 수평거리가 가까워질수록 고정체 주위 변연골 흡수량과 고정체간 치조정골의 흡수량이 증가하는 것으로 나타났다. 이 점에 대해 Tarnow¹¹⁾는 임플란트간 거리가 3mm 이내인 경우와 3mm 이상인 두 집단간의 비교 연구에서 임플란트간 거리가 3mm 이내인 경우에는 3mm 이상인 경우에 비해 2배 이상의 치조정골의 흡수가 나타난다고 보고하였으며 자연치아에서 거리가 3.1 mm 이내인 경우에는 양쪽 치아의 치근면을 따라 각각의 뼈기 형태의 골흡수 양상이 나타나지 않고 수평적인 치조정골의

형태를 나타낸다는 결과³⁾를 인용하여, 자연치아에서와 유사하게 임프란트 간에도 이와 같이 최소 3mm의 거리가 유지되지 않는 경우에 고정체를 따라 일어나는 수직적인 골흡수가 겹쳐져 임프란트간 치조정골의 흡수가 커진다고 하였다. 따라서 인접한 거리의 임프란트 사이에 치간 유두를 재형성하는 것은 더 어렵다고 설명하고 있다. 본 연구에서 구치부는 일반적으로 전치부에 비해 임프란트를 식립할 수 있는 근원심 공간이 여유가 있는 경우가 많아 임프란트간 거리가 대부분 3mm 이상이었고 wide diameter 임프란트의 경우 regular diameter 임프란트에 비해 추천되는 최소 간격이 더 크다는 점을 감안하여 고정체간 수평거리가 4mm 이상인 경우와 4mm 미만인 집단으로 나누어 비교 하였을 때 고정체간 간격이 4mm 미만인 경우 변연골의 흡수와 함께 고정체간 치조정골의 흡수가 더 크게 나타나는 것을 연구 결과에서도 확인할 수 있었다. 그 정도는 Brånemark 임프란트에서 더 큰 것으로 나타났다. 이점은 Brånemark 임프란트의 경우 임프란트간 거리가 3mm 이내인 경우 임프란트간 치조정골의 높이가 1년 이내에 1mm 이상 흡수되어 수평거리가 3mm 이상인 경우보다 2배정도 큰 변연골 흡수량을 보인다고 한 Tarnow의 연구와도 유사하였다. 수직적인 거리차가 큰 경우도 크지는 않으나 치조골 흡수에 영향을 주는 것으로 관찰되었으나 유의차를 나타내지는 않았다.

이와 같이 Brånemark 임프란트에서 더 크게 나타나는 조기 변연골 흡수에 원인으로 볼 수 있는 것은 식립시 임프란트와 치조골과의 높이의 관계, 표면처리여부, 고정체의 형태, 나사산의 형태, 식립시 주변 골질 등이다. 위의 고려 사항중 몇가지 점에서 Brånemark 임프란트와 ITI 임프란트는 차이를 보이는데 일반적으로 Brånemark 임프란트의 경우 식립시 임프란트 고정체의 상단을 치조정 수준과 맞추는 것이 일반적이는데 이때 첫 번째 나사산까지 급격하게 골흡수가 진행되는 양상을 보인다고 알려져 있다. 실제 측정된 방사선 사진에서도 Brånemark 임프란트의 경우 1차 수술후의 사진에서 치조골정과 거의 같은 수준이거나 깊이 식립된 경우가 많았으며 보철물 장착후 1년이 경과한 시점의 방사선 사진에서 뼈기 형태의 골흡수가 명확하게 나타나는 경우가 많았으며 ITI 임프란트의 경우 연마된 표면과 거친 표면의 경

계에서 골흡수의 진행이 거의 없는 것을 관찰할 수 있었다. 이를 고정체 설계 형태에 따른 차이에서 보면 Brånemark 임프란트와 같은 2-piece 임프란트에서 급격하게 나타나는 변연골 흡수에 관해 Oh⁶⁾, Guo¹⁴⁾ 등은 임프란트 고정체가 치조골을 관통하는 부위를 crest module이라고 정의하고 이 부분이 보철물 장착후 기능시 주된 응력을 받는 부위로 submerged type 임프란트의 경우 응력에 적절하게 저항하는 구조로 설계되어 있지 않으며 피질골의 경우 압축력에는 강하나 인장력에는 30% 정도 저항력이 감소되고 전단응력에는 압축력보다 65% 정도 강도가 감소되어 submerged type 임프란트의 경우 첫 번째 나사산까지 급격한 골흡수 나타나고 그 이후는 골흡수 속도가 느려지는데 이는 표면처리 경계부위와 변연골의 위치 관계, crest module의 형태에 따른 응력분포와 상관관계가 있다고 설명하고 있다.

또한 표면처리 차이에 대해 보면 표면 형태는 골과 임프란트 계면에서 세포 활동에 영향을 미쳐 임프란트 유지에 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있는데 Thomas와 Cook¹⁵⁾은 임프란트의 유지에 영향을 끼치는 요인을 12가지로 분류하고 그중 임프란트의 표면의 특성이 골유착에 영향을 미치는 매우 중요한 인자라고 보고하였고 표면이 거친 경우가 평활면보다 골유착에 유리하다고 하였다. Buser 등¹⁶⁾은 표면처리가 다른 다섯 개의 임프란트 표면으로 연구를 하였고 임프란트 표면의 거칠기와 골유착율 사이에는 상관 관계가 있다는 것을 확인하였다. Wennerberg¹⁷⁾ 등은 거친표면 임프란트가 평활표면 임프란트 보다 골과 더 강하게 연결되어 더 높은 골유착율과 제거 회전력을 가진다고 하였다.

임프란트 표면 거칠기에 따라 달라지는 임프란트 골유착율을 비교하는 Buser¹⁸⁾의 연구에서는 표면 처리 방법에 따라 75%~125% 정도로 더 높은 제거회전력을 보인 경우도 보고 하였으며 절삭형 임프란트는 평균 20%, TPS 임프란트 임프란트는 40%, SLA 임프란트의 경우 40%의 골-임프란트 접촉을 보인다고 하였다. 여기에 더해 조직학적인 연구에서 Bower 등은 골아세포류 세포(osteoblast-like cells)의 세포 반응 실험을 서로 다른 표면을 가진 임프란트 상에서 하였는데 그 실험 결과에 의하면 분사처리로 불규칙적인 표면을 갖게 된 임프란트가 절삭형 임프란트 보다 세포 접착이 더 잘되는 것으로 보고

하였다. 이와 같이 임프란트 표면처리 방법은 초기 골유착 과정 뿐만 아니라 골유착의 정도에 있어서도 중요한 요소로 볼 수 있으며 거친 임프란트 표면이 골유착 정도에 더 유리한 환경을 만드는 것을 알 수 있다. 임상적으로도 Brånemark 임프란트에 비해 ITI 임프란트의 경우 식립후 보철물 장착까지 골유착을 위해 필요한 시간을 더 짧게 잡고 있으며 SLA 표면의 ITI 임프란트의 경우 치유기간을 절반으로 단축시킬 수 있다는 연구도 있다.¹⁹⁾

이런 원인요소들을 고려하여 본 연구 결과를 비교해 볼때 본 연구에서도 전반적으로 Brånemark 임프란트가 ITI 임프란트에 비해 더 큰 초기 변연골과 치조정골의 흡수가 나타난다고 볼 수 있었으며 보철물 장착 후 임프란트 고정체에 부하가 가해지면서 그 양상의 차이가 좀더 분명하게 나타나는 것도 확인할 수 있었다. 또한 고정체간 간격이 4mm 이내로 인접한 경우에 있어서는 고정체간의 치조정골의 흡수가 더 크게 나타나며 이는 고정체 주위 수직적인 골흡수와 함께 수평적인 골흡수가 겹쳐지면서 나타나는 현상으로 생각되며 정도의 차이는 있으나 그 양상은 분명히 확인할 수 있었다. 그러나 기능후 1년 내지 2년 경과 후 부터는 그 양상의 차이가 감소하여 두 임프란트 시스템에서 모두 유사한 정도의 연간 골흡수량을 보였다. 이는 결국 고정체간 골의 흡수가 진행되고 연조직 구조가 안정을 유지할 수 있는 상태가 되면 더 이상의 급격한 골흡수는 진행되지 않으며 연간 골흡수량도 안정된 상태를 나타내게 되는 것을 알 수 있었다.

수직적인 고정체 주위 변연골의 흡수 양상을 객관적으로 비교하기 위해 고정체 수직면과 고정체 변연치조골이 이루는 각도를 측정하고 비교하였는데 실제 측정값들이 연간변화량의 평균값에 비해 표준편차가 커서 통계적으로는 유의차를 보이지 않았으며 이것은 고정체 주위의 수직적인 골흡수와 함께 수평적으로도 골흡수가 진행이 되므로 췌기형의 골흡수 형태에서 각도를 측정하여 그 양상을 비교하는 것은 적절치 못한 것으로 사료된다. 그러나 각 환자별 방사선 사진을 분석하였을때 Brånemark 임프란트를 식립한 환자에서 더 많은 수의 분명한 췌기형태의 골흡수 양상이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

방사선학적인 분석에서는 단기간에서 두 임프란트 시스템에 차이가 나타나는데 구치부 임프란트지

보철물에 대한 임상적인 연구에서는 두 임프란트 시스템 모두 장기간에 걸쳐 높은 성공률을 나타내고 있고 통계학적으로 임프란트 시스템간에는 큰 유의차를 보이지 않는 것으로 나타나고 있다. 2003년 Attard 와 Zarb²⁰⁾의 보고는 130명 환자의 174 무치악 구치부에 432개의 Brånemark 임프란트를 식립하여 고정성 보철물을 장착한 결과 임프란트는 91.6%, 보철물은 89%의 생존율을 나타냈다고 보고하고 있다. 단 wide diameter 의 경우 5년 경과후 76.3% 로 낮은 생존율을 보였으며 Ivanoff²¹⁾, Eckert²²⁾도 wide diameter - machined surface 의 경우 낮은 성공률을 보였으며 대부분 early failure를 나타내었고 이 문제에 대해 식립부의 망상골이 부적절한 문제와 연관성이 있어 보인다고 지적하였다. 이에 대해 Buser¹⁸⁾나 Testori 등²³⁾은 rough surface 임프란트 시스템의 경우 wide diameter도 높은 성공률을 나타낸다고 보고하였다. 이런 차이는 Brånemark 임프란트 시스템의 경우 bi-cortical fixation 개념이나 ITI 임프란트의 경우 marrow bone fixation 개념으로 직경이 큰 임프란트를 식립할 경우 골유착 성공에 중요한 요소인 망상골질의 부족이 초래되어 실패율이 증가에 영향을 끼치는 것으로 보이며 골유착에 유리한 표면처리여부가 또 하나의 중요한 영향요소로 작용한다고 설명하고 있다. 결국 ITI 임프란트에 비해 Brånemark 임프란트가 표면처리에 차이에 의해 골유착 조건이 불리한 경우에 있어 임프란트가 실패하지 않아도 변연골의 흡수가 더 크게 나타날 수 있음을 암시하고 있다.

결국 초기의 변연골의 흡수양상에서 두 임프란트 시스템간에 차이는 존재하나 이것이 임상적인 성공과 임프란트 보철물의 생존율에 직접적으로 영향을 주지는 않는 것으로 판단되며 위의 여러 연구나 임상 결과들과 유사하게 본 연구에서도 Brånemark 임프란트가 ITI 임프란트에 비해 전반적으로 더 큰 변연골의 흡수정도와 파괴 양상을 보였으며 이것은 기존의 여러 연구 보고들과 일치하는 점이며 여기에 더해 본 연구 결과에서 확인된 것은 보철물 장착시부터 1년까지의 기간에 변연골의 흡수가 급속하게 진행되는 양상을 보였으나 그 후 2년, 3년 기간경과 시 까지 비교에서는 점차 ITI 임프란트와 유의차가 감소하는 경향을 나타낸다는 것이었다. 식립후 1년 이내에 일어나는 골흡수 양상은 변연골과 이루는 각도 변화에서도 그 양상이 유사하게 확인이 된다. 식

V. 결 론

립후 1년까지 급격하게 임프란트 고정체 나사산을 따라 변연골의 흡수가 진행되어 치조정과 이루는 각도가 크게 감소되었다가 2년 경과 후부터는 안정되어 그 각도가 약간 증가하는 양상을 보이는 경우가 많았다. 그러나 통계학적으로 유의차는 없었으며 2년 정도 경과후 부터는 두 임프란트 시스템간에 차이가 없어지는 양상을 나타냈으며 임프란트 자체나 임프란트지지 보철물의 생존율에도 차이가 없었다.

결국 변연골의 초기 흡수가 전체적인 성공률에 영향을 미친다는 객관적인 증거는 없으며 본 연구 대상이 된 환자들도 현재까지 Brånemark 임프란트나 ITI 임프란트를 식립한 모든 경우에서 임프란트 고정체의 실패는 없었으며 상부 보철물의 문제점도 발견되지 않았다.

본 연구를 정리하면 임프란트 고정체의 설계, 식립 방법, 임프란트 고정체 표면 성상의 차이, 상부 구조물과의 고정체간의 연결방법등의 차이에 의해 Brånemark 임프란트가 ITI 임프란트에 비해 식립후 보철물을 장착하여 기능하는 시점부터 1년내지 2년 경과시까지는 더 큰 변연골과 치조정골의 흡수량을 보이나 그 이후에 임프란트 고정체와 치조골과 치은치주조직 사이의 안정상태가 유지되는 상황이 되면 연간 0.2~0.3 mm 이내의 수직적인 골흡수를 나타낸다고 볼 수 있다. 이는 Albrektsson, Zarb²⁰가 제시한 성공적인 임플란트의 기준 중 보철물 장착 후 1년이 지난 후 부터는 0.2mm 이내의 수직적 골흡수를 나타내야 한다는 기준에도 부합되는 결과라고 할 수 있다. 그러나 실제 이런 양상이 임프란트의 장기적인 성공률에 직접적인 영향을 주는 것은 아니며 초기 식립시 골량이나 골질이 양호하지 않은 조건의 경우를 가정한다면 초기 1~2년간의 골흡수량이 장기적인 임프란트나 보철물의 예후에 더 큰 영향을 줄것으로 사료가 되며 이런 경우에 대해서는 좀더 장기간의 예후 관찰을 통한 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 전치부나 소구치 부위에서 임프란트를 연속적으로 식립하는 경우 자연치간 근원심 폭경의 제한으로 3mm 또는 그 이하의 간격으로 식립하게 되는데 이 경우 임프란트 사이 치조골 흡수의 증가를 초래할 수 있을 것으로 사료되며 이를 방지하기 위해서 임프란트 시스템 선택시 상부구조의 설계를 고려해야 할 것으로 생각되며, 이에 대한 연구가 좀더 진행되어야 할 것이다.

이상과 같은 연구 결과를 바탕으로 ITI 임프란트와 Brånemark 임프란트를 비교해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. ITI와 Brånemark 임프란트 시스템간의 비교시 1년, 2년 경과한 시점에서 고정체간 거리에 관계없이 ITI 임프란트가 고정체 주위 변연골 및 치조정간골의 연간변화량이 작았으나 3년 경과시점에서는 유의차를 보이지 않았다($p>0.05$).
2. 고정체간 거리 4mm 를 기준으로 비교하였을 때 ITI 임프란트는 4mm 이내인 경우 1년 경과 시점에서 변연골 및 치조정간골의 연간 흡수량이 더 컸으나 2년, 3년 경과 시점에서는 유의차를 보이지 않았으며 Brånemark 임프란트는 1년, 2년 경과 시점까지는 4mm 이내인 경우가 변연골 및 치조정간골의 연간흡수량이 컸으나 3년 경과 시점에서의 연간 변화량은 유의차가 없었다 ($p>0.05$).
3. 임프란트 고정체와 변연골이 이루는 각도의 변화를 비교한 결과 근심쪽, 원심쪽 모두 ITI 임프란트가 평균적으로 더 작은 각도의 변화를 나타내었으나 연간 변화량 비교에서는 두 시스템간에 통계학적인 유의차가 없었다($p>0.05$).

이상과 같이 Brånemark 임프란트가 ITI 임프란트에 비해 식립후 보철물을 장착하여 기능하는 시점부터 1년 내지 2년경과 시점까지 더 큰 변연골 및 치조정간골의 연간 흡수량을 나타냈으며 그 이후에는 연간 흡수량에 유의차가 없었으나, 임프란트 식립 및 보철물 장착후 1년 내지 2년 사이에 일어나는 초기의 골흡수량 차이가 예후에 어떤 영향을 주는지에 대한 좀 더 장기간의 연구가 필요하리라고 사료된다.

참고문헌

1. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of nonsubmerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. Clin Oral Impl Res 1990;1:33-40.

2. Weber HP, Buser D, Fiorellini JP, Williams RC. Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to nonsubmerged titanium implants. *Clin Oral Impl Res* 1992;3:181-188.
3. Brägger U, Hafeli U, Huber B, Hämmerle CH, Lang NP. Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implant *Clin Oral Impl Res* 1998;9:218-224.
4. Jung YC, Han JC, Lee KW. Alveolar bone loss & bone density changes during the first year a comparative study on four types of root-form endosseous dental implant systems. *J Korean Acad Prosthodont* 1994;32:455-463.
5. Park KH, Han DH. Radiographic study of marginal bone loss around osseointegrated implants after functional loading. *J Korean Acad Prosthodont* 1998;36:806-811.
6. Oh TJ, Yoon JK, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss : Myth or Science? *J Periodontol* 2002;73:322-333.
7. Lee JH, Shin SW, Kwon SH. Influence of implant diameter on the osseointegration of implants : an experimental study in rabbits. *J Korean Acad Prosthodont* 2003;41:169-176.
8. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. 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.
9. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Higginbottom FL, Cochran DL. Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. *Clin Oral Impl Res* 2000;11:1-11.
10. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic width around one- and two-piece titanium implants. A histometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Clin Oral Impl Res* 2001;23:971-973.
11. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000;71:546-549.
12. Kwon KR. Evaluation of bone quality in alveolar crest obscured by dental implants : A pilot study by densitometric digital analysis in mandibular bone specimen. *J Korean Acad Prosthodont* 1998;36:900-911.
13. Tal H. Relationship between the interproximal distance of roots and the prevalence of intrabony pockets. *J Periodontol* 1984;55:604-607.
14. Guo EX. Mechanical properties of cortical bone and cancellous bone tissue. *Bone Mechanics handbook* 2001;10:1-23.
15. Thomas KA, Cook SD. An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J Biomed Mater Res* 1985;19:875-901.
16. Buser D, Schenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 1991;25:889-902.
17. Wennerberg A, Ektessabi A, Albrektsson T, Johansson C, Andersson B. A 1-year follow-up of implants of differing surface roughness placed in rabbit bone. *Int J Oral Maxillofac Implants*.1997;12:486-494.
18. Buser D, Nydegger T, Hirt HP, Cochran DL, Nolte LP. Removal torque values of titanium implants in the maxilla of miniature pigs. *Int J Oral Maxillofac Impl* 1998;13:611-619.
19. Buser D, on Arx T, Bruggentake C,

- Weingart D. Basic surgical principles with ITI implants. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:59-68.
20. Attard NJ, Zarb GA. Implant prosthodontic management of partially edentulous patients missing posterior teeth: the Toronto experience. *J Prosthet Dent* 2003;89:352-359.
21. Ivanoff CJ, Grondahl K, Sennerby L, Bergstrom C, Lekholm U. Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:173-180.
22. Eckert SE, Meraw SJ, Weaver AL, Lohse CM. Early experience with Wide-Platform Mk II implants. Part I: implant survival. Part II: Evaluation of risk factors involving implant survival.
23. Testori T, Wiseman L, Woolfe S, Porter SS. A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: Four-year interim report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:193-200.
24. Albrektsson T, Zarb GA, Worthington P. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1986;1:11-25.

Reprint request to:

Dong-Hoo Han, D.D.S., Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University
134, Shinchon-dong, Seodaemoon-gu, Seoul 120-752, Korea
donghooan@yumc.yonsei.ac.kr

ABSTRACT

RADIOGRAPHIC EVALUATION OF THE PROXIMAL BONE LEVEL BETWEEN TWO IMPLANTS : A 3-YEAR COMPARATIVE STUDY BETWEEN BRÅNEMARK AND ITI IMPLANTS IN THE MANDIBULAR POSTERIOR REGION

Sang-Hwa Yi, D.D.S., In-Ho Cha, D.D.S.,Ph.D., June-Sung Shim, D.D.S.,Ph.D.
Dong-Hoo Han, D.D.S.,Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

Statement of problem: Brånemark or ITI are two currently most widely used implant systems but with contrasting design, surgical and restoration methods.

Purpose: The purpose of this study was to compare changes and its statistical significance in bone height and shape which may rise due to the differences between two implant systems. Also to analyse the effect of inter-implant distance on annual bone height changes.

Material & Method: Those patients who were treated with two or more of either Brånemark or ITI implants at posterior mandibular area at Yonsei University Dental Hospital, Implant Clinic were selected. At annual examination appointments, standardised radiographs using parallel technique were taken. Marginal bone and inter-implant crestal bone changes were measured and following results were obtained.

Results:

- 1) When ITI and Brånemark system were compared, both annual marginal and inter-implant crestal bone height changes in ITI system in the first two years were smaller than Brånemark and they were statistically significant. On the third year, however, there was no statistical difference between two implant systems on their annual bone level changes ($p>0.05$).
- 2) The Marginal and inter-implant crestal bone changes were compared when inter-implant distance was less than 4mm. Statistically significant bone level changes were noted on the first year only for ITI implants but in the first and second year for Brånemark implants ($p>0.05$).
- 3) When comparing angulation changes between marginal bone and implant fixture, ITI system had smaller angulation changes but the annual changes were not statistically significant ($p>0.05$).

Conclusion: Within the limitation of this study, it could be concluded that Brånemark implant systems had more changes in marginal and inter-implant crestal bone level in the first and second year after loading with statistical significance. Further studies are recommended to see the effects of these bone loss during the first and second year after loading on the long term prognosis of Brånemark Implants.

Key words : Brånemark implant, ITI implant, Marginal bone, Inter-implant crestal bone, Bone loss