

성전에서 임플란트 상부 형태가
변연골 흡수에 미치는 영향

연세대학교 대학원

치 의 학 과

권 주 현

성전에서 임플란트 상부 형태가
변연골 흡수에 미치는 영향

지도 한 종 현 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 7월 15일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

권 주 현

권주현의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 한 종 현 인

심사위원 김 선 재 인

심사위원 심 준 성 인

연세대학교 대학원

2008년 6월 19일

감사의 글

본과 2학년이던 1996년 동아리 선배의 권유로 임플란트 관련 데이터베이스 구축 작업을 도와드리게 된 일을 계기로 지도교수님이신 한중현 선생님과 인연이 시작되었습니다. 2003년부터는 인턴 및 전공의로서 임플란트 관련 기초 연구 및 임상에 관한 전반적 지식을 체계적으로 가르침 받았습니다. 배울수록 항상 겸손하고 환자에게는 성심껏 진료하며 기초 실험 및 연구에도 게으르지 않아야 한다는 기본 자세를 중요히 여기셨고, 이는 제게도 치과의사와 임플란트 학도로서 큰 자양분이 되었다고 생각합니다. 무엇보다도 평생의 은사이신 한중현 교수님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

더불어 학문적으로 편협해지지 않도록 아낌없는 조언을 해주시고 실험에도 많은 도움을 주신 김선재 교수님과 제게 부족한 부분을 채워주시고 논문 작성에 대해 많은 도움을 주신 심준성 교수님께도 감사드립니다.

바쁜 의국 생활에도 실험에 많은 도움을 준 영동세브란스 보철과 의국원 이홍배, 강동호, 이태훈, 김현철, 손용하 선생에게도 고마운 마음을 전합니다.

끝으로 제 삶을 인도해주시고 항상 믿음으로 지켜봐주시는 부모님과 일이 바쁘고 공부한다는 핑계로 잘 챙겨주지 못한 사랑하는 우리 가족들에게 감사의 말을 전하며 이 논문을 바칩니다.

2008년 6월

권주현 씀

차 례

표 차례	iii
그림 차례	iii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 재료 및 방법	4
1. 연구 재료	4
1) 비글견(Beagle dog)	4
2) 임플란트	4
2. 연구 방법	6
1) 치근단방사선사진 촬영	6
2) 소구치 발치	6
3) 임플란트 식립	7
4) 지대주 연결 및 인상 채득	8
5) 최종 보철물 장착	9
6) 관찰	10
7) 자료 수집	10
8) 통계 분석	11
III. 연구 결과	12
1. 임상적 관찰 결과	12
2. 방사선학적 계측 결과	12
1) 변연골 흡수량	12
2) 보정 골흡수량	13
3) 기간별 변연골 흡수량	14
IV. 고찰	16

V. 결론	22
참고 문헌	23
영문 요약	27

표 차례

Table 1. The distribution of implant groups	7
Table 2. Marginal bone resorption	13
Table 3. Marginal bone resorption per experimental period	15

그림 차례

Figure 1. Implant groups.	5
Figure 2. The timetable of periapical X-ray view taking.	6
Figure 3. Installation of implants.	8
Figure 4. Abutment connection and final impression.	9
Figure 5. Fabrication of final prosthesis.	10
Figure 6. Measurement of marginal bone resorption.	11
Figure 7. The growth of interdental papilla.	12
Figure 8. Marginal bone resorption with zeroing.	14
Figure 9. Marginal bone resorption per experimental period.	15
Figure 10. Increase of marginal bone level.	21

국문 요약

성견에서 임플란트 상부 형태가 변연골 흡수에 미치는 영향

전치부 심미 임플란트를 위해 개발된 스킨톱 임플란트는 최근의 임상 보고에 의하면 기존의 시스템에 비하여 오히려 골흡수가 심하여 심미적 결과를 보장할 수 없었다. 본 연구에서는 미세나사산의 형태가 다르게 새롭게 디자인한 스킨톱 임플란트를 임상적으로 검증된 Inplant® 시스템(워랜텍, 서울, 대한민국)과 임플란트 주위 경연조직의 변화를 비교, 평가하여 봄으로써 임상 적용에 유리한 스킨톱 임플란트 디자인을 유추해내고자 하였다.

실험에 사용한 임플란트는 공히 내측 경사면 연결구조를 가지며 직경 4.3mm, 길이 10mm의 규격으로 거친 표면처리를 하였으며 상부 형태에 따라 세 군으로 나누었다. I군은 400 μ m 간격의 삼각 단면 미세나사산을 갖는 flat top 임플란트이다. Sh군은 scalloped top 임플란트로 I군과 동일한 미세나사산을 갖는다. Sc군은 300 μ m 간격의 원형 단면 미세나사산을 갖는 scalloped top 임플란트이다. 소구치 발치 1개월 후 3마리의 비글견 하악골 양측에 실험군당 6개의 임플란트를 1회 수술법으로 식립하였다. 임플란트 식립 2개월 후 two piece abutment를 구강내에서 직접 연결하고 최종 인상을 채득하였다. 약 1mm의 clearance가 있도록 3본 금합금 고정성 국소의치를 제작하여 자가중합형 레진 시멘트로 접착하였다. 모든 임상 과정에서 총 5회의 치근단방사선사진을 촬영하여 변연골 흡수량을 계측하였다. 촬영한 치근단방사선사진은 스캐너를 이용하여 디지털 이미지 파일로 변환하였으며 이미지툴을 이용하여 각 임플란트의 근원심에서 변연골 높이를 계측하였다. 임플란트 군별로 측정된 변연골 높이는 one way ANOVA를 이용하여 통계 처리하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 임상적 관찰 결과 모든 경우에서 단단한 각화치은조직의 치간유두 증식을 관

찰할 수 있었다.

2. 9개월 후 변연골 높이 변화는 I군 0.12mm, Sc군 0.15mm, Sh군 0.32mm였으며 Sh군은 I군과 Sc군에 비하여 유의성 있게 컸고($p=0.00$) I군과 Sc군 간에는 유의차가 없었다($p=0.66$).

3. 각 관찰 기간별 변연골 흡수량을 비교한 결과 첫 구간(0~2개월)의 골흡수량이 다른 구간에 비하여 유의성 있게 컸으며($p=0.00$) 그 이후 구간 간에는 유의차가 없었다($p>0.05$).

결론적으로 모든 임플란트 군에서 기능 하중 이후 치간유두(interdental papilla)의 증식을 기대할 수 있고, 스켈롭 외형을 따라 주행하는 폐곡선 형태의 미세나사산이 부여된 스켈롭 임플란트(Sc군)는 기존의 Inplant® 시스템(I군)과 유사한 변연골 흡수량을 보이므로 심미 임플란트 치료에 있어서 Sh군에 비하여 더 적합한 디자인이라 생각된다.

핵심되는 말 : 스켈롭 임플란트, 임플란트 디자인, 미세나사산, 변연골 흡수, 치간유두

성견에서 임플란트 상부 형태가 변연골 흡수에 미치는 영향

<지도교수 : 한 종 현>

연세대학교 대학원 치의학과

권 주 현

I. 서론

임플란트가 치과학 분야에서 빼놓을 수 없는, 널리 사용되고 인정받는 치료 방법으로 정착되면서 그에 따른 환자의 요구도 또한 증가하고 있다. 1990년대 초까지는 연조직이나 심미성 회복을 위한 고려는 미흡하였고 성공적인 골유착이 주된 관심사였지만 2000년대 이후 심미 임플란트는 가장 활발히 연구되고 있는 분야이며, 임플란트의 성공을 논함에 있어 연조직과 심미는 빼놓을 수 없는 기준이 되었다. 단순한 저작 기능의 회복보다는 자연치 수준의 심미성 회복에도 관심이 많은 것이다.

심미성이 중요시되는 전치부에서는 자연치와 유사하게 치간유두를 보존 혹은 재생시켜주는 것이 치료의 관건인데, 치간유두가 장기간 유지되도록 하기 위해서는 하방 치조골의 흡수를 최소화하여 상부 치조정(bone crest)을 보존하는 것이 중요하다.¹ 이를 위해서는 고도의 기술이 필요한 술식의 개발보다는 골흡수가 적고 연조직 유지에 유리한 임플란트 디자인을 선택하는 것이 심미 임플란트 치료의 첫 걸음이 될 것이다.

1990년대에 이르러 골유착 성공률을 높이고 변연골 흡수를 줄이기 위해 임플란트 외형, 지대주 연결구조, 나사산 형태, 표면 등의 임플란트 디자인에 대한 연구가 활발하게 진행되었다. 그 결과 절삭 표면보다는 거친 표면이 골유착에 유리하고,² 외측 육각 연결 구조(external hexagon interface)보다 내측 경사면 연결 구조(internal conical interface)가 기계적 합병증이 적고 응력 분산에 유리하며,³ 변연골 흡수를 최소화하기 위해서는 임플란트 상부 변연골 접촉 부위에 거친 표면(rough surface)이나 미세나사산(microthread)이 효과적이라는 주장이 널리 인정받고 있다.⁴

치조골이 편평(flat)하지 않고 스킴(scallop) 형태인 경우가 대부분인 전치부에서 상부 형태가 편평한 임플란트를 식립할 경우 식립 깊이 결정에 어려움을 느끼게 된다.⁵ 치조골의 상연에 맞추어 식립하면 순설측으로 열개(dehiscence) 형태로 임플란트 상부의 노출이 생기게 되며, 임플란트 상부의 노출을 막으려 깊게 식립하면 골개조(bone remodeling) 현상으로 치간 부위 치조골의 유지가 어렵기 때문이다. 이러한 어려움을 해결하고자 Holt는 처음으로 임플란트 상부의 형태를 치조골 형태와 일치시키는 디자인(parabolic implant design)을 소개하였다.⁶ 하지만 외측 육각 연결구조를 그대로 반영하고 상부 외형만 변경하였을 뿐 기존의 임플란트에 골흡수 감소를 위한 디자인 요소를 추가하지 않아 그 효과는 검증되지 않았다.

Wöhrl이 소개하였던 Nobelperfect[®] 디자인은 2mm 높이 차로 스킴 형태를 띠는 내측 육각 연결 구조(internal hexagon interface)의 임플란트 시스템이다.⁷ 상부 1.5mm 두께로 광택 표면(polished surface)이 있는데 이는 soft tissue apposition area로 결합조직층이 위치하여 치은의 퇴축을 예방하고 하방의 거친 표면은 bone apposition area로 변연골 흡수를 막는다고 하였다.

하지만 Nowzari 등은 Nobelperfect[®] 식립 3년 후의 골흡수량이 약 4mm에 달하며 기존의 일반적 형태의 임플란트보다도 골흡수가 심하고 치간유두 형성 효과도 없다고 하였다.⁸ 또한 Albrektsson 등은 기능 하중 1년 후 일체형 Nobelperfect[®] 시스템의 성공률이 낮고 골흡수량도 크다고 하였다.

이에 저자는 Nobelperfect[®] 시스템의 임상 결과가 좋지 않은 이유가 임플란트

디자인에 있다고 보고 임플란트 주위 변연골 흡수를 최소화할 수 있는 새로운 형태의 스킴 임플란트를 고안하였다. 본 연구의 목적은 미세나사산의 형태가 다른 두 가지의 스킴 임플란트를 임상적으로 검증된 Inplant[®] 시스템(위랜텍, 서울, 대한민국)과 임플란트 주위 경,연조직의 변화를 비교, 평가하여 봄으로써 임상 적용에 유리한 스킴 임플란트 디자인을 유추해내는 것이다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

1) 비글견(Beagle dog)

수령 1년의 체중 약 10kg 가량의 암컷 비글견 3마리를 이용하였다. 실험용 비글견은 동물 실험실 반입 후 일주일 간의 순화과정을 거쳐 실험실 환경에 적응시키고 특별한 문제점은 없는 지 관찰하였다.

2) 임플란트

직경 4.3mm, 길이 10mm이며 상부 형태가 다른 임플란트 3종류(워랜텍, 서울, 대한민국)를 제작하였다(Figure 1). I군은 통상의 flat한 상부형태를 갖는 Inplant[®] 시스템이며 Sc, Sh 군은 임플란트 상부가 스켈롭 형태인 디자인이다. Sc군의 미세나사산은 임플란트의 스켈롭 외형과 평행하게 주행하는 폐곡선 형태이며 300 μ m 간격의 원형 단면이다. Sh군은 Inplant[®] 시스템과 동일하게 수평선 형태이며 400 μ m 간격의 삼각 단면 미세나사산을 갖는다. 모든 임플란트의 표면처리는 산화알루미늄(Al_2O_3) 입자를 사용하여 블라스팅 처리한 후 황산과 염산으로 산부식(etching)을 시행한 ABE(Advanced blasting and etching) surface로 표면 거칠기는(Ra; Roughness average) 약 1.4 이다.

3마리의 비글견 하악골에 각 군별로 1개씩 편측당 3개, 총 18개의 임플란트를 식립하기로 하였다.

Sc 군 - Scalloped implant. 300 μ m pitch closed curve microthread.

Sh 군 - Scalloped implant. 400 μ m pitch horizontal microthread.

I 군 - Inplant[®] system. 400 μ m pitch microthread.

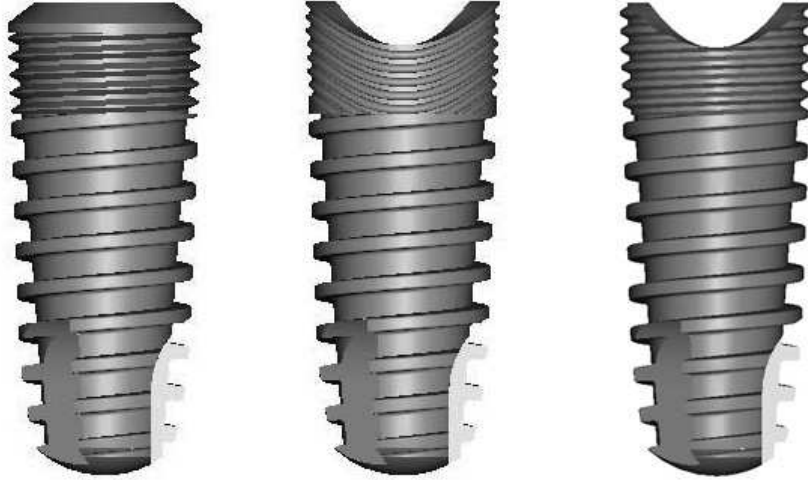


Figure 1. Implant groups. left - Inplant[®] system(I group), center - Scalloped implant closed curve(Sc group), right - Scalloped implant horizontal(Sh group).

2. 연구 방법

1) 치근단방사선사진 촬영

임플란트 주위 변연골 흡수량을 측정하기 위하여 실험 기간 동안 부위별로 총 5회에 걸쳐 XCP[®] kit(Rinn Corp., IL, USA)를 이용하여 임플란트 장축에 수직으로 치근단방사선사진을 촬영하였다(Figure 2).

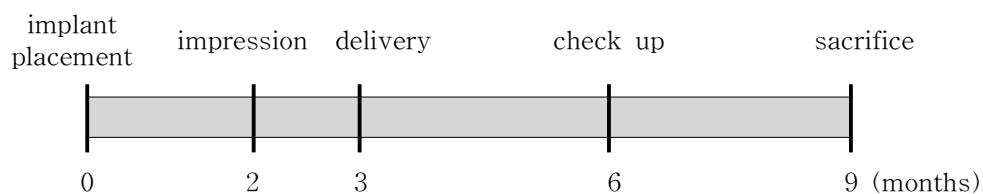


Figure 2. The timetable of periapical X-ray view taking.

2) 소구치 발치

1주일 간의 순화 과정 후 편측당 4개씩 하악 좌우측의 소구치를 모두 발거하였다. 소량의 아트로핀이 함유된 조레틸[®](버박코리아, 서울, 대한민국)과 럼푼[®](바이엘코리아, 서울, 대한민국) 혼합액을 정맥 주사(요측피정맥 IV)하여 마취를 유도한 후 기관내삽관을 통해 enflurane(중외제약, 서울, 대한민국) 흡입마취를 시행하였다. 12번 블레이드를 이용하여 치아주위 절개를 시행하고 저속형 핸드피스에 부착된 fissure bur를 이용하여 소구치의 근원심 치근을 절단, 분리하고 발치 겸자를 이용하여 발거하였다. 발치 후 특별한 처치 없이 흡수성 봉합사(4-0 Chromic, Johnson & Johnson intl., NJ, USA)를 이용하여 봉합하였다.

3) 임플란트 식립

소구치 발치 1개월 후 발치 시와 동일한 방법으로 마취를 시행하고 하악 편측에 각 군당 1개씩 총 3개의 임플란트를 식립하였다. 15번 블레이드를 이용하여 치조정 절개를 시행하고 판막을 거상하였다. 불규칙한 치조골 상부는 surgical bur와 bone file 등으로 둥근 형태로 균일하게 조정하였다. 식립될 임플란트의 근원심 위치는 동일하게 배분되도록 미리 식립 위치를 정한 표에 따라 결정하였다(Table 1). 임플란트 사이 간격은 최소 3mm 이상 떨어뜨려 인접 임플란트의 영향을 최소화하였다. 치조정 최상방에 스켈톱 임플란트(Sc, Sh 군)의 최상부의 shoulder 부위가 정확히 위치되도록 하였다. I군 역시 임플란트 상부 shoulder가 치조정 최상방과 정확하게 일치되도록 하였으며, 그 결과로 협설측으로는 1mm 가량의 열개(dehiscence)가 형성되었다. 치조정의 높이를 정확히 맞추기 위해 필요에 따라 추가적으로 surgical bur나 블레이드가 사용되었다. 임플란트 식립 후 세 군 모두 직경 5mm, 높이 2mm의 healing abutment를 체결하였으며 발치시와 동일한 방법으로 봉합하였다. 수술 완료 후 치근단방사선사진을 촬영하였다.

수술 후 3일 동안 감염방지를 위해 항생제 처방을 하였으며 매일 동물을 관찰하고 chlorhexidine(헥사메딘[®], 부광약품, 서울, 대한민국)으로 dressing을 시행하였다. 술 후 일주일간 영양 강화 유동식(Hill's prescription diet[®] canine p/d, KS, USA)을 섭취하도록 하였다.

Table 1. The distribution of implant groups

Beagle dog	Right side			Left side		
	distal	middle	mesial	mesial	middle	distal
No.1	Sh	Sc	I	I	Sh	Sc
No.2	Sc	I	Sh	Sc	I	Sh
No.3	I	Sh	Sc	Sh	Sc	I

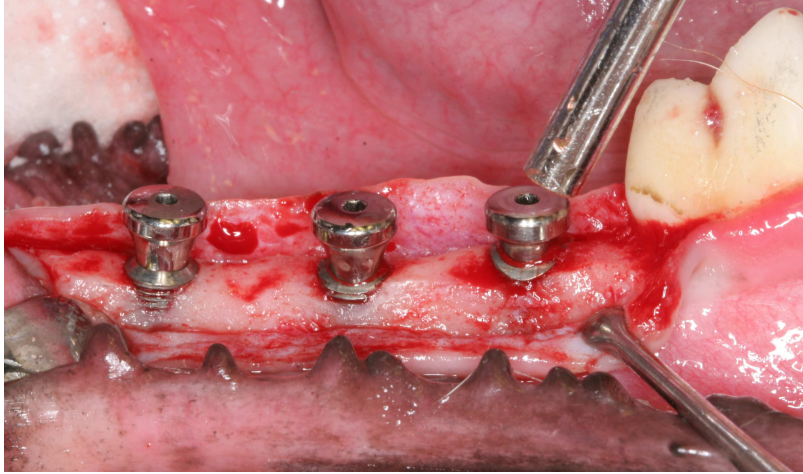


Figure 3. Installation of implants.

4) 지대주 연결 및 인상 채득

임플란트 식립 2개월 후 정맥 주사 마취를 시행하고 구강내에서 지대주를 직접 연결하고 30Ncm의 토크를 부여하였다. 사용한 지대주의 하연은 임플란트 상부의 스켈롭 외형과 동일한 형태로 제작되었으며 잇몸 두께 3mm, 지대주 높이 4mm로 하부 8각 구조가 있는 two piece abutment이다. 모든 경우에서 지대주는 0.5mm 정도의 supragingival margin이었으며, 지대주 연결 후 glass ionomer(Ionosit[®], DMG, Hamburg, Germany)로 access hole을 막고 미리 제작한 customized resin tray를 사용하여 부가중합형 실리콘 인상재(Aquasil ultra[®]; Dentsply Intl, PA, USA)로 인상을 채득하였다. 대합되는 상악 치아 역시 동일한 방법으로 인상을 채득하였으며 상하악간 교합 상태를 확인하여 추후 mounting시 참고하도록 하였다. 인상채득 완료 후 지대주는 구강내에 그대로 노출시켜 두었으며 부위별로 변연골 높이 측정을 위한 치근단방사선사진을 촬영하였다.

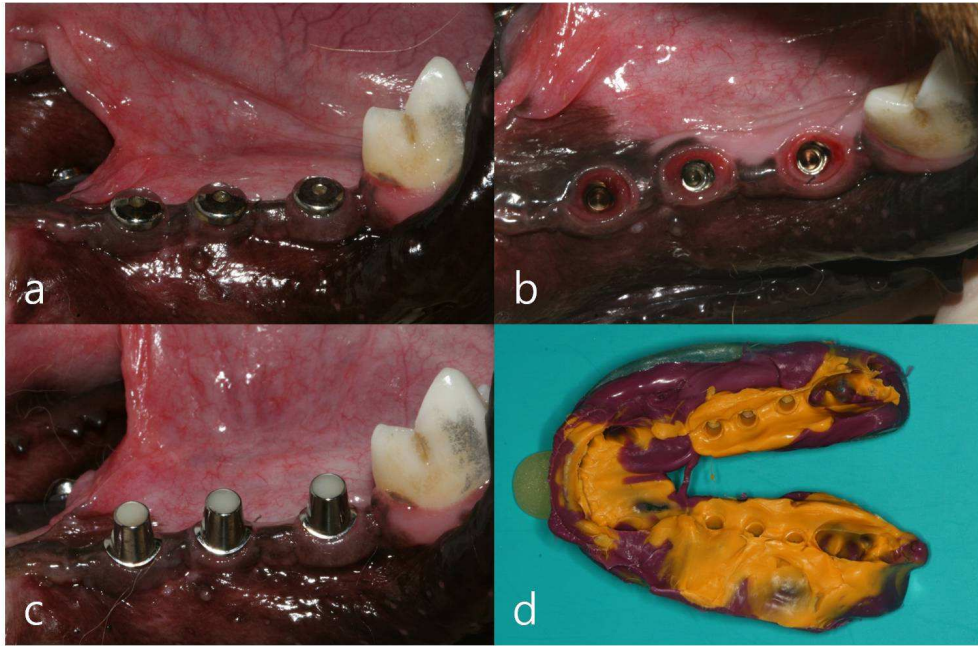


Figure 4. Abutment connection and final impression.

- a. healing abutment b. soft tissue after disconnection of healing abutments
- c. abutment connection d. final impression

5) 최종 보철물 장착

채득한 인상으로 초경석고 모형을 만들고 통상적인 고정성 보철물 제작 방법을 통해 금합금 3본 고정성 국소의치를 제작하였다. 보철물 제작시 교합 설정은 최대 교합위(CO)에서 상악 대합치와 약 1mm의 clearance가 있도록 하였다.

인상채득 1개월 후 정맥 마취 시행 하에 최종 보철물을 장착하였다. 보철물 접착은 자가중합형 레진 시멘트(Multilink[®], Ivoclar-vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 사용하였다. 접착 후 교합 점검시 교합간섭(occlusal interference)은 없었다. 보철물 장착 후 최종적으로 치근단방사선사진을 촬영하였다.



Figure 5. Fabrication of final prosthesis.

a. three-unit bridge wax up b. gold alloy bridge c. cementation with resin cement d. final prosthesis

6) 관찰

보철물 장착 3개월과 6개월 후 임플란트의 유지 상태, 보철물의 상태, 주위 연조직 염증 등을 점검하고 부위별 치근단방사선사진을 촬영하였다.

7) 자료 수집

실험 기간 동안 부위별로 촬영한 5장의 치근단방사선사진을 자동현상기를 이용하여 동일한 조건으로 현상, 인화하였다. 인화된 필름은 디지털 스캐너(Expression[®] 1680, Epson, Japan)를 이용하여 1200dpi의 디지털 이미지 파일(jpg)로 변환하였다. 수집된 이미지 파일은 UTHSCSA Image tool for Windows version

3.0(University of Texas Health Science Center at San Antonio, Texas, USA)을 이용하여 소수점 둘째 자리까지 mm 단위로 변연골 흡수량을 측정하였다. 모든 방사선사진의 확대율이 동일하지 않으므로 각 측정시마다 미세나사산과 같이 이미 알고 있는 실측 거리를 지정하여 주는 calibration 과정을 통하여 정확한 거리를 측정할 수 있도록 하였다. 변연골 흡수량은 임플란트 최상방 shoulder 부위부터 bone crest 최상부까지의 거리를 기준으로 근심, 원심 두 군데에서 측정하였으며 모든 경우에서 3회 측정하여 그 평균값을 최종 데이터로 결정하였다. 결과적으로 각 군별로 12개의 데이터를 얻을 수 있었다.

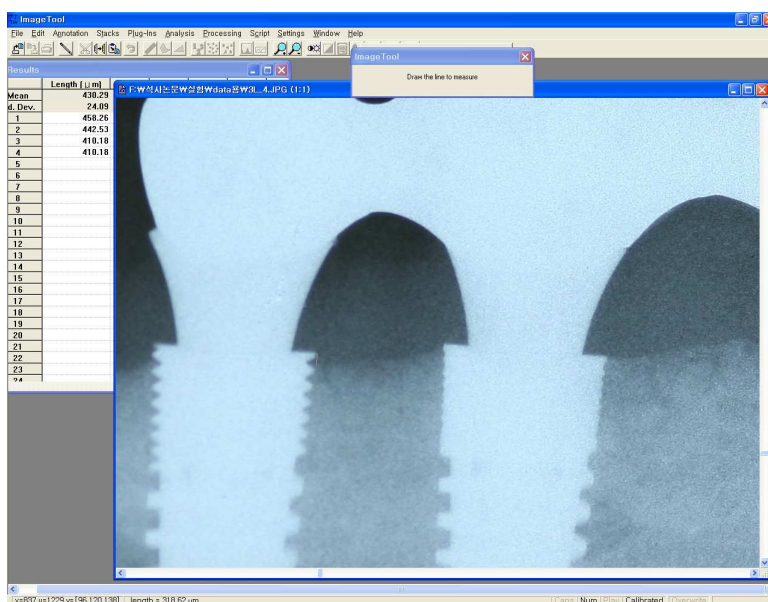


Figure 6. Measurement of marginal bone resorption.

8) 통계 분석

통계분석에는 SPSS for Windows version 12.0 프로그램을 사용하였으며, 신뢰도 95% 기준으로 일반선형모형(GLM)을 이용한 일변량 분산분석(one way ANOVA)을 시행하였으며 Tukey test로 사후검정 하였다.

III. 연구 결과

1. 임상적 관찰 결과

9개월간의 관찰기간 동안 18개의 임플란트 모두 보철물 탈락 등의 부작용 없이 정상적 기능을 하며 유지되었다. 특별한 치태 조절을 하지 않았으므로 보철 장착 이후 임플란트 주위에 중등도 이상의 치태 침착을 보였으나 임플란트 주위염 (peri-implantitis)을 보인 경우는 없었다.

실험 설계시 계획하지 못하여 정확한 수치로 측정하지는 않았으나 모든 경우에서 염증으로 인한 swelling과는 다른, 단단한 각화치은조직의 치간유두(interdental papilla) 증식을 볼 수 있었다(Figure 7).



Figure 7. The growth of interdental papilla.

left - final prosthesis cementation, right - 6 months later.

2. 방사선학적 계측 결과

1) 변연골 흡수량

각 임플란트 군의 관찰 기간별 변연골 흡수량 측정 결과 기술통계량은 Table 2와 같다. Tukey 사후검정 결과 I군의 변연골 흡수량은 Sc, Sh군에 비하여 유의성 있게 적었다($p=0.00$). Sh군은 Sc군에 비하여 골 흡수량이 컸으나 유의성은 없었다($p=0.06$).

Table 2. Marginal bone resorption (unit: mm)

group (n=12)	experimental period (months)				
	0	2	3	6	9
I ^a	0.00±0.12	0.26±0.25	0.25±0.19	0.18±0.30	0.12±0.31
Sc ^b	0.10±0.17	0.41±0.26	0.34±0.22	0.35±0.23	0.25±0.19
Sh ^b	0.04±0.11	0.49±0.16	0.52±0.21	0.42±0.16	0.36±0.17

a, b : Statistically significant difference between group($p<0.05$)

2) 보정 골흡수량

각 임플란트 군의 수술시 초기 변연골 높이를 0.01mm 단위로 정확하게 0으로 맞추기는 불가능하였다. 하지만 군별 차이는 0.1mm 이내로 매우 적어 초기 변연골의 높이가 골흡수량 결과에 영향을 끼치지 않는다고 생각된다. 임플란트 군간의 정확한 골흡수량 비교를 위하여 초기 수술시의 변연골 높이를 영점으로 보정하여 골흡수량을 측정하였다(Figure 8). Tukey 사후검정 결과 Sh군은 I, Sc군에 비하여 유의성 있게 골흡수 변화량이 컸다($p=0.00$). I군과 Sc군 간에는 유의차가 없었다($p=0.66$).

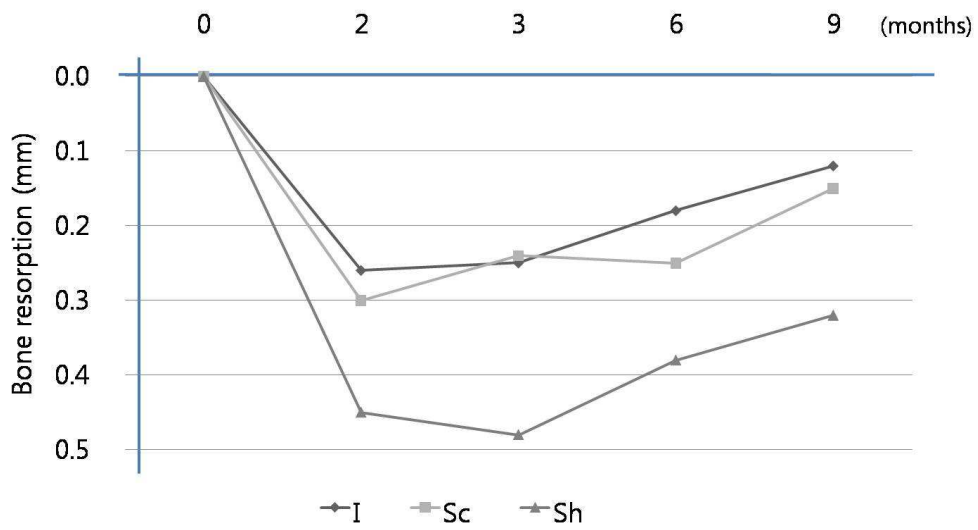


Figure 8. Marginal bone resorption with zeroing.

3) 기간별 변연골 흡수량

각 관찰 시점 사이의 변연골 흡수량을 분석하였다(Table 3). 마찬가지로 Tukey 사후검정한 결과 각 실험군 간의 변연골 흡수량의 유의차는 없었다($p > 0.05$). 각 기간별 변연골 흡수량을 사후검정한 결과 첫 구간(0~2개월)의 골흡수량은 다른 구간들에 비하여 유의성 있게 컸으며($p = 0.00$), 그 이후 구간 간에는 유의차가 없었다($p > 0.05$)(Figure 9).

Table 3. Marginal bone resorption per experimental period (unit: mm)

group (n=12)	experimental period (months)			
	0 - 2	2 - 3	3 - 6	6 - 9
I	0.26±0.25 ^a	-0.01±0.14 ^b	-0.07±0.18 ^b	-0.06±0.09 ^b
Sc	0.31±0.25 ^a	-0.06±0.10 ^b	0.01±0.13 ^b	-0.10±0.06 ^b
Sh	0.45±0.23 ^a	0.03±0.10 ^b	-0.10±0.21 ^b	-0.06±0.07 ^b

a, b : Statistically significant difference between experimental periods(p<0.05)

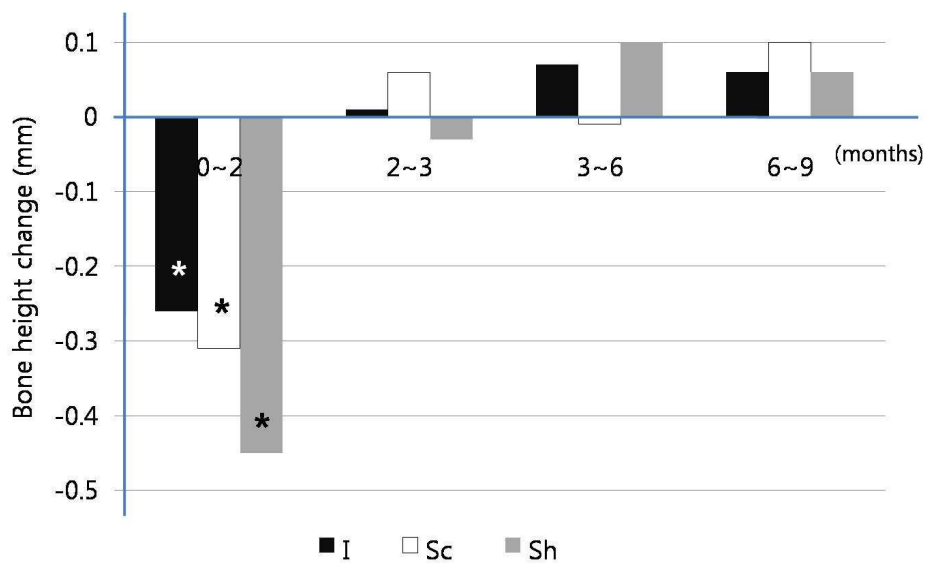


Figure 9. Marginal bone resorption per experimental period.

IV. 고찰

1960년대 중반 PI Brånemark에 의해 최초로 치과용 골내 임플란트가 시술된 이후 치과 임플란트학 분야는 성공률 증가, 치료 과정의 단순화, 치료 기간 단축 등의 많은 발전을 이루었다.⁹ 하지만 아직까지도 많은 분야에서 추가적인 연구가 필요하며 현재 치과 임플란트학 분야의 주된 관심사는 심미 임플란트로 현대인의 높은 심미적 요구와 맞물려 있다.

심미 임플란트 치료의 성공에 영향을 끼치는 요인들은 매우 다양하겠지만 여러 요인들 중 임플란트 디자인이 중요한 요소라는 보고가 있다.¹⁰ 즉 조건이 동일한 환자에게 동일한 술식을 하였더라도 사용한 임플란트 시스템에 따라 임상적 결과는 달라질 수 있다는 것이다. 이에 본 논문에서는 예지성 높은 심미적 결과를 얻기 위한 임플란트 디자인에 대해 알아보고자 하였다.

골흡수량을 최소화하고 장기적으로 안정적인 예후를 얻기 위해 임플란트 디자인에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. Norton은 임플란트와 지대주 간의 연결구조(implant-abutment interface)는 미세누출(microleakage)이 없는 내측 경사면 구조(internal conical interface)가 유리하다고 하였다.¹¹ 또한 임플란트 외부형태의 거시적(macroscopic) 변형과 임플란트 표면의 미시적(microscopic)인 처리가 필요함을 언급하였다.¹² Hansson은 효과적인 응력 분산(stress distribution)을 위하여 임플란트 상부에 미세나사산(microthread)이나 거친 표면(rough surface)과 같은 유지 요소(retention element)가 필요함을 역설하였고, 임플란트의 외측벽의 두께는 0.6~0.7mm 이상 되어야 한다고 하였다.¹³ 그 이유는 외측벽의 두께가 충분해야만 일정수준의 견고성(stiffness)를 가져 상부 보철물로부터 전달된 응력을 내측 경사면을 따라 깊고 넓은 부위로 분산시킬 수 있기 때문이다. 외측벽의 두께가 얇은 경우 응력을 내부 경사면을 따라 분산시키지 못하고 임플란트 상부, 즉 변연골 접촉부위에 응력이 그대로 전달되어 골흡수를 야기하게 될 것이다. 또한 Hansson은 주위 변연골에 대한 효과적인 응력 분산을 구현하기 위해서는 내측 경사면 연결 구조, 유지 요소, 외측벽의 두께 확보, 적절한 탄성률 등의 요소가 필수적이라

고 하였다. 14

이러한 생역학적 연구들과 더불어 생물학적 연구들도 중요한 의미를 갖는다. Tenenbaum은 임플란트 경부가 잘록한 형태(narrow neck design)인 Ankylos 시스템에 대한 연구에서 임플란트 경부 형태가 평행하거나 상부로 갈수록 넓어지는 기존의 디자인들에 비하여 목이 잘록한 디자인에서 상피세포의 하방 증식(down growth)이 적고 결합조직(connective tissue)층이 두꺼워 임플란트를 효과적으로 보호하고 결합조직의 하방에 위치하는 변연골 유지에 도움을 준다고 하였다. 15 Hermann은 변연골의 흡수를 막기 위해서는 임플란트-지대주 경계 부위 미세간극(microgap)의 크기보다 지대주와 임플란트 간의 미세동요(micromovement)를 없애는 것이 더 중요하다고 하였다. 16 즉 임상적으로는 지대주-임플란트 연결 구조가 견고하여 미세동요를 최소화할 수 있는 내측 경사면 연결 구조가 가장 유리하다고 볼 수 있다. Gardner는 심미 임플란트 관점에서 platform switching이 유리하다고 하였다. 17 Platform switching은 Tenenbaum이 언급한 narrow neck design과 유사한 개념으로 임플란트-변연골 경계로부터 임플란트-지대주 경계를 멀리 떨어뜨려 미세누출(microleakage)의 영향을 줄이고 수평적 생리적 폭경(horizontal biologic width)을 얻음으로써 결합조직층의 두께를 증가시켜 임플란트를 감싸 보호해주는 효과를 얻고자하는 개념이다. 18 최근에는 Hermann이 변연골 유지를 위해서 임플란트 상부 shoulder부위의 표면처리와 platform switching, 가는 나사산(fine thread) 등의 디자인 요소가 필요하다고 하였다. 19

이러한 이론적 배경 하에 변연골 흡수를 최소화하기 위하여 본 연구에서 사용한 임플란트는 기본적으로 목이 잘록한 형태, 내측 경사면 연결구조, 미세나사산, 거친 표면, 충분한 외측벽 두께 등의 설계 요소가 모두 포함되도록 하였다. 실험에 사용된 임플란트 군 모두 편측 7도의 경사도를 갖는 내측 경사면 연결구조로 미세간극과 미세동요를 최소화한다. 임플란트 상부 외형의 직경은 4.3mm이며 지대주 연결부위 직경은 3.0mm로 1.3mm의 직경 차이가 있어 편측당 0.65mm의 수평적 생물학적 폭경을 얻을 수 있는 platform switching 디자인이다. 더불어 가장 얇은 외측벽의 두께가 0.65mm로 충분하여 Hansson이 제시한 대로 응력분산에 있어서 유리한 장점을 갖는다. 모든 군에서 골과 접촉하는 임플란트 표면에 평균거칠

기(Ra; Roughness average) 약 1.4 정도의 거친 표면 처리를 하였다. I군과 Sh군에는 400 μ m 간격의 수평 방향의 삼각 단면 미세나사산을 부여하고 Sc군에는 300 μ m 간격의 폐곡선 형태의 원형 단면 미세나사산을 부여하여 변연골 흡수를 막는 유지 요소(retention element)로 작용하도록 하였다.

실험용 임플란트를 설계함에 있어서 몇 가지 아쉬운 점들이 있었다. 우선 실험 계획상 모든 군에 동일한 간격, 동일한 단면 형태의 미세나사산을 부여하여야만 다른 영향 인자에 대한 효과를 제거할 수 있는데 그렇게 하지 못하였다. 스켈롭 외형을 따라 폐곡선 형태의 미세나사산을 부여하는 제조 공정상 다른 군과 동일한 삼각 단면의 미세나사산을 부여하는 것이 불가능하였기 때문이다. 둘째로 스켈롭 형태에 따른 임플란트 shoulder 부위 높이 차이를 Nobelperfect[®] 시스템의 2mm와 달리 1mm로 하였는데, 이는 Inplant[®] 시스템이 가지고 있던 내측 경사면 연결구조 내의 mountless adaptor 음형 구조를 변형시키지 않고 그대로 유지하기 위한 결과이다. 만약 2mm로 내리면 내부 음형 구조가 노출되어 커다란 간극이 발생되기 때문이다.

기존의 스켈롭 임플란트인 Nobelperfect[®] 시스템은 변연골 흡수 최소화를 위한 조건들을 갖추지 못하였다. 우선 상부로 갈수록 점진적으로 직경이 증가하는 형태로 보철물의 emergence profile을 얻기에는 용이하지만, 임플란트 주위 결합조직층의 양이 부족하기 때문에 치은퇴축의 위험성이 크고 외부의 자극에 대한 방어력이 약하다. 또한 내측 연결구조이긴 하나 췌기모양으로 내부 경사면에 끼어 들어가는 구조가 아닌, 무저항의 단순 내측 결합 구조이기 때문에 결합력이 약하고 주위 변연골에 대한 응력 분산 효과가 떨어진다.²⁰ Nobelperfect[®] 디자인은 임플란트 상부에 필수적인 유지 요소도 약하다. 미시적인 관점에서 TiUnite 표면의 거친 표면이 있긴 하나 거시적인 관점에서 필요한 미세나사산이 없기 때문이다. 즉 상부 변연골에 대한 유지력이 약하고 응력 분산 효과가 적어 과도한 골흡수를 야기할 수 있다.²¹ 이러한 이유로 최근 Nobelbiocare사에서는 골흡수량을 감소시키기 위해 스켈롭 부위에 부분적으로 삼각형 형태로 배열된 미세나사산을 부여한 새로운 제품을 출시하고 있다.²²

본 연구 결과를 보면 수술 후 9개월이 경과한 시점에서의 변연골 흡수량은 수술

시의 기준 변연골 높이 기준으로 I군은 0.12mm, Sc군은 0.15mm, Sh군은 0.32mm로 I군과 Sc군에 비하여 Sh군의 골흡수량이 유의차 있게 컸으며 I군과 Sc군 간에는 유의차가 없었다. 하지만 골흡수가 컸던 Sh군도 0.32mm 수준으로 통상적으로 사용되고 있는 일반적인 임플란트 시스템의 골흡수량 보고에 비하면 매우 적은 수치이다.²³ 이는 앞서 언급했듯이 모든 임플란트 실험군에 부여한 변연골 흡수를 최소화하는 임플란트 디자인 요소들에 기인하는 것으로 생각된다.

Sh군이 다른 군에 비하여 골흡수량이 컸던 이유는 스키텔 상부 침부에 수평방향으로 미세나사산이 지나가면서 상대적으로 매우 날카롭게 돌출된 형태(Figure 10에서 우측)가 되어 유지 요소(retention element)로서의 기능보다는 도드라진 침부에 응력이 집중되는 결과를 초래한 것으로 생각된다. 동일한 스키텔 형태의 디자인인 Sc군과 비교해보면 미세나사산의 형태 차이도 주요 요인으로 생각된다. 스키텔 부위 미세나사선 주행이 단속적(discontinuous)인 Sh군에 비하여 Sc군은 전체 스키텔 외형을 따라 주행하는 폐곡선 형태로 상부의 응력을 받아 변연골로 전달할 때 좀더 효과적으로 응력수준을 낮추어 분산시키는 효과가 있는 것으로 보인다. 더불어 Sc 군에 형성된 원형 단면의 미세나사산이 Sh군의 삼각 단면의 미세나사산에 비하여 응력집중이 덜 한 것으로 생각된다. 사실 미세나사산의 주행이나 형태에 관한 문헌은 전무한 실정으로 추후 유한요소분석(FEA; finite element analysis) 등의 방법을 통하여 추가적인 연구가 필요하다고 본다. 마지막으로 미세나사산의 간격을 영향 요인으로 꼽을 수 있다. 전 등에 의하면 나사산의 간격이 작을수록 응력 분산효과는 증가한다고 하였다.²⁴ 즉 300 μ m 간격의 Sc군이 400 μ m의 Sh군에 비하여 응력 분산 효과가 우수하기 때문에 Sc 군의 변연골 흡수량이 더 적었다고 생각된다.

수술 시점을 기준으로 할 때 Sc군은 I군과 거의 동일한 수준의 변연골 흡수량을 보였다. Inplant[®] 시스템(I 군)의 경우 이미 1년간의 임상 연구에서 0.18mm의 골흡수량을 나타낸다고 보고된 바 있다.²⁵ 본 연구에서도 I군은 0.12mm의 적은 골흡수를 보였으며 Sc군도 0.15mm로 유사한 수준이었다. Sc군은 스키텔 형태임에도 불구하고 기존의 flat한 상부 형태의 임플란트와 동일한 수준의 임상 결과가 기대되는 대목이다. 즉 Sc군의 디자인 요소를 채택한 스키텔 임플란트는 전치부 스키텔

립 형태의 치조골에서 수술시 식립 깊이 결정이 용이하고 치조골과 조화롭게 임플란트 매식이 가능할 것이며 더불어 수술 후 골흡수가 적어 상부 연조직, 즉 치간유두의 보존에 있어서 매우 유리한 장점을 가질 것이다.

5회의 관찰기간 단위로 골흡수량의 변화를 살펴본 결과 첫 기간(0~2개월)에서의 골흡수량만이 유의성있는 차이를 보였으며, 그 이후 단위 기간 동안에는 골흡수량 변화에 유의차가 없었다. 골흡수의 양상을 분석해보면 첫 2개월 이내에 대부분의 골흡수가 일어났고 술 후 3개월 시점인 보철 장착 이후에는 오히려 변연골의 높이가 약간 상승하였다(Figure 9). 이는 임플란트의 기능 하중 이후 교합력에 대한 생역학적 적응(biomechanical adaptation), 골개조(bone remodeling) 등의 현상으로 골흡수가 발생한다는 일반적인 임상 양상과 배치된다. 26 치근단방사선사진을 분석한 결과 경우에 따라서는 임플란트 표면을 따라 골조직이 떨어져 올라간 형태로 변연골의 양이 증가된 경우도 관찰되었다(Figure 10). 기능 하중 이후 오히려 골조직의 양이 증가하는 현상은 Frost의 mechanostat theory로 설명할 수 있다. 27 골조직에 가해지는 생역학적 자극에 의해 골의 형태가 유지된다는 이론으로 약 1500~4000 $\mu\epsilon$ (microstrain) 정도의 하중(mild overload)이 가해지면 골조직의 양(bone mass)이나 골밀도가 증가하게 된다고 하였다. 하지만 이러한 수학적 수치를 근거로 임상에서 변연골에 가해지는 하중을 조절하는 것은 불가능하다. 다만 임플란트 디자인 요소에 의해 상부에서 전달된 교합력을 적절히 넓은 면적으로 분산시켜 임플란트 주위 변연골에 균일하게 전달시켜줌으로써 적절한 생역학적 자극으로 작용하도록 하여 골흡수를 막고 골밀도를 증가시키도록 하는 것이 요점이다.

본 연구의 계획 단계에서 연조직에 관련된 부분을 고려하지 않아 수치적으로 측정된 자료가 없어 통계적인 분석이 불가능하지만 Figure 7에서 보는 바와 같이 식립된 임플란트 군에 관계없이 대부분의 경우 임플란트 사이 치간유두의 확연한 증식을 관찰할 수 있었다. 보철물 장착시에 보였던 커다란 black triangle을 거의 대부분 채운 모습이다. Tarnow는 사람에서 치아 접촉점 하방 5mm에 치조골이 존재할 경우 대부분 치간 유두의 회복이 이루어진다고 보고한 바 있다. 28 본 실험은 비글견 대상이긴 하지만 변연골 상부에서 보철물 connector부위까지 5mm 이내이기에 치간유두 증식을 기대할 수 있었다. 하지만 임플란트 사이 거리가 3mm

이상으로 멀리 떨어져 있고 실험 과정 중 치간유두의 재생을 위해 치태조절 등의 어떠한 처치도 하지 않은 것으로 볼 때 매우 긍정적인 결과라 하겠다. 이는 스켈롭 임플란트에서 기대하는 우수한 심미 임플란트의 관점에서 볼 때 가장 이상적인 결과이기도 하다. 물론 증식된 치간유두 조직의 정확한 판단을 위해서는 조직 형태학적인 분석이 필요하다 생각되며, 임플란트 사이 간격이나 보철물 제작시의 black triangle 크기 등의 요인들을 잘 조절하여 치간유두 증식에 관한 추가 연구도 의미가 있다고 생각된다.

결론적으로 폐곡선 형태의 미세나사산이 부여된 스켈롭 임플란트는 우수한 임상 결과를 보였던 Implant[®] 시스템과 동일한 수준의 임상 결과를 보이며 이를 근거로 하여 유용한 심미 임플란트 치료 방법의 하나로 제안될 수 있을 것이다.

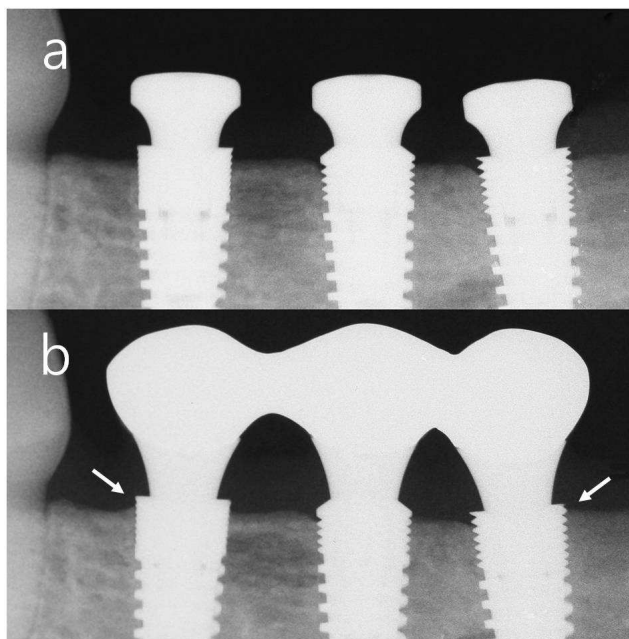


Figure 10. Increase of marginal bone level.

a. 2 months after surgery.

b. 6 months after setting.

V. 결론

심미 임플란트 치료 방법의 하나로 소개된 스킨롤 임플란트는 현재까지 기대 만큼의 결과를 보여주지 못하고 있는데 그 원인이 임플란트의 디자인에 있다고 보고 우수한 임상 결과를 기대할 수 있는 스킨롤 임플란트 디자인이 어떤 것인지 알아보기 위해 비글견에서 실제 임플란트 임상 과정과 동일한 방법으로 본 연구를 수행하였으며 방사선학적으로 비교 분석하였다.

일련의 연구 과정을 통하여 다음과 같은 결론에 도달하였다.

1. 모든 임플란트 군에서 기능 하중 이후 치간유두(interdental papilla)의 증식이 관찰되었다.
2. 스킨롤 외형을 따라 주행하는 폐곡선 형태의 거친 표면의 미세나사산이 부여된 스킨롤 임플란트(Sc군)는 기존의 Inplant[®] 시스템(I군)과 동일한 변연골 흡수량을 보였다.
3. 수평선 형태의 미세나사산이 부여된 스킨롤 임플란트(Sh군)는 폐곡선 형태의 스킨롤 임플란트(Sc군)에 비하여 변연골 흡수량이 많았다.

참고 문헌

1. Zetu L, Wang HL. Management of inter-dental/inter-implant papilla. *J Clin Periodontol.* 2005 Jul;32(7):831-9.
2. Cochran DL. A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J Periodontol.* 1999;70(12):1523-39.
3. Hansson S. Implant-abutment interface: biomechanical study of flat top versus conical. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2000;2(1):33-41.
4. Abrahamsson I, Berglundh T. Tissue characteristics at microthreaded implants: an experimental study in dogs. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2006;8(3):107-13.
5. Becker W, Ochsenbein C, Tibbetts L, Becker BE. Alveolar bone anatomic profiles as measured from dry skulls. Clinical ramifications. *J Clin Periodontol.* 1997;24(10):727-31.
6. Holt RL, Rosenberg MM, Zinser PJ, Ganeles J. A concept for a biologically derived, parabolic implant design. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2002;22(5):473-81.
7. Wöhrle PS. Nobel Perfect esthetic scalloped implant: rationale for a new design. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003;5 Suppl 1:64-73.
8. Nowzari H, Chee W, Yi K, Pak M, Chung WH, Rich S. Scalloped dental

- implants: a retrospective analysis of radiographic and clinical outcomes of 17 NobelPerfect implants in 6 patients. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2006;8(1):1-10.
9. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Branemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:347-59.
10. Jovanovic SA. Esthetic therapy with standard and scalloped implant designs: the five biologic elements for success. *J Calif Dent Assoc.* 2005 Nov;33(11):873-80.
11. Norton MR. Assessment of cold welding properties of the internal conical interface of two commercially available implant systems. *J Prosthet Dent.* 1999 Feb;81(2):159-66.
12. 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 Apr;9(2):91-9.
13. Hansson S. The implant neck: smooth or provided with retention elements. A biomechanical approach. *Clin Oral Implants Res.* 1999;10(5):394-405.
14. Hansson S. A conical implant-abutment interface at the level of the marginal bone improves the distribution of stresses in the supporting bone. An axisymmetric finite element analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2003;14(3):286-93.

15. Tenenbaum H, Schaaf JF, Cuisinier FJ. Histological analysis of the Ankylos peri-implant soft tissues in a dog model. *Implant Dent.* 2003;12(3):259-65.
16. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol.* 2001 Oct;72(10):1372-83.
17. Gardner DM. Platform switching as a means to achieving implant esthetics. *N Y State Dent J.* 2005 Apr;71(3):34-7. Review.
18. Kinsel RP, Lamb RE. Tissue-directed placement of dental implants in the esthetic zone for long-term biologic synergy: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005 Nov-Dec;20(6):913-22.
19. Hermann F, Lerner H, Palti A. Factors influencing the preservation of the periimplant marginal bone. *Implant Dent.* 2007 Jun;16(2):165-75.
20. Norton MR. An in vitro evaluation of the strength of an internal conical interface compared to a butt joint interface in implant design. *Clin Oral Implants Res.* 1997 Aug;8(4):290-8.
21. Ostman PO, Hellman M, Albrektsson T, Sennerby L. Direct loading of Nobel Direct and Nobel Perfect one-piece implants: a 1-year prospective clinical and radiographic study. *Clin Oral Implants Res.* 2007 Aug;18(4):409-18. Epub 2007 May 14.

22. Hanao G. The Tapered Groovy implant optimizes implant success in suboptimal clinical conditions. *Dent Implantol Update*, 2006;17:1-4.
23. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Levin L. Evaluation of long-term implant success. *J Periodontol*. 2005 Oct;76(10):1623-8. Review.
24. Chun HJ, Cheong SY, Han JH, Heo SJ, Chung JP, Rhyu IC, Choi YC, Baik HK, Ku Y, Kim MH. Evaluation of design parameters of osseointegrated dental implants using finite element analysis. *J Oral Rehabil*. 2002 Jun;29(6):565-74.
25. Shin YK, Han CH, Heo SJ, Kim S, Chun HJ. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Sep-Oct;21(5):789-94.
26. Kitamura E, Stegaroiu R, Nomura S, Miyakawa O. Biomechanical aspects of marginal bone resorption around osseointegrated implants: considerations based on a three-dimensional finite element analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2004 Aug;15(4):401-12.
27. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod*. 1994;64(3):175-88. Review.
28. 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 Dec;63(12):995-6.

Abstract

Influence on marginal bone resorption resulted from suprastructure of dental implant

Joo Hyun Kwon, DDS

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by professor Chong Hyun Han, DDS, MSD, PhD)

Background: The scalloped dental implant is intended to maintain interdental bone height and papilla during functional loading. According to recent studies, however, bone loss around the scalloped implants was greater than that of traditional implant. So it is necessary to modify the design of the scalloped implant.

Purpose: The aim of this study was to evaluate which scalloped implant design maintains interproximal bone and the overlying soft tissue compared with clinically-proven Inplant[®] system which have marginal bone resorption of 0.18mm in one year after functional loading.

Materials and Methods: All the implants have internal conical interface, rough surface, diameter of 4.3mm, length of 10.0mm and divided into three groups. I group was 400 μ m pitched, triangle-sectional microthreaded flat top implant. Sh group was scalloped implant and had the same microthread with I group. Sc group was scalloped implant and had 300 μ m pitched, circle-sectional, closed curved microthread. Six implants per experimental group placed in three Beagle dogs with one-staged protocol. After two months two-pieced abutments

were connected and final impression was taken. The three-unit bridge was fabricated with 1mm clearance and was cemented with self curing resin cement. Total five periapical view was taken during the procedures. The periapical views was converted the digital image files and marginal bone resorption was measured with image tool.

Results: Clinically the growth of firm and keratinized interdental papilla was shown in all the cases. After nine months marginal bone level change was I group of 0.12mm, Sc group of 0.15mm, Sh group 0.32mm. Sh group were significantly higher than I and Sc group($p=0.00$). Sc group had no significant difference with I group($p=0.66$). The marginal bone resorption in first experimental period(0-2months) were significantly higher than other periods($p<0.05$).

Conclusion: The growth of interdental papilla after functional loading is expected in all the implants. The closed curved microthreaded scalloped implant(Sc group) is more advantageous design in esthetic implant therapy.

Key words: scalloped implant, implant design, microthread, marginal bone resorption, interdental papilla