

# 내부연결 임플란트의 보철 수복 후 성공률에 미치는 위험요소에 관한 10년간의 후향적 연구

## A 10-year retrospective study on the risk factors affecting the success rate of internal connection implants after prosthetic restoration

이서인·김민정\*

Seoin Lee, Min-Jeong Kim\*

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Wonkwang University, Iksan, Republic of Korea

### ORCID iDs

Seoin Lee

<https://orcid.org/0009-0007-2792-8588>

Min-Jeong Kim

<https://orcid.org/0000-0002-4114-3249>

**Purpose.** The purpose of this study is to help increase the success rate by analyzing the types and characteristics of implant prosthesis and the survival rate. **Materials and methods.** Among implants placed between 2011 and 2020 at Sanbon Dental Hospital, College of Dentistry, Wonkwang University, a case restored by a prosthetic surgeon was investigated for the characteristics and correlation of failure. The causes of failure were classified as failure of osseointegration, peri-implantitis, fixture fracture, abutment fracture, screw fracture, screw loosening, prosthesis fracture, and loss of prosthesis retention. Prosthetic method, cantilever presence, placement location, etc. were analyzed for their correlation with implant failure. Results analysis was derived through Chi-square test and Kaplan-Meier survival analysis using SPSS ver 25.0 (IBM, Chicago, IL, USA). **Results.** A total of 2587 implants were placed, of which 1141 implants were restored with Single Crown and 1446 implants with Fixed Partial Denture, and the cumulative survival rate was 88.1%. The success rate of SC was 86.2% (984) and the success rate of FPD was 89.6% (1295), showing statistically significant differences, among which factors that had significant differences were abutment fracture, screw fracture, and screw loosening ( $P < .05$ ). **Conclusion.** As a result of the 10-year follow-up, more failures occurred due to biomechanical factors than biological factors. Further studies on the success of implants will be needed in the future. (J Korean Acad Prosthodont 2023;61:113-24)

### Keywords

Dental implant; Retrospective study; Success rate

### Corresponding Author

Min-Jeong Kim

Department of Prosthodontics,  
School of Dentistry, Wonkwang  
University, 460 Iksan-Daero, Iksan  
54538, Republic of Korea  
+82 (0)31 390 2886  
simple96@wonkwang.ac.kr

**Article history** Received February  
6, 2023 / Last Revision March 26,  
2023 / Accepted March 27, 2023

© 2023 The Korean Academy of Prosthodontics

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

임플란트 보철은 상실치를 대신하여 기능할 수 있는 예지성 높은 치료방법 중 하나로, 현재 부분 및 전체 무치악을 수복하는 보편적인 방법으로 자리잡았다.<sup>1,2</sup> 잔존치아와 인접 조직에 가해지는 손상을 최소화할 수 있으며 자연치아의 저작, 심미, 발음, 편안함 등을 되찾는 임플란트 술식은 치과 임상에서 나날이 비중이 커지고 있다.

1977년 Brånemark의 골유착 임플란트에 대한 10년간의 임상결과 발표 이후로 높은 성공률에 도달하였음에도 임플란트는 실패의 가능성이 여전히 남아있어 장기적인 예후에 대한 관심도가 높아지고 있다.<sup>3</sup> 실패로 인해 재식립한 임플란트는 이전에 손상되지 않은 부위에 비해 생존율이 상대적으로 낮아질 수 있으므로 동일 기관에서의 추적 연구를 통한 예후 분석이 필요하다고 볼 수 있다.<sup>4</sup>

임플란트의 성공의 기준은 임상적인 동요도가 없으며, 임플란트 주변 방사선 투과상의 부재, 기능 부하의 첫 해 이후 평균 수직 골 소실이 연간 0.2 mm 미만, 통증·불편함 및 감염의 부재, 5년간의 성공률이 85%, 10년간의 성공률이 80% 이상 등으로 정의할 수 있다.<sup>5</sup> 따라서 임플란트 성공률 분석은 단기간의 분석 뿐 아니라 10년 이상의 장기간 분석도 중요하다. 한편 임플란트 실패는 시기에 따라 보철물 장착 전의 조기 실패와 후의 지연 실패로 나누어진다. 조기 실패와 지연 실패의 원인은 상이하다. 조기 실패의 원인은 주로 골유착 실패이며, 지연 실패의 원인은 골유착 실패, 임플란트 주위염, 임플란트 각종 구조의 파절, 임플란트 나사 풀림, 보철물 유지력 상실, 보철물 파절 등이 있다.<sup>6-8</sup> 장기적 예후 평가는 이 중 지연 실패를 분석하는 것이 해당된다.<sup>9,10</sup>

임플란트의 실패요인은 환자 요인, 보철적 요인으로 나눌 수 있다.<sup>11</sup> 여기에서 보철적 요인은 환자 요인에 비해 제거가 쉽기 때문에 성공률을 높이기 위해서는 치료 시에 이를 제거하기 위해 노력해야 한다. 전체 보철 계획 수립 시에 임플란트의 개수, 위치, 보철 디자인 등을 정하게 되는데, 실패 요인의 분석을 통해 합병증을 최소화할 수 있는 치료계획을 세우는 것이 필요하다.<sup>12,13</sup>

본 연구는 원광대학교 치과대학 산본치과병원에서 2011년에서 2020년 사이에 식립된 내부연결 임플란트에 대해 보철 계획 수립 시에 결정할 임플란트 개수, 보철 개수, 보철재료, 위치, 가공치, 캔틸레버 여부 등과 실패의 연관성을 분석하였다.

연구 목적은 임플란트의 장기적인 예후를 후향적으로 평가함으로써 임플란트의 실패원인과 관련 요인을 분석하고 더 나아가 임플란트 실패율을 최소화할 수 있는 보철 계획을 수립하는데 있다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

원광대학교 치과대학 산본치과병원에서 2011년부터 2020년까지 식립된 임플란트 중, 한 명의 보철전문의에 의해 보철 수복된 환자를 선정하였다. 임플란트 수술은 구강악안면외과 및 치주과 전문의가 시행하였으며, 1022명의 환자(여성 489명, 남성 533명)에 총 2587개의 임플란트가 보철수복 완료되었으며, 1인당 2.53개의 임플란트가 수복되었다. Astra Tech Dental Implant System (Mölnådal, Sweden), Osstem implant Co. (Seoul, Korea), Dentium implant Co. (Suwon, Korea), DIO Implant (Busan, Korea), Straumann (Waldenburg, Switzerland) 등 다양한 제조사의 임플란트 시스템이 적용되었다. 보철 수복 후 모든 환자는 6 - 12개월마다 정기검진으로 내원하였으며 관찰 시기는 2022년 3월까지 정기검진으로 내원한 환자로 하였다.

환자 의무기록을 근거로 하여 성별, 나이, 식립 위치, 제조사, 임플란트 직경 및 길이, 보철 유형, 식립 기간, 실패원인, 실패 유형 등의 자료를 수집하였다. 임플란트 성공의 기준은 방사선 투과상, 동통, 동요도, 신경 마비가 없으며 보철물이 정상적으로 기능하는 것으로 하였으며 실패의 요인은 골유착 실패, 임플란트 주위염, 고정체 파절, 지대주 파절, 나사 파절, 나사 풀림, 보철물 파절, 보철물 유지력 상실로 분류하였다.<sup>14</sup> 수집된 자료 중 ① 단일 및 다수 임플란트 보철과 합병증의 유형이 확연히 다른 임플란트 피개의치로 수복된 경우, ② 표본 수가 극히 적은 제조사(Nobel biocare, Xive, Bicon 등)의 경우, ③ 표본 수가 극히 적은 금관 및 금속관으로 수복한 경우, ④ 교합력 부하 전의 조기 실패는 통계에서 제외하였다.<sup>15</sup> 본 후향적 연구는 원광대학교 생명윤리위원회의 승인 하에 진행하였다(WKIRB-202204-BM-036).

## 2. 통계분석

보철 방식은 단일관(SC)과 고정성 국소의치(FPD)로 분류하고, FPD의 경우 보철물 unit 수, 가공치 개수, 캔틸레버 여부 등에 따라 분류하였다. 각각 방식 별로 임플란트 실패와의 연관성을 분석하고, 환자군 특성을 기술하였다. 기존 의무기록을 활용하며 SPSS, version 25.0 (IBM, Chicago, IL, USA)를 이용하여 각각의 특성과 임플란트 실패와의 연관성을 Chi-square test, Kaplan-Meier 생존분석 등을 통하여 도출하였고 유의수준 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 간주하였다.

## 결과

### 1. 식립 분포

2011년 - 2020년의 기간동안 총 2587개의 임플란트가 1022명의 환자(남성 533명, 여성 489명)에 식립되었다. 남성과 여성의 연령은 각각 18 - 92세, 18 - 87세였으며 1차 수술 시 평균연령은 56.6 ± 11.8세로 나타났다. 현재 국민건강보험혜택을 받을 수 있는 만 65세를 기준으로 분류한 결과 만 65세 미만인 경우 1948개(75.3%), 이상인 경우 639개(24.7%)이었다. 식립된 임플란트의 제조사 및 식립된 고정체의 수는

Osstem implant Co. (Seoul, Korea) 1287개, Dentium implant Co. (Suwon, Korea) 843개, Straumann dental implant system (Basel, Switzerland) 191개, DIO Implant (Busan, Korea) 143개, Astra Tech Dental Implant System (Mölnadal, Sweden) 117개 순이었으며, 모두 내부 연결 임플란트였다. 경과 관찰 기간은 평균 42.53 ± 27.3개월이었으며 최장 129개월이었다.

임플란트는 상악 전치부 292개(11.3%), 상악 구치부 1112개(43.0%), 하악 전치부 106개(4.1%), 하악 구치부 1077개(41.6%)에 식립되었다. 임플란트의 직경은 3.75 mm 이하인 경우를 narrow, 3.75 mm 초과 5 mm 미만인 경우를 regular, 5 mm 이상인 경우를 wide로 분류하고 길이는 8 mm 이하인 경우를 short, 8 mm 초과 13 mm 미만인 경우를 regular, 13 mm 이상인 경우를 long으로 분류하였다.<sup>11,16,17</sup> 직경이 narrow인 경우는 273개 (10.6%), regular인 경우는 2078개(80.3%), wide인 경우 236개(9.1%)였으며 길이가 short인 경우 184개(7.1%), regular인 경우 2359개(91.2%), long인 경우 44개(1.7%)였다 (Table 1).

총 1141개의 임플란트가 SC로, 1446개의 임플란트가 FPD로 수복되었다. FPD로 수복된 임플란트 보철 중 보철 unit 수는 최대 7-unit이었고, 가공치는 한 보철물에 최대 4개였으며 가공치가 없는 것은 1094개, 캔틸레버인 것은 17개, 그 외 가공치가 있는 것은 335개였다.

**Table 1.** Implant prosthetic method and classification according to diameter, length, and location

		SC		FPD						Total	
				With Pontic		Without Pontic					
		N	%	With Cantilever	Without Cantilever	N	%	N	%	N	%
Diameter	Narrow	86	7.5	1	5.9	111	33.1	75	6.9	273	10.6
	Regular	902	79.1	16	94.1	212	63.3	948	86.7	2078	80.3
	Wide	153	13.4	-	-	12	3.6	71	6.5	236	9.1
Length	Short	90	7.9	-	-	5	1.5	89	8.1	184	7.1
	Regular	1033	90.5	17	100	317	94.6	992	90.7	2359	91.2
	Long	18	1.6	-	-	13	3.9	13	1.2	44	1.7
Location	Mx. Ant.	89	7.8	8	47.1	140	41.8	55	5.0	292	11.3
	Mx. Post.	438	38.4	4	23.5	84	25.1	586	53.6	1112	43.0
	Mn. Ant.	31	2.7	1	5.9	64	19.1	10	0.9	106	4.1
	Mn. Post.	583	51.1	4	23.5	47	14.0	443	40.5	1077	41.6

## 2. 성공률 및 실패율 비교

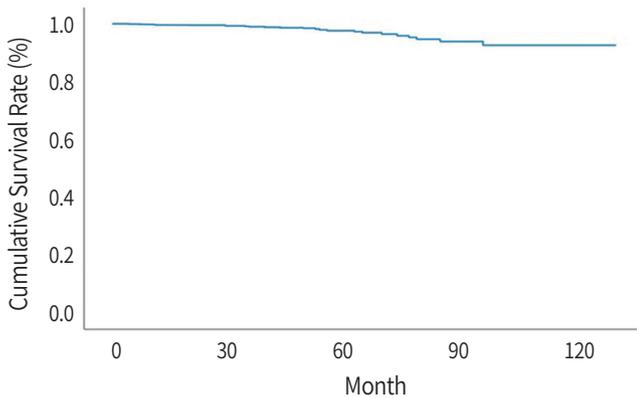
2587개의 임플란트 중 2279개의 임플란트가 성공하여 임플란트의 누적생존율은 88.1%였다 (Fig. 1). 실패한 임플란트는 총 308개였으며 그 중 두 가지 이상의 요인이 복합적으로 발생한 경우는 37개였다. 실패 요인은 골유착 실패 5개(1.6%), 임플란트 주위염 49개(15.9%), 고정체 파절 16개(5.2%), 지대주 파절 13개(4.2%), 나사 파절 4개(1.3%), 나사 풀림 33개(10.7%), 보철물 파절 64개(20.8%), 보철물 유지력 상실 163개(53.0%)로 분석되었다.

보철수복 형태는 SC 또는 FPD로 나뉘어졌다. 보철 종류에 따른 성공률의 차이를 분석하기 위해 Kaplan-Meier 생존분석

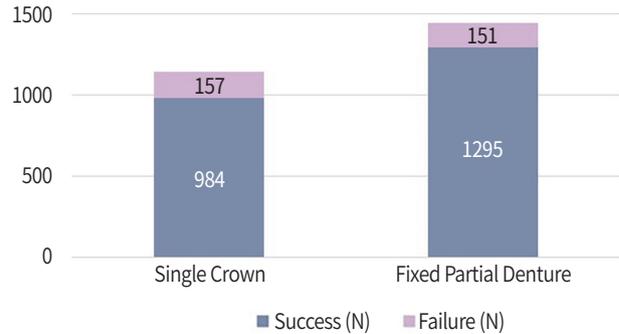
을 이용하여 생존율을 비교하였다. SC의 성공률은 86.2% (984개), FPD의 성공률은 89.6% (1295개)로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $P = .010$ , Chi-square test) 실패요인 중 지대주 파절( $P = .017$ ), 나사 파절( $P = .024$ ), 나사 풀림( $P < .001$ )은 SC와 FPD 간에 유의한 차이를 나타냈다 (Fig. 2, Table 2).

### 1) SC

1141개의 임플란트가 SC로 수복되었으며 총 성공률은 86.2% (984개)였다. Chi-square test를 통해 각종 요인과 임플란트 실패율의 관련성을 분석하였다. 그 결과 유의한 차이를 보이는 요인은 연령 ( $P = .007$ ), 보철재료( $P < .001$ )였다. 연령에 따른 성공률은 만 65세 미만인 경우 84.7% (877개 중 743



**Fig. 1.** Implant Cumulative Survival Curve. The cumulative survival rate of implants was 88.1%.



**Fig. 2.** Distribution number of implant success and failure by prosthetic type. In the case of SC, 984 out of 1141 were successful, resulting in a success rate of 86.2%, and in the case of FPD, 1295 out of 1446 were successful, resulting in a success rate of 89.6%, which showed a statistically significant difference.

**Table 2.** Success/failure rate and difference according to failure factors by prosthetic method

	SC				FPD				P value
	Success		Failure		Success		Failure		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Failed Osseointegration	1137	99.6	4	0.4	1445	99.9	1	0.1	.106
Implantitis	1119	98.1	22	1.9	1419	98.1	27	1.9	.910
Fixture Fracture	1131	99.1	10	0.9	1440	99.6	6	0.4	.137
Abutment Fracture	1131	99.1	10	0.9	1443	99.8	3	0.2	.017
Screw Fracture	1137	99.6	4	0.4	1446	100.0	0	0.0	.024
Screw Loosening	1110	97.3	31	2.7	1444	99.1	2	0.1	< .001
Crown Fracture	1110	97.3	31	2.7	1413	97.7	33	2.3	.480
Loss of Retention	1071	93.9	70	6.1	1353	93.6	93	6.4	.758
Total	984	86.2	157	13.8	1295	89.6	151	10.4	.010

개), 이상인 경우 91.3% (264개 중 241개)이었으며 보철물 재료에 따른 성공률은 zirconia 92.3% (401개 중 370개), 금속 도재관(porcelain-fused-to-metal restoration) 83% (740개 중 614개)이었다 (Table 3).

이외의 요인들은 유의한 차이를 보이지 않았다. 성별에 따른 성공률은 남성의 경우 84.4% (616개 중 520개), 여성의 경우 88.4% (525개 중 464개)이었다 ( $P = .053$ ). 식립위치에 따른 성공률은 상악 전치부 83.1% (89개 중 74개), 상악 구치부 87.2% (438개 중 382개), 하악 전치부 93.5% (31개 중 29개), 하악 구치부 85.6% (583개 중 499개)이었다 ( $P = .445$ ). 직경에 따른 성공률은 narrow의 경우 81.4% (86개 중 70개), regular의 경우 86.6% (902개 중 781개), wide의 경우 86.8% (153개 중 133개)이었으며 ( $P = .396$ ), 길이에 따른 성공률은 short의 경우 88.9% (90개 중 80개), regular인 경우 86.2% (1033개 중 890개), long인 경우 77.8% (18개 중 14개)이었다 ( $P = .444$ ).

임플란트 실패율은 13.76% (157개)로 2개 이상의 요인이 작용한 경우는 24개였다. 실패의 요인은 총 실패 157개 중 보철물 유지력 상실 70개, 나사 풀림 31개, 임플란트주위염 22개, 보철물 파절 17개, 고정체 파절 10개, 지대주 파절 10개, 골 유착 실패 4개, 나사 파절 4개 순으로 나타났다 (Table 2).

2) FPD

총 1446개의 임플란트가 FPD로 수복되었으며 총 성공률은 89.6% (1295개)였다. 카이제곱 검정을 통해 각종 요인과 임플란트 실패율의 관련성을 분석하였다. 그 결과 유의한 차이를 보이는 요인은 식립위치, 직경, 보철재료, 보철물 unit 수, 가공치 개수였다 ( $P < .001$ ). 식립위치에 따른 성공률은 상악 전치부 77.3% (203개 중 157개), 상악 구치부 92.0% (674개 중 620개), 하악 전치부 85.3% (76개 중 65개), 하악 구치부 91.9% (493개 중 453개)이었다. 직경에 따른 성공률은 narrow의 경우 79.7% (187개 중 149개), regular의 경우 90.6% (1176개 중 1065개), wide의 경우 97.6% (83개 중 81개)이었으며, 보철물 재료에 따른 성공률은 zirconia 94.1% (547개 중 515개), PFM 86.8% (899개 중 780개)이었다. 보철물 unit 수에 따른 성공률은 2-unit의 경우 91.9% (1012개 중 930개), 3-unit의 경우 92.4% (251개 중 232개), 4-unit의 경우 68.8% (96개 중 66개), 5-unit의 경우 90.6% (32개 중 29개), 6-unit의 경우 63% (46개 중 29개), 7-unit의 경우 100% (9개 중 9개)이었다. 가공치 개수에 따른 성공률은 0개일 경우 92% (1094개 중 1007개), 1개일 경우 89.9% (199개 중 179개), 2개일 경우 69.0% (116개 중 80개), 3개일 경우 70.0% (20개 중 14개), 4개일 경우 88.2% (17개 중 15개)이었다 (Table 4).

**Table 3.** Success and failure according to various factors in SC

	N	Success		Failure		P value	
		N	%	N	%		
Gender	Male	616	520	84.4	96	15.6	.053
	Female	525	464	88.4	61	11.6	
Age	< 65	877	743	84.7	134	15.3	.007
	≥ 65	264	241	91.3	23	8.7	
Location	Mx. Ant.	89	74	83.1	15	16.9	.445
	Mx. Post.	438	382	87.2	56	12.8	
	Mn. Ant.	31	29	93.5	2	6.5	
	Mn. Post.	583	499	85.6	84	14.4	
Diameter	Narrow	86	70	81.4	16	18.6	.396
	Regular	902	781	86.6	121	13.4	
	Wide	153	133	88.9	20	13.2	
Length	Short	90	80	86.2	10	11.1	.444
	Regular	1033	890	88.9	143	13.8	
	Long	18	14	77.8	4	22.2	
Material	Zirconia	401	370	92.3	31	7.8	< .001
	PFM	740	614	83.0	126	17.0	

**Table 4.** Success and failure according to various factors in FPD

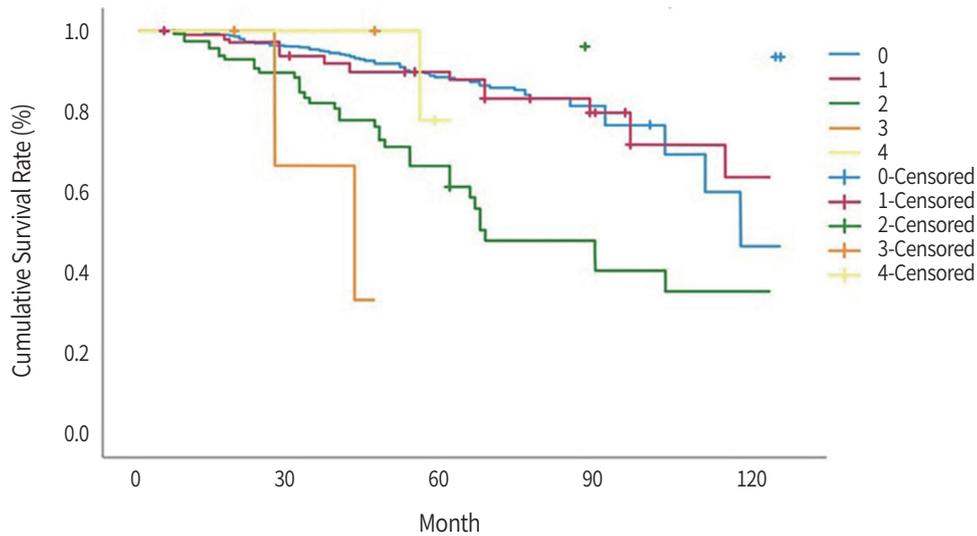
		N	Success		Failure		P value
			N	%	N	%	
Gender	Male	783	700	89.4	83	10.6	.831
	Female	663	595	89.7	68	10.3	
Age	< 65	1071	955	89.2	116	10.8	.414
	≥ 65	375	340	90.7	35	9.3	
Location	Mx. Ant.	203	157	77.3	46	22.7	< .001
	Mx. Post.	674	620	92.0	54	8.0	
	Mn. Ant.	75	64	85.3	11	14.7	
	Mn. Post.	494	454	91.9	40	8.1	
Diameter	Narrow	187	149	79.7	38	20.3	< .001
	Regular	1176	1065	90.6	111	9.4	
	Wide	83	81	97.6	2	2.4	
Length	Short	94	85	90.4	9	9.6	.102
	Regular	1326	1190	89.7	136	10.3	
	Long	26	20	76.9	6	23.1	
Material	Zirconia	547	515	94.1	32	5.9	< .001
	PFM	899	780	86.8	119	13.2	
Prosthetic Units	2-unit	1012	930	91.9	82	8.1	< .001
	3-unit	251	232	92.4	19	7.6	
	4-unit	96	66	68.8	30	31.2	
	5-unit	32	29	90.6	3	9.4	
	6-unit	46	29	63.0	17	37.0	
	7-unit	9	9	100.0	0	0.0	
Pontic	0	1094	1007	92.0	87	8.0	< .001
	1	199	179	89.9	20	10.1	
	2	116	80	69.0	36	31.0	
	3	20	14	70.0	6	30.0	
	4	17	15	88.2	2	11.8	
	5	17	15	88.2	2	11.8	
Cantilever	X	1429	1280	89.6	149	10.4	.858
	O	17	15	88.2	2	11.8	

이외의 요인들은 유의한 차이를 보이지 않았다. 성별에 따른 성공률은 남성의 경우 89.4% (783개 중 700개), 여성의 경우 89.7% (663개 중 595개)이었다 ( $P = .831$ ). 연령에 따른 성공률은 만 65세 미만인 경우 89.2% (955개 중 1071개), 이상인 경우 90.7% (375개 중 340개)이었으며 ( $P = .414$ ) 길이에 따른 성공률은 short의 경우 90.4% (94개 중 85개), regular인 경우 90.6% (1326개 중 1190개), long인 경우 76.9% (26개 중 20개)이었다 ( $P = .102$ ). 캔틸레버 여부에 따른 성공률은 캔틸레버가 아닌 경우 89.6% (1429개 중 1280개), 맞는 경우 88.2% (17개 중 15개)이었다 ( $P = .858$ ).

임플란트 실패율은 10.4% (151개)로 2개 이상의 요인이 작

용한 경우는 13개였다. 실패의 요인은 총 실패 151개 중 보철물 유지력 상실 93개, 보철물 파절 33개, 임플란트주위염 27개, 고정체 파절 6개, 지대주 파절 3개, 나사 풀림 2개, 골유착 실패 1개, 나사 파절 0개 순으로 나타났다 (Table 2).

SC와의 차별점인 가공치 개수와 캔틸레버 여부에 따른 성공률 분석을 위해 Kaplan-Meier 생존분석을 시행하였다. 가공치 개수가 0개나 1개인 경우보다 2개 이상인 경우부터 성공률이 저조한 것으로 나타났다 ( $P < .001$ ). 한편 캔틸레버 여부에 따른 성공률은 유의한 차이가 없는 것으로 드러났다 ( $P = .750$ ) (Fig. 3, Table 5).



**Fig. 3.** Survival curve according to the number of pontics of prosthesis. It was found that the success rate was lower when the number of pontics was 2 or more than when the number of pontics was 0 or 1.

**Table 5.** 95% Confidence Interval according to number of Pontics and Cantilever

Variable		95% CI	
Pontic	0	103.878	112.311
	1	100.735	115.134
	2*	70.188	90.956
	3*	33.355	44.645
	4*	59.037	62.296
Cantilever	X	101.595	108.523
	O	75.624	107.519

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

### 고찰

본 연구는 원광대학교 치과대학 산본치과병원 치과보철과에서 이루어진 후향적 연구로, 임플란트 보철수복에 대한 장기간의 추적 조사이다. 연구의 목적은 임플란트 실패 원인 및 위험요소를 평가하여 임플란트 합병증 및 치료결과를 예측하는 것이다. 보철 전문의는 각종 위험 요소를 인식하여 보다 더 나은 치료결과를 낼 수 있도록 계획을 결정 및 개선할 수 있다.

초기의 Brånemark 시스템은 외부연결 임플란트 보철방식을 채택하였으며 임플란트-지대주 경계면은 높이 0.7 mm의 외부 육각을 이용하여 연결하였다.<sup>18,19</sup> 이 방식은 오랫동안 연구 및 사용되었으나 회전저항성이 떨어지며 외부 육각의 높이

가 낮아 응력 분산에 불리하고, 결국 임플란트 나사에 응력이 집중되어 나사 풀림 현상이 발생한다는 한계가 있다.<sup>20,21</sup> 내부연결 임플란트 보철방식은 고정체 내부에서 지대주와 연결하는 방식으로 ‘platform switching’을 통해 수평 골흡수를 줄일 수 있다. 또한 고정체-지대주 간의 접촉면적이 넓어짐에 따라 회전저항성 및 응력분산에 더 효과적이어서 나사 풀림 현상을 줄일 수 있어 최근에는 내부연결 방식의 사용이 선호된다.<sup>22</sup> 본 연구에서는 이러한 내부연결 임플란트의 실패와 관련된 수 있는 요소들을 조사하였다.

10년 간의 추적 조사 결과 2587개의 임플란트 중 308개가 실패하여 총 성공률 88.1%를 기록했다. 이는 임플란트의 10년 성공률에 관한 Howe 등,<sup>23</sup> Lekholm 등<sup>24</sup>의 연구보다 다소 낮은 수치인데 그 이유는 다른 연구보다 성공의 기준을 엄격하게 적용하였기 때문이라고 평가된다. 보철물 유지력 상실이나 보철물 파절 등의 합병증이 한번이라도 발생 시 모두 실패한 임플란트로 분류하였기 때문에 성공률이 비교적 낮게 관찰되었다.

실패 요인 중 가장 많은 비중을 차지했던 것은 보철물 유지력 상실(163개) 이었다. 본원의 임플란트 보철물은 비유지돌임시 레진 시멘트(Premier® Implant Cement™, Premier Co., Plymouth Meeting, PA, USA)을 이용하여 부착하였으며 지속적 탈락이 발생하는 경우 레진강화형 글래스 아이오노머(GC FujiCEM®, GC Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 부

착하였다. Kapoor 등<sup>25</sup>의 연구에 따르면 0.5 mm/min의 속도에서 Instron 만능 시험기를 사용하여 pull-out test를 한 결과 non-eugenol temporary resin cement가 140.49 N으로 가장 유지력이 낮았고 resin modified glass ionomer cement는 338.095 N, resin cement는 581.075 N 등을 기록했다. 임플란트의 retrievability 확보를 위하여 상대적으로 낮은 강도의 접착제를 사용하였고 유지력 부족으로 보철물 탈락이 발생한 경우 더 강한 강도의 접착제로 재접착함으로써 유지력을 증가시킬 수 있었다.

본 연구에서 SC의 경우보다 FPD에서 전반적으로 성공률이 높았으며 생물학적 요인보다는 지대주 파절, 나사 파절, 나사 풀림 등의 생역학적 요인에서 유의한 차이가 발생했다. 이는 FPD의 경우에서 SC의 경우보다 응력 분산에 유리한 지점이 있음을 시사한다.<sup>26</sup> 임플란트 구성요소의 파절은 피로한도보다 큰 힘이 지속적으로 가해졌을 때 발생하므로 임플란트에 발생하는 교합압을 분산시키는 것이 중요하다.<sup>27</sup>

SC의 경우 연령과 보철물 재료에 따라 성공률이 유의한 차이가 있었고 FPD의 경우 식립 위치, 고정체 직경, 보철물 재료, 보철물 unit 수, 가공치 개수에서 유의한 차이가 있었다. 성별과 고정체 길이는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. SC와 FPD 두 경우 모두 유의미한 차이가 있었던 요인은 보철물 재료뿐이었다. Zirconia 수복물의 임플란트 성공률은 PFM보다 SC로 수복한 경우 9.3%, FPD로 수복한 경우 7.3% 더 높았으며, Abou-Ayash 등<sup>28</sup>의 연구에서도 zirconia crown의 예후가 PFM crown보다 우수했다. Zirconia는 도재 중 가장 높은 굴곡강도와 파괴인성을 가지고 있으며 생체적합성 또한 높아 현재 각광받고 있다.<sup>29</sup> 임플란트 보철물로 사용 시 PFM에 비하여 보철물 파절 비율이 낮을 뿐만 아니라 생체적합성도 좋기 때문에 zirconia로 보철수복 하는 것이 바람직한 것으로 보인다.

연령의 경우 SC에서만 차이가 있었는데 만 65세 이상인 경우의 성공률이 만 65세 이하인 경우의 성공률보다 더 높았다. 연령이 증가할수록 해면골의 다공성은 증가하는 한편 피질골의 두께는 얇아져 골밀도가 감소하는 등의 임플란트 수복에 불리한 조건을 보여 여러 연구에서 고령 자체가 성공의 위험인자로 제시되고 있다.<sup>30</sup> 이번 연구에서는 그와 반대로 FPD의 경우에는 유의한 차이가 없는 것으로 미루어 볼 때 환자의 연령 자체보다는 전신병력이나 구강내 골질과 양 등 다른 영향인자와 종합적으로 분석하는 것이 필요할 것으로 사료된다.<sup>31</sup>

FPD의 경우에서만 유의한 차이가 있는 요인은 임플란트 식립 위치, 고정체 직경, 보철물 unit 수, 가공치 개수였다. 임플란트 식립 위치, 고정체 직경은 식립 위치에 따른 성공률은 FPD에서 상악 구치부 92.0%, 하악 구치부 91.9%, 하악 전치부 85.3%, 상악 전치부 77.3% 순이었다. 일반적으로 상악의 무른 골질과 상악동 함기화 등의 불리한 해부학적 구조로 인해 성공률이 낮은 것으로 알려져 있다.<sup>32,33</sup> 실제로 SC의 경우에는 상악 구치부의 성공률이 87.2%로 가장 낮았다. 하지만 FPD의 경우에는 상악 구치부의 성공률이 가장 높았다. FPD로 응력을 분산시켜 줌으로써 상악 구치부에서의 성공률을 높일 수 있는 것을 보여준다. 또한 전치부는 상대적으로 성공률이 낮았는데, 교합력이 임플란트 장축으로 가해지는 것이 아닐 뿐 아니라 전방운동시 임플란트에 측방력이 전해지는 것이 한계점임을 보여준다. 상악 전치부 임플란트 고정체는 12 - 15°의 경사진 부하를 받으며 이 부하는 장축방향의 부하보다 25.9%의 증가된 응력을 보인다.<sup>34</sup>

고정체 직경에 따른 성공률은 FPD의 경우 wide 97.6%, regular 90.6%, narrow 79.7% 순으로 유의한 차이가 있었다. Papavasiliou 등<sup>35</sup>은 응력 분포에 대한 골유착 정도의 영향을 조사한 결과 모든 조건에서 치근단 부위보다 치조정 부위에서 더 높은 것으로 나타났으며 Soliman 등<sup>36</sup>은 임플란트와 뼈 사이의 단단한 연결로 인해 임플란트의 경부에 응력 집중이 있음을 조사하였고 Himmlová 등<sup>37</sup>은 응력의 감소가 가장 큰 구간은 임플란트 고정체 직경이 3.6 mm에서 4.2 mm로 증가할 때인 것을 발견했다. 임플란트의 응력 해소는 주로 치조정 부위에서 이루어지므로 고정체의 길이보다는 직경이 더 중요한 것으로 보인다.

보철물 unit 수에 따른 성공률은 7-unit 100.0%, 3-unit 92.4%, 2-unit 91.9%, 5-unit 90.6%, 4-unit 68.8%, 6-unit 63.0% 순이었으며 가공치 개수에 따른 성공률은 0개 92.0%, 1개 89.9%, 4개 88.2%, 3개 70.0%, 2개 69.0% 순으로 유의한 차이가 있었지만 일관된 순서를 보이지는 않았다. 이러한 결과는 보철물 unit 수가 5개 이상인 경우, 가공치 개수가 3개 이상인 경우가 극히 드물어 생긴 결과로 보인다. 가공치 개수에 따른 성공률을 Kaplan-Meier 생존분석을 시행한 결과 가공치 개수가 1개 이하일 경우가 나머지 경우에 비해 성공률이 높았다.<sup>38</sup> Lin 등<sup>39</sup>의 연구에 따르면 가공치에 가해지는 교합력이 감소되면 응력 값은 중심 또는 측면 접촉 상황에서 최대 26 - 69% 감소하였다. 따라서 FPD로 수복할 경우 가공치를 최대 1

개로 설정하는 것이 바람직하며 2개 이상 설정할 경우 가공치에 더 가벼운 접촉을 하도록 함으로써 잠재적인 과부하를 감소시키는 것이 좋다.

캔틸레버 여부에 따른 성공률은 유의한 차이가 없었는데, 10년 동안 단지 17개의 임플란트로 보철물 10개 만이 캔틸레버로 수복되어 극히 드물었을 뿐만 아니라 가장 큰 교합력이 필요한 대구치부에서는 사용하지 않았기 때문인 것으로 사료된다. 일반적으로 캔틸레버 보철물에는 전단응력이 작용하여 불리하다고 알려져 있다. Yokoyama 등<sup>40</sup>의 연구에 의하면 캔틸레버에 인접한 임플란트에 인접한 피질골의 치조정 부분에서 최대 응력이 발생했으며 캔틸레버와 인접 임플란트 간의 거리가 9 mm 이상인 경우 최대 73 MPa의 상대적으로 높은 응력이 나타났다.

본 연구는 성별, 나이, 식립 위치, 제조사, 임플란트 직경 및 길이, 보철 유형, 식립 기간, 실패원인, 실패유형 등 임플란트의 성공과 실패에 관련된 여러 요인을 분석 및 평가하였다. 그러나 데이터의 양과 질을 통제할 수 없다는 후향적 연구의 특성적 한계로 인해 표본 수가 상대적으로 적은 경우가 있었으며 임플란트 실패 위험도를 증가시킬 수 있는 환자의 전신병력, 구강 내 치주 및 대합치 상태, 골이식 여부, 임플란트 제조사별 표면 처리와 고정체 디자인 등의 차이 등 인자들에 대한 고려가 부족해, 편향적인 분석이 발생될 수 있다는 한계점이 있었다.<sup>41</sup> 추후 이와 같은 모든 요인들이 통제된 전향적 연구가 시행된다면 임플란트의 성공률에 영향을 미치는 요인을 더욱 더 정확하게 평가할 수 있을 것이다.

## 결론

임플란트의 성공 및 실패율에 관한 후향적 연구를 시행한 결과, 본 연구를 바탕으로 얻을 수 있는 결과는 다음과 같다.

1. 총 2587개의 임플란트 중 2279개가 성공하여 88.1%의 성공률을 보였다.
2. SC의 경우보다 FPD에서 성공률이 높았으며 지대주 파절, 나사 파절, 나사 풀림 등의 생역학적 요인에서 통계학적으로 유의한 차이가 발생했다 ( $P < .05$ ).
3. SC의 경우 연령과 보철물 재료에 따라 성공률이 유의한 차이가 있었다 ( $P < .05$ ).
4. FPD의 경우 식립 위치, 식립체 직경, 보철물 재료, 보철물 unit 수, pontic 개수에서 유의한 차이가 있었다 ( $P < .05$ ).

5. 환자의 성별과 임플란트 고정체 길이에 따른 성공률은 통계적으로 유의하지 않았다 ( $P > .05$ ).

본 연구 결과를 바탕으로 임상적 측면에서 여러 임플란트를 식립할 시 FPD를 사용하고 응력 분산에 유리한 위치 선정, 최대한 넓은 직경의 임플란트 사용, zirconia crown 사용, 가공치 개수의 최소화 등을 통한 실패 가능성을 낮추는 것 등이 추천될 수 있으며 생역학적인 고려가 필요할 것으로 사료된다.

## References

1. Levin L, Laviv A, Schwartz-Arad D. Long-term success of implants replacing a single molar. *J Periodontol* 2006;77:1528-32.
2. Levin L, Pathael S, Dolev E, Schwartz-Arad D. Aesthetic versus surgical success of single dental implants: 1- to 9-year follow-up. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2005;17:533-8; quiz 540, 566.
3. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 1977;16:1-132.
4. Greenstein G, Cavallaro J. Failed dental implants: diagnosis, removal and survival of reimplantations. *J Am Dent Assoc* 2014;145:835-42.
5. Smith DE, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* 1989; 62:567-72.
6. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10:387-416.
7. Wittneben JG, Buser D, Salvi GE, Bürgin W, Hicklin S, Brägger U. Complication and failure rates with implant-supported fixed dental prostheses and single crowns: a 10-year retrospective study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014;16:356-64.
8. Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL. Dental implant failure rates and associated risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:569-77.
9. Jemt T, Nilsson M, Olsson M, Stenport VF. Associations between early implant failure, patient age, and patient mortality: a 15-year follow-up study on 2,566

- patients treated with implant-supported prostheses in the edentulous jaw. *Int J Prosthodont* 2017;30:189-97.
10. Manor Y, Oubaid S, Mardinger O, Chaushu G, Nissan J. Characteristics of early versus late implant failure: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:2649-52.
  11. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:220-30.
  12. Brägger U, Karoussis I, Persson R, Pjetursson B, Salvi G, Lang N. Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:326-34.
  13. Pjetursson BE, Lang NP. Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence. *J Oral Rehabil*. 2008;35:72-9.
  14. Göthberg C, Bergendal T, Magnusson T. Complications after treatment with implant-supported fixed prostheses: a retrospective study. *Int J Prosthodont* 2003;16:201-7.
  15. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JY. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent* 2003;90:121-32.
  16. Moheng P, Feryn JM. Clinical and biologic factors related to oral implant failure: a 2-year follow-up study. *Implant Dent* 2005;14:281-8.
  17. Busenlechner D, Fürhauser R, Haas R, Watzek G, Mailath G, Pommer B. Long-term implant success at the Academy for Oral Implantology: 8-year follow-up and risk factor analysis. *J Periodontal Implant Sci* 2014;44:102-8.
  18. Muley N, Prithviraj DR, Gupta V. Evolution of external and internal implant to abutment connection. *Int J Oral Implantol Clin Res* 2012;3:122-9.
  19. Prithviraj DR, Muley N, Gupta V. The evolution of external and internal implant-abutment connections: A review. *International Dental Research* 2012;2:37-42.
  20. Lemos CAA, Verri FR, Bonfante EA, Santiago Júnior JF, Pellizzer EP. Comparison of external and internal implant-abutment connections for implant supported prostheses. A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2018;70:14-22.
  21. Yi Y, Koak JY, Kim SK, Lee SJ, Heo SJ. Comparison of implant component fractures in external and internal type: A 12-year retrospective study. *J Adv Prosthodont* 2018;10:155-62.
  22. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9-17.
  23. Howe MS, Keys W, Richards D. Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. *J Dent* 2019;84:9-21.
  24. Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Lindén U, Bergström C, van Steenberghe D. Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:639-45.
  25. Kapoor R, Singh K, Kaur S, Arora A. Retention of implant supported metal crowns cemented with different luting agents: a comparative invitro study. *J Clin Diagn Res* 2016;10:ZC61-4.
  26. Misch CE. Consideration of biomechanical stress in treatment with dental implants. *Dent Today* 2006;25: 80, 82, 84-5; quiz 85.
  27. Bidez MW, Misch CE. Force transfer in implant dentistry: basic concepts and principles. *J Oral Implantol* 1992;18:264-74.
  28. Abou-Ayash S, Strasing M, Rücker G, Att W. Impact of prosthetic material on mid- and long-term outcome of dental implants supporting single crowns and fixed partial dentures: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Oral Implantol* 2017;10:47-65.
  29. Heintze SD, Rousson V. Survival of zirconia- and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review. *Int J Prosthodont* 2010;23:493-502.
  30. Bryant SR. The effects of age, jaw site, and bone condition on oral implant outcomes. *Int J Prosthodont* 1998;11:470-90.
  31. Levin L, Ofec R, Grossmann Y, Anner R. Periodontal disease as a risk for dental implant failure over time: a long-term historical cohort study. *J Clin Periodontol* 2011;38:732-7.
  32. Jemt T. Fixed implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. A five-year follow-up report. *Clin Oral Implants Res* 1994;5:142-7.

33. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613-6.
34. Misch CE, Bidez MW. Implant-protected occlusion: a biomechanical rationale. *Compendium* 1994;15:1330, 1332, 1334 passim; quiz 1344.
35. Papavasiliou G, Kamposiora P, Bayne SC, Felton DA. Three-dimensional finite element analysis of stress-distribution around single tooth implants as a function of bony support, prosthesis type, and loading during function. *J Prosthet Dent* 1996;76:633-40.
36. Soliman TA, Tamam RA, Yousief SA, El-Anwar MI. Assessment of stress distribution around implant fixture with three different crown materials. *Tanta Dent J* 2015;12:249-58.
37. Himmlová L, Dostálová T, Káčovský A, Konvicková S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2004;91:20-5.
38. 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;80:2016-20.
39. Lin CL, Wang JC, Chang WJ. Biomechanical interactions in tooth-implant-supported fixed partial dentures with variations in the number of splinted teeth and connector type: a finite element analysis. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:107-17.
40. Yokoyama S, Wakabayashi N, Shiota M, Ohyama T. The influence of implant location and length on stress distribution for three-unit implant-supported posterior cantilever fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 2004;91:234-40.
41. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2010;21:772-7.

## 내부연결 임플란트의 보철 수복 후 성공률에 미치는 위험요소에 관한 10년간의 후향적 연구

이서인·김민정\*

원광대학교 치과대학 치과보철학교실

**목적:** 본 연구의 목적은 임플란트 보철물의 종류 및 특성과 생존율 분석을 통해 성공률을 높이는데 도움이 되는 데에 있다. **대상 및 방법:** 원광대학교 치과대학 산본치과병원에서 2011~2020년에 식립한 임플란트 중 한 명의 보철전문의에 의해 수복된 사례에 대하여 그 특성과 실패에 대한 상관관계 등을 조사하였다. 실패의 원인은 골유착 실패, 임플란트주위염, 고정체 파절, 지대주 파절, 나사 파절, 나사 풀림, 보철물 파절, 보철물 유지력 상실 등으로 분류했다. 보철방식, 캔틸레버 여부, 식립 위치 등과 임플란트 실패와의 연관성을 분석했다. 결과 분석은 SPSS ver 25.0 (IBM, Chicago, IL, USA)을 이용하여 Chi-square test, Kaplan-Meier 생존분석 등을 통하여 도출했다. **결과:** 총 2587개의 임플란트가 식립되었으며, 그 중 1141개의 임플란트가 단일관(Single Crown)으로, 1446개의 임플란트가 고정성 국소치치(Fixed Partial Denture)로 수복되었고 누적생존율은 88.1%이었다. SC의 성공률은 86.2% (984개), FPD의 성공률은 89.6% (1295개)로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 그 중 유의한 차이가 있었던 요인은 지대주 파절, 나사 파절, 나사 풀림 등이었다 ( $P < .05$ ). **결론:** 10년간의 추적조사 결과 생물학적인 요인보다는 생역학적인 요인으로 인한 실패가 더 많이 발생했고 임플란트의 성공률은 보철방식 별로 상이했으며 영향을 미치는 요인도 상이했다. 추후 임플란트의 성공에 관한 추가적인 연구가 더 필요할 것이다. (대한치과보철학회지 2023;61:113-24)

### 주요단어

치과용 임플란트; 후향적 연구; 성공률

교신저자 김민정  
54538 전북 익산 익산대로 460  
원광대학교 치과대학 치과보철학교실  
031-390-2886  
simple96@wonkwang.ac.kr

원고접수일 2023년 2월 6일  
원고최종수정일 2023년 3월 26일  
원고채택일 2023년 3월 27일

© 2023 대한치과보철학회  
© 이 글은 크리에이티브 커먼즈  
코리아 저작자표시-비영리  
4.0 대한민국 라이선스에  
따라 이용하실 수 있습니다.