

수종의 임플란트 식립간격에 따른
골흡수 비교

연세대학교 대학원

치 의 학 과

정 유 진

수종의 임플란트 식립간격에 따른
골흡수 비교

지도교수 한 종 현

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 6월17일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

정 유 진

정유진의 석사 학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 대학원

2008년 6월 17일

감사의 글

이 논문이 완성되기까지 끊임없는 지도와 격려, 세심한 배려를 해주신 한종현 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문 작성과 심사에 귀중한 조언과 격려를 해주신 김선재 교수님, 문홍석 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

아울러 논문을 쓰기 시작하면서 많은 폐를 끼친 영동세브란스 병원 보철과 의 국원인 윤서준 선생님과 의국원들께 감사의 말을 전합니다.

끝으로 학위 수행 과정 중 언제나 저를 응원해주고 배려를 한 아내와 한결 같이 저에게 든든한 후원자가 되어 주시고 격려를 해주신 부모님들께 감사의 마음을 전합니다.

2008년 6월

저자 씀

차 례

그림 및 표 차례	iii
국 문 요 약	iv
I. 서 론	1
II. 연구 대상 및 방법	4
1. 연구 대상	4
2. 연구 방법	5
가. 방사선학적 검사	5
나. 컴퓨터를 이용한 측정	6
다. 통계학적 분석	8
III. 연구 결과	9
1. Marginal bone의 변화	9
2. Crestal bone의 변화	9
IV. 총괄 및 고찰	11
V. 결 론	15
VI. 참고 문헌	16
Abstract	20

그림 및 표 차례

Figure 1. Restore (<i>left</i>), Ankylos (<i>middle</i>), Oneplant (<i>right</i>) implant systems were used in the study	5
Figure 2. An example of digital processing of radiographic image using UTHSCSA Image Tool software. In this figure, Oneplant is shown	6
Figure 3. Schematic representation of radiographic measurements of marginal bone resorption analysis(from the top of the implant to the first bone-to-implant contact[TI-BIC])	7
Figure 4. Schematic representation of radiographic measurements of crestal bone resorption analysis(from the top of the implant to the bone crest[TI-BC])	7
Table 1. Distribution of the implants	4
Table 2. Marginal bone change measured as TI-BIC	9
Table 3. Crestal bone change measured as TI-BC	10

수종의 임플란트 식립간격에 따른 골흡수 비교

기능적이고 심미적인 임플란트 보철물을 위해선 임플란트 주위 marginal bone과 임플란트 사이의 crestal bone의 흡수가 최소화 되어야 한다. 본 연구의 목적은 경부 디자인이 다른 3종류의 임플란트들 에서 식립간격에 따른 하중 1년 후의 marginal bone과 crestal bone의 흡수 양상을 관찰하여 임플란트의 macro-, microstructure가 미치는 영향을 알아보는 것이다. 상악과 하악 구치부에서 2개 이상의 치아가 상실된 부위에 임플란트를 식립하였다. 이중 인접한 임플란트의 식립간격이 1-2.5mm인 군(Group A)과 3-4.5mm인 군(Group B)을 대상으로 하였다. 종류별로는 상부는 machined surface이고 하부는 calcium phosphate로 blasting하여 표면을 거칠게한 Restore(Lifecore, Chaska, MN) 32개, 상부는 polished surface neck이고 하부는 sandblast처리 후 산처리된 표면인 Ankylos(Friadent GmbH, Mannheim, Germany) 30개, rough surface neck이며 상부에 미세나사선이 있고 몸통은 sandblast처리 후 산처리한 표면인 Oneplant(Warantec, Seoul, Korea) 32개를 사용하였다. Restore는 전통적인 external hex 타입의 임플란트이고 Ankylos와 Oneplant는 morse cone connection 타입의 임플란트이다. 보철물 장착 시와 기능 부하 1년 후 marginal bone의 흡수량과 crestal bone의 흡수량을 통계학적으로 분석하여 아래의 결과를 얻었다.

1. 세 종류의 임플란트에서 보철물 연결 1년 후의 marginal bone의 흡수량은 식립간격에 상관없이 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 종류별로는 Oneplant가 0.07 ± 0.14 mm로 가장 적은 골흡수량을 보였다. 같은

시스템 내에서 식립 간격에 따른 marginal bone의 흡수량은 모두 유의차가 없었다.

2. Crestal bone의 흡수량은 식립간격에 상관없이 Oneplant가 $0.05 \pm 0.06\text{mm}$ 로 가장 적었다. Oneplant는 다른 시스템과 모두 통계적 유의차를 보였다.

3. 같은 시스템 내에서 식립간격에 따른 crestal bone의 흡수를 비교 시 Oneplant와 Ankylos는 거리와 상관관계 없이 통계적 유의차가 없었다. 반면 Restore는 가까운 거리(group A)에서 흡수량이 $0.68 \pm 0.27\text{mm}$ 였고 먼 거리(group B)에서 $0.33 \pm 0.18\text{mm}$ 로 통계적 유의차를 보였다.

이상의 결과에서 임플란트의 경부 디자인 및 표면처리 여부에 따라 하중 후 발생하는 marginal bone과 crestal bone의 흡수량이 달라졌으며 polished neck 보다는 상부의 미세나사선과 거친 표면처리가 임플란트 marginal bone과 crestal bone의 안정에 기여한다고 볼 수 있었다. 또한 임플란트를 미세나사선과 거친 표면처리를 한 경우 식립 간격이 2.5mm이하인 경우에도 crestal bone 흡수량이 최소화 되었으며 3mm이상인 경우와 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

핵심되는 말: 임플란트 식립간격, 미세나사선, 표면처리, 임플란트 경부 디자인, marginal bone의 흡수, crestal bone의 흡수

수종의 임플란트 식립간격에 따른 골흡수 비교

<지도 교수 한 중 현>

연세대학교 대학원 치의학과

정 유 진

I. 서 론

심미적인 임플란트를 위해서는 아름다운 보철물의 제작뿐만 아니라 임플란트 주위 연조직의 심미성도 중요한 역할을 한다. 임플란트 인공치아 주위로 연조직이 부족하거나 골흡수가 일어나면 상부 보철물의 형태를 자연스럽게 제작할 수 없고 전치부 에서는 금속 색이 노출되어 심미적으로 실패한 임플란트가 될 수 있다.

따라서 임플란트 주위 연조직의 흡수를 방지하기 위해선 임플란트 주위 변연골의 안정적 유지가 필요하다. 임플란트의 성공기준으로 일반적으로 초기 1년 동안 1.5mm 정도의 변연골 흡수가 발생한다고 Albrektsson 등이 주장하였다¹⁾. Adell 등은 Brånemark 임플란트를 사용한 15년 연구를 통하여 임플란트 식립 후 지대주 연결 후 첫 1년간 평균적으로 1.5mm의 변연골 소실을 보이고 이후에는 매년 0.1mm이하의 변연골 흡수 가 있었다고 보고 하였다²⁾. Jung 등은 polished neck을 가진 임플란트는 종류에 상관없이 첫 번째 나사선까지 골흡수가 일어남을 보고하였다³⁾.

1970년대 초에 Linkow와 Chercheve는 플라그 축적을 방지하기 위해 경부가 smooth한 임플란트를 제안하였고 대부분의 임플란트들은 이러한 개념을 받아들였다⁴⁾. 그러나 Kitch 등의 finite element 연구에 따르면 전단력이 machined neck 부위의 crestal bone에 집중이 된다고 하였다^{5,6)}. 골은 압축력에 가장 강하고 인장력에 대해서는 30%, 전단력에 대해서는 65% 정도 약하기 때문에 임플란트 디자인 고려 시 전단력을 줄이는 것이 가장 중요하다⁷⁾. Strong 등에 따르면 임플란트의 체부는 단순한 원통형에 비해 치근형이 계면에서의 전단력을 줄이고 압축력을 발생시킬 수 있으므로 유리한 구조라고 하였다⁸⁾.

Hansson은 임플란트의 상부에 존재하는 rough surface와 미세나사선 등 bone retention factor가 변연골에 발생할 수 있는 전단력을 줄일 수 있다고 보고 하였다⁹⁾. Abrahamsson과 Berglundh는 임플란트 collar부위에 적절한 거칠기의 표면 처리와 미세 나사산을 형성한 경우 초기 골흡수가 적고 주변골이 안정화되었다는 연구결과를 보고하였다¹⁰⁾. Zechner 등은 machined 와 rough surface implant를 비교한 결과 rough surface 임플란트에서 골흡수가 훨씬 적었다고 하였다¹¹⁾.

치간 유두의 존재 여부는 치과의사뿐만 아니라 환자도 매우 중요하게 생각하는 요소로 치간 유두가 없으면 심미적 결함이 생길 수 있음은 물론이고 발음적인 문제와 측방 식편압입이 생길 수 있다. Tarnow 등은 보철물의 contact point에서 crestal bone까지의 거리가 5mm이하이면 치간 유두가 98%형성되는 것을 관찰하였고 거리가 6mm로 늘어나면 56%, 7mm 이상이면 단지 27%만 치간 유두가 형성됨을 보고 하였다¹²⁾. 따라서 남아 있는 crestal bone의 양이 치간 유두의 존재 유무에 큰 영향을 미칠 수 있다. 또한 Tarnow 등은 연속된 임플란트에서 식립간격에 따른 crestal bone의 흡수 양상을 평가 하였다. 임플란트를 식립간격에 따라 3mm를 초과하여 식립된 군과 3mm이하의 간격으로 식립된 군으로 나누어 평가한 결과 2차 수술 1-3년 후에 3mm를 초과하여 식립된 경우 crestal bone의 흡수가 0.45mm로 적었으나 3mm이내로 식립한 경우 1.04mm로 흡수량이 많았다¹³⁾. 따라서 임플란트 사이의 식립간격이 중요하며 3mm이상의 간격을 띄워 임플란트를 식립할 것을 권장하고 있다.

그러나 Tarnow의 연구는 전통적인 Brånemark type의 임플란트를 사용한 결과이고, 여러 시스템을 비교하여 식립간격에 따른 골흡수에 대한 연구는 알려진 바 없다.

본 연구에서는 경부 디자인이 다르고 식립간격을 다르게 한 3종류의 임플란트에서 marginal bone의 흡수와 두 임플란트 사이의 crestal bone의 흡수 양상을 비교하였다. 이를 토대로 임플란트의 표면 처리와 macro-, microstructure가 주위골의 안정에 미치는 영향을 알아보는 것을 목적으로 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2000년 1월부터 2006년 12월 사이에 영동세브란스 병원 보철과에서 식립한 94개의 임플란트를 대상으로 하였다. 상악과 하악 구치부에서 2개 이상의 치아가 상실된 부위에 임플란트를 식립하였으며 한 부위에 연달아 식립한 임플란트의 개수는 2개 이상 이었다. 이중 인접한 임플란트의 식립 간격이 1-2.5mm인 군(Group A)과 3-4.5mm인 군(Group B)을 대상으로 하였다. 이갈이가 있는 환자나 골이식이 필요한 환자는 본 연구에서 제외 하였다. 모든 환자에게 제조회사가 추천하는 방법에 따라 임플란트를 식립 하였다. 보철물 연결은 수술 후 평균 상악 3개월, 하악 2개월에 시행되었다. 수술 및 보철은 동일한 술자에 의해 진행됐으며 대합치열은 모두 자연치로 제한했다. 임플란트 교합면 형성 시 자연치 보다 협설 폭을 줄였으며 교두 각도도 감소 시켰다. 중심위 교합에서만 교합접촉이 일어나도록 하고 편심위 에서는 교합되지 않도록 하였다. 종류별로는 Restore(Lifecore, Chaska, MN) 32개, Ankylos(Friadent GmbH, Mannheim, Germany) 30개, Oneplant(Warantec, Seoul, Korea) 32개를 사용하였다(Table 1, Figure 1).

Table 1. Distribution of the implants

System	Jaw		Total
	Maxilla(n=40)	Mandible(n=54)	
Restore	14	18	32
Ankylos	12	18	30
Oneplant	14	18	32



Figure 1. Restore (left), Ankylos (middle), Oneplant (right) implant systems were used in the study.

Restore는 Brånemark type의 임플란트로 상부의 2-3개의 나선선까지는 machined surface이고 그 하부는 calcium phosphate로 blasting하여 표면을 거칠게 하였다. Ankylos는 임플란트 neck부위가 polished surface이고 몸통부위는 sandblast처리 후 산처리한 표면으로 이루어져 있다. Oneplant는 임플란트 neck부위에 미세나사선이 있으며 몸통은 sandblast처리 후 산처리한 표면으로 되어있다. 또한 Restore는 지대주와 고정체가 external hex로 연결되는 임플란트이고 Ankylos와 Oneplant는 morse cone connection type의 임플란트이다.

2. 연구 방법

가. 방사선학적 검사

보철물 장착 시와 보철물 장착 1년 후에 평행촬영법으로 모든 임플란트를 구내 촬영하였다. 촬영 시 필름고정장치(XCP:extension cone paralleling)와 3x4mm 구내용 방사선 필름을 사용하였다. 촬영된 사진은 scanner(UMAX, astra 4000U, Korea)를 이용하여 해상도 600dpi, 계조는 256 gray scale로 디지털 이미지화 하였다.

나. 컴퓨터를 이용한 계측

각 임플란트 최상부를 기준으로 하여 UTHSCSA Image Tool(The University of Texas Health Science Center in San Antonio)을 이용하여 0.01mm까지 계측하였다(Figure 2).

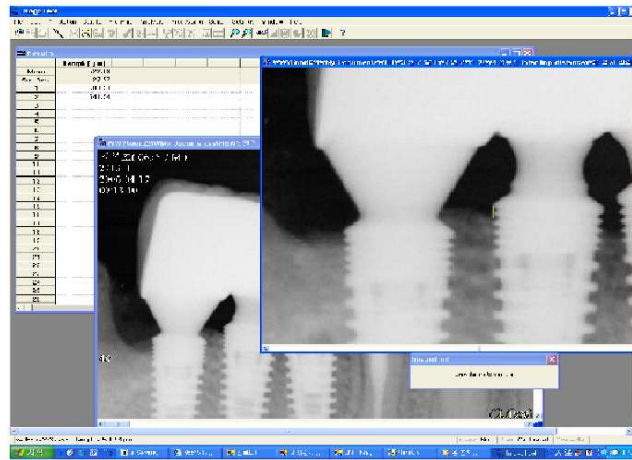


Figure 2. An example of digital processing of radiographic image using UTHSCSA Image Tool software. In this figure, Oneplant is shown.

각 임플란트의 원심면과 근심면에서 임플란트의 최상부로부터 골과 임플란트의 첫 번째 접촉점(TI-BIC)까지의 거리를 측정하여 marginal bone의 흡수량을 측정하였다(Figure 3). 인접한 두 개 이상의 임플란트 최상부를 연결한 선에서 치조정까지의 거리(TI-BC)를 측정하여 crestal bone의 흡수량을 측정하였다(Figure 4). 임플란트 사이의 간격은 임플란트 상방에서 외측으로 가장 돌출된 부분을 기준으로 하였다.

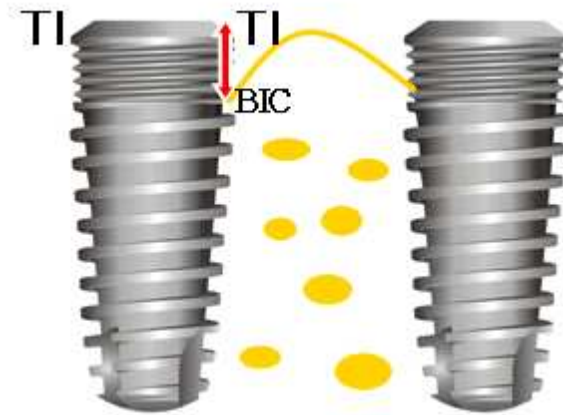


Figure 3. Schematic representation of radiographic measurements of marginal bone resorption analysis (from the top of the implant to the first bone-to-implant contact [TI-BIC]).

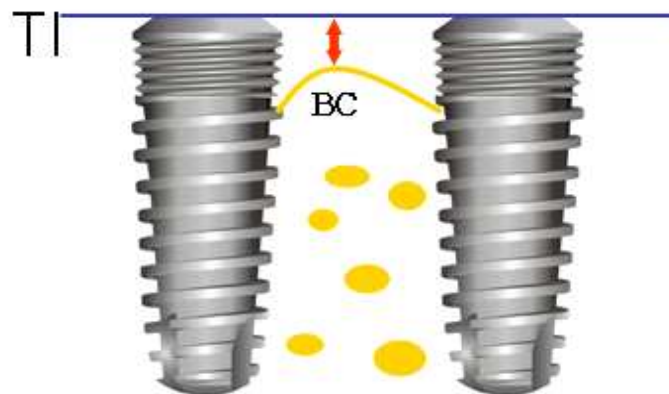


Figure 4. Schematic representation of radiographic measurements of crestal bone resorption analysis (from the top of the implant to the bone crest [TI-BC]).

다. 통계학적 분석

본 연구에서는 보철물 장착 시의 골 수준을 "0"으로 하여 기능 부하 12개월 후의 임플란트 주위의 골변화량을 분석하였다. 통계프로그램은 SAS for Windows version 9.1 (SAS Inc, USA)을 사용하였다. 각 실험군 간의 골흡수 변화량을 분석 하고 one way ANOVA를 사용하여 각 군간의 통계적 유의성을 검정하였다. 사후검정은 Fisher's LSD를 사용하였고 유의도가 0.05이하일 경우 통계학적으로 유의 하다고 판정하였다.

III. 연구 결과

1. Marginal bone의 변화

보철물 장착 시를 기준으로 하였을 때, 1년 후의 시스템 별 marginal bone의 흡수량을 one way ANOVA로 분석하였다. 식립간격이 가까운 거리(Group A)와 먼거리(Group B)에서 시스템 별 marginal bone의 흡수량은 모두 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 같은 시스템에서는 식립간격이 좁은 경우에도 marginal bone의 흡수량은 더 증가하지 않고 식립간격에 따른 marginal bone의 흡수량이 모두 유의차가 없었다(Table 2).

Table 2. Marginal bone change measured as TI-BIC

System	Group A Mean±SD(mm)	Group B Mean±SD(mm)	
Restore	0.86±0.40 ^{Aa}	0.89±+ 0.69 ^{Aa}	<i>p</i> =0.87
Ankylos	0.56±0.21 ^{Bb}	0.52±+ 0.29 ^{Bb}	<i>p</i> =0.64
Oneplant	0.07±0.08 ^{Cc}	0.06±+ 0.19 ^{Cc}	<i>p</i> =0.94
	<i>p</i> =0.0001	<i>p</i> =0.0001	

within the same column or the same row, values having same superscript letters were not statistically different.

2. Crestal bone의 변화

식립간격에 따른 crestal bone의 흡수량을 비교 시 Oneplant는 흡수량이 가장

적었고 거리와 상관없이 다른 시스템과 모두 통계적 유의차를 보였다. 반면 Restore와 Ankylos는 서로 통계적 유의차가 없었다.

같은 시스템 내에서 식립간격에 따른 crestal bone의 흡수를 비교 시 Oneplant와 Ankylos는 거리에 따른 골흡수량의 차이를 보이지 않았으나 Restore는 통계적 유의차를 보였다(Table 3).

Table 3. Crestal bone change measured as TI-BC

System	Group A Mean±SD(mm)	Group B Mean±SD(mm)	
Restore	0.68±0.27 ^{Aa}	0.33±0.18 ^{Ab}	<i>p</i> =0.03
Ankylos	0.57±0.41 ^{Aa}	0.44±0.27 ^{Aa}	<i>p</i> =0.60
Oneplant	0.06±0.08 ^{Bb}	0.05±0.04 ^{Bb}	<i>p</i> =0.67
	<i>p</i> =0.0003	<i>p</i> =0.0034	

within the same column or the same row, values having same superscript letters were not statistically different.

IV. 총괄 및 고찰

임플란트의 경부 디자인은 전통적인 machined neck을 가지는 Brånemark type의 임플란트인 Restore와 치태조절을 위한 2mm 길이의 polished neck을 가지는 Ankylos, 그리고 neck 부위에 거친표면 처리를 하고 미세나사선 있는 Oneplant 를 비교하였다. 인접한 임플란트의 식립간격은 1-2.5mm인 군(Group A)과 3-4.5mm인 군(Group B)을 대상으로 하였다. 2.5mm를 초과하고 3mm미만인 군은 두 군간의 유의차를 두기 위해 실험대상에서 제외하였다.

전통적인 부드러운 경사면의 상부형태를 띄고 machined neck을 가지며 external hex type인 Brånemark implant는 골흡수가 일어나 구강 내로 표면이 노출될 때 치태가 침착 되지 않도록 하기 위함이었고 효과적인 디자인으로 여겨져 왔다⁴⁾. 그러나 이러한 디자인은 교합력 분산에 효과적이지 않고 많은 연구 결과 기능 1년 후 첫 번째 나사선까지 골흡수가 일어났다^{2,3,5,6)}. 이를 막기 위해 임플란트 표면에 다양한 거칠기를 부여한 연구가 활발히 진행되어 왔다. Wilke 등은 임플란트 표면을 거칠게 한 경우 임플란트와 골과의 계면부위에서의 전단응력에 대한 저항을 향상시킨다고 하였다¹⁴⁾. 그러나 Brägger 등의 연구에서 ITI 임플란트를 supracrestal로 심은 경우에서도 0.53-0.83mm의 골흡수를 관찰할 수 있었다¹⁵⁾. 즉, 거친 표면이 평활한 표면에 비해 기계적 결합력(mechanical coupling)이 강한 것은 사실이나 marginal bone 소실을 막기에는 부족한 것이라고 생각할 수 있다.

임플란트 상부 표면에 미세나사선을 형성한 경우 골흡수를 방지할 수 있다는 여러 연구가 있다. Norton도 부드러운 경사면의 치관부를 가지는 Brånemark implant에서 첫 번째 나사선까지 빠른 시간에 심한 골흡수가 보이는 반면에 거친 표면처리(TiOblastTM)와 미세나사선을 부여한 Astra Tech Single Tooth Implant에서는 매우 안정적인 골수준을 유지한다 하였다¹⁶⁾. Abrahamsson은 개실험을 통해서 임플란트 collar에 미세나사선이 있을 경우에 임플란트 주위 골조직의 흡수가 식립 시부터 기능 후 10개월까지 평균 0.05mm로 미세나사선이

없는 경우에서의 평균 0.19mm에 비해 골 변화가 거의 없었다고 보고하였다¹⁰⁾. Wennström 등에 의하면 임플란트 collar에 미세나사선이 있는 경우에 첫 1년 동안 평균 0.06mm의 임플란트 주위 marginal bone의 흡수가 있었고 이후에 5년간의 검사 동안 매년 평균 0.02mm의 임플란트 주위 marginal bone의 흡수가 있었다고 보고하고 있다¹⁷⁾. 본 연구에서도 Oneplant는 marginal bone 및 crestal bone의 흡수가 각각 0.07mm와 0.05mm로 거의 일어나지 않았다. 이로 미루어 보아 임플란트의 경부에 형성된 미세나사선이 임플란트 주위의 골흡수를 방지하는 중요한 요소라 볼 수 있다.

과거에 사용된 대부분의 2회법 임플란트에서는 지대주 연결 후 임플란트와 지대주 사이에 50에서 100 μ m의 microgap이 존재하며^{18,19)} 이 부위에 플라그가 축적되고 세균이 발생 한다^{20,21)}. 따라서 임플란트 주변에 염증이 생길 수 있고 주변골의 점진적인 흡수가 증가할 수 있다. 그러나 morse cone connection을 갖는 임플란트에서는 음식물 찌꺼기나 세균의 축적을 막아 이러한 문제를 최소화하거나 방지할 수 있다. 또한 최근에는 임플란트 주변의 연조직 방어막에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다^{22,23,24,25)}. Cochran 등과 Abrahamsson 등은 임플란트에서도 자연치와 유사한 정도의 생물학적 폭경이 존재한다고 보고하였다^{23,26)}. Berglundh와 Lindhe는 개실험을 통해 임플란트 주위에 3mm정도의 생물학적 폭경이 형성되며 상피와 결합조직으로 구성되었다고 하였다. 이중 결합조직은 임플란트 표면에 긴밀하게 부착되어 생물학적 방어막을 형성한다²⁵⁾. Tenenbaum 등은 임플란트 주위에서 치조골정 부위는 가늘고 치관부로 갈수록 두꺼워지는 형태의 치유지대주에 의해 결합조직대가 2mm정도 더 크게 형성된다고 하였고 이러한 두꺼운 연조직은 cuffing effect의 증가로 효과적인 연조직 방어막 역할을 할 수 있다고 하였다²⁷⁾. 본 연구에서도 microgap이 존재하는 Brånemark system 임플란트와 유사한 Restore에서는 골흡수가 많았으나 morse cone connection type이며 치조골정 부위는 가늘고 치관부로 갈수록 넓어지는 지대주를 가지는 Ankylos와 Oneplant에서는 상대적으로 골흡수가 적었다.

Crestal bone의 흡수량은 치간유두의 형성과 밀접한 연관이 있어 임상적으로 중요하다. Tarnow는 crestal bone과 상부 보철물의 접촉점까지의 거리가 5mm미만일 경우 치간유두가 98% 형성되었고 거리가 6mm로 늘어났을 때 55%의 치간유두만이 존재한다고 하였다¹²⁾. 따라서 단지 1mm의 crestal bone의 상실도 임상적으로 매우 중요함을 알 수 있다.

또한 Tarnow는 36명의 환자를 방사선사진으로 검사하여 연속된 임플란트에서 식립간격에 따른 골흡수 양상을 평가 하였다¹³⁾. 임플란트는 식립간격에 따라 3mm를 초과하여 식립된 군과 3mm이하의 간격으로 식립된 군으로 나누었다. 임플란트 2차 수술 1-3년 후에 crestal bone 흡수량을 평가한 결과 3mm를 초과하여 식립된 경우 흡수량은 0.45mm로 crestal bone이 보존되었으나 3mm이내로 식립한 경우 1.04mm로 흡수량이 많았다. 그 원인으로써 Tarnow는 2차 수술 후 골흡수가 수직방향 뿐만 아니라 측방으로도 발생하며 임플란트 사이의 거리가 3mm이내인 경우에 lateral bone의 흡수가 중첩되어 임플란트 사이의 crestal bone의 흡수가 증가한다고 하였다. 본 연구에서도 Group A와 Group B에서 보철물 장착 1년 후 crestal bone 흡수량의 차이가 Brånemark external hex implant와 유사한 Restore에서는 각각 0.68mm, 0.33mm로 가까운 거리에서 흡수량이 많았다. 그러나 Oneplant는 Group A와 Group B에서 각각 0.06mm, 0.05mm였고 Ankylos는 각각 0.57mm, 0.44mm로 식립간격에 따른 골흡수량이 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이는 Novaes 등이 연구한 결과와 유사한데 저자는 개를 이용한 동물실험에서 각각 1mm, 2mm, 3mm를 띄워 임플란트를 식립하였다²⁸⁾. 보철물을 장착하고 8주간의 기능 후 개를 희생시켜 조직절편을 만들어 골 흡수량을 비교한 결과 marginal bone의 흡수량은 평균 0.19mm-0.32mm였고 crestal bone의 흡수량은 평균 0.14mm-0.20mm로 식립간격에 상관없이 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 실험에 사용한 임플란트는 sandblast와 산처리된 표면을 가지는 Ankylos 임플란트였다. 저자는 Tarnow의 연구결과와 상이한 이유를 동물 모델이 사람의 치조골 반응을 정확히 복제하는데 어려움이 있으며 치조골의 넓이가 넓은 부위에 임플란트를 식립 하여 임플란트 사이 골의 측방 흡수가 최소화되었기 때문이라 유추한다. 그러나 본 임상연구 결과에서도 비슷한 결과가

나온 것으로 볼 때 치조골의 넓이가 넓어 골흡수가 적어질 수 있다는 점 외에 골흡수가 적은 임플란트 시스템 일수록 Tarnow의 연구와 달리 식립간격에 따른 crestal bone의 흡수량의 차이가 적거나 없을 수 있음을 고려해 볼 수 있다. 즉, 본 연구에서는 식립간격이 좁은 경우 에도 Oneplant는 marginal bone의 흡수가 0.07mm로 적었으며 이는 lateral bone의 흡수도 적을 것이라 예상할 수 있다. 따라서 lateral bone의 흡수가 중첩되지 않기 때문에 crestal bone의 흡수가 최소화 되었다고 가정할 수 있다. 그러나 이러한 가정은 좀 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

본 연구의 결과 임플란트 주위의 골흡수는 미세나선을 가진 경부 디자인과 표면처리로 임플란트 주위 marginal bone과 crestal bone의 흡수를 감소시킬 수 있으리라 사료된다. 또한 morse cone connection을 가지는 임플란트가 유리하다. 그러나 골흡수는 여러 가지 복합적인 원인에 의해 발생할 수 있으며 연구에 사용한 임플란트의 수가 적기 때문에 더 많은 수의 임플란트를 이용한 연구가 필요하고 동물실험을 통한 다양한 실험 모델이 필요하다. 또한 다른 종류의 임플란트를 같은 부위에 연달아 식립했을 때 골흡수 양상을 관찰하여 임플란트의 종류에 따른 골흡수의 양상을 비교 연구해보는 것도 도움이 되리라 생각 된다. 그밖에 임플란트의 직경과 길이가 다른 경우, 식립 깊이를 달리 한 경우 등에 대한 연구도 고려해 볼 수 있다. 그리고 임플란트 주위의 골흡수 양상은 장기간의 안정적 결과가 중요하므로 향후 장기간의 연구가 요구된다.

V. 결론

서로 다른 경부 디자인과 표면처리를 한 3종류의 임플란트(Restore(Lifecore, Chaska, MN), Ankylos(Friadent GmbH, Mannheim, Germany), Oneplant(Warantec, Seoul, Korea))를 기능 부하 12개월 후에 거리에 따른 marginal bone의 흡수량과 crestal bone의 흡수량을 측정하였으며 이를 통계학적으로 분석하여 아래의 결론을 얻었다.

1. Marginal bone의 흡수량은 식립간격에 상관없이 3종류의 임플란트 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 종류별로는 Oneplant가 $0.07 \pm 0.14 \text{mm}$ 로 가장 낮은 골흡수량을 보였다.

2. Crestal bone의 흡수량은 식립간격에 상관없이 Oneplant가 $0.05 \pm 0.06 \text{mm}$ 로 가장 작았다. Oneplant는 다른 시스템과 모두 통계적 유의차를 보였다.

3. 같은 시스템 내에서 식립간격에 따른 crestal bone의 흡수를 비교 시 Oneplant와 Ankylos는 거리와 상관관계 없이 통계적 유의차가 없었다. 반면 Restore는 가까운 거리(group A)에서 흡수량이 $0.68 \pm 0.27 \text{mm}$ 였고 먼 거리(group B)에서 $0.33 \pm 0.18 \text{mm}$ 로 통계적 유의차를 보였다.

이상의 결과에서 임플란트의 경부 디자인 및 표면처리 여부에 따라 하중 후 발생하는 marginal bone과 crestal bone의 흡수량이 달라졌으며 polished neck 보다는 거친 표면처리와 macroscopic한 미세나사선이 임플란트 주위 marginal bone의 흡수 방지에 기여한다고 볼 수 있다. 또한 임플란트를 미세나사선과 거친 표면처리를 한 경우 식립간격이 2.5mm 이하인 경우에도 crestal bone의 흡수량이 3mm 이상인 경우와 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

VI. 참고 문헌

1. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson, RA. The long-term efficacy of currently used dental implants. A review and proposed criteria for success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1: 11-25, 1986.
2. 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.
3. Jung YC, Han CH, Lee KW. A 1 year radiographic evaluation of marginal bone around dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11: 811-818, 1996.
4. Linkow LI, Chercheve R. Theories and techniques of oral implantology. St Louis, MO;Mosby, 1970
5. Kitoh M, Matsushita Y, Yamane S, Ikeda H, Suetsugu T. The stress distribution of the hydroxyapatite implant under the vertical load by the two-dimensional finite element method. *J Oral Implantol* 1998;14:65-72.
6. Meijer HJA, Starmans FJM, Steen WHA, Bosman F. A three-dimensional, finite element analysis of bone around dental implants in an edentulous human mandible. *Arch Oral Biol* 1993;38:491-496
7. Guo EX. Mechanical properties of cortical bone and cancellous bone tissue. In: Cowin SC, ed. *Bone Mechanics Handbook* Boca Raton, FL: CRC Press 10: 1-23, 2001.
8. Strong JT, Misch CE, Bidez MW. Functional surface area: Thread-form parameter optimization for implant body design. *Compend Contin Educ Dent* 19:4-9, 1998
9. Hansson S. The implant neck: smooth or provided with retention

- elements. a biomechanical approach Clin Oral Impl Res 10: 394-405, 1999.
10. Abrahamsson I, Berglundh T. Tissue characteristics at microthreaded implants: An Experimental study in dogs. 2006; 8:3:107-113.
 11. Zechner W, Trinkl N, Watzak G, Busenichner D, Tepper G, Haas R, Watzek G. Radiologic follow-up of peri-implant bone loss around machine-surfaced and rough-surfaced interforamianl implants in the mandible functionally loaded for 3 to 7 years. Int J Oral Maxillofac Implants 19: 216-21, 2004.
 12. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. J Periodontol 1992;63:995-996.
 13. 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.
 14. Wilke HJ, Claes L & Steinemann S. The influence of various titanium surfaces on the interface shear strength between implants and bone. Clin Oral Implants Materials. Advances in Biomaterials. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. 9: 309-314, 1990.
 15. Brägger U, Häfeli U, Huber B, Hämmerle CHF & Lang NP. Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants. Clinical Oral Implants Research 9: 218-224, 1998.
 16. 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 9: 91-99, 1998.
 17. Wennström J, Ekestubbe A, Gröndahl K, Karlsson S, Lindhe J. Implant-supported single-tooth restorations. A 5-year prospective study. J Clin Periodontol 2005; 32:567-574.

18. Eckert SE, Choi YG, Sanchez AR, Koka S. Comparison of dental implant systems: Quality of clinical evidence and prediction of 5-year survival. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:406-415.
19. Keith SE, Miller BH, Woody RD, Higginbottom FL. Marginal discrepancy of screw-retained and cemented metal-ceramic crowns on implant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;63:225-235.
20. Persson L.G. Lekholm U. Leonhardt A. Dahlen G. Lindhe J. Bacterial colonization on internal surfaces of Brånemark system implant components. *Clin Oral Implant Res* 1996;7:90-95.
21. Quirynen M. van Steenberghe D. Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implant Res* 1993;4:158-161.
22. Berglundh T, Lindhe J. Erricson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implant Res* 1991;2:81-90.
23. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissue characteristics at different implant systems. A comparative study in dogs. *Clin Oral Implant Research* 7: 212-219, 1996.
24. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL. Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time. *Clin Oral Implant Research* 2000;11:1-11.
25. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of peri-implant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontology* 23: 971-972, 1996.
26. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto- gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontology* 68: 186-198, 1997.

27. Tenenbaum H, Schaaf JF, Cuisinier FJ. Histological analysis of the Ankylos peri-implant soft tissues in a dog model. *Implant Dent* 12: 259-265, 2003.
28. Arthur B. Novaes Jr., Rafael R. de Oliveria, Valdir A. Muglia, Vula Papalexiou, Mario T. The effects of interimplant distances on papilla formation and crestal resorption in implants with a Morse cone connection and a platform switch: a histomorphometric study in dogs. *J Periodontol* 2006;77:1839-1849.

Abstract

Radiographic evaluation of marginal and crestal bone level around different implant neck designs and inter-implant distance.

Yoo-Jin Chung, D.D.S.

Department of Dental Science, Graduate School, Yonsei University

(Directed by Prof. Chong-Hyun Han, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)

For esthetic and functional implant restorations, marginal bone loss at the bone-implant interface and inter-implant crestal bone loss should be minimized. The objective of the present study was to evaluate the influence of macro-, microstructure of implant by observing the resorption pattern of marginal bone and crestal bone in 3 kind of implants with different neck designs after 1 year of loading. The implants were placed in the molar region that had lost more than 2 teeth. Among these, the groups with an inter-implant distance of 1-2.5mm(Group A) and 3-4.5mm (Group B) were selected as subjects. The types of the implants used were 32 Restore(Lifecore, Chaska, MN), in which the upper part had a machined surface and the lower part had a rough surface blasted by calcium phosphate, 30 Ankylos(Friadent GmbH, Mannheim, Germany) with polished surface necks, and 32 Oneplant(Warantec, Seoul, Korea) with a rough-surfaced neck with microthreads.

The marginal bone loss and crestal bone loss 1 year after functional loading was analyzed statistically, and the following are the results.

1. The marginal bone loss 1 year after functional loading, the three types of implant showed a statistically significant difference with no correlation to the inter-implant distance. Oneplant showed the least marginal bone loss with average of $0.07\pm 0.14\text{mm}$. The marginal bone loss showed no significant difference according to the inter-implant distance in the same system.

2. Oneplant showed the least crestal bone loss with average of $0.05\pm 0.06\text{mm}$, and it showed a statistically significant difference with other systems.

3. In comparing the crestal bone loss according to inter-implant distance in the same system, there was no statistically significant difference in Oneplant and Ankylos, but Restore showed a significant difference.

According to these results, the marginal and crestal bone loss were effected by the implant neck designs and surface characteristics, and it can be thought that microthread and rough surface attribute to the stability of marginal and crestal bone. Also, when the implants had microthread and rough surfaces, the crestal bone loss was minimized even when the inter-implant distance was less than 2.5mm, and showed no significant difference as when the distance was more than 3mm.

Key words: inter-implant distance, microthread, rough surface, neck design, marginal bone loss, crestal bone loss