

Micro-CT Evaluation of Stainless Steel Crowns on Extracted Primary Molars

Boram Jung, Jonghyun Shin, Taesung Jeong, Jiyeon Kim, Shin Kim

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

Abstract

This study was conducted for the purpose of evaluating the stainless steel crowns on extracted primary molars and thus identifying frequent errors and defects. Visual assessment and micro-computed tomography (micro-CT) image analysis were performed on 97 primary molars for evaluation of the state of marginal adaptation, cement loss, secondary caries, ledge formation, attritive perforation and marginal polishing defect. The results were as follows:

In the examination of object teeth by evaluation criteria, cement loss was found most frequently (98%), followed by secondary caries (42.3%), marginal polishing defect (41.2%), ledge formation (29.9%) and attritive perforation (17.5%), in this order. The cement loss at the margins showed a significant relationship with marginal gap and secondary caries: the larger the marginal gap is, the more frequent is the cement loss ($p < 0.05$). The average marginal gap was 0.31 ± 0.26 mm and showed the highest value in the maxillary 2nd primary molars. The location of the crown margin above the cemento-enamel junction was found most frequently and it was found that the higher the crown margin is located, the less the marginal gap becomes ($p < 0.05$).

In conclusion, it is thought very desirable to pay closer attention to crown margins and shapes for stainless steel crown restoration in order to minimize the marginal gaps and consequent cement loss.

Key words : Stainless steel crown, Micro CT, Primary molar

1. 서 론

기성금속관은 높은 활용성과 사용 빈도에도 불구하고 완벽하고 정밀한 수복이 쉽지 않은 술식으로 판단된다¹⁾. 불량한 변연 적합, 변연부의 만성적 치태 침착으로 인한 치은염, 인접치의 맹출 장애, 금속관 내부의 접착제 소실 및 이차 우식, 부적절한 지지체 삭제 및 접착 실패에 기인한 유지력 상실과 빈번한 탈락, 제거되지 않은 과잉의 접착제, 그리고 교합면 천공 등이 임상적으로 흔히 관찰되는 문제점이다²⁻¹⁰⁾.

임상적인 문제점을 줄이기 위해 많은 연구에서 기성금속관의 변연 적합의 중요성을 강조하였다¹¹⁻¹³⁾. 이전 연구에서 기성금속

관의 변연 적합도는 임상적으로 탐침과 육안을 통해 혹은 방사선 사진과 이미지 분석 프로그램을 이용해 평가된 바 있다^{5,6,14)}. Adair 등¹⁴⁾은 금속관의 변연 길이와 변연 적합도의 항목에서 조사자들간의 일치율이 높지 않다고 보고하였는데 이는 이 항목들을 육안으로 관찰하기 어렵기 때문이라고 하였다. 또한 이 두 가지 기준은 가장 이용하기 어렵지만 중요한 기준이므로 향후의 연구에서 다른 평가 방법이 시도되어야 한다고 하였다.

한편 금속관의 변연 적합도를 평가하는 방법으로는 탐침을 이용하여 시진하는 방법, 인상을 채득하는 방법, 예폭시 복제를 이용하는 방법, 금속관을 절단하여 현미경으로 관찰하는 방법 등이 있다¹⁵⁻²¹⁾. 탐침과 시진을 이용한 방법은 부정확하며 주관

Corresponding author : Shin Kim

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University, 20, Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan, 626-770, Korea

Tel: +82-55-360-5180 / Fax: +82-55-360-5174 / E-mail: shinkim@pusan.ac.kr

Received November 11, 2014 / Revised January 11, 2015 / Accepted January 13, 2015

※ This work was supported by 2-Year Research Grant of Pusan National University.

적이어서 조사자의 경험에 따라 결과에 오차가 발생할 가능성이 높다¹⁶⁾. 인상을 채득하는 방법은 인상재의 변형이나 손상에 의해 오차가 발생할 가능성을 배제할 수 없다^{17,20)}. 내부를 평가하기 위해 금속관을 절단하는 방법은 시편을 제작하는 과정에서 시편의 손상을 피할 수 없고, 일부 단면만을 관찰할 수 밖에 없다는 한계점이 존재한다. 이와 같이 기존의 방법들을 이용할 경우 비파괴적으로 금속관 내부 상태를 관찰하거나 평가할 수 없고, 주관적이거나 오차가 클 수 있다. 따라서 기성금속관의 내부 상태를 평가하기 위해서는 새로운 평가 방법이 요구된다^{17,19,20)}.

최근 micro-computed tomography(이하 micro-CT)가 치의학 분야에 널리 이용되고 있다. Micro-CT를 이용할 경우 시진으로 볼 수 없는 내부 상태를 비침습적으로 관찰할 수 있을 뿐 아니라, 이미지의 2D 및 3D 분석이 가능하며, 정확한 상을 얻을 수 있다^{18,20)}. 여러 연구에 의해 주조 금속관의 변연 적합도를 평가하기 위한 방법으로 이용되었으나 현재 이를 이용해 유구치의 기성금속관 수복 상태를 평가한 연구는 시행된 바 없었다.

본 연구는 micro-CT를 이용하여 기성금속관이 장착된 상태로 탈락된 유구치를 대상으로 수복 상태를 평가해 봄으로써, 수복실패의 빈번한 원인요소들을 찾아내고 정확한 수복기법을 모색할 목적으로 시도되었다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 대상

부산대학교 치과병원 소아치과에 내원한 환아에서 생리적 탈락 또는 치근단 병변으로 인해 발거된 기성금속관 수복 유구치를 대상으로 하였다. 모든 연구 대상 치아가 치수절단 또는 절제된 상태였으므로, 치근단 병변으로 수명을 다 하지 못하고 발거된 치아라 할지라도, 기성금속관의 장착이 치아의 조기발거에 직접적인 원인이 되지 않았다는 판단하에 모두를 시료에 포함하였다. 변연부가 심하게 손상된 치아를 제외한 후 연구 대상 치아는 총 97개였으며, 각각 상악 제1유구치 28개, 상악 제2유구치 21개, 하악 제1유구치 29개, 하악 제2유구치 19개였다(Table 1).

2. 연구 방법

1) 대상 치아의 준비

전체 시편 치아를 대상으로 이물질들을 세척 후 실험 전까지 실온의 생리 식염수에 보관하였다.

2) 육안적 평가

육안으로 선반(ledge) 형성, 교합면 천공 및 변연부 연마 결함의 유무를 평가하였으며 각각의 기준은 다음과 같다.

- 선반(ledge) 형성: 기성금속관 변연 하방에 선반(ledge)이 형성된 경우
- 마모성 천공: 기성금속관 교합면에 천공이 있는 경우
- 변연부 연마 결함: 변연이 평활하지 못하고 거친 경우

3) Micro-CT를 통한 평가

(1) Micro-CT 촬영 및 이미지 재구성

전체 치아를 대상으로 micro-CT(Inspexio SMX-90CT, SHIMADZU, Japan) 촬영을 시행하였으며, 촬영 조건은 90 kV 109 μ A로 설정하였다. 원본 데이터는 이미지 분석 프로그램(VG studio 2.2, Volume Graphics, Germany)을 이용해 이차원적으로 재구성하였다. 각 시편당 근심측, 근심협측, 협측, 원심협측, 원심측, 원심설측, 설측, 근심설측의 총 8부위에서 측정하기 위해 프로그램 상의 'simple registration' tool을 이용해 4개의 평면으로 절단하였으며, 거리를 측정하기 위해 마찬가지로 프로그램 상의 'caliper' tool을 사용하였다.

(2) 평가 항목 및 기준

Micro-CT를 이용해 변연 간격, 변연 길이, 접착제 소실, 이차우식을 평가하였으며 각각의 기준은 다음과 같다.

- 변연 간격: 기성금속관의 변연과 치면간의 최단 거리
- 변연 길이: 기성금속관의 변연이 유구치의 백악법랑경계를 기준으로 상방인 경우 '-', 하방인 경우 '+'로, 백악법랑 경계선상에 위치할 때는 '0'으로 표기
- 접착제 소실: 기성금속관 변연 내부의 접착제 소실을 아래와 같은 기준으로 평가
 - 0등급: 접착제가 소실되지 않은 경우
 - 1등급: 접착제 소실이 전체 치관 높이의 25% 미만인 경우
 - 2등급: 접착제 소실이 전체 치관 높이의 25% 이상, 50%미만인 경우
 - 3등급: 접착제 소실이 전체 치관 높이의 50% 이상인 경우
- 이차우식: 변연 주위의 치질에서 이차우식이 관찰될 경우 'o', 관찰되지 않을 경우 'x'로 표기

4) 계측치의 통계 분석

언어진 결과는 범주형 자료에 대한 비율 차이 검정을 위해 chi-square test를, 연속형 자료에 대한 평균 차이 검정을 위해 t-test와 analysis of variance를 수행하고, multiple comparison을 위해 Tukey's post-hoc test를 실시하였다. 본 통계분석은 유의수준 0.05 하에서 양측검정으로 수행하였으며, SPSS 21.0(SPSS Inc., U.S.A.) 버전을 사용하였다.

Table 1. Distribution of examined teeth

	1st primary molar			2nd primary molar		
	Left	Right	Total	Left	Right	Total
Maxilla	16	12	28	11	10	21
Mandible	17	12	29	9	10	19

5) 윤리적 고려사항

본 연구는 부산대학교 치과병원의 생명윤리 심의위원회 심사에 따라 연구 진행을 승인받았다(N-2013-041-IIT).

Ⅲ. 연구 성적

1. 육안적 평가

조사대상 치아 중 전체 부위의 6.8%에서 선반(ledge)이 관찰되었고, 상악 제1유구치 원심설면에서 가장 빈번하였다. 조사대상 기성금속관의 3.5%에서 교합면에 마모성 천공이 관찰되었으며, 양악 모두 제1유구치보다 제2유구치에서 더 빈번하였다. 조사대상 치아의 9.5%에서 변연부의 연마 결함이 관찰되었다.

2. Micro-CT를 이용한 평가

1) 변연 간격 및 길이

치아별 변연 간격은 상악 제2유구치, 하악 제1유구치, 상악 제1유구치, 하악 제2유구치의 순으로 큰 것으로 나타났으나, 통계학적으로 차이는 없었다($p > 0.05$). 치아별 부위별에 따른 변연 간격에 차이가 존재하는 것으로 나타났으며, 상악 제1유구치는 근심면, 상악 제2유구치는 협면, 하악 제1유구치는 근심 설면, 하악 제2유구치는 설면에서 평균 변연 간격이 가장 컸다($p < 0.05$, Table 2). 변연 간격과 길이 간의 상관관계를 조사한 결과 금속관의 변연이 백악법랑경계상에 있거나 그 하방에 위치할 경우 상방에 위치할 때 보다 변연 간격이 큰 것으로 나타났다(Fig. 1).

2) 접촉제 소실

전체 치아 부위 중 45.5%에서 접촉제 소실이 관찰되었다. 접촉제 소실은 1등급의 비율이 가장 높았고(48.2%), 다음으로 0등급(39.7%), 2등급(9.3%), 3등급(2.8%)의 순이었다. 하악 제2유구치에서 접촉제 소실이 가장 적었고, 나머지 치아들 사이에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Fig. 2). 치아의 부위별로 살펴보면, 양악 모두 제1유구치에서 통계학적 유의성이 관찰되었고, 상악 제1유구치의 근심면, 하악 제1유구치의 원심면에서 접촉제 소실 정도가 높은 것으로 나타났다(Fig. 3).

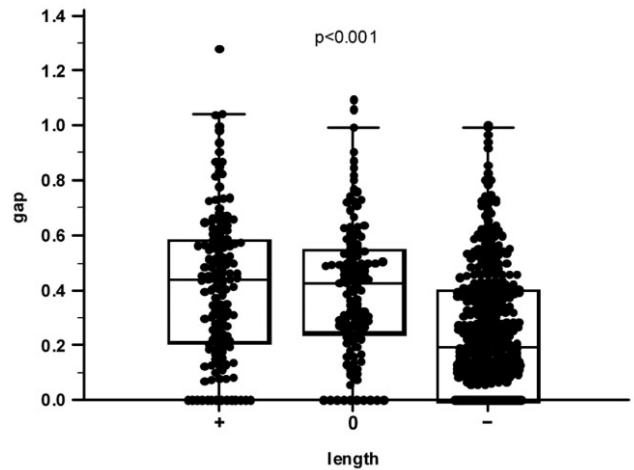


Fig. 1. The relationship between marginal length and the amount of marginal gap, showing the highest frequency of short crowns, with increasing tendency of the gap with the increase of marginal length.

Table 2. Mean value of marginal gap in 8 checkpoints of each tooth

Tooth	Mx 1st	Mx 2nd	Mn 1st	Mn 2nd	
n	196	156	213	147	
Mean (mm)	0.31 ± 0.27	0.34 ± 0.26	0.33 ± 0.25	0.27 ± 0.23	
Max (mm)	1.09	1.28	1	0.82	
	M	0.54 ± 0.28	0.43 ± 0.11	0.28 ± 0.20	0.18 ± 0.20
	MB	0.35 ± 0.26	0.30 ± 0.31	0.22 ± 0.24	0.19 ± 0.19
	B	0.43 ± 0.26	0.47 ± 0.24	0.38 ± 0.25	0.26 ± 0.20
Marginal gap in	DB	0.31 ± 0.23	0.38 ± 0.30	0.23 ± 0.29	0.41 ± 0.26
eight checkpoints (mm)	D	0.34 ± 0.26	0.27 ± 0.24	0.26 ± 0.26	0.24 ± 0.22
	DL	0.11 ± 0.16	0.12 ± 0.14	0.30 ± 0.22	0.26 ± 0.16
	L	0.10 ± 0.12	0.39 ± 0.21	0.40 ± 0.19	0.42 ± 0.24
	ML	0.27 ± 0.23	0.34 ± 0.28	0.55 ± 0.23	0.18 ± 0.22
p value	*	*	*	*	
post-hoc test	L = DL < B < M	DL < M = B	MB = DB = D = M = DL < ML	ML = M = MB < DB = L	

Analysis of variance with Tukey's post-hoc test (* : $p < 0.05$)

M, mesial; MB, mesiobuccal; B, buccal; DB, distobuccal; D, distal; L, lingual; ML, mesiolingual point

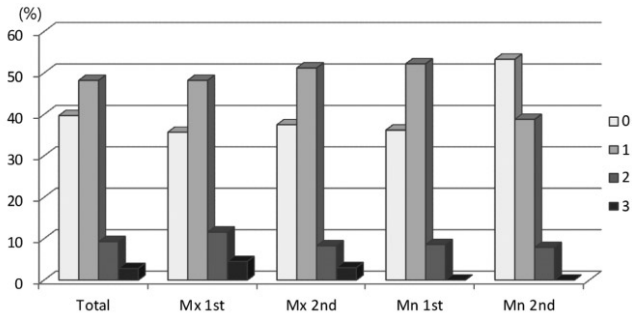


Fig. 2. Distribution of cement loss of each tooth by degree.
Degree 0, none; 1, < 25% of crown height; 2, 25 - 50% of crown height; 3, ≥ 50% of crown height.

3) 이차우식

조사대상 치아의 8.2%에서 변연부에 이차우식이 관찰되었고, 양악 모두 제2유구치보다 제1유구치에서 더 빈번하였다. 치아의 부위별로 살펴보면, 하악 제2유구치를 제외한 모든 치아에서 통계학적으로 유의미한 차이가 나타났으며, 상, 하악 제

1유구치는 원심면, 상악 제2유구치는 근심면에서 이차 우식이 더 빈번하였다(Table 3).

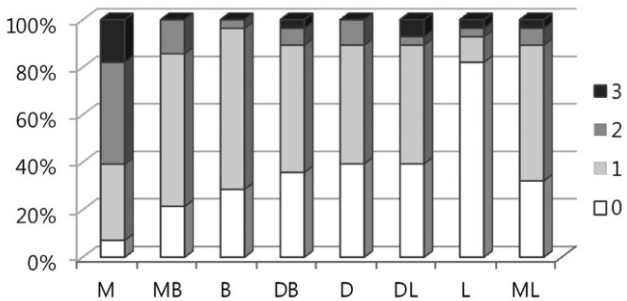
4) 접착제 소실과 다른 항목과의 관련성

접착제 소실은 변연 간격 및 이차 우식과 통계학적으로 유의한 관련성이 있었다. 변연 간격이 클수록 접착제 소실 등급이 높은 경향이 있으며(Table 4), 접착제 소실 정도에 따른 이차 우식 비율을 검정한 결과 통계학적으로 유의미한 차이가 관찰되었다(Table 5).

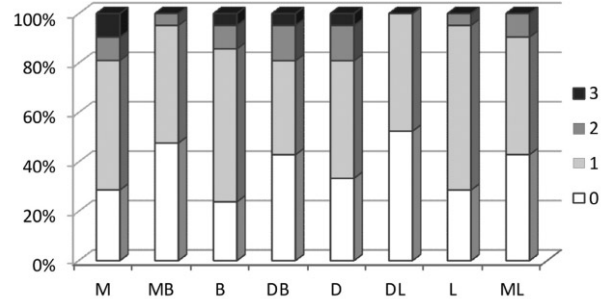
3. 총괄적 평가

연구대상 전체 치아 중 접착제 소실이 가장 빈번히 관찰되었으며, 단지 2% 만이 접착제 소실을 보이지 않았다. 이차우식(42.3%), 변연부 연마 결함(41.2%), 선반(ledge) 형성(29.9%), 마모성 천공(17.5%)의 순으로 빈번한 것으로 나타났다. 평균 변연간격은 0.3112 ± 0.2623 mm였으며, 기성금속관의 변연은 백악법랑경계 상방에 위치하는 경우가 가장 많았다(Table 6).

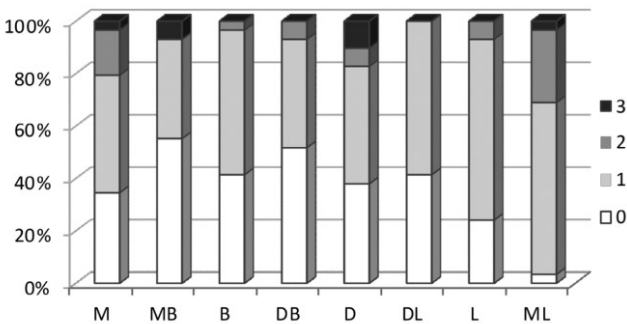
Maxillary 1st primary molar



Maxillary 2nd primary molar



Mandibular 1st primary molar



Mandibular 2nd primary molar

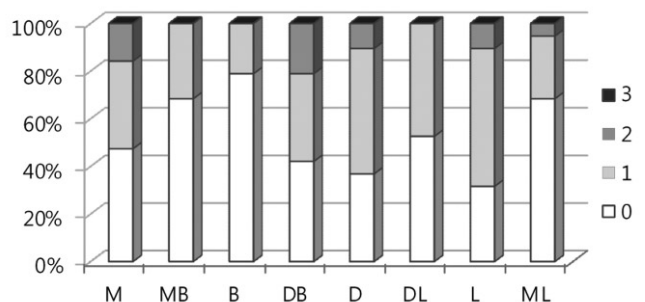


Fig. 3. Distribution of cement loss of each primary molar by degree and location.
Degree 0, none; 1, < 25% of crown height; 2, 25 - 50% of crown height; 3, ≥ 50% of crown height; M, mesial; MB, mesiobuccal; B, buccal; DB, distobuccal; D, distal; L, lingual; ML, mesiolingual point.

Table 3. Distribution of secondary caries in eight checkpoints of each tooth

Tooth	N		Secondary caries (n)									p value
			Total (n/%)	M	MB	B	DB	D	DL	L	ML	
Mx 1st	224	O	21 (9.4)	3	1	0	1	8	6	1	1	*
		X	203 (100)	25	27	28	27	20	22	27	27	
Mx 2nd	168	O	11 (6.5)	8	0	0	0	3	0	0	0	*
		X	157 (100)	13	21	21	21	18	21	21	21	
Mn 1st	232	O	26 (11.2)	1	1	3	0	13	5	3	0	*
		X	206 (100)	28	28	26	29	16	24	26	29	
Mn 2nd	152	O	6 (3.9)	2	0	0	1	2	0	1	0	NS
		X	146 (100)	17	19	19	18	17	19	18	19	
Total	776	O	64 (8.2)	14	2	3	2	26	11	5	1	
		X	712 (100)	83	95	94	95	71	86	92	96	

Chi-square test (* : $p < 0.05$)

NS, not significant; M, mesial; MB, mesiobuccal; B, buccal; DB, distobuccal; D, distal; L, lingual; ML, mesiolingual point

Table 4. The relationship of cement loss by degree and marginal gap

Cement loss by degree	n	marginal gap (mm)	p value	post-hoc test
0	283	0.1382 ± 0.1770	*	'2' > '1' > '0' / '3' >
1	347	0.3985 ± 0.2119		
2	68	0.5677 ± 0.2588		
3	14	0.5003 ± 0.2600		

Analysis of variance with Tukey's post-hoc test (* : $p < 0.05$)

Table 5. The relationship of cement loss by degree and secondary caries showing

Cement loss by degree	Secondary caries (n/%)		p value
	O	X	
0	12 (18.8)	296 (41.6)	*
1	35 (54.7)	339 (47.6)	
2	9 (14.1)	63 (8.8)	
3	8 (12.5)	14 (2.0)	

Chi-square test (* : $p < 0.05$)

Table 6. Overall evaluation of the examined teeth by common errors

Evaluation criteria	Tooth	
Ledge formation (n/%)	97	29 (29.9)
Attritive perforation (n/%)		17 (17.5)
Marginal polishing defect (n/%)		40 (41.2)
Marginal gap (mm)		0.31 ± 0.26
Marginal length (%)	—	57.2
	○	19.1
	+	23.7
Cement loss (n/%)		96 (98.0)
Secondary caries (n/%)		41 (42.3)

Ⅳ. 총괄 및 고찰

기성금속관은 구강 내에서 정상적으로 보이더라도 방사선 사진 상에서 변연 적합이 불량한 경우가 많다. 특히 인접면 부위에서 변연 간격이 크고, 치아의 해부학적 형태가 잘 재현되지 못할 뿐 아니라, 변연 길이가 긴 경우가 빈번히 관찰된다^{4,11)}. 이러한 불량한 변연적합으로 인한 변연 주위의 치은염, 인접치의 맹출 장애, 접착제 소실, 이차우식, 기성금속관의 빈번한 탈락 등의 임상적인 문제점이 여러 연구를 통해 보고된 바 있다^{2,3,7-9)}.

유구치에 수복된 기성금속관이 생리적 탈락시기까지 잘 유지되어 영구 계승치를 보호하는 본래의 의무를 다하였더라도, 기성금속관 수복에 있어 흔히 발생할 수 있는 임상적인 문제점을 찾아내어 분석한다면 향후의 수복 술식이 향상될 수 있을 것이

다. Croll 등⁷⁾은 유치와 영구치에 수복된 기성금속관의 기대 수명은 약 5-15년이며, 치아를 수복할 때 최대한 기존의 상태를 재현하고자 노력해야한다고 하였다. 또한 이상적인 치료 결과가 나올 수 없다고 하여도 치과의사가 덜 이상적인 목표를 가져서는 안 된다고 주장하였다.

더욱이 소아치과 임상에서 생활 치수 상태의 유구치를 기성금속관으로 수복하거나, 발육 결함이 있는 미성숙 영구치를 기성금속관으로 수복하는 경우가 빈번하다^{2,21-23)}. 주조금속관으로 수복된 영구치에서 변연의 미세누출로 인해 치수가 자극되어 통증을 느끼거나 이차 우식이 발생되었다는 연구 결과가 보고 되었으며²⁴⁻²⁶⁾ 하물며 변연 적합이 더 불완전한 기성금속관은 구강 환경에 더 취약하게 노출된 상태라고 할 수 있다. 기성금속관 변연과 치면 간의 간격으로 인해 변연부 접착제가 소실되면

치관부의 미세누출이 일어나 타액 내의 세균과 그 독성의 대사 산물이 치아 내부에 유입된다. 그 결과 우식이 재발하고, 생활 치수에 염증이 생기거나 이전에 치료받은 근관이 다시 감염될 수 있다^{8,9,27,28}. 기성금속관의 장기간 성공은 치수 치료의 여부와 관계없이 치관부위의 봉쇄에 의해 큰 영향을 받는다는 연구 결과도 존재한다²⁹. 본 연구에서도 관찰되듯이 기성금속관의 변연 간격과 접착제 소실은 유의한 관련성이 존재하며, 접착제의 소실은 이차우식 발생에 있어 큰 기여 요소인 것으로 생각된다. 따라서 기성금속관 수복에 있어 접착제 소실과 이차우식의 발생을 줄이기 위해서 적절한 변연 적합을 형성하는 것이 매우 중요하다.

기성금속관의 변연 간격을 줄이기 위해서는 수복 단계마다 세심하게 주의를 기울여야 하며 적절한 기성금속관 크기의 선택, 최소한의 치아 삭제, 주의깊게 내부를 모아주고(crimping) 윤곽을 형성하는 것(contouring)이 필요하다. 우선 적절한 크기의 기성금속관이란 시행 착오를 통해 조이는 듯한 저항감(tight snap fit)을 느낄 수 있으며, 지대치를 완전히 덮을 수 있는 가장 작은 크기의 기성금속관이다^{11,30,31}. 인접면 접촉을 회복하기 위해서는 치아의 근원심 너비 혹은 반대측의 동일 치아의 너비를 측정하는 것이 도움이 된다³¹⁻³³. 또한 최소한의 치아 삭제가 필요한데, 지대치를 과도하게 삭제할 경우에는 인접치와의 접촉을 회복하기 위해서 기성금속관과 지대치 사이의 간격이 커지게 된다. 이때 과도하게 삭제된 지대치에 맞는 가장 작은 크기의 기성금속관을 선택한다면 인접치와의 적절한 접촉점을 형성하기 어렵다. 두 가지 조건을 모두 충족하기 위해서는 최소한의 지대치 삭제가 필요하며, 이에 따라 내부에 충전된 접착제 양이 최소가 되어 접착제의 소실량도 적게 된다. 다음으로 주의깊게 모아주고(crimping) 윤곽 형성(contouring)을 함으로써 변연 간격을 줄일 수 있다. Croll 등⁷은 기성금속관의 최종 적합 단계는 반드시 치과의사에 의해 시행되어야 하며, 술자의 추가적인 수조작이 없이 기성금속관이 지대치 변연에 이상적으로 잘 적합되는 경우는 없다고 하였다. 또한 치관 길이가 과도하게 긴 경우, 치관 변연부의 완전한 장착이 방해되므로, 변연부를 자르고 부드럽게 하는 과정이 필요하다³¹. 기성금속관 하방의 치은 연하로 우식 병소가 연장되었을 경우에는 다른 수복체를 이용하여 원래 치아의 해부학적 형태가 재현되어야 하며, 이 부위가 오직 접착제로만 채워져서는 안 된다². 본 연구에서도 마찬가지로 금속관 변연 하방으로 수복물이 노출된 경우 특히 이차우식의 빈도가 높게 나타났다.

본 연구의 결과 대상 치아의 6.8%에서 선반(ledge)이 관찰되었고, 상악 제1유구치 원심 설면에서 가장 빈번하였다. 이는 상악 제1유구치가 기성금속관에 비해 근심 및 원심 설측 우각이 풍용하여 그 부위의 치아 삭제가 많고, 상악 치아의 원심 부위는 시야 확보가 어렵기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 선반(ledge)을 줄이기 위해서는 해당 부위의 주의깊은 치아 삭제가 필요하다. 교합면 천공을 줄이기 위해서는 과도한 교합 접촉을 피해야하나, 1.0 mm 이상의 경미한 초기 접촉은 큰 문제가 되지 않는다³¹. 교합면이 천공되었을 때 수복 재료로 간단하게 천

공 부위를 봉쇄할 수 있으나 접착제가 소실된 경우는 재수복이 필요하다²³. 조사대상 치아의 9.5%에서 변연부의 연마 결합이 관찰되었으며, 대부분의 결합이 가위로 변연부를 절단한 흔적이었다. Croll 등⁷은 가위 대신 지름이 큰 연마석(abrasive stone)을 이용해 더 정확한 삭제가 이루어질 수 있다고 주장하였다. 한편 변연 간격에 대한 여러 연구가 시행되었으며, 그 정의는 다양하다. 이번 조사에서는 Holmes 등³⁴의 정의에 근거하여 변연 간격을 기성금속관 변연에서 치면 사이의 수직거리로 측정하였다. 그러나 조사 대상 치아 중 기성금속관 변연 주위 치면에 이차우식이 존재하거나, 변연 하방으로 기존의 우식 부위가 연장되어 정확한 변연 간격을 측정하는 것이 불가능한 부위는 측정에서 제외되었다. 따라서 치아별로 상악 제1유구치는 224개 중 28개 부위, 상악 제2유구치는 168개 중 12개 부위, 하악 제1유구치는 232개 중 19개 부위, 하악 제2유구치는 152개 중 5개 부위가 분석에서 제외되었다.

조사 결과 치아별 평균 변연 간격은 하악 제 2유구치의 경우 0.27 mm, 상악 제 1유구치의 경우 0.31 mm, 하악 제 1유구치의 경우 0.33 mm, 상악 제 2유구치의 경우 0.34 mm이었으며, 치아별로 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 상악 제1, 2 유구치는 근심측과 협측에서 변연 간격이 컸으며, 이는 자연 치아가 기성금속관보다 근심 설측과 원심 설측 우각이 풍용하여, 이 부위의 치아 삭제가 부족할 경우 더 큰 크기의 기성금속관을 선택하게 되고, 근심측과 협측의 변연 간격이 증가하는 것으로 생각된다. 상악 제1유구치는 근심측에서 평균 변연 간격이 가장 컸으며, 이 부위에서 접착제 소실 정도가 통계적으로 유의하게 높았다. 하악 제1유구치는 근심 협측의 치경부의 용기가 풍용하여, 이 부위의 기성금속관 변연이 상대적으로 치관의 상방에 위치하는 경향이 있었다. 또한 근심 설측과 원심 설측에서 변연 간격이 큰 것으로 관찰되었으며, 이는 근심 협측의 치아 삭제가 부족할 경우 설측의 변연 간격이 증가하기 때문인 것으로 생각된다. 하악 제2유구치에서 평균 변연 간격이 가장 좁았으며, 접착제 소실 또한 하악 제2유구치에서 유의하게 적은 것으로 관찰되었다.

기성금속관 변연의 구강 내 적절한 길이에 있어서 다양한 의견이 존재한다^{4,11,30,35}. McDonald 등³⁰은 금속관의 변연이 유리 치은연의 약 0.5-1 mm 하방에, Pinkham 등¹¹은 치은 열구 내 약 1 mm 하방에 위치하여야 한다고 하였다. Spedding 등⁴은 백악법랑경계부터 치은연까지의 길이가 약 2.0 mm이므로, 치은 열구 내 경조직 벽 어느 지점에 기성금속관의 변연이 존재할 것이라고 하였다. 본 연구의 대상은 발거된 기성금속관이어서 치은열구의 깊이를 조사하지 못했으며, 기성금속관 변연의 정확한 기준을 설정하는데 있어 어려움이 있었다. 이에 절대적인 기성금속관 변연 길이를 측정하기 위해서는 기성금속관 수복 및 발거 전후의 치은 열구 깊이에 대한 추후의 연구가 필요할 것으로 생각되며, 본 연구에서는 백악법랑경계를 기준으로 하여, 그 상방과 하방 및 백악법랑경계선상에 위치할 경우의 세 가지 그룹으로 분류하였다.

이번 조사에서는 몇몇의 한계점이 있는데, 우선 조사대상 기

성금속관이 단일 회사의 제품이 아니며 수복 치료가 소아치과를 전공한 치과의사가 아닌 일반 치과 개업의 및 치과대학 학생에 의해 행해졌을 가능성을 고려하지 않았다. 또한 이번 조사에서는 이차원적으로 접착제 소실을 평가하였으나, 추후 연구에서 이미지 분석 프로그램을 이용하여 변연간격 및 접착제가 소실된 면적 혹은 부피를 입체적으로 측정할 필요가 있을 것으로 생각되었다.

V. 결 론

기성금속관이 장착된 상태로 발거된 유구치 97개를 대상으로 육안적 평가와 Micro-CT 영상분석을 통해 수복 상태를 평가해 보았다.

전체 조사항목 중 접착제 소실이 가장 빈번하였고, 이는 변연의 상태 및 이차 우식의 발생과 깊은 연관성이 있었다. 즉 접착제 소실을 줄이기 위해서는 기성금속관과 지대치 간의 정확한 변연 설정이 매우 중요한 것으로 나타났다. 임상적으로 이를 위해서는 지대치의 최소한의 삭제, 기성금속관의 적절한 선택, 조정 및 형태부여 등 각 단계에 있어서 보다 세심한 주의를 기울일 필요가 있을 것으로 판단되었다.

References

- Seale NS : The use of stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 24:501-505, 2002.
- Randall RC : Preformed metal crowns for primary and permanent molar teeth: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24:489-500, 2002.
- Rector JA, Mitchell RJ, Spedding RH : The influence of tooth preparation and crown manipulation on the mechanical retention of stainless steel crowns. *ASDC J Dent Child*, 52:422-427, 1985.
- Spedding RH : Two principles for improving the adaptation of stainless steel crowns to primary molars. *Dent Clin North Am*, 28:157-175, 1984.
- Henderson HZ : Evaluation of the preformed stainless steel crown. *ASDC J Dent Child*, 40:353-358, 1973.
- Myers DR : A clinical study of the response of the gingival tissue surrounding stainless steel crowns. *ASDC J Dent Child*, 42:281-284, 1975.
- Croll TP, Epstein DW, Castaldi CR : Marginal adaptation of stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 25:249-252, 2003.
- Memarpour M, Mesbahi M, Rahimi M, et al. : Microleakage of adhesive and nonadhesive luting cements for stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 33:501-504, 2011.
- Shiflett K, White SN : Microleakage of cements for stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 19:262-266, 1997.
- Yilmaz Y, Kara NB, Sahin H, et al. : Wear and repair of stainless steel crowns. *Eur J Paediatr Dent*, 12:25-30, 2011.
- Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, et al. : Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence, 4th ed. ELSEVIER SAUNDERS, 2005.
- Salama FS : A study of the stainless steel crown errors: a suggestion for the modification of crown margins extension. *Cairo Dental Journal*, 12:153-161, 1996.
- Yu SG, Jeong TS, Kim S : The stainless steel crown restoration of carious primary molars with Hall technique : A Case Report. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 39:199-205, 2012.
- Adair SM, Byrd RL : Evaluation of practitioner-developed criteria for assessing the quality of stainless steel crown restorations. *J Pedod*, 7:291-299, 1983.
- Sharaf AA, Farsi NM : A clinical and radiographic evaluation of stainless steel crowns for primary molars. *J Dent*, 32:27-33, 2004.
- Larson TD : The clinical significance of marginal fit. *Northwest Dent*, 91:22-29, 2012.
- Sorensen JA : A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent*, 64:18-24, 1990.
- Borba M, Cesar PF, Della Bona Á, et al. : Adaptation of all-ceramic fixed partial dentures. *Dent Mater*, 27:1119-1126, 2011.
- Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH. : Nondestructive, in vitro quantification of crown margins. *J Prosthet Dent*, 85:575-584, 2001.
- Pelekanos S, Koumanou M, Eliades G, et al. : Micro-CT evaluation of the marginal fit of different In-Ceram alumina copings. *Eur J Esthet Dent*, 4:278-292, 2009.
- Woo JH, Jang CH, Kim CC, et al. : Marginal adaptation of stainless steel in posterior primary tooth. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 34:27-35, 2007.
- Croll TP : Permanent molar stainless steel crown restoration. *Quintessence Int*, 18:313-312, 1987.
- Croll TP : Preformed posterior stainless steel crowns: An update. *Compend Contin Educ Dent*, 20:89-92, 1999.
- Croll TP, Castaldi CR : The preformed stainless

- steel crown for restoration of permanent posterior teeth in special cases. *J Am Dent Assoc*, 97:644-649, 1978.
25. Shiflett K, White SN : Microleakage of cements for stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 19:262-266, 1997.
 26. Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA : Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. *Dent Mater*, 21:445-453, 2004.
 27. White SN, Yu Z, Sangsurasak S, *et al.* : In vivo microleakage of luting cements for cast crowns. *J Prosthet Dent*, 71:333-338, 1994.
 28. Berg JH, Pettey DE, Hutchins MO : Microleakage of three luting agents used with stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 10:195-198, 1988.
 29. Seraj B, Shahrabi M, Javad Kharazifard M, *et al.* : Microleakage of stainless steel crowns placed on intact and extensively destroyed primary first molars: an in vitro study. *Pediatr Dent*, 33:525-528, 2011.
 30. Dean JA, Avery DR, McDonald RE : *Dentistry for the Child and Adolescent*, 9th ed. Mosby, 2011.
 31. Kindelan SA, Day P, Fayle SA, *et al.* : UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry: stainless steel preformed crowns for primary molars. *Int J Paediatr Dent*, 18:20-28, 2008.
 32. Wiland L : The accurate contouring of preformed crowns. *J Prosthet Dent*, 29:221-224, 1973.
 33. Han EO, Lee JH, Jeong TS, *et al.* : A morphometric study of the preformed stainless steel crowns of some brands. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 39:145-152, 2012.
 34. Holmes JR, Bayne SC, Sulik WD, *et al.* : Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent*, 62:405-408, 1989.
 35. Lee SK, Kim CC : A study on marginal adaptation of ready-made stainless steel crown to the primary molar. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 23:389-400, 1996.

국문초록

Micro-CT를 이용한 발거된 유구치의 기성금속관 평가

정보람 · 신종현 · 정태성 · 김지연 · 김 신

부산대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실

소아치과 임상에서 기성금속관 수복은 매우 높은 활용성과 사용빈도에도 불구하고 완벽하고 정밀한 수복이 쉽지 않은 항목으로 판단된다. 불량한 변연 적합, 변연부 치태 침착, 인접 영구치의 맹출 장애, 접착제 소실 및 이차 우식, 부적절한 지대치 삭제, 교합면 천공 등이 임상적으로 흔히 관찰되는 문제점들이다. 본 연구는 기성금속관이 장착된 상태로 발치된 유구치를 대상으로 수복 상태를 평가해 봄으로써, 빈번한 결함과 착오들을 찾아낼 목적으로 시도되었다. 부산대학교 치과병원 소아치과에서 발치된 기성금속관 수복 유구치 97개를 대상으로 육안적 평가와 micro-computed tomography(micro-CT) 영상을 분석하였다. 변연 적합도, 접착제 소실, 이차우식, 교모성 천공, 변연부 연마 결함, 선반(ledge) 형성 등의 항목으로 수복 상태를 평가하여, 다음과 같은 결과를 얻었다.

조사항목들을 대상치아 기준으로 보았을 때, 접착제 소실이 가장 빈번하였으며(98%), 뒤를 이어 이차우식(42.3%), 변연부 연마 결함(41.2%), 선반(ledge) 형성(29.9%), 교모성 천공(17.5%)의 순으로 나타났다. 변연 간격이 클수록 접착제 소실이 증가하는 경향을 보였고, 접착제 소실은 변연 간격 및 이차 우식과 유의한 상관성을 보였다. 평균 변연간격은 0.31 ± 0.26 mm 였으며, 상악 제2 유구치에서 가장 크게 나타났다. 변연이 백악법랑경계 상방에 위치하는 경우가 가장 많았고, 변연이 치관 상방에 위치할수록 변연 간격은 작게 나타났다($p < 0.05$).

주요어: 기성금속관, Micro CT, 유구치