

골유착성 임플란트와 관련된 골 이식술에 대한 문헌 고찰

문세기 · 정호균

중앙대학교 의과대학 치과학교실

Abstract

BONE GRAFT PROCEDURE WITH ENDOSSEOUS IMPLANTS : A REVIEW OF THE LITERATURE

Se-Ki Moon, Ho-Kyun Chung

Dept. of Dentistry, College of Medicine, Chung-ang University

Recent development of dental implantology has taken an interest in the bone graft procedure. This is a review of literature, published from 1994 to November 1999. This study is provided by MEDLINE search. In this study, 718 patients received 829 graft with placing 2,677 endosseous implants. In mandible, nonvascularized or vascularized block bone grafts provided better results(success rate 95.2%) than particulate grafts(83.6%). But in maxilla, particulate grafts provided better results(93.7%, 86.2%) and more cases especially in sinus elevation. There were many cases using autogenous bone graft and revealed good results, but allogenic or alloplastic bone graft materials also were used by many surgeons.

Key words : Endosseous implants, Bone graft

I. 서 론

골유착성 임플란트가 치과계에 소개되어 수십 년간의 임상 연구를 통해 유용성과 높은 성공률, 생체접합성을 입증해내면서, 골유착성 임플란트(osseointegrated implants)를 이용한 골 이식술(骨移植術, bone graft)은 구강과 악안면 부위의 재건 술식에 주요한 부분으로 자리잡게 되었다. 또한 이와 관련해서 수많은 논문, 증례보고들이 해마다 발표되고 있다.

본 연구에서는 골유착성 임플란트와 연관된 재건 술식에 대한 문헌들을 정리하여 식립된 임플란트의 종류, 이식된 재료, 최종 보철물의 종류, 성공률 등을 알아보았다. 문헌에 따라서는 특별한 성공 기준에 따라 성공여부를 논하기 힘든 경우도 있었기 때문에 최종 보철물을 만족스럽게 사용하고 있는 경우도 성공의 범주에 넣었다. 또한 2년, 5년 혹은 10년 성공률 등을 구체적으로 밝히고 있지 않은 문헌들도 많았기 때문에 실패에 대한 언급이 없는 한 성공 범주에 포함시켰다. 또한 식립되었지만 보철물에 사용되지 않은 임플란트(sleeping implant)는 소수였기 때문에 통계에 포함시키지 않았다.

물론 이번 연구가 지금까지 발표된 모든 관련 연구들을 포함하

는 것은 아니고, 특히 현재 국내에서 발표되는 논문들의 경우에는 체계적으로 정리한 데이터베이스(database)가 존재하지 않는다. 그러나, 세계에서 가장 큰 의학논문 관련 데이터베이스인 MEDLINE 검색 결과를 토대로한 연구를 통해 골유착성 임플란트와 관련한 골 이식 및 재건 술식의 최근 연구 경향과 현재까지 밝혀진 골 이식 재료의 성공률, 그리고 이후 어떤 부분에 대해 더 많은 연구가 필요한지에 대해 도움을 얻고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

메드라인(MEDLINE)을 통해 1976년부터 1999년 12월까지의 문헌들을 검색하였다. 사용한 검색어(keyword)는 osseointegrated implants, bone graft, reconstruction, augmentation, preprosthetic, atrophic maxilla, atrophic mandible 등이었고, 이 검색어들을 서로 조합하여 검색을 진행 시켰다. 또한 본 연구의 목적에 맞게 임상 연구(clinical article)만을 검색하였다. MEDLINE은 중대용산병원 도서관의 cd-rom을 통해 검색하였다. 처음의 검색에서 총 245개의 문헌을 검색하였지만 초록을 검토한 후 글의 목적에 맞지 않거나, 환자 수나 식립된 임플란트의 수를 밝히지 않고 있거나, 결과치를 불충분하게 밝히고 있는 173개의 문헌은 제외시켰고, 72개의 논문만을 연구 대상으로 하였다.

문헌의 초록을 통해 얻어진 결과들을 정리하여 환자수, 이식 부위(상악, 하악), 골 이식술의 종류(블록(block) 혹은 입자골(particulate))에 따라, 이식 재료의 종류(자가골(autogenous), 동종골(allogenic, ex. DFDB), 이종골(alloplastic, ex. hydroxyapatite))에 따라, 골 공여부의 위치, 식립된 매식체의 수, 실패한 매식체의 수,

문 세 기

140-757, 서울특별시 용산구 한강로3가 65-207

중앙대학교 의과대학 부속 용산병원 치과학교실

Se-Ki Moon

Dept. of Dentistry, Yongsan Hospital, College of Medicine, Chung-ang University

65-207, Hangang-Ro 3Ga, Yongsan-Gu, Seoul, 140-757 Korea

Tel:82-2-748-9665 Fax:82-2-6381-2875

최종 보철물의 종류, 그리고 합병증의 종류에 따라 분류하고 정리하였다.

Ⅲ. 연구 결과

문헌을 정리한 결과 총 718명의 환자에게 2,677개의 골유착성 임플란트가 골 이식술과 동반하여 즉시 식립 혹은 얼마간의 기간이 지난 후에 식립되었다.

1. 하악골^{2,4)}

총 243명의 환자의 243개의 골 이식 술식에서 739개의 임플란트가 식립되었다. 실패되었다고 보고된 임플란트의 수는 48개였다(성공률 93.5%). 243개의 이식 술식중 181개가 블록골 이식이었고 62개가 입자골 이식이었다. 총 629개의 임플란트가 블록골 이식에 사용되어 30개의 임플란트가 실패하였고(성공률 95.2%), 입자골 이식에 사용된 110개 임플란트중 18개가 실패하였다(성공률 83.6%).

블록골 이식 술식이 사용된 181증례(135 nonvascularized, 66 vascularized)에서 장골(腸骨稜, iliac crest)을 사용한 경우는 65증례에 259개의 임플란트가 식립되었고, 그 중 9개가 실패하였다(성공률 96.5%). 비골(fibula)을 사용한 경우는 61증례에서 199개의

임플란트가 식립되었고 6개가 실패하였다(성공률 96.9%). 늑골(肋骨, rib bone)을 사용한 2 증례에서는 3개의 임플란트가 성공하였고 실패가 보고되지 않았다. 두개관(頭蓋冠, calvarium)의 경우 6 증례에서 24개의 임플란트가 식립되어 5개가 실패하였다(성공률 76%). 장골과 비골이 함께 사용되었으나 구분해 놓지 않은 20증례에서 60개의 임플란트가 사용되어 5개가 실패하였고(성공률 91.7%), 특별히 골의 이름을 명기하지 않은 27증례에서는 124개의 임플란트가 사용되었고 7개가 실패하였다(성공률 94.3%)(Table 1).

입자골 이식에서는 자가골로 장골에서 채취한 경우가 21증례에서 30개의 임플란트가 식립되었으나 16개가 실패하였다(성공률 46.7%). 이종골의 경우 탈회동결건조골(demineralized-frozen-dried bone, DFDB)을 사용한 1증례에서 1개의 임플란트가 식립되어 성공하였고, 신선동결골(fresh-frozen bone)을 사용한 2증례에서는 6개의 임플란트가 식립되어 성공하였다. 자가골과 동종골을 같이 사용한 경우도 있는데, 장골과 신선동결골을 같이 사용한 1증례에서는 2개의 임플란트가 식립되어 성공하였고, 늑골과 신선동결골을 사용한 1증례에서는 4개의 임플란트중 1개만 실패하였다. 장골과 늑골, 수산화인회석(hydroxyapatite)을 함께 사용한 1증례에서는 7개의 임플란트가 식립되어 성공하였다. 그리고 특별히 골 이름을 밝히지 않은 35증례에서 60개의 임플란트가 식립되어 단 1개만의 실패만 보고되었다(Table 2).

Table 1. Block bone graft in mandible

site of bone	patient	number of implant	loss of implant	fixed	final prosthesis	
					removable	not discussed
iliac crest	65	259	9	34	18	11
fibula	61	199	9	5	2	42
rib	2	3	0	0	1	1
calvarium	6	24	0	6	0	0
fibula & tibia	5	20	0	0	0	5
unknown	27	124	7	0	0	2
total	181	629	21	45	21	61

Table 2. Particulate bone graft in mandible

site/type of bone	Number of	Number of implants	loss of implants	fixed	Final prosthesis	
					removable	not discussed
iliac crest	21	30	16	0	19	2
DFDB [§]	1	1	0	0	0	1
FFB [†]	2	6	0	0	0	2
iliac crest + FFB	1	2	0	0	0	1
rib + FFB	1	4	1	0	1	0
iliac + rib + HA [*]	1	7	0	0	0	1
unkown	35	60	1			
total	62	110	18	0	20	7

§: demineralized forozen-dried bone, †: freh frozen bone, *: hydroxyapatite

2. 상악골^{9,14,20,36,45-72)}

총 442명의 환자에서 586증례의 골 이식 술식과 더불어 1,938개의 임플란트가 식립되었다. 이 중 실패되었다고 보고된 임플란트의 수는 217개였다(성공률 88.8%). 586증례의 골 이식 술식중 376개가 블록골 이식이었는데 1,332개의 임플란트가 식립되어 185개가 실패하였다(성공률 86.2%) 입자골이식에서는 210증례에서 524개의 임플란트가 식립되어 33개가 실패하였다(성공률 93.7%).

블록골 이식에서는 두개골을 사용한 30증례에서 74개의 임플란트가 식립되어 8개가 실패하였다(성공률 89.2%). 장골을 이용한 274증례에서는 1,022개의 임플란트가 식립되어 145개가 실패하였다(성공률 85.8%). 하악 정중부(mandible symphysis)는 23증례에서 87개의 임플란트가 식립되어 7개가 실패하였다(성공률 91.9%). 상악 결절(maxillary tuberosity)은 23 증례에서 33개의 임플란트가 식립되어 실패가 보고되지 않았고, 늑골의 경우는 14증례에서 75개의 임플란트가 식립되어 16개가 실패하였다(성공률 78.6%). 그 외에 골 종류를 밝히고 있지 않은 7증례에서 41개의 임플란트가 식립되어 9개가 실패하였다(성공률 78%)(Table 3).

입자골 이식의 경우 자가골인 장골을 사용한 27증례에서 105개의 임플란트가 식립되어 14개가 실패하였다(성공률 86.7%). 하악 정중부를 사용한 16증례에서 20개의 임플란트가 식립되었는데 2개의 임플란트가 실패하였다(성공률 90.0%). 자가골과 동종골을 사용한 경우도 많았는데 장골과 신선냉동골을 사용한 1증례에서는 3개의 임플란트가 식립되어 실패가 보고되지 않았고, 장골과 탈회동결건조골을 사용한 2증례에서는 10개의 임플란트가 사용되어 실패가 보고되지 않았다. 늑골과 신선냉동골을 사용한 1증례에서는 6개의 임플란트가 식립되어 실패가 보고되지 않았다. 탈회동결건조골만을 사용한 1증례에서는 8개의 임플란트가 식립되어 2개가 실패하였다. 장골과 이종골인 수산화인회석을 함께 사용한 89증례에서는 203개의 임플란트가 식립되어 13개가 실패하였다(성공률 93.5%). 종류를 알 수 없는 자가골과 수산화인회석을 섞어 사용한 14증례에선 40개의 임플란트가 식립되어 2개가 실패하였다(성공률 95%). 동종골과 이종골인 탈회동결건조골과 수산화인회석을 섞어 사용한 경우 45증례에서는 111개의 임플란트가 식립되어 실패 여부가 보고되지 않았다. 수산화인회석만 단독으로 사용한 1증례에서는 3개의 임플란트가 식립되어 실패 여부가 보고되지 않았다(Table 4).

Table 3. Block bone graft in maxilla

type of bone	number of patients	number of implants	loss of implants	fixed	final prosthesis	
					removable	not discussed
calvarium	30	74	8	0	9	21
iliac crest	274	1022	145	124	32	122
symphysis	87	87	7	15	2	10
tuberosity	23	33	0	21	2	0
rib	19	75	16	12	2	0
unknown	7	41	9	0	0	7
total	376	1332	185	172	47	160

Table 4. Particulate bone graft in maxilla

site/type of bone	number of patients	number of implants	loss of implants	fixed	final prosthesis	
					removable	not discussed
iliac crest	27	105	14	24	2	1
iliac + FFB	1	3	0	0		1
iliac + DFDB	2	10	0	0	2	0
iliac + HA*	89	203	13	29	19	41
rib + FFB	1	6	0	0	0	1
DFDB only	1	8	2	0	0	1
unknown + HA	14	40	2	0	0	14
symphysis	16	20	2	0	0	16
HA	1	3	0	0	1	0
DFDB + HA	45	111	0	0	0	45
Unknown	3	15	0	0	0	3
total	210	524	33	53	24	133

Table 5. Bone graft with sinus elevation

site/type of bone	number of patients	number of implants	loss of implants
Block - iliac	163	337	37
symphysis	2	6	0
tuberosty	1	1	0
unknown	4	24	8
total	170	368	45
Particulate - iliac	31	92	12
DFDB + HA	45	111	0
iliac + DFDB	2	10	0
iliac + HA	89	203	13
unknown + HA	14	40	2
total	181	456	27

상악의 경우 상악동 거상술(sinus elevation)과 골 이식이 동반된 경우가 많았다. 총 351증례(블록골 170증례, 입자골 181증례)에서 824개의 임프란트가 식립되었다(블록골 368개, 입자골 456개). 블록골의 경우 장골을 사용한 163증례에서 337개의 임프란트가 식립되어 그 중 37개가 실패하였고(성공률 89.0%), 하악 정중부를 사용한 2증례에서 6개의 임프란트가 식립되어 성공하였고, 상악결절이 1증례 1개의 임프란트가 식립되어 성공하였다. 그리고, 골 종류를 밝히지 않은 4증례에서 24개의 임프란트가 식립되어 8개가 실패하였다(성공률 66.7%). 입자골 이식의 경우 장골이 사용된 31증례에서 92개의 임프란트가 식립되어 12개가 실패하였고(성공률 86.9%), 장골과 탈회동결건조골이 함께 사용된 2증례에서 10개의 임프란트가 식립되어 성공하였고, 장골과 수산화인회석을 사용한 89증례에서 203개의 임프란트가 식립되어 13개가 실패하였다(성공률 93.5%). 종류가 알려지지 않은 골과 수산화인회석을 섞은 14증례에선 40개의 임프란트가 식립되어 2개가 실패하였고(성공률 95.0%), 탈회동결건조골과 수산화인회석을 함께 사용한 45증례에선 111개의 임프란트가 식립된 후 실패 여부를 확인할 수 없었다(Table 5).

골 이식 후의 병발증(complication)에 대해서는 구체적으로 언급하고 있지 않은 문헌들이 많기 때문에 순위를 정하기는 어렵지만 열개(wound dehiscence)가 가장 많이 언급되고 있고 그 외 출혈, 슬후 감염, 골편의 골절, 동통, 상악동염 등이 슬후에 나타나는 병발증들이었다.

IV. 총괄 및 고찰

이번 연구 결과를 보면 하악에서 가장 선호되는 골 이식 방법은 자가골의 비혈관성 블록골 이식으로 장골(44.2%)이 가장 많이 쓰이는 것으로 나타났는데 그 다음으로 비골, 늑골 순이었다. 블록골과 입자골 이식의 성공률을 비교해 보면 각각 95%와 81%로, 하악에서는 블록골에 비해 입자골을 사용한 것이 성공률이 높았다. 또한 입자골의 경우 한가지의 골(骨) 만을 사용한 경우도 있었지만 자가골과 동종골, 동종골과 이종골을 섞어서 사용한 경

우도 많았다.

상악에서도 하악에 비해 입자골을 사용한 빈도도 많았고 성공률도 입자골을 사용한 경우가 오히려 더 높은 것으로 나타났다. 상악동 거상술 술식에는 입자골을 사용한 경우가 더 많았다. 상악에서는 입자골 사용시 자가골을 단독으로 사용한 경우보다 자가골과 동종골, 자가골과 이종골 혹은 동종골을 섞어서 사용한 경우가 훨씬 많았다(79.5%).

골유착성 임프란트를 식립되고 보철물을 제작하여 환자가 기능과 안모를 회복하기 위해서는 임프란트가 식립될 부위 즉, 악골에 공간이 마련 되어야 한다. 그러나 나이가 들면서 치아를 상실하고 위축된 악골이나 사고 혹은 질병으로 인해 악골의 일부를 상실한 경우에는 임프란트를 식립할 공간이 부족하게 된다. 따라서 이를 보완하기 위해서는 악골의 양을 증대시키는 방법을 사용하게 되는데 그 중에 대표적인 것이 골 이식 방법이다. 최근에는 보다 효과적이고 성공률 높은 골 이식 재료와 방법을 통해 임프란트의 성공률을 높이는 연구들이 많이 소개되고 있다.

임프란트의 식립 가능 여부를 결정하는 것은 해부학적 방해물(ex. 상악동)의 존재 여부나 골의 부피와 양(quality)이지만, 임프란트의 성공률은 이식된 골의 질(質, quality)과 관련이 많다고 할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과에서도 보듯이 자가골의 비혈관성 블록골을 가장 많이 사용하는 이유도 이 질(quality) 때문이라고 생각된다. 골결손부에서 골재생능과 생체 적합성 및 면역학적 수용도 면에서 신선 자가골 이식이 가장 우수하기 때문이다^{73,74}. 그러나 자가골 이식은 이식골 채취를 위한 부가적 수술이 필요하고 골 채취량에도 한계가 있기 때문에 동종골이나 이종골(저자에 따라 골영양물질(osteotropic material)이라는 용어를 사용하기도함⁷⁵)에 대한 연구가 최근에 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구의 통계에서는 동종골과 이종골을 자가골이나 다른 종류의 동종골 혹은 이종골과 함께 골 이식에 사용한 증례가 160증례가 되는데 총 424개의 임프란트가 식립되어 그 중 18개가 실패하였다(성공률 95.8%).

본 연구에서는 동종골의 경우 신선 냉동골과 탈회동결건조골이 사용되었는데, 그 밖에 자가용해성 항원추출 동종골

(autolyzed antigen-extracted allogenic bone, AAA bone) 등도 소개되어 있다⁷⁶⁾. 또한 동종골의 생체친화성과 골형성능을 높이고 감염의 위험⁷⁷⁾(ex. 후천성면역결핍증⁷⁸⁾) 등을 극복하기 위한 처리 방법에 대한 연구가 계속 진행중이다⁷⁹⁾.

그러나 동종골이 생체적합성이나 골형성능이 좋다고 해도 동종골의 확보에 어려움이 증가되고 있고 골은행 운영에 많은 비용과 전문인력이 필요하는 등의 단점^{76,80)}도 또한 존재하기 때문에 앞서 골영양물질이라고도 하고 골대체물질이라고도 하는 이종골에 대한 관심도 최근 높아지고 있다. 본 연구에서는 이종골로 수산화인회석을 사용하고 있는데 이것은 생체 결합성이 우수하고 물리적 성질이 골과 유사하며 염증반응이나 전신 독성이 적은 등의 장점이 있어서 많이 쓰이고 있다^{77,81,82)}. 이 밖에도 생활성유리(bioactive glass)^{83,85)} 등의 새로운 대체 물질들이 많이 연구 중에 있다.

Dan⁸⁶⁾은 이번 논문과 비슷한 9년간의 골 이식관련 문헌 고찰을 통해 본 연구와 비슷한 연구를 얻었다. 특히 Dan은 즉시 식립한 임플란트(immediate implant)가 통상적인 방법으로 골 이식 후에 어느 정도 기간이 지난 후에 식립한 임플란트의 성공률도 비교하였는데 즉시 식립 임플란트의 성공률이 조금 낮은 것으로 나타났다.

이번 연구에서 213개의 임상 논문을 검토했을 때 세세한 결과 즉, 정확한 실험 대상의 수, 식립된 임플란트의 수, 이식된 골의 종류, 술식의 종류, 성공률 그리고 최종 보철물의 종류 등과 장기간의 추적 조사가 부족한 문헌들이 많았다. 따라서 문헌을 고찰 하는데 많은 어려움이 있었고 다른 연구자⁸⁶⁾도 같은 어려움이 겪었다. 앞으로는 보다 자세한 결과 자료를 제시하고 보다 장기간의 추적 연구를 통한 성공률 검증을 한 논문들이 많이 발표되어 치과 임플란트와 골 이식을 이용한 구강악안면 영역의 재건술 발전에 도움이 되길 바란다.

V. 결 론

논문 검색엔진인 MEDLINE의 검색을 통해 1976년부터 1998년 11월까지 발표된 논문 중 골유착임플란트 및 골 이식술과 관련된 임상 논문 213개를 검토하고 이 중 69개를 정리해서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 72개의 문헌들을 정리한 결과 하악에서의 임플란트 성공률(93.5%)이 상악에서의 임플란트 성공률(88.8%)보다 높았다.
2. 하악에서는 블록골 이식에서의 임플란트 성공률(95.2%)이 입자골에서의 성공률(83.6%)보다 높았고 더 많이 사용되었다.
3. 상악에서는 입자골에서의 임플란트 성공률(93.7%)이 블록골(86.2%)보다 높았고, 하악에서보다 상대적으로 많이 사용되었다. 특히 상악동 거상술에서는 입자골을 사용한 경우가 더 많았다.
4. 가장 선호된 골 이식 재료와 술식으로는 자가골인 장골을 이용한 비혈관성 블록골 이식이었다.
5. 자가골뿐만 아니라 탈회동결건조골 등의 동종골이나 수산

화인회석 등이 이종골로 많이 사용되고 있었다.

참 고 문 헌

1. Breine U, Brånemark P-I. Reconstruction of alveolar jaw bone: An experimental and clinical study of immediate and preformed autologous bone grafts in combination with osseointegrated implants. Scand J Plast Reconstr Surg 1980;14:23-48.
2. Gurlek A, Miller MJ, Jacob RF, Lively JA, Schusterman MA: Functional results of dental restoration with osseointegrated implants after mandible reconstruction. Plast Reconstr Surg 1998 Mar;101(3):650-5; discussion 656-9.
3. Piattelli A, Degidi M, Marchetti C, Scarano A: Histologic analysis of the interface of a titanium implant retrieved from a nonvascularized mandibular block graft after a 10-month loading period. Int J Oral Maxillofac Implants 1997 Nov-Dec;12(6):840-3.
4. Barber HD, Seckinger RJ, Hayden RE, Weinstein GS: Evaluation of osseointegration of endosseous implants in radiated, vascularized fibula flaps to the mandible: a pilot study. J Oral Maxillofac Surg 1995 Jun;53(6):640-4; discussion 644-5.
5. Roumanas ED, Markowitz BL, Lorant JA, Calcatera TC, Jones NF, Beumer J 3rd: Reconstructed mandibular defects: fibula free flaps and osseointegrated implants. Plast Reconstr Surg 1997 Feb;99(2):356-65.
6. Chang YM, Santamaria E, Wei FC, Chen HC, Chan CP, Shen YF, Hou SP: Primary insertion of osseointegrated dental implants into fibula osteoseptocutaneous free flap for mandible reconstruction. Plast Reconstr Surg 1998 Sep;102(3):680-8.
7. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. J Prosthet Dent 1989;62:567-572.
8. Cain JR, Mitchell DL, Markowitz NR, Wiebelt FJ. Prosthodontic restoration with dental implants and an intraoral cranial bone onlay graft: A case report. Int J Oral Maxillofac Implants 1993;8:98-100.
9. Donovan MG, Dickerson NC, Hanson LJ, Gustafson RB. Maxillary and mandibular reconstruction using calvarial bone grafts and Brånemark implants: A preliminary report. J Oral Maxillofac Surg 1994;52:588-594.
10. Keller EE, Tolman DE. Mandibular ridge augmentation with simultaneous onlay iliac bone graft and endosseous implants: A preliminary report. Int J Oral Maxillofac Implants 1992;7:176-184.
11. Lew D, Hinkle RM, Unhold GP, Shroyer JV 3d, Stutes RD. Reconstruction of the severely atrophic edentulous mandible by means of autogenous bone grafts and simultaneous placement of osseointegrated implants. J Oral Maxillofac Surg 1991;49(3):228-233.
12. Liposky RB. Use of the mandibular staple bone plate with augmentation in bone grafts. J Oral Maxillofac Surg 1982;40:527-531.
13. Listrom RD, Symington JM. Osseointegrated dental implants in conjunction with bone grafts. Int J Oral Maxillofac Surg 1988;17:116-118.
14. Sehliephake H, Neukam FW, Scheller H, Bothe KJ. Local ridge augmentation using bone grafts and osseointegrated implants in the rehabilitation of partial edentulism: Preliminary results. Int J Oral Maxillofac Implants 1994;9:557-564.
15. strand P. Onlay bone grafts to the mandible. In: Worthington P, Brånemark P-I (eds). Advanced Osseointegrated Surgery: Applications in the Maxillofacial Region. Chicago: Quintessence, 1992: 123-128.
16. Bloomquist DS. Long-term results of subperiosteal implants combined with cancellous bone grafts. J Oral Maxillofac Surg 1982;40:348-352.
17. Kraut RA, Kessler HP, Holmes RE. Quantification of bone in dental implant sites after composite grafting of the mandible: Report of a case. Int J Oral Maxillofac Implants 1989;4: 153-158.
18. Golec TS, Cutri AA. Treatment of the acutely atrophic mandible with a combined subperiosteal implant and bone graft. J Oral Implantol 1982;10:371-378.
19. Hoexter DL. The use of decalcified freeze-dried bone allograft (DFDBA) for more successful endosseous implants. Implantologist

- 1983-84;3:13-18.
20. Perrott DH, Smith RA, Kaban LB. The use of fresh frozen allogeneic bone for maxillary and mandibular reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1992;21:260-265.
 21. Schmelzeisen R, Hausamen JE, Neukam FW, Karcher H, Scheller H. Combination of microsurgical tissue reconstruction with osseointegrated dental implants. Presentation of a technique. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1990;19:209-211.
 22. Stoler A, Hill T Part I: Reconstruction after total mandibulectomy with free cranial and microvascular iliac crest grafts as preparation for implants. Part II: Mandibular reconstruction: Combined intra-oral and in vitro placement of osseointegrated implants into a free and vascularized bone graft. *J Oral Implantol* 1992;18:38-44, 45-53.
 23. Zlotolow IM, Hury JM, Piro JD, Lenchewski E, Hidalgo DA. Osseointegrated implants and functional prosthetic rehabilitation in microvascular fibula free flap reconstructed mandibles. *Am J Surg* 1992;164:677-681.
 24. Nordenram A, Landt H. Transplantation and implantation procedures after surgical treatment of ameloblastoma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988;66:27-30.
 25. Chin DC. Staple implant through bone graft at inferior border of mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1983;56:477-479.
 26. Urken ML, Buchbinder D, Weinberg H, Vickery C, Sheiner A, Biller HF. Primary placement of osseointegrated implants in microvascular mandibular reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1989;101:56-73.
 27. Tuminelli FJ. The use of vascularized bone grafts in osseointegration. A clinical report. *J Prosthet Dent* 1989;62:371-375.
 28. Lukash FN, Sachs SA. Functional mandibular reconstruction: Prevention of the oral invalid. *Plast Reconstr Surg* 1989;84:227-235.
 29. Riediger D. Restoration of masticatory function by microsurgically revascularized iliac crest bone grafts using endosseous implants. *Plast Reconstr Surg* 1988;81:861-877.
 30. Sanger JR, Head MD, Matloub HS, Yousif NJ, Larson DL. Enhancement of rehabilitation by use of implantable adjuncts with vascularized bone grafts for mandible reconstruction. *Am J Surg* 1988;156:243-247.
 31. Buchbinder D, Urken ML, Vickery C, Weinberg H, Sheiner A, Biller H. Functional mandibular reconstruction of patients with oral cancer. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1989;68:499-504.
 32. Fenton AH, Mock D, Baker G, Freeman J, Boyd JB. Reconstruction of the resected mandible using titanium implants in a free vascularized graft. *Can Dent Assoc J* 1989;55:465-468.
 33. Anthony JP, Foster RD, Kaplan MJ, Singer MI, Pogrel MA: Fibular free flap reconstruction of the "true" lateral mandibular defect. *Ann Plast Surg* 1997 Feb;38(2):137-46.
 34. Bahr W, Stoll P, Wachter R: Use of the "double barrel" free vascularized fibula in mandibular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 1998 Jan;56(1):38-44.
 35. Wei FC, Santamaria E, Chang YM, Chen HC: Mandibular reconstruction with fibular osteoseptocutaneous free flap and simultaneous placement of osseointegrated dental implants. *J Craniofac Surg* 1997 Nov;8(6):512-21.
 36. Williamson RA: Rehabilitation of the resorbed maxilla and mandible using autogenous bone grafts and osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996 Jul-Aug;11(4):476-88.
 37. Disa JJ, Winters RM, Hidalgo DA: Long-term evaluation of bone mass in free fibula flap mandible reconstruction. *Am J Surg* 1997 Nov;174(5):503-6.
 38. Holle J, Vinzenz K, Wuringer E, Kulenkampff KJ, Saidi M: The prefabricated combined scapula flap for bony and soft-tissue reconstruction in maxillofacial defects--a new method. *Plast Reconstr Surg* 1996 Sep;98(3):542-52.
 39. Anthony JP, Foster RD, Kaplan et al. : Fibular free flap reconstruction of the "true" lateral mandibular defect. *Ann Plast Surg*. 38(2):137-146, 1997.
 40. Siciliano S, Savastano G, Reychler H : Microsurgical reconstruction of the mandible. *Minerva Stomal*. 44(4):185-192, 1995.
 41. Dominici JT : Treatment of a microvascular reconstructed mandible using an implant-supported overdenture: case report. *J Oral Implantol*. 21(4):309-317, 1995
 42. Foster RD., Anthony JP., Sharma A., Pogrel MA. Vascularized bone flaps versus nonvascularized bone grafts for mandibular reconstruction: an outcome analysis of primary bony union and endosseous implant success. *Head & Neck*. 1999;21(1):66-71.
 43. von Arx T., Kurt B. Implant placement and simultaneous ridge augmentation using autogenous bone and a micro titanium mesh: a prospective clinical study with 20 implants. *Clinical Oral Implants Research*. 1999;10(1):24-33.
 44. Schliephake H., Schmelzeisen R., Husstedt H., Schmidt-Wondera LU. Comparison of the late results of mandibular reconstruction using nonvascularized or vascularized grafts and dental implants *Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*. 1999;57(8):944-50: discussion 950-1.
 45. Becelli R., Cerulli G., Gasparini : Surgical and implantation reconstruction in a patient with giant-cell central reparative granuloma. *J Craniofacial surgery*. 9(1):45-7, 1998.
 46. Quinones CR, Hurzeler MB, Schupbach P, Kirsch A, Blum P, Caffesse RG, Strub JR: Maxillary sinus augmentation using different grafting materials and osseointegrated dental implants in monkeys. Part II. Evaluation of porous hydroxyapatite as a grafting material. *Clin Oral Implants Res* 1997 Dec;8(6):487-96.
 47. Kondell PA, Mattsson T, Astrand P: Immunological responses to maxillary on-lay allogeneic bone grafts. *Clin Oral Implants Res* 1996 Dec;7(4):373-7.
 48. Nishibori M, Betts NJ, Salama H, Listgarten MA: Short-term healing of autogenous and allogeneic bone grafts after sinus augmentation: a report of 2 cases. *J Periodontol* 1994 Oct;65(10):958-66.
 49. Jensen J, Sindet-Pedersen S, Enemark H: Reconstruction of residual alveolar cleft defects with one-stage mandibular bone grafts and osseointegrated implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1998 Apr;56(4):460-6: discussion 467.
 50. Funk GF, Arcuri MR, Frodel JL Jr: Functional dental rehabilitation of massive palatomaxillary defects: cases requiring free tissue transfer and osseointegrated implants. *Head Neck* 1998 Jan;20(1):38-51.
 51. Rinaldi M, Mottola A: The planning and intervention for bilateral lift augmentation of the sinus floors in implant surgery. A case report *Minerva Stomatol* 1994 Apr;43(4):179-84.
 52. Gary JJ, Donovan M, Garner FT, Faulk JE. Rehabilitation with calvarial bone grafts and osseointegrated implants after partial maxillary resection: A clinical report. *J Prosthet Dent* 1992;67:743-746.
 53. Keller EE, Van Roekel NB, Desjardins RP, Tolman DE. Prosthetic-surgical reconstruction of the severely resorbed maxilla with iliac bone grafting and tissue-integrated prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987;2:155-165.
 54. Nystrom E, Kahnberg KE, Gunne J. Bone grafts and Brånemark implants in the treatment of the severely resorbed maxilla: A 2-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:45-53.
 55. Aparicio C, Brånemark P-I, Keller EE, Oliv J. Reconstruction of the premaxilla with autogenous iliac bone in combination with osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:61-67.
 56. Adell R, Lekholm U, Grånndahl K, Brånemark P-I, Lindström J, Jacobsson M. Reconstruction of severely resorbed edentulous maxillae using osseointegrated fixtures in immediate autogenous bone grafts. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5:233-246.
 57. Kabcennell J, Silken D, Kraut R. Restoration of a total maxillectomy patient using endosseous implants. *Int J Prosthodont* 1992;5:179-183.
 58. Isaksson S, Alberius P. Maxillary alveolar ridge augmentation with onlay bone-grafts and immediate endosseous implants. *J Cranio-Maxillo-Facial Surg* 1992;20:2-7.
 59. Williamson LW, Higuchi KW. Bone graft reconstruction in conjunction with Brånemark fixture placement. *Hawaii Dent J* 1991;22(6):13-15.
 60. Jensen J, Sindet-Pedersen S. Autogenous mandibular bone grafts and osseointegrated implants for reconstruction of the severely atrophied maxilla: A preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg*

- 1991;49:1277-1287.
61. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH. Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: A preliminary procedural report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7:360-366.
 62. ten Bruggenkate CM, Kraaijenhagen HA, van der Kwast WA, Krekeler G, Oosterbeek HS. Autogenous maxillary bone grafts in conjunction with placement of I.T.I. endosseous implants. A preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1992;21:81-84.
 63. Isaksson S, Ekfeldt A, Alberius P, Blomqvist JE. Early results from reconstruction of severely atrophic (Class VI) maxillae by immediate endosseous implants in conjunction with bone grafting and Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1993;22: 144-148.
 64. Sailer HF. A new method of inserting endosseous implants in totally atrophic maxillae. *J Cranio-Maxillo-Facial Surg* 1989;17:299-305.
 65. Richardson D, Cawood JI. Anterior maxillary osteoplasty to broaden the narrow maxillary ridge. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1991;20:342-348.
 66. Raghoebar GM, Brouwer TJ, Reintsema H, Van Oort RP. Augmentation of the maxillary sinus floor with autogenous bone for the placement of endosseous implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1993;51:1198-1203.
 67. Loukota RA, Isaksson SG, Linner EL, Blomqvist JE. A technique for inserting endosseous implants in the atrophic maxilla in a single stage procedure. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1992;30:46-49.
 68. Krekmanov L. A modified method of simultaneous bone grafting and insertion of endosseous implants in severe atrophic maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995;10:682-688.
 69. Keller EE, Eckert SE, Tolman DE. Maxillary antral and nasal one-stage inlay composite bone graft: Preliminary report on 30 recipient sites. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52:438-447.
 70. Cawood JI, Stoeltinga PJW, Brouns JJ. Reconstruction of the severely resorbed (Class VI) maxilla - A two-step procedure. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1994;23:219-225.
 71. Nakai H, Niimi A, Fujimoto T, Ueda M. Prosthetic treatment using an osseointegrated implant after secondary bone grafting of a residual alveolar cleft: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998 May-Jun;13(3):412-5.
 72. Gher ME, Quintero G, Assad D et al. : Bone grafting and guided bone regeneration for immediate dental implants in human. *65(9):881-891, 1994*
 73. Breine U., Brånemark P-I : Reconstruction of alveolar jaw bone. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 14:23, 1980.
 74. Misch CE : *Contemporary Implant Dentistry.* St. Louis. Mosby Co., p.599, 1993.
 75. Burwell RG : The function of bone marrow in the incorporation of a bone graft. *Clin Ortho* p.225-227, 1987.
 76. 김수관, 여환도, 김영균 : 유리자가골 이식을 이용한 하악골 재건술. *대한구강악안면외과학회지.* 22:3, 1996.
 77. 박문성, 유선열 : 골결손부의 신생골 형성에 미치는 흡수성, 비흡수성 및 우골유도 수산화인회석의 영향. *대한구강악안면외과학회지.* 22:4, 1996.
 78. Simonds RJ, Holmberg SD, Hurwitz RL et al. : Transmission of human immunodeficiency virus type I from a seronegative organ and tissue donor. *N Eng Med* 326:726, 1992.
 79. 이동근 : 동종골의 처리 방법에 따른 골 치유 능력에 관한 실험적 연구. *대한구강악안면외과학회지.* 23:1 p.43-62, 1997.
 80. 김귀희, 엄인웅, 이동근 : 악안면 영역의 동종골 이식: 임상적 고찰. *대한구강악안면외과학회지* 19:2 p.226, 1993.
 81. Callan DP, Rohrer MD : Use of bovine-derived hydroxyapatite in the treatment of edentulous ridge defects : A human clinical and histologic case report. *J. Periodontol* 64:575, 1993.
 82. Bhaskar SN, Brady JM, Getter L et al. : Biodegradable ceramic implants in bone : Electron and light microscopic analysis. *Oral Surg* 32 : 326, 1971.
 83. Bump RL, Salimemo T, Hooker SP et al. : The use of woven ceramic fabric as a periodontal allograft. *J Periodontol* 46:453, 1975.
 84. Hench L, Splinter Rj, Allen WC et al. : Bonding mechanism at the interface of ceramic prosthetic materials. *J Biomed Mater Res.* 5:117, 1971.
 85. 이안나, 김수경 : Bioactive Glass(Biogran)를 이용한 백서 두개골 결손부 수복에 관한 조직학적 연구. *대한구강악안면외과학회지.* 23:2 p.220-228, 1997.
 86. Dan E. Tolm. : *Reconstructive Procedures With Endosseous Implants in Grafted Bone: A Review of the Literature.* *JOMI,* 10:275-294, 1994.