

보철전단계의 치과 임플란트 실패

김재승 · 장현호 · 장철호 · 류성호 · 강재현
울산대학교의과대학, 치과학교실(서울중앙병원)

Abstract

PREPROSTHETIC STAGE DENTAL IMPLANT FAILURE

Jae-Seung Kim, Hyun-Ho Chang, Cheol-Ho Chang, Sung-Ho Rhyu, Jae-Hyun Kang
Department of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Medicine, Ulsan University(Asan Medical Center)

Since the introduction of the concept of osseointegration, the success rate of dental implant has increased dramatically. So, the uses of dental implant in the treatment of partially or fully edentulous patients have played an important role in dental rehabilitation.

Regardless of high success rate of dental implant, some amounts of fixtures cannot help failing.

We can classify dental implant failure according to timing, causative factor, etc.

This study is focused on dental implant fixture failure, occurring during preprosthetic stage. There are various reasons that cause implant failure on this periods, such as improper patient selection, poor bone quality, and periimplantitis, etc.

We investigate the survival rate of 1058 fixtures, which installed in 306 patients in our clinic from January 1997 to December 1999, according to type, sex, location, fixture length and width, using Kaplan-Meier product-limit method and to compare each other with log-rank test.

Overall survival rate was 96.80%, and 33 implants failed over the preprosthetic stage. Our survey data identified posterior location of mandible as being associated with implant failure($P<0.05$).

Key words : Dental implants, Survival rates, Preprosthetic stage

I. 서 론

골유합의 개념이 소개된 이래로 치과 임플란트의 성공률은 극적으로 증대되었다. 따라서, 부분 혹은 완전 무치악 환자의 구강 재활 치료에 있어 치과 임플란트의 사용은 중요한 역할을 담당하게 되었다.

치과 임플란트의 높은 성공률에도 불구하고, 여전히 임플란트의 실패는 일어나고 있다.

치과 임플란트의 실패는 그 시기와 원인요소 등에 따라 분류할 수 있다.

이번 조사는 치과 임플란트 치료에 있어 보철전 단계의 임플란트 실패에 중점을 두고 있다. 이 시기에 임플란트 실패의 원인으로는 부적절한 환자 선택, 불량한 골질, 임플란트 주위염과 같은 다양한 것들이 있다.

1997년 1월부터 1999년 12월까지 본원에서 임플란트를 식립한 306명의 환자를 대상으로 누적한계추정법(Kaplan-Meier product-limit method)을 이용하여 임플란트의 종류, 성별, 위치, 임플란트의 길이와 직경에 따른 생존률을 조사하고, 각각을 로그 순위검정법(Log-rank test)으로 비교하였다.

전체 생존률은 96.80%였고, 보철전 기간동안 33개의 임플란트가 실패하였다. 이번 조사에서는 하악구치부가 임플란트의 실패와 연관되어 있음을 알 수 있었다($P<0.05$).

II. 대상 및 방법

97년 1월 3일부터 99년 12월 23일까지 본원에 임플란트 치료를 받기 위해 내원한 306명의 환자를 대상으로 1058개(97년 412개, 98년 338개, 99년 308개)의 치과용 임플란트를 식립하여 조사를 시행하였다. 전체 대상 환자중 남자가 169명(55.23%)으로, 여자환자(137명, 44.77%)에 비해 많았다(Fig 1). 대상 환자의 평균연령은 44.01 ± 13.99 세였으며, 남자가 44.70 ± 13.40 세, 여자가 43.16 ± 13.99 세였다. 연령별로는 40대 환자(30.39%)가 가장 많았고, 30~50대의 환자가 전체의 68.63%를 차지하였다(Table 1)(Fig 2).

이번 조사에서 Brånemark(Nobel Biocare, Sweden), Steri-Oss.(Nobel Biocare, USA), Avana(Soomin system, Korea) 등 세 가지

장 철 호

138-040 서울시 송파구 풍납동 388-1

아산재단 서울 중앙병원 구강악안면외과

Cheol-Ho Jang

Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, Asan Medical Center

388-1, Pungnap-Dong, Songpa-Gu, Seoul, 138-040, KOREA

Tel : 82-2-2224-3849 Fax : 82-2-2224-6967

E-mail : pungme@orgio.net

Table 1. Age distribution

Age	Number	%
10~19	17	5.88
20~29	37	12.09
30~39	49	16.01
40~49	93	30.39
50~59	68	22.22
60~69	32	10.46
70~79	9	2.94

Table 2. Fixture width & length

	3.25	3.75	3.8	4.0	4.3	4.5	5.0	5.5	6.0	Total
7.0		3		4			4			11
8.0			1							1
8.5		4		4			12	2		22
10.0	2	21	6	58	2	1	51	1	2	144
11.5		29		78			34	5		146
12.0	2		15			2	27			46
13.0		92		143	12		74	3	1	325
14.0	7		7			2	28			44
15.0		71		87						158
16.0	5		26		6		12			49
18.0	2	81	2	20			5			110
20.0		2								2
Total	18	303	57	394	20	5	247	11	3	1058

Table 3. Fixture location

Mx. anterior tooth		Mx. premolar tooth		Mx. posterior tooth	
Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.
78	75	64	56	74	55
Mn. anterior tooth		Mn. premolar tooth		Mn. posterior tooth	
Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.
54	54	75	82	180	211

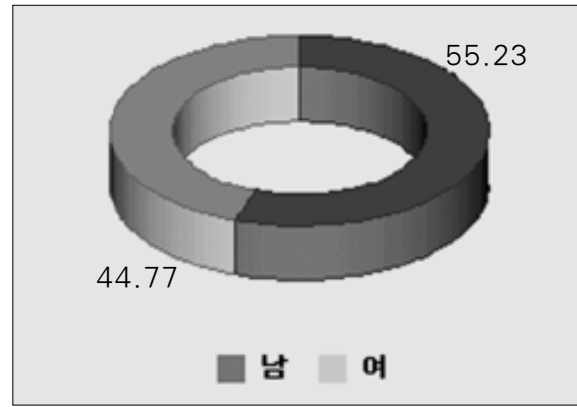


Fig. 1. Sex distribution.

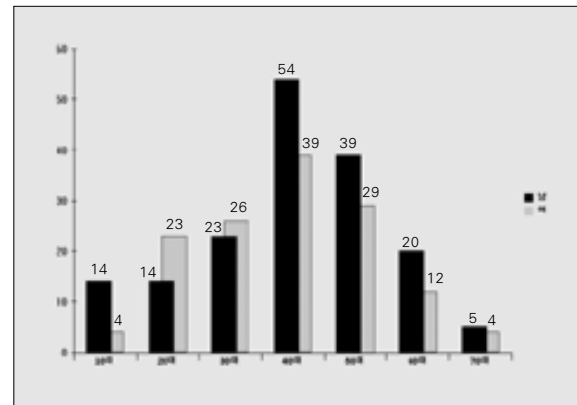


Fig. 2. Age distribution.

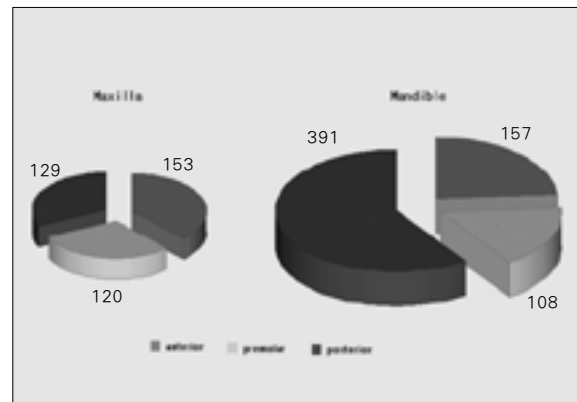


Fig. 3. Fixture location.

종류의 임플란트가 사용되었는데, 각각 828개(78.26%), 191개(18.05%), 39개(3.69%)가 사용되었다. 임플란트 fixture의 두께는 모두 9종류가 사용되었는데, 4mm(394개, 37.24%), 3.75mm(303개, 28.64%), 5mm(247개, 23.35%)순으로 많이 사용되었다(Table 2). Fixture 길이는 12종류가 사용되었으며, 13mm(325개, 30.72%), 15mm(158개, 14.93%), 11.5mm(146개, 14.16%), 10mm(144개, 13.61%) 순으로 많이 사용되었다(Table 2).

부위별로는 상악에 402개(38.00%), 하악에 656개(62.00%)가 식

립되었는데, 가장 많이 식립된 부위는 하악대구치부로 모두 391개(36.96%)의 fixture가 식립되었고, 하악전치부는 108개(10.21%)로 가장 적은 수의 fixture가 식립되었다(Table 3)(Fig. 3).

이번 조사는 fixture가 식립된 후, 2차수술을 시행하고, 보철을 시행하기 전단계까지의 기간을 대상으로 하였으며, 이차수술을 시행하지 않았거나, follow-up이 되지 않은 27개의 fixture를 제외하고 모두 1,031개의 fixture에서 생존률(survival rate)을 계산하였다. 2차수술전에 실패한 임플란트를 제외하고 모두 1,010개의 fix-

ture에 대해 2차수술을 시행하였고, 상악에서는 평균 235.3일(약 8개월), 하악에서는 평균 152.4일(약 5개월)이 소요되었다.

생존률의 계산을 위해서는 Kaplan-Meier product limit method를 사용하였으며, 이는 다음의 식에 의해 계산된다.

r번째 실패가 일어난 시점에서의 생존율은

$$p_r = \frac{\text{그 시점 이후까지의 생존수}(n-r)}{\text{그 시점 이후까지의 관찰수}(n)}$$

censoring이 실패와 동시에 일어났다면 실패가 censoring보다 먼저 발생한 것이라고 간주하여 계산한다.

$$St = \prod (1 - (N_i - 1)^{-1})$$

단, N은 총관찰수, i: 실패례의 생존기간 순위, n: t까지의 생존수

$$\sigma^2 = S^2 \sum \{ (N_i - 1)^{-2} \}$$

Table 4. Implant failure and total implant distribution by gender, implant type, location

	Implants failed(%)	Total implants placed(%)
Gender		
Female	12(3.02)	398(38.60)
Male	21(3.32)	633(61.40)
Implant type		
Brånemark	24(2.99)	802(77.79)
Steri-Oss.	9(4.74)	190(18.43)
Avana	0(0.00)	39(3.78)
Implant location		
anterior Mx.	6(4.08)	147(14.26)
premolar Mx.	4(3.51)	114(11.06)
posterior Mx.	4(3.17)	126(12.22)
Maxilla	14(3.62)	387
anterior Mn.	0(0.00)	154(14.94)
premolar Mn.	3(2.78)	108(10.47)
posterior Mn.	16(4.19)	382(37.05)
Mandible	19(2.95)	644
Total	33	1031

Table 5. Implant failure distribution by Age & Gender

	Failure rates(Male, %)	Failure rates(Female, %)	Total failure rates(%)
10~19	0.00(0/26)	10.00(1/10)	2.78(1/36)
20~29	0.00(0/27)	2.56(1/39)	1.52(1/66)
30~39	1.79(1/56)	1.82(1/55)	1.80(2/111)
40~49	5.95(15/252)	1.60(2/125)	4.51(17/377)
50~59	2.37(4/169)	3.00(3/100)	2.60(7/269)
60~69	1.19(1/84)	8.89(4/45)	3.88(5/129)
70~79	0.00(0/19)	0.00(0/24)	0.00(0/43)

위에서 얻어진 생존함수의 비교를 위해서는 Log-rank test를 이용하였으며, 이는 관찰대상 개개인을 관찰기간순으로 배열하고, 두 치료군 중 어디에서나 실패가 일어난 시점에서마다 관찰실패수와 기대실패수를 계산하여 분석한다. 여기서 만약, 두 군간의 생존률의 차이가 없다면, 일정기간에서의 실패는 각 치료군의 관찰수에 비례하여 일어나야 할 것이다.

이 방법을 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\chi^2 = \sum \frac{\text{관찰실패수합} - \text{기대실패수합}}{\text{기대실패수합}}$$

실패한 증례들은 의무기록지와 방사선 사진, 본과 임플란트 기록지, 환자와의 면담 등을 통해 실패의 원인을 분석하고 기록하였으며, 실패의 기준으로는 다음을 고려하였다.

* 실패의 기준

1. 임플란트 고정체(fixture)의 동요도
2. 지속적인 동통, 이물감각, 감각이상과 같은 주관적 증상
3. 농을 동반한 재발성 임플란트 주위 감염
4. 지속적인 임플란트 주위의 방사선투과상

Table 6. Implant failure and total implant distribution by fixture width and length

	Implants failed(%)	Total implants placed(%)
Width		
3.25	0(0.00)	18(1.75)
3.75	4(1.39)	287(27.84)
3.8	5(8.77)	57(5.53)
4.0	15(3.88)	387(37.54)
4.3	1(5.00)	20(1.94)
4.5	0(0.00)	5(0.48)
5.0	7(2.88)	243(23.57)
5.5	1(9.09)	11(1.07)
6.0	0(0.00)	3(0.29)
Length		
7	0(0.00)	11(1.07)
8	1(100.00)	1(0.10)
8.5	3(14.29)	21(2.04)
10	2(1.44)	139(13.48)
11.5	2(1.42)	141(13.68)
12	0(0.00)	46(4.46)
13	13(4.14)	314(30.46)
14	3(6.98)	43(4.17)
15	6(3.80)	158(15.32)
16	2(4.08)	49(4.75)
18	1(0.94)	106(10.281)
20	0(0.00)	2(0.19)

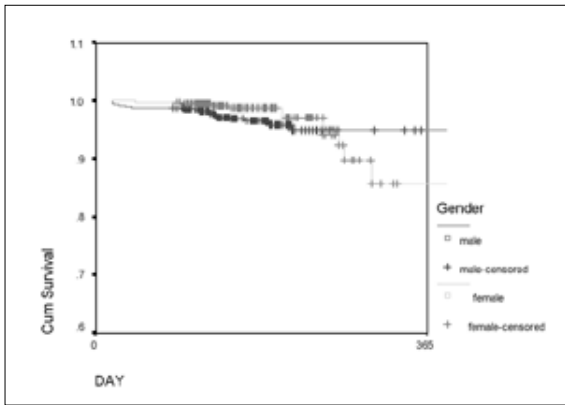


Fig. 4. Survival Function(Gender).

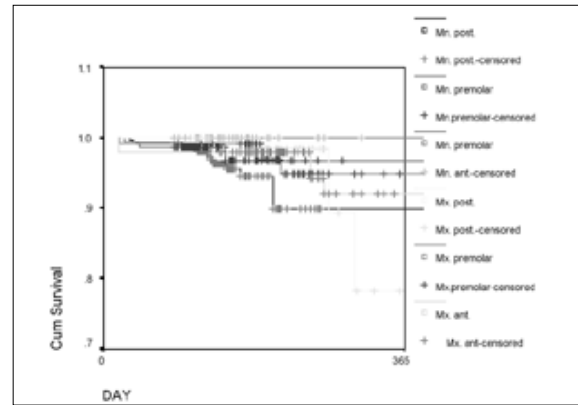


Fig. 5. Survival Functions(location).

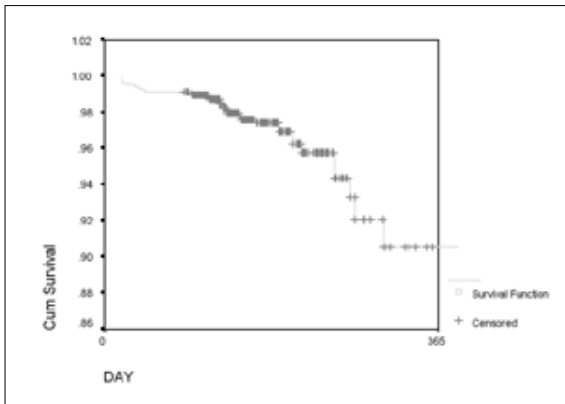


Fig. 6. Survival Function.

III. 결 과

수술후 내원하지 않거나(7개), 2차 수술이 시행되지 않았거나(19개), 혹은 submerged(1개)된 27개의 임플란트를 제외한 1,031개 임플란트 고정체(fixture)의 생존률(survival rate)을, 보철을 시행하기 전단계까지의 기간동안 조사하였다. 이 기간동안 총 33개의 임플란트가 실패하여, 결과적으로 전체 실패율은 3.20%였다.

306명의 환자 중 22명의 환자가 실패를 경험(7.19%)하였으며, 이중 7명의 환자에서는 2개 이상의 고정체가 실패하였다. 성별, 임플란트 고정체 두께, 임플란트 고정체 길이, 임플란트 종류, 임플란트가 식립된 위치에 따른 각각의 실패율을 Table 4-Table 6 까지 정리하였다.

성별에 따른 생존율은 여성에서 약간 높았으나, 누적한계추정법(Kaplan-Meier analysis)에 의한 생존률 조사후 로그-순위검정(log-rank test)을 시행한 결과 유의성(0.6733)이 없었다(Fig. 4). 또한 임플란트 종류에 따른 생존률은 Avana implant(Soomin system, Korea)에서 가장 높았으나, 위의 방법을 사용한 결과 유의성(0.7073)이 없었다. 임플란트가 식립된 위치에 따른 생존률조사에서는 $P < 0.05$ 에서 유의성(0.0312)있는 결과를 보였다. 따라서, 하악전치부의 생존률이 다른 부위에 비해 높다고 할 수 있으며, 하악 구치부에서는 생존률이 가장 낮다(Fig. 5).

임플란트를 식립한 환자의 각 연령군을 Table 5에 따라 구분하

고 생존률을 비교하였으나 유의성을 보이지 않았다(0.7551). 또한 각 환자 연령군에 대한 성별생존률을 비교하였으나, 유의성이 없었다(0.8801).

임플란트 고정체의 직경(0.2242)이나 길이(0.2894)에 따른 각 군간의 생존률 비교에서도 유의성 있는 결과를 얻을 수는 없었다.

전체적인 임플란트 고정체의 생존률은 누적한계추정법을 이용하여 구했으며, follow-up day에 따라 표시하였다(Fig. 6).

IV. 총괄 및 고찰

임플란트 치료의 성공률을 조사하기 위한 방법으로는 4-field table analysis, descriptive statistics, hypothesis test 등 여러 가지가 소개되어 있다. 이러한 임플란트 치료의 성공률 조사는 어떤 사건(실패)이 발생할 때까지의 시간(time)이란 자료가 주어지기 때문에 중도절단된 자료(censored data)를 고려하여야만 한다. 이러한 생존함수를 추정하는 방법으로는 모수적 방법과 비모수적 방법을 이용할 수 있으며, 이번 조사에서는 비모수적 방법중 대표적인 Kaplan-Meier product-limit method를 사용하였다. 추적관찰된 두 집단의 생존률을 비교하기 위한 검정통계량으로 사용되는 방법은 log-rank test와 generalized Wilcoxon test가 있으며, 시간에 따른 검정력의 차이가 Wilcoxon 방법에서는 떨어지므로 log-rank test를 사용하여 각 군간의 생존률을 비교하였다.

이번 조사에서 전체 임플란트에 대한 생존율은 96.80% (33/1031)였고, Mark S. Scurlia 등¹⁾의 임플란트 생존률연구에서의 94.79%와 Robert Haas 등²⁾의 97.71%와 유사한 결과를 보였다. Robert Haas 등의 연구(상악 4.1%, 하악 1.7%)에서와 마찬가지로 상악에서의 실패율은 3.62%(14/391)로 하악에서의 실패율(19/644 = 2.95%)보다 높았지만, 이번 조사에서는 통계적인 유의성을 찾지는 못했다. 부위별 실패율에서는 하악전치부가 가장 우수하였고, 하악 구치부가 가장 실패가 많았는데, 유의성을 보였다. 따라서, 악골의 질이 우수한 하악전치부에서 성공률이 높다고 할 수 있겠다. Robert와 Charles의 1991년 연구³⁾에서도 1,054개의 임플란트 중 Type I, II, III⁴⁾에 식립된 임플란트에서는 단지 3% 만이 실패하였으나, Type IV bone에 식립된 임플란트는 35%가 실패하였음을 보고하고, 치과용 임플란트의 성패를 좌우하는 가장 중

요한 인자중에 하나가 악골의 질(Bone quality)이라고 하였다. 이번 조사에서도 식립시 초기안정성이 부족하였던 14개의 임프란트 중 3개가 2차수술전에 실패(25%)하여, 실패율이 높았다. 반대로, 골이 너무 단단하여, hand wrench로 1mm 이상 식립한 경우(39개)에서는 1개만이 실패(2.56%)하였다. 하지만 골량이 부족하여 상악동거상술식을 시행한 35개의 임프란트 중에는 1개만이 실패(2.86%)하였다. 이와 같은 경우, 자료수가 부족하여 통계적인 의미는 찾지 못했다.

임프란트의 직경에 따른 생존률은 본원 조사에서는 통계적 유의성이 없는 것으로 판명되었으나, Carl-Johan Ivanoff 등⁹⁾의 연구에서는 오히려, 식립부위나 골질, 골량 보다는 임프란트의 직경이 실패와 연관이 있다 하였고, 5.00mm 임프란트가 3.75mm나 4.00mm 임프란트보다 실패율이 높다고 하였다. 이는 본원의 결과와는 약간 상이함을 보였다(Table 6). 임프란트의 길이와 임프란트의 실패간의 관계에 대한 논문들^{6,8)}에서는 대부분 짧은 길이의 임프란트의 실패율이 더 높다고 하였으며, 이는 본 조사와도 일치하는 결과이나, 통계적인 유의성은 찾지 못했다.

임프란트 고정체의 초기 실패 원인으로는 임시의치에 의한 조기과부하, 구강내 감염, 세균균집, 수술 오류(preparation시 골과열, 시술자의 실수), 불량한 골질과 골량 등이 있다^{9,10)}.

따라서, 임프란트 식립전에 모든 치주질환이나 치아우식증에 의한 감염은 제거되어야만 한다. Sussman¹²⁾은 임프란트는 골유합 초기에 인접 근관병소로부터의 감염에 매우 취약하다고 하였다. 이러한 골수를 통한 인접치로부터의 감염은 임프란트의 실패를 야기하므로, 근관치료된 치아의 인접부위에 임프란트를 식립할 때에는 주의가 필요하다. 또한, 수술 preparation시 drilling이 타원형으로 되지 않도록 주의하여야 하며, 적절한 irrigation이 되어야 골괴사를 방지할 수 있다. Abdel Salam El Askary 등¹³⁾은 preparation시 과도한 힘을 가하거나, drilling이나 threading시 잘못된 손의 위치, 불량한 골질, finger rest의 사용 등이 drilling 오류를 야기한다고 하였다. 임프란트 주위의 방사선투과상은 골괴사가 일어나고 있음을 의미하고, 이는 임프란트 식립시 임프란트의 hollow portion내의 골파절과 함께 혈류장애가 발생하거나, 수술 골의 과열때문에 발생한다¹⁴⁾.

회전절삭기구를 사용한 preparation시의 열발생은 임프란트의 골유합에 있어 영향을 미치는 중요인자중의 하나이다¹⁵⁾. Eriksson 등¹⁶⁾이 토끼의 대퇴골을 이용한 실험에서 bone drilling시 47°C 이상의 온도가 발생되면, 골치유를 저해한다고 발표한 이래 많은 연구가 행해졌는데, Watanabe 등¹⁷⁾은 돼지의 늑골을 이용한 실험에서 bur의 형태나 drilling을 하는 부위에 따라 열전도 양상이 다르다고 하였고, Brånemark 임프란트의 경우에는 countersink, guide, pilot, twist, spiral drill순으로 열발생이 많다고 하였다. 또한 drill을 골에서 제거하더라도 인접골로의 열전달은 계속 진행되며, 원래 온도로 돌아가려면 60초 가량 필요하다고 하였다. 따라서 충분한 irrigation을 시행하여야만, 적절한 효과를 거둘 수 있다 하겠다.

흡연이 임프란트의 실패에 미치는 영향에 대해서도 많은 연구^{18,20)}가 행해졌는데, 1996년 Crawford 등이 78명의 환자를 비흡연자

(NS), 흡연자중 시술후 담배를 피지 않은 군(SQ), 시술후에도 계속 흡연을 한 군(SNQ)으로 나누어 조사한 결과 NS군과 SNQ군, SQ군과 SNQ군간에는 통계적으로 유의성(P<0.005)이 있었으나, NS군과 SQ군간에는 유의성이 없다고 발표하였다²⁰⁾. 결과적으로 smoking cessation protocol이 임프란트 성공에 있어 매우 중요하다고 하겠다. 이번 연구에서도, 통계적 유의성은 없었지만 담배를 많이 피우는 40대 남성군에서 실패율이 높았으며, 실패를 경험한 9명 가운데 7명이 흡연자였다. 임프란트 식립 수술시 항생제의 사용도 중요한데, Dent 등²¹⁾의 연구에서도 예방적 항생제를 투여한 경우, 임프란트 실패가 유의할 만큼 적게 발생되었다고 보고하였다. 임프란트의 조작시 오염이 발생한 경우 세균이 임프란트 표면에 군집²²⁾하여, 항생제에 저항성²³⁾을 가지게 된다고 하였다. 따라서 오염이 발생되지 않도록 수술중 철저한 주의가 필요하다.

연령과 성별에 따른 임프란트의 생존률은 Richard A. Smith 등²⁴⁾의 조사에서와 마찬가지로 유의성이 없는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 고령환자의 치료에 있어서 연령으로만 판단하여 임프란트 치료의 금기증으로 생각해서는 안되며, 심한 악골위축이나 쇠약 질환, 치료를 받아들일 수 있는 능력, 남은 여생 등을 고려하여 치료에 임해야 할 것이다.

V. 결 론

이번 조사가 비록 단기간의 결과에 대한 보고이지만, 임프란트의 실패가 가장 많이 발생하는 시기의 조사로서 많은 의미를 갖는다고 하겠다. Esposito 등²⁵⁾도 Brånemark 임프란트의 성공률을 조사한 많은 논문들을 재조사하여 보철전의 초기실패가 전체 실패의 47%가량을 차지한다고 발표하였고, 이 중에는 의원성 요인과 숙주관련 요인이 가장 큰 실패원인이라고 하였다.

1997년부터 1999년 까지 3년간 306명에게 식립된 1,058개의 임프란트 치아를 대상으로 보철전 단계까지의 성공, 실패를 조사하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 남자 169명, 여자가 137명 이었다.
2. 평균연령은 44.01±13.99세이었으며, 40대가 30.39%로 가장 많았다.
3. 하악대구치비에 가장 많은 임프란트 치아(391개, 36.9%)가 식립되었다.
4. 306명중 22명(7.19%)이 임프란트치아의 실패를 경험하였다.
5. 실패된 임프란트치아는 모두 33개로 3.20%의 실패율을 보였다.
6. 상악에서 실패율이 3.62%로, 하악에서의 실패율(2.95%)보다 높았다.
7. 상악에서, 전치부의 실패율(4.08%)이 구치부(3.17%)보다 높았다.
8. 하악에서, 전치부에서는 실패가 없었으며, 구치부에서 실패율(4.19%)이 가장 높았다.

조사결과 임프란트 치료의 실패율이 비교적 낮은 것으로 나타났다. 임프란트의 성공률과 진료의 질을 더욱 향상시키기 위

해서는 결국 적절한 환자의 선택과, 정확하고 안전한 시술, 지속적인 환자관리가 필요할 것이다. 특히, 양질의 골량(Bone amount)과 골질(Bone Quality)은 임플란트 성공에 있어 중요한 요소이다. 하지만 일반적인 방사선 사진으로는 골량의 측정은 가능하나 정확한 골질은 술전에 알 수 없다. 따라서 골질을 판정하여 알맞은 증례선택을 할 수 있도록 컴퓨터 단층촬영과 같은 좀 더 정확한 방사선 촬영이 필요하며, 또한 골량 뿐 만 아니라 골질에 따른 시술 테크닉의 숙달도 필요할 것이다. 또한 임플란트 장비의 원활한 소독을 시행하여 술중의 감염위험을 줄이고, 보조간호사와 소독간호사를 교육하여 임플란트 고정체가 술중의 부주의로 오염되지 않도록 함은 물론 시술 술식을 숙지하도록 해서, 원활하고 효율적인 수술이 되도록 해야 할 것이다. 그리고 시술 전후 환자의 구강위생에 대한 관리 및 술후 유의사항에 대해 충분히 설명하여, 환자의 무지에 의한 실패가능성도 줄여야 할 것이다. 이를 위해서는 임플란트에 대해 간단하고, 쉽게 설명되어 있는 유인물을 제작하는 것도 유익할 것이다. 이러한 모든 수술적, 수술외적 문제들에 대한 주의 깊은 통찰이 이루어진다면, 임플란트의 성공률 또한 더욱 증진시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Mark S. Scurria et al, Prognostic Variables Associated with implant failure : A Retrospective Effectiveness Study. *Int J Oral Maxillofacial Implants* 1998;13:400-406.
2. Robert Haas, MD, DMD/Nikoleta Mensdorff-Pou, Survival of 1,920 IMZ Implants Followed for up to 100 Months. *Int J Oral Maxillofacial Implants* 1996 Vol. 11, No. 5 581-588.
3. Robert A. Jaffin and Charles L. Berman. The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV Bone: A 5-year analysis. *J Periodontol* 1991;62:2-4.
4. Engquist B, Bergendal T, Kallis T. A retrospective multicentered evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. *Int J of Oral and Maxillofac Impl* 1988;3:129-134.
5. Carl-Johan Ivanoff et al, Influence of variation in implant diameters: A 3 to 5 year retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofacial Implants* 1999;14:173-180.
6. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: A study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:142-146.
7. Lekholm U. The Brånemark implant technique. A standardized procedure under continous development. In: Laney WR, Tolman DE(eds). *Tissue Integration in Oral, Orthopedic & Maxillofacial Reconstruction*. Chicago: Quintessence, 1992:194-199.
8. Hutton JE, Heath MR, Chai JY, Harnett J, Jemt T, Johns RB, et al. Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Brånemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:33-42.
9. Jaffin R, Berman C. Coping with the dilemmas of osseointegration treatment. Presented at the annual Meeting of the American Academy of Periodontology; Oct 26, 1988; San Diego, CA.
10. Balshi TJ, Pappas Ce, Wolfinger GJ, Hernandez RE. Management of an abscess around the apex of a mandibular root from implant: Clinical report. *Implant Dent* 1994;3:81-85.
11. Meffert RM. How to treat ailing and failing implants. *Implant Dent* 1992;1:25-33.
12. Sussman HI, Endodontic pathology leading to implant failure: A case report. *J Oral Implantol*. 1997;23:112-115.
13. Abdel Salam El Askary et al. Why do dental implants fail? Part I. *Implant Dent* 1999;8:173-185).
14. Adriano Piattelli et al, Implant Periapical lesion: Clinical, Histologic, and Histochemical Aspects. A case report. *Int. J of Periodontics & Restorative Dentistry* Vol 18, # 2, 1998 181-187.
15. Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T: *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Chicago, Quintessence Publ Co, 1985.
16. Eriksson AR, Albrektsson T: Temperature threshold levels for heat induced bone tissue injury. A vital microscopic study in rabbit. *J Prosthet Dent* 1983;50:101-107.
17. Fumihiko Watanabe et al, Heat Distribution in Bone During Preparation of Implant Sites: Heat Analysis by Real-Time Thermography. 1992 Vol. 7, No. 2 212-219.
18. Bain CA, Moy PK. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:609-615.
19. De Bruyn H, Collaert B. The effects of smoking on early implant failure. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:260-264.
20. Jones JK, Triplett RG. The relationship of smoking to impaired intraoral wound healing. *J Oral Maxillofac Surg* 1992;50:237-239.
21. Crawford A. Bain, Smoking and Implant Failure - Benefits of a Smoking Cessation Protocol. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:756-759.
22. Dent CD, Olsson JW, Farish SE, Bellome J, Casino AJ, et al. The influence of preoperative antibiotics on success of endosseous implants up to and including stage II surgery: A study of 2641 implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55(Suppl 5):19-24.
23. Johnson GM, Lee DA, Regelman WE, et al. Interference with granulocyte function by staphylococcus epidermidis slime. *Infect Immun*. 1986;54:13-20.
24. Gristina AG, Jennings RA, Naylor PT, et al. Comparative in vitro antibiotic resistance of surface-colonizing coagulase-negative staphylococci. *Antimicrob Agents Chemother*. 1989;33:813-816.
25. Richard A. Smith, et al. Risk factors associated with dental implants in healthy and medically compromised patients. *Oral Maxillofac Implants* 1992;7:362-372.
26. Esposito et al, Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 527-551.