

2

위축된 상악구치부에서 두 개의 짧은 임플란트 지지형 단일치관의 임상연구

춘천예치과의원¹⁾, 강릉원주대학교 치과대학 치과보철학교실 및 구강과학연구소²⁾

송 호 용^{1, 2)}, 허 윤 혁²⁾, 박 찬 진²⁾, 조 리 라²⁾

ABSTRACT

Two-short implant supported single molar restoration in atrophic posterior maxilla : a clinical study

Ye-dental clinic, Chuncheon¹⁾,
Department of Prosthodontics and Research Institute of Oral Science, College of Dentistry,
Gangneung-Wonju National Universit²⁾
Ho-Yong Song Ph.D^{1, 2)}, Yoon-Hyuk Heo Ph.D²⁾, Chan-Jin Park Ph.D²⁾, Lee-Ra Cho Ph.D²⁾

Purpose: The aim of this retrospective study was to compare marginal bone loss and survival rates of double short implants(multiple implant) which had been installed and restored in severely atrophic maxillary molar site without a grafting procedure.

Material and Method: The subjects were patients (90 patients, 180 implants) who had been installed double short implants in severely atrophic maxillary single molar site without bone augmentation procedure from 2006 to 2014 in dental clinic in Chuncheon city. Following data were collected from dental records and radiographic panoramic views: patient's age, gender, smoking status, implant site, timing of implant installation, residual ridge height. The correlation between those factors and survival rate and marginal bone loss were analyzed. Statistical analysis was performed using Chi-square test, Student's t- test and ANOVA.

Result: Eleven implants in 6 patients failed and the cumulative survival rate was 93.9%. No significant differences were found in relation to the following factors: patient's age, gender, implant site, timing of implant installation ($P > .05$). There were significant differences in smoking status and residual ridge height($P < .05$). The average follow-up time was 45 ± 14.7 months. The mean marginal bone loss of survived 169 implants was 0.08 ± 0.59 mm.

Conclusion: Despite the short term outcomes, the survival rate of double short implants was comparable to normal length implants. This study demonstrated that placement of double short implants without the use of bone grafting procedure for severely atrophic posterior maxilla is a simple and predictable treatment procedure.

Key words : Posterior maxilla, Multiple implant, Survival rate, Marginal bone loss, Residual ridge height

Corresponding Author

Prof. Lee-Ra Cho

Department of Prosthodontics and Research Institute of Oral Science, College of Dentistry,
Gangneung-Wonju National Universit, GangneungDaehangno 1, Gangneung, Gangwon-Do, 210-702, Korea.

Fax : + 82-33-640-3103, E-mail : lila@gwnu.ac.kr

I. 서론

Brånemark이 골 치유과정 연구에서 티타늄 표면(titanium surface)에 골이 직접 접촉하는 현상을 밝힌 후 1965년 골내 임플란트에 대한 임상실험이 시작되었고 1977년 10년 장기 임상관찰 결과를 보고하였다.²⁾ 이 후 골유착성 임플란트는 수십 년간, 수많은 임상적, 실험적 연구결과를 통해, 현재는 예지성 높은 성공적인 치과치료 분야로 인정받고 있다. 따라서 전악 또는 부분 무치악 환자를 위한 보철수복 뿐 아니라 단일치아 수복에서도 임플란트가 우선적으로 고려되는 신뢰할 만한 치료법으로 널리 사용되고 있다^{3, 4)}.

치과 임플란트 치료범주와 식립의 경험이 늘면서 성공률을 높이기 위한 실패원인과 위험요소에 관한 연구와 분석이 필요하게 되어 임플란트 치료의 성공과 실패에 대한 여러 기준이 제시되었다. 1986년 Albrektsson 등⁵⁾이 제시한 임플란트 성공기준을 기초로 다양한 임플란트 성공기준이 제시되었는데, 이 중에는 임상적인 성공을 나타내는 기준 뿐 아니라 장기적인 예후를 위한 변연골의 변화와 연조직 부착수준의 안정까지도 성공범주에 포함하는 기준도 소개되었다⁶⁻⁹⁾. 특히 Adell 등¹⁰⁾은 임상에서 골유착을 평가하는 가장 신뢰할 만한 방법은 방사선학적으로 임플란트 주위 변연골의 흡수량을 평가하는 것이라고 주장하였다.

임플란트의 성공(success)과 생존(survival)은 다른 의미를 가지며 성공률(success rate)은 특정시간 경과 후 성공기준에 부합하는 임플란트의 비율을 말하는 것이고 이 경과시간이 지난 경우에 성공한 임플란트라고 말할 수 있다. 한편, 생존율(survival rate)은 어떤 시기에 임플란트를 제거했거나 제거하기로 결정하기 전까지 구강 내에 남아 있는 임플란트의 비율로 정의되며, 생존율을 구하기 위해선 성공기준 대신에 실패기준이 필요하다. 생존율은 임플란트의 제거 유무에 따라 결과가 달라지는데, 제거하는 기준이 동일하지 않아 성공률보다 더 높게 나타나는 경

향이 있고, 임상가들에게 좀 더 편리하게 사용되는 반면 객관적인 의미는 낮게 평가된다.

수십 년간의 임플란트 치료에 대한 여러 임상연구결과, 시술부위에 따라 임플란트 성공률의 차이를 보이고 있다. 다수의 문헌에서 상악보다는 하악에서 생존율이 높고, 전치부가 구치부가 높다고 보고되었다¹¹⁻¹³⁾. 상악구치부가 가장 낮은 성공률을 보이는데, 이는 상악 구치부의 치조골은 피질골이 얇고 골밀도가 낮은 해면골의 양이 많아 임플란트와 골간의 접촉이 불량할 뿐 아니라, 상악동 함기화 현상에 의한 잔존한 치조골의 수직적 골 양의 부족과 전치부보다 3-5배 이상 높은 교합압^{4, 15)}을 나타내기 때문에 높은 실패율을 보이는 것으로 추정된다. 해부학적으로 부족한 골 양을 갖는 상악 임플란트의 성공을 위해, 외과적인 술식으로 부족한 골 양을 증가시켜 임플란트 초기안정성을 확보하기 위해 여러 상악동 거상술식이 소개되었고 임상적으로 의미 있는 술식으로 인정받고 있다⁶⁾. 그러나 수술의 부작용과 비용, 추가적인 진료시간 등의 단점이 높은 것도 사실이다.

골이식 등의 부가적인 수술과정 없이 짧은 임플란트의 사용도 하나의 대안으로 소개되었는데 현재는 높은 임상성공률을 보이고 있다. 1979년 위축된 치조골 환자의 치료를 위해 7mm의 짧은 임플란트가 소개된 이래,¹⁷⁾ 많은 문헌에서 짧은 임플란트는 통상 10mm 이하, 또는 7mm이하를 짧은 임플란트라고 정의하였다. Neves 등¹⁸⁾은 장기 연구자로 분석결과 $\phi 3.75 \times 7\text{mm}$ 임플란트의 실패율이 9.7% 정도로 표준길이의 임플란트의 임상 성공률에 상응하는 결과를 보인다고 하였다. 유한요소분석결과를 보면, 이론적으로는 임플란트와 골 사이의 하중전달이 최상방 2-3mm 이내로 제한적이기 때문에 생역학적으로 긴 임플란트는 불필요하다고 하였고, 실제 치조정에 집중되는 스트레스를 분산하기 위해 넓은 임플란트나 다수의 임플란트와 연결하는 것이 긴 임플란트보다 유리하다고 하였다¹⁹⁻²²⁾. 불량한 골질과 골 양을 가진 치조골에서 임

플란트의 초기안정성을 확보할 수만 있다면 짧은 임플란트는 골이식 등의 외과적 술식을 대체할 수 있는 안정된 치료법이라고 할 수 있다.

짧은 임플란트를 심하게 골 소실된 구치부 수복에 이용할 때 초래할 수밖에 없는 불리한 치관/치근비율과 초기안정성을 개선하기 위한 방법으로는 넓은 직경의 임플란트를 사용하거나 다수의 임플란트를 이용하는 방법이 있다^{23, 24}. 이 중 다수의 임플란트를 사용하는 것은 골폭경이 제한적일 때 적용이 가능한 방법으로, 다수의 치근으로 강한 교합력을 분산시켜 온 대구치가 상실되어 단일 임플란트로 대체하는 경우 나사플림, 임플란트 파절 같은 많은 기계적 결함이 발생하는데 비해^{25, 26}, 다수의 임플란트를 사용하게 되면 이러한 부작용을 줄이는 효과를 얻을 수 있다. Balshi 등^{27~29}은 두 개의 임플란트로 구치부를 수복하는 것을 추천하였는데, 이 경우 골접촉 증가를 통한 초기안정성 확보, 교합력 분산효과 뿐 아니라 굽힘모멘트 감소에 따른 기계적인 실패율 감소에도 도움이 된다고 보고하고 있다.

앞서 보고된 연구에서 상악 제1대구치와 제2대구치의 임플란트 수복에서 상악동거상술과 같은 외과적 술식을 배제하고 짧은 임플란트로 식립한 경우에도 적절한 성공을 거둘 수 있다고 하지만, 심하게 치조골이 흡수된 경우에는 대부분 외과적 술식을 사용하는 것이 일반적이며, 외과적 술식을 배제한 다양한 시도가 소개되긴 하였으나 아직 명확히 검증되고 추천될 만한 방법은 없다고 할 수 있다.

이에 본 연구의 목적은 외과적 술식을 배제하고 심하게 위축된 치조골의 상악 제1대구치 또는 제2대구치를 대체하는 두 개의 짧은 임플란트(다근재현 임플란트)를 식립한 후, 최소 1년 이상의 기능적 하중을 가한 단일치관의 누적생존율을 알아보고, 환자의 성별, 연령, 흡연여부, 식립시기, 식립부위, 술전 잔존골높이에 따른 임플란트의 생존율 및 변연골의 변화를 비교분석하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2006년 4월부터 2014년 말까지 강원도 춘천시 소재 치과의원에 내원하여 임플란트 치료를 받은 환자를 대상으로 조사하였다. 이 연구에 대한 내용은 강릉원주대학교의 기관생명윤리위원회(IRB)의 허락을 득하였다(GWNUIRB-2015-14). 상악 제1대구치, 제2대구치 단일치가 결손되었고 잔존골이 7mm 이하로 심하게 위축된 상악골에 골이식 등의 부가적인 외과술식 없이 다근재현한 두 개의 짧은 임플란트를 식립하고 기능부하가 1년 이상 가해진 환자를 대상으로 하였다.

총 90명의 환자(남성 55명, 여성 35명)에게 180개의 임플란트를 식립하였는데, 상악 제1대구치의 경우 49명의 환자에서 총 98개(남성 68개, 여성 30개)를, 상악 제2대구치 경우에는 41명의 환자에게 82개의 임플란트를 식립하였다(남성 42개, 여성 40개)(Table 1). 환자들의 평균연령은 54.3 ± 10.3 세였다. 상악 제1대구치에 식립한 환자들의 평균연령은 53.2 ± 11.7 세로 상실치아의 인접치아는 모두 건전하게 유지된 상태였고, 상악 제2대구치는 상악 제3대구치가 존재하지 않거나 건전한 경우에 식립된 것으로 환자의 평균연령은 55.6 ± 8.3 세였다. 본 연구는 보철치료 후 최소 1년 이상의 기능하중을 가한 경우를 대상으로 하였다. 평균 하중기간은 45 ± 14.7 개월이었고 최소 17개월에서 최대 74개월까지였다. 남성과 여성에서 평균 연령 및 하중부여기간의 통계적 차이는 없었다($P > .05$).

2. 연구재료

본 연구에 사용한 임플란트는 RBM(resorbable blasting media) 표 면 처 리 된 OSSTEM®

(OSSTEM, Seoul, Korea) GS형, SS형과 SLA (sandblasted with alumina and acid etched) 표면처리한 TS형의 임플란트를 사용하였다. 직경 3.5mm에 길이 8.5mm와 직경 4.0mm에 길이 7mm 및 8.5mm 길이의 짧은 임플란트를 식립하였다.

3. 수술 및 보철

임플란트 식립방법은 파노라마방사선(Vatech®, Seoul, Korea)과 콘빔형CT(Vatech®, Seoul, Korea)로 상악골을 촬영하고 식립계획을 수립한 후, 국소마취 하에 임플란트 제조사가 추천하는 방법에 따라 임플란트를 식립하였고 수술 후 4개월 이상의 치유기간을 거쳤다. 임플란트 수술시기는 치아발거와 동시에 임플란트를 식립하는 즉시식립법과 발거 후 일정

기간이 지나 충분한 창상치유가 진행된 치조골에 임플란트를 식립하는 지연식립법으로 나누어서 진행하였다. 다근재현 임플란트는 제한된 공간에 2개의 짧은 임플란트를 식립해야 하는 술식으로 골흡수상황에 따라 3가지 식립방법을 택하였다. 대구치 결손공간의 식립에 적절한 협설측 공간이 있을 때는 사선방향으로 식립하였고, 협측 골이 심하게 손상된 경우에는 근원심에 2개를 식립하였으며, 근심 혹은 원심 치근의 치근단염으로 인해 발치되어 근원심으로 치우쳐 식립하는 경우 협설로 2개를 식립하면서 인접치아에 손상이 없도록 식립하였다(Fig.1).

수술방법은 통상적인 수술과정을 따르되 최종 수술 드릴을 2.5mm로 한정하여 일차안정성을 확보하고자 하였으며, 골 높이가 4mm 이하인 경우는 상, 하의 피질골에서 안정을 얻는 방법을 사용하였다.

치유기간을 거친 후 시멘트 합착형의 기성 지대주

Table 1. Distribution of maxillary implants according to gender and age(number (percentage))

		1st molar	2nd molar	Total
Gender	Male	34 (61.8)	21 (38.2)	55(100.0)
	Female	15 (42.9)	20 (57.1)	35(100.0)
Age	below 40	6 (85.7)	1 (14.3)	7(100.0)
	40-49	15 (60.0)	10 (40.0)	25(100.0)
	50-59	16 (45.7)	20 (54.3)	35(100.0)
	60-69	7 (46.7)	8 (53.3)	15(100.0)
	over 70	5 (62.5)	3 (37.5)	8(100.0)
Total		49 (54.4)	41(45.6)	90(100.0)

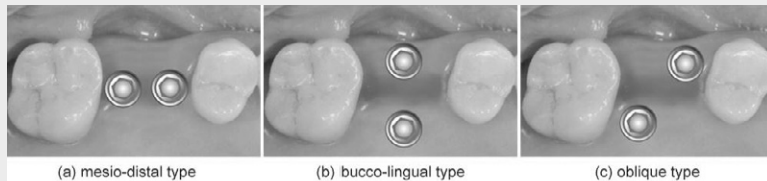


Fig 1. Interdental positions of double implants. (a) mesio-distal type, (b) bucco-lingual type, (c) oblique type.

또는 맞춤형 지대주를 연결하고, 인상채득 후 단일보철물을 제작하여 장착함으로써 연결고정 효과를 얻고자 하였다. 보철물 제작 시에는 탈착이 가능하도록 협측에 제거용 장치 (knob)를 달았고 구강위생을 위한 자정작용이 가능한 생리적 치간공간을 확보하였고 철저한 구강위생교육을 통해 관리하게 하였다.

내원시마다 임플란트의 임상적인 동요도와 통증 유무를 조사하였고, 적어도 1년에 1회 이상의 방사선사진촬영을 시행하였다. 또한 보철물을 제거하고 개별 임플란트에 대한 청결 및 구강위생교육을 추가로 시행하였다.

4. 생존율 분석

1998년 Zarb와 Albrektsson³⁰⁾이 Toronto conference에서 제안한 성공기준을 기본으로 하여 Albrektsson과 Isidor⁸⁾의 성공기준과 Buser등⁵⁾이 제안한 임상적, 방사선학적 평가기준을 토대로 평가하였다. 본 연구에서 정한 생존의 평가기준은

- ① 기능적, 심미적으로 술자와 환자가 만족스러워하고,
- ② 임상검사시 연결되지 않은 개개의 임플란트 동요가 없어야 하며,
- ③ 방사선학적으로 하중부여 후 지속되는 방사선 투과상이 없어야 하고,
- ④ 비가역적 통증, 괴사성 병변, 이상감각 등의 지속적인 불편감이 없어야 하며,
- ⑤ 보철물 장착 첫 1년 동안 1.5mm 이상의 급격한 골소실이 없고 하중기간 중 평균 골소실이 연간 0.2mm 이하여야 한다는 것으로 설정하였다.

이 기준에 부합하지 않는 실패한 임플란트는 구강 내에서 제거하였고, 이를 제외한 임플란트의 생존율을 조사하여 비교 분석하였다.

5. 변연골 변화 측정

디지털 파노라마사진을 보철물 장착 시와 최소 1년 이상의 기능하중을 가한 후 최종검사 시점으로 나누어 촬영한 사진에서 변연골의 흡수정도를 측정하여 비교하였다. 두 사진에서 임플란트 매식체 최상부와 변연골 접촉점까지의 측정거리 값의 차를 변연골 흡수량으로 하였다. 변연골 흡수량 계산을 위해 임플란트 매식체의 근원심 최상부(platform)에서 수직 수평으로 가상의 선을 그은 후 최상부의 임플란트와 변연골의 접촉점까지의 거리를 측정하였고 근원심 중 더 큰 값을 임플란트 변연골 흡수량으로 선택하였다.

파노라마 사진의 확대율 보정을 위해 매식체의 실제 길이를 기준으로 하였다. 사용한 임플란트의 실제 길이(L)가 7mm와 8.5mm이므로 사진 상에서 측정된 임플란트 매식체 최상부까지의 길이(L')와 사진 상의 임플란트 매식체 최상부와 변연골 접촉점까지의 거리(A)를 다음과 같은 비례식으로 확대율 보정을 시행하여 실제 임플란트 매식체 최상부와 변연골 접촉점까지의 거리(X)를 구하였다(Fig.2, 3).

$$X = A \times L/L'$$

X : 실제 임플란트 매식체 최상부에서 변연골 접촉점까지의 거리

A : 사진 상에서 측정된 매식체 최상부와 변연골 접촉점까지의 거리

L' : 사진 상에서 측정된 기준거리. 임플란트 매식체 최하단부터 최상부까지의 거리

L : 실제 기준거리, 임플란트 매식체 최하단부터 최상부까지의 거리

6. 통계분석

진료기록부와 방사선사진에서 얻어진 환자 연령, 성별, 흡연여부, 식립위치, 식립시기, 잔존골높이 및 골흡수량 등의 정보를 이용하여 국소 요인에 따른 생존

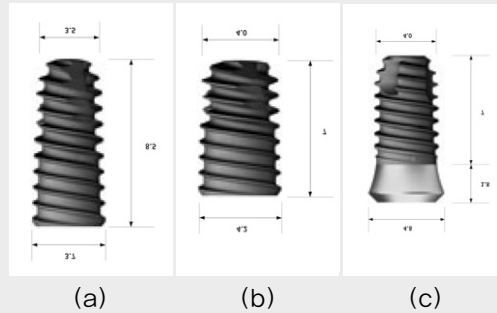


Fig. 2. Illustration of the implant. (a) GS/TS type implant $\phi 3.5 \times 8.5$ mm, (b) GS/TS type implant $\phi 4.0 \times 7$ mm, (c) SS type implant $\phi 4.0 \times 7$ mm.

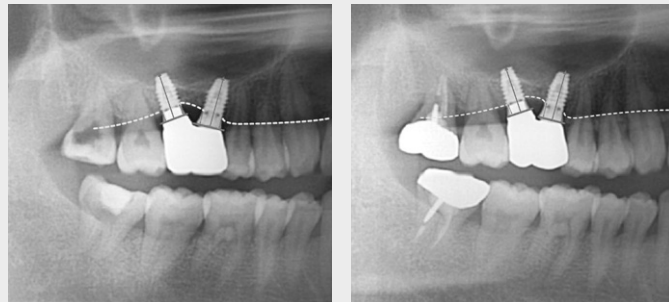


Fig. 3. Measurement of marginal bone loss in radiographic images.

율과 골흡수량 값을 얻고, SPSS ver 18.0 프로그램 (SPSS Inc., Chicago, USA)의 Chi-제곱검정으로 국소요인에 따른 생존율의 유의성을 분석하였고, t-검정과 일원분산분석 및 post-hoc Sheffe 법으로 요인에 따른 변연골 흡수량의 유의성을 분석하였고 유의수준은 $P < .05$ 로 하였다.

III. 결과

총 90명의 환자(남성55명, 여성35명)에게 식립된 180개의 임플란트 중 6명에서 11개의 임플란트가 제거되어 93.9%의 누적 생존율을 보였다.

1. 연령에 따른 임플란트 생존율

임플란트 식립 환자의 평균연령은 54.3 ± 10.3 세였다. 연령에 따라 생존율은 유의한 차이를 나타내지 않았다($P > .05$)(Table 2).

2. 성별에 따른 분포 및 생존율

남성에게 식립된 110개의 임플란트 중 9개가 실패하여 91.8%의 생존율을 보였고, 여성에게 식립된 70개의 임플란트 중 2개가 실패하여 97.1%의 생존율을 보였다. 하지만 성별에 따른 생존율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P > .05$)(Table 3).

3. 흡연여부에 따른 임플란트 생존율

흡연자에게 식립된 40개의 임플란트 중, 6개가 실

패하여 85.0%의 생존율을 보였고, 비흡연자에게 식립된 140개의 임플란트 중 5개가 실패하여 96.4%의 생존율을 보였다. 흡연여부에 따른 임플란트 생존율은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P=0.008$) (Table 4).

4. 식립부위에 따른 분포 및 생존율

상악 제1대구치 98개의 임플란트 중 9개가 실패하여 90.8%의 생존율을 보였고, 상악 제2대구치 82개 중, 2개가 실패하여 97.6%의 생존율을 보였다. 하지만 식립부위에 따른 생존율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P > .05$) (Table 5).

Table 2. Survival rate according to age (N=180)

Age	No. of implants	No. of failed implants	Survival rate (%)	P
below 40	14	0	100	0.249
40-49	50	6	88.0	
50-59	70	3	95.7	
60-69	30	2	93.3	
over 70	16	0	100.0	
Total	180	11	93.9	

The data were analysed by Chi-square test.

Table 3. Survival rate according to gender (N=180)

	No. of implants	No. of failed implants	Survival rate (%)	P
Male	110	9	91.8	0.146
Female	70	2	97.1	
Total	180	11	93.9	

The data were analyzed by Chi-square test.

Table 4. Survival rate of according to smoking status (N=180)

	No. of implants	No. of failed implants	Survival rate (%)	P
Smoker	40	6	85.0	0.008
Non-Smoker	140	5	96.4	
Total	180	11	93.9	

The data were analyzed by Chi-square test.

Table 5. Survival rate according to implant site (N=180)

	No. of implants	No. of failed implants	Survival rate (%)	P
Mx. 1st molar	98	9	90.8	0.06
Mx. 2nd molar	82	2	97.6	
Total	180	11	93.9	

The data were analyzed by Chi-square test.

5. 식립시기에 따른 임플란트 생존율

임플란트 식립 환자 중 발치 후 즉시 식립한 군은 54개 중 5개가 실패하여 90.7%의 생존율을 보였으며, 비발치 군은 126개 중 6개가 실패하여 95.2%의 생존율을 보였다. 발치여부에 따른 생존율은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($P > .05$)(Table 6).

6. 잔존골높이에 따른 임플란트 생존율

임플란트 식립 환자 중 잔존골높이가 4mm 보다 낮은 군은 107개 중 10개가 실패하여 90.7%의 생존율을 보였으며, 4mm보다 높은 군은 73개 중 1개가 실패하여 98.6%의 생존율을 보였다. 잔존골높이에 따른 임플란트 생존율은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P=0.028$)(Table 7).

7. 변연골 변화량 평가

보철물 장착하고 평균 45 ± 14.7 개월간의 추적조사 기간 동안 생존한 임플란트 169개의 변연골 흡수량은

평균 0.08 ± 0.59 mm를 나타내었다. 변연골 흡수변화가 평균적으로 여자가 남자보다 높고, 40대 이전 연령층과 흡연인 경우가 높으며 제2대구치와 잔존골이 4mm보다 얇은 경우가 높게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았다($P > .05$). 그러나 식립시기에 대한 비교에서는 통계적으로 유의한 차이가 있게 지연식립이 높은 변연골 흡수를 보였다($P=0.001$)(Table 8).

IV. 고찰

본 연구는 골소실이 심한 상악 대구치부위에서 상악 동거상술과 골이식을 배제하고 두 개의 짧은 임플란트(다근재현 임플란트)를 식립하여 단일치아를 수복한 경우의 생존율에 관한 후향적 연구로 생존율과 변연골 변화에 영향을 주는 여러 요인들을 평가하고 분석하고자 시행되었다.

임플란트의 예후를 평가하는 수많은 연구에서 성공률과 생존율이 구분 되지 않고 사용되고 있지만, Albrektsson과 Isidor⁸⁾는 임플란트 보철물을 제거

Table 6. Survival rate according to timing of implant installation (N=180)

	No. of implants	No. of failed implants	Survival rate(%)	P
Immediate I	54	5	90.7	0.248
Delayed I	126	6	95.2	
Total	180	11	93.9	

The data were analyzed by Chi-square test.

Table 7. Survival rate according to residual ridge height (N=180)

	No. of implants	No. of failed implants	Survival rate(%)	P
<4mm	107	10	90.7	0.028
>4mm	73	1	98.6	
Total	180	11	93.9	

The data were analyzed by Chi-square test.

Table 8. Bone level change of survived implants

(N=169)

	Bone Resorption Height Mean±SD	P
Gender		
Male	-0.06±0.60	0.387
Female	-0.18±0.56	
Age		
below 40	-0.26±0.45	0.635
40-49	-0.17±0.68	
50-59	-0.04±0.62	
60-69	-0.22±0.50	
over 70	+0.07±0.28	
Smoking status		
Smoker	-0.25±0.48	0.276
Non-Smoker	-0.08±0.60	
Implant site		
Max. 1st molar	-0.00±0.65	0.054
Max. 2nd molar	-0.24±0.47	
Installation time		
Immediate I	+0.20±0.52	0.001*
Delayed I	-0.24±0.55	
Amount of residual bone		
<4mm	-0.14±0.57	0.515
≥4mm	-0.06±0.59	

Values are Mean±SD.

The data were analyzed by t-test and one-way ANOVA.

* P < .05

한 후 임플란트의 상태를 매번 지속적으로 평가하고 각 임플란트에 대한 치근단 방사선사진으로 평가해야만 성공률이라고 정의할 수 있으며 그 외의 예후 평가는 생존율에 해당한다고 하였다. 본 연구에서는 임플란트의 예후를 평가할 때 보철물을 제거하지 않고 연결된 상태로 평가하였으며 파노라마 사진으로 평가하였기 때문에 성공률이라고 정의하기 어려워 생존율로 표현하였다.

임플란트 전체 생존율은 93.9%로 Renouard 등³¹⁾이 심하게 위축된 상악구치부에서 96개의 짧은 임플란트를 외과적 골증대술 없이 식립하고 2년간의 누적 생존율이 94.6%라고 보고한 수치와 유사하며 Malo 등³²⁾이 보고한 심하게 위축된 상악구치부 짧은 임플란트 131개의 1-9년간 누적 생존율 92%와도 상응하는 수치를 보인다. 골증대 술식을 배제한 본 연구의 결과는 유 등³³⁾의 상악동 골이식을 동반하여 식립한 임플

란트의 생존율 92%와 비슷한 수치인데³⁴⁾ 이는 위축된 상악골에서 임플란트의 초기안정성을 위해 수술 위험성과 부작용, 추가적인 비용과 시간 등의 단점에도 불구하고 통상적으로 시행하던 외과적 골증대술을 짧은 임플란트를 이용한 다근재현 술식과 같은 새로운 방법으로 대체할 수 있다는 의미로 해석할 수 있다.

초기의 낮은 성공률을 보이던 짧은 임플란트가 표면 처리의 발전, 향상된 수술법, 매식체 디자인 개선에 따라 점진적으로 임상적 성공률이 높아졌다고 보고되는데³²⁾, 이처럼 짧은 임플란트가 임상적으로 유용한 결과를 보이는 이유로는 임플란트와 골 사이의 하중전달이 임플란트 최상단 수 mm 이내로 제한되기 때문에 긴 임플란트가 가지는 생역학적인 의미가 크지 않기 때문이라고 추정할 수 있다. 이런 결과는 치근부로 갈수록 하중전달효과가 적어지는데 7-8mm를 넘어서부터는 길이에 대한 효과를 무시할 수 있는 정도라는 연구에 의해서도 뒷받침 된다¹⁹⁻²¹⁾. 또 다른 이유로는 짧은 임플란트가 식립된 치조골의 골굴곡성(bone flexure)에 의한 완압효과(stress breaker)로 임플란트의 기계적 파절 등의 실패위험이 감소된 것과 양측 피질골고정(bicortical anchorage)에 의한 임플란트 초기안정성 증가 때문이라고도 분석할 수 있다^{19, 35, 36)}. 본 연구의 결과도 긴 임플란트의 성공률에 상응하는 수치를 보이고 있을 뿐 아니라, 실패한 11개의 임플란트도 기계적인 실패가 아닌 염증에 의한 골유착 상실에 의한 실패여서 짧은 두 개의 임플란트가 구치부 강한 교합력에 저항하는 생역학적 기능을 안정적으로 담당할 수 있다고 추정할 수 있다.

전치부보다 3-5배 이상 높은 교합압과 기계적으로 불리한 측방력이 높게 발생하는 다수의 치근을 가진 대구치^{14, 15)}가 상실된 경우 단일치라도 두 개의 임플란트를 사용하는 것이 생역학적으로 유리한 이상적인 방법이라 하였다. Saadoun 등³⁷⁾은 3.75mm 직경의 두 개의 임플란트를 성공적으로 식립하기 위해서는 12.5mm에서 14mm의 인접치사이공간이 필요하다

고 하였으며, 식립 가능한 최소공간은 10mm라고 하였다. 공간적인 문제뿐 아니라 추가적인 비용과 정교한 수술이 필요하다는 점 때문에 다근재현 임플란트의 유용성이 과소평가가 되어 임상가들에게 널리 알려지지 못했다. 하지만 본 연구에서 상악구치부에 식립한 다근재현 임플란트는 근원심 공간이 부족한 경우에도 교정치료를 통한 공간확보를 하지 않고 협설방향이나 사선방향으로 식립하여 근접식립에 의한 혈류공급 방해로 발생하는 골괴사나 이차 골흡수가 일어나지 않게 하였다³⁸⁾. 이는 임플란트 직경이 3.5-4.0mm로 작았기 때문에 가능하였으며, 특히 제2대구치 부위는 제3대구치가 없어서 수술공간문제는 충분히 해결이 가능하였다. 또한 다근재현 임플란트의 추가적인 비용과 정교한 수술의 필요성 등은 골이식과 같은 외과적 술식에 소요되는 비용에 비해 훨씬 더 경제적이어서 높은 성공률만 확보된다면 외과적 술식의 대안으로 충분하리라 사료된다.

다근재현 임플란트는 단일 임플란트에 비해 자연치의 치관/치근비율에 가깝게 회복하여 골접촉면적을 넓혀주는 것이 가장 큰 장점이다. 선학들의 연구에 의하면 임플란트 직경 1mm 증가 시 접촉면적이 20-30% 증가하는 효과를 보이는데 반해 길이 3mm 증가는 10% 정도의 접촉면적 증가효과 밖에 없다고 하여³⁹⁾, 단일치 수복에 두 개의 임플란트를 사용함으로써 골 접촉면적을 상당히 증가시켜준다는 것을 알 수 있다. 이외에도 과도한 측방력이 가해질 때 발생할 수 있는 굴곡력이나 회전력을 넓은 직경의 단일 임플란트는 저항할 수 없지만²⁸⁾, 다근재현 임플란트는 충분히 저항할 수 있기 때문에 나사풀림이나 나사파절 및 임플란트파절과 같은 기계적인 실패를 줄이는 장점도 얻을 수 있다.

이처럼 단일치아 회복을 위해 두 개의 짧은 임플란트를 연결하여 보철물을 제작하면 치조정에 집중되는 응력을 감소시키고 가해지는 하중을 잘 분산시켜 역학적으로 유리하게 만들기 때문에 장기간 높은 생존율을 얻

을 수 있게 한다²²⁾. 본 연구의 결과, 평균 45개월간의 하중부여 후에도 골이식을 시행하고 긴 임플란트를 식립한 것과 유사한 높은 성공률을 보임을 알 수 있었다.

Chrcanovic 등⁴⁰⁾은 1,432개 논문검색을 통한 임플란트 성공률에 대한 흡연, 비흡연의 효과에 대한 메타분석 결과, 흡연자에게 식립한 임플란트 19,836개 중에 1,259개가 실패하여 6.35%의 실패율을 보인 반면, 비흡연자에서는 임플란트 60,464개 중에 1,923개가 실패하여 3.18%의 실패율을 나타낸 것으로 보아 흡연자에게 식립한 임플란트가 2배 정도의 높은 실패를 보인다고 주장하였다. 흡연자의 타액이나 혈액 등의 체액에서 골재생과 골수준 유지에 악영향을 주는 산화질소수준(nitric oxide level)이 높게 나타나고 염증성 사이토카인(cytokine)의 수치도 유의하게 높게 나타나서 흡연자가 염증에 취약하다고 한다^{41, 42)}. 그 결과 여러 임플란트 성공률에 대한 임상논문에서도 흡연이 높은 위험비(hazard ratio)를 보임을 보고하고 있다^{43, 44)}. 본 연구에서 흡연자에게 식립된 임플란트가 85.0%의 생존율을 보여, 비흡연자에게 식립된 임플란트의 96.4%의 생존율에 비해 유의하게 낮은 생존율을 보였다. 이처럼 흡연의 효과가 두드러지게 나타난 이유로는 식립부위가 비강과 연결된 상악이라는 것이 주된 이유이며, 상악동 골막에 영향을 미칠 수 있는 양측 피질골고정을 얻기 위한 술식을 사용했고 염증에 노출될 위험이 높은 발거 후 즉시식립을 시행한 임플란트의 비율이 높기 때문(54개/180개)으로 추정된다.

Oltra 등⁴⁵⁾이 상악구치부에서 123개의 임플란트를 즉시식립과 지연식립으로 나누어 1년간 비교한 연구에서 성공률과 변연골 수준은 차이가 없다고 하였다. 그러나 유³³⁾ 등의 상악동 골이식을 동반하여 식립한 임플란트의 생존율에 관한 연구에서는 지연식립이 통계적으로 유의하게 더 높은 생존율을 보이며 즉시식립의 성공률이 훨씬 낮다고 하였다. 따라서 치주질환, 잔존골 부족에 의한 초기안정성을 얻기 어려운 경우에는

즉시식립을 배제하는 엄격한 포함/비포함 조건을 적용해야 한다고 할 수 있다^{46, 47)}. 생리적인 측면에선 지연식립이 골재생과 재조직화 등이 일어난 치조골에 식립하기 때문에 더 유리하지만 즉시식립인 경우도 염증 조절만 잘 된다면 성공적인 치유와 골유착이 이루어지고, 치료기간단축, 수술횟수 감소 등의 장점이 훨씬 많다⁴⁵⁾. 많은 연구를 통해 최근에는 치주질환에 이환되어 발거된 경우에도 높은 성공률을 보인다는 결과를 감안하여^{48, 49)} 본 연구에서도 치주질환 등에 이환되어 발거와 동시에 식립된 경우의 생존율이 90.7%로 지연식립한 경우의 95.2%보다는 낮지만 통계적으로는 유의한 차이를 나타내지 않았고 임상적으로 안정적인 수치를 보였다.

임플란트 길이가 최소 10mm 이상이 되어야 초기 안정성을 얻어 높은 성공률을 보장한다는 연구⁵⁰⁾가 보고된 이래로 부족한 잔존골을 10mm 이상의 두께로 골부피를 증가시켜 임플란트와의 결합을 증가시키고 기능하중을 이식골에 잘 분산하여 오랜 기간 성공적인 결과를 얻기 위한 다양한 상악동거상술이 소개되어 왔다. 특히 Jensen 등¹⁶⁾에 따르면 잔존골높이가 4mm 이하인 경우는 측방접근을 통한 상악동거상술(lateral window technique)을 시행하고 6개월 이후 지연식립을 추천하였고, 4-6mm가 잔존한 경우는 측방접근을 통한 상악동 거상 후 즉시식립을, 그 이상의 잔존골에선 치조정 접근을 통한 상악동거상술(osteotome technique)과 즉시식립을 추천하였다. 이처럼 잔존골높이는 상악동거상술 선택에서 중요한 지표로 이용될 뿐 아니라 Rosen 등⁵¹⁾의 연구에서처럼 5mm 이상의 잔존골높이에서 96%이상의 높은 생존율을 나타내지만 4mm 이하의 잔존골높이에서는 생존율이 85.7%로 급격히 낮아지는 결과를 고려해 보면, 잔존골이 임플란트 생존율에 중요한 요인으로 작용함과 동시에 이식골의 역할이 크지 않다고 사료된다. Wallace 등⁵²⁾의 논문에서는 실제 이식된 골의 현미경적 조성은 결체조직 56%, 이식골 26%,

골이식에 의미가 있는 신생골이 17% 정도밖에 되지 않다고 하며 실제 이식골의 강도를 측정하는 연구가 어려워 정확한 이식골 강도를 알 수 없지만 분명 생체 치조골만큼의 강도를 얻기는 어려울 것으로 사료된다. 결국 골증대술에 의한 이식골 역할에 대한 의구심과 함께 위축된 잔존골에 골이식 없이 임플란트를 식립할 때 성공의 가장 중요한 요소가 잔존골높이라는 것을 알 수 있다. 본 연구에서도 잔존골 4mm를 기준으로 생존율을 비교하였는데 4mm 이상의 경우 98.6%의 생존율을 보인데 반해, 4mm이하인 경우 90.7%의 생존율로 급격히 생존율이 감소함을 알 수 있다. 본 연구에서 얻어진 생존율 결과는 Winter 등⁵³⁾이 심하게 위축된 평균 2.87mm의 상악 잔존골높이에서 22개월 기능 후 91.4%의 생존율을 보고한 것과 유사한 결과라 할 수 있다. 이처럼 위축된 상악골에서 초기안정성을 얻기 위해 최소 3-4mm 정도의 잔존골에서도 두 개의 임플란트로 보철물 장착 후 기능하중을 잘 분산할 수 있어서 추가적인 상악동거상술 등의 골 증대술식을 배제할 수 있을 것으로 사료된다.

Adell 등¹⁰⁾은 임상에서 골유착을 평가하는 가장 신뢰할 만한 방법은 방사선학적으로 임플란트 주위 변연골의 흡수량을 평가하는 것이라고 하였다. Albrektsson 등⁵⁾은 통상 임플란트가 성공한 것으로 간주하려면 첫 1년간 1.5mm미만의 변연골 소실과 그 후 매년 0.2mm 미만의 변연골 소실을 보여야 한다고 하였다. 본 연구에서는 평균 45±14.7개월간의 추적조사기간 동안 생존한 임플란트 169개의 변연골 흡수량은 평균 0.08±0.59mm를 나타내서 임상적인 성공으로 간주할 수 있었다. 식립시기에 대한 비교에서 지연식립이 유의하게 높은 변연골 흡수를 보였는데 이는 발거 후 즉시 식립한 경우 창상치유과정으로 형성되는 골이 변연골을 증가시켰기 때문이라고 생각된다. 비슷한 조건으로 실험한 Oltra 등⁴⁵⁾의 연구에서는 상악구치부 123개의 임플란트를 즉시식립한 경우 흡수량이 평균 0.56mm이고 지연식립한 경우에

0.67mm로 차이를 보이지 않았다. 변연골 흡수변화가 평균적으로 여자가 남자보다 높고, 흡연인 경우가 높으며 제2대구치와 잔존골이 4mm보다 얇은 경우가 높게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

방사선측정법은 2차원 디지털 파노라마사진을 이용하여 근원심의 변연골 흡수량을 확대율 보정으로 측정하였는데, 방사선 조사각 변화에 따른 사진변형과 골계면의 최상방의 정확한 측정이 어려우며, 중첩에 의한 측정오차 등으로 인해 정확한 측정이라고 하기는 어렵다. 또한 정기적인 방사선 측정이 아닌 기능 후와 최종 검사시점으로 두 번 측정한 것 이어서 측정기간이 일정치 않은 한계가 있었다. 그러나 통상적으로 임상에서 간편하게 진단목적으로 이용하는 사진을 사용했고 다수표본을 사용하여 정량적으로 분석한 결과로 골 흡수량정도를 비교, 가늠하기에 의미가 있다고 사료된다.

Lazzara⁵⁴⁾는 상악동저를 뚫고 상악동 내에 노출된 임플란트의 반 이상에서 자발적으로 골이 생성된다는 보고를 하였는데 이는 상악골의 혈행공급의 70-100%가 골막에서 유래하기 때문이고 골막에서 시작된 적절한 혈관형성과 골생성 중간엽세포의 이동으로 골형성이 이루어지기 때문이라고 할 수 있다. Gabbert 등⁵⁵⁾은 상악골에 골이식 없이 식립한 임플란트 30%에서 골생성이 이루어졌다고 보고하였고, Vandeweghe 등⁵⁶⁾도 상악에 골이식을 대신하여 식립한 넓은 임플란트 침부에서 골생성을 확인하였다고 보고하였다. 이처럼 심하게 위축된 상악골에서 상악동 골이식 없이 임플란트를 식립할 때 골막거상으로 인해 골생성이 가능함을 이론 뿐 아니라 임상적으로도 확인하였다. 본 연구에서도 몇몇 임플란트에서 상악동저에서 골생성을 추정할 만한 이미지를 보였다. 좀더 명확한 비교조사가 필요하겠지만 위축된 상악골에서 골생성 가능성은 임플란트의 장기적인 안정성에 영향을 주는 의미 있는 현상이라고 할 수 있다.

위축된 상악골의 치료계획에서 상악동거상과 골이

식을 우선적으로 고려하는 경향을 변화시켜 최소한의 침습적 술식, 잔존골의 최대한 활용, 치료기간 단축 등의 장점을 가진 다근재현한 두 개의 짧은 임플란트를 새롭게 선택할 수 있는 술식으로 고려할 수 있다. 통법의 임플란트 술식과 외과적 임플란트 술식의 중간 단계의 역할을 할 수 있어서 수술에 대한 부담으로 임플란트 시술에서 배제되는 환자들에게 대안이 될 수 있으며 외과적 전문성이 부족한 임상가들에게도 충분히 활용 가능한 술식이라 여겨진다.

한 개의 치아상실 공간에 다수의 임플란트를 식립할 때 임플란트 간의 간격으로 인해 구강위생 문제가 발생할 가능성이 있다. 하지만 협설 또는 사선으로 식립할 경우에는 임플란트 간의 간격을 2-3mm 정도는 확보할 수 있었다. Chang 등⁵⁷⁾에 의하면 본 연구에 적용했던 것과 같은 내부연결형 임플란트에서는 임플란트 간의 간격이 2mm 정도일 때도 변연골의 흡수가 더 많이 발생하지는 않는다고 하였다. 하지만 복잡한 보철물의 형태로 인한 구강위생의 어려움을 배제할 수는 없다. 따라서 보철물에는 탈착이 가능하도록 협측에 제거용 장치 (knob)를 달았고 구강위생을 위한 자정작용이 가능한 생리적 치간공간을 확보하였으며 철저한 구강위생교육을 통해 관리하게 하였다. 재내원 시에는 보철물을 제거하고 개별 임플란트에 대한 청결 및 구강위생교육을 추가로 시행하였다. 임플란트 주위염도 다른 임플란트와 크게 다르지는 않았지만 이를 뒷받침할 장기적인 임상연구가 필요하다.

이상의 결과를 통해 심하게 위축된 상악구치부의 임플란트 식립시 골이식을 동반한 상악동 거상술식을 배제한 다근재현한 두 개의 짧은 임플란트의 누적생존율(93.9%)과 변연골흡수($0.08 \pm 0.59\text{mm}$)는 통상의 임플란트나 골이식을 동반한 임플란트의 생존율에 상응하는 결과를 보여 임상에 유용하게 사용할 수 있으리라 사료된다. 그러나 보다 객관적인 분석을 위해서는 단일치아결손과 상악구치부에 한정된 연구를 하악과 다수치아 결손 시에도 시행하여 비교, 평가하는 것

이 필요하며 골질과 치조골량의 영향, 정기적인 추적조사, 재현오차가 적은 방사선 분석 등을 통해 보다 장기적인 다근재현 임플란트 연구가 추가적으로 필요하다고 사료된다.

V. 결론

심하게 위축된 상악 제1대구치, 제2대구치 단일치가 결손되어 내원한 환자 중 상악 잔존치조골에 골이식 등의 부가적인 외과술식 없이 다근재현한 2개의 짧은 임플란트를 식립하고 기능부하가 1년 이상 가해진 환자를 장기간 추적조사 하여 환자의 연령, 성별, 흡연여부, 식립부위, 식립시기, 술전 잔존골높이에 따른 누적생존율을 구하였고 방사선 측정으로 변연골흡수량을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 90명의 환자에게 식립된 180개의 임플란트 중에서 11개가 제거되어 누적 생존율은 93.9%였다.
2. 환자의 연령, 성별, 식립부위, 식립시기에 따른 생존율의 차이는 없었다($P > .05$).
3. 흡연자와 술전 잔존골높이가 4mm 이하의 경우에 낮은 생존율을 보였다($P < .05$).
4. 보철물 장착 후 평균 45 ± 14.7 개월간의 추적조사 기간 동안 생존한 임플란트 169개의 변연골 흡수량은 평균 $0.08 \pm 0.59\text{mm}$ 로 양호한 결과를 보였다. 치아 발거후 즉시 식립한 경우가 지연 식립한 경우보다 흡수량이 적게 나타났다($P < .05$).

본 연구의 결과로 미루어 심하게 위축된 상악구치부에서 다근재현한 두 개의 짧은 임플란트는 기존 술식에 상응하는 생존율과 골흡수율을 나타내어 외과적 골증대술을 대체할 방식으로 활용가능하지만 보다 장기적인 연구가 뒷받침되어야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3:81-100.
2. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström 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 Suppl* 1977;16:1-132.
3. 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.
4. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1990;5:347-59.
5. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implant: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
6. Buser D, Mericske-Stern R, Uula K, Lang NP. Clinical experience with one-stage, non-submerged dental implants. *Adv Dent Res* 1999;13:153-61.
7. Albrektsson T, Sennerby L. State of the art in oral implants. *J Clin Periodontol* 1991;18:471-81.
8. Albrektsson T, Isidor F. Consensus report of session IV. In: Lang NP, Karring T, eds. *Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology*. London: Quintessence, 1994:365-9.
9. Van Steenberghe D, Quirynen M, Naert I. Survival and success rates with oral endosseous implants. In: Lang NP, Karring T, Lindhe J, eds. *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology*. Berlin: Quintessence, 1999:242-54.
10. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI, Lindhe J, Eriksson B, Sbordone L. Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures(I). A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1986;15:39-52.
11. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behke A, Behke 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;8:161-72.
12. Schwartz-Arad D, Laviv A, Levin L. Failure causes, timing and cluster behavior; an 8-year study of dental implants. *Implant Dent* 2008;17:200-7.
13. Kim SH, Kim SJ, Lee KW, Han DH. The effects of local factors on the survival of dental implants: A 19 year retrospective study. *J Korean Acad Prosthodont* 2010;48:28-40.
14. Anderson DJ. Measurement of stress in mastication. *J Dent Res* 1956;35:644-73.
15. Craig RG. *Restorative dental material*. 7th ed. St Louis: Mosby, 1985:60.
16. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the sinus consensus of 1996. *Int J oral maxillofac Implants* 1998;13(suppl):11-45.
17. Friberg B, Gröndahl K, Lekholm U, Brånemark P-I. Long-term follow-up of severely atrophic edentulous mandibles reconstructed with short brånemark implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2000;2:184-89.
18. Neves FD, Fones D, Bernardes SR, Prado CJ, Fernandes Neto AJ. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2006;21:86-93.
19. Pierrisnard L, Renaouard F, Renault P, Barquins M. Influence of implant length and bicortical anchorage on implants stress distribution. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5:254-62.
20. Akca K, Cehreli MC, Iplikcioglu H. A comparison of three dimensional finite element stress analysis with in vivo strain gauge measurement on dental implants. *Int J Prosthet* 2002;15:115-21.
21. Lum LB. A biomechanical rationale for the use of the short implants. *J Oral Implantol* 1991;17:126-31.
22. Lee EJ, Kim W, Choi SM, Oh NS. A systematic review of the survival rate on short implants. *J Korean Acad Prosthodont* 2009;47:457-62.

참 고 문 헌

23. Sato Y, Shindoi N, Hosokawa R, Tsuga K, Akagawa Y. Biomechanical effects of double or wide implants for single molar replacement in the posterior mandibular region. *J Oral Rehabil* 2000;27:842-5.
24. Griffin TJ, Cheung WS. The use of short, wide implants in posterior areas with reduced bone height: A retrospective investigation. *J Prosthet Dent* 2004;92:139-44.
25. Becker W, Becker BE. Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous implant restorations: A retrospective study. *J Prosthet Dent* 1995;74:51-5.
26. Sullivan DY. Wide implants for wide teeth. *Dent Econ* 1994;84:84-3.
27. Balshi TJ, Wolfinger GJ. Two-implant-supported single molar replacement: Interdental space requirements and comparison to alternative options. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17:426-35.
28. Wolfinger GJ, Balshi TJ, Wulc D, Balshi SF. A Retrospective analysis of 125 single molar crowns supported by two implants: Long-term follow-up from 3 to 12 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:148-53.
29. Romanos GE, Nentwig GH. Single molar replacement with a progressive thread design implant system: A retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:831-6.
30. Zarb GA, Albrektsson T. Consensus report: Towards optimized treatment outcomes for dental implants. *J Prosthet Dent* 1998;80:641.
31. Renouard F, Nisand D. Short implants in the severely resorbed maxilla: A 2-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(suppl 1):104-10.
32. Malo P, Nobre MDA, Rangert B. Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: A retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2007;9:15-21.
33. Ryu HS, Kim SJ, Park EJ, Kim MR. A retrospective study of the cumulative survival rate and change of peri-implant marginal bone around implants associated with maxillary sinus augmentation. *J Korean Acad Prosthodont* 2009;47:240-6.
34. Wallace SS, Froum SJ. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:328-43.
35. Ivanoff CJ, Grongahl K, Bergström C, Lekholm U, Brånemark PI. Influence of bicortical or monocortical anchorage on maxillary implant stability: A 15-year retrospective study of Brånemark system implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:103-10.
36. Morgan MJ, James DF, Pillar R. Fracture of the fixture components of an osseointegrated implant. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;28:1103-09.
37. Saadoun AP, Sullivan DY, Kirschek M, LeGall M. Single-tooth Implant management for success. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1994;16:78-82.
38. Davarpanah M, Martinez H, Tecucianu JF, Alcoforado G, Etienne D, Celletti D. The self-tapping and ICE 3i implants: A prospective 3-year multicenter evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:52-60.
39. Scortecchi GM, Misch CE, Benner KU. *Implants and Restorative Dentistry*. Los Angeles: House Clinic, 2000:60.
40. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. Smoking and dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2015;43:487-98.
41. Wadhwa D, Bey A, Hasija M, Moin S, Kumar A, Aman S, Sharma VK. Determination of level of nitro oxide in smoker and nonsmoker patients with chronic periodontitis. *J Periodontal Implant Sci* 2013;43:215-20.
42. Tatli U, Damlar I, Erdogan O, Esen E. Effect of smoking on periimplant health status and IL-1 β , TNF- α and PGE2 levels in periimplant crevicular fluid: a cross-sectional study on well-maintained

참고 문헌

- implant recall patients. *Implant Dent* 2013;22:519-24.
43. Zinser MJ, Randelzhofer P, Kuiper L, De Lange GL. The predictors of implant failure after maxillary sinus floor augmentation and reconstruction: a prospective study of 1045 consecutive implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol* 2013;115:571-82.
 44. Elegaard B, Baelum V, Kolsen-Petersen J. Non-grafted sinus implants in periodontally compromised patients: a time-to-event analysis. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:156-64.
 45. Peñarrocha-Oltra D, Dermarchi CL, Maestre-Ferrin L, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Comparison of immediate and delayed implants in the maxillary molar region: A retrospective study of 123 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012;27:604-10.
 46. Polizzi G, Grunder U, Goerz R, Hatano N, Henry P, Jackson WJ, Kawamura K, Renouard F, Rosenberg R, Triplett G, Werbit M, Lithner B. Immediate and delayed implant placement into extraction sockets: a 5-year report. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2000;2:93-9.
 47. Horwitz J, Zuabi O, Peled M, Machtei EE. Immediate and delayed restoration of dental implants in periodontally susceptible patients: 1-year results. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22:423-9.
 48. Crespi R, Capparé P, Gherlone E. Immediate loading of dental implants placed in periodontally infected and non-infected sites: a 4-year follow-up clinical study. *J Periodontol*. 2010;81:1140-6.
 49. Alves CC, Correia AR, Neves M. Immediate implants and immediate loading in periodontally compromised patients—a 3-year prospective clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30:447-55.
 50. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent*. 2003;90:121-32.
 51. Rosen PS, Summers R, Mellado JR, Salkin LM, Shanaman RH, Marks MH, Fugazzotto PA. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14:853-8.
 52. Wallace SS, Froum SJ, Cho SC, Elan N, Monteiro D, Kim BS, Tarnow DP. Sinus augmentation utilizing anorganic bovine bone (Bio-Oss) with absorbable and nonabsorbable membranes placed over the lateral window: histomorphometric and clinical analyses. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005;25:551-9.
 53. Winter AA, Pollack AS, Odrich RB. Placement of implants in the severely atrophic posterior maxilla using localized management of the sinus floor: a preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002;17:687-95.
 54. Lazzara RJ. The sinus elevation procedure in endosseous implant therapy. *Curr Opin Periodontol*. 1996;3:178-83.
 55. Gabbert O, Koob A, Schmitter M, Rammelsberg P. Implants placed in combination with an internal sinus lift without graft material: an analysis of short-term failure. *J Clin Periodontol*. 2009;36:177-83.
 56. Vandeweghe S, De Ferrer R, Tschakaloff A, De Bruyn H. A wide-body implant as an alternative for sinus lift or bone grafting. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011;69:67-74.
 57. Chang M, Wennström JL. Bone alterations at implant-supported FDPs in relation to inter-unit distances: a 5-year radiographic study. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21:735-40.