

Brånemark 임플란트의 10년 후향적 임상연구

고려대학교의료원 구로병원 보철과, *예방치과

배정운 · 신상완 · 조현정 · 김영수*

I. 서 론

지난 20여 년 동안 골유착성 임플란트는 부분 또는 완전 무치악 환자에게 성공률이 높은 믿을만한 치료방법으로 인정받았다.

1977년 Brånemark 등¹⁾이 치근형 골유착성 임플란트의 10년 장기 임상관찰 결과를 보고하였고, 1981년 Adell 등²⁾이 15년 장기 임상관찰 결과보고를 한 이후 많은 치과의사들의 관심을 불러 일으켰으며, 1982년 Toronto conference³⁾ 이후 북미를 비롯해 전세계적으로 골유착성 임플란트의 기술이 확대되었다.

그 이후 전악^{4,5)}과 부분 무치악 환자⁶⁻⁹⁾들을 대상으로 한 임플란트 기술은 호의적인 결과들을 보였다. 최근에는 가철성 수복물을 피하고, 자연치의 손상을 줄이려는 방향으로 환자의 요구가 변화됨에 따라 임플란트의 수요가 점차 증가하고 있으며, 여러 회사들이 앞다투어 새로운 개념의 임플란트 시스템을 소개하고 있다. 하지만 극히 제한된 수의 임플란트 시스템만이 장기 임상관찰 결과를 보고하고 있다 (Table I).¹⁰⁻²⁵⁾

한국에서도 1980년 이래로 임플란트 기술이 치아 결손부를 치료하는 중요한 치과 술식의 하나가 되었다. 그러나 한국인에 대한 임플란트의 장기 임상 관찰 연구는 아직 부족한 형편이다. 한국인에서의 임플란트 생존율은 한국인들의 고유의 악궁 형태, 섭취하는 식품의 종류나 저작습관 등에 따라 구미인들과는 약간 다른 결과가 나올 수도 있을 것이다.

Kim 등²⁶⁾은 평균 3년 동안 follow-up한 임플란트의 누적생존율이 94%에 이른다고 발표했고 Kim 등²⁷⁾은 또 다른 연구에서 평균 3년 동안 follow-up한 임플란트의 생존율이 96.8%에 이른다고 보고했다. 그러나 이들 연구에는 도중에 탈락된 환자의 수와 시기가 정확히 명시되어 있지 않았으며, 임플란트 종류에 따른 생존율을 구하지 않았다. 그리고 생존율과 위험인자에 대한 연구 중 보철적 요인에 대한 부분이 언급되지 않았다.

이에 저자는 고려대학교 의료원 구로병원에서 식립한 Brånemark 임플란트의 후향적인 연구를 통해 임플란트의 누적생존율을 구하고 여러 위험요인들과 임플란트 생존율과의 상관관계를 규명하고자 본 연구를 시작했다.

II. 연구 재료 및 방법

본 연구는 1993년부터 2003년까지 고려대학교의료원 구로병원 치과의 임플란트센터에서 임플란트 치료를 받은 289명의 환자들의 임상기록을 조사하여, Brånemark 임플란트(Nobel Biocare AB, Gothenburg, Sweden)를 한 개 이상 식립한 83명 환자의 271개의 임플란트를 연구대상으로 하였다. 단 보철물에서 다른 회사의 임플란트와 연결된 경우는 연구대상에서 제외하였다.

101부위에 식립된 총 271개의 임플란트(3.75 mm: 205개; 4.0 mm: 26개; 5.0 mm Regular Platform: 28개; 5.0 mm Wide Platform: 12개) 중

Table I. Survival rates of the various implant systems¹⁰⁾

Authors	Implant Systems	Implant Number	Follow-up period(year)	Mandibular IS(%)	Maxillary IS(%)
Quirynen et al, 1992 ¹¹⁾	Brånemark (CE,FR)	589	0-6	320 96	269 92
De Bruyn et al, 1992 ¹²⁾	Screw-vent (CE, PE)	85	>0.5	23 100	62 90
Fugazzotto et al, 1993 ¹³⁾	IMZ (CE, PE, ST)	2023	0-5	1032 98	991 96
Wedgewood et al, 1992 ¹⁴⁾	ITI (CE, PE, ST)	352	0-3	286 92	66 78
Lekholm et al, 1994 ¹⁵⁾	Brånemark (PE)	558	1-5	338 94	220 92
Leimola-Virtanen et al, 1995 ¹⁶⁾	ITI (CE mandible)	153	3-10	153 92	
Khayat and Nader, 1995 ¹⁷⁾	Screw-vent (CE, PE,ST)	200	4	100 98	60 97
Buchs et al, 1995 ¹⁸⁾	Steri-Oss (CE,PE,ST)	2372	0-6	1444 96	856 93
Haas et al, 1996 ¹⁹⁾	IMZ (CE, PE, ST)	1920	1-9	1436 97	484 91
Jemt et al, 1996 ²⁰⁾	Brånemark (CE,OD)	510	0-5	393 96	117 74
Saadoun and Le Gall, 1996 ²¹⁾	Steri-Oss (PE, CE)	1499	0-8	783 96	716 95
Lazzara et al, 1996 ²²⁾	3i (CE, PE, ST)	1969	0-5	936 96	935 97
Gomez Roman et al, 1997 ²³⁾	Frialit-2 (ST)	696	0-5	331 97	365 97
Buser et al, 1997 ²⁴⁾	ITI (CE, PE, ST)	2359	1-8	1808 94	551 87
Makkonen et al, 1997 ²⁵⁾	Astra (CE mandible)	155	0-5	155 98	

The survival rates were similar among the various implant systems. However, the common success criteria was not used by all the authors and there are few studies which reported the reliable results clinically and radiographically with the follow-up periods longer than five years. (CE=complete edentulism; FR=fixed restoration; PE=partial edentulism; ST=single tooth implant; OD=overdenture; I=investigated implant; S=surviving implant)

96개의 임플란트는 상악에, 175개의 임플란트는 하악에 식립되었다. 대상 환자들은 16-74세의 남자 54명, 여자 29명 총 83명이었다.

모든 환자들에게 1981년 이후 Adell 등²⁾이 제안한 외과수술 및 보철술식을 근간으로 하여 시술하였으며, 다양한 보철수복 방법을 이용하여 수복하였고 이후 follow-up을 위한 내원을 진행하였다. Follow-up을 위한 재내원시 각각의 임플란트에 대한 임상 검사를 실시하였다. 이를 통해 임플란트의 생존 또는 실패에 대한 자료를 모았다. 1997년 Roos²⁶⁾ 등이 정의한 기준에 준하여, 사망하거나 drop out된 환자의 임플란트의 경우는 설명할 수 없는(unaccounted for) 임플란트로, 어떤 이유로든 제거한 임플란트는 실패한(failed) 임플란트로, 그외의 임플란트는 생존한(surviving) 임플란트로 구분하였다.

본 연구의 관찰기간은 1993년 각 환자의 Stage I surgery (제 1차 수술)일로부터 2003년 12월 이내의 최종 내원일까지로 하였으며, 임플란트의 예후와 관련이 될 수 있는 문제점과 관련된 모든 유용한 요소

들을 검사하기 위하여 노력하였다. 이 요소들은 성별(male vs. female)/전신적 건강(건강한 사람 vs. 전신 질환자)/제 1차 수술시의 나이/식립한 날짜/임플란트의 길이/임플란트 직경(3.75 mm vs. 4.0 mm vs. 5.0 mm)/악궁(maxilla vs. mandible)/치아 위치(incisor vs. canine vs. premolar vs. molar)/대합치열 상태(natural dentition or fixed prosthesis vs. removable partial denture or overdenture vs. complete denture/Kennedy 부분무치악 분류(tooth bounded-Class III vs. distal extension-Class I or II)/보철물의 형태(single tooth implant vs. fixed prosthesis vs. removable partial denture vs. overdenture vs. full fixed bridge vs. hybrid prosthesis)/보철물의 설계(single implant vs. multiple splinted implants)/abutment의 종류(standard vs. EsthetiCone vs. CeraOne vs. MirusCone vs. UCLA vs. other abutment)/자연치와의 splinting 여부/cantilever 여부 등이다.

임상 데이터를 환자의 치과 의무기록에서 모으고 분석을 위해 SPSS statistical package(SPSS Inc., Chicago, U.S.A.)에 옮겼다. 변수를 코드화하고 임플란트의 누적생존율을 life table method에 의해 계산하였으며 개개의 변수별로 누적생존율에 미치는 영향을 Cox regression method를 이용하여 통계적으로 분석하였다.

III. 연구 결과

1993년과 2003년에 걸쳐 83명의 환자가 271개의 임플란트 시술을 받았다. 1차 수술시 환자의 나이는 16세에서 74세까지 평균 47.6세였다(Table II).

치료받은 환자의 34.9%를 여성이 차지했다. 임플란트 데이터를 Table III에 제시하였다. 연구군의 21.9%가 만성 질환을 가지고 있었다. 환자의 64.6%는 하악에 임플란트를 식립하였다. 환자의 87.6%에서 자연치열이나 고정성 보철물에 임플란트가 대합하고 있었다. 모두 231개의 regular-diameter 임플란트, 40개의 wide-diameter 임플란트를 식립했다.

통틀어 30개의 임플란트가 19명의 환자에서 실패했다(14명의 남자, 5명의 여자). 그리고 1개의 임플란트는 최종 보철물의 설계에 사용하지 않은 채 연조직으로 덮여두었다(sleeper implant). 30개의 임플란트 중 13개에서 stage II surgery와 보철물 연결 전 일어나는 early failure가 일어났다. 나머지 17개의 임플란트에선 하중을 가한 후 일어나는 late failure가 일어났다.

임플란트의 길이와 직경에 따른 임플란트 실패율이 Table IV에 제시되었다. 상악에서 96개 중 13개

(13.5%), 하악에서 175개 중 17개(9.7%)의 실패가 일어났다. 3.75-mm diameter implant군은 205개 중 18개가 실패해서 8.8%의 실패율을 보였다. 4.0-mm diameter implant군은 11.5%(26개 중 3개), 5.0-mm implant에선 25%(28개 중 7개), 5.0-mm WP implant에선 16.7%(12개 중 2개)의 실패율을 보였다.

생존 분석을 통해 생존율을 구하였는데 이 때 생존 기간은 임플란트에 하중을 가한 후를 기준으로 하였다. 이 결과를 Table V과 Fig 1에 제시하였다. 보철물의 설계에 포함되지 않은 임플란트(sleeper)는 분석에서 제외하였는데 이를 포함시키는 것이 골유착에 영향을 주는 변수를 평가할 때 도움을 주지 못하기 때문이다. 임플란트의 5년째의 89.4%인 누적 생존율이 10년째에는 82.5%로 감소했다.

임플란트 생존율에 영향을 미치는 변수를 찾기 위한 Cox regression analysis에서는 95% 유의수준에서 임플란트 길이가 임플란트 생존율과 상관 관계가 있는 것으로 나타났으며($P=.011$) 그 외 성별, 전신 병력, 임플란트 직경, 악궁, 구강내 위치, Kennedy 분류, 보철물 형태, 보철물 설계, abutment 종류, 교합면 재료, splint 여부, cantilever 여부 등은 임플란트 생존율과 상관관계가 없었다. 임플란트 길이에 대한 생존분석에 기초한 그래프를 Fig. 2에 제시했다. 길이에 따른 누적 생존율(Table VI)을 비교하면 10mm 이하의 임플란트는 74.5%의 누적 생존율을 보였고 11-15 mm 사이의 임플란트는 87.7%, 16 mm 이상의 임플란트는 96.2%의 누적 생존율을 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

Table II. Distribution of the subjects' age and sex

Agegroups (years)	Males	Females	Total
10-19	4	1	5
20-29	20	10	30
30-39	21	16	37
40-49	43	29	72
50-59	62	20	82
60-69	15	18	33
70-79	10	2	12

Table III. Numbers of the implants characterized by the independent variables.

Variable	Implant data	
Gender	Male	175(64.6%)
	Female	96(35.4%)
Medical status	Healthy	196(78.1%)
	Chronic conditions	55(21.9%)
Implant diameter	3.75	205(75.6%)
	4	26(9.6%)
	5	40(14.8%)
Jaw	Maxilla	96(35.4%)
	Mandible	175(64.6%)
Location	Incisor	56(20.7%)
	Canine	35(12.9%)
	Premolar	59(21.8%)
	Molar	121(44.6%)
Kennedy classification	Distal extension	144(53.1%)
	Tooth bounded	62(22.9%)
	Edentulous	65(24%)
Prosthetic type	Single tooth implant	20(7.9%)
	Fixed partial denture	172(67.7%)
	Removable partial denture	6(2.4%)
	Overdenture	25(46.3%)
	Full fixed bridge	26(10.2%)
	Hybrid prosthesis	5(2%)
Prosthetic design	Simple	20(8.4%)
	Multiple	238(92.2%)
Opposing dentition	Natural/fixed partial denture	234(87.6%)
	Removable partial denture /overdenture	9(3.4%)
	Complete denture	24(9%)
Abutment	Standard	71(28.7%)
	Esthetic cone	85(34.4%)
	Ceramic	6(2.4%)
	Mirrored cone	34(13.8%)
	UCLA	39(15.8%)
	Others	12(4.9%)
Occlusal material	Gold	99(41.4%)
	Porcelain	80(33.5%)
	Resin	60(25.1%)
Splinting to natural teeth	No	220(93.2%)
	Yes	16(2.7%)
Cantilever	No	203(79.9%)
	Yes	51(20%)

Table IV. Implant failure rates according to the length and diameter of the fixtures.

Implant size		Maxilla		Mandible		Total	
Diameter	Length	Placed	Failed	Placed	Failed	Placed	Failed
3.75 mm	7			1	1	1	1(100%)
	8.5			2		2	0
	10	6	1	7		13	1(7.7%)
	11.5	2	2	9	1	11	3(27.3%)
	13	25	5	38	3	63	8(15.9%)
	15	35	3	29	0	64	3(6.3%)
	18	21	0	22	2	43	2(7%)
	20			8		8	0
4.0 mm	8.5			1		1	0
	11.5			5	1	5	1(20%)
	13			12		12	0
	15	2		1		3	0
	18			5	2	5	2(40%)
5.0 mm	8			7	2	7	2(28.6%)
	10	1	1	9	2	10	3(30%)
	12	2	1	9	1	11	2(18.2%)
5.0 mm(WP)	10			5	2	5	2(40%)
	11.5			4		4	0
	13	2		1		3	0
Total		96	13	175	17	271	30

Table V. Cumulative survival rates of Brånemark implants depicted as the life table.

Time period	Implants entering period	Patient death or migration	Implants exposed to risk	Implants failed	Interval survival rate(%)	Cumulative survival rate(%)
Load to 1 year	267	17	258.5	12	95.36	95.36
1-2 years	238	41	217.5	8	96.32	91.85
2-3 years	189	24	177	0	100	91.85
3-4 years	165	13	158.5	1	99.37	91.27
4-5 years	151	15	143.5	3	97.91	89.36
5-6 years	133	24	121	2	98.35	87.89
6-7 years	107	46	84	2	97.62	85.79
7-8 years	59	13	52.5	2	96.19	82.52
8-9 years	44	25	31.5	0	100.0	82.52
9-10 years	19	11	13.5	0	100.0	82.52
>10 years	8	8	4.0	0	100.0	82.52

Table VI. Five year-cumulative survival rates (CSR) according to the implant length groups.

Implant length	CSR
≤10 mm	74.5
11-15 mm	87.7
≥16 mm	96.2

Table VII. Influence of the implant length on the implant failure reported in the literatures.³⁹⁾

	Prosthesis	Description of failure
Friberg et al ⁴⁰⁾	IFCD	Higher failure with 7 mm implants. 7 mm implants failed more in maxilla(7%) than mandible(3%).
Jemt and Lekholm ⁴¹⁾	IFCD	72 of 298 7 mm implants placed failed(24%).
Jemt et al ⁴²⁾	IOD	7 mm failed more than any other implant length in maxilla.
Van Steenberghe et al ⁴³⁾	IFPD	6% failure rate in maxilla with 10 mm implants. 10% failure rate in maxilla with 7 mm implants.
Naert et al ⁴⁴⁾	IFPD	7 and 10 mm were the source of most failures.
Pylant et al ⁴⁵⁾	IFPD	7 of 12 failures were 7 and 10 mm implants.
Jemt and Lekholm ⁴⁶⁾	IFPD	67 of 78 failures were 7 mm implants.
Gunne ⁴⁷⁾	IFPD	12 of 13 failures were 10 mm implants.
Higuchi et al ⁴⁸⁾	IFPD	Higher failure with 7 mm implants in maxilla(18%).

IFCD = implant fixed complete denture : IOD=implant overdenture : IFPD=implant fixed partial denture

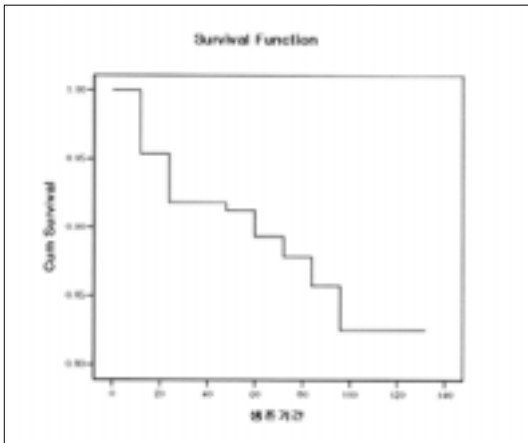


Fig. 1. Cumulative survival rates of the Brånemark implant.

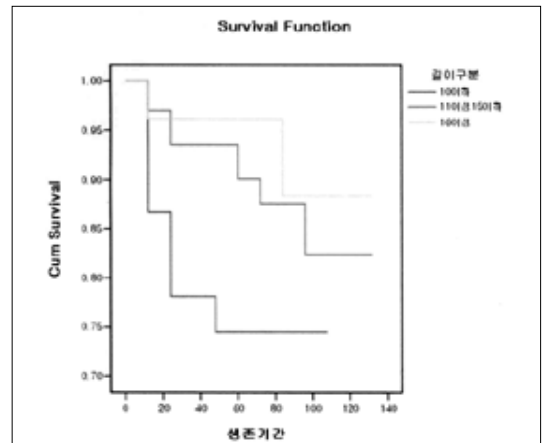


Fig. 2. Cumulative survival rates according to the implant length groups.

IV. 총괄 및 고찰

이번 연구는 고려대학교 의과대학 치과학교실에서 시행된 후향적 연구로 Brånemark 임플란트의 생존율 및 위험요인과의 상관관계를 보고하는 것이다. 임플란트의 누적생존율은 5년 follow-up에 89.4%였고, 10년 follow-up에 82.5%로 나타났다. 이 결과는 Brånemark 임플란트의 5년간 누적생존율이 96.6%라고 보고한 Ross 등²⁸⁾의 연구를 비롯하여 다양한 임플란트 시스템에서 보고하는 생존율에 비해 상대적으로 낮은 것이다(Table I).

Adell 등²⁹⁾은 임플란트 식립 이후 초기 2년 동안에 가장 높은 구간 실패율을 보이다가 그 이후에 점진적인 안정화가 진행되어 임플란트의 실패율이 감소한다고 하였다. 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.^{30,31)}

한편 보철 후 실패의 원인으로는 불량한 구강 위생, 부적절한 loading 상황, 그리고, framework의 misfit 등이 제안되었다.^{32,33,34)} 최근에 Esposito M^{35,36,37)} 등은 환자의 특성과 더불어 임플란트 주위염과 보철물의 과부하가 보철 후 실패의 주요 요인이라 하였고, 임플란트의 표면 특성이 실패 양상에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 한편, 본 연구에서는 보철 후 임플란트 실패율이 식립 4, 5년 경과 후 갑자기 높아지는 것으로 나타났는데, 이는 골소실이 심하게 진행되었으나 보철물이 splinting되어 있어 상황을 인지하기 어려운 환자가 정기적 검진을 받지 않은 경우 뒤늦게 임플란트가 제거되었을 가능성을 생각해볼 수 있겠다.

임플란트 생존율과 상관관계를 보이는 변수를 알아본 결과 환자의 성별, 전신 병력, 임플란트 직경, 악궁, 위치, Kennedy 부분 무치악 분류, 보철물 형태, 보철물 설계, abutment 종류, 교합면 재료, splint 여부, cantilever 여부 등은 임플란트 생존율과 상관관계가 없는 것으로 나타났고 임플란트 길이만이 임플란트의 생존에 영향을 주는 요인으로 나타났다(Table VI, Fig. 2).

Wyatt 와 Zarb³⁸⁾는 7 mm 임플란트의 성공율은

75%이고, 10 mm 이상 임플란트의 성공율은 90% 이상이었다고 보고하였다. 그 외에도 많은 연구들에서 이와 유사한 결과들을 보고하였다(Table VII). 또한 많은 연구자들이 7 mm 임플란트를 상악에 식립했을 때 가장 높은 실패율이 나타났다고 보고하였다.^{40,41,43,48)}

임플란트를 지지하는 골의 면적은 임플란트의 길이를 연장함으로써 증가시킬 수 있다. 길이 증가의 중요성은 치조정 부위의 골접촉 면에서는 의미가 없지만 초기 고정과 전체 골접촉 면적의 양을 증가시키는 측면에서 의미가 있다. 임플란트의 길이 증가를 통해 임플란트의 removal torque나 전단강도를 증가시킬 수 있는 것으로 보고된 바 있다.⁴⁹⁾

그러나 최근의 연구^{50,51)}에 따르면 하악 구치부에 식립된 8 mm 길이의 hydroxyapatite-coated 임플란트에서 4%-6%의 낮은 실패율을 보인 것으로 나타나 임플란트의 표면 특성을 변화시킴으로써 짧은 임플란트에서도 성공률을 증가시킬 수 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 사용된 임플란트는 대부분 machined type의 임플란트로 앞으로의 연구에서는 임플란트의 표면 특성 변화에 따른 누적생존율 변화에 대한 분석이 있어야 할 것으로 사료된다.

또한 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.⁴⁹⁾ 이번 연구에서는 임플란트의 직경과 생존율이 통계학적으로 상관관계가 없는 것으로 나타났지만, regular diameter 임플란트의 9.1%가 실패한 반면, wide diameter 임플란트의 22.5%가 실패한 것으로 나타나 Shin 등⁵²⁾이 보고한 wide diameter 임플란트 군이 regular diameter 임플란트 군보다 실패율이 12.5% 높게 나타났다는 연구 결과와 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 앞으로의 연구에서는 임플란트의 생존율에 영향을 줄 가능성이 높은 변수들만을 사용하여 좀더 특이적인 분석을 시행할 필요가 있다고 생각된다.

Albrektsson과 Zarb⁵³⁾는 임플란트 연구의 신뢰성을 높이기 위해 2개 이상의 기관에서 50명 이상의 환자를 대상으로, 5년 이상 정기적으로 관찰해야 한다고

보고하였다. 그러나 본 연구에서는 과거의 자료를 진료기록부와 방사선 사진을 통해 취득할 수밖에 없었기 때문에 자료의 신뢰성을 진료기록부의 충실성에 의존할 수밖에 없었고, 중도탈락된 환자의 수가 많아 식립된 임플란트의 완전한 follow-up이 이루어지지 않았다. 또한 시간소요에 대한 문제점과 현실적으로 환자의 동의를 구하기 어렵다는 문제점으로 인해 보철물을 제거하고 시행해야 하는 개개 임플란트의 동요도 검사를 하지 못했으며 표준화된 기준점과 조사각을 통해 얻어진 치근단 방사선사진 상에서 임플란트 인접 치조골의 변연골 수준을 측정하지 못해 임플란트의 성공기준에 따른 성공율은 얻지 못하고 생존율만 구할 수밖에 없었다.

우리나라에는 아직까지 단일 임플란트 시스템에 대한 장기간의 임상관찰 보고가 거의 없다. 치과의사는 임플란트 제조업체로부터 임상적으로 적절한 예후를 가지는 임플란트를 공급받아 식립할 의무가 있음을 알아야 하고, 환자에게 임플란트 치료에 동반되는 이득과 위험에 대해 설명할 의무가 있음을 알아야 할 것이다. 본 연구를 기초로 하여 국내에서도 앞으로 단일 시스템에 대하여 임플란트 성공기준에 근거하여 성공률을 평가하는 전향적인 연구가 시행되어야 할 것이다.

V. 결 론

후향적인 연구를 통해 Brånemark 임플란트의 누적생존율을 구하고, 임플란트의 생존율에 영향을 미치는 인자를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 10년 간의 Brånemark 임플란트의 누적생존율은 82.52%였다.
2. Cox regression analysis에 의해 임플란트의 길이는 임플란트의 누적생존율에 영향을 미치는 것으로 분석되었다($P < .05$).
3. Brånemark implant의 장기적인 임상결과는 받아들여질만 하였다.

앞으로 임플란트의 성공에 영향을 미치는 인자들을 분석하기 위하여 더 많은 수의 환자와 임플란트를 대상으로 하는 장기간의 전향적인 연구가 요구된다.

참고문헌

1. Brånemark, PI, Hansson, BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. Scand J Plast Reconstr Surg 1977;11:Suppl.16, and as a monograph from Almqvist & Wiksell international, Stockholm 1977.
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. Zarb GA. Proceedings on the Toronto Conference on osseointegration in clinical dentistry. St. Louis, C. V. Mosby Co, 1983.
4. Cox JF, Zarb GA. The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: a 3 year report. Int J Oral Maxillofac Implants 1987;2:91-100.
5. Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: the Toronto study. Part III: Problems and complications encountered. J Prosthet Dent 1990;64:185-94.
6. Van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, Folmer T, Henry P, Herrmann I, Higuchi K, Laney W, Linden U, Astrand P. Applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. Int J Oral Maxillofac Implants 1990;5:272-281.
7. Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants in posterior partially edentulous patients. Int J Prosthodont 1993;6:189-196.
8. Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal

- clinical effectiveness of osseointegrated dental implants in anterior partially edentulous patients. *Int J Prosthodont* 1993; 6:180-188.
9. Lekholm U, van Steenberghe D, Herrmann I, et al. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous jaws: A prospective 5 year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:627-635.
 10. Mithridade Davarpanah, Henry Martinez. *Clinical manual of implant dentistry*: Quintessence Publishing Co, Ltd, 2003.
 11. Quiryrenen M, Naert I, van Steenberghe D, Nys L. A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part I: Periodontal aspects. *J Prosthet Dent* 1992;68:655-663.
 12. De Bruyn H, Collaert B, Linden U, Flygare L. A comparative study of the clinical efficacy of Screw Vent implants versus Branemark fixtures, installed in a periodontal clinic. *Clin Oral Implants Res* 1992;3:32-41.
 13. Fugazzotto PA, Gulbransen HJ, Wheeler SL, Lindsay JA. The use of IMZ osseointegrated implants in partially and completely edentulous patients: success and failure rates of 2,023 implant cylinders up to 60 months in function. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:617-621.
 14. Wedgwood D, Jennings KJ, Critchlow HA, Watkinson AC, Shepherd JP, Frame JW, Laird WR, Quayle AA. Experience with ITI osseointegrated implants at five centres in the UK. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1992;30:377-381.
 15. Leimola Virtanen R, Peltola J, Oksala E, Helenius H, Happonen RP. ITI titanium plasma sprayed screw implants in the treatment of edentulous mandibles: A follow up study of 39 patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:373-378.
 16. Khayat PG, Nader NA. Interet et indications d'un implant visse a hexagone interne: Le Screw Vent. *J Parodontal* 1995;14: 31-41.
 17. Buchs AU, Hanh J, Vassos DM. The prospective clinical study of 2372 Steri Oss HA coated threaded implants Six year post restoration update results. Presented at the 1995 SteriOss international conference. 1995.
 18. Haas R, Mensdorff Pouilly N, Mailath G, Watzek G. Survival of 1,920 IMZ implants followed for up to 100 months. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11: 581-588.
 19. Jemt T, Chai J, Harnett J, et al. A 5 year prospective multicenter follow up report on overdentures supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:291-298.
 20. Saadoun AP, Le Gall MG. An 8 year compilation of clinical results obtained with Steri Oss endosseous implants. *Compend Contin Educ Dent* 1996;17:669-688.
 21. Lazzara RJ, Siddiqui AA, Binon P, et al. Retrospective multicenter analysis of 3 endosseous dental implants placed over a five year period. *Clini Oral Implants Res* 1996;7:73-83.
 22. Gomez Roman G, Schulte W, d'Hoedt B, Axman Krcmar D. The Frialit 2 implant system: five year clinical experience in single tooth and immediately postextraction applications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:299-309.
 23. Buser D, Mericske Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, Belser UC, Lang NP. 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;8:161-172.
25. Makkonen TA, Holmberg S, Niemi L, Olsson C, Tammissalo T, Peltola J. A 5 year prospective clinical study of Astra Tech dental implants supporting fixed bridges or overdentures in the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:469-475.
 26. Kim YS, Lee DK, Min SK, Lee J, Moon C. Clinical Study On Success Rate Of Osseointegrated Dental Implants. *Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2002;24:137-147. Korean.
 27. Kim JS, Chang HH, Chang CH, Rhyu SH, Kang JH. Preprosthetic Stage Dental Implant Failure. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2001;27:178-183. Korean.
 28. Roos J, Sennerby L, Lekholm U, Jemt T, Grondahl K, Albrektsson T. A qualitative and quantitative method for evaluating implant success: a 5 year retrospective analysis of the Brånemark implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:504-514.
 29. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long term follow up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:347-359.
 30. 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; 52:155-170.
 31. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983;50:399-410.
 32. Jemt T. Implant treatment in resorbed edentulous upper jaws. *Clini Or. Implants Res* 1993;4:187-194.
 33. Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent* 1983;49:843-848.
 34. Lekholm U, Adell R, Lindhe J, Brånemark PI, Eriksson B, Rockler B, et al. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. II. A crosssectional retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986;15:53-61.
 35. 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.
 36. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci* 1998;106:721-764.
 37. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106:527-551.
 38. Wyatt CC, Zarb GA. Treatment outcomes of patients with implant supported fixed partial prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:204-211.
 39. Goodacre, Kan, and Rungchrassaeng. Clinical complications of osseointegrated implants *J Prosthet Dent* 1999;81:537-552.
 40. 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.
 41. Jemt T, Lekholm U. Implant treatment in edentulous maxillae: a 5 year follow up report on patients with different degrees of

- jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:303-311.
42. Jemt T, Book K, Linden B, Urde G. Failures and complications in 92 consecutively inserted overdentures supported by Brånemark implants in severely resorbed edentulous maxillae: a study from prosthetic treatment to first annual check up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:162-167.
 43. Van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, Folmer T, Henry P, Herrmann I, Higuchi K, Laney W, Linden U, Astrand P. Applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:272-281.
 44. Naert I, Quirynen M, van Steenberghe D, Darius P. A six year prosthodontic study of 509 consecutively inserted implants for the treatment of partial edentulism. *J Prosthet Dent* 1992;67:236-245.
 45. Pylant T, Triplett RG, Key MC, Brunsvold MA. A retrospective evaluation of endosseous titanium implants in the partially edentulous patient. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:195-202.
 46. Jemt T, Lekholm U. Oral implant treatment in posterior partially edentulous jaws: a 5 year follow up report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:635-640.
 47. Gunne J, Jemt T, Linden B. Implant treatment in partially edentulous patients: a report on prostheses after 3 years. *Int J Prosthodont* 1994;7:143-148.
 48. Higuchi KW, Folmer T, Kultje C. Implant survival rates in partially edentulous patients: a 3 year prospective multicenter study. *J Oral Maxillofac Surg* 1995;53:264.
 49. Carl E. Misch. *Contemporary implant dentistry*. Mosby Co, 1999
 50. Buchs AU, Hahn J, Vassos DM. Efficacy of threaded hydroxyapatite coated implants placed in the posterior mandible in support of fixed prostheses. *Implant Dent* 1996;5:106-110.
 51. Teixeira ER, Wadamoto M, Akagawa Y, Kimoto T. Clinical application of short hydroxylapatite coated dental implants to the posterior mandible: a five year survival study. *J Prosthet Dent* 1997; 78:166-171.
 52. Shin SW, Bryant SR, Zarb GA. A retrospective study on the treatment outcome of wide bodied implants. *Int J Prosthodont* 2004;17:52-58.

Reprint request to:

Sang-Wan Shin, D.D.S., M.PH., Ph.D., MSc.
 Department of Prosthodontics, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University
 97, Gurodonggil, Guro-Gu, Seoul, 152-703, Korea
 swshin@korea.ac.kr

ABSTRACT

A 10-YEAR RETROSPECTIVE CLINICAL STUDY OF BRÅNEMARK IMPLANTS

Jung-Yoon Bae, D.D.S., M.S.D., Sang-Wan Shin, D.D.S., M.Ph., Ph.D., MSc.,
Hyun-Jung Cho, D.D.S., M.S.D., Young-Soo Kim*, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Prosthodontics and *Preventive Dentistry, Guro Hospital, Korea University Medical Center*

Statement of problems: 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.

Purpose: This retrospective clinical study was aimed to evaluate cumulative survival rate (CSR) of Brånemark implants followed for 10 years and to determine risk factors for implant failure.

Material and methods: A total of 271 Brånemark implants in 83 patients were investigated with several identified risk factors. Life table analysis was undertaken to examine the CSR. Cox regression method was conducted to assess the association between potential risk factors and overall CSR.

Results: Thirty implants failed. The 10-year implant CSR was 82.5%. Cox regression analysis demonstrated a significant predictive association between overall CSR and implant length ($P<.05$).

Conclusion: An acceptable long-term result of Brånemark implant was achieved and implant length showed a significant association with the CSR.

Key words : Dental implants, Retrospective studies, Treatment outcome, Brånemark, Implant survival