

# Renova<sup>®</sup> 임플란트 식립 후 단기간의 생존율에 대한 다각적 분석

양진혁<sup>1</sup>, 김성태<sup>1</sup>, 정의원<sup>1</sup>, 남웅<sup>2</sup>, 정영수<sup>2</sup>, 심준성<sup>3</sup>, 문홍석<sup>3</sup>, 이근우<sup>3</sup>, 조규성<sup>1</sup>, 최성호<sup>1\*</sup>

1. 연세대학교 치과대학 치주과학교실, 치주조직재생연구소
2. 연세대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
3. 연세대학교 치과대학 보철학교실
4. 연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실 및 연구소

## Multilateral analysis of Renova<sup>®</sup> implant placement and its Survival rate

Jin-Hyuk Yang<sup>1</sup>, Sung-Tae Kim<sup>1</sup>, Ui-Won Jung<sup>1</sup>, Woong Nam<sup>2</sup>, Young-Soo Jung<sup>2</sup>, June-Sung Shim<sup>3</sup>, Hong-Seok Moon<sup>3</sup>, Keun-Woo Lee<sup>3</sup>, Kyoo-Sung Cho<sup>1</sup>, Seong-Ho Choi<sup>1\*</sup>

1. Department of Periodontology, Oral Science Research Center, College of Dentistry, Yonsei University
2. Department of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Yonsei University
3. Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University
4. Department and Research Institute of Dental Biomaterials and Bioengineering, Yonsei University

### ABSTRACT

**Purpose:** Given the predictability of dental implant procedure from the studies of successful osseointegration, implant dentistry is often the treatment of choice to replace missing teeth in edentulous patient instead of the fixed prosthesis or removable denture. The Renova<sup>®</sup> dental implant has a RBM(Resorbable Blast Media) surface, internal hex prosthetic connection and a tapered design. At this study gives the analysis of the implant and the short term survival rate of the implant.

**Material and Methods:** In this study, a multilateral analysis was performed on the subjects undergoing placement with Renova<sup>®</sup> implant between August 2006 and February 2008 in Yonsei University dental hospital. 96 implants were placed in 56 patients and they were surveyed for cumulative survival rate. Among them 78 implants in 44 patients were surveyed for the rest analyses.

#### Result:

1. The cumulative survival rate was 96.88% of 96 implants in 56 patients.
2. The mean marginal bone loss was 0.803mm and the marginal bone loss in augmentation group has higher value than the marginal bone loss in non augmentation group.
3. The health scale for the implants were 87% in success group, 9% in satisfactory survival group, 1% in compromised survival group, and 3% in failure group.
4. Two implants placed in poor bone posterior area by 2-stage failed during prosthetic procedure.

**Conclusion:** Renova<sup>®</sup> dental implant showed high cumulative survival rate in installation on partial edentulous ridge and could be a predictable implant system. (*J Korean Acad Periodontol 2008;38:413-428*)

**KEY WORDS:** Renova<sup>®</sup> implant; Cumulative survival rate; Health scale for dental implants; predictable implant system.

## 서론

최근 무치악 부위에서 계속가공의치나 가철성 국소의치

보다 임플란트가 장기적으로 안정성을 가지고 성공적으로 유지되면서 치과계에서는 임플란트가 치아가 상실된 무치악 수복을 회복하는 하나의 선택된 치료의 방법이 아니라 최우선 치료의 방법이 되어가고 있다. 이러한 치과계의 경향으로 임플란트 시술은 보편화, 다양화 되어 치과의사가 임플란트를 선택하고 시술하는데 선택의 폭이 넓어진 만큼 선택의 어려움에 직면하게 된다. 임플란트 시술이 보편화되지

Correspondence: Seong-Ho Choi  
Department of Periodontology, College of Dentistry, Yonsei University,  
134 Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea,  
E-mail: shchoi726@yuhc.ac, Tel: 82-2-2228-3189, Fax: 82-2-392-0398  
Received: Jun 2, 2008; Accepted: Jun 20, 2008

않았을 때에는 치과의사가 임플란트를 시술 시 선택할 수 있는 임플란트는 수 중 밖에 되지 않았으나, 계속해서 새로운 임플란트가 개발되고 기존 임플란트는 개선되어 출시되고 있어 현존하고 있는 임플란트의 종류만 수천 종에 달하기 때문에 술자는 환자에 따라, 부위에 따라 적절한 임플란트를 선택하여야 하며 치과의사는 임플란트 선택 시 여러 가지 요소들을 고려하게 된다. 이러한 고려사항들 중에는 임플란트의 형태, 표면처리 방법, 식립 방법 등이 있으며, 이러한 고려사항 이외에 임플란트 시술에 적합한 환자의 선택, 술자의 경험도, 임플란트의 초기 고정, 임플란트 식립 시기, 심미성, 이식재료와의 반응성 등을 고려해야 한다<sup>1-4)</sup>.

이 중에서 술자의 능력과 환자의 골의 양과 밀도는 임플란트 치료의 성공을 예측할 수 있는 일차적인 결정요소라 할 수 있다. 술자의 능력과 환자의 골 상태가 같은 상황에서 예측성 있는 술식을 위해서는 신뢰성 있는 품질을 가진 임플란트를 우선 고려하는데, 그 신뢰성을 가늠할 수 있는 것이 임플란트의 성공률이다. Schnitman 등이 초기에 임플란트 성공에 대한 기준을 제시한 후<sup>5)</sup> 여러 가지 기준이 제시 되고 있으며<sup>6-8)</sup>, Albrektsson 등이 제시한 기준이 가장 널리 사용되고 있다. 이에 따르면 임플란트 자체의 움직임이나 방사선학적으로 문제가 없으며 임플란트 시술 1년 후부터 매년 0.2mm 이하의 골소실이 일어나며 통증이나 마비 같은 증상이 없어야 하며 5년 후 85%, 10년 후 80%를 최소한의 성공률로 제시하였다<sup>9)</sup>. 최근에는 Misch 등이 임플란트 성공, 생존, 실패에 관한 기준을 4가지 등급으로 나누어 제시하였다<sup>10)</sup>.

여러 임플란트들을 연구한 최근 논문을 살펴보면 성공률이나 실패율에서 큰 차이가 없다는 결과를 내고 있으며<sup>11)</sup>, 이전 문헌들이 보고하고 있는 성공률이나 생존율에 비해 최근 문헌들의 수치가 더 높은 것은 초기에는 기계연마로 형성된 평활한 표면을 가진 임플란트를 대상으로 하였으나 최근에는 표면처리한 거친 표면의 임플란트를 대상으로 하였기 때문이다<sup>12,13)</sup>. 또한 임플란트 형태도 원통형은 사라지고 나사형이 거의 모든 제품을 이루고 있는데, 이는 골내 초기 안정성이 더 증진되고 식립 도중에 임플란트의 수직적인 위치 선정이 잘 조절될 수 있기 때문에 결국 더 높은 성공률을 보인다고 알려졌기 때문이다<sup>14)</sup>. 또한 골밀도가 낮은 부위에서 끝이 가늘어져 가는 형태(tapered)의 임플란트를 식립하게 되면 골내 응축(internal condensation)에 의해 골밀도가 개선될 수 있으며 보철물 장착 후 교합력이 작용할 때 주위 골조직으로 더욱 균등하게 분산되어 임플란트의 성공

률을 증가시키는 것으로 보고되었다<sup>15,16)</sup>.

임플란트 성공률의 평가에 대한 연구들은 각기 표본 수, 재내원 기간, 보철물 장착 후 관찰 기간 등이 다르기 때문에 임플란트의 성공률을 서로 비교하여 임플란트를 평가하는 것에는 어려움이 따른다. 또한 방사선적 관찰과 보철 수복 후 장기적 관찰까지 이루어져야 임플란트의 평가가 제대로 이루어질 수 있는 의미있는 자료가 될 것이다. 연세대학교 치과대학병원 치주과에서 1992년 처음 임플란트를 식립한 이래 임플란트의 유형과 분포에 관한 연구와 임플란트 성공률에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다<sup>17-22)</sup>. 홍 등은 임플란트 식립 유형과 생존율 및 성공률에 관해 종설 연구를 발표하였는데, 이에 따르면 IMZ 임플란트를 제외하고 92.7~100% 생존율 또는 성공률을 보이고 있다<sup>18)</sup>. 최근 임플란트를 즉시 식립하거나 식립 후 조기부하한 임플란트에 대한 연구가 이루어지면서 기존에 사용되는 생존율이나 성공률의 기준을 일괄적으로 적용시키고 비교하기 어렵다. Carr 등은 78개월 관찰 기간 동안 1회 접근법(1-stage)으로 식립한 674개의 임플란트를 대상으로 한 후향적 연구에서 임플란트 생존율을 Kaplan-Meier 생존 평가법(survival estimate)을 사용하여 13개월 후 실패가 일어나지 않는 것을 생존곡선을 통해 보고하였다<sup>23)</sup>. Penarrocha 등은 식립 후 6~8주 내로 조기 부하한 단일 종류의 임플란트의 1년 생존율을 보고하였는데, Buser의 생존율 기준<sup>24)</sup>과 Kaplan-Meier 생존 평가법을 사용하여 기존의 다른 조기부하(early loading)한 임플란트 생존율과 비교하였다<sup>25)</sup>. 임플란트 생존율에 관한 많은 문헌에서 식립 후 1년을 중요한 기준시점으로 삼고 있는 것도 Kaplan-Meier 생존 곡선에서 1년부터 곡선의 변화가 완만하거나 거의 변화가 없기 때문이다. 또한 골증대술을 시행한 부위에서 임플란트 성공률이나 변연 골 흡수량은 골증대술을 시행하지 않은 부위에서의 것들과 큰 차이가 없다고 보고되었다<sup>26,27)</sup>. 본 연구에서 대상으로 한 임플란트는 Renova<sup>®</sup> 임플란트로 RBM(Resorbable Blast Media)으로 표면처리한 표면을 가지고 있어 골 유착에 유리하며, 형태적으로는 지대주와 내부 연결(internal connection)되고 끝이 가늘어져 가는 형태(tapered)를 가지고 있어 초기 고정력이 우수하며 변연부 치밀골에 적절한 강도부여 및 골밀도를 증가시킬 수 있다.

이 연구의 목적은 무치악 부위에 식립한 Renova<sup>®</sup> 임플란트의 임상적 결과 및 형태를 다각적으로 분석하고 단기 생존율에 대해 알아보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 연구에 사용된 재료로는 미국 Lifecore®사의 RBM(Resorbable Blast Media)으로 표면처리한 임플란트 중 지대주와 내부 연결(internal connection)할 수 있는 Renova® 시스템으로 직선형(straight type)과 끝이 가늘어져 가는 형태(tapered)의 두 형태가 있다(Fig. 1). 직경은 3.75 mm와 4.5 mm의 두 가지가 있으며 길이는 8 mm, 10 mm, 11.5 mm, 13 mm, 16 mm가 있다. 본 연구에서는 끝이 가늘어져 가는 형태(tapered)만 사용되었으며 16 mm 길이는 사용되지 않았다.

### 2. 연구대상

2006년 8월부터 2008년 2월 사이에 연세대학교 치과대학병원 치주과, 보철과 및 임플란트 클리닉에서 시술한 환자 중 Renova® 임플란트 시스템으로 56명 환자에게 식립한 96개의 임플란트를 대상으로 하였다. 이 중 생존표를 위한 분석은 대상 모두를 포함시켰으며 연구재료 및 대상에 대한 조사와 분석에는 식립 후 1년, 보철 완성 후 6개월에도 계속 재소환 하고 있는 임플란트만을 대상으로 삼았다. 이러한 기준에 부합하지 않는 12명의 18개 임플란트는 제외시키고 44명의 환자에게 식립한 78개를 대상으로 하였다. 환자의 차트자료를 이용하여 1) 환자의 나이 및 성별 분포 2) 환자의 전신건강 상태 3) 임플란트 위치 및 분포 4) 임플란트 길이와 직경 5) 수술부위의 골 상태 6) 임플란트 수술 양상

7) 발치 양상과 보철물의 형태에 대해 조사하였다. 모든 환자에게 대해 구강 검사 및 방사선 검사를 시행하였으며 전신병력과 흡연에 대한 검사도 추가로 시행하였고 절대적 금기증의 환자들은 임플란트 수술을 시행하지 않았다. 임플란트의 직경은 3.75 mm, 4.5 mm이고 길이는 8.5 mm, 10 mm, 11.5 mm, 13 mm 등 다양하게 식립되었다.

연구재료 및 대상에 대해 조사하여 정리한 항목은 다음과 같다.

#### 1) 환자의 나이 및 성별 분포

대상 환자 수는 총 44명이며 대상 임플란트 개수는 총 78개였다. 남성 및 여성 환자의 수는 각각 22명(50%)으로 동일하였으며, 식립한 임플란트의 개수는 남성은 36개(46.2%), 여성은 42개(53.8%)이고 한 환자 당 평균 1.8개의 임플란트가 식립되었다. 20세 이하나 70세 이상의 연령층에서는 환자 수나 임플란트의 개수 모두 적었으며 환자 수는 50대와 60대가 가장 큰 비율을 차지하였으며 임플란트의 수는 40대에서 가장 큰 비중을 차지하였다(Table 1).

#### 2) 환자의 전신건강 상태

44명의 환자 중 흡연자는 6명이었으며 수술한 환자의 전신건강 상태를 조사한 결과 대부분은 전신질환이 없었으며 질환을 가지고 있는 환자들 중에는 고혈압 환자의 수가 6명으로 가장 많았다(Table 2).

#### 3) 임플란트의 위치 및 분포

총 78개의 임플란트 중에서 상악 44개(56.4%), 하악 34개(43.6%)가 식립되었으며, 전치부(28개, 35.9%)보다 구치

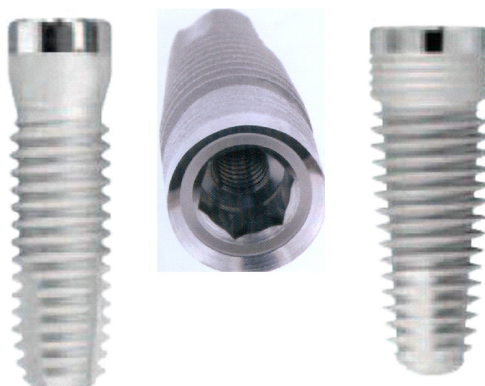


Figure 1. Illustration of Renova® implant system.

부(50개, 64.1%)에 많이 식립되었다. 하악 구치부에 28개가 식립되어 가장 많은 분포양상을 보였으며 상악 구치부와 상악 전치부에는 각각 22개(28.2%)가 식립되었다(Fig. 2, Table 3).

**Table 1.** The Patient Characteristics according to Age and Sex

Characteristic	No. of Patients (% of Patients)	No. of Imp.placed (% of Imp.placed)
Sex		
Male	22 (50%)	36 (46.2%)
Female	22 (50%)	42 (53.8%)
Age(year)		
<20	3 (6.8%)	5 (6.4%)
20-29	7 (15.9%)	16 (20.5%)
30-39	6 (13.6%)	9 (11.5%)
40-49	8 (18.2%)	17 (21.8%)
50-59	9 (20.5%)	12 (15.4%)
60-69	9 (20.5%)	16 (20.5%)
≥70	2 (4.5%)	3 (3.9%)
Total	44 (100%)	78 (100%)

\* Imp.: Implant.

**Table 2.** The Distribution of Patients with General Health Disorders

	No. of Patients
Hypertension	6
Osteoporosis	3
Cerebral infarction	3
Diabetes	1
Hepatitis B	1
Hypothyroidism	1
Asthma	1
Valvular heart disease	1
Myocardial infarction	1
Smoking	6(13.6%*)

\* Percentage of smokers.

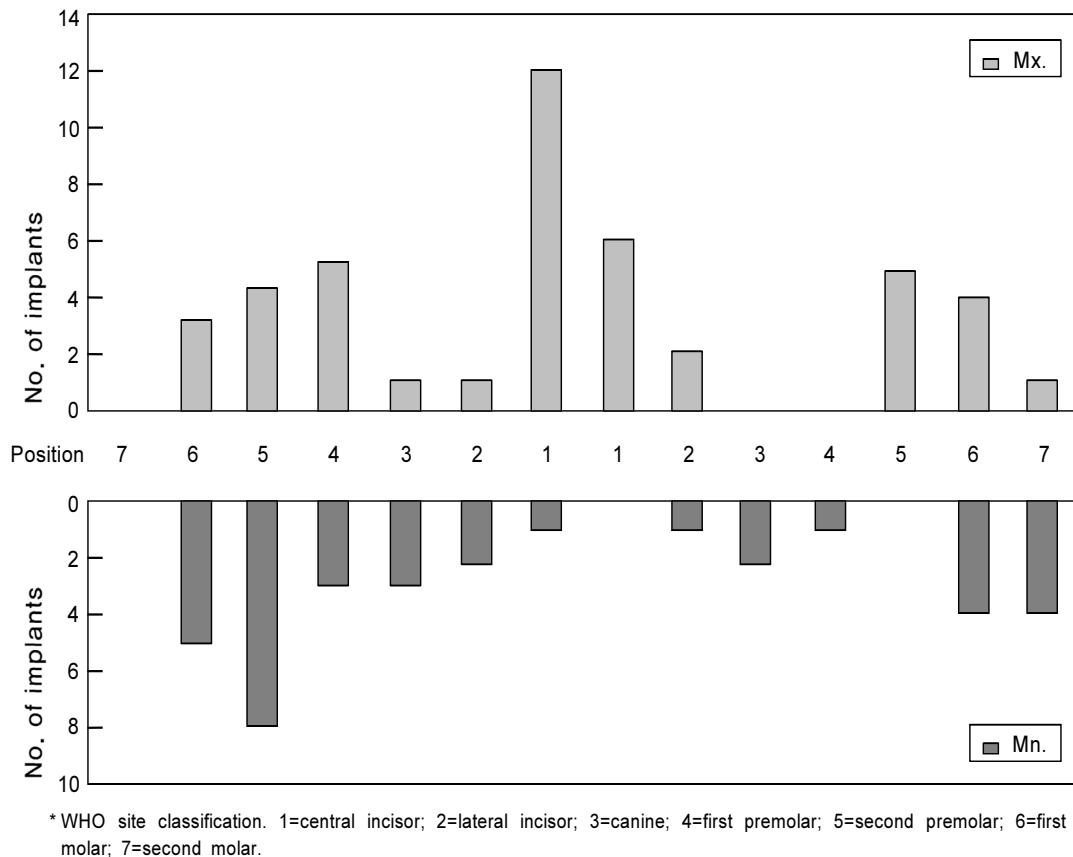


Figure 2. Location of implants by approximate tooth position.

Table 3. Distribution of Implants

	Anterior	Posterior	Total
Maxillary	22 (28.2%)	22 (28.2%)	44 (56.4%)
Mandibular	6 (7.7%)	28 (35.9%)	34 (43.6%)
Total	28 (35.9%)	50 (64.1%)	78 (100%)

#### 4) 임플란트 길이와 직경

식립된 Renova® 임플란트의 길이는 8.5 mm, 10 mm, 11.5 mm, 13 mm이었으며 직경은 3.75 mm와 4.5 mm의 두 종류였다. 8.5 mm 길이와 10 mm 길이는 하악 구치부에 집중되어 있으며 13 mm의 긴 임플란트는 상악 구치부에 많이 식립되어 있다. 3.75 mm 직경은 상악 전치부에, 4.5 mm 직경은 하악 구치부에 집중된 양상을 보이고 있다(Table 4).

#### 5) 수술부위의 골 상태 분석

수술부위의 골 형태는 Lekholm과 Zarb의 분류<sup>28)</sup>에 따라 골질 및 골량을 수술 시에 평가하여 기록하였다.

임플란트가 식립된 골 상태를 살펴보면 골량은 전체적으로 B형(type B)과 C형(type C)이 가장 많았으며 A형(type A)과 E형(type E)의 골량을 가진 환자는 없었다. 골질은 제2형(type II)과 제3형(type III)이 가장 많은 골질형(quality type)이며 제1형(type I)을 가진 환자는 없었다. 또한 B형(type B) 골양에는 제2형(type II) 골질이, C형(type C) 골

양에는 제3형(type III) 골질을 가지고 있는 경우가 많았다(Table 5). 제2형(type II) 골질은 하악 구치부에 집중적으로 분포되어 있으며 제3형(type III) 골질은 상악에서 많고 상악 전치부와 구치부의 분포는 비슷하게 나타났다. 골양도 B형(type B)은 하악 구치부에, C형(type C)은 상악 전치부와 구치부에서 많이 나타났다(Table 6).

## 6) 임플란트 수술

Renova<sup>®</sup> 임플란트는 1회 접근법(1-stage)과 2회 접근법(2-stage)으로 매식체(fixture)를 식립할 수 있어 다양한 양상으로 식립되었으며, 특히 골증대술(augmentation)의 시행이 많이 이루어졌다. 즉시 식립(immediate placement)은 총 4개의 임플란트에서 이루어졌는데, 상악 전치부에서 2개

가 식립되었으며 조기 식립(early placement)도 상악 전치부에서 가장 많이 이루어졌다. 1회 접근법보다는 2회 접근법으로 임플란트를 많이 식립하였으며 1회 접근법에서는 하악 구치부가 가장 많이 이루어졌으며 2회 접근법은 상악 전치부, 상악 구치부, 하악 구치부에서 고르게 이루어졌다(Fig. 3). 골증대술과 함께 식립한 임플란트의 총 개수는 40개(51.3%)로 절반 이상에서 시행되었으며 그 중 흡수성 차폐막(resorbable membrane)을 사용한 경우가 가장 많았다. 골증대술(augmentation)에 사용된 재료는 자가골(autogenous bone)이 가장 많았으며 합성골(alloplast), 이종골(xenograft), 혼합(mixed)순으로 많이 사용되었다. 연조직 증강술을 시행한 임플란트는 2개였다(Table 7).

**Table 4.** Implant Distribution of Length and Diameter

	Maxillary		Mandibular		Total
	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	
Length(mm)					
8.5	0	0	0	3	3 (3.9%)
10	1	6	0	13	20 (25.6%)
11.5	10	8	2	12	32 (41.0%)
13	11	8	4	0	23 (29.5%)
Total	22	22	6	28	78 (100%)
Diameter(mm)					
3.75	17	11	6	7	41 (52.6%)
4.5		11	0	21	37 (47.4%)
Total	22	22	6	28	78 (100%)

**Table 5.** Implant Distribution According to Bone Quality and Quantity

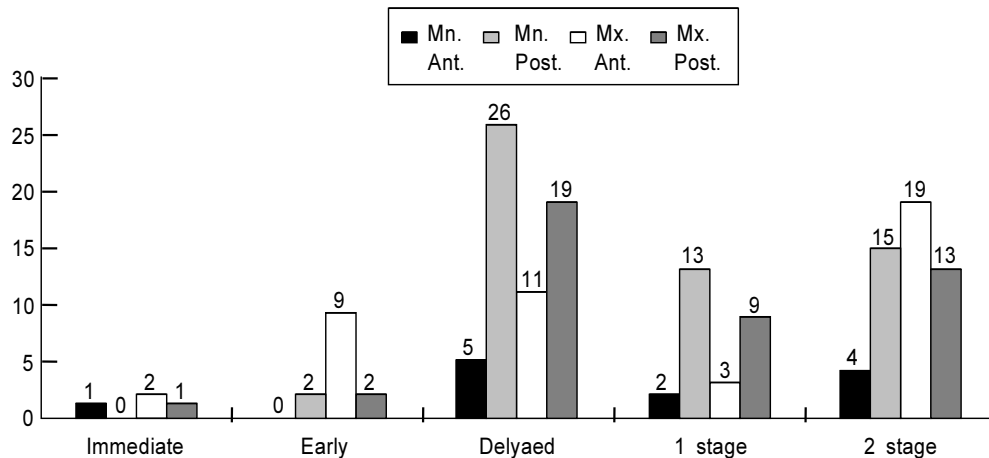
Quantity						
	A	B	C	D	E	Total
Quality						
D1	0	0	0	0	0	0
D2	0	28	6	0	0	34
D3	0	12	25	3	0	40
D4	0	1	3	0	0	4
Total	0	41	34	3	0	78

\* Lekholm and Zarb classification.

**Table 6.** Distribution of Bone Quality and Quantity according to Implant Location

	Maxillary		Mandibular		Total
	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior	
Quality					
Type I	0	0	0	0	0
Type II	2	2	4	26	34
Type III	17	18	2	3	40
Type VI	3	1	0	0	4
Quantity					
A	0	0	0	0	0
B	3	8	7	23	41
C	18	12	1	3	34
D	1	2	0	0	5
E	0	0	0	0	0
Total	22	22	6	28	78

\*Lekholm and Zarb classification.



\*Immediate placement: Extraction and installation at once

\*Early placement: Installation within 2 months after extraction.

**Figure 3.** Number of implants in relation to treatment type.**Table 7.** Characteristic of Augmentation

Type	Number of implants	%
<b>Membrane</b>		
Resorbable membrane	30	75%
Unresorbable membrane	10	25%
<b>Graft material</b>		
Autogenous bone graft	12	30%
Allograft	3	7.5%
Alloplast	10	25%
Xenograft	8	20%
Mixed	7	17.5%
Total	40(51.3%*)	100%
Soft tissue augmentation	2(2.6%*)	

\* Percentage of implants with augmentation among the all implants.

### 7) 발치와 보철물의 형태

발치 양상은 문진을 통해 상실치의 원인 및 시기에 대해 조사하였으며 보철물 형태는 환자 차트와 방사선, 임상적 검사로 보철물의 종류와 임플란트와 교합하는 반대편의 형태에 대해 조사하였다.

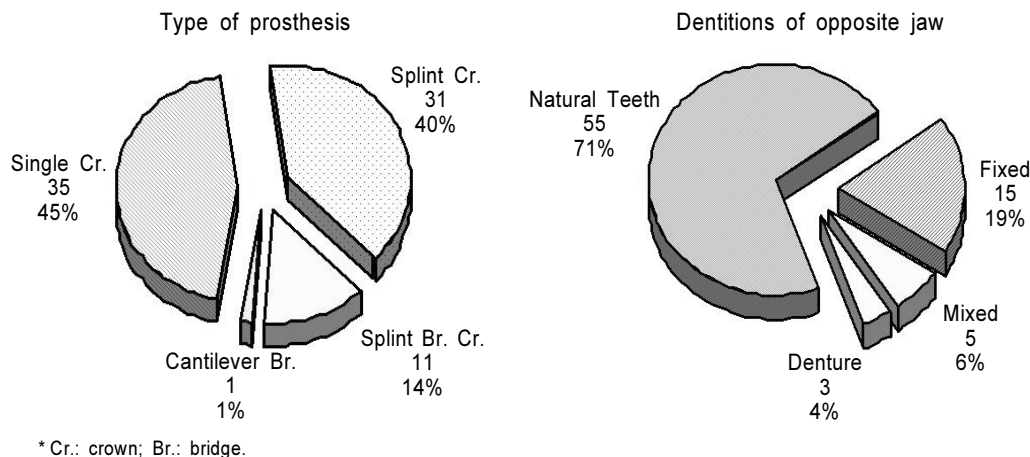
임플란트가 식립된 부위 치아의 발치 원인으로는 치주염이 35개로 가장 많았으며 외상이나 치아우식증 순으로 나타났다. 발치 경과 시간은 1년 이상(39.7%)에서 가장 많은

분포를 보였으며 발치 후 2개월에서 6개월 후에 임플란트 식립을 하는 경우(32%)도 많았다(Table 8).

식립 후 보철물의 종류로 단일치 수복(single crown)이 가장 많았으며 Cantilever 형태의 수복물도 1개 있었다. 임플란트와 교합하는 반대편의 형태는 자연치가 가장 많았으며 고정성보철물(fixed type), 자연치와 혼합(mixed), 가철성보철물(denture) 순으로 수복량이 많았다(Fig. 4).

**Table 8.** Characteristics of Extraction

Type	Number of implants
Cause of extraction	
Perio compromised	35 (44.9%)
Trauma	18 (23.1%)
Caries	12 (15.4%)
Ectopic eruption	2 (2.6%)
Ankylosis	1 (1.3%)
Congenital missing	1 (1.3%)
Unknown	9 (11.4%)
Time after extraction(month)	
Immediate	4 (5.2%)
< 2	13 (16.7%)
2~6	25 (32.0%)
6~12	5 (6.4%)
>12	31(39.7%)
Total	78 (100%)



**Figure 4.** Characteristics of prosthesis and opposite dentition.



### 3. 연구방법

#### 1) 임플란트 수술 및 보철

임플란트 수술은 임플란트 클리닉 및 치주과에서 통상적으로 국소마취 하에 1회 접근법(1 stage) 또는 2회 접근법(2 stage)으로 시행하였으며 매식체(fixture)를 골에 식립한 시기를 식립시기로 정하였다. 보철진행은 임플란트 클리닉 및 보철과에서 통상적인 절차에 따라 진행하였으며 영구 접착제(cement)로 수복하는 시점을 최종 보철물 완성 시점으로 정하였다.

#### 2) 평가방법

##### ① 누적 생존율(cumulative survival rate)

생존표 분석(Life table analysis)을 통해 임플란트 누적 생존율(cumulative survival rate)을 구하였으며, 생존의 기준은 Buser 등의 기준에 따랐다<sup>24)</sup>. Cutler와 Ederer가 정립한 life analysis technique<sup>29)</sup>을 변형하여 95% 신뢰수준

으로 3개월 시간 간격을 두고 누적 생존율을 구하였다.

##### ② 방사선학적 분석

Infinitt 사의 Starpacs<sup>®</sup> system을 이용한 방사선 평가는 구강 내 사진으로 식립 후 6개월, 1년 단위로 평가하였으며 참고점(reference point)을 기준으로 0.1mm 단위까지 측정하였다. 참고점은 거친면 중에 수직으로 내려가는 부위와 가늘어져 가는 형태(tapered)가 시작되는 부위를 삼았다(Fig. 5).

또한 측정된 결과를 골증대술 여부에 따른 골흡수량의 차이를 비교하였으며 골흡수를 측정한 다른 연구에서의 결과 값과 비교하였다.

##### ③ 임플란트 건강상태 척도

2007년 국제 구강 임플란트 전문의 학회(ICOI: International Congress of Oral Implantologists)에서 합의된 임플란트 건강상태 척도<sup>10)</sup>에 의해 분석하였다.

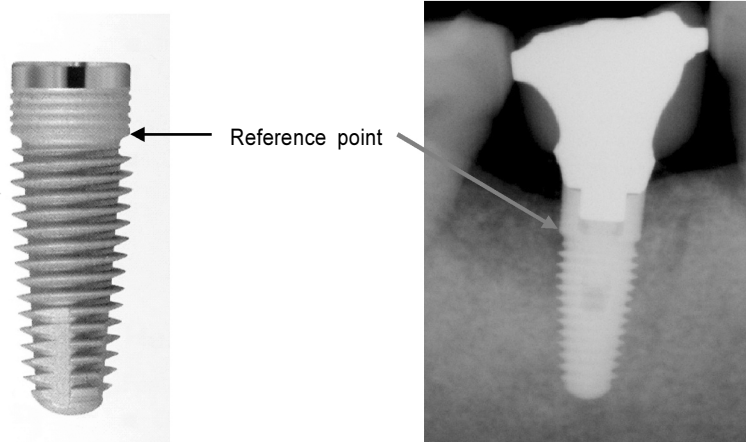


Figure 5. Illustration of the reference point.

Table 9. Life Table Analysis

Time (Month)	Implants at risk	Failure	Data missing	Withdrawn	CSR(%)	Standard error
0~3	96	0	3	0	100	0
3~6	76	1	5	3	98.61	0.013792
6~9	57	1	0	0	96.88	0.017148
9~12	21	0	0	0	96.88	0

\* CSR: Cumulative survival rate

\* Total Standard error: 0.021855

\*  $p < 0.05$ .

## ④ 실패한 임플란트 분석

실패한 임플란트의 특성을 파악하여 위의 조사항목별로 분석하여 원인에 대해 조사하였다.

## 결과

### 1. 누적 생존율

생존표는 56명 환자에서 총 96개의 임플란트를 대상으로 분석하여 정리하였다(Table 9). 재내원 기간을 3개월 단위로 변형하였으며 각 구간마다 생존율과 표준오차(standard error)를 표기하였다. 3개월에서 6개월 사이와 6개월과 9개월 사이에 각각 1개씩 임플란트가 실패하였다. 총 8개의 임플란트가 제외되었으며 3개는 조사 재내원 기간을 채우지 못하여 제외되었다. 95% 신뢰수준으로 누적 생존율(CSR: cumulative survival rate)은 96.88%(96.88~100%)로 나타났다. 6개월까지 임플란트 누적 생존율은 100%였으나 9개월에는 98.61%, 12개월에는 96.88%를 보였다.

### 2. 방사선학적 측정 결과

방사선학적 분석 결과 식립 후 평균 15.3개월, 보철물 완성 후 평균 8.7개월 재내원 기간 중 평균 변연골 흡수량은 0.803 mm로 측정되었다. 표준편차는 0.753이며 임플란트의 근심면의 골흡수가 원심면보다 많이 일어났음을 알 수 있다. 골증대술을 시행한 곳에서의 임플란트 주변 변연골 흡수량이 골증대술을 시행하지 않은 곳에서의 변연골 흡수량보다 큰 값을 가졌다(Table 10). 그러나 두 집단간의 통계학적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다(평균  $P=0.246$ ; 근심면  $P=0.133$ ; 원심면  $P=0.636$ ).

### 3. 임플란트 건강상태 척도

44명의 환자에게 식립된 78개의 임플란트의 평균 재내원 기간은 15.3개월( $\pm 3$ 개월)이었으며 임플란트 건강상태 척도에 따라 임플란트를 4군으로 나누었는데, 성공적인 군(success; optimum health group)은 68개이며 만족스런 생존 군(satisfactory survival group)은 7개, 타협적 생존 군(compromised survival group)은 1개, 실패 군(failure: clinical or absolute failure)은 2개였다(Fig. 6).

### 4. 실패한 임플란트 분석

생존기준에 부적합한 임플란트는 2개이다. 생존기준에 부적합한 임플란트 중 1개는 #46 부위에 식립한 것인데, 환자가 저작 시 통증이 심하였으며 깊은 치주낭 탐침과 염증소견이 있었으며 골소실도 3 mm 이상 있었다. 다른 1개는 #14 부위에 식립한 것으로 방사선적으로 골소실이 4 mm가 일어나 임플란트의 약 1/2 가까운 길이가 골과 접촉하지 않고 있었다.

실패한 2개의 임플란트는 3.75 mm의 직경으로 모두 구치부에 2회 접근법(2-stage)으로 식립되었으며 골양은 제c형으로 충분하지 않았으며 임플란트 보철 후 교합하는 반대측은 모두 자연치였다. 2명의 환자 모두 임플란트 식립과 연관성이 있는 전신질환이 없는 비흡연자이며 5~60대의 중년 남성이었다(Table 11). 표본의 수가 적어 통계적 의미는 가지지 않지만 실패의 원인으로는 골양이 충분치 않은 치조골에 교합력이 상대적으로 많이 작용할 수 있는 자연치를 반대측 교합으로 가져 골소실이 심하게 일어나며 실패한 것으로 사료된다.

통계적인 의미를 가지지는 않지만 2회 접근법으로 3.75 mm의 직경으로 비흡수성 차폐막을 사용하여 골증대술과 동반하여 반대측 교합이 자연치인 곳에서 식립한 임플란트에서 골흡수량이 많이 일어났음을 알 수 있다.

Table 10. Marginal Bone Loss

	Mean			Non augmentation group			Augmentation group		
	n=78			n=38			n=40		
	Mean	Mesial	Distal	Mean	Mesial	Distal	Mean	Mesial	Distal
Mm	0.803	0.914	0.692	0.734	0.827	0.641	1.068	1.272	0.864
SD	0.753	0.937	0.748	0.707	0.767	0.692	0.739	1.001	0.795

\* SD: standard deviation.

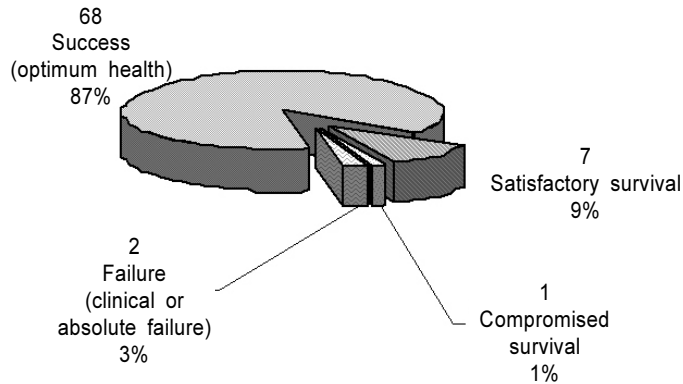


Figure 6. Health scale for dental implants.

Table 11. Analysis of Failed Implants

Loc	Sex/ Age	Gen. / smoking	Dia./ Leng. (mm)	Bone type (quality/ quantity)	Ext. Ch. (Cause/ Period)	Prosth. Ch. (type/ Opp.stage)	Aug. Ch. (Memb./ Material)	Bone Loss (mm)
#46	53/ M	N-S/ No	3.75/ 10	C/D II	Perio/ >1y	Splint/N/ 2-stage		3.19
#14	60/ M	HTN/ No	3.75/ 13	C/D III	Perio/ 6M	Single/N/ 2-stage	Unres./ Auto b.	4.79

\* Loc.=location; Gen.=general health; Dia.=Diameter; Leng.=Length; Ext. Ch.=Extraction characteristics; Prosth. Ch.=Prosthesis characteristics; Opp.= dentition of opposite jaw; Aug. Ch.=Augmentation characteristics; Memb.=Membrane; Unres.=Unresorbable membrane; Auto b.=Autogenous bone.

## 고찰

골과 티타늄의 골유착의 개념이 확립된 후<sup>30)</sup>, 임플란트의 골유착은 오랜 기간 성공적으로 유지된다는 많은 연구들이 임플란트 시술에 대한 신뢰를 심어주게 되었으며 최근 들어 무치악 부위에 예측 가능한 술식으로 고정성 계속가공 의치나 가철성 보철물을 대신하여 널리 행하여지고 있다. 보편화된 임플란트 시술로 인해 임플란트 제품은 다양화되었으며 개발 초기 제품들에 비해 최신 제품들은 표면처리나 형태 등의 품질이 개선되어 이들간의 차이는 거의 없다고 최근 연구에서 보고되고 있다<sup>11,18)</sup>. 현재 다양하게 출시되어 있는 임플란트 중에서 치과의사는 각 임플란트 제품들이 갖고 있는 장단점을 파악하고 치료계획에 맞춰 적절한 임플란트를 선택해야 한다.

본 연구의 대상인 Renova® 임플란트는 RBM(Resorbable Blast Media)로 표면 처리한 표면을 가지고 있으며 형태적으로는 지대주와 내부 연결(internal connection)되고 끝이 가늘어져 가는 형태(tapered)를 가지고 있어 초기 고정력이

우수하며 변연부 치밀골에 적절한 강도부여 및 골밀도를 증가시킬 수 있다. 연구 대상에 해당하는 임플란트는 56명에게 식립된 총 96개의 임플란트인데, 2006년 8월부터 2008년 2월까지 연세대학교 치과대학병원 치주과, 보철과 및 임플란트 클리닉에서 시술하였던 것들이다. 생존표 분석에는 이들 대상을 모두 포함시켰지만, 그 외 모든 다른 분석들에서는 임플란트 식립 후 재내원을 하지 않거나 다른 병원이거나 치과로 옮기는 등 재소환이 불가능한 환자들과 2008년 2월 기준으로 식립 후 1년 미만이거나 보철물 수복 후 6개월 미만인 환자들은 대상에서 제외시켜 44명의 환자의 78개의 임플란트를 그 대상으로 정하였다. 임플란트 성공에 대한 기준에서 가장 흔히 사용하고 있는 Albrektsson 등의 기준에서도 임플란트 식립 후 1년을 골소실양에 대한 변화의 중요한 시점으로 보며<sup>9)</sup> 많은 문헌에서 식립 후 1년을 중요한 기준시점으로 삼고 있기 때문에<sup>23)</sup> 위와 같은 대상 기준을 정하였다. 또한 1년 이내에 보철물 완성이 대부분 이루어지기 때문에 임플란트에 가해지는 부하(load)가 반영된다.

생존표 분석은 임플란트의 누적 생존율(CSR: cumulative

survival rate)을 평가하는 방법으로 본 연구에서 사용되었다. 누적 생존율을 95% 신뢰수준에서 평가하기 위해 생존표 분석을 사용하는데, 기간은 보통 5년으로 1년 주기로 평가하는데<sup>29,31)</sup>, 임플란트의 누적 생존율을 평가함에 있어 많은 연구에서 활용되고 있다<sup>23,32,33)</sup>. 임플란트 평가에 관한 여러 연구에서 이 생존표 분석을 재내원 기간 또는 임플란트 식립과 보철의 기준에 따라 다양하게 변형하여 적용하는데<sup>25,26,34)</sup>, 본 연구에서도 1년 누적 생존율을 평가하기 위해 3개월 단위로 변형하여 적용시켰다. 본 연구에서 Renova<sup>®</sup> 임플란트를 식립한 모든 환자가 대상에 포함되었으며 3개월까지 누적 생존율은 100%를 보였으나 3~6개월에 1개, 6~9개월에 1개 실패하여 각각 98.61%, 96.88%의 누적 생존율을 나타내었는데 모두 식립 후 3개월 이후에 나타난 것으로 2차 수술이나 보철물 수복 시 문제가 생겼음을 표를 통해 예측해 볼 수 있다. 일정 기간을 정하여 기간 별로 나누어 조사하고 재소환되지 않거나 연구 조사 기간 후반에 포함된 임플란트 등도 가중치를 두어 대상에 포함시키기 때문에 보다 큰 표본 수를 가질 수 있다. 따라서 임상적 결과를 가지고 하는 후향적 연구의 한계를 보완하고 대상을 제외시켜 그 표본의 수가 줄어들어 더 긍정적인 쪽으로 결과값이 나올 수 있는 문제점도 보완할 수 있는 것이다<sup>35,36)</sup>. 이렇게 생존표 분석에는 나누어진 기간 동안 실패한 임플란트와 재소환되지 않거나 짧은 재소환 기간의 임플란트 수를 조사하고 생존율의 계산에 반영되기 때문에 더 신뢰성 있는 측정값으로 임플란트를 평가하는 많은 연구에서 활용되고 있다.

대상 환자의 구성을 살펴보면 남성과 여성의 비율은 같으며 20세 미만 70세 이상을 제외하고 식립된 임플란트의 분포가 환자 수는 연령별로 고르게 분산되어 있지만 임플란트의 개수는 20대, 40대, 60대에서 높은 분포를 이루고 있음을 알 수 있다. 전신질환을 가진 환자는 18명으로 전체 환자의 23.1%를 차지한다. 이 중 방사선 조사나 전신질환 등의 절대적 금기증에 해당하는 환자는 없었으며 고혈압 환자가 가장 많았으며 흡연자는 6명으로 13.6%로 조사되었다. 실패한 환자는 전신질환이 없는 53세 남자와 고혈압을 가진 60세 남자로 2명 모두 비흡연자였으며 2회 접근법으로 수술하였는데, 실패요인과의 연관성은 없어 보인다. Vehemente 등은 677명의 환자에서 임플란트를 식립하여 위험요소(risk factor)와 연관성을 연구하였는데, 가장 관련성이 깊은 요인은 흡연이었으며 다음으로는 임플란트 수술 접근법(staging)으로 나타났는데<sup>33)</sup>, 실패한 환자는 모두 비

흡연자이며 2회 접근법으로 식립한 환자여서 위험요소가 실패에 영향을 주었다고 보기 어려울 것이다.

임플란트의 길이는 8.5 mm, 10 mm, 11.5 mm, 13 mm로 그 부위의 특성과 해부학적 제한에 따라 식립되었다. 8.5 mm의 길이는 하악 구치부에만 식립되었으며 13 mm 길이는 하악 구치부에 식립되지 않았는데, 이는 하치조 신경이라는 해부학적 구조물의 제한을 받기 때문이다. 임플란트 직경은 3.75 mm와 4.5 mm 두 종류인데 3.75 mm는 상악 전치부에서 가장 많이 식립되었으며 4.5 mm는 치조골 폭이 넓은 하악 구치부에 가장 많이 식립되었다. 그러나 치조골의 폭이 좁은 하악 전치부에는 4.5 mm가 식립되지 않았음을 알 수 있다. 수술부위 골 상태를 조사한 결과 제3형(type III) 골질이 51.3%로 가장 많았으며 제2형(type II) 골질이 43.6%로 다음으로 많았다. 골양에서는 B형(type B)이 52.6%로 가장 많으며 다음으로 C형(type C)으로 43.6%이 다음으로 많다. B형(type B) 골양에는 제2형(type II) 골질이, C형(type C) 골양에는 주로 제3형(type III) 골질이 많으며 각각 하악과 상악에 많은 분포를 보이고 있다. 임플란트의 식립된 위치를 살펴보면 상악(56.4%)이 하악(43.6%)보다 많이 식립되었으며 전치부의 식립은 상악에 집중되어 있다. 골양과 골질이 좋지 않은 상악에서 3.75 mm 직경의 11.5 mm나 13 mm 길이의 임플란트가 많이 식립되었음을 알 수 있다. 이는 전체의 50%가 넘는 임플란트에서 골증대술(augmentation)이 이루어지고 2회 접근법(2-stage)이 상악에서 많은 수가 이루어졌다는 결과와도 연관지어서 생각해 볼 수 있겠다. 골질과 골양이 좋지 않은 상악 전치부에서는 1회 접근법(1-stage)은 거의 없으나 협측골의 흡수를 고려하거나 빠른 심미성의 회복을 위해 즉시 식립(immediate placement)이나 조기 식립(early placement)은 많이 이루어졌음을 알 수 있다. 식립 시기 분류를 할 때 즉시 식립은 발치와 동시에 즉시 발치와에 식립한 경우이고 조기 식립은 연조직 창상이 치유가 이루어진 발치 후 6주에서 8주 후 식립한 것이다. 본과에서 식립된 7,654개의 임플란트를 대상으로 정리한 홍 등의 연구 결과<sup>18)</sup>에서 상악 전치부 식립은 10%대 분포를 보이고 있는 결과와 비교해 본다면, 상악 전치부에서 식립된 임플란트는 28.2%로 높은 식립 분포를 보이고 있다는 결과를 도출해 낼 수 있겠다.

골증대술(augmentation)에서 사용된 차폐막(membrane)은 흡수성이 비흡수성보다 많았으며 자가골이 가장 많은 이 식재료로 사용되었다. 사용된 합성골은 모두  $\beta$ -TCP(tri-

calciumphosphate)와 Hydroxyapatite의 혼합인 MBCP<sup>®</sup>가 사용되었으며 동종골 재료는 동결건조골(FDB: freeze-dried bone)로 Oragraft<sup>®</sup>이며 이종골 재료는 송아지뼈(bovine bone)인 Bio-Oss<sup>®</sup>가 사용되었다. 보철물의 형태도 단일치 수복이 많으며 교합되는 반대악의 형태도 자연치가 많은데, 이는 환자 한 명 당 1.8개의 임플란트가 부분 무치악에 많이 식립된 결과라 할 수 있겠다. 변연골 흡수량을 측정하기 위해 참고점을 정하여 Infinit<sup>®</sup>사의 Starpacs<sup>®</sup> system의 구강내사진에서 값을 보정하여 측정하였다. 참고점은 Renova<sup>®</sup> 임플란트의 형태적 특성상 방사선 사진상에서 잘 구분되는 점을 정하였기 때문에 정확성을 높일 수 있었다(Fig. 5). 평균 0.803 mm의 흡수량을 보여 성공적인 결과라 볼 수 있겠지만 다른 연구<sup>19,37,38)</sup>의 값들에 비해서는 높은 값을 알 수 있다(Table 12). 변연골 흡수량이 비교적 높은 것은 Renova<sup>®</sup> 임플란트 식립 시 골증대술을 많이 시행하였고 실제로 골증대술을 시행한 군에서 변연골 흡수량이 많았다.

15.3개월의 평균 재내원 기간동안 생존율은 97.4%가 나왔다. 생존율은 Buser 등의 생존율<sup>24)</sup> 기준으로 분석하였다(Table 13). 생존율 기준에 부합하지 않는 임플란트는 2개이다. 이 중에서 3~6개월에 실패한 임플란트는 골증대술을 동반하여 식립하였으나 2차 수술 후 급격히 골흡수가 일어났으며 6~9개월에 실패한 임플란트는 보철물 완성 후 임플란트 주위염이 발생하여 저작 시 통증과 심한 골소실이 일어났다. 실패한 2개의 임플란트는 3.75 mm의 직경으로 모두 구치부에 2회 접근법(2-stage)으로 식립되었으며 골양은 제c형(type c)으로 충분하지 않았으며 임플란트 보철 후 교합하는 반대측은 모두 자연치였다. 표본의 수가 적어 통계적 의미는 가지지 않지만 실패의 원인으로는 골양이 충분치 않은 치조골에 교합력이 상대적으로 많이 작용할 수 있는 자연치를 반대측 교합으로 가져 골소실이 심하게 일어나며 실패한 것으로 사료된다. 가장 널리 쓰이고 있는 Albrektsson 등의 성공 기준<sup>9)</sup> 중 방사선적으로 골소실의 기준이 높아 임플란트를 평가하는데 있어 방사선적인 면을 제외하거나 생존율만을 이용하기도 한다. 임플란트를 평가하는 방법 중 2007년 국제 구강 임플란트 전문의 학회(ICOI: International Congress of Oral Implantologists)에서 합의된 임플란트 건강상태 척도<sup>10)</sup>가 있는데 기존의 성공기준을 더 세분화하여 생존과 실패, 또는 성공과 실패를 단순히 나누어 수치화하는 기존의 평가방법을 보완하는 평가척도가 될 수 있으리라 생각된다. 성공한 임플란트라도 이 기준에

따라 세분화되면 그 품질을 다르게 평가할 수 있기 때문이다. 이 평가방법(Table 14)으로 평가한 결과는 성공적인 군(success; optimum health group)은 87% 만족스런 생존 군(satisfactory survival group)은 9%, 타협적 생존 군(compromised survival group) 1% 실패 군(failure: clinical or absolute failure)은 3%였다(Fig. 6). 생존율 97.4%라는 수치는 대상 범위를 넓혀 측정한 누적 생존율인 96.88%와 비슷한 결과값을 가진다. 본과에서 비슷한 형태의 임플란트의 생존율을 평가한 여러 연구들에서 92.7%<sup>39)</sup>, 98%<sup>17)</sup>, 100%<sup>21)</sup>의 생존율 보이고 있는데, 이 결과값들과 비교했을 때 Renova<sup>®</sup> 임플란트의 생존율과 큰 차이가 나지 않음을 알 수 있다. 또한 Renova<sup>®</sup> 임플란트와 같은 표면처리를 한 임플란트에 대한 연구들에서 95.6%<sup>38)</sup>과 97.9%<sup>40)</sup>의 누적 생존율을 보여 이 역시 큰 차이가 나지 않았다.

이 연구에서는 표본 수가 적고 비교적 길지 않은 기간에 평가가 이루어졌다. 표본의 수를 생존표 분석을 통해 누적 생존율을 구하여 그 한계를 조금 보완하기는 했으나 분석의 의미성을 가지기에는 그 표본의 크기가 작다고 할 수 있겠다. 이를 위해 Renova<sup>®</sup> 임플란트를 사용하는 다른 임상기관과 협력하여 자료를 수집을 하는 보완책도 고려해 볼 수 있겠다. 1년 평가기간의 생존율은 다년간의 생존율과 크게 차이가 나지는 않으나 보철 후 부하 등 오랜시간 후 일어나는 예후를 결정하는 인지들의 평가와 분석에 있어서는 미흡한 것이 사실이다. 향후 지속적으로 임플란트 자료 수집 및 환자들의 재소환과 정기검진을 통해 계속적인 연구가 진행되어야 할 것이다. 아울러 이 연구에서 다각도로 조사하고 분석한 자료들과 방법들이 임플란트와 관련된 여러 연구에 있어 유용한 자료와 기준이 되었으면 한다.

2006년 8월부터 2008년 2월 사이에 연세대학교 치과대학병원 치주과, 보철과 및 임플란트 클리닉에서 무치악 부위에 식립한 Renova<sup>®</sup> 임플란트의 임상적 결과 및 형태를 다각적으로 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 56명 환자에서 총 96개의 임플란트를 대상으로 생존표 분석을 하여 구한 누적 생존율은 96.88%이다.
2. 변연골 흡수는 평균 0.803 mm이며, 골증대술과 함께 식립된 임플란트에서의 변연골 흡수량은 골증대술 없이 식립된 임플란트의 변연골 흡수량보다 컸다.
3. 임플란트 건강상태 척도 평가에서는 성공적인 군은 87%, 만족스런 생존 군은 9%, 타협적 생존 군은 1%, 실패 군은 3%이다.

4. 실패한 2개의 임플란트는 골양이 충분하지 않는 구치부에 2회 접근법(2-stage)으로 식립되어 보철단계에서 실패하였다.

이상의 결과로 볼 때, Renova<sup>®</sup> 임플란트를 부분 무치악에 식립하였을 때 높은 누적 생존율을 보였으며 예지성 높은 임플란트 시술에 사용될 수 있을 것이다.

**Table 12.** Comparison of Various Studies or Marginal Bone Loss.

Authors	Type of implant	Follow-up Period	Number of Implant (failed)	Marginal Bone loss (mm)	CSR (%)
This study	Renova	15.3 months	78(2)	0.803±0.753	96.88
Shin et al.	Stage-1	1 year	35	1.32±0.27	
Chae et al.	Implantium	15.2 months	164(2)	0.28	98.8
Nam et al.	Avana/ Neoplant	1~3 years	98(4)	0.31±0.39	95.6
Warren et al.	Branemark	2.3 years	102	0.36±0.6	

\* CSR: cumulative survival rate.

**Table 13.** Criteria of Survival

Criteria of survival <sup>[24]</sup>
1. Absence of persistent subjective complaints such as pain, foreign body sensation and/or dysesthesia
2. Absence of recurrent peri-implant infection with suppuration
3. Absence of mobility
4. Absence of continuous radiolucency around the implant

**Table 14.** Health Scale for Dental Implants

Health scale for dental implants(ICOI, Pisa, Italy, 2007 <sup>[10]</sup> )	
Implant quality scale group	Clinical conditions
1. Success(optimum health)	a) No pain or tenderness upon function b) 0 mobility c) <2mm radiographic bone loss from initial surgery d) No exudates history
2. Satisfactory survival	a) No pain on function b) 0 mobility c) 2~4mm radiographic bone loss d) No exudates history
3. Compromised survival	a) May have sensitivity on function b) No mobility c) Radiographic bone loss >4mm(less than 1/2 of implant body) d) Probing depth >7mm e) May have exudates history
4. Failure(clinical or absolute failure)	Any of following: a) Pain on function b) Mobility c) Radiographic bone loss > 1/2 length of implant d) Uncontrolled exudate e) No longer in mouth

ICOI : International Congress of Oral Implantologists.

## 참고문헌

1. Tatum OH, Jr., Lebowitz MS. Anatomic considerations for dental implants. *J Oral Implantol* 1991;17:16-21.
2. Chiarenza AR. Retrospective observations on the influence of bone type in determining the nature of bone implant interface. *Int J Oral Implantol* 1989;6:43-48.
3. Baier RE, Meyer AE. Future directions in surface preparation of dental implants. *J Dent Educ* 1988;52:788-791.
4. Smith DC. Future directions for research on materials and design of dental implants. *J Dent Educ* 1988;52:815-820.
5. Schnitman PA, Shulman LB. Recommendations of the consensus development conference on dental implants. *J Am Dent Assoc* 1979;98:373-377.
6. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* 1989;62:567-572.
7. Misch CE. The implant quality scale: a clinical assessment of the health--disease continuum. *Oral Health* 1998;88:15-20, 23-15; quiz 25-16.
8. Buser D, Mericske-Stern R, Dula K, Lang NP. Clinical experience with one-stage, non-submerged dental implants. *Adv Dent Res* 1999;13:153-161.
9. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11-25.
10. Misch CE, Perel ML, Wang HL, et al. Implant Success, Survival, and Failure: The International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dent* 2008;17:5-15.
11. Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, et al. A 5-year follow-up comparative analysis of the efficacy of various osseointegrated dental implant systems: a systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:557-568.
12. Cochran DL. A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J Periodontol* 1999;70:1523-1539.
13. Nasatzky E, Gultchin J, Schwartz Z. [The role of surface roughness in promoting osteointegration]. *Refuat Hapeh Vehashinayim* 2003;20:8-19, 98.
14. Friberg B, Grondahl K, Lekholm U. A new self-tapping Branemark implant: clinical and radiographic evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:80-85.
15. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994;15:152, 154-156, 158 passim; quiz 162.
16. Rosenquist B, Grenthe B. Immediate placement of implants into extraction sockets: implant survival. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11:205-209.
17. Myung WC, Lee JS, Chae GJ, et al. Retrospective study of type of patients, the distribution of implant and the survival rate of Xive-implant. *J Korean Acad Periodontol* 2007;37:523-534.
18. Hong JY, Chae GJ, Jung UW, et al. Retrospective studies of dental implant placement at each intraoral site and situation. *J Korean Acad Periodontol* 2007;37:805-824.
19. Chae GJ, Chung SM, Jung UW, et al. The analysis of short term success rate and healing patterns of implantium® implant. *J Korean Acad Periodontol* 2006;36:408-416.
20. Park JE, Yun JH, Jung UW, et al. The distribution of implant patients and the type of implant site. *J Korean Acad Periodontol* 2004;34:819-836.
21. Jang IK, Jung UW, Kim CS, et al. The distribution of Xive implant patients and the type of implant site and survival rate in mandible. *J Korean Acad Periodontol* 2005;35:437-438.
22. Park JE, Kim TG, Jung UW, et al. Long-term evaluation of IMZ implants; Success and survival rate. *J Korean Acad Periodontol* 2005;35:1039-1052.
23. Carr AB, Choi YG, Eckert SE, Desjardins RP. Retrospective cohort study of the clinical performance of 1-stage dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:399-405.
24. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res* 1990;1:33-40.
25. Penarrocha M, Carrillo C, Boronat A, Marti E. Early loading of 642 Defcon implants: 1-year follow-up. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:2317-2320.
26. Finne K, Rompen E, Toljanic J. Clinical evaluation of a prospective multicenter study on 1-piece implants. part 1: marginal bone level evaluation after 1 year of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:226-234.
27. Schliephake H, Neukam FW, Wichmann M. Survival analysis of endosseous implants in bone grafts used for the treatment of severe alveolar ridge atrophy. *J Oral*

- Maxillofac Surg 1997;55:1227-1233; discussion 1233-1224.
28. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Brånemark P-I, Zarb G.A., Albrektsson T.(eds). Tissue-integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence 1985:199-209.
  29. Cutler SJ, Ederer F. Maximum utilization of the life table method in analyzing survival. J Chronic Dis 1958;8:699-712.
  30. Brånemark PI, Adell R, Breine U, et al. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. Scand J Plast Reconstr Surg 1969;3:81-100.
  31. Chuang SK, Tian L, Wei LJ, Dodson TB. Kaplan-Meier analysis of dental implant survival: a strategy for estimating survival with clustered observations. J Dent Res 2001;80:2016-2020.
  32. Zinsli B, Sagerer T, Mericske E, Mericske-Stern R. Clinical evaluation of small-diameter ITI implants: a prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 2004;19:92-99.
  33. Vehemente VA, Chuang SK, Daher S, et al. Risk factors affecting dental implant survival. J Oral Implantol 2002;28:74-81.
  34. Friberg B, Henningsson C, Jemt T. Rehabilitation of edentulous mandibles by means of turned Brånemark System implants after one-stage surgery: a 1-year retrospective study of 152 patients. Clin Implant Dent Relat Res 2005;7:1-9.
  35. Gerstman BB. Epidemiology Kept Simple: An Introduction to Classic and Modern Epidemiology. New York: Wiley-Liss 1998:183-225.
  36. Jacob RF, Carr AB. Hierarchy of research design used to categorize the "strength of evidence" in answering clinical dental questions. J Prosthet Dent 2000;83:137-152.
  37. Shin YK, Han CH, Heo SJ, et al. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. Int J Oral Maxillofac Implants 2006;21:789-794.
  38. Nam Gy, Chang BS, Uhm HS. Retrospective analysis of several implants' success rate. J Korean Acad Periodontol 2003;33:37-47.
  39. Chae GJ, Jung UW, Kim CS, et al. Retrospective analysis of frialit-2<sup>®</sup> implant system placed in maxilla. J Korean Acad Periodontol 2005;35:449-460.
  40. Ko SM, Lee JK, Eckert SE, Choi YG. Retrospective multicenter cohort study of the clinical performance of 2-stage implants in South Korean populations. Int J Oral Maxillofac Implants 2006;21:785-788.