

# 국산 임플란트의 임상적 성공률에 대한 2년간의 후향적 연구

남기윤 · 장범석 · 엄흥식

강릉대학교 치과대학 치주과학교실

## I. 서론

장기적인 높은 성공률 및 지속적인 연구 분야의 확대에 골유착성 임플란트의 효능이나 예지성은 더 이상 논란의 여지가 없어졌다<sup>1-7)</sup>. 또한 임플란트의 성공을 판단하는 객관적인 기준도 제시되었다<sup>8, 9)</sup>. 이런 객관적인 기준에는 임플란트의 임상적인 견고함 뿐만 아니라 장기적인 예후를 위한 변연골과 연조직의 부착 수준의 안정까지도 포함되어 있다<sup>9, 10)</sup>.

현재는 초창기에 시도되었던 전체 무치악은 물론 부분 무치악과 단일 치아 결손부의 수복 치료 방법으로 첫 번째로 고려되는 치료 계획으로 자리잡게 되었고, 환자들로부터의 임플란트에 대한 치료요구가 점차 높아지고 있는 추세이다<sup>2)</sup>.

하지만 국내에서 임플란트 기술이 대중화되지 못하는 까닭은 수술에 대한 공포감도 있겠지만, 가장 큰 이유는 전적으로 수입에 의존해 왔던 임플란트 재료의 높은 가격으로 인한 고가의 치료비에 기인한 것이므로 국산 임플란트의 사용이 증가하고 있는 추세이다. 현재 몇 종류의 국산 임플란트가 개발되어 공급되고는 있지만, 아직까지는 그 임상적 성공률에 대한 보고가 거의 없는 상태이기 때문에 임플란트를 선택하는 치과의사들은 국산 임플란트에 대한 불안

감을 가지고 있는 실정이다.

임플란트의 성공(success)과 생존(survival)에 대한 명확한 규정을 내리는 것은 어렵지만, 성공률이란 임플란트 시스템의 임상적 적합성에 대한 평가를 내리기에 적합한 것으로 특정 시간이 경과한 후 성공 기준에 부합하는 임플란트의 비율을 말하는 것이며, 이 시간이 경과되기 전까지는 성공한 임플란트가 존재하지 않는다<sup>10)</sup>. 이에 반해 생존률이란 어떤 시점에서 임상가가 제거를 했거나 제거를 결정하기 전까지 남아있는 임플란트의 비율로 정의되며, 생존률을 구하기 위해서는 성공기준 대신에 실패기준이 필요하다.

장기간에 걸친 연구를 토대로 도출된 성공률 없이 어떤 임플란트 시스템을 평가하기는 어렵다<sup>10)</sup>. 하지만 새로운 임플란트 시스템이 도입되고 그 시스템이 장기간의 성공률을 보이는 과정 중에 대부분의 실패가 조기에 일어난다<sup>2, 6, 11-15)</sup>는 결과를 볼 때, 장기간의 임플란트의 생존 기간 중 조기의 세심한 관찰로 이후의 예후를 가늠할 수도 있을 것이다.

본 연구의 목적은 현재 사용되고 있는 국산 임플란트의 임상적 생존률을 단기간이나마 조사 연구하여, 이 시스템들의 장기간의 연구에 기여하며 한편으로는 국산 임플란트의 신뢰를 높여 환자들에게 양질의

\*본 연구는 강릉대학교 치과병원 임상연구비 지원에 의해 수행되었음

진료를 제공하려는데 있다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

국립 강릉대학교 치과병원 치주과와 보철과에 내원하여 임플란트 치료를 받은 환자 중, 1998년 2월부터 2002년 6월까지 식립한 임플란트를 대상으로 하였고, 기능적 부하가 가해지지 않은 임플란트는 연구 대상에서 제외하였다.

총 112명의 환자 중 남자는 59명, 여자는 53명이고, 연령은 15세에서 65세의 범위로 평균 45.7세이었다(Table 1).

다양한 직경과 길이를 갖는 245개의 임플란트를

식립하였다(Table 2, 3). 이 중 상악에는 64개(26.1%), 하악에는 181개(73.9%)의 임플란트를 식립하였고, 3.75mm의 직경(78.8%)과 10-15mm(91.8%)의 길이를 갖는 임플란트가 대부분을 차지하였다.

본 연구에서는 국산 임플란트 시스템으로 23명에서 52개의 Avana 임플란트(Avana system, Korea), 22명에서 47개의 Neoplant 임플란트(Neobiotech, Korea), 그리고 국산 임플란트와의 비교를 위해 61명에서 137개의 3i 임플란트(Implant Innovations, Palm Beach Gardens, FL), 6명에서 10개의 Brånemark 임플란트(Nobel Biocare, Göteborg, Sweden)를 식립하였다(Tabel 4).

Table 1. Distribution of patients according to sex and age at fixtures insertion

Age group	Males	Females	Total	%
10-29	5	4	9	8.0
30-49	29	30	59	52.7
50-69	25	19	44	39.3
Total	59	53	112	100.0

Table 2. Distribution of inserted fixtures according to position

Position	No. of implants	%
Upper anterior	24	9.8
Upper premolar	26	10.6
Upper molar	14	5.7
Lower anterior	17	7.0
Lower premolar	25	10.2
Lower molar	139	56.7
Total	245	100

Table 3. Distribution of implants according to length and diameter

Length (mm)	Diameter (mm)				Total
	3.3	3.75	4	5	
8.5	0	8	0	0	8
10	0	23	6	5	34
11.5	0	40	8	7	55
13	3	59	5	11	78
15	0	53	5	0	58
18	2	10	0	0	12
Total	5	193	24	23	245

Table 4. Number of patients and implants according to different implants system

Implant system	No. of patients	No. of implants
Korean		
Avana	23	51
Neoplant	22	47
Total	45	98
Other		
3i	61	137
Brånemark	6	10
Total	67	147

## 2. 연구방법

이러한 임플란트를 대상으로 임플란트의 식립위치, 국산과 외산 임플란트 시스템의 구별, 임플란트 표면처리 여부, 골유도재생술식(guided bone regeneration) 시행 여부, 변연골의 흡수정도, 임플란트 주위 치은의 상태 등을 조사하였다.

변연골의 흡수정도를 조사하기 위해 long-cone paralleling technique으로 촬영한 치근단 방사선 사진을 계측하였다. 방사선 촬영은 식립 직후, 지대주 연결 후 및 주기적인 내원일에 시행하였다. 주기적인 내원일의 간격은 보철물 장착 후 첫 일년동안은 3개월, 6개월, 12개월이었고, 그 이후에는 12개월마다 한번씩이었다. 변연골의 수준은 숙련된 구강악안면 방사선과 전공자가 판독하였는데, 골과 임플란트 계면의 최상방 높이를 임플란트의 나사산(implant thread)으로 나타내었고, 변연골의 흡수 정도는 나사산 사이 거리를 0.6mm로 하여 계산하였다.

임플란트 주위 치은의 상태를 조사하기 위해 한 명의 조사자가 임플란트 주위 치은의 탐침깊이(probing depth)를 측정하여 기록하였는데, 각 임플란트 당 4면에서 임플란트 장축에 수직으로 저항감을 느낄 때까지 탐침을 삽입하였으며, 4면 중 1면 이상에서 4mm 이상의 수치가 나오는 경우에는 4mm 이상의 탐침깊이를 갖는 임플란트라고 간주하였다.

임플란트의 생존률(survival rate)을 분석하기 위해

서는 명확하게 성공과 실패를 정의해야 하므로, 본 연구에서는 임플란트의 실패를 Albrektsson과 Sennerby의 실패 기준<sup>10)</sup>에 근거하였는데, 실패기준은 다음과 같다. 개개의 임플란트에 동요도가 감지되는 경우, 치근단 방사선 사진에서 임플란트 주위로 방사선 투과성이 관찰되는 경우, 임플란트 매식 후 통증, 감염, 신경 장애, 감각 이상, 하악관의 칩벌 등과 같은 증상과 징후를 보이는 경우, 마지막으로 Albrektsson과 Isidor의 성공기준<sup>11)</sup>인, '보철물 장착 후 첫 일년동안 1.5mm 미만의 변연골 소실'에서 벗어나는 경우이다.

이러한 기준 하에 조사한 임플란트를 보철 전 시기와 보철 후 시기로 나누었고, life table analysis를 사용하여 누적 생존률(cumulative survival rate)을 구하였다.

전체 임플란트의 생존률에 미치는 임플란트의 식립위치, 국산과 외산 임플란트 시스템의 구별, 임플란트 표면처리 여부, 골유도재생술식 시행 여부의 영향을 평가하기 위해서 Cox regression analysis를 사용하였다.

임플란트의 식립위치, 국산과 외산 임플란트 시스템의 구별, 임플란트 표면처리 여부, 골유도재생술식 시행 여부에 따른 각각의 누적 생존률은 log-rank test로 비교하였다.

국산과 외산 임플란트 시스템에 따른 기능 후 첫 일년동안의 변연골 소실은 t-test로 비교하였다.

### III. 결과

#### 1. 전체 임플란트 시스템의 생존률

총 245개의 임플란트 중 7개(상악 3개, 하악 4개)를 보철물 장착 전에 골유착의 실패로 발거하였다. 보철 전 시기의 성공률은 97.1%이었다. 보철물이 장착된 후 10개월에 1개의 임플란트가 실패로 간주되어 누적 생존률은 96.6%이었다(Table 5).

전체 임플란트의 생존률에 미치는 임플란트의 위치(상악/하악), 국산과 외산 임플란트 시스템의 구별, 임플란트 표면처리 여부, 골유도재생술식 시행여부의 영향은 통계적으로 유의하지 않았다( $p>0.05$ ).

임플란트의 식립위치에 따른 누적 생존률은 상악( $n=64$ )에서 95.3%, 하악( $n=181$ )에서 97.1%이었으

며, 통계적으로 유의할 만한 차이는 없었다( $p>0.05$ ).

임플란트의 표면 처리에 따른 누적 생존률은 기계 절삭표면을 가진 임플란트( $n=97$ )에서 95.6%, 표면처리를 한 임플란트( $n=148$ )에서 97.3%이었으며, 통계적으로 유의할 만한 차이는 없었다( $p>0.05$ ).

임플란트와 골유도재생술식의 병행 여부에 따른 누적 생존률은 골유도재생술식을 시행하였을 경우( $n=59$ )에 100%, 시행하지 않았을 경우( $n=186$ )에 95.6%이었으며, 통계적으로 유의할 만한 차이를 보였다( $p<0.05$ ).

#### 2. 국산 임플란트 시스템의 생존률

국산 임플란트는 총 98개로 이 중 보철 전 시기에 3개, 보철 후 시기에 1개의 임플란트가 실패하였다. 누적 생존률은 95.6%이었다(Table 6-1).

Table 5. Life table analysis of total implants

Time	No. of implants	Failed	Missing	Time not passed	CSR(%)
Placement to loading	245	7	0	0	97.1
Loading to 1 y	238	1	0	98	96.6
1 to 2 y	139	0	0	102	96.6
2 to 3 y	37	0	0	34	96.6
3 y -	3	0	0	3	96.6

Table 6-1. Life table analysis of Korean implants

Time	No. of implants	Failed	Missing	Time not passed	CSR(%)
Placement to loading	98	3	0	0	96.9
Loading to 1 y	95	1	0	47	95.6
1 to 2 y	47	0	0	31	95.6
2 to 3 y	16	0	0	16	95.6
3 y -	-	-	-	-	-

Table 6-2. Life table analysis of other implants

Time	No. of implants	Failed	Missing	Time not passed	CSR(%)
Placement to loading	147	4	0	0	97.3
Loading to 1 y	143	0	0	51	97.3
1 to 2 y	92	0	0	71	97.3
2 to 3 y	21	0	0	18	97.3
3 y -	3	0	0	3	97.3

Table 7. Marginal bone loss at the 1-year follow-up (unit: mm)

Implant System	0	0.1-0.5	0.6-1.0	1.0-1.5	>1.5	Mean±SD
Korean (n=47)	23	11	8	5	0	0.31±0.39
Other (n=92)	36	17	34	5	0	0.41±0.40
Total (n=139)	59	28	42	10	0	0.38±0.40

Table 8. Pocket depth at the last follow-up

	No. of implants	%
Pocket depths		
< 4mm	69	80.2
≥ 4mm	17	19.8
Total	86	100

외산 임플란트는 총 147개로 이 중 보철 전 시기에 4개가 실패하였고, 보철 후 시기의 실패는 현재까지 없었으며, 누적 생존률은 97.3%이었다(Table 6-2).

### 3. 국산 임플란트의 일년 동안 기능 후 변연골 소실

국산 임플란트와 외산 임플란트의 일년 기능 후 평균 변연골 소실량은 각각 0.31±0.39mm, 0.41±0.40mm이었으며, 통계적 유의성은 없었다( $p>0.05$ ) (Table 7). 이 연구의 실패 기준인 1.5mm 이상의 변연골 소실을 보이는 임플란트는 없었다.

### 4. 임플란트 주위 치은의 탐침깊이

탐침깊이는 80.2%가 4mm 미만이었으며, 4mm 이상은 19.6%이었다(Table 8).

## IV. 총괄 및 고안

1970년대 이후 임플란트의 성공에 대한 중요한 기준의 하나로 방사선 사진과 변연골의 높이를 들고 있다.<sup>16)</sup> Albrektsson 등<sup>17)</sup>은 성공기준의 하나로 변연골의 평가를 들고 있는데, ‘기능 후 첫 일년에 1.5mm 미만의 골 소실과, 그 이후 매년 0.2mm 미만의 골 소실’로 Brånemark 그룹의 연구 자료<sup>2)</sup>에 근거한 것이다. 그 이후 1994년 1st European Workshop

on Periodontics에서 Albrektsson과 Isidor에 의해 제안<sup>18)</sup>된 ‘보철물 장착 후 첫 일년동안에 1.5mm 미만의 평균 골 소실’이 성공기준으로 합의되었다.

임플란트의 발달 시기(1965-1971)에는 임플란트의 성공률이 상악에서 53%, 하악에서 75%에 불과했다<sup>3)</sup>. 그러나 수많은 임상 연구들을 통해 골유착 재료의 개발과 개선, 그리고 임플란트의 실패를 최소화할 수 있는 술식의 정립으로 임플란트 성공률은 높아져 갔다. 이 연구에서 골유도재생술식을 시행한 경우에서의 100%의 생존이라는 결과는, 임플란트와 관련된 골 결손부에 골 유도재생 술식을 시행한 성공적인 결과들<sup>18-24)</sup>의 92-98%의 성공률보다도 높으며, 이는 정상적인 골에서의 식립 적응증보다 더 세심하게 환자를 선택한 것이 그 이유가 될 것이다.

각 시스템별로 성공률을 살펴보면 3i 임플란트가 상악에서 93.8%, 하악에서 97.0%라는 보고<sup>25)</sup>가 1996년에 있었고, Brånemark 임플란트는 94%의 성공률을 보고한 연구<sup>26)</sup>가 1998년에 있었다. 국산 Avana 임플란트는 2000년도에 보고된 연구에 따르면, 전체 성공률이 96.2%로 다른 시스템과 별 차이가 없다고 하였다<sup>27)</sup>. 국산 Neoplant 임플란트는 이전까지 성공률에 대한 보고가 없었는데, 본 연구에 따르면 누적 생존률은 95.3%이었다.

본 연구에서의 기준에 의해 실패로 간주된 임플란트는 7명에서 8개였는데, 1차수술 시 하치조신경을 침범하여 제거한 임플란트가 1명의 환자에서 2개가

있었다. 2차수술 시 동요도를 보여 제거한 4개의 임플란트 중 3개는 1차수술 시 적절한 초기고정을 얻는데 실패한 것들로 치유 지대주를 연결할 때 제거된 것이고, 1개는 1차수술 후 치유기간 중 감염의 징후를 보여 약물 요법을 시행하였지만 2차수술 시 골유착의 실패로 제거한 것이었다. 2차수술 후 한 달이 경과되고, 인상을 채득하는 과정에서 제거된 임플란트 1개는 손상된 치유(impaired healing)로 인한 것으로 생각된다. 과부하(overload)로 인한 실패로 간주한 임플란트는 1개로, 임시 보철물 장착 이후 저작시 둔통을 느꼈으나, 10개월 간 내원하지 않고 지내다가 재내원시 동요도를 보여 제거하게 되었다. 보철물 장착 후 일 년이 경과된 이후의 실패는 아직까지는 없다

본 연구에서는 보철 전 시기와 보철 후 시기로 나누어 임플란트의 생존률을 조사하였다. 조사 결과 Albrektsson과 Sennerby<sup>8)</sup>, Albrektsson과 Isidor<sup>9)</sup>의 기준에 근거한 실패기준을 적용하였을 때, 국산 임플란트의 전체적인 누적 생존률은 95.6%로 다른 시스템<sup>25-27)</sup>에 상응하는 높은 수치를 보였다.

Goodacre 등<sup>28)</sup>은 1981년부터 1997년까지 임플란트의 성공과 실패를 다룬 임상 연구들을 조사하여 그 결과를 발표하였다. 이 연구에서 임플란트 실패를 시기에 따라 보철 전 실패와 보철 후 실패로 분류했을 때, 보철 전 실패가 더 많이 일어난다고 하였다. 본 연구에서도 이와 동일하게 8개 중 7개가 보철 전 시기에 발생하였다. 보철 후 실패를 시간에 따라 분류하였을 때, 1년보다는 2년에서, 2년보다는 3년에서 그 실패율이 급격히 감소한다고 하였다<sup>29-32)</sup>. 또한 생존률을 제시하는 모든 장기간의 임상 연구에서 보철물 장착 후 일 년 이내에 대부분의 실패가 일어난다<sup>6,7,11-15,25,26)</sup>.

전술한 임플란트의 성공기준 외에 어떤 시점에서 임플란트의 예후를 평가하는 방법들이 제시되었는데, 임플란트의 동요도 및 임플란트 주위 연조직의 부착 등을 평가하는 것들이다<sup>10)</sup>. 예후를 평가하는 방법으로서의 임플란트 동요도는 임상적으로 견고한 범위 내에서의 동요도를 의미하며, 골과 임플란트 계면을 평가하려는 방법으로 'Periotest'를 이용하는 방

법과 'Resonance frequency analysis' 등이 있다<sup>33)</sup>. 하지만, 'Periotest'는 주위 골과 임플란트 사이의 명확한 관계를 나타낼 수 없다는 평가를 받고 있다<sup>34)</sup>. 'Resonance frequency analysis'는 공진주파수를 이용한, 임플란트와 주위골과의 관계를 평가할 수 있는 방법으로 현재 각광받고 있다<sup>35)</sup>. 임플란트 주위 연조직의 상태는 임플란트의 장기간의 예후에 있어 필수적이다<sup>10)</sup>. 탐침시출혈은 임플란트 주위 치은의 염증 유무를 판단하는 기준으로 제시되었는데 현재까지 논란의 대상이 되고 있다<sup>36,37)</sup>. 임플란트 주위 치은의 탐침깊이는 임플란트 주위 조직의 파괴를 감지할 수 있는 신뢰할 만한 방법으로 평가받고 있다<sup>37)</sup>. 과거 건강한 임플란트 주위 조직의 탐침깊이에 대한 연구들의 평균 탐침깊이는 1.3mm-3.8mm의 범위라는 보고가 있었고<sup>38-40)</sup>, 실패하고 있는 임플란트의 평균 탐침깊이는 6mm 이상이라는 보고도 있었다<sup>36)</sup>. 본 연구에서는 4mm를 기준으로 하여 탐침깊이에 따라 분류하였을 때, 4mm 미만의 탐침깊이를 갖는 임플란트가 전체의 86%를 차지하였고, 5mm를 초과하는 임플란트는 없었다.

본 연구에서 사용한 변연골 소실 계측은 표준화되지 않은 치근단 방사선 사진의 선형 측정(linear measurement)법을 이용하였기 때문에 다음과 같은 한계가 있었다<sup>41)</sup>. 첫째, 골과 임플란트 계면의 최상방을 인지하기 어려우며, 둘째, 임플란트의 연간 골소실량의 단위인 0.1mm 단위는 구별해 내기 어렵고, 셋째, 방사선 조사각에 따라 형태의 변형이 일어날 수 있는 것과, 넷째, 인접면만을 평가할 수 있다는 것들이다. 이러한 한계를 극복하기 위한 방법으로, 재현 오차(reproducibility error)를 극적으로 감소시킬 수 있는 'Bite block'을 이용한 표준화 작업<sup>42)</sup>과 치주조직의 미세한 변화까지 분별할 수 있는 'Digital subtraction radiography' 방법<sup>43)</sup>의 병행이 제안되었다<sup>16)</sup>. 또한 최근에는 임플란트 주위골의 형태나 밀도의 미묘한 변화 그리고 임플란트의 협설측 골까지도 평가가 가능하다는 'Digital image analysis'라는 방법<sup>44)</sup>이 제안되고 있다<sup>16)</sup>.

본 연구의 또 다른 한계는 무엇보다도 단기간의 연구였기 때문에 중, 장기간의 자료를 분석하는 데 유

용한 life table analysis를 도입하는 것이 바람직하지 않았을 수 있다<sup>10)</sup>. 하지만 life table analysis는 대부분이 임플란트 식립 후 1, 2년에 일어나는 소수의 실패한 임플란트 개체수가 이후의 많은 수의 성공 개체수에 숨겨지는 것을 막기 위한 방법이기 때문에<sup>10)</sup>, 시간의 경과에 따른 이후의 임상적 성공률을 판단하기 위해서라도 life table analysis를 이용하여 누적 생존률을 평가하는 것이 바람직할 것이다.

본 연구의 대상이 되는 임플란트는 대부분이 2000년도와 2001년도에 식립된 것이기 때문에 지극히 짧은 기간의 관찰이라는 한계가 있다. 하지만, 보철물 장착 후 일년이 지난 시점에서의 높은 생존률과 변연골의 적은 소실량, 건강한 치주조직은 계속되는 임플란트의 생존을 보장할 수 있을 것이다. 국산 임플란트의 임상적인 성공률이 인정받기 위해서 앞으로 지속적인 관찰과 연구를 통해 장기간의 예후를 조사해야 할 것이다.

## V. 결론

112명의 환자에 식립된 245개의 다양한 임플란트를 대상으로 임플란트의 위치(상악/하악), 국산과 외산 임플란트 시스템의 구별, 임플란트 표면처리 여부, 골유도재생술식 시행 여부, 변연골의 흡수정도, 임플란트 주위 치은의 탐침치주낭깊이 등을 조사하고 이들과 임플란트의 생존률과의 관계를 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 국산 임플란트와 외산 임플란트의 누적 생존률은 각각 95.6%와 97.3%이었다.
2. 국산 임플란트와 외산 임플란트의 보철물 장착 후 1년의 변연골 소실량은 각각 0.31mm(SD±0.39)와 0.41mm(SD±0.40)로 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
3. 국산 임플란트와 외산 임플란트의 단기 임상 생존률은 통계적으로 차이가 없는 것으로 사료된다.

## IV. 참고문헌

1. Brånemark, P-I.: "Tissue-integrated prostheses:

Osseointegration in clinical dentistry", Chicago: Quintessence, 1985.

2. Adell, R., Lekholm, U., Rockier, B., Brånemark, P-I.: "A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw", Int. J Oral Surg, 6:387-416, 1981.
3. Adell, R., Eriksson, B., Lekholm, U., Brånemark, P-I., Jemt, T.: "A long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of the totally edentulous jaw", Int J Oral Maxillofac Implants, 5:347-359, 1990.
4. De Clerq, M., Naert, I., Schepers, E.: "Results of prosthetic treatments on osseointegrated implants. A five-year report", J Dent Res, 67:368, 1988.
5. Albrektsson, T., Dahl, E., Enbom, L.: "Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants", J Periodontol, 59:287-296, 1987.
6. Zarb, G.A., Schmitt, A.: "The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants. The Toronto study. Part I: Surgical results", J Prosthet Dent, 63:451-457, 1990.
7. Zarb, G.A., Schmitt, A.: "The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants, The Toronto study. Part 2: The prosthetic results", J Prosthet Dent, 64:53-61, 1989.
8. Albrektsson, T., Sennerby, L.: "State of the art in oral implants", J Clin Periodontol, 18:471-481, 1991.
9. Albrektsson, T., Isidor, F.: "Consensus report of session IV on dental implants. In Proceedings of the 1st European Workshop on Periodontology", London: Quintessence Publishing Co., 1994.
10. van Steenberghe, D., Quirynen, M., Naert, I.: "Survival and success rates with oral endosseous implants. In Proceedings of the 3rd European

- Workshop on Periodontology” , Berlin: Quintessence Publishing Co., 1999.
11. Naert, I., Quirynen, M., van Steenberghe, D., Darius, P.: “A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part II: prosthetic aspects”, *J Prosthet Dent*, 68:949-956, 1992.
  12. Hemmings, K.W., Schmitt, A., Zarb, G.A.: “Complications and maintenance requirements for fixed prostheses and overdentures in the edentulous mandible: a 5-year report”, *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 9:191-196, 1994.
  13. Jemt, T., Book, K., Linden U., 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*, 7:162-167, 1992.
  14. Smedberg, J.I., Lothigius, E., Bodin, I., Frykholm, A., Nilner, K.: “A clinical and radiological two-year follow-up study of maxillary overdentures on osseointegrated implants”, *Clin Oral Implants Res*, 4:39-46, 1993.
  15. Mericske-Stern, R.: “Clinical evaluation of overdenture restorations supported by osseointegrated titanium implants: a retrospective study”, *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 5:375-83, 1990.
  16. Fourmousis, I., Brägger, U.: “Radiologic interpretation of peri-implant structures. In Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology” , Berlin: Quintessence Publishing Co., 1999.
  17. Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., Eriksson, A.R.: “The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success”, *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 1:11-25, 1986.
  18. Cordioli, G., Majzoub, Z., Riachi, F.: “Postloading behavior of regenerated tissues in GBR-treated implant sites”, *Int. J Periodontic Restorative Dent*, 19:45-55, 1999.
  19. Dahlin, C., Andersson, L., Lindhe, A.: “Bone augmentation at fenestrated implants by an osteopromotive membrane technique. A controlled clinical study”, *Clin Oral Implants Res*, 2:159-165, 1991.
  20. Jovanovic, S.A., Spiekermann, H., Richter, J.: “Bone regeneration around titanium dental implants in dehiscence defect sites: A clinical study”, *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 7:233-245, 1992.
  21. Mellonig, J.T., Triplett, R.G.: “Guided tissue regeneration and endosseous dental implants”, *Int. J Periodontics Restorative Dent*, 13:109-119, 1993.
  22. Vlassis, J.M., Wetzell, A.C., Caffesse, R.G.: “Guided bone regeneration at a fenestrated dental implant: Histologic assessment of a case report”, *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 8:447-451, 1993.
  23. Palmer, R.M., Floyd, P.D., Palmer, P.J., Smith, B.J., Johannsson, C.B., Albrektsson, T.: “Healing of implant dehiscence defects with and without expanded polytetrafluoroethylene membranes: A controlled clinical and histological study”, *Clin Oral Implants Res*, 5:98-104, 1994.
  14. Dahlin, C., Lekholm, U., Becker, W., Becker, B., Higuchi, K., Callens, A., van Steenberghe, D.: “Treatment of fenestration and dehiscence bone defects around oral implants using the guided tissue regeneration technique: A prospective multicenter study”, *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 10:312-318, 1995.
  25. Lazzara, R., Siddiqui, A.A., Binon, P., Feldman, S., Weiner, R., Phillips, R.M., Gonshor, A.: “Retrospective multicenter analysis of 3i endosseous dental implants placed over a 5-year

- period", *Clin Oral Impl Res*, 7:73-83, 1996.
26. Wyatt, C.C., Zarb, G.A.: "Treatment outcomes of patients with implant-supported fixed partial prostheses" *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 13:204-11, 1998.
  27. 이재봉, 왕영수, 신광호, 황병남.: "국산 Avana implant의 임상결과에 관한 연구", *대한치과 의사 협회지*, 38:558-566, 2000.
  28. Goodacre, C.J., Kan, J.Y.K., Rungcharassaeng, K.: "Clinical complication of osseointegrated implants", *J Prosthet Dent.*, 81:537-552, 1999.
  29. Andersson, B., Odman, P., Lindvall, A.M., Lithner, B.: "Single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: results and experiences from a prospective study after 2 to 3 years", *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 10:702-711, 1996.
  30. Jemt, T.: "Implant treatment in resorbed edentulous upper jaws", *Clin Oral Impl Res*, 4:187-194, 1993.
  31. 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*, 4:211-217, 1989.
  32. Gunne, J., Jemt, T., Linden, B.: "Implant treatment in partially edentulous patients: a report on prostheses after 3 years", *Int. J Prosthodont*, 7:143-148, 1994.
  33. Brunski, J.B., Puleo, D.A., Nanci, A.: "Biomaterial and biomechanics of oral and maxillofacial implants: Current status and future developments", *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 15:15-46, 2000.
  34. Caulier, H., Naert, I., Kalk, W., Jansen, J.A.: "The relationship of some histologic parameters, radiographic evaluations, and Periotest measurements of oral implants: An experimental animal study", *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 12:380-386, 1997.
  35. Meredith, N., Shagadi, F., Alleyne, D., Sennerby, L., Cawley, P.: "The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia", *Clin Oral Impl Res*, 8:234-243, 1997.
  36. Bauman, G.R., Mills, M.: "Clinical parameters of evaluation during implant maintenance", *Int. J Oral Maxillofac Implants*, 7:220-227, 1992.
  37. Smet, E. D., van Steenberghe, D., Quirynen, M., Naert, I.: "The influence of plaque and/or excessive loading on marginal soft and hard tissue reactions around Brånemark implants: A review of literature and experience", *Int. J Periodontics Restorative Dent*, 21:381-393, 2001.
  38. Lekholm, U., Adell, R., Lindhe, J., Brånemark, P-I., Eriksson, B., Rockler, B., Lindvall, A.M., Yoneyama, T.: "Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures (II). A cross-sectional study", *Int. J Oral Maxillofac Surg*, 15:53-61, 1986.
  39. Adell, R., Lekholm, U., Brånemark, P-I., Lindhe, J.: "Marginal tissue reaction at osseointegrated titanium fixtures", *Swed Dent J*, 28:175-182, 1985.
  40. Bosker, H., van Dijk, L.J., Jansen, H.W.B.: "A clinical, radiographical and histological evaluation of the periodontal tissue interface with a transmandibular implant", *J Dent Res*, 65:799, 1986.
  41. Wennstrom, J.L., Palmer, R.M.: "Consensus report of Session C. In Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology", Berlin: Quintessence Publishing Co., 1999.
  42. Larheim, T.A., Eggen, S.: "Measurements of alveolar bone height at tooth and implant abutments on intraoral radiographs. A comparison of reproducibility of Eggen technique utilized with

- and without bite impression” , J Clin Periodontol, 5:184-192, 1980.
43. Brägge, U., Bügin, W., Lang, N.P., Buser, D.: “Digital subtraction radiography for the assessment of changes in peri-implant bone density” , Int. J Oral Maxillofac implants, 6:160-166, 1991.
44. Brägge, U.: “Radiographic parameters for the evaluation of peri-implant tissues” , Periodontology

2000, 4:87-97, 1994.