

## Brånemark implant를 이용한 상, 하악 구치부 수복 시 implant 생존율 및 주변골 흡수에 대한 10년간의 추적 조사

김홍석, 안재명, 팽준영, 홍종락, 김창수  
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 구강악안면외과

### Ten years retrospective study of cumulative survival rate and marginal bone resorption of Brånemark machined surface implants for mandible and maxilla posterior teeth replacement

Hong-Seok Kim, Jae-Myung Ahn, Jun-Young Paeng, Jongrak Hong, Chang-Soo Kim

*Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** There are few studies which reported the survival rates of the specific dental implant systems in the Korean population with the follow-up periods longer than 5 years. The aim of this study is to evaluate long term implant cumulative survival rate and marginal bone resorption according to the diameter and position of Brånemark machined surfaced implant for posterior tooth replacement.

**Materials and Methods:** A retrospective study of patients who received Brånemark machined surface implants placed between January 1999 and March 2001 at Samsung Medical Center was conducted. Personal patient information such as sex, age and information of implant such as implant placement site, surgical procedures, observation period of implant were obtained on the basis of patient medical record. Survival rate and marginal bone resorption according to the diameter and position of Brånemark machined surface implant for mandible and maxilla posterior tooth replacement were analyzed depending on the basis of medical record and X-ray film.

**Results:** 1. Among the 1,000 implants, 64 implants failed that resulted in a cumulative survival rate of 92% (Mx.: 319/90.4%, Mn.: 681/93.6%). 2. No Statistically significant difference in implant survival was found in relation to anatomic location, bone quality and implant dimension. 3. Mean marginal bone resorption was 1.83 mm. 4. No significant difference in marginal bone resorption was found in relation to the following factors: implant length, diameter and placement location and bone quality.

**Conclusion:** The Brånemark machined surface implant system is a safe and predictable method for restoring edentulous patients, as demonstrated by this 10-year follow-up investigation. (JOURNAL OF THE KOREAN ACADEMY OF IMPLANT DENTISTRY 2011;30(2):93-103)

**Key Words:** Brånemark machined surface implant, Implant diameter, Marginal bone resorption

Received December 2, 2011. Revised December 16, 2011. Accepted December 22, 2011.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 홍종락, 135-710, 서울시 강남구 일원동 50, 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 구강악안면외과

Correspondence to: Jongrak Hong, DDS, Ph.D., Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 50, Irwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea. Tel: +82-2-3410-2420, Fax: +82-2-3410-0038, E-mail: hongjr@skku.edu

## 서론

1951년 이후 Brånemark이 티타늄의 우수한 생체친화성에 관한 연구결과를 바탕으로 개발한 Brånemark 임플란트가 1965년 처음 환자에게 시술되었으며. 1969년 Brånemark 등이 임상결과를 발표하였다. 그 후 1977년 Brånemark 등이 치근형 골유착성 임플란트의 10년간의 임상결과를 보고하였으며, 1981년 Adell 등이 15년 장기 임상결과를 보고하였다<sup>1,2)</sup>. 그 이후로 여러 연구자들에 의해 장기간의 임상적용에서 높은 성공률이 증명되었고 two stage surgery를 통한 submerged type 골유착형 임플란트의 기본이 되었다. Brånemark 등에 의하면 상악구치부에서 97.6%, 하악구치부에서 92.2%의 성공률을 보이며, Lekholm 등은 상악에서 Brånemark 임플란트는 90.2% 하악에서 93.7%의 성공률을 보고하였다<sup>3,4)</sup>.

이렇게 Brånemark 임플란트가 높은 성공률을 보이며 임상적으로 널리 적용된 이래 임플란트의 성공과 실패 및 그 예후의 판단을 위한 평가 기준을 두고 많은 연구가 있어 왔다. 임플란트의 장기적인 예후에 영향을 미치는 인자로는 식립 부위의 골질 및 가공골의 양, 임플란트 디자인 및 표면의 특성과 상부 보철물의 형태, 그리고 수술 방법 및 술자의 숙련도, 환자의 식습관 등이 있다. 이처럼 다양한 원인에 의하여 임플란트 성공률 및 장기적인 예후가 결정 되기 때문에 특정한 원인에 의한 임플란트 성공률 및 장기적인 예후를 판단하기는 어렵다.

그러나 임플란트 주위 변연골의 흡수는 임플란트의 초기 고정 및 성공률 및 장기적인 예후에 영향을 미치게 되는 중요한 인자로 작용하게 되며 성공률을 평가하는 객관적인 지표로 사용되고 있다. 이에 Adell, Quirynen, Jemt 등의 연구에서는 Brånemark 임플란트를 대상으로 하여 수술 후의 골 소실량을 방사선 사진을 이용하여 조사한 연구들을 발표하였다. Adell은 초기 고정부터 보철물 기능 후 1년간 평균적으로 첫 번째 나사산에서 1.2 mm의 변연골 소실을 보인다고 하였다. 그 후 상, 하악 모두에서 매년 0.1 mm의 골흡수를 보인다고 보고하였다. 이러한 변연골의 흡수는 임플란트 주변 환경의 생역학적인 변화를 유발하게 되며 임플란트의 성공률에 영향을 미치게 된다<sup>5-7)</sup>.

한국에서도 1980년 이래로 임플란트 시술이 치아결손부를 치료하는 중요한 치료 술식의 하나가 되었다. 이 후 임플란트 식립 후 생존율 등에 관한 연구가 이루어져 왔다. Kim

등은 평균 3년 동안 follow-up한 임플란트의 누적생존율이 94%에 이른다고 발표했고, Bea 등은 총 271개의 Brånemark machined surface 임플란트의 10년 동안 누적생존율을 82.5%로 보고하였다<sup>8,9)</sup>.

그러나 이들의 연구는 장기적인 생존율을 예측하는데 있어 경과 관찰기간이 짧거나 연구에 포함되어 있는 임플란트의 개수가 적어 통계학적인 오류가 발생 할 수 있다. 이렇듯 한국인에 있어 단일 시스템 임플란트의 다량의 장기적인 임상 관찰 연구는 많지 않으며, 한국인에서의 임플란트 생존율은 한국인들의 고유의 악궁형태, 섭취하는 식품의 종류나 저작습관 등에 따라 이전 연구와는 약간 다른 결과가 나올 수도 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 상, 하악 구치부에 Brånemark machined surface 임플란트를 식립 후, 10년 이상의 경과 관찰을 통한 후향적 임상 연구를 통해, 식립된 임플란트 위치, 고정체의 길이 및 직경 및 골질에 따른 생존율 및 주변골 흡수에 대하여 알아보고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

1999년 1월부터 2001년 3월까지 삼성서울병원에서 machined surface 표면의 임플란트(Brånemark Implant system, Nobel Biocare, Sweden)를 이용하여 상, 하악 구치부 치아결손을 수복한 환자를 대상으로 하였다. 환자 진료기록부를 근거로 하여 환자에 대한 성별, 나이 등의 인적 사항 및 식립된 임플란트의 종류, 식립 부위, 술식, 관찰기간 등 임플란트에 대한 정보를 취득하였다. 그 외 조절되지 않는 당뇨나 골다공증과 같은 예후에 영향을 미칠 수 있는 전신 질환을 가진 환자는 본 연구에서 제외하였다.

누적생존율(Cumulative survival rate) 연구에서 총 339명의 환자를 대상으로 하였으며, 이 중 남성은 204명, 여성은 135명이었다. 조사된 환자의 연령은 29세부터 86세까지 분포되었으며 평균 60.19세이었다. 총 1,000개의 임플란트를 대상으로 하였으며, 위치에 따른 분포는 상악구치부에 319개, 하악구치부에 681개가 식립되었다. 직경에 따른 임플란트의 개수는 3.75 mm 직경의 임플란트가 257개, 4 mm는 581개, 5 mm는 161개였으며, 길이에 따라서는 10 이하의 임플란트가 316개, 11 mm에서 13 mm길이의 임플란트가 584개, 13 mm보다 긴 임플란트는 100개가 식립되었다. 임플란트 식립 후 경과 관찰 기간은 최장 12년 7개

월이었으며, 평균 경과 관찰 기간은 7년 10개월이었다.

변연골 흡수(Marginal bone resorption)에 대한 연구는 총 149명의 환자를 대상으로 하였으며, 이 중 남성은 91명, 여성은 58명 이었다. 환자들의 연령 분포는 29세부터 83세였으며, 평균 60.27세였다. 총 413개 임플란트 식립 부위를 대상으로 하였으며, 위치에 따른 분포는 상악 구치부에 128개 하악구치부에 281개가 식립되었다. 직경에 따른 임플란트의 개수는 3.75 mm 직경의 임플란트가 116개, 4 mm는 230개, 5 mm는 67개 였으며, 길이에 따라서는 10 이하의 임플란트가 123개, 11 mm에서 13 mm 길이의 임플란트가 246개, 13 mm 보다 긴 임플란트는 44개가 식립되었다. 임플란트 식립 후 경과 관찰 기간은 최소 7년 4개월에서 최장 12년 7개월 이었으며, 평균 경과 관찰기간은 9년 8개월이었다.

## 2. 연구 및 평가 방법

### 1) 누적생존율의 분석

환자의 진료기록부를 이용하여 임플란트의 생존여부를 조사하였다. 임플란트 생존율에 대한 기준은 Buser 등과 Cochran 등에 의한 기준에 따라 1) 골유착에 성공하여 최종보철물 장착이 이루어져서 현재 동요도 없이 기능중인 임플란트, 2) 방사선 사진상에서 임플란트 주위에 방사선 투과상이 없는 임플란트, 3) 지속적인 동통이나 비가역적인 통증, 감염, 이상감각이 없는 임플란트 등의 조건을 만족시킨 경우를 임플란트 생존으로 간주하였다<sup>10,11</sup>.

(1) 식립위치에 따른 임플란트 생존율의 비교: 상, 하악 소구치 및 제1대구치와 제2대구치, 총 6부위로 분류하여 각 부위에 식립된 임플란트 생존율을 비교하였다.

(2) 임플란트의 직경에 따른 생존율의 비교: 3.75 mm, 4 mm 그리고 5.0 mm 직경의 임플란트의 생존율

차이를 비교하였다.

(3) 임플란트의 길이에 따른 생존율의 비교: 식립된 임플란트를 길이에 따라 10 mm 이하, 11 mm 에서 13 mm, 13 mm 보다 긴 임플란트로 분류하고 생존율의 차이를 비교하였다.

(4) 식립 부위의 골질에 따른 생존율의 비교: 임플란트 식립 부위의 골질과 골량에 대한 평가는 Lekholm 등의 기준<sup>12</sup>에 의해 일차수술 골 삭세 시 측정하여 Type I, II, III, IV로 분류하여 생존율의 차이를 비교하였다.

### 2) 변연골 흡수(Marginal bone resorption)에 대한 분석

XCP 장치를 사용, 표준화된 방법으로 촬영된 치근단 방사선 사진을 이용하여 임플란트 고정체 주변 변연골의 수직 흡수량을 설정된 기준면을 기준으로 측정하였다. Adobe Photoshop 7.0.1 프로그램상의 measuring tool 기능을 이용하여 식립된 임플란트의 근심 및 원심부 변연골 흡수량을 0.01 mm 단위까지 측정하여 평균값을 수직 변연골 흡수량으로 계산하였다. 각 변연골 측정 시 방사선상의 확대율의 차이를 감안 하여 임플란트 전체 길이를 기준으로 하여 방사선상과 실측비를 얻어 다음과 같은 비례식으로 환산하였다(Fig. 1).

방사선 사진의 확대율 보정

$$X=AL/C \text{ (mm)}$$

A: Bone resorption that measured on X-ray film (mm)

X: Actual bone resorption

L: Actual implant length

C: Implant length that measured on X-ray film (mm)

(1) 식립위치에 따른 임플란트 고정체 주위의 주변골 흡수량 비교: 상, 하악 소구치 및 제1대구치와 제2대구치, 총 6부위로 분류하여 각 부위에 식립된 임플란트 주변골 흡

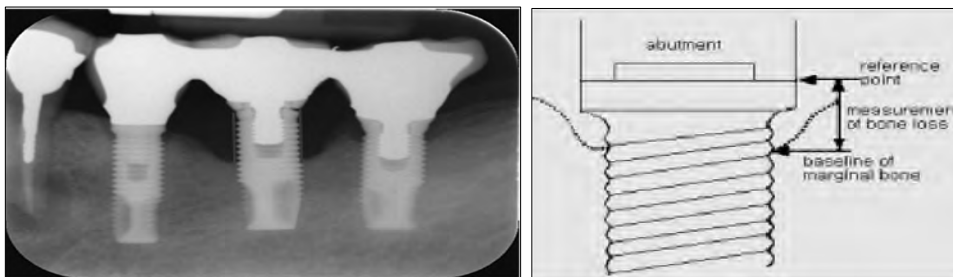


Fig. 1. Measurement of vertical marginal bone loss.

수량을 분석하였다.

(2) 임플란트의 직경에 따른 임플란트 고정체 주위의 주변골 흡수량 비교: 3.75 mm, 4 mm 그리고 5.0 mm 직경의 임플란트 고정체의 주변골 흡수량을 비교하였다.

(3) 임플란트의 길이에 따른 임플란트 고정체 주위의 주변골 흡수량 비교: 식립된 임플란트를 길이에 따라 10 mm 이하, 11 mm에서 13 mm, 13 mm 보다 긴 임플란트로 분류한 후 고정체의 주변골 흡수량을 비교하였다.

(4) 식립부위의 골질에 따른 임플란트 고정체 주위의 주변골 흡수량 비교: 임플란트 식립 부위 골질을 Type I, II, III, IV로 분류한 후 임플란트 고정체의 주변골 흡수량을 비교하였다.

### 3) 통계 분석

통계분석은 누적생존율을 구하기 위하여 life-tables method를 사용하였으며, 임플란트의 생존율과의 항목에 따른 상관관계를 알아보기 위해 Gehan wilcoxon-test 및 주변골 흡수량과의 상관 관계분석을 위해서 Pearson chi-square test를 이용하였으며, 모두 유의 수준 95%를 기준으로 하여 통계학적인 유의성에 대한 검증을 시행하였다.

## 결 과

### 1. 전체 누적생존율의 분석(Cumulative survival rate)

임플란트 식립 후 1~12년간의 기간 동안 총 1,000개의 임플란트 중 64개의 임플란트가 실패하였다. 전체 누적생존율은 92%이었다. 초기 1년 동안에 총 64개의 실패 중에서

32개가 실패 하였으며, 초기 2년 동안 46개의 실패가 관찰 되었으며, 그 이후 비교적 안정적인 누적 생존율을 보였다 (Table 1, Fig. 2).

### 1) 식립위치에 따른 임플란트 생존율의 비교

상악구치부에 식립 된 319 중 26개의 임플란트가 실패하였으며, 누적 생존율은 90.4%였다. 하악구치부는 식립된 681개의 임플란트 중 38개가 실패하여, 93.6%의 누적생존율을 보였다. 하악소구치부에서 97.2%의 가장 높은 누적 생존율을 보였으며, 상악소구치부에서 86.3%로 가장 낮은 누적 생존율을 기록하였다. 제 1대구치와 제 2대구치의 생존율을 비교 시 상·하악 모두 제 2대구치에서 낮은 생존율을 보였다. 그러나 식립 위치에 따른 누적생존율의 통계학적인 분석에서는 유의성 있는 차이는 없었다(Table 2, Fig. 3).

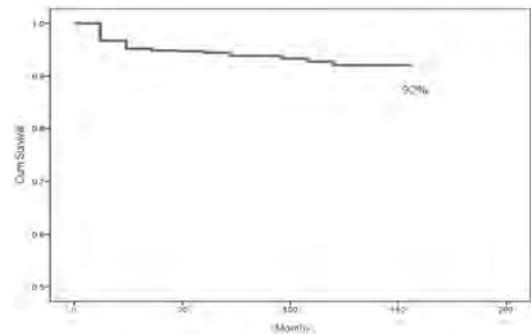


Fig. 2. Cumulative survival rates of the Brånemark implant.

Table 1. 10-years cumulative survival rates of Brånemark implants depicted as the life table.

Time period (year)	No. of implant	Number withdrawing during interval	No. of failed implants	Cumulative survival rate (%)
0~1	1,000	53	32	96.7
1~2	915	58	14	95.2
2~3	843	51	3	94.8
3~4	789	44	1	94.7
4~5	744	68	2	94.4
5~6	674	62	4	93.9
6~7	608	36	0	93.9
7~8	572	62	3	93.3
8~9	507	133	3	92.7
9~10	371	173	2	92.0
10~11	196	110	0	92.0
11~12	86	79	0	92.0
12~	7	7	0	92.0

2) 임플란트의 길이 및 직경에 따른 생존율의 비교

10 mm 이하의 임플란트는 91.0%의 누적생존율을 보였으며 11 mm 에서 13 mm 길이에 해당하는 임플란트는 92.2%의 누적 생존율을 나타냈으며 13 mm보다 긴 임플란트는 94.0%의 누적 생존율을 보이면서, 길이가 증가하게 되면서 더 높은 누적 생존율을 보였다. 그리고 직경에 따른 누적 생존율의 차이는 5 mm직경 임플란트가 87.0%로

3.75 mm, 4 mm 임플란트와 비교 시 더 낮은 생존율을 보였다. 그러나 통계학적인 분석 시 유의성은 없었다(Table 3).

3) 식립부위의 골질에 따른 생존율의 비교

총 385개를 대상으로 한 임플란트 식립 부위의 골질의 type에 따른 누적생존율의 비교에서는 Type I에서 89.2%로 가장 낮게 나왔으며, type III에서 95.2%로 가장 높은

**Table 2.** 10-years cumulative survival rate according to implant placement position.

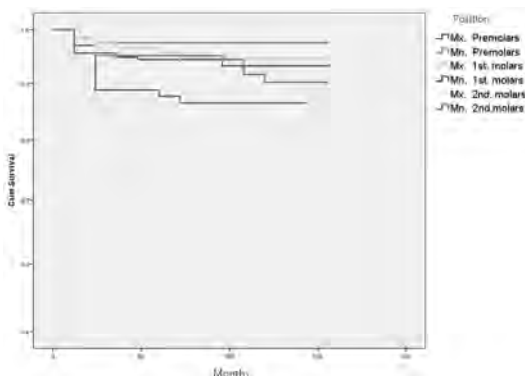
	No.(%) placed			Total	Wilcoxon gehan sig. (overall comparisons)
	Premolars	1 <sup>st</sup> molars	2 <sup>nd</sup> molars		
Maxilla	102	125	92	319	0.075
No. failed	13	6	7	26	
CSR (%)	86.3	95	89	90.4	
Mandible	127	301	253	681	
No. failed	3	18	17	38	
CSR (%)	97.2	93	90	93.6	

**Table 3.** 10-years cumulative survival rate according to implant dimension.

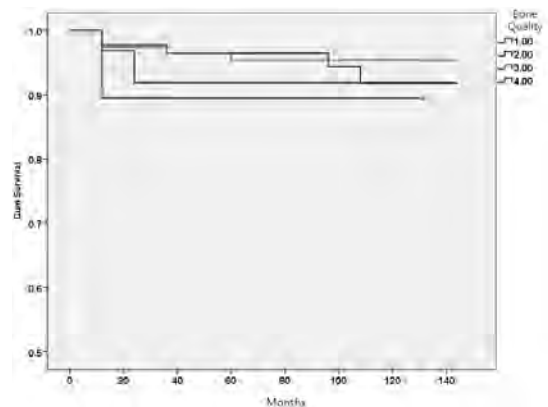
Implant dimensions	No. placed	No. failed	CSR (%)	Wilcoxon (Gehan) sig.
Length				
≤ 10 mm	316	19	91.0	0.475
11 ~ 13 mm	584	40	92.2	
> 13 mm	100	5	94.0	
Diameter				
3.75 mm	257	16	92.4	0.488
4 mm	581	33	93.7	
5 mm	161	15	87.0	

**Table 4.** 10-years cumulative survival rate according to "bone quality".

Bone quality	No. placed	No. failed	Survival rate (%)	Wilcoxon (Gehan) sig.
Type I	10	1	89.2	0.508
Type II	90	5	92.5	
Type III	121	5	95.2	
Type IV	64	5	92.1	
Unknown	615	48	92.2	



**Fig. 3.** Cumulative survival rates according to implant placement position.



**Fig. 4.** 10-years cumulative survival rate according to "Bone quality".

누적생존율을 보였다. 그러나 통계학적인 유의성은 보이지 않았다(Table 4, Fig. 4).

2. 변연골 흡수(Marginal bone resorption)

총 413개의 임플란트 주변골 흡수를 조사한 결과 0.25 mm부터 8.13 mm의 주변골 흡수가 관찰되었으며, 평균적으로 1.83±0.97 mm 주변골 흡수가 관찰되었다. 주변골 흡수량의 분포에 따른 히스토그램상에서 0.6~3 mm의 흡수량에 집중적으로 분포되어 있음을 관찰 할 수 있다(Fig. 5).

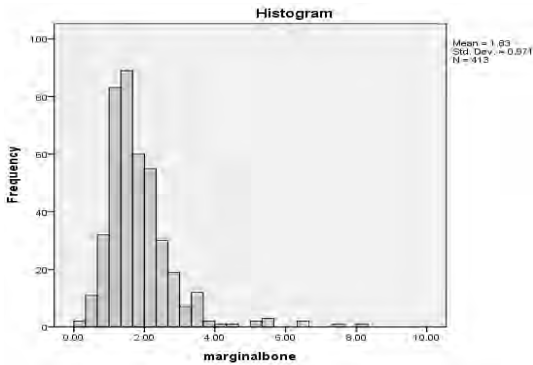


Fig. 5. The distribution of implant according to amount of marginal bone resorption.

Table 5. Marginal bone resorption according to Arch and Site.

	Marginal bone resorption (No. placed/Amount bone resorption)			chi-square (Sig.)
	Premolars	1 <sup>st</sup> molars	2 <sup>nd</sup> molars	
Maxilla	46/1.67 mm±0.69	52/1.70 mm±1.13	30/1.79 mm±0.93	0.471
Mandible	61/1.78±0.93 mm	119/1.89 mm±1.06	101/	

Table 6. Marginal bone resorption according to implants dimension.

Implant dimentions	No. placed	Marginal bone resorption (mm) (mean±SD)	chi-square (Sig.)
Length			
≤ 10 mm	123	1.93±1.10	0.599
11 ~ 13 mm	246	1.79±0.89	
> 13 mm	44	1.70±1.01	
Diameter			
3.75 mm	116	1.73±0.89	0.105
4 mm	230	1.85±0.93	
5 mm	67	1.93±1.21	

1) 식립 부위에 따른 주변골 흡수량

상악 소구치에서 1.67±0.69 mm로 가장 작은 측정값을 나타냈으며, 하악 제 2 대구치에서 1.94±0.91 mm로 가장 많은 주변골 흡수량을 보였다. 그러나 측정값에 대한 통계학적인 유의성은 없었다(Table 5).

2) 임플란트 길이 및 직경에 따른 주변골 흡수량

10 mm 이하의 임플란트에서 1.93±1.10 mm로 가장 많은 주변골 흡수량을 보였으며 길이며 증가할수록 주변골 흡수량이 감소하는 경향을 보였다. 직경에 따른 비교에서는 5 mm직경 임플란트에서 1.93±1.21 mm로 가장 많은 주변골 흡수가 있었으며 직경이 감소할 수록 평균적인 흡수량이 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 식립된 임플란트의 길이 및 직경에 따른 통계학적인 유의성은 없었다(Table 6).

3) 식립 부위 골질에 따른 주변골 흡수량

총 413개의 임플란트 중 100개의 임플란트에서 골질에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 조사된 임플란트의 평균 주변골 흡수량은 1.68±0.76 mm였다. Type II 골질에서 1.59±0.73 mm, type III에서는 1.63±0.70 mm 그리고 type IV에서는 1.86±0.88 mm의 흡수량을 보였다. 즉 식립 부위의 골 밀도가 감소함에 따라 주변골 흡수되는 경향이 있었다. 그러나 통계학적인 유의성은 없었다(Table 7).

**Table 7.** Marginal bone resorption according to bone quality.

Bone quality	No. placed	Marginal bone resorption (mm)	chi-square (Sig.)
Type II	28	1.59 mm±0.73	0.589
Type III	45	1.63 mm±0.70	
Type IV	27	1.86 mm±0.88	
Unknown	313	1.82±0.87 mm	

## 고 찰

이번 연구는 삼성서울병원 구강악안면외과에서 시행된 후향적 연구로 Brånemark machined surface 임플란트의 생존율 및 식립부위의 주변골 흡수에 대한 장기적인 추적 조사이다. 임플란트의 10년 간의 추적 관찰을 통해 조사한 1,000개의 임플란트 중 총 64개의 임플란트가 경과 관찰 기간 동안에 탈락되었다. 조사 기간 동안의 누적 생존율은 92.0%로 나타났다. 이 결과는 Brånemark 임플란트의 5년간 누적생존율이 상악에서 92%, 하악에서 94%로 보고한 Lekholm 등의 연구를 비롯한 여러 선행 연구에서 보고된 생존율과 크게 차이가 없는 수치이다<sup>6,12-14</sup>.

전체 64개의 실패 중에서 임플란트 식립 후 초기 1년 동안에 32개가 실패하였으며, 초기 2년 동안에 46개의 실패가 조사되어 2년 동안의 누적 생존율은 95.2%로 나타났다. Adell 등은 임플란트 식립 이후 초기 2년 동안에 가장 높은 구강 실패율을 보이다가 그 이후에 점진적인 안정화가 진행되어 임플란트의 실패율이 감소한다고 하였다<sup>2</sup>. 본 연구에서도 식립 후 초기 2년 동안에 가장 높은 실패율을 보였다. 임플란트의 보철 전 초기 실패 원인으로는 골삭제 동안의 골의 과열, 감염, 환자의 건강 상태, 치유기간 동안의 미세한 동요 등이 제안되었다<sup>15,16</sup>. 한편 보철 후 실패의 원인으로는 불량한 구강 위생, 부적절한 loading 상황, 그리고, framework의 misfit 등이 제안되었다<sup>17,18</sup>. 최근에 Esposito 등은 환자의 특성과 더불어 임플란트 주위염과 보철물의 과부하가 보철 후 실패의 주요 요인이라 하였고, 임플란트의 표면 특성이 실패 양상에 영향을 줄 수 있다고 하였다<sup>19,20</sup>.

전체 식립된 임플란트를 6개의 위치 구역으로 나눈 후 10년간의 누적 생존율을 분석한 결과 상악소구치에 식립된 임플란트의 누적생존율 가장 낮았으며, 하악소구치에 식립된 임플란트에서 가장 높은 누적생존율을 나타냈다. 그리고 상악에 비하여 하악의 누적생존율이 높게 측정 되었다. 또한 제 1대구치와 제 2대구치의 생존율을 비교시 상, 하악 모두

제2대구치에서 낮은 생존율을 보였다. 비록 상기 결과에서 통계학적인 유의성은 관찰되지 않았으나 식립 부위의 골질 및 가용골의 차이가 임플란트의 장기적인 예후에 영향을 줄 수 있음을 유추할 수 있다. 특히 임플란트 식립 후 성공률을 결정하는 중요한 요소 중 하나인 초기 고정성이 식립 부위의 골량 및 골질에 의해 영향을 받게 된다. Park은 114명의 환자를 대상으로 임플란트 식립 부위의 골밀도를 CT를 이용하여 Hounsfield 값과 식립 시 공명주파수 분석을 통한 ISQ (Implant stability quotient) 값을 측정 한 결과 측정 시 하악 전치부에서 가장 높은 계측치를 보였으며(827.6±151.4), 하악구치부(797±135.1), 하악소구치부(753.8±171.2), 상악전치부(726.3±154.4), 상악 소구치부(656.7±173.8) 그리고 상악 구치부(621.5±164.9) 순의 계측값을 보였으며, ISQ 값 또한 이와 유사한 결과를 보였다<sup>21</sup>. 이는 상악의 치조골이 하악의 치조골에 비해 임플란트 식립 시 초기 고정을 얻는데 불리한 조건을 지니고 있으며 특히 상악소구치 및 구치부의 골 밀도 및 골질이 상대적으로 임플란트의 식립 시 초기 고정을 얻기 힘들 수 있음을 의미한다. 이번 조사에서 특히 상악소구치 부위에서 낮은 누적 성공률이 나타난 것은 특이적이며, 이는 상악골의 골밀도와 임플란트 식립 부위의 가용골의 양이 상대적으로 다른 식립 부위에 비해 불리한 조건으로 작용했을 것으로 사료된다.

Lee 등은 Brånemark 임플란트를 하악 제1, 2대구치에 단일 식립한 임플란트의 성공률을 5년간 비교한 결과를 발표하였다. 이 연구결과에서는 하악 제1대구치에 식립한 단일 임플란트는 5년간 92.3%의 성공을 보고하였지만, 하악 제2대구치에 식립된 단일 임플란트는 5년간 70.37%의 낮은 성공률을 보이고 있었다. 이러한 차이는 제2대구치에서 측방 균형간섭, 더 높은 교합력, 덜 치밀한 골밀도, 충분한 골량 확보 불량, 교합력에 의한 측방력 등에 그 원인이 있을 것이라고 제안하였다<sup>22</sup>. 이번 조사에서도 상악 제 1대구치의 10년간의 누적생존율은 95%로 높은 생존율을 보였으나, 제 2대구치에서는 89%로 상대적으로 낮은 생존율을 보였

다. 하악에서도 제 1대구치는 93%였으나 제 2대구치에는 90%로 조사되어 이전 선행 연구와 일치하는 결과를 얻었다. 그러나 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다.

이번 연구에서 임플란트 길이에 따른 누적생존율은 10 mm 이하의 Implant에서는 91.0% 11~13 mm 길이의 임플란트는 92.2%, 그리고 13 mm 보다 긴 임플란트는 94.0%의 누적 생존율을 보임으로써 임플란트 길이가 증가하게 되면서 생존율 또한 증가하는 것으로 조사되었다. Wyatt와 Zarb는 7 mm 임플란트의 성공율은 75%이고, 10 mm 이상 임플란트의 생존율은 90%이상이었다고 보고하였다<sup>23,24</sup>. Misch은 1996년에서 2003년 사이에 발행된 다수의 문헌연구를 통해 예측가능한 길이인 10 mm를 기준으로 이보다 짧은 임플란트가 긴 임플란트 보다 성공률이 7~25% 낮다고 보고하였다<sup>25</sup>. Renouard와 Nisand는 machined surface 임플란트를 불량한 골질에 표준 수술 방법으로 식립한 경우 10 mm 미만 짧은 길이의 임플란트에서 실패율이 높았다고 보고하였다. 그러나 초기 고정과 골유착에 유리한 거친 표면의 임플란트의 경우 10 mm 미만과 10 mm 이상 길이의 임플란트에서 성공율이 유사하다고 하였다<sup>26</sup>. Smooth surface 임플란트의 경우에는 임플란트 식립 시 초기 고정이 임플란트 성공률에 미치는 영향이 크게 되며, 이를 위해서는 임플란트와 골 계면사이에 골유착이 많은 부분에서 이루어져야 한다. 임플란트를 지지하는 골의 면적은 임플란트의 길이를 연장함으로써 증가시킬 수 있을 것이다. 길이 증가의 중요성은 치조정 부위의 골접촉 면에서는 의미가 없지만 초기 고정과 전체 골접촉 면적의 양을 증가시키는 측면에서 의미가 있다. 이는 임플란트의 길이 증가를 통해 임플란트의 removal torque나 전단강도를 증가시킬 수 있는 것으로 보고된 바 있다<sup>24</sup>. 또한 장기간의 경과 관찰 기간 동안의 임플란트 주변골의 흡수에 의한 임플란트 상실이 나타날 수 있으며, 임플란트 길이가 증가함에 따라 골 흡수에 따른 치관, 치근의 비율 변화의 감소와 이에 따른 물리적인 장점 및 잔존골과의 골유착이 짧은 임플란트에 비해 오래 유지 될 수 있을 것이라 사료된다.

구치 부위에서 악골의 해부학적 형태와 골질은 종종 제한 요소로 작용될 수 있는데, 임플란트의 증가된 직경은 골과의 접촉면을 증가시켜서 초기고정을 높이고, 기계적 강도를 우수하게 하며, 출현윤곽(emergence profile)의 심미성을 도모할 수 있으며, 최근의 연구에 따르면 임플란트의 길이를 증가시켜도 치조정 부위에서의 임플란트 주위 응력을 감소시키는

데는 효과가 없으며, 일단 초기 고정을 위한 최소한의 길이가 확보되었다면 임플란트의 폭이 길이보다 더 중요한 요인인 것으로 보고되었다<sup>24</sup>. Rangert 등<sup>27</sup>과 Sullivan<sup>28</sup>은 구치부는 저작력이 강하고, 교합면 면적이 넓어서 임플란트 직경과의 큰 간극이 존재하기에, 장폭경 구치부에 가해지는 교합력에 잘 견딜 수 있을 것이라고 제시하였다. Ivanoff 등은 장폭경 임플란트가 변연부 치밀골에 결합된다면 직경의 제곱에 비례하여 안정성이 증가하고, 악골 내에서 더 큰 결합력이 유발될 것이라고 주장하였다. 그러나 이러한 주장에도 불구하고 장폭경 임플란트의 실제적인 성공률은 narrow와 regular 직경의 임플란트와 비교 시 낮게 측정이 되었는데, Ivanoff는 하악 구치부에 식립된 97개의 장폭경 임플란트를 관찰하여 5년 이후 82%의 누적성공율을 보고하였으며<sup>29</sup>, Shin 등은 wide diameter 임플란트가 regular diameter 임플란트보다 실패율이 12.5% 높게 나타났다는 연구 결과를 보고하였다<sup>30</sup>. 이번 연구에서 또한 통계학적인 유의성은 보이지 않았으나 5 mm 직경의 임플란트의 누적생존율(87.0%)이 4 mm 직경(93.7%), 3.75 mm 직경(92.4%) 보다 낮은 수치를 나타냈다. 이러한 원인으로 Ivanoff 등은 술자의 능력(learning curve)이 영향을 미칠 수 있고, 불량한 골질에서 초기 안정성을 얻지 못한 경우 장폭경 임플란트를 'rescue' 임플란트로 사용하는 경향이 있기 때문이라고 하였다<sup>29</sup>. 이와 같은 결과는 본 연구에서 기계 절삭 표면의 경우 5 mm 직경 임플란트에서 실패율이 높아지는 이유를 설명해 준다.

이번 조사에서 임플란트 식립 시 식립 부위의 골질을 알 수 있었던 임플란트는 총 1,000개의 임플란트 중 385개였으며, 가장 많이 조사된 골질은 Type III로 총 121 부위였으며 95.2%의 누적생존율을 보였다. Type I 골질에서는 가장 낮은 89.1%의 누적생존율을 보였으나, 식립 개수가 10개로 적고 실패 또한 1개의 실패를 나타내어 통계학적인 유의성은 없었다. 골밀도가 가장 낮은 Type IV에서 92.1%의 생존율을 보여 다른 골질에 비해 다소 낮게 조사되었다. 이는 임플란트 식립 시 초기 고정 및 골유착이 다른 골질에 비해 불리하게 작용했음을 추정할 수 있으나, 통계학적인 유의성은 관찰되지 않았다. 초기 안정성은 임플란트 식립 당시의 초기 골 접촉 면적과 주변 골의 밀도등의 생역학적인 특성에 의해 결정되는 인자이다<sup>31</sup>. 즉, 골량, 해면골의 밀도, 피질골의 두께 등 식립 부위 골질이 영향을 줄 수 있다<sup>32</sup>. 또한 수술 방법과 임플란트의 형태에 의해서도 영향을 받는다<sup>33</sup>. 따라서, 골질이 나쁜 경우라도 적절한 임플란트를 선



택하고, 수술 방법을 개선시켜 초기 안정성을 증가시킬 수 있다<sup>34)</sup>.

이번 연구에서 조사된 평균적인 주변골 흡수량은  $1.83 \pm 0.97$  mm로, 초기 고정부터 보철물 기능 후 1년간 평균적으로 첫 번째 나사산에서 1.2 mm의 변연골 소실을 보이며, 그 후는 상, 하악 모두에서 매년 0.1 mm의 골 흡수를 보고한 Adell의 주장과 유사한 결과를 나타내었다. 임플란트 식립 부위의 주변골 흡수량 비교에서 하악 제2대구치 부위에서 가장 많은 흡수량이 관찰 되었으며, 5 mm 직경의 임플란트가 3.75 mm, 4 mm 직경의 임플란트에 비해 더 많은 흡수량을 보였다. 그리고 10 mm 이하의 임플란트에서, Type IV 골질에 식립 된 임플란트에서 보다 많은 주변골 흡수량이 관찰되었다. 비록 상기 결과가 통계학적인 유의성은 관찰 되지 않았으나, 임플란트 식립 부위의 골질 및 가용골의 양에 따른 치조정 부위에서의 기능 시 발생하는 응력에 대한 저항성 및 식립 부위의 임플란트에 작용하는 교합력 및 측방 균형 간섭 등의 차이에 따라 주변골 흡수량의 차이가 나타날 수 있음을 유추할 수 있다. Ivanoff 등은 임플란트 직경에 따른 주변골 흡수량 차이를 비교 했을 때 5 mm 직경의 임플란트가 3.75 mm, 4 mm 직경의 임플란트에 비해 좀 더 많은 주변골 흡수가 있었음을 보고 하였으나 통계학적인 유의성은 없었으며, 또한 식립 부위의 골질 및 가용골의 양, 그리고 상·하악 간에도 임플란트 식립 부위 주변골 흡수량과의 상관관계를 얻을 수 없었다고 보고하였다<sup>29)</sup>.

본 연구를 통해 92%의 비교적 높은 10년 누적 생존율이 분석되었고, Brånemark machined surface 임플란트를 이용하여 상·하악구치부를 수복하는 것이 예지성있는 우수한 치료방법이라는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 1,000 개의 임플란트 식립 후 실패한 64개의 임플란트 중 초기 2년 동안 46개의 임플란트가 실패하여, 임플란트 식립 시 초기 고정 및 골유착을 얻는데 있어 이 후 개발된 표면처리가 첨가된 임플란트에 비해 불리함을 알 수 있었다<sup>10,35,36)</sup>. 그러나 그 이후 경과 관찰 기간 동안의 장기적인 예후에서 비교적 안정된 누적 생존율을 얻을 수 있었다. 하지만 본 연구에서는 과거의 자료를 진료 기록부와 방사선 사진을 통해 취득할 수 밖에 없었기 때문에 자료의 신뢰성을 진료 기록부의 충실성에 의존할 수 밖에 없었으며, 중도 탈락된 환자의 수가 많아 완전한 follow-up이 이루어지지 않았다. 또한 이번 연구에서는 임플란트 생존율과의 상관관계 분석에서 식립 위치, 고정체의 길이, 직경 및 골질에 한정하였다. 그러나

임플란트의 장기적인 예후를 결정하는 인자로서 환자의 전신 병력, 지대주의 종류, 보철물의 형태 및 재료, splint 여부, cantilever 여부 등에 대한 앞으로의 연구가 함께 이루어져야 보다 의미가 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

본 연구는 Brånemark machined surface 임플란트를 이용한 상, 하악 구치부 수복시 장기적인 추적 관찰을 통해서 임플란트의 누적 생존율 및 주변골 흡수에 대한 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 10년 간의 Brånemark 임플란트의 누적 생존율은 92%였다.
2. 임플란트 식립 위치, 임플란트 고정체의 길이 및 직경 및 식립부위 골질에 따른 누적 생존율의 차이는 존재하였으나 통계학적으로 유의성 있는 차이는 관찰되지 않았다.
3. 임플란트 식립 부위의 평균적인 수직적인 주변골 흡수량은  $1.83 \pm 0.97$  mm로 나타났으며, 임플란트 식립 위치, 임플란트 고정체의 길이, 직경, 골질에 따라 흡수량의 차이가 존재하였으나 통계학적으로 유의성 있는 차이는 관찰되지 않았다.

이번 연구를 통해서 한국인의 무치악부위에 식립된 Brånemark 임플란트의 장기적인 누적 생존율 및 주변골 흡수가 이전 선행 연구에서 나타난 결과와 비슷함을 알 수 있었다. 또한 장기적으로 높은 누적 생존율을 보임으로써 한국인의 무치악 부위 수복 시 Brånemark machined surface 임플란트 시스템이 안전하고 예지성 높은 치료 방법임을 알 수 있다.

## REFERENCES

1. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, et al. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16: 1-132.
2. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
3. Brånemark PI, Zarb G, Albrektsson T. *Tissue Integrated Protheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985;129-143.
4. Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuch K, Linden U,

- Bergstrom C, et al. Survival of the Branemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:639-45.
5. Adell R, Lekholm U, Brånemark PI, Lindhe J, Rockler B, Eriksson B, et al. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures (I). A 3-year longitudinal prospective stud. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986;15:39-52.
  6. Quirynen M, Naert I, van Steenberghe D, Dekeyser C, Callens A. Periodontal aspects of osseointegrated fixtures supporting a partial bridge. An up to 6-years retrospective study. *J Clin Periodontol* 1992;19:118-26.
  7. Jemt T, Lekholm U. Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5-year follow-up report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:635-40.
  8. Kim YS LD, Min SK, Lee J, Moon C. Clinical study on success rate of osseointegrated dental implants. *Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2002;24:137-47.
  9. Bea JY, Shin SW, Cho HJ, Kim YS. A 10-year retrospective clinical study of branemark implant. *J Korean Acad Prosthodont* 2007;45:48-59.
  10. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Peter Hirt H, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi center study with 2359 implants. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:161-72.
  11. Cochran DL, Buser D, Ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Simpson JP, et al. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:144-53.
  12. Lekholm U ZG, Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T. *Tissue-integrated Prosthesis. Osseointegrated in clinical dentistry*, Chicago: Quintessence, 1995;199-209.
  13. Lekholm Ulf, Steenberghe D-V, Herrmann I, Bolender C, Folmer T, Gunne J, et al. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: A prospective 5 year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:627-35.
  14. Jemt T, Chai J, Harnett J, Heath MR, Hutton JE, Johns RB, et al. A 5-year prospective multicenter follow-up report on overdentures supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:291-8.
  15. Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981;52:155-70.
  16. Branemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50:399-410.
  17. Lekholm UAR, Lindhe J, Brånemark PI, Eriksson B, Rockler B, Lindvall A-M, et al. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. (II) A cross-sectional retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986;15:53-61.
  18. Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1983;49:843-8.
  19. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Peter T. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106:721-64.
  20. Esposito M, Thomsen P, Ericson LE, Sennerby L, Lekholm U. Histopathologic observations on late oral implant failures. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:18-32.
  21. Park SW. The study of bone density assessment on dental implant sites. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2010;36:417-22.
  22. Lee HB, Kim CS. Comparison of success rate between single implants installed mandibular 1st and molar. *Korean Periodontology* 2004;34:101-11.
  23. Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:204-11.
  24. Carl EM. *Contemporary implant dentistry*. Mosby Co, 1999.
  25. Carl EM. Short dental implants, a literature review and rationale for use. *Dent Today* 2005;24:64-6.
  26. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006;2(17 Suppl):35-51.
  27. Rangert B, Krogh PH, Langer B, Van Roekel N. Bending overload and implant fracture: a retrospective clinical analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:326-34.
  28. Sullivan DY. Wide implants for wide teeth. *Dent Econ* 1994;84:82-3.
  29. 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;14:173-80.
  30. Shin SW, Bryant SR, Zarb GA. A retrospective study on the treatment outcome of wide-bodied implants. *Int J Prosthodont* 2004;17:52-8.
  31. Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res*

- 1997;8:234-43.
32. Huwiler MA, Pjetursson BE, Bosshardt DD, Salvi GE, Lang NP. Resonance frequency analysis in relation to jawbone characteristics and during early healing of implant installation. *Clin Oral Implants Res* 2007;18: 275-80.
  33. Rabel A, Kohler SG, Schmidt-Westhausen AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clin Oral Investig* 2007;11:257-65.
  34. Park JH, Lim YJ, Kim MJ, Kwon HB. The effect of various thread designs on the initial stability of taper implants. *J Adv Prosthodont* 2009;1:19-25.
  35. Yi SH, Ci, Shim JS, Han DH. 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. *J Korean Acad Prosthodont* 2004;42:458-70.
  36. Yang SM, PS, Shin SY, Kye SB. A 3 year-retrospective study of survival rate in single Brånemark TiUnite (TM) implant. *J Korean Acad Periodontol* 2007;37:671-9.