



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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](#)

비골 유리피판을 이용한 악골 재건에서
동시 식립한 임플란트의 생존률과
방사선 골괴사:
전후향적 탐색적 임상시험

연세대학교 대학원
치 의 학 과
노 태 호

비골 유리피판을 이용한 악골 재건에서
동시 식립한 임플란트의 생존률과
방사선 골괴사:
전후향적 탐색적 임상시험

지도교수 김형준

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2024년 6월

연세대학교 대학원

치 의 학 과

노 태 호

노태호의 석사학위 논문을 인준함

심사위원_____김형준_____인

심사위원_____남 웅_____인

심사위원_____김동욱_____인

연세대학교 대학원

2024년 06월

감사의 글

먼저 항상 변함없는 사랑과 관심으로 돌봐주시며 물심양면으로 지원해 주시는 가족들에게 감사드립니다. 석사 과정 4학기 동안 부족한 저를 세심한 지도와 격려로 이끌어 주신 김형준 교수님께 진심으로 감사드립니다. 더불어, 많은 관심과 조언으로 논문을 세심하게 보완해주신 김동욱 교수님, 김현민 선생님께도 깊이 감사드립니다. 그리고 구강악안면외과 수련과정 동안 따뜻한 말씀과 가르침 주신 차인호 교수님, 이상휘 교수님, 정영수 교수님, 남웅 교수님, 박진후 교수님, 김준영 교수님께도 감사의 말씀을 전합니다.

마지막으로 3년의 구강악안면외과 수련 기간 동안 힘든 짐은 나눠 들고 기쁜 일은 배가 될 수 있도록 해준 박해인, 신기범, 주은테, 조정민 동기들 그리고 의국 선후배님들에게도 고마움을 전합니다.

2024 년 6 월

노 태 호

차 례

국 문 요 약	iv
I. 서 론	1
II. 연구 대상 및 방법	3
1. 연구 대상	3
2. 자료 수집	4
3. 연구 방법	5
III. 결과	6
1. 환자 분석	6
(1) 연령 및 성별	6
(2) 악골 재건 원인	6
(3) 임플란트 식립 여부	7
(4) 재건 후 방사선 치료 여부	7
2. 임플란트 생존률 분석	9
(1) 분류 및 방사선 치료 여부	9
(2) 동시 식립군과 지연 식립군 간 비교 분석	10
(3) 방사선 치료 여부에 따른 비교 분석	11
3. 방사선 골괴사 유병률 분석	12
4. Cox 비례위험 모형을 통한 방사선 골괴사위험인자 분석	16

IV. 고찰	17
V. 결론	22
참고문헌	23
Abstract	27

표 차례

Table 1. 연구대상 환자의 임상, 병리학적 지표	8
Table 2. 연구대상 임플란트의 임상적 지표	9
Table 3. 방사선 치료를 받은 비골에서의 방사선 골괴사 유병률 비교	13

그림 차례

Figure 1. 연구 대상 환자 구성 모식도	5
Figure 2. 임플란트 식립 시기에 따른 임플란트 생존률 비교	10
Figure 3. 방사선 치료 여부와 임플란트 식립 시기에 따른 임플란트 생존률 비교	11
Figure 4. 방사선 골괴사 발생에 대한 생존분석	15
Figure 5. 방사선 골괴사 발생에 대한 Cox 비례위험 모형-위험인자 분석 ..	16
Figure 6. 피부 괴사 및 골괴사 위치 방법에 대한 모식도	21

국 문 요 약

비골 유리피판을 이용한 악골 재건에서 동시 식립한 임플란트의 생존률과 방사선 골괴사: 전후향적 탐색적 임상시험

<지도교수 : 김형준>

연세대학교 대학원 치의학과

노 태 호

악성 종양, 혹은 범랑모세포종과 같이 공격적인 성향의 양성 종양이 진행된 경우 종양 절제 후 악골의 분절 결손이 발생할 수 있다. 이 경우, 비골 유리피판을 이용하여 해당 결손을 재건하게 되면 추후 임플란트를 식립하여 고정성 혹은 가철성 보철을 이용해 환자의 기능적 재건을 도모할 수 있다. 그러나 재건 후 2차적으로 임플란트를 식립하게 될 경우, 특히 술 후 방사선 치료를 받은 경우, 방사선 골괴사의 위험성으로 인해 임플란트 식립 시기가 늦어지게 되고 성공적인 기능적 재건의 가능성이 낮아지게 된다.

이에 저자는 비골 유리피판을 이용한 재건 수술 시 임플란트를 동시 식립하는 것에 대한 안정성과 유효성을 확인하기 위하여 2023년 6월부터 2024년 2월까지 연세대학교 치과대학병원 구강악안면외과에서 전향적 임상연구에 참여한 환자 10명에 대해 재건과 동시에 임플란트 식립 수술을 시행하였다. 또한 2016년 1월부터 2024년 2월까지 비골 유리피판을 이용하여 악골을 재건한 환

자 중 임플란트를 동시 식립하지 않은 환자 117명을 후향적으로 검토하여 두 군간 임플란트 생존률 및 방사선 골괴사 발생 여부에 대해 비교 분석하였다.

비교 결과, 동시 식립군에서 더 우수한 임플란트 생존률을 보였으며, 특히 술 후 방사선 치료를 진행한 경우 더욱 큰 생존률 차이를 보였다. 또한 방사선 치료를 진행한 환자의 경우 동시 식립군에서 지연 식립군에 비하여 유의미하게 높은 방사선 골괴사 무질병 생존률을 보였다.

위 결과를 통해 비골 유리 피판을 이용한 재건이 필요한 환자에서 임플란트 동시 식립을 통해 더 빠른 기능적 회복과 높은 임플란트 생존률을 도모할 수 있으며, 방사선 골괴사 발생을 낮출 수 있는 것으로 보인다.

핵심되는 말 : 비골 유리 피판, 임플란트 생존률, 방사선 치료, 방사선 골괴사, 악골 재건

비골 유리피판을 이용한 악골 재건에서 동시 식립한
임플란트의 생존률과 방사선 골괴사:
전후향적 탐색적 임상시험

<지도교수 : 김형준>

연세대학교 대학원 치의학과

노 태 호

I. 서 론

진행된 구강암이나 공격적인 양성 종양에 이환된 경우 광범위한 악골 절제가 필요한데, 이 경우 안면 함몰이나 치아 손실로 인한 기능적 장애가 발생할 수 있다. 컴퓨터를 이용한 가상 수술 계획 수립 기술이 발전함에 따라 상술한 문제를 해결하기 위해 골피판을 이용하여 악골을 재건함과 동시에 임플란트를 식립하는 ‘Jaw in a day(이하 JIAD)’ 라는 술식이 소개되었다.(1)

과거에는 골피판을 이용한 재건 후 임플란트 식립 및 보철을 통한 기능적 회복은 방사선 골괴사의 위험을 이유로 수술 후 최소 6개월 이상 경과한 시점에 이루어졌다. 그러나 방사선 조사를 받은 뼈는 수 년이 경과한다고 하여도 방사선 골괴사의 위험에서 안전이 보장되진 않음이 알려져 있다.(12,15) 이에

악골 절제 및 재건과 동시에 임플란트를 식립하는 것은 더 빠른 시일에 저작 기능을 회복하는 측면에서 뿐 아니라 임플란트 성공률, 방사선 골괴사의 발생 빈도 측면에서도 유리한 면을 보일 것으로 사료되나(1,2) 악성 종양 절제 후, 특히 수술 후 방사선 치료를 받은 환자에서 JIAD 수술을 진행한 케이스에 대한 연구가 아직까지 충분하게 보고되어 있지는 않다.

이에 본 논문에서는 재건 시 임플란트를 동시 식립한 군과 재건 후 일정 기간 후 임플란트를 식립한 지연 식립군 사이에 임플란트 성공률을 비교하였고, 동시 식립군과 지연 식립군 그리고 식립하지 않은 군에서 방사선 골괴사 유병률을 비교하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2023년 6월부터 2024년 2월까지 연세대학교 치과대학병원 구강악안면외과에 내원한 환자들 중 다음과 같은 조건의 환자 10명을 선정하여 전향적으로 조사하였다.

- 1) 만 19세 이상의 성인
- 2) 종양, 외상, 방사선 골괴사 등의 이유로 악골을 절제하고 비골 유리 피판으로 재건 시 임플란트를 즉시 식립할 환자.

상기 연구 대상 중 다음 조건에 해당하는 환자군은 제외하였다.

- 1) 임신부, 수유부
- 2) 자발적인 동의 능력이 결여된 자

2016년 1월부터 2024년 2월까지 동 병원에서 다음과 같은 조건의 환자 117명에 대해 후향적으로 진료기록을 검토했다.

- 1) 종양, 외상, 방사선 골괴사 등의 이유로 악골을 절제하고 비골 유리 피판으로 재건하며 임플란트를 동시 식립하지 않은 환자.

2. 자료 수집

동시 식립군 10명에 식립된 29개의 임플란트, 지연 식립군 25명에 식립된 86개의 임플란트, 그리고 임플란트를 식립하지 않은 군 92명, 총 127명의 환자에 대하여 연령, 성별, 재건의 사유, 방사선 치료 유무 및 조사량, 임플란트 식립 여부 및 개수, 임플란트 성공률, 식립까지의 지연 시간, 경과 관찰 기간을 조사하였다. (Figure 1)

1) 재건 사유에 대한 분류

본 연구에서 재건 사유는 악성 종양, 공격적인 양성 종양, 방사선 골괴사, 외상, 약물 관련 악골 괴사증으로 분류하였다.

악성 종양에는 편평상피암종, 선양낭성암종, 골육종, 기저세포암종, 치성 투명 세포 암종, 평활근육종, 림프종, 악성 신경초종, 악성 흑색종, 치성암종, 일차 골내 암종이 포함되었다.

공격적인 양성 종양에는 범랑모세포종, 치성 점액종, 치성 각화낭이 포함되었다.

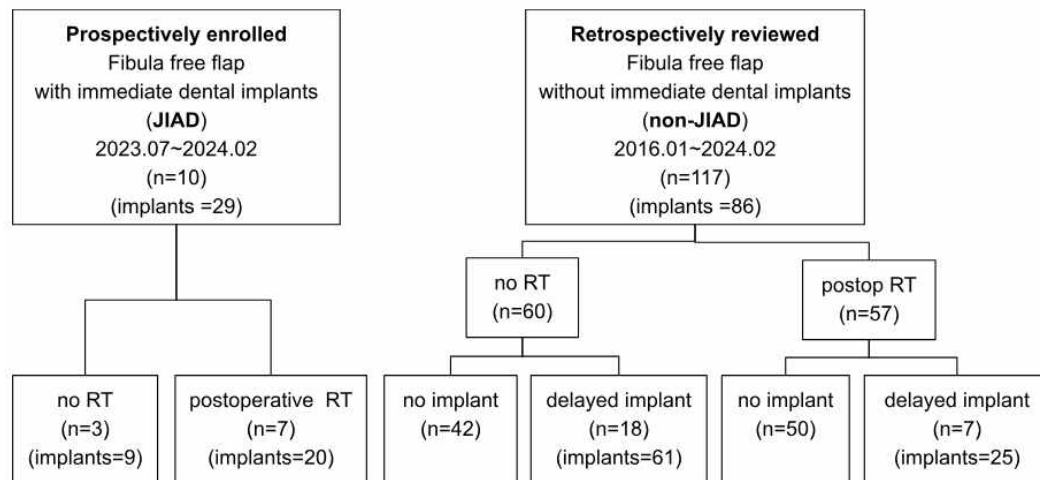


Figure 1. 연구 대상 환자 구성 모식도

3. 통계 분석 방법

본 연구에서는 임플란트 동시 식립 여부에 따른 임플란트 생존률 및 방사선 골괴사 유병률에 대해 비교 분석하였다.

방사선 골괴사의 유병률과 임플란트 생존률은 Kaplan-Meier survival analysis를 통해 분석하였고, 방사선 골괴사와 임플란트 실패의 위험인자 확인을 위해 Cox-proportional hazard model을 이용하여 회귀분석 시행하였다.

통계적 유의성은 0.05 보다 작은 p값을 보일 때 유의하였다고 판단하였다. 통계 분석은 R(Version 4.2.1, R project for Statistical Computing, Vienna, Austria)을 사용하여 수행되었다.

III. 결과

1. 환자 분석

2023년 6월부터 2024년 2월까지 연세대학교 치과대학병원 구강악안면외과에서 비골 유리피판을 이용하여 하악골을 재건한 환자 중 사전에 동의한 10명에 대해 재건 시 임플란트를 동시 식립하였고, 이에 대해 전향적 연구를 진행하였다. 2016년 1월부터 2024년 2월까지 동 병원에서 비골 유리피판을 이용하여 재건을 시행한 117명의 환자에 대해서는 후향적 연구를 진행하였으며, 이에 대한 정보는 Table 1에 요약하였다.

(1) 연령 및 성별

동시 식립군 10명의 환자 중 7명(70.0%)이 남성, 3명(30.0%)이 여성이었으며, 환자들의 연령 중간값은 66.0세였다.

재건 시 임플란트를 동시 식립하지 않은 환자군 117명 중 69(59.0%)명이 남성, 48(41.0%)이 여성이었으며, 연령의 중간값은 62.0세였다.

(2) 악골 재건 원인

재건과 동시에 임플란트를 식립한 군에서는 10명 모두 악성 종양으로 인해 악골을 절제 후 비골 유리 피판으로 재건하였다.

동시 식립하지 않은 군에서는 93(79.5%)명이 악성 종양, 16(13.7%)명이 범랑모세포종, 치성점액종과 같이 공격적인 성향의 양성 종양으로 인해 악골 절제 후 재건을 진행하였고, 그 외 방사선 골괴사로 6(5.1%)명, 외상으로 1(0.9%)명, 약물 관련 악골 괴사(Medication related osteonecrosis of jaw)로 1(0.9%)명이 비골 유리피판을 이용한 재건술을 받았다.

(3) 임플란트 식립 여부

재건과 동시에 임플란트를 식립하지 않은 군에서 지연 시기와 관계없이 총 25(21.4%)명이 재건된 비골에 임플란트를 식립하였다.

(4) 재건 후 방사선 치료 여부

동시 식립군 환자 중 7명(70.0%)이 재건 수술 후 방사선 치료를 받았으며, 재건 시 임플란트를 동시 식립하지 않은 환자군 중 57(48.7%)명이 방사선 치료를 받았다.

Table 1. 연구대상 환자의 임상, 병리학적 지표

Variables	JIAD (%) (n=10)	non-JIAD (%) (n=117)	<i>p value</i>
Age (median [IQR])	66.0 [60.0;76.0]	62.0 [53.0;69.0]	0.234
Sex			0.729
Male	7 (70.0%)	69 (59.0%)	
Female	3 (30.0%)	48 (41.0%)	
Pathology(Reason for reconstruction)			0.639
Malignancy [†]	10 (100.0%)	93 (79.5%)	
Aggressive benign tumor	0 (0.0%)	16 (13.7%)	
ORN	0 (0.0%)	6 (5.1%)	
Trauma	0 (0.0%)	1 (0.9%)	
MRONJ	0 (0.0%)	1 (0.9%)	
Implant			<0.001*
Yes	10 (100.0%) ^{††}	25 (21.4%) ^{†††}	
No	0 (0.0%)	92 (78.6%)	
Radiotherapy			0.336
Yes	7 (70.0%)	57 (48.7%)	
No	3 (30.0%)	60 (51.3%)	

IQR: interquartile range, ORN osteoradionecrosis, MRONJ: medication-related osteonecrosis of the jaw

[†] squamous cell carcinoma, ameloblastic carcinoma, adenoid cystic carcinoma, basal cell carcinoma, clear cell odontogenic carcinoma, leiomyosarcoma, lymphoma, malignant nerve sheath tumor, malignant melanoma, odontogenic carcinoma, osteosarcoma, primary intraosseous carcinoma가 포함되었다.

^{††} 10명의 JIAD 수술 진행 환자는 비골 유리피판을 이용한 재건과 동시에 임플란트를 식립하였다.

^{†††} 본 25명의 환자는 임플란트를 2차적으로 별개의 수술로 진행하여 식립하였다.

* 통계적으로 유의함.

2. 임플란트 생존률 비교

(1) 식립된 임플란트 분류 및 방사선 치료 여부

동시 식립군에서는 10명의 환자에게 29개의 임플란트가 식립되었고, 모두 하악이었다. 지연 식립군에서는 25명의 환자에게 86개의 임플란트가 식립되었으며, 7개는 상악, 79개는 하악이었다. (Table 2)

Table 2. 연구대상 임플란트의 임상적 지표

Variables	JIAD n=29	Delayed implant n=86	<i>p</i>
Location			
mandible	29 (100.0%)	79 (91.9%)	0.256
maxilla	0 (0.0%)	7 (8.1%)	
Follow-up days			
median[IQR]	124.0 [83.0;172.0]	453.5 [171.0;873.0]	<0.001*
Pre- or post-implant Radiotherapy			
No	9 (31.0%)	61 (70.9%)	<0.001*
Yes	20 (69.0%)	25 (29.1%)	
Implant survival			
Survived	29 (100.0%)	69 (80.2%)	0.022*
Lost	0 (0.0%)	17 (19.8%)	
Latency between RT and implant			
median [†] [IQR]	-92.0 [-105.0;-72.0]	624.0 [360.0;770.0]	<0.001*
Timing of implant loss			
median [IQR]	N/A	364.0 [91.0;826.0]	

[†] JIAD 수술을 진행한 환자군에서는 임플란트 식립 후 방사선 치료가 종료된 일자까지의 기간을 음수로 나타내었고, 지연 식립군에서는 방사선 치료가 종료된 일자부터 임플란트 식립 수술까지의 기간을 양수로 나타내었다.

* 통계적으로 유의함.

(2) 동시 식립군과 지연 식립군 간의 임플란트 생존률 비교

재건과 동시에 임플란트를 식립한 환자군과 재건 후 임플란트를 따로 지연 식립한 환자군에서 임플란트 생존률을 Kaplan-Meier survival analysis 통해 비교하였다. 동시 식립군에서 29개의 임플란트 중 탈락한 임플란트는 없었으며(0%), 지연 식립군에서는 86개의 임플란트 중 17개(19.8%)의 임플란트가 탈락하였다. 또한, 실패한 17개의 임플란트 중 12개(70.6%)는 3개월 이내에 탈락하였다. 두 환자군 간의 임플란트 생존률 차이는 통계적으로 유의하게 나타났다.($p=0.021$) (Figure 2)

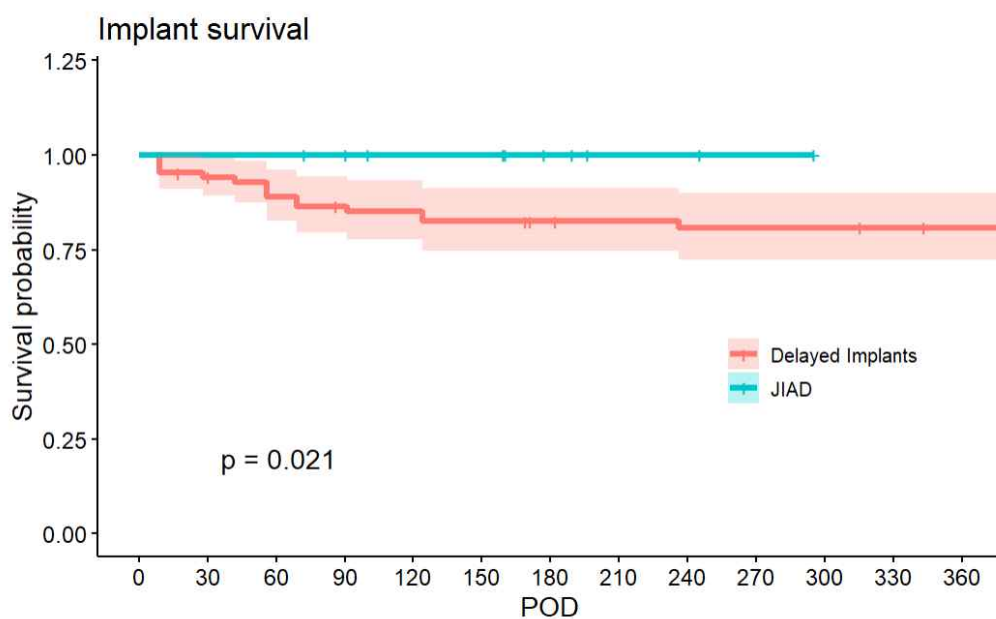


Figure 2. 임플란트 식립 시기에 따른 임플란트 생존률 비교. ($p=0.021$)

(3) 임플란트 식립 시기와 방사선 치료 여부에 따른 임플란트 생존률 비교

동시 식립군과 지연 식립군에서 재건 후 방사선 치료 여부에 따라 Kaplan-Meier survival analysis 통해 추가적으로 임플란트 생존률을 비교하였다. 동시 식립군에서는 방사선 치료 유무와 관계없이 실패한 임플란트가 없었던 반면, 지연 식립군에서는 더 높은 실패율을 보였으며, 방사선 치료를 받은 비골 피판에 임플란트를 식립한 경우 통계적으로 유의미하게 가장 낮은 임플란트 성공률을 보였다. ($p < 0.0001$) (Figure 3)

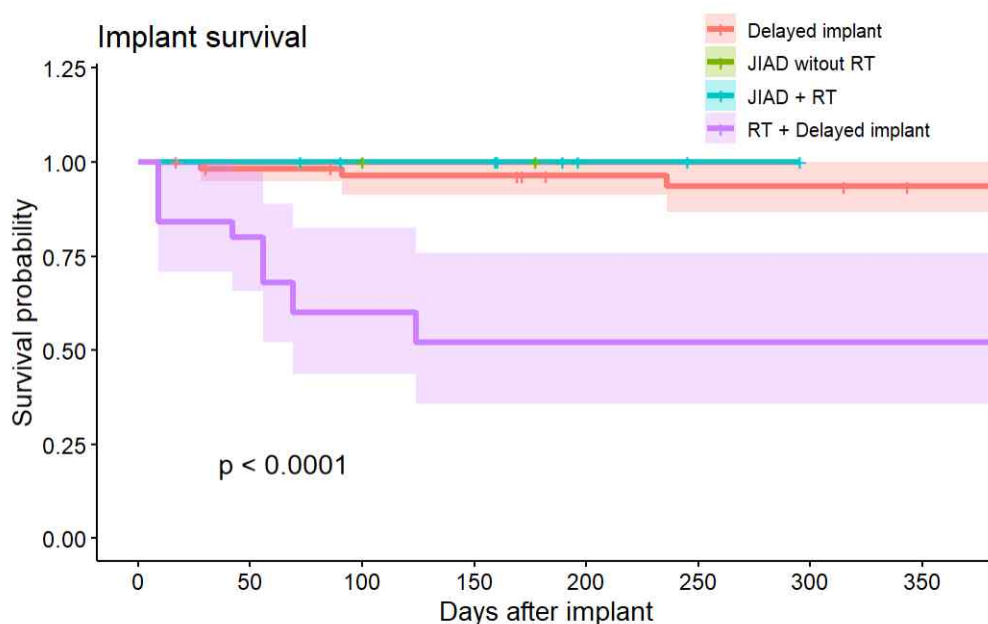


Figure 3. 임플란트 식립 시기와 방사선 치료 여부에 따른 임플란트 생존률 ($p < 0.0001$)

3. 방사선 골괴사의 무질병 생존률 비교

방사선 치료를 받은 환자 총 64명 중 7명은 JIAD 수술을 진행하여 임플란트 식립 후 방사선 치료를 진행하였고, 7명은 방사선 치료 이후 임플란트를 식립 하였으며, 나머지 50명은 임플란트를 식립하지 않았다. 방사선 조사량의 중간 값은 6000cGy로, 각 군별로 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. ($p=0.573$)

JIAD 군에서는 방사선 골괴사가 발생한 환자가 없었고(0%), 자연 식립군에서는 5명에서 방사선 골괴사가 발생하였으며(71.4%), 임플란트를 식립하지 않은 군에서는 7명에서 방사선 골괴사가 발생하였다(14.0%). 방사선 골괴사 발병률은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. ($p=0.001$) (Table 3)

Table 3. 방사선 치료를 받은 비골에서의 방사선 골괴사 관련 지표

	JIAD (n=7)	non-JIAD without implants (n=50)	non-JIAD with delayed implants (n= 7)	p
ORN occurrence				0.001*
No	7 (100.0%)	43 (86.0%)	2 (28.6%)	
Yes	0 (0.0%)	7 (14.0%)	5 (71.4%)	
RT dose (cGy)	6000	6000	6360	0.573
(median [IQR])	[6000;6255]	[5735;6405]	[6150;6360]	
Implant to RT [†]	-44.0	N/A	770.0	0.002*
(days, median [IQR])	[-54.0;-39.5]		[633.0;787.0]	
Initial				
reconstruction to	N/A	283.2 ±	716.0 ± 219.8	0.045*
ORN		294.0		
(days, mean ± SD)				
Additive surgery to				
ORN	N/A	139.1 ±	84.2 ± 46.8	0.069
(days, mean ± SD)		40.1		

ORN: osteoradionecrosis, RT: radiotherapy, IQR: interquartile range, SD: standard deviation

*통계적으로 유의함.

[†] JIAD 수술을 진행한 환자군에서는 임플란트 식립 후 방사선 치료가 시작된 일자까지의 기간을 음수로 나타내었고, 지연 식립군에서는 방사선 치료가 종료된 일자부터 임플란트 식립 수술까지의 기간을 양수로 나타내었다.

수술 후 경과 기간을 기준으로 즉시 식립군, 지연 식립군, 임플란트를 식립하지 않은 군을 비교하였을 때 방사선 골괴사의 무질병 생존률은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. ($p=0.41$) (Figure 4A)

그러나 재건 후 2차적으로 시행한 수술 이후의 기간을 기준으로 방사선 골괴사의 무질병 생존률을 비교한 경우 지연 식립군에서 유의하게 부정적인 결과를 나타냈다. ($p=0.0051$) 또한, 방사선 골괴사는 방사선 치료 진행 후 6개월 이내에 대부분 처음 진단되었다. (Figure 4B)

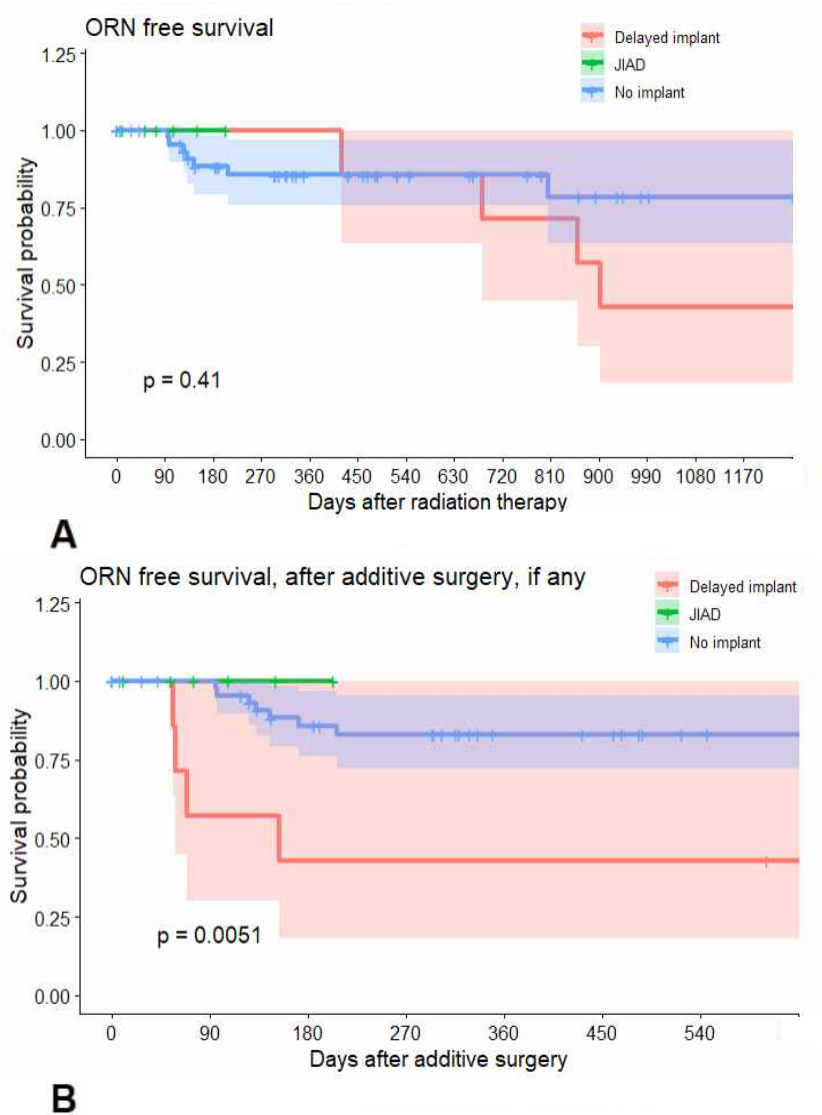


Figure 4. A) 방사선 치료를 받은 환자에서의 방사선 골괴사 생존 분석. 세 군간에 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다. ($p=0.41$) B) 2차적으로 시행한 수술 이후의 기간을 기준으로 한 생존 분석. JIAD 수술을 진행한 그룹에서 유의미하게 낮은 방사선 골괴사 유병률을 보였으며, 방사선 골괴사가 발병한 경우 대부분의 경우에서 6개월 이내에 발생하였다.

4. Cox 비례위험 모형을 통한 방사선 골괴사위험인자 분석

Cox 비례위험 모형을 이용하여 성별, 연령(63세), 방사선 조사량(6000cGy), 식립 위치(상악 혹은 하악)에 대하여 방사선 골괴사 위험인자를 분석하였으며, 그 중 식립 위치를 제외한 인자들은 유의미하게 방사선 골괴사의 유병률을 높이는 위험 인자는 아니었다($p=0.61, 0.874, 0.583, 0.002$)(Figure 5).

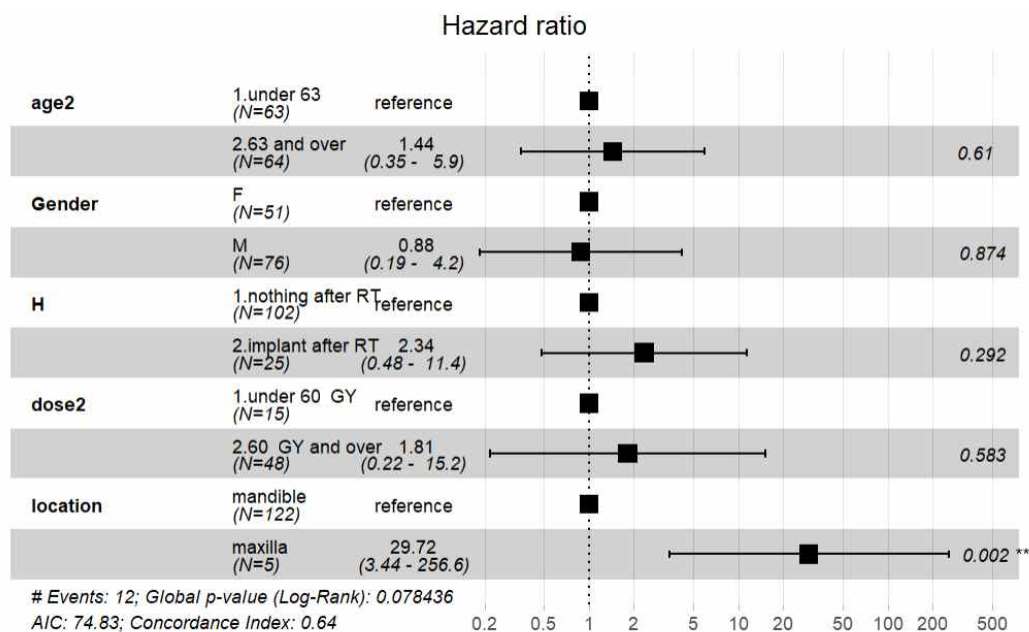


Figure 5. 방사선 골괴사 발생에 대한 Cox 비례위험 모형-위험인자 분석

IV. 고찰

완전한 악골 재건을 위해서는 치열 재건이 포함되는데, 전통적으로 하악골 절제 후 재건은 연속성이 상실된 하악골과 점막에 대해서만 각종 피판을 이용하여 일차적으로 이루어졌고, 추후에 가철성 의치 혹은 임플란트를 이용한 고정성 보철을 이용하여 이차적으로 치열을 재건하였다.(9, 10) 이식된 조직은 기존의 구강 치주 조직에 비해 의치가 유지되고 지지력을 받는 데 불리하므로 (11), 이에 임플란트를 동반한 치열 재건이 좋은 선택지가 될 수 있다.

그러나 악성 종양으로 인해 악골을 절제한 환자에서 방사선 치료를 진행 후 임플란트를 식립하게 될 경우, 본래의 하악골과 마찬가지로 이식된 비골에서 방사선 골괴사가 발생할 가능성이 존재한다. 방사선 치료 6-18개월 이후 임플란트를 식립하면 방사선 골괴사의 위험성이 감소한다는 연구들이 소수 존재하나, 방사선이 조사된 부위의 조직은 저산소성(Hypoxia), 저세포성(Hypocellularity), 저혈관성(Hypovascularity)의 특징을 가지게 되며 이는 쉽게 회복되지 않아(7, 12-14) 임플란트 식립 후 방사선 골괴사의 발생 위험성은 환자의 일생동안 평생 잔존한다고 할 수 있다.(12, 15)

Jackson et al.은 46명의 환자에 식립된 227개의 임플란트에 대해 후향적으로 조사하였는데, 방사선 조사를 받은 곳과 받지 않은 곳에 식립된 임플란트가 생존률에 있어 통계적으로 유의한 차이가 없다고 하였다.(19) 그러나 해당 연구에서는 생존 분석을 한 것이 아닌 단순 임플란트 실패를 경험한 환자 수의 비율만을 비교하였으며, 임플란트 고정체 개수가 아닌 실패한 임플란트가 있었던 환자의 수를 기준으로 비교하여 전체적으로 낮은 임플란트 생존률을 보였으므로, 임플란트에 대한 생존율이라고 해석하기는 어렵다.(방사선을 조사받은 경우 74%, 조사받지 않은 경우 84%). 또한 해당 연구에서는 이식된 골 피판 뿐 아니라 본래의 하악골에 식립된 임플란트 또한 포함되어 있었다는 한

계가 있다. (비골에 식립된 183개, 본래의 하악골에 식립된 44개의 임플란트에 대해 구별 없이 임플란트 생존률에 대한 조사를 진행함)

Ch' ng et al.은 비골 유리 피판에 식립된 243개의 임플란트에 대해 후향적으로 조사하였는데, 방사선 치료를 받은 이후 임플란트를 식립한 경우 (8/43=18.6%) 방사선 치료를 받기 전 식립한 경우 (3/23=13.0%) 혹은 방사선 치료를 받지 않은 경우 (9/177=5.1%)에 비해 높은 임플란트 실패율을 보였다고 하였다 ($p=0.041$). (20)

과거 1980년대에는 이식된 골피판이 기존 하악골과 잘 결합되기 위해 임플란트를 식립하기 전 충분한 시간을 기다려야 한다고 하였다. (17, 18) 그러나 컴퓨터를 이용한 가상 수술 계획법(Virtual surgical planning) 및 3D 프린팅을 이용한 가이드가 개발됨에 따라 수술 시간을 줄일 수 있게 되었고, 최신의 연구들에 따르면 유리피판을 이용한 하악골 재건 시 동시에 임플란트를 식립하더라도 충분히 성공적인 골유착을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있게 되었다. (6, 19) 이에 최근 하악골 재건과 동시에 임플란트를 식립하는 “Jaw in a day(JIAD)” 라고 불리우는 수술법이 제시되었다. (1) 해당 방식으로 수술을 진행하게 될 경우 하악골 및 구강 점막의 재건 및 치열까지 한 번의 수술로 진행할 수 있어 더욱 빠른 구강 기능 재건이 가능하고, 치열 재건을 위한 별도의 수술 횟수를 줄일 수 있다.

일부 연구에서는 방사선이 조사된 이식된 골에 임플란트를 식립하더라도 안전하다고 주장하는 반면(19), 다른 일부는 식립까지 일정 기간을 기다려야 한다고 하는(17, 18) 등 방사선 골괴사와 관련하여 통일된 기준은 현재까지 정립되어 있지 않다. 몇몇 문헌들에서 JIAD 수술 후 임플란트 실패와 방사선 골괴사 발생 위험도에 대해 보고하였으나(4, 6), 지연 식립한 경우와 비교해 위험성이 어떠한지에 대한 연구는 여전히 부족하다. Fayette et al.은 2021년 2명의 JIAD 수술 진행 환자에 대한 케이스를 발표했는데, 그 중 4명의 방사선 치료를 진행한 환자 중 한 명에서 방사선 골괴사가 발생하였다고 보고하였다.

(6) 또한, JIAD 수술을 진행한 22명의 환자에서 식립한 95개의 임플란트에서 97%의 골유합 성공률을 보였으며, 방사선 치료를 받은 4명의 환자에서의 13개 임플란트 또한 성공적으로 골유합을 보였다고 하였다.(6) 단, 4개의 임플란트를 식립했던 한 명의 환자에서 수술 6개월 후 방사선 골괴사가 발생하였다고 하였다.

반면에 Sandoval et al.은 비골 유리 피판을 이용한 재건과 동시에 임플란트를 동시 식립한 10명과 식립하지 않은 10명에 대해 후향적으로 연구를 진행하였는데, 두 그룹 모두 방사선 골괴사는 발생하지 않았고, 그 외 두 그룹간 술 후 감염, 임플란트 실패, 방사선 골괴사 등 부작용 발생률의 유의미한 차이는 없었다고 보고하였다.(4)

본 연구에서 JIAD를 진행한 10명 중 7명에서 수술 후 방사선 치료가 진행되었고, 총 20개의 임플란트가 식립되었다. 이들 중 방사선 골괴사가 발생한 환자는 존재하지 않았다. 반면에, 임플란트를 지연 식립한 군에서는 유의미하게 높은 방사선 골괴사 발생률을 보였다($n=5 / 71.4\%$). 이는 이식된 비골에 임플란트 식립 후 경과 시간을 기준으로 생존 분석을 진행하였을 때 더욱 명확하게 드러났다. 지연 식립한 그룹에서 방사선 골괴사가 발생한 환자들은 1명을 제외하고 모두 임플란트 식립 이후 154일 이내에 발생하였는데, 동시 식립 군에서 이 기간 이상 추적 관찰을 시행했음에도 방사선 골괴사에 이환된 환자는 없었다.

방사선 조사를 받고 일정 기간이 지난 후 임플란트를 식립하게 될 경우 상대적으로 안전하다는 보고들이 과거에 있었으나,(21, 22) 본 저자의 생존 분석 결과에 따르면 방사선 조사를 받은 비골에 임플란트를 식립하는 것은 임플란트 생존률이나 방사선 골괴사 유병률 측면에서 바람직하지 않은 것으로 판단된다. 본 연구에서 지연 식립군의 경우 방사선 치료 후 최소 1년(중간값 642일) 이상의 기간이 지난 후 임플란트를 식립하였음에도 불구하고 유의미하게($p=0.0051$) 방사선 치료를 받지 않은 경우에 비해 방사선 골괴사 유병률이 높

았으며, 2년 이상을 기다린 후 식립한 경우에도 임플란트 식립 부위로부터 방사선 골괴사가 시작되는 경우가 있었다. 이에 방사선 치료 이후 치열에 대한 재건을 진행할 경우 임플란트를 동반하여 치열을 재건하는 것은 권장되지 않을 것으로 사료된다.

피부로 둘러싸인 비골 유리 피판에 식립된 임플란트는 구강 점막으로 둘러싸인 본래의 하악골에 식립하는 경우보다 성공률이 낮은 것으로 알려져 있다. (23-25) 해당 문헌들에 따르면 임플란트 주변의 피부 조직은 상대적으로 임플란트 주위염에 취약하여 점막 이식 등의 부가적인 연조직 조작성이 필요할 수 있다고 하였다.(8) 그러나 방사선 조사를 받은 부위에 부가적인 수술을 진행하게 될 경우 임플란트의 골유착이 완료된 후에도 방사선 골괴사가 발생할 수 있다.(5)

Fayette et al.은 유리혈관화 비골 피판을 이용하여 재건을 진행할 때, 비골의 전면이 교합면을 향하게 위치시키고, 피부 피판이 협측 및 아래쪽으로부터 올라오게 위치시키게 되면 깊은 협측 전정을 형성할 수 있다고 하였다.(6) (Figure 6) 이러한 피부 피판의 위치는 임플란트 주위로 생기는 육아 조직의 형성을 억제할 수 있어 추가적인 연조직 관련 수술의 필요성을 줄일 수 있다. 본원에서는 상술한 Fayette의 방법을 이용하여 피부 피판, 비골 및 임플란트를 위치시켰고, 방사선 치료 후까지도 육아 조직의 형성은 보이지 않았다. 또한 방사선 치료를 진행한 후에는 피부 피판의 부피가 감소하여 부착치은과 같은 형상을 띄게 되었다. 방사선 치료를 받지 않은 경우에도 비각화 점막에 비해서는 움직임이 덜하여 보철을 진행한 이후 자극에 더 잘 견딜 수 있었다.

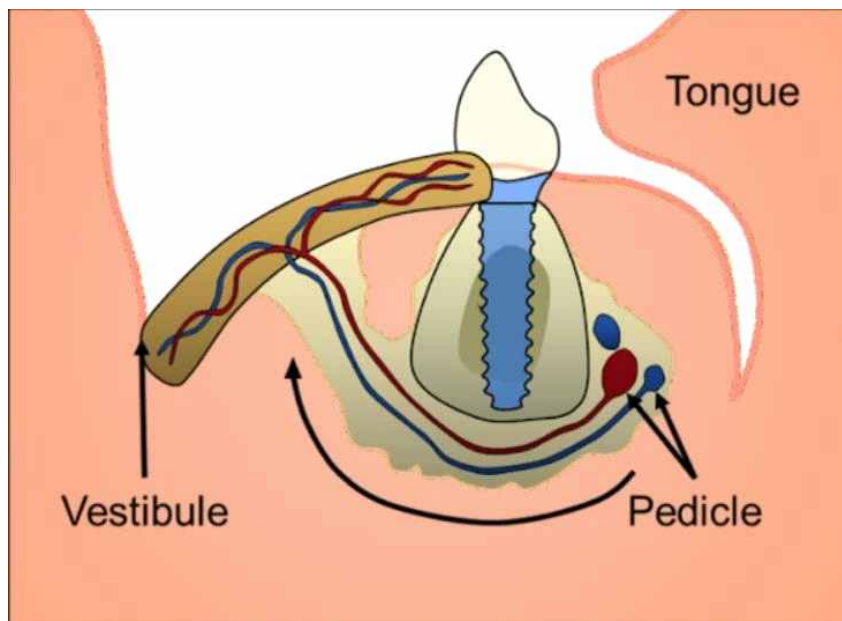


Figure 6. Fayette의 피부 피판 및 골피판 위치 방법을 모식적으로 나타내었다.

JIAD 수술을 진행하게 될 경우 1회 수술 비용은 더 많이 청구되게 된다. 그러나 임플란트를 자연 식립하게 될 경우 추가적인 수술 비용을 도합하게 되면 같거나 오히려 높은 비용이 청구되게 된다. 게다가 자연 식립의 경우 임플란트 실패 확률도 높으며 방사선 치료를 받은 환자의 경우 방사선 골괴사의 위험성도 가지게 되어 환자에게 더 많은 사회, 경제적 손실을 가져다줄 수 있다. 이에 JIAD 수술은 한 번의 수술로 일상으로의 환자가 더 빠르게 회복을 도모할 수 있게 하며, 장기적으로 보았을 때 사회, 경제적 이득을 가져다 줄 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 유리혈관화 비골 피판을 이용하여 악골을 재건함과 동시에 임플란트를 동시 식립한 10명의 환자들에 대해 전향적으로, 동시 식립하지 않고 재건만 진행했던 117명의 환자들에 대해 후향적으로 비교 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 동시 식립군에서 지연 식립군에 비해 더 우수한 임플란트 생존률을 보였으며($p=0.023$), 술 후 방사선 치료를 진행한 경우 더욱 큰 생존률 차이를 보였다($p<0.0001$).

2. 방사선 치료를 진행한 환자의 경우 동시 식립군에서 지연 식립군에 비하여 유의미하게 낮은 방사선 골괴사 유병률을 보였다($p=0.0051$).

3. JIAD 수술을 진행하는 경우 재건 후 더 빠른 기간 내에 기능적 회복을 도모할 수 있고, 추가적인 수술의 횟수를 획기적으로 줄일 수 있는 면에서 사회-경제적 이점이 있다.

위 결과를 통해 비골 유리 피판을 이용한 재건이 필요한 환자에서 더 빠른 기능적 회복과 높은 성공률, 낮은 합병증 발생의 가능성을 고려하였을 때 임플란트를 동시 식립하는 것이 긍정적으로 검토되어야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- 1 Levine JP, Bae JS, Soares M, et al. Jaw in a day: Total maxillofacial reconstruction using digital technology. *Plast Reconstr Surg*. 2013;131(6):1386-1391. doi:10.1097/PRS.0b013e31828bd8d0
- 2 Kim NK, Kim HY, Kim HJ, Cha IH, Nam W. Considerations and protocols in virtual surgical planning of reconstructive surgery for more accurate and esthetic neomandible with deep circumflex iliac artery free flap. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2014;36(4):161-167. doi:10.14402/jkamprs.2014.36.4.161
- 3 Allen RJ, Nelson JA, Polanco TO, Shamsunder MG, Ganly I, et al. 2020. Short-term outcomes following virtual surgery-assisted immediate dental implant placement in free fibula flaps for oncologic mandibular reconstruction. *Plast. Reconstr. Surg*. 146(6):768e-76
- 4 Gelblum D, Sandoval ML, Matros E, Nelson JA, Allen RJ, Rosen EB. 2020. Immediate dental implants in fibula free flaps to reconstruct the mandible: A pilot study of the short-term effects on radiotherapy for patients with head and neck cancer. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*. 106(5):1212
- 5 Nooh N. Dental implant survival in irradiated oral cancer patients: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28(5):1233-1242. doi:10.11607/jomi.3045
- 6 Williams FC, Hammer DA, Wentland TR, Kim RY. Immediate teeth in fibulas: Expanded clinical applications and surgical technique. *J Oral Maxillofac Surg*. 2021;79(9):1944-1953. doi:10.1016/j.joms.2021.04.005

- 7 Marx RE, Johnson RP. Studies in the radiobiology of osteoradionecrosis and their clinical significance. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1987;64(4):379-390. doi:10.1016/0030-4220(87)90136-8

- 8 Meloni SM, Tallarico M, De Riu G, et al. Guided implant surgery after free-flap reconstruction: Four-year results from a prospective clinical trial. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2015;43(8):1348-1355. doi:10.1016/j.jcms.2015.06.046

- 9 Kim MG, Lee ST, Park JY, Choi SW. Reconstruction with fibular osteocutaneous free flap in patients with mandibular osteoradionecrosis. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.* 2015;37(1). doi:10.1186/s40902-015-0007-3

- 10 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(1):56-73. doi:10.1177/019459988910100111

- 11 Chiapasco M, Biglioli F, Autelitano L, Romeo E, Brusati R. Clinical outcome of dental implants placed in fibula-free flaps used for the reconstruction of maxillo-mandibular defects following ablation for tumors or osteoradionecrosis. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(2):220-228. doi:10.1111/j.1600-0501.2005.01212.x

- 12 Anderson L, Meraw S, Al-Hezaimi K, Wang HL. The influence of radiation therapy on dental implantology. *Implant Dent.* 2013;22(1):31-38. doi:10.1097/I.D.0b013e31827e84ee

- 13 Granström G. Osseointegration in irradiated cancer patients: An analysis with

- h respect to implant failures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(5):579-585. doi:10.1016/j.joms.2005.01.008
- 14 Stone HB, Coleman CN, Anscher MS, McBride WH. Effects of radiation on normal tissue: Consequences and mechanisms. *Lancet Oncol.* 2003;4(9):529-536. doi:10.1016/S1470-2045(03)01191-4
- 15 Epstein J, Van Der Meij E, McKenzie M, Wong F, Lepawsky M, Stevenson-Moore P. Postradiation osteonecrosis of the mandible: A long-term follow-up study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997;83(6):657-662. doi:10.1016/S1079-2104(97)90314-0
- 17 Berggren A, Weiland AJ, Dorfman H. The effect of prolonged ischemia time on osteocyte and osteoblast survival in composite bone grafts revascularized by microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg.* 1982;69(2).
- 18 Albrektsson T. Repair of bone grafts. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1980;14(1):1-12. doi:10.3109/02844318009105731
- 19 Jackson RS, Price DL, Arce K, Moore EJ. Evaluation of clinical outcomes of osseointegrated dental implantation of fibula free flaps for mandibular reconstruction. *JAMA Facial Plast Surg.* 2016;18(3):201-206. doi:10.1001/jamafacial.2015.2271
- 20 Ch' ng S, Hanasono MM. Osseointegrated implant-based dental rehabilitation in head and neck reconstruction patients. *Head Neck.* 2016;38(S1):E321-E327. doi:10.1002/HED
- 21 Taylor TD, Worthington P. Osseointegrated implant rehabilitation of the previously irradiated mandible: Results of a limited trial at 3 to 7 years.

- J Prosthet Dent. 1993;69(1):60-69. doi:10.1016/0022-3913(93)90242-G
- 22 Jacobsson MG, Jonsson AK, Albrektsson TO, Turesson IE, Saha S. Short- and long-term effects of irradiation on bone regeneration. *Plast Reconstr Surg*. 1985;76(6):849-850
- 23 Anne-Gaëlle B, Samuel S, Julie B, Renaud L, Pierre B. Dental implant placement after mandibular reconstruction by microvascular free fibula flap: Current knowledge and remaining questions. *Oral Oncol*. 2011;47(12):1099-1104. doi:10.1016/j.oraloncology.2011.07.016
- 24 Hessling SA, Wehrhan F, Schmitt CM, Weber M, Schlittenbauer T, Scheer M. Implant-based rehabilitation in oncology patients can be performed with high long-term success. *J Oral Maxillofac Surg*. 2015;73(5):889-896. doi:10.1016/j.joms.2014.11.009
- 25 Li BH, Byun SH, Kim SM, Lee JH. The clinical outcome of dental implants placed through skin flaps. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States)*. 2014;151(6):945-951. doi:10.1177/0194599814552061

Abstract

Safety and efficacy of simultaneous implant placement in reconstruction of the jaw using fibular free flap: Prospective and retrospective study

Taeho Roh

Department of Dental science

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Hyung Jun Kim, M.D., D.D.S., Ph.D.)

In cases where malignant tumors or aggressive benign tumors such as ameloblastoma have progressed, segmental defects in the jaw bone may occur following tumor resection. In such cases, reconstruction of the defect using a fibular free flap and subsequent implant placement can facilitate functional rehabilitation of the patient through fixed or removable prosthesis. However, when placing implants after reconstruction, especially in cases where postoperative radiation therapy has been implemented, the risk of implant failure and osteoradionecrosis delay implant placement, thereby reducing the possibility of successful functional rehabilitation.

To evaluate the safety and efficacy of simultaneous implant placement during reconstruction surgery using a fibular free flap(Jaw in a day, JIAD), we conducted a prospective study. Ten patients who underwent reconstruction surgery with simultaneous implant placement from June 2023 to February 2024 at the Oral and Maxillofacial Surgery Department of Yonsei University Dental Hospital were included in the study. Additionally, a retrospective study was conducted, 117 patients who underwent mandibular reconstruction using a fibular free flap without simultaneous implant placement from January 2016 to February 2024 were included. The study aimed to compare the implant survival rates and the occurrence of osteoradionecrosis between the two groups

The results demonstrated a superior implant survival rate in the JIAD group, particularly showing a significantly greater survival rate difference of implant fixtures among patients who underwent postoperative radiation therapy. Furthermore, patients who received radiation therapy showed a significantly lower incidence of osteoradionecrosis in the JIAD group compared to the delayed placement group.

Considering the faster functional recovery, higher implant survival rates, and lower incidence of osteoradionecrosis, simultaneous implant placement should be positively considered.

Key words : fibular free flap, implant survival rate, radiation therapy, osteoradionecrosis, reconstruction of the jaw