

기능적 부하 후 임플란트 주변의 골 흡수에 대한 방사선학적 연구

최수진 · 지영덕 · 고세욱

원광대학교 산본치과병원 구강악안면외과학교실

Abstract (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2009;35:240-247)

STUDY ON RADIOGRAPHIC EVALUATION OF MARGINAL BONE LOSS AROUND OSSEOINTEGRATED IMPLANT AFTER FUNCTIONAL LOADING

Su-Jin Choi, Young-Deok Chee, Se-Wook Koh

Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, Sanbon Dental Hospital, Wonkwang University

Purpose: The purpose of this study was to evaluate marginal bone loss to the bone crest functionally loaded for up to eighteen months and also with regard to other variables of interest.

Material and Methods: 135 endosseous implants(GS II, Osstem, South Korea) were placed in 35 patients. The design of GS II implant is straight with the microthread. Radiographic examinations were conducted at baseline (implant loading) and 3, 6, 9, 12 and 18 months after loading. Marginal bone level measurement was made from the reference point to the lowest observed point of contact of the marginal bone with the fixture. The reference point of the fixture was the border between the blasted surface and machined surface of the fixture.

Results: Implants were on function for a mean 12.7 months(range, 3~18 months). For the 56 maxillary and 79 mandibular implants, mean marginal bone loss was 0.68 mm and 0.70 mm. Implants placed maxillary posterior area displayed more crestal bone loss than the other position. The difference between mesial and distal bone levels was statistically significant ($p<0.05$) with respective means of 0.51 mm and 0.62 mm. Also, The difference between bone graft group and no-bone graft group was statistically significant($p<0.05$) with respective means of 0.38 mm and 0.66 mm.

But no statistically significant influence of sex, type of surgery(one or two stage surgery), the implant length was observed($p>0.05$).

Conclusion: This study indicates the amount of marginal bone loss around implant has maintained a relative stable during follow-up periods.

Key words: marginal bone loss, implant design, microthread

(원고접수일 2009.6.22. / 1차수정일 2009.6.29. / 2차수정일 2009.7.10. / 게재확정일 2009.7.20.)

I. 서 론

골유착성 임플란트는 완전 무치악에서 사용된 이래 부분 무치악까지 많은 부위에서 상실치아를 수복하는 방법으로 많이 이용되고 있다. 임플란트는 식립 후 골 계면과의 골유착이 견고하게 이루어져야 적절한 기능이 가능해진다. 기능적 부하가 가해지게 되면 대부분의 임플란트 주변의 변연골에서는 흡수가 발생하게 되며 이러한 골 소실은 임플란트의 경부에서 치근단 부위를 향해 점진적으로 발생하게 된다. 적절한 임플란트 변연골의 유지는 임플란트의 기능을 지속시키며 특히 상악 전치부와 같은 부위에서는 심미성을 유지시키기 위해서도 중요하게 여겨지고 있다.

1986년 Albrechtsson¹⁾ 등은 임플란트 변연골의 첫 해 흡수량은 1~1.5 mm 이하이고 그 후 매년 0.2 mm 이하를 성공의 한 기준으로 제시하였으며 Adell²⁾ 은 지대치 연결 후 첫 해 동안 1.2 mm의 변연골의 흡수가 진행되며 그 후 연간 0.1 mm의 변연골 소실이 발생한다고 하였고 이러한 초기 변연골의 변화는 교합력이 가해지면서 임플란트 주위의 골의 적응과정에서 발생하는 것이라고 발표하였다.

이렇게 골유착성 임플란트의 식립 후 발생하는 변연골의 흡수는 공통적인 현상이지만 이런 골흡수를 줄이기 위하여 임플란트 표면처리의 변화, 치관부의 유지요소 부여의 변화 등 많은 노력들이 시도되어 왔다³⁾.

1990년대 초반까지 대부분의 골내형 임플란트의 경부는 Brånemark 시스템에서 기인하여 매끈한 기계 절삭면을 가지고 있었으며 이는 구강내로 노출시 플라그 축적을 방지하기 위하여 디자인되었다⁴⁾. 많은 연구에서 매끈한 표면 처리의 임플란트의 1년간의 부하시 첫 번째 나사까지 치조골이 흡수된다고 보고되었으며⁵⁾ Quirynen⁶⁾ 등은 기계절삭면을 지니고 conical neck으로 디자인 이된 Brånemark을 식

고 세 욱

435-040 경기도 군포시 산본동 1142번지
원광대학교 산본치과병원 구강악안면외과

Se-Wook Koh

Dept. of OMFS, Wonkwang university, SanbonDental Hospital
1142 Sanbondong, Gunposi, Gyeonggi-do, 435-040, Korea
Tel: 82-31-390-2565
E-mail: balrar@hanmail.net

립 후 변연골의 흡수량을 측정하여 첫 해 3.6 mm의 골소실량을 보고하였고 많은 유한요소분석에서 임플란트의 매끈한 표면의 치경부 주위로 응력이 집중되는 것이 보고되었으며 이러한 연구를 토대로 이런 임플란트는 더 이상 사용되지 않고 있다.

반면 티타늄 플라즈마 스프레이 코팅과 같은 거친 표면 처리로 인하여 골과 임플란트의 접촉면적을 넓혀 주어 응력을 분산시킬 수 있음이 보고되었고 또한 임플란트와 지대주 사이에 Brånemark의 직각결합 (butt joint)보다는 원추형태의 내부연결 (conical interface)의 디자인에서 변연골의 흡수를 감소시킬 수 있음이 발표되었다⁷⁾.

1992년 Astra Tech의 임플란트가 소개되었고 그 후 임상적인 결과가 발표되기 시작하였는데 이 임플란트의 특징은 치경부의 미세나사 (microthread)의 디자인과 출현윤곽 (emergence profile)을 향상시킬 수 있도록 conical collar가 임플란트와 지대주의 연결디자인으로 만들어진 것으로 1년 동안의 골 흡수량이 0.05~0.6 mm로 아주 적은 양의 골 흡수가 진행됨을 보여주었다⁸⁾. 또한 Shin 등⁹⁾은 미세나사선의 유무에 따른 골소실량을 비교하여 치관부의 미세나사선이 골수준을 안정적으로 유지시켜 줌을 보고하였다.

이에 본 연구에서는 2005년 5월부터 2007년 8월까지 본원에서 임플란트를 식립한 환자를 대상으로 기능적 부하가 가해지고 난 후 3개월 간격으로 임플란트 주위의 변연골 소실량을 측정하였다. 임플란트 식립 후 환자 성별, 임플란트 식립 위치, 임플란트의 길이와 직경 그리고 수술방법 및 골이식여부에 따른 변연골 소실량의 차이를 알아보고자 하였으며 향후 임플란트 환자의 치료시 최소한의 변연골 소실량을 얻기 위한 지표를 만들고자 함에 목적을 두었다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상 및 재료

2005년 5월부터 2007년 8월까지 원광대학교 구강악안면외과에서 무치악부위에 GS II (Osstem, South Korea) 임플란트를 식립한 35명의 환자를 대상으로 하였다. 전신병력 검사에서 절대적 금기증인 조절되지 않는 당뇨병, 방사선 치료, 심장질환, 지혈문제, 혈액질환 등을 가지지 않는 환자를 대상으로 하였으며 이 연구에 참가한 35명의 환자는 남자 19명, 여자 16명이며 30세부터 75세까지 분포하며 평균 연령은 53세였다. 총 135개의 GS II 임플란트가 식립되었고 식립 후 임플란트 주위염이나 동요도가 없이 구강내에서 유지되고 있는 임플란트를 대상으로 변연골 흡수량을 측정하였다. 추적 관찰기간은 부하 후 3개월에서 18개월까지 시행되었다.

본 연구에서 사용된 GS II 임플란트는 이중나사 구조의 원추형 내측 연결 임플란트로써 11°의 내부경사로 이루어

져 있으며 매식체의 치관부 상방부위에 3.5 mm의 미세나사선이 있는 직선형태를 특징으로 하고 있다. 표면처리는 두 가지로 양극산화법을 이용한 표면처리와 수산화인회석의 분사처리로 이루어져 있다.

2. 연구방법

가. 임플란트 식립 및 보철 장착

임플란트 매식체를 치조골수준에서 제조회사의 지시에 따라 식립하였으며 총 135개의 임플란트로 상악 56개, 하악 79개가 식립되었다.

수술방법은 수술 부위, 치아 발거의 원인, 골이식의 여부 등을 기준으로 1회법 혹은 2회법으로 결정하였다. 1회법 수술에 의한 경우 수술시 치유 지대주 (healing abutment)를 연결하고 상악 6개월, 하악 3개월 후 보철물이 장착되었으며 이 경우 식립 날짜를 부하가 가해지는 시점으로 정하였다. 그리고 2회법 수술에 의한 경우 골이식여부를 고려하여 임플란트 식립 후 상악 6-7개월, 하악 3-4개월이 경과하여 치유 지대주를 연결하였으며 2주간의 연조직 치유기간을 거친 뒤 보철 지대주를 연결하고 임시 보철물을 2주간 장착하여 점진적인 부하를 가한 후 보철물을 장착하였으며 이 때 부하 시점은 2차 수술을 시행한 날짜로 하였다. 임플란트와 대합되는 치아는 자연치, 고정성 보철치료 및 임플란트 보철물로 치료를 받은 환자로 과도한 측방교합압이 전달되지 않도록 교합조정을 시행하였고 다수치아 결손준례에서는 임플란트의 연결고정식의 보철물 수복방법을 선택하였다.

임플란트 식립 후 골의 열개 및 천공으로 인하여 매식체의 나사 노출시 자가골 혹은 동종골의 골이식이 시행되었으며 경우에 따라 상방에 차단막을 적용하였다. 상악동의 합기화 및 심한 치조골 흡수로 인해 잔존골이 부족한 경우에는 측방접근을 통한 상악골 거상술을 동반한 골이식술이 시행되었다.

나. 방사선학적 검사

임플란트 식립시 방사선 사진을 촬영한 후 부하가 가해지는 시점으로부터 각각 3개월 간격으로 3개월, 6개월, 9개월, 12개월, 18개월에 방사선 촬영을 시행하였다.

방사선사진은 구외촬영기인 Orthopantomograph® OP100 (Instrumentarium Corp., Imaging Division, Tuusula, Finland)로 파노라마를 촬영하여 영상정보를 얻었으며 왜곡이 심하게 나타나는 영상의 경우 추가적인 치근단 방사선 사진을 촬영하였다.

다. 컴퓨터 프로그램을 이용한 측정

각 임플란트 매식체의 치관부의 표면처리 기시부위를 기준점으로 하고 변연골의 높이는 임플란트-변연골 경계부의 흡수된 변연골 양상 중 최하방 기저부로 정하여 그 거리

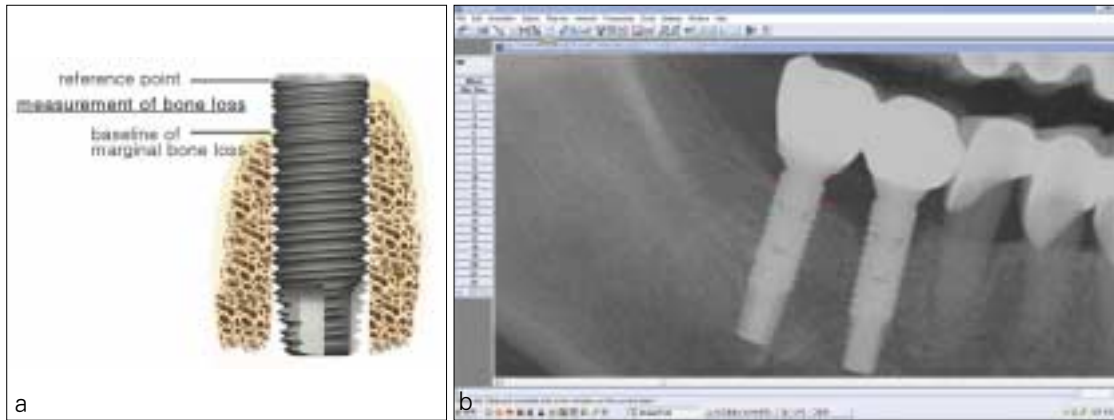


Fig. 1. Measurement of marginal bone loss.

a: Illustration of the reference point used for the radiographic readings & baseline of marginal bone loss.
 b: Digital processing of a radiographic image using UTHSTSA image Tool Software (For windows version 3.0, The university of Texas Health Science Center in San Antonio).

를 UTHSCSA Image Tool (For windows version 3.0, The university of Texas Health Science Center in San Antonio)을 이용하여 측정하였다.

방사선사진의 확대율을 수정하기 위하여 실제 임플란트 매식체의 길이를 입력하여 사진상의 길이를 보정하는 작업을 시행한 후 임플란트 매식체의 근원심에서 각각 골높이를 측정 후 그 평균값을 골소실 양으로 이용하였다(Fig. 1).

라. 통계학적 분석

모든 통계는 통계프로그램 SPSS version 12.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA)을 사용하여 분석하였다. 측정시기마다 얻어진 골소실량의 평균 및 표준편차를 구하였으며 환자의 성별, 임플란트 식립 위치, 임플란트 직경 및 길이, 수술방법과 임플란트 식립시 골이식여부에 따른 골소실량의 유의차가 있는지를 분석하기 위하여 Paired t-test와 One-way ANOVA test를 실시하였다. 분석결과 얻어진 확률값이 0.05이하일 경우 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

Table 1. Marginal bone loss with follow-up at 18 months

Period (month)	Bone Loss (mm)
Baseline	0.21 ± 0.32
3	0.33 ± 0.41
6	0.46 ± 0.66
9	0.48 ± 0.49
12	0.62 ± 0.71
18	0.57 ± 0.49

Mean value in millimeter ± standard deviation

Ⅲ. 연구결과

임플란트 식립 후 부하가 가해진 후 3개월부터 18개월까지 3개월 간격으로 정기적인 내원을 시행하여 평균 12.7개월의 추적 관찰기간이 이루어졌다. 임플란트 식립시부터 부하시점까지의 변연골의 흡수량은 평균 0.21 ± 0.32 mm 였으며 전체적으로 초기 6개월 동안 부하 후 평균 0.46 ± 0.66 mm로 많은 골흡수를 나타낸 후 그 이후는 적은 골흡수를 보여주었고 18개월째에는 평균 0.57 ± 0.49 mm의 안정된 모습을 보여주었다.

대부분 임플란트는 상악 구치부와 하악 구치부에 식립되었으며 임플란트 직경 4.0 mm, 길이 11.5 mm이 가장 많이 사용되었다. 임플란트 식립 방법은 대부분 2회법 수술로 이루어졌으며 식립 후 부하까지의 시간은 평균 상악 5.7개월, 하악 4.3개월이었다(Table 1, Fig. 2).

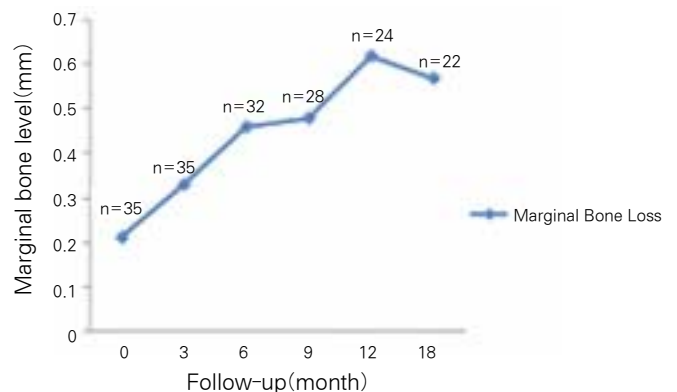


Fig. 2. Marginal bone loss with follow-up at 18 months.

Table 2. Marginal Bone Loss According to Position

Month		Baseline	3	6	9	12	18
Position							
Ant. Teeth	Max	0.03±0.12	0.06±0.16*	0.12±0.20	0.10±0.20*	0.25±0.33*	0.26±0.35*
	Mand	0.14±0.21	0.22±0.26*	0.42±0.32	0.40±0.26*	0.38±0.28*	0.37±0.25*
Post. Teeth	Max	0.24±0.33	0.50±0.49*	0.59±0.53	0.77±0.54*	1.01±1.03*	0.85±0.55*
	Mand	0.23±0.35	0.30±0.38*	0.43±0.77	0.42±0.45*	0.51±0.46*	0.41±0.45*

Mean value in millimeter ± standard deviation, * P<0.05

Table 3. Marginal Bone Loss According to Mesio-Distal Location

Location		Mesial	Distal
Period(month)			
Baseline		0.15±0.32*	0.26±0.44*
3		0.29±0.45*	0.37±0.49*
6		0.45±1.05	0.45±0.51
9		0.43±0.50*	0.52±0.55*
12		0.50±0.48*	0.63±0.60*
18		0.51±0.51*	0.62±0.54*

Mean value in millimeter ± standard deviation, * P<0.05

1. 환자 성별에 따른 변연골 소실량

모든 임플란트에 대한 기능적 부하 후 18개월에 변연골 소실량의 평균은 남자 0.63 ± 0.46 mm (n=19), 여자 0.62 ± 0.92 mm (n=16)를 보였으나 통계적 유의차를 보이지 않았다.

2. 임플란트 식립 위치 및 분포에 따른 변연골 소실량

총 135개의 임플란트가 식립되었으며 상악 전치부 14개 (10.3%), 상악 구치부 42개 (31.1%), 하악 전치부 9개 (7.4%), 하악 구치부 68개 (51.1%)로 하악 구치부에 가장 많이 식립되었다. 각 부위별로 변연골 흡수량을 살펴보면 기능 부하 18개월 후 평균 전치부에서 상악 0.26 mm, 하악 0.37 mm, 구치부에서는 상악 0.85 mm, 하악 0.29 mm로 나타났다. 상악 구치부에서 가장 많은 골 흡수를 보였으며 하악 구치부, 하악 전치부, 상악 전치부 순으로 골흡수량이 적게 나타났으며 이는 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였다 (Table 2).

또한 임플란트 근원심부위에 따른 차이를 보면 원심부 골소실량은 0.62 mm로 근심부 골소실량 0.51 mm보다 더 많은 골 흡수가 관찰되며 통계적으로 유의성 있는 차이를 보여주었다 (Table 3).

3. 임플란트 직경 및 길이에 따른 변연골 소실량

직경에 따른 분포를 보면 3.5 mm 51개(37.7%), 4.0 mm 56

개(41.4%), 4.5 mm 27개(20%), 5.0 mm 3개(2.2%)로 4.0 mm 직경의 임플란트가 가장 많이 식립되었다. 그리고 길이에 따른 분포를 보면 7mm 2개(1.4%), 8.5 mm 5개(3.7%), 10 mm 13개(9.6%), 11.5 mm 57개(42.2%), 13 mm 49개(36.2%), 15 mm 8개(5.9%)로 11.5 mm가 가장 많이 식립되었다. 변연골 소실량을 살펴보면 기능부하 18개월 후 4.0 mm 직경의 임플란트에서 0.77 mm로 가장 많은 골 흡수량을 보였으며 이는 통계적으로 유의성을 나타내었다. 하지만 임플란트 길이에 따른 골소실량의 차이에 대한 통계적 유의성은 관찰되지 않았다 (Table 4, 5).

4. 임플란트 수술방법에 따른 변연골 흡수량의 차이

가. 1회법과 2회법의 수술방법에 따른 변연골 흡수량

임플란트 식립 방법에 따라 1회법 수술 (one stage type)과 2회법 수술 (two stage type)로 분류하였으며 각각 26개 (19.2%), 109개 (80.7%)가 식립되었다. 2회법 수술시 임플란트 식립 수술 (1차 수술) 과 2차 수술간의 간격은 평균 상악 5.7개월, 하악 4.3개월이었다. 18개월 후 평균 골흡수량은 1회법 수술시 0.59 mm, 2회법 수술시 0.55 mm로 1회법 수술방법이 약간 더 많은 골 흡수량이 관찰되었으나 통계적 유의성은 보이지 않았다 (Table 6).

나. 임플란트 식립시 골이식 여부에 따른 변연골 흡수량

임플란트 매식체의 식립 후 골의 폭경 및 높이의 부족으로 매식체가 노출될 경우 골이식을 시행하였으며 이에 골이식 여부에 따른 변연골 소실량을 측정하여 그 상관성을 살펴보고 골이식을 시행한 경우 골재생유도술을 시행한 부위는 다시 세분하여 분류하였다.

골이식을 시행한 경우 1차 수술과 2차 수술사이의 간격은 상악 5.8개월, 하악 4.6개월이었으며 골이식을 시행하지 않은 경우는 상악 5.2개월, 하악 4개월로 하악이 상악보다 짧게 나타났다. 골이식여부에 따른 골흡수량의 차이를 살펴보면 18개월 후 골이식을 시행하지 않은 그룹에서 평균 0.66 mm, 골이식을 시행한 그룹 0.38 mm로 더 많은 골흡수를 관찰할 수 있었으며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 하지만 골이식 시행시 차단막의 사용여부에 따른 골소실량의 분석에서는 그 차이가 통계적으로 유의하지 않음이 나타났다 (Table 7, 8).

Table 4. Marginal Bone Loss According to Dimension of Implant

Diameter(mm)		3.5(n=51)	4.0(n=56)	4.5(n=27)	5.0(n=3)
Period(month)	Baseline	0.14±0.21	0.27±0.38	0.21±0.34	0.13±0.23
	3	0.22±0.30	0.43±0.48	0.32±0.42	0.24±0.23
	6	0.34±0.33	0.62±0.91	0.35±0.42	0.33±0.20
	9	0.34±0.33*	0.67±0.58*	0.41±0.47*	0.35±0.21*
	12	0.42±0.38*	0.76±0.55*	0.56±0.47*	
	18	0.44±0.38*	0.77±0.54*	0.44±0.57*	

Mean value in millimeter ± standard deviation, * P<0.05

Table 5. Marginal Bone Loss According to Length of Implant

Length(mm)		8.5(n=5)	10(n=13)	11.5(n=57)	13(n=49)	15(n=8)
Period(month)	Baseline	0.18±0.29	0.30±0.37	0.21±0.34	0.22±0.31	0.01±0.04
	3	0.34±0.35	0.26±0.27	0.31±0.37	0.41±0.51	0.17±0.26
	6	0.34±0.35	0.33±0.31	0.39±0.41	0.60±0.96	0.47±0.34
	9	0.29±0.23	0.31±0.31	0.46±0.46	0.58±0.58	0.53±0.38
	12	0.60*	0.35±0.31*	0.47±0.44*	0.80±0.55*	0.61±0.29*
	18	0.59	0.32±0.28	0.52±0.46	0.81±0.62	0.67±0.32

Mean value in millimeter ± standard deviation, * P<0.05

Table 6. Marginal Bone Loss According to Type of Surgery

Type		One-Stage	Two-Stage
Period(month)	Baseline	0.47±0.41*	0.14±0.26*
	3	0.52±0.38*	0.29±0.41*
	6	0.55±0.40	0.43±0.71
	9	0.60±0.42	0.44±0.50
	12	0.57±0.43	0.65±0.81
	18	0.59±0.41	0.55±0.53

Mean value in millimeter ± standard deviation, * P<0.05

Table 7. Marginal Bone Loss According to Bone Grafting

Bone grafting		No-bone graft	Bone-Graft
Period (month)	Baseline	0.29±0.35*	0.08±0.21*
	3	0.42±0.43*	0.21±0.35*
	6	0.54±0.76	0.32±0.40
	9	0.60±0.51*	0.29±0.37*
	12	0.65±0.48	0.57±1.05
	18	0.66±0.49*	0.38±0.43*

Mean value in millimeter ± standard deviation, * P<0.05

Table 8. Marginal Bone Loss According to GBR used

Bone grafting		Bone graft only	GBR used
Period (month)	Baseline	0.14±0.27	0.05±0.17
	3	0.30±0.40	0.16±0.32
	6	0.42±0.43	0.28±0.39
	9	0.43±0.43	0.22±0.32
	12	0.88±1.52	0.36±0.51
	18	0.48±0.41	0.33±0.44

GBR: Guided Bone Regeneration

Mean value in millimeter ± standard deviation

IV. 총괄 및 고찰

임플란트 사용이 보편화되면서 다양한 방법으로 그 성공의 기준이 제시되었다. Albrektsson¹⁾은 성공의 기준으로 동요도 및 동통과 감염등의 증상이 없으며 방사선상에서 임플란트 주위로의 투과상이 없고 5년 성공률이 85% 이상, 10년 성공률이 80% 이상일 것을 제시하였으며 첫 해 이후 매년 0.2 mm이하의 변연골의 흡수를 한 성공기준으로 주장하였다. 대부분의 많은 보고에서 첫 해동안 1.0 mm 정도의 수직적 골흡수가 발생하며 그 후 매년 0.1 mm의 골흡수가 진행되는 것으로 보고되고 있다¹⁰⁾.

지금까지 임플란트 치조골 소실에 관하여 많은 연구가 보고되었고 치조골 소실에 영향을 줄 수 있는 식립위치, 수술방법, 치주지수, 교합면의 재료, 환자의 기능이상등과 같은 여러 요소에 대하여도 보고된 바 있다. 이에 본 연구에

서도 초기 18개월 동안의 골소실을 기간별로 세분하여 관찰하여 환자의 식립위치, 골이식여부등에 따른 변연골 소실량의 차이를 알아보려고 하였다.

Brånemark 임플란트의 변연골 흡수량의 변화를 관찰하기 위해 Hollender & Rockler¹¹⁾는 평행촬영법에 의해 치근단 촬영을 실시하였으며 정확한 기준점을 잡기 위해 임플란트 측에 수직촬영이 이루어져야 한다고 하였다. 또한 Cox & Pharoah¹²⁾는 임플란트의 상부구조를 제거 후 교합면 스크류를 이용해 필름 홀더를 장착하는 시도를 하였으나 이렇게 정확한 치근단 촬영은 임상적으로 어느 정도의 제한점을 나타내었다. Molander¹³⁾는 구내방사선 사진과 파노라마 사진으로부터 변연골을 측정 한 결과 그 결과는 동일하였으며 따라서 파노라마 사진으로만으로도 변연골 측정이 가능하다고 하였으며 단 파노라마사진의 상의 질이 충분치 않을 경우 추가적인 치근단 사진을 촬영할 것을 추천하였다. 본 연구에서도 기본적으로 파노라마사진을 이용하여 변연골 흡수량을 측정하였지만 하악전치부와 같이 왜곡이 심한 부위는 치근단 사진을 촬영하여 부분적으로 이용하였다.

임플란트에 부하가 가해지고 난 후 초기에 골 흡수가 가장 많이 발생하는 것에 대하여 명확히 밝혀져 있지는 않으나 그 원인으로 수술로 인한 외상, 과부하의 교합력, 임플란트 주위염, 미세간극(microgap)의 존재, 생물학적 폭경의 재형성, 임플란트의 crestal module 등으로 다양하게 주장되고 있다¹⁴⁾.

수술로 인한 외상은 대부분의 초기 임플란트의 실패 요인으로 여겨지고 있는데 수술시 발생하는 과도한 열과 골막의 거상, 그리고 치조정부위에 가해지는 과도한 압력이 치유기간 동안 골 소실을 일으키는 원인으로 거론되고 있다^{15,16)}. 본 연구의 3개월 간격 치조골 흡수량 측정 결과에서 초기 3개월에 가장 많은 골 소실량이 나타났으며 지대치 연결시의 수술 손상 또한 초기 골 흡수에 영향을 준 것으로 사료된다.

Hermann¹⁷⁾에 의한 연구는 치조정 골 소실은 전형적으로 임플란트와 지대주 사이의 결합부위 (implant-abutment junction, IAJ)에서 하방으로 약 2 mm 정도 진행되는 것을 입증하였다. 이렇게 IAJ로부터 인접한 치조골의 흡수를 촉발하는 인자에 대한 다양한 연구가 시행되었고 다양한 가설들을 주장하였다.

Ericsson¹⁸⁾등은 IAJ에 인접하는 폭 1-1.5 mm 부위와 연관된 염증세포대의 침윤으로 인한 것이라고 보고하였고 Berglundh와 Lindhe¹⁹⁾는 임플란트 주변에 점막 장벽을 형성하기 위해 임플란트 주변으로 약 3 mm 정도의 점막이 있어야 하며 부족할 경우 치조정 골을 구강환경으로부터 보호하기 위해 생물학적인 차단이 형성될 수 있도록 공간이 만들어지는 것이라고 주장하였다. Siegele²⁰⁾등은 임플란트 표면 주위와의 골조직과 직접적인 결합이 이루어지고 있을 때 피질골과 해면골 사이의 물리학적 특성의 차이로 인

하여 치밀골에 응력이 집중됨에 따라 골흡수가 관찰되는 것이라고 하였다.

변연골의 흡수에 저항할 수 있는 골과 임플란트 사이의 표면구조 및 임플란트의 디자인에 대하여 다양하게 보고되고 있다

Guo²¹⁾는 골의 기계적인 특성을 연구하였는데 골은 압축 응력에 대하여 가장 저항성이 높으며 인장응력에 대하여는 저항성이 30% 정도로 감소하며 전단응력에 대해서는 65% 정도 감소함을 보고하였다.

또한 변연골 소실을 최소화하기 위해서는 치조골에서 전단응력을 감소시킬 수 있는 crestal module 디자인이 중요하다고 하였다. Oh¹⁴⁾에 따르면 crestal module의 특징이 변연골 흡수에 영향을 줄 수 있으며 첫 번째 나사(thread)의 역할은 임플란트와 치조골 사이에서 전단응력을 골에서 가장 잘 저항할 수 있는 압축응력으로 변환시키는 것이라고 하였다.

Hansson²²⁾은 치경부의 미세나사와 거친 표면과 같은 골 유지요소가 변연골의 흡수를 줄일 수 있는 요소로 주장하였는데 이론적으로 conical 형태의 임플란트와 지대주사이의 계면은 편평한 계면을 갖은 임플란트보다 골과 임플란트 계면사이에 발생하는 전단응력을 감소시킬 수 있으며 임플란트 치경부의 미세나사는 치경부의 피질골 주위로 발생하는 계면사이의 전단응력을 감소시켜줌으로써 변연골 소실을 줄일 수 있는 요소라고 하였다.

유지요소로서 미세나사에 따른 변연골 흡수량에 대하여 많은 연구가 진행되었는데 Norton²³⁾은 33개의 미세나사 디자인이 된 임플란트에서 4년 동안 경과관찰시 근심 0.32 mm, 원심 0.34 mm의 변연골 소실량을 보고하였으며 Palmer²⁴⁾등은 Astra tech 임플란트에서 골소실이 거의 관찰되지 않음을 보고하였다. 미세나사가 디자인된 임플란트 식립시 부하 후 1년에서 미세나사가 없는 그룹에 비해 더 적은 골흡수가 관찰됨이 보고되었다²⁵⁾. 조직학적으로도 미세나사의 경우 골과 임플란트 접촉이 81.8%로 없는 경우 72.8%보다 더 높게 나타났음을 보고하였다²⁶⁾.

이런 연구를 통해 거친 표면 및 치경부의 미세나사의 디자인이 임플란트의 변연골 흡수를 감소시켜 주는 요소로 받아들여지고 있다.

본 연구에서의 식립부위에 따른 변연골 흡수량은 구치부에서 전치부보다 많은 변연골의 흡수량이 관찰되었으나 Wyatt와 Zarb²⁷⁾는 전치부와 구치부 사이에 골 소실량의 차이는 없다고 하였다.

Peñaroch²⁸⁾는 108개의 임플란트에서 상악에서 하악보다 많은 골 소실이 일어났음을 보고하였고 본 연구에서도 같은 결과를 얻게 되었다. 상하악의 골소실의 차이에 대하여 골량과 골질에 따른 임플란트 주위로의 응력분산이 다르며 밀도가 낮은 해면골에서 더 많은 응력이 집중됨이 보고된 바 있다²⁹⁾.

상악골과 하악골의 재형성 능력과 속도의 차이에 의해

초기 골소실량이 다르며 상악의 경우 혈행공급이 우수하여 치유기간동안 재형성이 활발히 일어나지만 하악의 경우에는 상악과 같은 정도의 재형성을 위해서는 시간이 더 필요하게 되며 장기간에서는 유사한 골 흡수량을 보인다²⁹⁾고 하여 본 연구의 장기적인 경과관찰이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 임플란트 길이와 직경에 따른 흡수량을 살펴보면 길이에 따른 통계적 유의차는 없었으며 직경의 경우가 가장 많이 사용된 4.0 mm의 임플란트에서 0.77 mm로 골흡수가 가장 심하게 진행된 것으로 나타났는데 이는 다른 직경의 임플란트의 수가 상대적으로 적고 추적 관찰 기간동안 환자가 내원하지 않아 발생하게 된 결측치로 인한 통계 처리에서의 오류 부분으로 생각되어지며 정확한 결과를 얻기 위해서는 유사한 조건하에 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

Petrie³⁰⁾는 유한요소분석에서 임플란트 직경의 증가시 치조정부위의 응력을 3.5배 감소시켜 주며 길이의 증가는 1.65배의 응력감소를 보여줌을 보고하였으며 치조정 부위의 응력을 최소화하기 위하여 넓고 상대적으로 긴 임플란트를 사용할 것을 추천하였다. Hertel³¹⁾등은 임플란트 설계시 응력을 분산시키기 위해 가능한 골과 넓은 접촉면적을 가져야 하며 치조정에 골흡수를 일으킬 수 있는 임플란트 부분은 과도한 응력 집중을 막을 수 있어야 한다고 하였으며 작은 직경의 임플란트는 골에 전달하는 응력을 증가시키므로 가능한 크기를 증가시켜야 한다고 하였다.

본 연구에서 골이식 여부에 따른 결과를 살펴보고 골이식의 경우 골이식만 시행한 경우와 그 상방에 차단막을 피개한 경우인 골유도재생술이 시행된 경우로 세분하여 변연골 흡수량의 차이를 조사하였다. 골이식재료는 자가골, 동종골, 합성골 등이 다양하게 사용되었으나 골유도재생술시에는 골결손부위에 동결건조골의 동종골을 이식한 후 그 상방에 흡수성의 콜라겐막으로 피개가 실시되었다. 골유도재생술시 사용된 임플란트 주변의 변연골 흡수에 관한 연구를 보면 Jovanovic³²⁾등은 12개 임플란트 주변골 열개부위를 e-PTFE (expanded polytetrafluoroethylene)막을 사용하여 처치하였으며 방사선 사진을 통해 분석한 결과 6~12개월에 평균 1.73 mm의 흡수를 보였다고 발표하였다. Zitzmann³³⁾은 골유도재생술 여부에 상관없이 5년 후 유사한 임플란트 생존율을 보였으나 골흡수는 골유도재생술이 시행된 군에서 좀 더 현저하게 크게 나타났음을 보고하였다. Jensen³⁴⁾등은 차단막과 자가골이식을 동시에 사용한 경우 이식 골편의 70%가 보존되었다고 보고하였으며 이때 차단막은 연조직 침투를 방지하는 장벽 역할을 하고 골편과 혈병을 안정시키며 이식 골편을 보존하는 역할을 수행한다고 하였다. 또한 Hammerle³⁵⁾등은 골대체 재료만을 단독 사용한 경우보다 골대체 재료를 차단막과 함께 사용했을 때 골재생이 더 많이 일어났음을 증명하였다. 골과 임플란트의 유착은 차단막과 골대체 재료를 함께 사용한 경

우에는 100%였으나 골대체 재료만을 단독으로 사용한 경우에는 52 ± 24%였다고 보고하였다.

본 연구에서도 골유도재생술을 시행한 경우에는 0.38 mm, 골이식만 시행한 경우에는 0.44 mm로 골유도재생술을 시행한 경우에서 더 적은 변연골의 흡수를 관찰할 수 있었으나 그 통계적 유의성은 관찰되지 않았다.

변연골의 흡수량을 측정시 본 연구의 평균적인 흡수량의 수치보다 월등히 많이 나온 경우는 아마도 환자의 심한 치주염의 기왕력과 관련이 있을 것으로 예상되며 Hardt³⁶⁾도 비슷한 의견을 제시하였다.

각각의 임플란트 치조골 소실량의 측정값을 살펴보면 골흡수량이 진행되다가 골의 증가를 나타내는 경우를 볼 수 있었는데 이에 대하여 Adell²⁾등은 이러한 현상을 골의 피질골화가 진행되면서 방사선 불투과성이 증가하여 나타나는 것으로 보았으며 그 원인에 대하여 무기질 성분과 골의 실제적인 증가여부에 대해서는 알 수 없다고 하였다.

장기적인 임플란트의 연구를 위해서는 구강위생, 임플란트 주위 조직의 염증유무, 임플란트와 골계면사이의 조직학적 평가등이 필요하며 본 연구에서는 이러한 평가가 미흡하였다. 또한 변연골의 상실은 임플란트의 치경부의 응력에 대한 결과로 근원심뿐만 아니라 협설측에도 발생할 수 있으나 본 연구에서 시행된 파노라마 영상에서는 협설측에 대한 평가가 어려웠던 점이 아쉬운 점으로 컴퓨터 단면영상 (Computed Tomography)나 디지털 공제영상과 같은 방법을 통하여 입체적인 변연골의 평가 및 골밀도의 변화 측정이 시행될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

2005년 5월부터 2007년 8월까지 원광대학교 치과병원 구강악안면외과에 내원하여 임플란트 식립을 시행한 환자 35명, 135개의 임플란트를 대상으로 부하가 가해지는 시점을 기준으로 18개월 동안 3개월 간격으로 변연골 변화를 파노라마사진을 이용하여 측정 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 부하 후 평균 변연골 소실량은 평균 3개월 0.33 mm, 6개월 0.46 mm, 9개월 0.48 mm, 12개월 0.62 mm, 18개월 0.57 mm로 관찰되었다.
2. 상하악간 골소실량을 비교에서 1년 후 평균 상악 0.68 mm, 하악 0.50 mm를 보였으나 통계적 유의차를 보이지 않았다.
3. 식립부위에 따른 골소실량을 살펴보면 부하 후 18개월 평균 상악 구치 0.85 mm로 가장 많은 골흡수량이 관찰되었으며 하악 전치 0.37 mm, 하악 구치 0.29 mm, 상악 전치 0.26 mm로 흡수량이 측정되었다(P<0.05).
4. 골이식여부에 따른 골소실량을 살펴보면 부하 후 18개월 골이식이 시행된 부위 0.38 mm, 골이식 없이 임플란트 식립된 부위 0.66 mm로 관찰되었다(P<0.05).
5. 골이식시 차단막의 사용여부에 대한 골소실량을 살펴

보면 골이식만 한 경우 0.48 mm, 차단막을 사용하여 골 유도재생술을 시행한 경우 0.33 mm로 골유도 재생술 시 더 적은 골소실량이 관찰되었으나 통계적 유의차는 없었다.

이상의 결과로 임플란트 식립 후에 임플란트 주변골의 흡수량은 비교적 적게 일어났으며 안정적으로 유지되는 것이 관찰될 수 있었고 이에 따른 장기적인 추적관찰이 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
- Adell R, Lekholm U, Rockler B et al. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;15:39-52.
- Jemt T, Lekholm U, Grondahl K. A 3-Year follow-up study of early single implant restoration ad modum Brånemark. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1990;10:341-49.
- Jung YC, Han CH, Lee KW. A 1 year radiographic evaluation of marginal bone around dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:811-18.
- Misch CE, Bidez MW. A scientific rationale for dental implant design. In: Misch CE(ed). *Contemporary Implant Dentistry*, ed2 St Louis: Mosby, 1999;329-43.
- Quirynen M, Naert I, Steenberghe D, Dekeyser C, Callens A. Periodontal aspects of osseointegrated fixtures supporting a partial bridges. An up to 6-years retrospective study. *Journal of Clinical Periodontology* 1992;19:118-26.
- Michael R, Norton. Marginal bone levels at single tooth implants with a conical fixture design, The influence of surface macro- and microstructure. *Clin Oral Impl Res* 1998;9:91-9.
- Engquist B, Astrand P, Dahlgren S, Engquist E, Feldmann H, Grondahl K. Marginal bone reaction to oral implants: a prospective comparative study of Astra Tech and Branemark System implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:30-7.
- Shin DH, Cho KS, Park KH, Moon IK. An 1 year prospective comparative study evaluating the effect of microthread on the maintenance of marginal bone level. *Journal of Korean academy of periodontology* 2003;33:349-58.
- Gotfredsen K, Holm B, Sewerin I et al. Marginal tissue response adjacent to Astra Dental Implants supporting overdentures in the mandible. A 2-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res* 1993;4:83-9.
- Hollender L, Rockler B. Radiographic evaluation of osseointegrated implants in the jaws. *Journal of Dentomaxillofacial Radiology* 1980;9:91-5.
- Cox JF, Pharoah M. An alternative holder for radiographic evaluation of tissue integrated prosthesis. *J of Prosthetic Dentistry* 1985;56:338-41.
- Molander B, Ahlqvist M, Grondahl HG, Hollender L. Agreement between panoramic and intraoral radiography in the assessment of marginal bone height. *Journal of Dentomaxillofacial Radiology* 1991;20:155-60.
- Oh TJ, Yoon JK, Misch CE, Wang HL. The caused of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol* 2002;73:322-33.
- Jeong SM, Choi BH, Jingxu Li, Ahn GM, Lee SH, Feng Xuan. Bone healing around implants following flap and mini-flap surgeries: A radiographic evaluation between stage I and stage II surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endol* 2008;105:293-6.
- Eriksson RA, Albrektsson T. The effect of heat on bone regeneration. *J Oral Maxillofac surg* 1984;42:701-11.
- Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, et al. Crestal bone changed around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-30.
- Ericsson I, Persson LG, Berglund T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B. Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol* 1995;22:255-61.
- Berglund T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:81-90.
- Siegele D. Numerical investigations of influence of implant shape on stress distribution in the jaw bone. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1989;4:333.
- Guo EX. Mechanical properties of cortical bone and cancellous bone tissue. In: Cowin, S.C., ed. *Bone Mechanics Handbook*, ed 2. Boca Raton, FL: CRC Press 2001;1-23.
- Hansson S. The implant neck: smooth or provided with retention elements. A biomechanical approach. *Clin Oral Implants Res* 1999;10:394-405.
- North MR. Marginal bone levels at single tooth implants with a conical fixture design. The influence of surface macro- and microstructure. *Clin Oral Implants Res* 1998;9:91-9.
- Palmer RM, Smith BJ, Palmer PJ, Floyd PD. A prospective study of Astra single tooth implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:173-9.
- Lee DW, Choi YS, Park KH, Kim CS, Moon IS. Effect of microthread on the maintenance of marginal bone level: a 3-year prospective study *Clin Oral Implants Res* 2007;18:465-70.
- Abrahamsson I, Berglund T. Tissue Characteristics at Microthreaded Implants: An Experimental Study in Dogs. *Clin Oral Implants Res* 2006;8:107-13.
- Wyatt CCL, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:204-11.
- Penarrocha M, Palomar M, Sanchis JM et al. Radiologic study of marginal bone loss around 108 dental implants and its relationship to smoking, implant location and morphology. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:861-7.
- Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, Miyakawa O, Kusakari H. Influence of implant design and bone quality on stress/strain distribution in bone around implants: a 3-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:357-68.
- Petrie CS, Williams JL. Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite-element analysis. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:486-94.
- Hertel R, Kalk W. Influence of the dimensions of implant superstructure on peri-implant bone loss. *Int J Prosthodont* 1993;6:18.
- Jovanovic SA, Spiekermann H, Richter EJ. Bone regeneration around titanium dental implants in dehiscence defect sites. A clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:233-45.
- Zitzmann NU, Scharer P, Marinello CP. Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: A 5-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:355-66.
- Jensen OT, Greer, Johnson, Kassenbaum. Vertical guided bone graft augmentation in an new canine mandibular model. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:335-44.
- Christoph HF, Hammerle, Ronald E, Jung and Andreas Feloutzis. A systematic review of the survival of implants in bone sites augmented with barrier membranes(guided bone regeneration) in partially edentulous patients. *J Clin Periodontology* 2002;29 (Suppl. 3):226-31.
- Hardt CRE, Grondahl K, Lekholm U, Wennstrom JL. Outcome of implant therapy in relation to experienced loss of periodontal bone support. A retrospective 5-year study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:488-94.