

단일 임플란트지지 보철물의 후유증에 관한 체계적 연구

장문택

전북대학교 치과대학 치주과학교실, 구강생체연구소

I. 서론

상실된 치아를 임플란트 지지에 의한 보철물로 수복하는 치료방법은 전통적 보철치료방법, 즉 금관계속가공의치, 국소의치, 총의치 등에서 발생할 수 있는 여러 문제점들을 해결하는 획기적인 계기가 되었다. 완전 무치악 및 부분 무치악 환자의 치료에 도입되었던 임플란트 지지에 의한 보철 치료방법은 장기간의 추적연구에서 높은 성공률을 보였으며^{1,2)}, 그 후 단일 치아를 상실한 환자의 치료로 확대되었다³⁾.

임플란트 지지에 의한 단일 상실치 치료의 장점은 금관계속가공의치처럼 건강한 인접 자연치를 삭제하지 않고 상실된 단일 치아를 수복할 수 있다는 것이지만, 인접치이나 임플란트로부터 아무런 지지 없이 홀로 교합력에 대항하는 단일 임플란트는 기계역학적으로 취약성이 있으므로, 다른 유형-부분 무치악, 완전 무치악 환자의 임플란트 지지에 의한 보철물에 비해 실패의 가능성이 높으리라 여겨지기도 하였다⁴⁾. 실제 단일치아 수복 치료에 임플란트가 도입된 초기에는 잦은 나사 풀림, 연조직의 염증, 심미적 문

제 등 여러 가지 치료의 후유증이 보고되었다⁵⁾.

단일 임플란트의 성공과 실패에 관하여 많은 추적연구가 보고되었다. 단일 임플란트 도입 초기의 대다수 연구는 여러 개의 단일 임플란트 증례를 모아서 발표(case reports/series) 하거나, 6개월 내지 1년의 짧은 추적기간을 가지거나, 후향적 연구(retrospective)가 많았다. 그리고 명확한 임플란트의 성공에 관한 기준 없이 임플란트 생존(survival) 및 실패(failure)만을 기술한 연구가 대부분이었다^{6,7)}. 임플란트 지지 보철물이 장착되고 장기간 사용된 임플란트의 유효성(efficacy)을 검증하기 위해서는 5년 이상의 추적기간이 합리적이고 효과적인 검증기간으로 제안되었다⁸⁾. 임플란트의 실패는 보철물 장착 전에 임플란트의 골유착이 실패하는 조기 실패(early failure)와 보철물이 장착된 이후, 임플란트 주위의 염증으로 인한 골소실이나 임플란트 파절로 임플란트가 동요를 보여 실패(late failure)하는 두 경우로 나눌 수 있다⁹⁾. 그러므로 현재 환자의 구강 내에 생존하고있는 임플란트 가운데에도 실패의 기준-예, 연 골소실 0.2 mm이하-에 속하는 임플란트

본 연구는 전북대학교 2003년 해외파견연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

* 교신저자 : 장문택, 전북 전주시 덕진구 덕진동 전북대학교 치과대학 치주과학교실, 561-756 (전자우편 : chang@chonbuk.ac.kr)

가 있을 수 있다¹⁰⁾.

본 연구의 목적은 5년 이상 추적된 단일 임플란트에서 발생하는 후유증을 체계적으로 분석하는 것이다.

II. 연구재료 및 방법

Needleman¹¹⁾이 제안한 체계적 고찰(systematic review)의 방법과 Berglundh 등¹²⁾이 사용한 임플란트 후유증 분류법이 사용되었다.

1. 논문 선택기준(Study inclusion criteria)

평가위원(referees)에 의해 검토되는 영어로 발간되는 학술지(peer-reviewed journal)에 실린 논문을 대상으로 하였으며, 단일 임플란트 환자를 5년 이상 추적한 임상연구 논문과 다른 유형-부분 무치악 혹은 무치악-의 임플란트 환자를 포함한 연구 가운데 단일 임플란트에 관련된 개별 자료가 분리 가능한 논문을 연구대상에 포함시켰다.

2. 후유증의 종류(Types of Complications)

1) 임플란트 상실(Implant loss)

임플란트가 실패하여 제거된 경우, 보철물 장착 전에 제거되었으면 초기 상실(early loss), 보철물 장착 후 사용하다가 실패한 경우는 후기 상실(late loss)로 규정하였다. 임플란트 상실율은 5년 이상 추적기간 동안 상실한 임플란트 숫자를 연구 개시 때 포함된 모든 단일 임플란트 숫자로 나눈 전체 상실율(overall loss rate)과 5년 추적기간에서 상실한 임플란트 숫자를 5년 추적된 단일 임플란트 숫자로 나눈 최고 상실율(worst loss rate) 2가지를 계산하였다.

2) 골소실양(Marginal bone loss)

5년 이상 추적기간 동안 일어난 임플란트 주변 골소실의 양을 계산하였으며, 5년간 골소실양이 2 mm 이상인 부위와 연간 골소실이 0.2 mm 이상인 부위를 전체 임플란트 근원심 부위 수로 나누어 빈도(%)를

계산하였다.

3) 생물학적 후유증(Biological complications)

임플란트 주위염(peri-implantitis), 누공(fistula) 등 연조직 이상(soft tissue problems), 신경손상(nerve damage), 인접치 손상의 유무를 계산하여 이를 총 임플란트 숫자로 나눈 빈도(%)로 표시하였다.

4) 기계적 실패(Technical complications)

나사 풀림(screw loosening), 금관의 파절(crown fracture), 시멘트 소실(cement wash-out), 금관 재 제작의 빈도를 전체 임플란트 숫자로 나눈 빈도(%)로 표시하였다.

3. 검색방법(Search strategy)

의학 정보검색프로그램 PubMed(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)에서 “single”, “single-tooth”, “dental”, “implant”, “clinical” 등의 검색어(keyword)를 사용하여 단일 임플란트에 관한 임상연구(human clinical trials) 논문을 검색하였다. 그리고 검색된 논문의 논문 색인(bibliography)을 이용한 수작업으로 관련 논문을 추가 검색하였다.

4. 유효성 검증(Validity assessments)

1차 검색한 논문들은 논문 전문(full-text)을 정독한 뒤, 연구에 포함여부를 일정간격으로 시차를 두고 2번에 걸쳐서 결정하였다.

III. 결과

Pubmed 검색결과 “single”, “dental”, “implant”, “clinical”에서 538개, “single-tooth”, “dental”, “implant”, “clinical”로 314개의 논문이 검색되었다. 이들 논문들의 요약과 제목을 정독하여 47개의 관련 논문을 추려내었고, 여기에 수작업으로 검색한 15개의 논문을 추가하여 62개의 논문을 1차 선정하

였다. 이들 논문들의 전문(full text)을 정독하여 논문의 추적기간이 5년 이상이고, 단일 임플란트의 자료가 분리 가능한 35개의 논문들¹³⁻⁴⁷⁾을 최종적으로 선택하였다(Table 1).

총 35개의 논문들 중 20개는 전향적(prospective) 형태의 연구였으며, 추적기간은 5년에서 최고 19년¹⁶⁾까지 이르렀다. 연구에 사용된 임플란트의 종류는 Branemark system이 14개로 가장 많았으며, 그 다음 ITI 6개, Astra 4개, 3i 3개 등이 복수로 사용되었다. 대부분이 스�크루 타입이었으나 실린더 모양^{38,45)}, 계단형¹³⁾, 블레이드모양¹⁶⁾도 사용되었다. Al_2O_3 ¹³⁾, Bioceram sapphire¹⁷⁾을 제외하고는 다양한 표면처리과정을 거친 타이타늄 임플란트가 사용되었으며, 1-stage 술식이 10개, 2-stage 술식이 16개 사용되었고, 한 연구⁴⁷⁾에서는 2가지 술식이 모두 사용되었다. 임플란트의 식립부위는 전치부에만 식립된 논문이 12개^{13,17,19,20,23,25,27,30,31,32,41,46)}였으며, 이 가운데 상악 전치부에만 식립된 경우가 7개^{13,17,25,30,32,41,46)}였고, 그 외에도 대부분의 연구가 전치부에 식립된 임플란트를 대상으로 하였지만, 구치부에만 식립된 임플란트만을 대상으로 한 연구도 2가지^{40,47)} 있었다.

임플란트 식립에 부족한 골량을 증가시키기 위한 술식이 7개 연구^{15,24,26,34,35,40,41)}에서 사용되었고, 하악 전치부처럼 치간이 좁은 경우에 굽기가 가는 직경의 임플란트를 식립한 연구도 2개 있었다^{23,28)}. 대부분의 논문들이 단일 임플란트 지지 보철물의 성공/실패를 추적한 연구였지만, 일반의와 전문의 사이에서 행해진 단일 임플란트 시술의 결과를 비교하거나²⁰⁾, 즉시 식립 단일 임플란트군과 지연 식립 단일 임플란트군 간을 비교한 연구³²⁾, 즉시 식립 단일 임플란트에 결체조직이식을 행한 그룹과 행하지 않은 그룹을 비교한 연구도 있었다³⁷⁾.

1. 임플란트 상실율(Implant loss rate)

총 3932개의 단일 임플란트가 연구 개시때 포함되었다. 7개¹⁷⁾에서 979개⁴⁰⁾의 임플란트가 추적되었

으며, 임플란트 보철물 장착전에 실패한 초기상실은 31개, 후기상실은 91개로 총 122개의 임플란트가 제거되어 전체평균 3.1%의 상실율을 보였으며 0에서 14.2%의 다양한 상실율이 보고되었다. 5년 이상 추적된 임플란트만을 대상으로 조사해보았을때 상실율의 평균은 6.5%이었다(Table 1).

임플란트가 실패한 시점을 보고한 19개의 연구를 분석했을때, 총 2828개의 임플란트가 식립되어 767개 이상의 임플란트가 5년 이상 추적되었다. 이 가운데 74개의 임플란트가 실패하였는데 30개는 보철치료 전에 실패하여 제거되었고, 44개의 임플란트는 기능 중에 실패하였다. 임플란트 상실의 시점을 분석하면 보철물 장착 이전(40.5%), 2년까지(82.4%) 대부분 발생하였고, 이 후 감소하였다가 다시 5년 이후 증가하는 양상을 보였다(Figure 1).

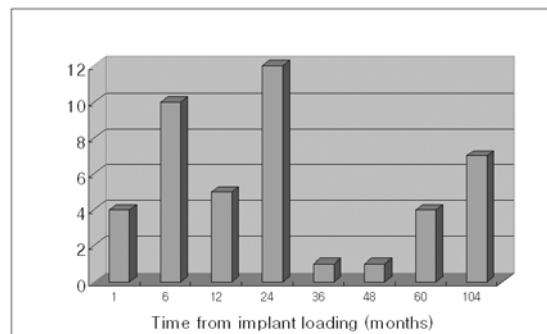


Figure 1. Implant losses over the follow-up periods (n=44)

2. 골소실 양(Marginal bone loss)

5년 추적기간 동안 임플란트 주변 골소실의 평균은 대부분 1mm 미만이었지만, 한 연구에서는 최대 1.92mm에 이르는 골소실을 보고하였다²⁰⁾. 5년간 임플란트 주변 골이 2.0 mm 이상 소실된 경우는 2.5%⁴⁶⁾에서 22%³⁴⁾에 이르렀다. 임플란트 보철물 장착 1년 이후 전체 임플란트의 30% 이상이 연 0.2 mm 이상의 골소실을 보고한 연구도 있었다^{14,15,21,45)} (Table 2).

Table 1. Summary of single-tooth implant studies followed more than 5-year

Study	Implant type	No. patients/ implants followed beginning	No. patients/ implants followed >5 years	Implants lost before loading	Implants lost after loading	Overall implant loss rate (%)	Implant loss rate at 5-year (%)
de Wijs et al. 1994 ⁽²³⁾	Frialit (T bingen)	101/127	NR	NR	17	13.4	NR*
Henry et al. 1996 ⁽¹⁴⁾	Brånemark	92/107	75/86	1	2	2.8	3.3
Malavez et al. 1996 ⁽¹⁵⁾	Brånemark	75/84	2/2	1	1	2.3	50
Walther et al. 1996 ⁽¹⁶⁾	Linkow blade	236/236	NR	1	21	9.3	NR**
Fartash et al. 1997 ⁽¹⁷⁾	Bioceram sapphire	7/7	6/6	0	1	14.2	14.2
Parein et al. 1997 ⁽¹⁸⁾	Brånemark	NR/56	NR	NR	6	10.7	NR***
Andersson et al. 1998a ⁽¹⁹⁾	Brånemark	57/62	49/55	0	1	1.6	NR
Andersson et al. 1998b ⁽²⁰⁾	Brånemark	38/38	34/34	0	0	0	0
Scheller et al. 1998 ⁽²¹⁾	Brånemark	82/97	57/65	2	2	4.1	5.8
De Leonardis et al. 1999 ⁽²²⁾	Minimatic	30/30	NR	0	0	0	0
Polizi et al. 1999 ⁽²³⁾	Brånemark	21/30	21/30	0	1	3.3	6.3
Scholander et al. 1999 ⁽²⁴⁾	Brånemark	183/259	NR/110	1	2	1.2	2.6
Thilander et al. 1999 ⁽²⁵⁾	Brånemark	10/15	10/15	0	0	0	0
Naert et al. 2000 ⁽²⁶⁾	Brånemark	219/270	NR/48	7	9	5.9	25
Palmer et al. 2000 ⁽²⁷⁾	Astra	15/15	14/14	0	0	0	0
Vigolo & Givani 2000 ⁽²⁸⁾	3i	44/52	44/52	2	1	5.8	5.8
Mericske-Stern et al. 2001 ⁽²⁹⁾	ITI	72/109	26/26	0	3	2.8	10.3
Norton 2001 ⁽³⁰⁾	Astra	23/23	11/12	0	1	4.3	11.1
Thilander et al. 2001 ⁽³¹⁾	Brånemark	15/29	15/29	0	0	0	0

Table 1. Continued

Study	Implant type	No. patients/ implants included at beginning	No. patients/ implants followed >5 years	Implants lost before loading	Implants lost after loading	Overall implant loss rate (%)	Implant loss rate at 5-year (%)
Andersen et al. 2002 ⁽²²⁾	ITI	8/8	8/8	0	0	0	0
Gibbard & Zarb 2002 ⁽³³⁾	Brånemark	42/49	24/30	1	0	2	3.2
Haas et al. 2002 ⁽³⁴⁾	Brånemark	71/76	NR/55	0	5	6.6	8.3
Krennmair et al. 2002 ⁽³⁵⁾	Frialit-2	112/146	NR	0	2	1.4	NR
Romeo et al. 2002 ⁽³⁶⁾	ITI	109/187	NR/44	3	1	2.2	8.3
Bianchi & Sanfilippo 2004 ⁽³⁷⁾	ITI	116/116	67/67	0	0	0	0
Davis et al. 2004 ⁽³⁸⁾	Calcitek	20/23	18/20	0	0	0	0
Doring et al. 2004 ⁽³⁹⁾	Ankylos	NR/275	NR	5	0	1.8	NR
Fugazzotto et al. 2004 ⁽⁴⁰⁾	ITI	NR/979	NR/72	6	3	0.9	11.1
Gotfredsen 2004 ⁽⁴¹⁾	Astra	20/20	20/20	0	0	0	0
Taylor et al. 2004 ⁽⁴²⁾	Biolog	39/39	38/38	0	1	2.6	2.6
Bragger et al. 2005 ⁽⁴³⁾	ITI	NR	48/69	NR	5	7.2	NR ^{§***}
Dhanrajani & Al-Rafee 2005 ⁽⁴⁴⁾	Brånemark 3i, Calcitek, Steri-oss	101/147	NR	0	9	6.1	NR
Elkhoury et al. 2005 ⁽⁴⁵⁾	3i TPS cylinder	39/39	39/39	0	0	0	0
Wennstrom et al. 2005 ⁽⁴⁶⁾	Astra	40/45	36/40	0	1	2.2	2.4
Levin et al. 2006 ⁽⁴⁷⁾	HA coated & acid-etched	81/81	12/12	1	6	1.2	17.9

NR; not reported, *13% at 10-year, **11% at 10-year, ***11.5% at 6-year, ****7.2% at 10-year

Table 2. Marginal bone loss at single-tooth implants

Study	Mesial/distal or mean bone loss for 5-year (mm)	Bone loss >2mm for 5-year (% site)	Annual bone loss > 0.2mm after 1-year loading (% site)
Henry et al. 1996 ⁽⁴⁾	NA*	4.1%	37.6% > 0.6mm/2-year
Malavez et al. 1996 ⁽⁵⁾	1.75/1.75	6.6%	30.8% > 0.6mm/2-year
Andersson et al. 1998a ⁽⁹⁾	1.8	NA	NA
Andersson et al. 1998b ⁽²⁰⁾	1.92 ^a & 1.08 ^b	NA	NA
Scheller et al. 1998 ⁽²¹⁾	0.4/0.3	7.2%	39.9 % > 0.6mm/2-year
Scholander et al. 1999 ⁽²⁴⁾	0.13/0.26	NA	NA
Thilander et al. 1999 ⁽²⁵⁾	0.73**	NA	NA
Palmer et al. 2000 ⁽²⁷⁾	0.34/0.36	NA	NA
Vigolo & Givani 2000 ⁽²⁸⁾	0.8	NA	NA
Mericske-Stern et al. 2001 ⁽²⁹⁾	0.5/0.3	NA	NA
Norton 2001 ⁽³⁰⁾	0.49/0.76	12.5%	NA
Thilander et al. 2001 ⁽³¹⁾	0.75***	NA	NA
Andersen et al. 2002 ⁽³²⁾	0.53 gain	NA	NA
Gibbard & Zarb 2002 ⁽³³⁾	0.07/0.07	NA	NA
Haas et al. 2002 ⁽³⁴⁾	NA	22.0%	NA
Gotfredsen 2004 ⁽⁴¹⁾	0.34 ^c & 0.26 ^d	NA	NA
Taylor et al. 2004 ⁽⁴²⁾	1.23	NA	NA
Elkhoury et al. 2005 ⁽⁴³⁾	0.12****	NA	51.3 % > 0.25 mm/year
Wennstrom et al. 2005 ⁽⁴⁶⁾	0.11	2.5%	NA

*NA: not analyzed, **8-year bone loss, ***10-year bone loss, ****annual bone loss, a: specialist group, b: GP group, c:immediate loading, d:delayed loading

Table 3. Frequencies of biological and technical complications in single-tooth implants

Study	Peri-implantitis	Soft tissue problem	Screw loosening	Cement loosening	Crown fracture	Crown remade
Henry et al. 1996 ⁽⁴⁾	NR	10.3%*	45.8%	NR	NR	5.6%
Malavez et al. 1996 ⁽¹⁵⁾	NR	17%**	NR	NR	NR	NR
Walther et al. 1996 ⁽⁶⁾	4.7%	NR	NR	NR	NR	NR
Parein et al. 1997 ⁽¹⁸⁾	NR	NR	16.1%	NR	NR	NR
Andersson et al. 1998a ⁽¹⁹⁾	NR	NR	NR	NR	3.2%	3.2%
Andersson et al. 1998b ⁽²⁰⁾	NR	NR	NR	NR	5.3%	NR
Scheller et al. 1998 ⁽²¹⁾	NR	5.2%*	4.1%	3.1%	7.2%	NR
Polizi et al. 1999 ⁽²³⁾	NR	NR	NR	NR	NR	3.3%
Scholander et al. 1999 ⁽²⁴⁾	2.3%	3.1%*	3.9%	1.5%	1.2%	3.1%
Palmer et al. 2000 ⁽²⁷⁾	NR	NR	NR	6.7%	6.7%	NR
Vigolo & Givani 2000 ⁽²⁸⁾	NR	NR	NR	9.6%	NR	NR
Mericske-Stern et al. 2001 ⁽²⁹⁾	1.8%	NR	17.4%	0.9%	0.9%	2.8%
Norton 2001 ⁽³⁰⁾	NR	NR	NR	13.0%	NR	NR
Thilander et al. 2001 ⁽³¹⁾	NR	NR	NR	NR	NR	6.9%
Andersen et al. 2002 ⁽²²⁾	NR	12.5%*	NR	37.5%	NR	NR
Gibbard & Zarb 2002 ⁽³³⁾	NR	NR	13.0%	NR	NR	NR
Haas et al. 2002 ⁽³⁴⁾	NR	NR	9.2%	NR	NR	NR
Krennmair et al. 2002 ⁽³⁵⁾	NR	0.7%*, 2.8%***	3.5%	8.3%	2.8%	NR
Davis et al. 2004 ⁽³⁸⁾	NR	NR	NR	52.0%	8.7%	4.3%
Doring et al. 2004 ⁽³⁹⁾	NR	NR	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Gotfredsen 2004 ⁽⁴¹⁾	NR	10%*	NR	20.0%	10.0%	10.0%
Brgger et al. 2005 ⁽⁴³⁾	20%	NR	7.1%	5.4%	NR	2.9%
Dhanrajani & Al-Rafee 2005 ⁽⁴⁴⁾	NR	NR	15.6%	NR	2.0%	NR
Wennstrom et al. 2005 ⁽⁴⁶⁾	NR	NR	8.9%	NR	NR	NR

NR: not reported, * fistula, ** gingivitis, ***recession

3. 생물학적 후유증 (Biological complications)

임플란트 주위염(peri-implantitis)은 10년의 추적검사에서 전체 임플란트의 20%에서 발견되었다⁴³⁾. 다수의 연구가 연조직 이상(soft tissue problems) - 누공(fistula)을 보고하였으며, 특히 초기 연구¹⁴⁾에서 높은 빈도를 보였다. 신경손상(nerve damage) 0.8%²⁴⁾~0.9%¹⁴⁾, 인접치 손상 0.4%²⁴⁾, 임플란트 파절 2.96%¹⁶⁾ 등도 적은 빈도이지만 후유증으로 보고되었다(Table 3).

4. 기계적 실패(Technical complications)

나사풀림(screw loosening)은 초기 연구¹⁴⁾에서 연구에 포함된 임플란트 개수대비 45.8%에서 일어났지만, 그 후 시간에 지나감에 따라 그 빈도가 줄어들었다. 금관의 파절(crown fracture)이나 시멘트 소실(cement washout)도 다양한 빈도로 보고되었고, 결과적으로 금관이 새로 제작되는 경우도 상당수 발생하였다(Table 3).

IV. 고안

30년 전 Dr. Branemark가 임플란트 지지에 의한 보철물로 무치악 환자를 치료하기 시작하고, 이들 환자를 장기적으로 추적한 연구결과 높은 성공률을 보고하였다¹⁾. 이 후 임플란트는 보철치료의 한 획을 긋는 중요한 술식으로 자리잡게 되었다. 오늘날 수많은 다양한 형태의 임플란트가 개발되어 2003년 현재 약 220개의 회사에서 임플란트를 제조하고 있다. 각각의 회사에서 다양한 형태와 크기의 많은 종류의 임플란트를 제조하므로, 이론적으로 한 개의 증례에 약 2000개 이상의 다른 형태와 크기의 임플란트를 사용할 수 있다고 보고되었다. 하지만 극히 일부 임플란트를 제외하고 대다수의 임플란트는 회사 자체가 선전하는 자료 이외에는 장기적 추적에 의한 데이터가 없는 것이 현실이다⁴⁸⁾.

임플란트의 임상적용에 필요한 임상 연구의 기본 지침으로 5년 이상의 추적기간과 일정 수 이상의 임플란트가 연구에 포함하여야 한다고 주장되었다⁸⁾. 다른 임플란트 치료유형-무치악 혹은 부분무치악-에 비해 임상적용이 늦은 단일 임플란트 연구에서도 5년 이상 장기적 추적결과를 보고한 연구에는 Branemark system이 임상적용이 제일 빨랐으므로, 가장 많이 사용되었다. ITI 임플란트 역시 몇 번 임플란트 디자인의 변화는 있었지만 많은 장기추적 연구가 있었으며, 초기 임플란트 시술시 원칙이었던 2-stage 술식이 아닌 1-stage 술식으로도 높은 성공률을 얻을 수 있다는 결과를 보고하여 임플란트 수술의 개념의 변화를 가져왔다.

인접 임플란트와 교합력을 같이 받는 부분 무치악이나 완전 무치악 환자의 임플란트 지지 보철물과 달리 홀로 교합력을 감당해야하는 단일 임플란트는 기계역학적 면에서 불리하게 여겨졌다⁴⁾. 그래서 초기에는 교합력이 비교적 작은 전치부에 주로 매식되었으나, 구치부에 매식된 임플란트 역시 장기적으로 안정적인 결과를 보였다^{40,47)}. 같은 개념에서 과도한 교합력이 가해지는 구치부에서 두 개의 연결된 단일 임플란트 지지 보철물의 사용이 권장되기도 하였으나, 한 개의 임플란트 지지에 의한 보철물도 높은 성공률을 보였다⁴⁹⁾.

임플란트 식립시 마주치는 해부학적 한계를 극복하기 위한 많은 시도가 행하여졌다. 하악 전치부의 좁은 근원심 사이에는 직경이 작은 임플란트를 매식하거나^{23,28)}, 구치부에서 상악동으로 인한 수직골 부족을 짧은 임플란트⁴⁰⁾로 수복해서 높은 성공률을 얻었다. 임플란트 초기의 기본적 개념인 상악 4~6개월, 하악 3~4개월의 골 치유기간후 부하를 시키던 개념에서 임플란트 식립 후 즉시 부하(immediate loading)를 시키는 술식 역시 높은 안정성을 보였다^{32,37)}.

임플란트의 실패는 전체적으로 아주 낮았지만 특정 임플란트에서 높은 실패율을 보였다. 이는 임플란트의 재료, 디자인, 표면처리 등 여러 가지 변수에 의해 영향을 받은 것으로 생각된다⁵⁰⁾. 또한 임플란

트의 실패가 주로 부하전이나 부하 초기 2년에 집중되고 안정을 보이다가, 다시 5년 후 증가하는 경향을 볼 때 임플란트의 장기적 사용에 의한 피로 파절(fatigue fracture)등의 가능성을 생각하여 적절한 제원(dimension)을 가진 임플란트의 사용이 필요한 것으로 여겨진다.

임플란트 지지 보철물 장착 첫 해 동안 1~1.5mm의 골소실 후 해마다 0.2mm 이내의 골소실을 임플란트 성공기준으로 정의하였다¹⁰⁾. 이에 5년 허용 골소실 양 2~2.5mm 이상을 실패로 정의할 때, 연구에 포함된 임플란트 전체의 평균 골소실 양은 성공기준을 충분히 충족시키나, 개개 임플란트를 살펴보면 일부 연구에서 2.5~22%의 임플란트는 기준을 넘었다. 그리고 임플란트지지 보철물 장착 1년 후 해마다 골소실 양을 측정했을 때, 30% 이상이 기준 골소실양 0.2 mm/year를 초과하였으며^{14,15,21)}, 어떤 연구⁴⁵⁾에서는 전체 임플란트의 51.3%에서 연 0.25mm 이상의 골소실을 보였다. 이 연구에서 사용된 실린더(cylinder) 형태의 임플란트 디자인은 임플란트 부하 1년 후 이미 많은 골소실을 보이기 시작한다는 보고가 있다⁵¹⁾.

단일 임플란트 지지 보철물의 임상적용 초기 가장 큰 문제점은 잦은 나사 풀림 현상이었다. 전체 임플란트 대비 45.8%에서 나사가 풀리는 현상과 이로 인한 연조직의 누공형성(10.8%)이 초기 단일 임플란트 연구¹⁴⁾에서 보고되었다. 지대주와 임플란트를 연결하던 타이타늄 나사를 금으로 만들어진 나사로 교체하고, 적절한 힘으로 나사를 잠글때 이러한 문제는 상당 부분 해결되었다. 나사 풀림 현상은 금관이 스크류로 임플란트에 연결된 경우에는 해결이 가능할 수도 있겠지만, 시멘트에 의해 유지되는 경우 환자에게 경제적 부담을 주면서 금관을 재제작해야 하는 경우로 이어질 수 있다.

단일 임플란트를 연구한 논문들 가운데 상당수는 엄격한 기준의 임플란트 성공/실패의 기준이 이루어진 연구가 아니라 단지 구강 내에 잔존하고 있는(survived) 임플란트를 모두 성공으로 간주하는 경우가 많았다. 최근 Berglundh등¹²⁾은 임플란트의 장

기적 추적 연구에서 임플란트 지지 보철물의 생물학적(biologic), 기계적(technical) 문제는 상당 부분 보고되지 않았음을 관찰하고 임플란트의 실패가 실재보다 적게 보고되었을 가능성을 제기하였으며, 또한 Fransson 등⁵²⁾도 환자단위(subject)로 관찰하였을 때 33%에서 한 개 이상의 임플란트 주위에서 실패에 해당하는 양의 진행중인 골소실을 보인다는 연구를 발표했다. 이상의 결과와 본 연구의 결과를 볼 때, 5년 이상의 추적기간을 가진 단일 임플란트의 낮은 상실율에도 불구하고, 생물학적 후유증에 의한 임플란트 실패의 빈도는 상실율 이상 발생할 가능성이 높다고 할 수 있겠다.

본 연구에서는 연구에 포함된 논문들의 자료를 기술적 통계에 의한 체계적 분석만이 행하였으므로, 다른 임플란트 종류, 다른 수술방법 등에 차이에 의한 단일 임플란트의 후유증 비교를 위한 메타분석(meta-analysis)이 향후 연구에서 시행될 예정이다.

V. 결론 및 요약

본 체계적 연구의 한계 내에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 35개의 연구에 포함된 3932개의 단일 임플란트를 5년 이상 추적시, 총 임플란트 상실율은 3.1%이었으며,
- 2) 임플란트가 제거된 시점을 분석했을 때 보철물 장착 전(40.5%), 그리고 2년까지(82.4%) 대부분 발생하였고, 이 후 감소하였다가 다시 5년 이후 증가하는 양상을 보였다.
- 3) 임플란트 주변 골소실의 평균은 성공기준에 부합되나, 개개 임플란트를 살펴보면 상당수의 임플란트가 실패에 해당하는 골소실을 보였다.
- 4) 초기 연구에서 잦은 누공 형성(fistula)이 생물학적 후유증으로, 그리고 나사 풀림 현상이 잦은 기계적 후유증으로 보고되었다. 하지만 이후 이들 문제는 새로운 재료와 술식 개발로 상당 부분 해결되었다.
- 5) 상당수의 연구가 임플란트의 생존 여부만을 보고

하고, 골소실 양과 생물학 및 기계적 후유증을 보고하지 않았으므로 실제 임플란트 실패가 진행중인 경우가 과소 평가될 수 있다.

VI. 참고문헌

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
2. Adell R, Eriksson B, Lekholm U. et al. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:347-359.
3. Jemt T, Lekholm U, Adell R. Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989;4:211-217.
4. Mayer TM, Hawley CE, Gunsolley JC, Feldman S. The single-tooth implant: a viable alternative for single-tooth replacement. *J Periodontol*. 2002;73:687-693.
5. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent*. 1999;81:537-552.
6. Lindh T, Gunne J, Tillberg A, Molin M. A meta-analysis of implants in partial edentulism. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9:80-90.
7. Creugers NH, Kreulen CM, Snoek PA, de Kanter RJ. A systematic review of single-tooth restorations supported by implants. *J Dent* 2000;28:209-217.
8. Felechosu AS, Hurtado IA, Collar MM. Requirements for the design of clinical trials in implant dentistry. In: Lang NP, Karring T, Lindhe J. eds. *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology Implant dentistry*, Berlin: Quintessence Publ. Co., 1999;194-216.
9. 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.
10. Zarb GA, Albrektsson T. Towards optimized treatment outcomes for dental implants *J Prosthet Dent*. 1998;80:639-640.
11. Needleman IG. A guide to systematic reviews. *J Clin Periodontol*. 2002;29:6-9.
12. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol*. 2002;29:197-212.
13. De Wijs FL, Van Dongen RC, De Lange GL, De Putter C. Front tooth replacement with Tübingen (Frialit) implants. *J Oral Rehabil*. 1994;21:11-26.
14. Henry PJ, Laney WR, Jemt T. et al. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: a prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11:450-455.
15. Malevez C, Hermans M, Daelemans P. Marginal bone levels at Branemark system implants used for single tooth restoration. The influence of implant design and anatomical region. *Clin Oral Implants Res*. 1996;7:162-169.
16. Walther W, Klemke J, Worle M, Heners M. Implant-supported single-tooth replacements: risk of implant and prosthesis failure. *J Oral Implantol*. 1996;22:236-239.
17. Fartash B, Arvidson K. Long-term evaluation

- tion of single crystal sapphire implants as abutments in fixed prosthodontics. *Clin Oral Implants Res.* 1997;8:58–67.
18. Parein AM, Eckert SE, Wollan PC, Keller EE. Implant reconstruction in the posterior mandible: a long-term retrospective study. *J Prosthet Dent.* 1997;78:34–42.
 19. Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Branemark PI. Cemented single crowns on osseointegrated implants after 5 years: results from a prospective study on Cera One. *Int J Prosthodont.* 1998;11:212–218.
 20. Andersson B, Odman P, Lindvall AM, Branemark PI. Five-year prospective study of prosthodontic and surgical single-tooth implant treatment in general practices and at a specialist clinic. *Int J Prosthodont.* 1998;11:351–355.
 21. Scheller H, Urgell JP, Kultje C. et al. A 5-year multicenter study on implant-supported single crown restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998;13:212–218.
 22. De Leonardis D, Garg AK, Pecora GE. Osseointegration of rough acid-etched titanium implants: 5-year follow-up of 100 minimatic implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14:384–391.
 23. Polizzi G, Fabbro S, Furri M. et al. Clinical application of narrow Branemark System implants for single-tooth restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14:496–503.
 24. Scholander S. A retrospective evaluation of 259 single-tooth replacements by the use of Branemark implants. *Int J Prosthodont.* 1999;12:483–491.
 25. Thilander B, Odman J, Jemt T. Single implants in the upper incisor region and their relationship to the adjacent teeth. An 8-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res.* 1999;10:346–355.
 26. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J. et al. Biologic outcome of single-implant restorations as tooth replacements: a long-term follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2000;2:209–218.
 27. Palmer RM, Palmer PJ, Smith BJ. A 5-year prospective study of Astra single tooth implants. *Clin Oral Implants Res.* 2000;11:179–182.
 28. Vigolo P, Givani A. Clinical evaluation of single-tooth mini-implant restorations: a five-year retrospective study. *J Prosthet Dent.* 2000;84:50–54.
 29. Mericske-Stern R, Grutter L, Rosch R, Mericske E. Clinical evaluation and prosthetic complications of single tooth replacements by non-submerged implants. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12:309–318.
 30. Norton MR. Biologic and mechanical stability of single-tooth implants: 4- to 7-year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2001;3:214–220.
 31. Thilander B, Odman J, Lekholm U. Orthodontic aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10-year follow-up study. *Eur J Orthod.* 2001;23:715–731.
 32. Andersen E, Haanaes HR, Knutsen BM. Immediate loading of single-tooth ITI implants in the anterior maxilla: a prospective 5-year pilot study. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13:281–287.
 33. Gibbard LL, Zarb G. A 5-year prospective study of implant-supported single-tooth replacements. *J Can Dent Assoc.* 2002;68:110–116.
 34. Haas R, Polak C, Furhauser R. et al. A long-term follow-up of 76 Branemark single-tooth implants. *Clin Oral Implants Res.*

- 2002;13:38–43.
35. Krennmair G, Schmidinger S, Waldenberger O. Single-tooth replacement with the Frialit-2 system: a retrospective clinical analysis of 146 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002;17:78–85.
36. Romeo E, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Long-term clinical effectiveness of oral implants in the treatment of partial edentulism. Seven-year life table analysis of a prospective study with ITI dental implants system used for single-tooth restorations. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13:133–143.
37. Bianchi AE, Sanfilippo F. Single-tooth replacement by immediate implant and connective tissue graft: a 1–9-year clinical evaluation. *Clin Oral Implants Res*. 2004;15:269–277.
38. Davis DM, Watson RM, Packer ME. Single tooth crowns supported on hydroxyapatite coated endosseous dental implants: a prospective 5-year study on twenty subjects. *Int Dent J*. 2004;54:201–205.
39. Doring K, Eisenmann E, Stiller M. Functional and esthetic considerations for single-tooth Ankylos implant-crowns: 8 years of clinical performance. *J Oral Implantol*. 2004;30:198–209.
40. Fugazzotto PA, Beagle JR, Ganeles J. et al. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results 0 to 84 months in function. A retrospective study. *J Periodontol*. 2004;75:327–332.
41. Gotfredsen KA. A 5-year prospective study of single-tooth replacements supported by the Astra Tech implant: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2004;6:1–8.
42. Taylor RC, McGlumphy EA, Tatakis DN, Beck FM. Radiographic and clinical evaluation of single-tooth BioloK implants: a 5-year study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19:849–854.
43. Bragger U, Karoussis I, Persson R. et al. Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16:326–334.
44. Dhanrajani PJ, Al-Rafee MA. Single-tooth implant restorations: a retrospective study. *Implant Dent*. 2005;14:125–130.
45. Elkhoury JS, McGlumphy EA, Tatakis DN, Beck FM. Clinical parameters associated with success and failure of single-tooth titanium plasma-sprayed cylindric implants under stricter criteria: a 5-year retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005;20:687–694.
46. Wennstrom JL, Ekestubbe A, Grondahl K. et al. Implant-supported single-tooth restorations: a 5-year prospective study. *J Clin Periodontol*. 2005;32:567–574.
47. Levin L, Laviv A, Schwartz-Arad D. Long-term success of implants replacing a single molar. *J Periodontol*. 2006;77:1528–1532.
48. Jokstad A, Braegger U, Brunski JB. et al. Quality of dental implants. *Int Dent J*. 2003;53:409–443.
49. Balshi TJ, Hernandez RE, Pyszlak MC, Rangert B. A comparative study of one implant versus two replacing a single molar. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11:372–378.
50. Albrektsson T, Wennerberg A. Oral implant

- surfaces: Part 2—review focusing on clinical knowledge of different surfaces. *Int J Prosthodont*. 2004;17:544–564.
51. Esposito M, Coulthard P, Thomsen P, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;25:CD003815.
52. Fransson C, Lekholm U, Jemt T, Berglundh T. Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16:440–446.

A systematic review of the complications of single implant-supported restorations

Moontaek Chang

Department of Periodontology, Institute of Oral & Bio-science,
School of Dentistry, Chonbuk National University,

The aim of this study was to systematically investigate the complications of single implant-supported restorations followed more than 5-year.

Thirty-five studies were selected for the systematic review. A total of 3932 single implants were included at the beginning of studies. Thirty-one implants were removed before loading and 91 implants after loading. The overall implant loss rate was 3.1 %. Implant losses were concentrated on the period between loading and 2-year follow-up, and, after a stable period, increased after 5-year follow-up. The mean marginal bone loss at single-tooth implants was well within 0.2 mm/year, i.e., acceptable annual bone loss by the implant success criteria. However, considerable amounts of single implants suffered a marginal bone loss at implant more than 0.2 mm/year. Fistula was a frequent biological complication in the early studies. The most frequent technical problem was a screw loosening, but its frequency was reduced after the use of a gold screw and torque controller.

Within the limits of this study, the complications of single implants might be underestimated due to the lack of information about the biological and technical complications available in the relevant literature.

Key words : single-tooth, implant, complications, systematic review