



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학석사 학위논문

임플란트 고정체의 지름에 따른 임플란트
생존율에 관한 메타분석

Meta-analysis of the survival rate ac-
cording to the diameters of implant
fixture

2015년 2월

서울대학교 치의학대학원

치 의 학 과

김 가 람

임플란트 고정체의 지름에 따른 임플란트 생존율에 관한 메타분석

Meta-analysis of the survival rate according to the
diameters of implant fixture

지도 교수 김 명 주

이 논문을 치의학 석사 학위논문으로 제출함

2014 년 12 월

서울대학교 치의학대학원

치 의 학 과

김 가 램

김가람의 치의학석사 학위논문을 인준함

2015 년 1 월

위 원 장 임 영 준 (인)

부위원장 김 명 주 (인)

위 원 권 호 범 (인)

초 록

1. 목 적

임플란트의 예후에 영향을 미치는 다양한 요인 중 임플란트의 직경은 임플란트의 생존율과 직결되는 요소들과 관련이 있는 중요한 요인으로 여겨진다. 그러나 상대적으로 치조골 양이 적은 전치부 심미수복의 경우나 발치 후에 치아 간 공간이 좁아지고 치조골 소실이 일어나는 경우에는 일반 직경의 임플란트를 식립하는 것이 불가능 할 수 있는데, 이러한 경우 직경이 작은 임플란트가 선택적으로 사용될 수 있다.

본 연구에서는 임플란트의 예후를 결정하는 것에 중요한 요소로 작용하는 임플란트 고정체의 지름에 따른 임플란트 생존율 차이에 대해서 알아보기 위하여 기존 연구결과에 대한 메타 분석을 통해 일반적인 경우보다 직경이 작은 임플란트의 생존율에 가장 중요하게 작용하는 요소가 무엇인지 확인해 보고자 한다.

2. 방 법

National Library of Medicine (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>)에서 'dental narrow implant', 'dental reduced diameter implant', 'dental small diameter implant' 의 키워드로 검색 가능한 논문 중 2014년 6월까지 발행된 논문을 대상으로 검색 결과 총 510편의 논문이 검색되었다. 이 중 임상적인 연구를 통해서 직경이 작은 임플란트를 임상 환자를 대상으로 진행된 연구로 식립 조건과 그 생존율이 연구 결과에 제시된 연구를 기준으로 연구 대상을 선별하여 그 결과를 정리했고 이를 통해 생존율에 영향을 주는 요소로 직경, 길이, 상/하악 위치, 보철물 종류, 골 증대술 여부를 이번 연구의 변수로 설정했다. 이를 기준으로 해당하는 요소들에 대해서 임플란트의 생존율이 논문의 결과로 제시되는 경우만을 선별한 결과 27편의 논문을 선별할 수 있었다. 각 논문의 결과를 정리한 자료는 Comprehensive Meta-Analysis (CMA) software (Biostat, Englewood, USA)를 사용하여 분석해 Fisher's Z 척도로 효과크기를 구하고 이를 토대로 임플란트 고정체의 생존율에 대한 영향을 비교 및 분석하였다.

3. 결 과

전체 대상 논문에서 생존율을 조사한 직경이 작은 임플란트 고정체는 총 3330개로 이 중 97개가 실패했다고 보고하고 있으며 그 생존율은 약 97.2%로 나타났다. 길이에 따른 생존율은 길이가 짧은 경우 약 96.8%, 길이가 긴 경우 약 98.6%로 총 생존율은 약 97.7%로 나타났으며, 임플란트 고정체의 길이에 대한 효과크기는 길이가 짧은 경우($ES=-143$)에 길이가 긴 경우($ES=-.196$)보다 효과크기가 작게 나타났다. 위치

에 따른 생존율은 상악이 약 96.9%, 하악이 약 97.9%로 총 생존율은 약 97.4%로 나타났다. 임플란트 고정체의 위치에 대한 효과크기는 -0.057 로 '작은 효과'로 분류할 수 있었다. 보철물의 종류에 따른 생존율은 단일 수복물이 약 97.6%, 다수의 수복물이 약 98.6%로 총 생존율은 약 98.3%로 나타났다. 임플란트의 보철물 종류에 대한 효과크기는 -0.163 로 나타났다. 골 증대술 여부에 따른 생존율은 골 증대술을 행하지 않은 경우 약 96.7%, 골 증대술을 시행한 경우 약 88.1%로 총 생존율은 약 92.6%로 나타났다. 임플란트 고정체의 골 증대술 여부에 대한 효과크기는 0.376 으로 가장 큰 효과크기를 보였다.

주요어 : narrow implant, implant fixture, fixture diameter, survival rate, meta analysis

학 번 : 2011-22413

목 차

I. 서 론	1
1. 연구 배경	1
II. 연구 대상 및 연구 방법	3
1. 분석 대상 논문의 선정 및 수집	3
2. 자료 분석	3
III. 결 과	7
1. 길이에 대한 효과크기	7
2. 위치에 대한 효과크기	8
3. 보철물 종류에 대한 효과크기	8
4. 골 증대술 여부에 대한 효과크기	9
IV. 결론 및 고찰	10
참고문헌	13
Abstract	16

표 목차

[표 1]	7
[표 2]	8
[표 3]	8

[표 4]	8
[표 5]	9

그림 목차

[그림 1]	4
--------------	---

I. 서 론

1. 연구 배경

임플란트를 이용한 치료는 부분 또는 완전 무치악부위의 구강기능 회복 등 다양한 목적으로 널리 사용되고 있으며 그 예후 또한 높은 성공률을 나타내면서 임플란트를 이용한 치료가 점차 확대되어가고 있지만, 임플란트의 식립에 실패하는 경우는 아직 존재한다.^{1,2}

임플란트의 예후에 영향을 미치는 요인은 환자의 연령, 성별, 전실태, 흡연 및 이상 기능 습관 등의 숙주관련요인(host related factor), 악궁 내 위치, 골질, 골량 등의 위치 관련 요인 (site related factor), 임플란트의 구조, 표면, 길이와 직경 등의 임플란트 관련 요인 (implant related factor), 수복물 관련 요인 (restoration related factor) 등을 중요 요인으로 고려할 수 있다.^{3,4} 그 중에서도 임플란트의 직경은 주변 지지골과의 접촉면적 증가와 주변골에 가해지는 응력 분산 등 임플란트의 생존율과 직결되는 요소들과 관련이 있는 중요한 요인으로 여겨진다.⁵⁻¹¹

그러나 상대적으로 치조골 양이 적은 전치부 심미수복의 경우나 발치 후에 치아 간 공간이 좁아지고 치조골 소실이 일어나는 경우에는 일반 직경의 임플란트를 식립하는 것이 불가능 할 수 있다. 특히 치아의 크기가 작은 상악 측절치나 하악 전치부에서 많이 나타나는데, 이러한 경우 자연치와 임플란트, 혹은 임플란트와 임플란트 사이의 생리적 영역을 침범하여 치간골과 치간유두의 소실을 야기할 수 있다.¹²

일반적으로 임플란트와 인접한 치조골의 흡수를 방지하기 위해 임플란트와 자연치 사이에는 최소 1.5mm, 임플란트와 임플란트 사이에는 최소 3mm의 공간이 있어야 한다.^{13,14} 하지만 평균적으로 상악 측절치의 근원심 폭경은 평균 6.5mm이고 하악 중절치와 측절치는 평균 5.4mm의 근원심 폭경을 가지고 있어서, 이 부위에 임플란트가 단독으로 식립되는 경우에는 각각 식립 가능한 임플란트 고정체의 직경은 3.5mm, 2.4mm 이하로, 이러한 경우에 그 불리함에도 불구하고 직경이 작은 임플란트가 선택적으로 사용될 수 있다.¹⁵⁻¹⁷

이와 같이 임상에서의 필요성 때문에 직경이 작은 임플란트의 생존율과 관련된 많은 연구들이 진행되어 왔지만 대부분의 연구가 개별적인 연구들이며 그 결과 또한 서로 다른 결과를 보고하는 경우가 많아 이러한 개별 연구들을 종합하는 결과를 도출하는 것에 대한 연구가 부족한 상황이다. 이러한 연구를 위해서 적용할 수 있는 연구 방법으로 메타 분석이 있다.¹⁸

메타분석은 개별 연구 결과에서 일관성이 없을 때 사용할 수 있는 양적 연구 결과를 통계적으로 종합하는 방법으로, 개별 연구에서 추출해낸 통계치를 통해 관심 있는 변

수 간 관계의 강도나 크기를 나타낸 효과크기라는 양적인 지수를 사용하여 개별 연구 결과를 표현한다.¹⁹ 이를 통해 변수가 결과에 대해서 어떠한 방향성을 갖는 영향을 주는지에 대한 점뿐만 아니라 그 영향력의 크기를 결정하고 다양한 개별 연구의 결과를 취합한 적절한 중재안을 효과적이며 객관적으로 도출하여 증거 기반의 결과를 이끌어 내는 것을 가능하다.²⁰

본 연구에서는 임플란트의 예후를 결정하는 것에 중요한 요소로 작용하는 임플란트 고정체의 지름에 따른 임플란트 생존율 차이에 대해서 알아보기 위하여 기존 연구결과에 대한 메타 분석을 통해 일반적인 경우보다 직경이 작은 임플란트의 생존율에 가장 중요하게 작용하는 요소가 무엇인지 확인해 보고자 한다.

II. 연구 대상 및 연구 방법

1. 분석 대상 논문의 선정 및 수집

1) 문헌 검색

본 연구는 National Library of Medicine (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>)에서 검색 가능한 논문 중 2014년 6월까지 발행된 직경이 작은 임플란트를 대상으로 그 생존율에 대한 조사를 실시한 논문을 대상으로 하여 분석하였다. 검색을 위한 주요어는 다음과 같다.

- dental narrow implant
- dental reduced diameter implant
- dental small diameter implant

검색 결과, 각각의 키워드로 ‘dental narrow implant’가 254편, ‘dental reduced diameter implant’가 139편, ‘dental small diameter implant’가 111편의 논문이 검색되어 총 510편의 논문이 검색되었다.

이 중 1차적으로 중복 논문 53편, 영어가 아닌 외국어로 쓰인 논문 21편, review 논문 35편을 제외하고 401편의 논문을 1차적인 검색 결과로 선정하였다.

2) 제외 기준

남은 401편의 논문에 대해서 연구의 제목과 초록을 확인하여 다음의 기준에 해당하는 연구들을 제외하였다.

- 설문조사 연구 (questionnaire based study)
- 증례보고 (case report)
- 비임상적 연구 (laboratory based study)

그 결과, 설문조사 연구 2편, 증례보고 77편, 비임상적 연구 131편을 제외하고 191편의 논문을 2차 결과로 선정하였다.

3) 포함 기준

본 연구의 목적에 해당하는 직경이 작은 임플란트를 임상 환자를 대상으로 진행된 연구로서 식립 조건과 그 생존율이 연구 결과에 제시된 연구를 기준으로 연구 대상을 선별하였다. 그 결과, 110편의 논문이 다른 주제의 연구로 제외되었다.

2. 자료 분석

1) 분석 대상 연구의 특성

남은 81편의 논문을 대상으로 그 결과를 정리하여 임플란트의 생존율에 영향을

주는 요소들을 찾아보았다. 이 과정을 통해 임플란트 고정체의 직경 (diameter), 길이 (length), 위치 (location; maxilla/mandible, anterior/posterior), 보철물 종류 (prosthesis), 골질 (bone quality), 골양 (bone quantity), 골 증대술 여부 (bone augmentation) 등이 있음을 확인할 수 있었다. 이 중 3개 이상의 논문에서 각각의 요소에 따라 임플란트의 생존율이 제시되는 요소들인 직경, 길이, 상/하악 위치, 보철물 종류, 골 증대술 여부를 이번 연구의 변수로 설정했다.

이 중 직경의 경우 각 논문마다 임플란트 고정체의 직경이 작은 경우 (narrow type)를 구분하는 기준이 달라 가장 많은 경우에서 분류되었던 기준인 직경이 3.5 mm 이하인 것을 직경이 작은 임플란트 고정체로 분류하였다. 특히 직경이 3.0 mm 보다 작은 경우에는 보철수복을 위한 경우가 아닌 교정용 임플란트 등 특수 목적을 가지고 식립된 경우가 많아 이번 연구 대상에서는 제외하였다.

이를 기준으로 해당하는 요소들에 대해서 임플란트의 생존율이 논문의 결과로 제시되는 경우만을 선별한 결과 29편의 논문을 선별할 수 있었다.(그림 1)

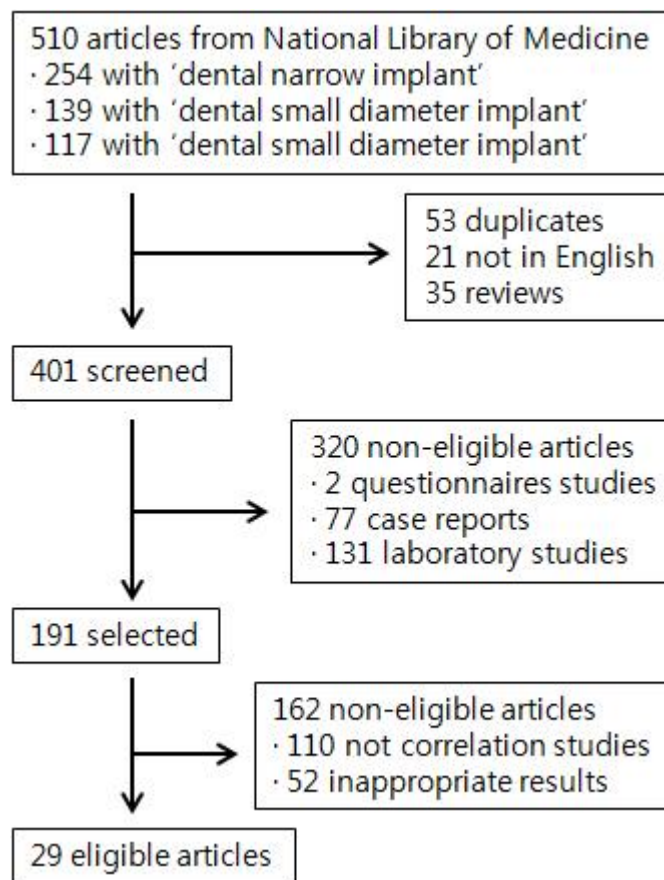


그림 1 Literature searches and results

2) 코딩

자료의 분석 대상이 되는 29편의 논문은 각각 고정체의 직경, 고정체의 길이, 고정체의 상/하악 악골 위치, 임플란트 보철 수복물의 종류, 임플란트 식립 수술시 골 증대술 여부를 주요 변수로 보고 이에 따른 생존율에 대해서 코딩을 하였다. 고정체의 길이의 경우, 8.5 mm 이하는 짧은 고정체로, 12 mm 이상은 긴 고정체로 분류하여 총 세 가지로 분류하여 짧은 고정체를 쓴 경우와 긴 고정체를 쓴 경우에 생존율에 어떠한 차이가 나타나는지 확인하고자 했다. 임플란트 보철 수복물의 종류는 크게 단일 수복물과 다수의 임플란트 수복물로 나누어 둘 사이에 생존율의 차이가 나타나는지 확인했다. 코딩은 연구자 1인에 의해서 실시되어 여러 사람이 코딩 함으로 인해 발생할 수 있는 불일치 요소와 코딩자간의 신뢰도, 일치도는 따로 계산하지 않았다.

3) 자료의 변환

코딩한 자료는 Comprehensive Meta-Analysis (CMA) software (Biostat, Englewood, USA)를 사용하여 분석했다.

(1) 효과크기 산출

효과크기의 계산을 위해 전체 식립된 임플란트의 개수 중 실패하지 않고 살아남은 임플란트의 수의 비인 생존율에 대한 효과크기를 사용하였으며 일반적으로 활용되고 있는 Fisher's Z 척도로의 변환을 사용하였다.¹⁸ 단순상관계수 r을 Fisher's Z로 전환하는 공식은 다음과 같다.

$$Z = \frac{1}{2} \times \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)$$

이를 통해서 구한 효과크기의 크기가 0.10보다 작으면 '작은 효과', 0.40 이상이면 '큰 효과', 그 사이면 '중간 효과'로 구분하며,²¹ 효과크기가 0보다 크고 작음을 비교해 해당 변수가 결과에 어떠한 방향의 효과를 갖는지 확인할 수 있다.

(2) 동질성 검증

개별연구들의 결과를 통계적으로 종합하기 위해서는 먼저 동질성 검정을 통해 개별연구 결과들이 같은 모집단에서 추출된 것인지에 대한 동질성 평가를 해야 한다. 검사 결과가 이질적이라면 연구들의 특징을 그 원인으로 생각할 수 있어 이에 따라서 효과크기를 측정하는데 중요한 전제가 될 수 있다.²² 카이스퀘어 분포를 따르는

동질성 검정은 Q 통계치를 이용하였다.¹⁸ 동질성 검사결과 선행연구들에서 추출된 효과크기는 각각 이질적인 것으로 나타났다. 따라서 각 연구에서의 변수에 대해서 효과크기를 측정해 이를 분석함으로써 임플란트 고정체의 생존율에 대한 영향을 비교 및 분석하였다.

III. 결 과

전체 대상 논문에서 생존율을 조사한 직경이 작은 임플란트 고정체는 총 3330개로 이 중 97개가 실패했다고 보고하고 있으며 그 생존율은 약 97.2%로 나타난다. 최종 분석 대상 논문 29편에 대한 특징은 표 1과 같다.

표 1 Summary of Characteristics of Studies Included Meta-analysis

Author	Year	Sample size	Variables
Mangano F	2014	324	length, location, prosthesis
Al-Nawas B	2014	419	length
Zweers J	2014	150	length
Benic GI	2013	20	length
Mangano F	2013	15	length
Cordaro L	2013	40	augmentation
Langer B	2012	18	diameter, length, location, augmentation
Lee JS	2012	541	length, location, prosthesis
Sohn DS	2011	62	length, location, prosthesis
Yaltirik M	2011	48	location, prosthesis
Zembic´ A	2011	57	location
Chiapasco M	2011	51	location
Anitua E	2011	35	length
Arisan V	2010	316	length, location
Artzi Z	2010	424	diameter
Viscioni A	2010	28	diameter
Franco M	2009	91	length, location
Maló P	2009	247	location
Achilli A	2008	31	length, location
Veltri M	2008	73	length
Kinsel RP	2007	120	length, location
Romeo E	2006	122	length, location, prosthesis
De Boever AL	2005	6	length, location
Payne AG	2005	117	augmentation
Comfort MB	2005	23	location
Davarpanah M	2005	11	length
Zinsli B	2004	278	length, location, prosthesis
Vigolo P	2004	92	length
Hallman M	2001	160	length

1. 직경에 대한 효과크기

직경이 작은 임플란트 고정체의 생존율을 제시하는 대상 논문 중 임플란트의 직경이 작은 narrow type과 regular type을 비교한 논문에서 조사한 임플란트 고정체는 총 577개로 이 중 21개가 실패했다고 보고하고 있으며 그 생존율은 narrow type인 경우 약 88.8%, regular type인 경우 약 97.7%로 총 생존율은 약 96.4%로 나타난다. 이를 통해 고정체의 직경이 클수록 생존율이 높아진다는 것을 알 수 있으며 이는 narrow type에 대한 regular type의 failure rate에 대한 효과크기가 음수로 나오는 것을 통해 확인할 수 있다. 임플란트 고정체의 직경에 대한 효과크기를 계산해본 결과 $-.327$ 로 '중간 효과'로 분류할 수 있었다.

표 2 Effect size related to diameter of implant fixture

	K	Q	p	-95% CI	ES	+95% CI	SE	I ²
Diameter	3	.736	<.001	-.327	-.327	-.179	.076	<.001

K = number of effect size, ES = Effect size, CI = Confidence interval, SE = Standard error

2. 길이에 대한 효과크기

길이에 따라 직경이 작은 임플란트 고정체의 생존율을 제시하는 대상 논문에서 조사한 임플란트 고정체는 총 2845개로 이 중 65개가 실패했다고 보고하고 있으며 그 생존율은 길이가 8.5 mm 이하로 짧은 경우 약 96.8%, 길이가 12 mm 이상으로 긴 경우 약 98.6%로 총 생존율은 약 97.7%로 나타난다. 이를 통해 고정체의 길이가 길수록 생존율이 높아진다는 것을 알 수 있으며 이는 짧은 고정체에 대한 긴 고정체의 failure rate에 대한 효과크기가 음수로 나오는 것을 통해 확인할 수 있다. 임플란트 고정체의 길이에 대한 효과크기를 길이가 짧은 경우와 길이가 긴 경우를 그렇지 않은 경우와 비교한 효과크기를 각각 Lengths, Length/로 구분하여 계산한 결과, 길이가 짧은 경우(ES=-.143)에 길이가 긴 경우(ES=-.196)보다 효과크기가 작게 나타났지만 둘 다 '중간 효과'로 분류할 수 있었다.

표 3 Effect size related to length of implant fixture

	K	Q	p	-95% CI	ES	+95% CI	SE	I ²
Lengths	10	4.935	.005	-.242	-.143	.043	.051	.000
Length/	14	6.562	.031	-.374	-.196	-.017	.091	8.560

K = number of effect size, ES = Effect size, CI = Confidence interval, SE = Standard error

3. 위치에 대한 효과크기

위치에 따라 직경이 작은 임플란트 고정체의 생존율을 제시하는 대상 논문에서 조사한 임플란트 고정체는 총 2355개로 이 중 62개가 실패했다고 보고하고 있으며 그 생존율은 상악이 약 96.9%, 하악이 약 97.9%로 총 생존율은 약 97.4%로 나타난다. 이를 통해 하악에서 임플란트의 생존율이 높아진다는 것을 알 수 있으며 이는 상악에 대한 하악의 failure rate에 대한 효과크기가 음수로 나오는 것을 통해 확인할 수 있다. 임플란트 고정체의 위치에 대한 효과크기를 계산해본 결과 -0.057 로 ‘작은 효과’로 분류할 수 있었다.

표 4 Effect size related to location of implant fixture

	K	Q	p	-95% CI	ES	+95% CI	SE	I ²
Location	16	14.710	.406	-.192	-.057	.078	.069	25.223

K = number of effect size, ES = Effect size, CI = Confidence interval, SE = Standard error

4. 보철물 종류에 대한 효과크기

보철물의 종류에 따라 직경이 작은 임플란트 고정체의 생존율을 제시하는 대상 논문에서 조사한 임플란트 고정체는 총 1375개로 이 중 23개가 실패했다고 보고하고 있으며 그 생존율은 단일 수복물이 약 97.6%, 다수의 수복물이 약 98.6%로 총 생존율은 약 98.3%로 나타난다. 이를 통해 수복물이 다수인 경우에 생존율이 높아진다는 것을 알 수 있으며 이는 다수 수복물에 대한 단일 수복물의 failure rate에 대한 효과크기가 음수로 나오는 것을 통해 확인할 수 있다. 임플란트의 보철물 종류에 대한 효과크기를 계산해본 결과 -0.163 로 ‘중간 효과’로 분류할 수 있었다.

표 5 Effect size related to prosthesis type of implant fixture

	K	Q	p	-95% CI	ES	+95% CI	SE	I ²
Prosthesis	6	7.039	.109	-.361	-.163	.036	.101	43.175

K = number of effect size, ES = Effect size, CI = Confidence interval, SE = Standard error

5. 골 증대술 여부에 대한 효과크기

골 증대술 여부에 따라 직경이 작은 임플란트 고정체의 생존율을 제시하는 대상 논문에서 조사한 임플란트 고정체는 총 175개로 이 중 13개가 실패했다고 보고하고 있으며 그 생존율은 골 증대술을 행하지 않은 경우 약 96.7%, 골 증대술을 시행한 경우

약 88.1%로 총 생존율은 약 92.6%로 나타난다. 이를 통해 골 증대술이 동반되는 경우 생존율이 낮아진다는 것을 알 수 있으며 이는 골 증대술이 시행되지 않은 경우와 비교한 골 증대술이 시행된 경우의 failure rate에 대한 효과크기가 양수로 나오는 것을 통해 확인할 수 있다. 임플란트 고정체의 골 증대술 여부에 대한 효과크기를 계산해본 결과 .376으로 ‘중간 효과’로 분류할 수 있었다.

표 6 Effect size related to bone augmentation of implant fixture

	K	Q	p	-95% CI	ES	+95% CI	SE	I ²
Augmentation	3	.049	.021	.057	.376	.696	.163	.000

K = number of effect size, ES = Effect size, CI = Confidence interval, SE = Standard error

IV. 결론 및 고찰

임플란트를 이용한 무치악 부위의 수복에 있어서 치조골의 폭이 부족한 경우 선택할 수 있는 치료 방법 중 하나로 직경이 작은 고정체(narrow type)의 임플란트를 사용하는 방법이 있다.¹⁵⁻¹⁷ 그러나 임플란트 고정체의 직경을 줄이면서 주변 조직과의 생리적인 공간은 확보할 수 있지만,¹² 임플란트 고정체 자체의 물성도 약해질 뿐만 아니라²³ 주변 골조직과의 접촉면적의 감소와 주변 골에 가해지는 응력의 분산이 약해지므로 임플란트의 안정성과 그 생존율에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다.⁵⁻¹¹ 이번 연구를 통해서 메타분석을 통해 직경이 작은 고정체를 사용한 임플란트의 생존율과 관련된 요소를 파악하고 이러한 요소들의 효과크기의 비교를 통해 직경이 작은 고정체를 사용한 임플란트의 생존율에 있어서 어떤 요소가 가장 중요한 역할을 하는가에 대해 알아보았다.

기본적으로 임플란트의 직경이 작은 narrow type의 임플란트 고정체에서 생존율이 더 낮게 나타났으며 그 효과크기가 ‘중간 효과’로 나타나고 있어 임플란트 고정체의 직경이 임플란트의 생존율에 어느정도 영향을 미친다고 볼 수 있다.

임플란트 고정체의 길이에 대해서 알아본 결과 길이가 짧은 임플란트 고정체를 사용한 경우보다 길이가 긴 임플란트 고정체를 사용하는 경우 효과크기가 더 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이를 통해서 임플란트 고정체의 직경이 작기 때문에 발생할 수 있는 생존율에 불리한 물리적 성질이 고정체 길이의 증대를 통해 보상될 수 있다는 것을 확인할 수 있다고 생각할 수 있다. 그렇지만 임플란트 고정체의 길이가 짧은 경우와 긴 경우 모두 ‘중간 효과’의 효과크기를 나타내며 둘 사이의 효과크기의 차이가 크지 않고 성공률의 차이도 약 2% 정도로 나타나고 있어 큰 차이가 나타나지는 않는다고 볼 수 있다. Micsh의 연구에 따르면 1996년에서 2003년 사이에 발행된 문헌 연구를 통해 10 mm를 기준으로 이보다 짧은 임플란트의 성공률이 긴 임플란트보다 7 - 25% 낮다고 보고하고 있다. 그러나 Renouard에 의하면 1990년에서 2005년 사이에 발행된 문헌 연구를 통해 골질이 안 좋은 경우에는 임플란트 고정체의 길이가 10 mm 미만으로 짧아지면 실패율이 높아지지만, 불량한 골질에서 초기 안정성을 높일 수 있는 표면처리나 수술 방법을 사용할 경우 생존율의 차이가 줄어든다고 하였다.²⁵

임플란트가 식립되는 위치에 대한 효과크기는 다른 요소들과 비교했을 때 가장 작은 효과크기를 나타냈다. 임플란트가 식립되는 위치에 따라 생존율에 영향을 줄 수 있을만한 점을 생각해보면, 상악에서도 특히 구치부 치조골의 경우 피질골이 얇고 해면골의 밀도가 낮아 골질이 불량한 경우가 많으며²⁶ 그럼에도 불구하고 전치부에

비해서 과도한 하중을 견뎌야 하는 불리함이 존재한다. 때문에 일반적으로 부위에 따른 임플란트 생존율에 있어서 상악이 하악보다 실패율이 높으며 그 중에서도 하악 전치부의 실패율이 가장 낮다고 보고되었다.^{27,28} 그러나 GOENÉ의 연구에 따르면 하악 부위에서는 실패율이 4.2%, 상악에서는 실패율이 5.5%로 나타나 비슷한 실패율을 보이기도 한다.²⁹

보철물의 종류에 따른 생존율의 경우 그 효과크기의 크기는 ‘중간 효과’로 분류될 수 있었으며 다수의 임플란트 수복물이 단일 수복물에 비해서 약간 생존율이 높게 나타났다. 선행된 연구에서도 이와 유사한 결과를 확인할 수 있었는데, 한 연구에 따르면 길이에 상관없이 보철물에 따른 생존율 비교시 단일 임플란트 보철물로 수복한 경우에 인접 임플란트를 연결한 보철물로 수복한 경우보다 임플란트 생존율이 5%정도 낮게 관찰되었다.³⁰ 이러한 결과는 임플란트의 생존율을 높이기 위해 가해지는 하중을 고르게 분포시키는 것이 유리하며 인접 임플란트와 연결하는 것이 역학적으로 이와 같은 역할을 한다고 볼 수 있다.

골 증대술 여부에 따른 생존율의 경우 골 증대술을 한 경우의 생존율이 골 증대술을 하지 않은 경우에 비해 현저히 떨어지고 생존율의 차이도 약 8% 정도로 가장 큰 차이를 보였으며, 그 효과크기는 다른 경우와 마찬가지로 ‘중간 효과’로 분류되었지만 가장 큰 효과크기를 보였다. 보통 골 증대술이 필요한 경우를 생각해보면 골질이 안 좋고 골양도 부족한 경우이기 때문에, 골 증대술을 함께 시행한 경우는 곧 악골 상태가 안 좋은 상황에서 식립된 경우라고 볼 수 있다. 추가적으로 함께 시행된 골 증대술의 성공률과 성공 효과에 대한 요소 또한 임플란트의 생존율에 영향을 끼쳐서 골 증대술이 함께 시행된 경우의 생존율이 더 낮게 나타났을 것이라 사료된다. 선행된 연구들에서도 많은 경우에 임플란트의 생존율에 영향을 끼치는 많은 요소들 중 가장 중요한 요소 중 하나로 숙주 관련 요인(host related factor)를 꼽고 있으며 그 중에서도 골질과 골양은 실패율에 가장 크게 관련이 있다고 보고되고 있다.²⁵ 이렇게 골질이 좋지 않은 경우 가장 중요하게 작용하는 요소가 초기 안정성인데, 한 연구에 따르면, 식립 부위의 골질이 나쁜 경우 임플란트의 실패율이 높아지지만 초기 안정성이 양호한 경우 실패율이 통계학적으로 유의하게 감소하였다고 보고되고 있다.³¹ 초기 안정성은 임플란트를 식립할 때 생역학적인 특성에 의해 결정되며 초기 골 접촉 면적과 주변 골의 밀도 등의 영향을 받는다.³² 직경이 작은 임플란트의 경우 초기 안정성이 안 좋은 경향이 나타나기 때문에 골질이 나쁜 경우에 임플란트의 생존율이 더 크게 영향을 받을 것이라고 생각된다. 또한 임플란트의 초기 안정성은 생역학적인 요소와 임플란트의 형태 외에 수술 방법에 의해서도 영향을 받게 되는데,³³ 골질이 좋지 않은 경우에 고정체의 지름이 작거나 길이가

짧은 형태의 임플란트를 심어야하는 상황에서 수술 방법을 개선시켜 불리한 초기 안정성을 보완할 수 있다고 알려져 있다.³⁴ 그러나 이번 연구의 결과를 보면, 직경이 작은 임플란트 고정체를 사용하는 경우 골 증대술 등의 수술적인 방법이 동반되는 경우 임플란트의 생존율이 중간 정도의 효과크기로 감소하게 된다.(ES=.376) 하지만 골 증대술 등 추가적인 시술로 인해 감소되는 생존율에 대해서 임플란트 고정체의 직경을 증가시키면 비슷한 효과크기를 갖으면서 생존율을 높여줄 수 있으므로 (ES=-.327), 골 증대술에 의한 생존율의 감소를 보완할 수 있을 것이라고 볼 수 있다. 그러므로 임플란트를 시술하는 데에 있어서 골 증대술이 필요한 경우에는 충분한 양의 증대술을 통해 regular type의 직경의 임플란트 고정체를 사용할 수 있도록 해 주는 것이 임플란트의 생존율을 유지시키면서 성공적인 임플란트 시술이 이뤄질 수 있도록 하는 방법이라고 볼 수 있다.

본 연구는 직경이 작은 임플란트 고정체만을 대상으로 하여 결과를 분석하였기에 그 결과를 다른 직경의 임플란트 고정체까지 일반화하는데 제한점이 있을 수 있다. 하지만 직경이 작은 임플란트의 생존율에 영향을 끼칠 수 있는 요소들에 대해 임상적으로 근거기반 적용을 하는 것에 활용될 수 있다는 점에서 그 의미가 있다고 볼 수 있다. 그러나 제한적인 대상에 대해 초점을 두면서 비교적 제한된 사례에 대해서만 메타분석에 활용되었고 직접적인 비교를 할 수 있는 선행 메타분석이 없어 서술적인 연구들과의 비교들만 제시할 수 있다는 한계점이 존재한다. 앞으로 더 다양한 대상에 대한 연구가 진행되어 임플란트의 생존율에 영향을 끼치는 요소들에 대한 일반화된 결과를 임상적으로 근거기반 적용을 하는데 도움이 될 수 있고, 나아가서는 치과 임상 분야에 있어 그동안 선행된 다양한 분야의 연구결과를 바탕으로 근거기반의 임상적용이 더 폭넓게 자리잡을 수 있게 될 것이다.

참고 문헌

1. LINDQUIST, L. W.; CARLSSON, G. E.; JEMT, T. A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. *Clinical Oral Implants Research*, 1996, 7(4): 329-336.
2. LEMMERMAN, Keith J.; LEMMERMAN, Neal E. Osseointegrated dental implants in private practice: a long-term case series study. *Journal of periodontology*, 2005, 76(2): 310-319.
3. EL ASKARY, Abdel Salam; MEFFERT, Roland M.; GRIFFIN, Terrence. Why do dental implants fail? Part I. *Implant dentistry*, 1999, 8(2): 173-185.
4. EL ASKARY, Abdel Salam; MEFFERT, Roland M.; GRIFFIN, Terrence. Why do dental implants fail? Part II. *Implant dentistry*, 1999, 8(3): 265-278.
5. STRONG, J. T., et al. Functional surface area: thread-form parameter optimization for implant body design. *Compend Contin Educ Dent*, 1998, 19: 4-9.
6. O'SULLIVAN, Dominic; SENNERBY, Lars; MEREDITH, Neil. Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study. *Clinical implant dentistry and related research*, 2000, 2(2): 85-92.
7. GRAVES, S. L., et al. Wide diameter implants: indications, considerations and preliminary results over a two-year period. *Australian prosthodontic journal/Australian Prosthodontic Society*, 1993, 8: 31-37.
8. GENTILE, Michael A.; CHUANG, Sung-Kiang; DODSON, Thomas B. Survival estimates and risk factors for failure with 6 x 5.7-mm implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2004, 20(6): 930-937.
9. IVANOFF, C.-J., et al. Influence of implant diameters on the integration of screw implants: an experimental study in rabbits. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 1997, 26(2): 141-148.
10. FRIBERG, Bertil; EKESTUBBE, Annika; SENNERBY, Lars. Clinical outcome of Branemark system implants of various diameters: a retrospective study. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2001, 17(5): 671-677.
11. MATSUSHITA, Yasuyuki, et al. Two-dimensional FEM analysis of hydroxyapatite implants: diameter effects on stress distribution. *The*

- Journal of oral implantology, 1989, 16(1): 6-11.
12. BAE, MIN-SU, et al. Immediate provisionalization using one-piece narrow diameter implants for restoration of edentulous narrow spaces: Case reports. *J. Kor. Oral Maxillofac. Surg.* 2009;35:276-279.
 13. TARNOW, DENNIS P.; ESKOW, ROBERT N. Preservation of implant esthetics: soft tissue and restorative considerations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 1996, 8(6): 12-19.
 14. GARBER, David A.; SALAMA, M. A.; SALAMA, H. Immediate total tooth replacement. *Compendium*, 2001, 22(3): 210-218.
 15. WHEELER RC. A textbook of dental anatomy and physiology, ed. 8. Philadelphia: Lea & Febiger, 1965;185-283.
 16. VIGOLO, Paolo; GIVANI, Andrea. Clinical evaluation of single-tooth mini-implant restorations: a five-year retrospective study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2000, 84(1): 50-54.
 17. LAZZARA, R. J. Criteria for implant selection: surgical and prosthetic considerations. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*, 1993, 6(9): 55-62; quiz 64.
 18. BORENSTEIN, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. *Introduction to meta-analysis*. West Sussex, UK: Wiley, 2009.
 19. G. GLASS, Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research, *Educational Researcher*, Vol.5, 1976, No.10, pp.3-8.
 20. PARK, E. Y., & Shin, I. S. The effects of transitional education programs on adaptive behavior in students with developmental disabilities: A meta analysis. *Disability & Employment*, 2011, 21(2): 59-78.
 21. COHEN, Jacob. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge Academic, 2013.
 22. JUNG, J. Y., & Shin, I. S. A Meta-Analysis of Achievement of Charter School Student in the United States, *The Korean Educational Administration Society*, 2009, 10(1): 571-580.
 23. MISCH, C. E.; WANG, H. L. The procedures, limitations and indications for small diameter implants and a case report. *Oral Health*, 2004, 94: 16-30.
 24. MISCH, C. E. Short dental implants: a literature review and rationale for use. *Dentistry today*, 2005, 24(8): 64-6, 68.
 25. RENOUEAU, Franck; NISAND, David. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clinical Oral Implants Research*, 2006, 17(S2): 35-51.

26. BRYANT, S. Ross. The effects of age, jaw site, and bone condition on oral implant outcomes. *The International journal of prosthodontics*, 1997, 11(5): 470-490.
27. BUSER, Daniel, et al. Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clinical oral implants research*, 1997, 8(3): 161-172.
28. SCHWARTZ-ARAD, Devorah; LAVIV, Amir; LEVIN, Liran. Failure causes, timing, and cluster behavior: an 8-year study of dental implants. *Implant dentistry*, 2008, 17(2): 200-207.
29. GOENÉ, Ronnie, et al. Performance of short implants in partial restorations: 3-year follow-up of Osseotite® Implants. *Implant dentistry*, 2005, 14(3): 274-280.
30. LEE, Eun-Jeong, et al. A systematic review of the survival rate on short implants. *The Journal of Korean Academy of Prosthodontics*, 2009, 47(4): 457-462.
31. KIM, Sung Hoi, et al. The effects of local factors on the survival of dental implants: A 19 year retrospective study. *The Journal of Korean Academy of Prosthodontics*, 2010, 48(1): 28-40.
32. MEREDITH, N., et al. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clinical Oral Implants Research*, 1997, 8(3): 234-243.
33. RABEL, Annette; KÖHLER, Steffen Gerhard; SCHMIDT-WESTHAUSEN, Andrea Maria. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clinical oral investigations*, 2007, 11(3): 257-265.
34. PARK, Ju-Hee, et al. The effect of various thread designs on the initial stability of taper implants. *The journal of advanced prosthodontics*, 2009, 1(1): 19-25.
35. MANGANO, Francesco, et al. Clinical Outcome of Narrow-Diameter (3.3-mm) Locking-Taper Implants: A Prospective Study with 1 to 10 Years of Follow-up. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2013, 29(2): 448-455.
36. AL-NAWAS, Bilal, et al. A prospective non-interventional study to evaluate survival and success of reduced diameter implants made from titanium-zirconium alloy. *Journal of Oral Implantology*, 2014.
37. ZWEERS, J., et al. Clinical and radiographic evaluation of narrow-vs.

- regular-diameter dental implants: a 3-year follow-up. A retrospective study. *Clinical oral implants research*, 2015, 26(2): 149-156.
38. BENIC, Goran I., et al. Titanium-zirconium narrow-diameter versus titanium regular-diameter implants for anterior and premolar single crowns: 1-year results of a randomized controlled clinical study. *Journal of clinical periodontology*, 2013, 40(11): 1052-1061.
 39. MANGANO, Francesco, et al. Immediate restoration of fixed partial prostheses supported by one-piece narrow-diameter selective laser sintering implants: a 2-year prospective study in the posterior jaws of 16 patients. *Implant dentistry*, 2013, 22(4): 388-393.
 40. CORDARO, Luca, et al. Rehabilitation of an edentulous atrophic maxilla with four unsplinted narrow diameter titanium-zirconium implants supporting an overdenture. *Quintessence international* (Berlin, Germany: 1985), 2013, 44(1): 37-43.
 41. LANGER, Burton; LANGER, Lauren; SULLIVAN, Richard M. Planned labial plate advancement with simultaneous single implant placement for narrow anterior ridges followed by reentry confirmation. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, 2012, 32(5): 509-519.
 42. LEE, Jung-Seok, et al. Long-term retrospective study of narrow implants for fixed dental prostheses. *Clinical oral implants research*, 2013, 24(8): 847-852.
 43. SOHN, Dong-Seok, et al. Retrospective multicenter analysis of immediate provisionalization using one-piece narrow-diameter (3.0-mm) implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2010, 26(1): 163-168.
 44. YALTIRIK, M., et al. Clinical evaluation of small diameter Straumann implants in partially edentulous patients: a 5-year retrospective study. *Journal of Dentistry* (Tehran, Iran), 2011, 8(2): 75.
 45. ZEMBIĆ, A., et al. Immediately restored one-piece single-tooth implants with reduced diameter: one-year results of a multi-center study. *Clinical oral implants research*, 2012, 23(1): 49-54.
 46. CHIAPASCO, M., et al. Titanium-zirconium alloy narrow-diameter implants (Straumann Roxolid®) for the rehabilitation of horizontally deficient edentulous ridges: prospective study on 18 consecutive patients. *Clinical oral implants research*, 2012, 23(10): 1136-1141.
 47. ANITUA, Eduardo; BEGOÑA, Leire; ORIVE, Gorka. Clinical Evaluation of

- Split-Crest Technique with Ultrasonic Bone Surgery for Narrow Ridge Expansion: Status of Soft and Hard Tissues and Implant Success. *Clinical implant dentistry and related research*, 2013, 15(2): 176-187.
48. ARISAN, Volkan, et al. Evaluation of 316 narrow diameter implants followed for 5-10 years: a clinical and radiographic retrospective study. *Clinical oral implants research*, 2010, 21(3): 296-307.
 49. ARTZI, Zvi, et al. The efficacy of full-arch immediately restored implant-supported reconstructions in extraction and healed sites: A 36-month retrospective evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2010, 25(2): 329-335.
 50. VISCIONI, Alessandro, et al. Reconstruction of severely atrophic jaws using homografts and simultaneous implant placement: A retrospective study. *Journal of Oral Implantology*, 2010, 36(2): 131-139.
 51. FRANCO, Maurizio, et al. Clinical outcome of narrow diameter implants inserted into allografts. *Journal of Applied Oral Science*, 2009, 17(4): 301-306.
 52. MALÓ, Paulo; DE ARAÚJO NOBRE, Miguel. Implants (3.3 mm Diameter) for the Rehabilitation of Edentulous Posterior Regions: A Retrospective Clinical Study with Up to 11 Years of Follow-Up. *Clinical implant dentistry and related research*, 2011, 13(2): 95-103.
 53. ACHILLI, Antonio; TURA, Flavio; EUWE, Egon. Immediate/early function with tapered implants supporting maxillary and mandibular posterior fixed partial dentures: preliminary results of a prospective multicenter study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2007, 97(6): S52-S58.
 54. VELTRI, M.; FERRARI, M.; BALLERI, PIERO. One-year outcome of narrow diameter blasted implants for rehabilitation of maxillas with knife-edge resorption. *Clinical oral implants research*, 2008, 19(10): 1069-1073.
 55. KINSEL, Richard P.; LISS, Mindy. Retrospective analysis of 56 edentulous dental arches restored with 344 single-stage implants using an immediate loading fixed provisional protocol: statistical predictors of implant failure. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2006, 22(5): 823-830.
 56. ROMEO, Eugenio, et al. Clinical and radiographic evaluation of small-diameter (3.3-mm) implants followed for 1-7 years: a longitudinal study. *Clinical Oral Implants Research*, 2006, 17(2): 139-148.
 57. DE BOEVER, Annemarie L.; DE BOEVER, Jan A. Guided bone re-

- generation around non-submerged implants in narrow alveolar ridges: a prospective long-term clinical study. *Clinical Oral Implants Research*, 2005, 16(5): 549-556.
58. PAYNE, Alan GT, et al. One-Stage Surgery and Early Loading of Three Implants for Maxillary Overdentures: A 1-Year Report. *Clinical implant dentistry and related research*, 2004, 6(2): 61-74.
 59. COMFORT, M. B., et al. A 5-year prospective study on small diameter screw-shaped oral implants. *Journal of oral rehabilitation*, 2005, 32(5): 341-345.
 60. DAVARPANAH, Mithridade, et al. Preliminary data of a prospective clinical study on the Osseotite NT implant: 18-month follow-up. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2004, 20(3): 448-454.
 61. ZINSLI, Barbara, et al. Clinical evaluation of small-diameter ITI implants: a prospective study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 2004, 19(1): 92-99.
 62. VIGOLO, Paolo, et al. Clinical evaluation of small-diameter implants in single-tooth and multiple-implant restorations: a 7-year retrospective study. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2003, 19(5): 703-709.
 63. HALLMAN, Mats. A prospective study of treatment of severely resorbed maxillae with narrow nonsubmerged implants: results after 1 year of loading. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 2000, 16(5): 731-736.

Abstract

Meta-analysis of the survival rate according to the diameters of implant fixture

Kim Ga-ram

Department of Dentistry, Dentistry

The Graduate School

Seoul National University

1. Purpose

Diameter of implant fixture is one of the most important factors related to survival rate of implant. Although narrow type implant occurs a reduction of contact surface between implant and bone, it is used in severely resorbed bone. The aim of this study was to analyze factors that related to survival rate of narrow type implant with meta-analysis and find out correlations between related factor and survival rate.

2. Methods

Literature search for relevant articles published from 1977 to early 2014 was performed from MEDLINE (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>) with specific keywords: 'dental narrow implant', 'dental reduced diameter implant', 'dental small diameter implant.' Articles were screened based on defined exclusive criteria and inclusive criteria. From selected articles, find out related variables to survival rate of narrow type implant and analyze these variables with Comprehensive Meta-Analysis (CMA) software (Biostat, Englewood, USA).

3. Results

Whole survival rate of narrow type implant of this study was 97.2%. Effect size and survival rate of longer implant were larger than those of shorter

implant. There were no significant difference between survival rates of implants on maxilla and mandible and effect size related to location was smallest on this study. Survival rate of implant with multiple restoration was higher than single restoration and effect size related to type of prosthesis was categorized medium effect size. In the case of implant with bone augmentation, the failure rate was higher than no augmentation and effect size related to bone augmentation was largest on this study.