

Morphological Assessment of Proximal Restoration Depending on Different Matrix Systems in Primary Molars with a 3D Scanner: *In Vitro* Studies

Hyewon Shin¹, Nanyoung Lee¹, Joohun Song², JoonSeong Kim², Myeongkwan Jih¹

¹Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republic of Korea

²Department of Prosthodontic Dentistry, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republic of Korea

Abstract

The purpose of this study was to compare the proximal surface contour, size of contact area, and volume difference before and after restoration in artificial teeth of primary molars during proximal composite resin restoration using different matrix systems. Four types of artificial teeth were restored with composite resin using sectional matrix systems-Palodent V3 Sectional Matrix System and myJunior Kit-and a circumferential matrix system-Tofflemire Matrix System-and modeled three-dimensionally for analysis. When sectional matrix systems were used, there was a higher probability of concave proximal surface contour and simultaneously greater contact area and volume. This is attributed to the dead soft properties of the matrix band used in sectional matrix systems, which can lead to deformation of the band and hence an excessive amount of resin applied around the contact point. Additionally, the rubber wedge in the sectional matrix system may not help the matrix band fit into the cavity. Therefore, based on the findings of this study, morphological aspects need to be carefully considered for proximal composite resin restoration of primary molars using sectional matrix systems. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(4):396-408]

Keywords

Circumferential matrix system, Sectional matrix system, Proximal surface contour, Contact area, Volume difference

서론

유구치에서 인접면 우식증은 흔하게 발생하지만[1-3], 이는 발견하기 어렵고 진행이 빠르다는 특징이 있다[4]. 이러한 유구치 인접면 우식증을 치료하기 위해 심미성과 물리적 특

ORCID

Hyewon Shin

<https://orcid.org/0000-0002-5581-2087>

Nanyoung Lee

<https://orcid.org/0000-0002-4738-9389>

Joohun Song

<https://orcid.org/0000-0003-4229-6148>

JoonSeong Kim

<https://orcid.org/0000-0001-8531-2481>

Myeongkwan Jih

<https://orcid.org/0000-0001-9579-076X>

Article history

Received June 28, 2023

Revised August 18, 2023

Accepted August 24, 2023

© 2023 Korean Academy of Pediatric Dentistry

© 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.

Corresponding author: Myeongkwan Jih

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chosun University, 309 Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju, 61452, Republic of Korea

Tel: +82-62-220-3868 / Fax: +82-62-225-8240 / E-mail: mdenti@chosun.ac.kr

Funding information

This study was supported by research fund from Chosun University Dental Hospital, 2023.

성이 우수한 복합레진이 널리 쓰이고 있다[5]. 하지만 복합레진을 이용해 인접면의 해부학적 형태를 재현함과 동시에 인접치와의 적절한 접촉을 형성해주는 것은 쉬운 일이 아니다[6]. 측방으로 응축력을 가해 인접치와의 접촉을 형성해 주던 아말감과는 달리 복합레진은 점탄성과 수축 응력으로 인해 이상적인 접촉을 형성하기가 어렵다[7,8].

수복학 분야에서 복합레진 수복 시 인접면 형태는 매우 중요하게 인식되고 있다[9]. 원래의 치아와 유사한 인접면 형태는 인접치와 정상적인 접촉 관계를 형성할 수 있고, 이는 치아 및 치주조직의 안정과도 연관이 있다[9]. 적절한 인접면 형태는 수복물의 장기간 유지에 필수적이며[10], 이는 사용되는 매트릭스 시스템에 따라 영향을 받는다[11].

이러한 인접면 인식증을 복합레진으로 수복하기 위해 여러 매트릭스 시스템이 사용되고 있다[6-8,10]. 대표적인 매트릭스 시스템으로는 아말감 수복 시 사용되던 Circumferential 매트릭스 시스템이 있다[8,10]. 이는 환상형으로 구부릴 수 있는 매트릭스 밴드를 리테이너에 장착하여 사용한다. 이 외에도 Sectional 매트릭스 시스템이 있으며, 해부학적인 형태를 재현하기 위한 곡면 형태의 매트릭스 밴드와 이를 유지해 주면서 동시에 치아 사이를 이개시킬 수 있는 Separating ring으로 이루어져 있다[6].

실제 임상에서는 교합면과 인접면에서 관찰되는 치아의 형태를 육안으로 관찰할 수 있지만 직접 접촉이 이루어지는 부위까지 정확히 관찰하기는 어렵다. 치과용 스캐너와 3D 모델링 프로그램의 발달로 치아의 형태에 관한 분석이 더 정밀해졌다. 따라서 이 연구에서는 스캐너와 모델링 프로그램을 활용하여 유구치의 인접면 복합레진 수복 시 매트릭스 시스템 사용에 따른 형태학적 차이에 대해 분석해 보았다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

1) 연구 대상

유치의 형태와 크기를 재현한 레진 인공치(A4AN-900, Nissin Dental Products Inc., Kyoto, Japan) 중 상악 좌측 제1유구치, 상악 좌측 제2유구치, 하악 우측 제1유구치, 하악 우측 제2유구치를 각각 45개씩 준비하여 치아의 종류에 따라 4개의 군으로 분류하였다. 인공치를 위치시키기 위해 유치열기 덴

티폼(D75DP-950, Nissin Dental Products Inc.)을 사용하였다.

2) 매트릭스 시스템

Circumferential 매트릭스 시스템으로는 Tofflemire Matrix System (TFM)을 사용하였다. 끝이 뭉툭한 볼 버니셔를 이용하여 매트릭스 밴드에 만곡을 부여하였다. Sectional 매트릭스 시스템으로는 Palodent V3 Sectional Matrix System (PLD)과 myJunior Kit (MJK)(Fig. 1)를 사용하였다. 각 시스템의 구성과 밴드의 특징, 그리고 사용한 웨지는 Table 1과 같다.

2. 연구 방법

연구의 전 과정은 1명의 연구자에 의해 수행되었다.

1) 건전한 인공치 스캔

건전한 인공치를 각 치아 군에서 임의로 1개씩 선택하여 모델 스캐너 Medit T710 (Medit, Seoul, Korea)으로 스캔하였다(Fig. 2). 스캔 시 난반사로 인한 오류가 발생할 수 있어 이미징 파우더인 VITA Powder Scan Spray (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)를 사용하였다. 제조사의 지시에 따라 10 - 15 mm의 거리에서 인공치에 얇고 균일하게 분무하였다. 모든 스캔 파일은 STL 확장자로 저장되었다.



Fig. 1. Artificial tooth model with myJunior Kit (Hahnenkratt, Königsbach-Stein, Germany).

Table 1. Various matrix systems used in this study

Experimental group	Type	Manufacturer	Matrix band (Shape, Height, Thickness, Characteristic)	Matrix retainer	Wedge
Tofflemire System	Circumferential	Hahnenkratt, Königsbach-Stein, Germany	Straight, 5.0 mm, 0.03 mm Flexible	Tofflemire retainer	Wooden wedge (Hawe-Neos Dental, Bioggio, Switzerland)
Palodent V3 Sectional Matrix System	Sectional	Dentsply, Konstanz, Germany	Contoured, 4.5 mm, 0.03 mm Dead soft	Narrow separating ring	Elastic wedge (Medium) (Dentsply, Konstanz, Germany)
myJunior Kit	Sectional	Polydentia SA, Mezzovico, Switzerland	Contoured, 5.0 mm, 0.04 mm Dead soft	myClip Junior	Elastic wedge (Small) (Polydentia SA, Mezzovico, Switzerland)



Fig. 2. 3D model Scanner (Medit T710, Seoul, Korea) used in this study.

2) 와동 형성

상악 좌측 제1유구치와 하악 우측 제1유구치 인공치의 원심면과 상악 좌측 제2유구치와 하악 우측 제2유구치 인공치의 근심면에 No. 330 tungsten carbide bur를 사용하여 가로 1.5 mm, 세로 2.5 mm, 높이 2.0 mm 크기의 와동을 형성하였다. 교합면으로 추가적인 확장 없이 박스 형태의 와동만으로 이루어진 변형 인접면 와동을 형성하였다. 와동과 인접한 인공치가 손상되는 것을 방지하기 위해 덴티폼에서 인공치를 분리한 채로 와동을 형성하였다. 모든 와동의 치은 변연이 덴티폼의 치은 상방에 위치하도록 하였다. 디지털 버니어 캘리퍼스를 이용해 와동의 위치와 크기를 확인하였다.

3) 매트릭스 시스템

치아 종류에 따른 4가지 군에서 사용할 매트릭스 시스템에 따라 15개씩 나누어 TFM, PLD, MJK의 3가지 군으로 하위 분류하였다. 와동이 형성되어 있는 인공치와 건전한 인접 인공치를 덴티폼에 위치시키고 각 매트릭스 시스템을 적용하였다.

4) 복합레진 수복

상아질 접착제인 Single Bond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)을 제조사의 지시에 따라 와동에 얇게 바르며 20초간 문질렀다. 치과용 시린지(3-way syringe)를 이용하여 과량의 용매를 제거하고 부드럽게 건조한 뒤 LED 광조사기인 VALO® (Ultradent, South Jordan, UT, USA)를 1,400 mW/cm²의 강도로 10초간 광중합 하였다. 유동성 복합레진 (FILTEK™ Supreme Flowable, 3M ESPE)을 1.0 mm 충전 후, 응축형 복합레진(FILTEK™ Z250 XT, 3M ESPE)으로 적층 충전하였다. 제조사의 지시에 따라 충전 시마다 교합면에서 20초 광중합하고 매트릭스 시스템을 제거하여 협면, 설면(구개면)에서 10초씩 충분히 광중합 하였다.

5) 인공치 스캔

와동을 복합레진으로 수복한 인공치와 건전한 인접 인공치가 포함된 덴티폼 전체를 스캔하였다. 실제 접착이 형성되는 인접면을 분석할 수 있도록 수복된 인공치와 인접 인공치를 덴티폼에서 분리하여 치아의 개별 스캔 파일을 추가로 저장하였다. 모든 치아는 이미징 파우더 분무 후 스캔하였고 스캔 파일은 STL 확장자로 저장되었다.

6) 3D 재구성

(1) 수복 후 형성된 인접면 외형

중첩 소프트웨어인 GOM Inspect Software (GOM GmbH, Braunschweig, Germany)를 이용하여 수복이 완료된 인공치의 스캔 파일을 수복 전 인공치의 스캔 파일에 중첩하였다. 사전 중첩(Prealignment) 기능을 실행한 후, 최종 중첩(Best Fit)까지 완료하였다. 인접면에서 관찰되는 두 데이터 간의 거리 편차에 관한 수치를 이용하여 수복 후의 외형을 평가하였다(Fig. 3A). 또한 3Shape 3D Viewer (3Shape Dental System™, Copenhagen, Denmark)에서 중첩된 파일의 단면을 통해 인접면 외형을 한 번 더 평가하였다(Fig. 3B). Raghu와 Srinivasan[12]의 연구를 참고하여 수복 후 형성된 인접면 외형을 오목(Concave), 편평(Flat) 및 볼록(Convex)의 3가지 항목으로 분류하였다(Fig. 4).

(2) 인접 인공치와의 접촉 면적 크기

수복이 완료된 인공치와 건전한 인접 인공치의 개별 스캔 파일을 GOM Inspect Software를 이용해 전체 덴티폼 스캔 파일에 최종 중첩하여 두 인공치의 위치를 3차원상으로 고정하였다(Fig. 5A). 위치 정보가 고정된 두 인공치의 파일을 3D 모델링 소프트웨어인 3D Builder (Microsoft, Redmond, WA, USA)로 동시에 옮긴 뒤 수복된 인공치와 두 인공치 간의 중첩 부위를 빼기(Substract) 기능을 이용하여 함께 제거하였다(Fig. 5B). 결과적으로 건전한 인공치의 표면에 두 치아의 접촉되는 부위가 표시되었다(Fig. 5C). 인접 인공치에 표시된 접촉 부위를 Meshmixer (Autodesk, San Rafael, CA, USA)를 이용해 영역화하여 3차원 만곡을 포함하는 STL 파일로 추출하였다(Fig. 5D). 또 다른 3D 모델링 소프트웨어인 Rhino 7 (McNeel, Seattle, WA, USA)에 접촉면 파일을 넣고 'Area' 명

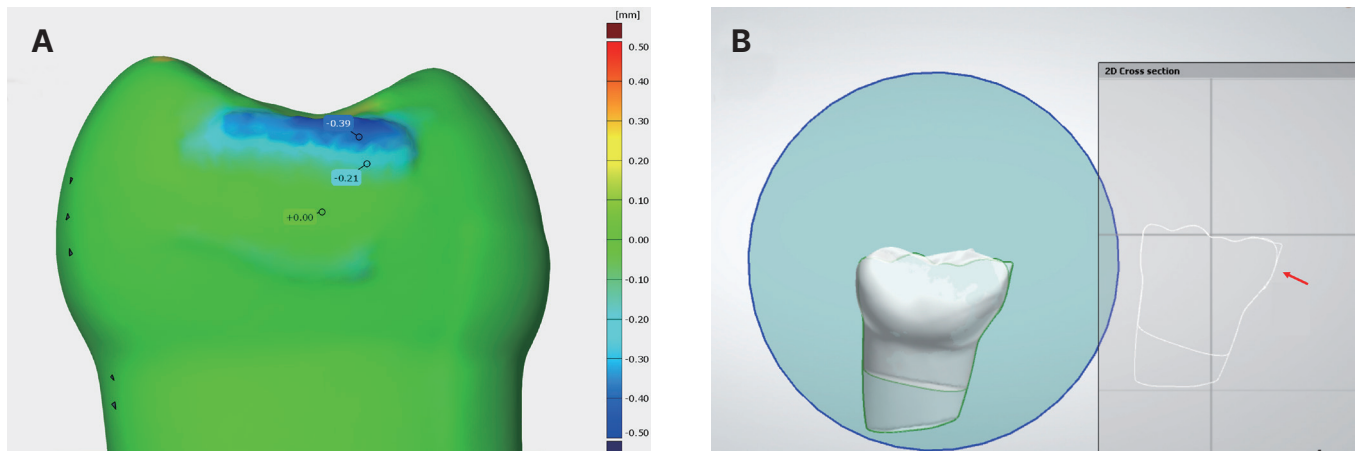


Fig. 3. Evaluation of proximal surface contour. (A) After overlapping the files before and after the restoration using the GOM Inspect Software (GOM GmbH, Braunschweig, Germany), the proximal surface contour was evaluated through the difference in distance between the two files, (B) The proximal surface contour was determined by evaluating the section (arrow) of the two overlapping files through the 3Shape 3D Viewer (3Shape Dental System™, Copenhagen, Denmark).

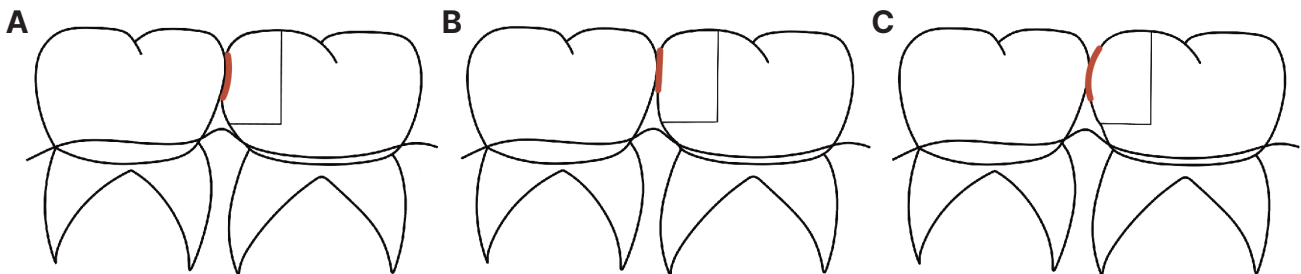


Fig. 4. Classification of proximal surface contour. (A) Concave surface contour, (B) Flat surface contour, (C) Convex surface contour.

명어를 입력하여 면적 크기(mm²)를 구하였다.

(3) 수복 후 부피 차이

수복 후 인공치가 수복 전 인공치의 높이와 정확히 일치하도록 형성하는 것은 한계가 있었다. 따라서 이로 인한 오차가 발생할 가능성이 있는 상부의 부피는 고려하지 않기로 하였다. 수복 전 건전한 인공치의 스캔 파일과 수복 후 인공치 스캔 파일을 같은 위치에 고정하였다. Meshmixer를 이용해 가로 1.5 mm, 세로 2.5 mm, 높이 1.0 mm의 박스를 형성하였다. 수복된 인공치 스캔 파일에서 와동의 하방 1/2 부위에 박스를 중첩하였다(Fig. 6A). 3D builder를 이용해 박스 내부에 포함되는 부위만 따로 추출하여 절편을 형성하였다. 이 절편에는 와동

의 하방 1/2 부위에 대한 수복 전 인공치의 부피 및 수복 후 인공치의 부피가 함께 중첩되어 포함되어 있었다(Fig. 6B). 절편에 포함된 두 파일 중에서 수복 전 부피를 나타내는 파일과 중첩된 부위를 제거한 나머지를 STL 확장자로 따로 추출하였다. Rhino 7에 추출된 파일을 넣고 ‘Volume’ 명령어를 입력하여 부피(mm³)를 구하였다.

3. 통계분석

모든 결과값은 SPSS® 29.0 (Statistical Package for Social Sciences, IBM Corp., Armonk, NY, USA)로 통계분석을 시행하였다.

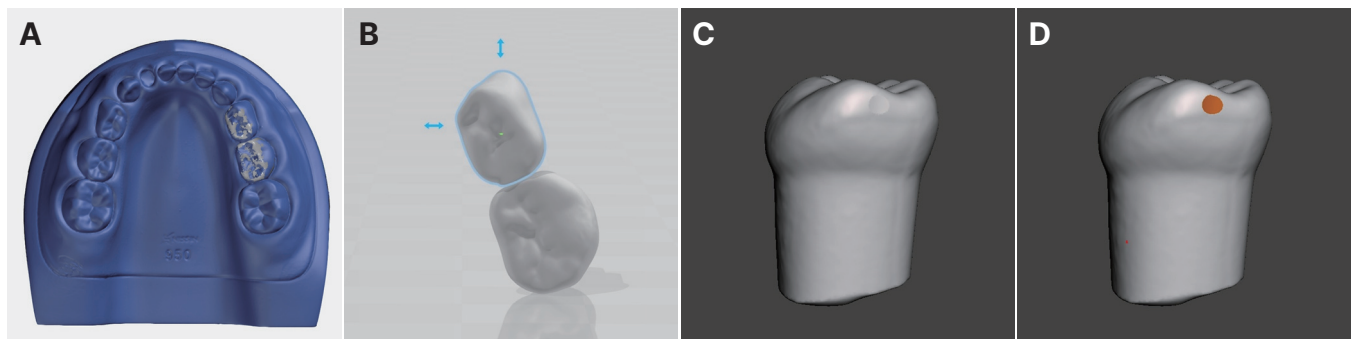


Fig. 5. 3D modeling for measuring of the contact area. (A) Aligning individual scan files of artificial teeth with dentiform scan files by GOM Inspect Software (GOM GmbH, Braunschweig, Germany), (B) Removing the contact surface by using the subtraction function of 3D Builder (Microsoft, Redmond, WA, USA), (C) A sound artificial tooth marked the contact area, (D) Extraction of contact area to STL file.

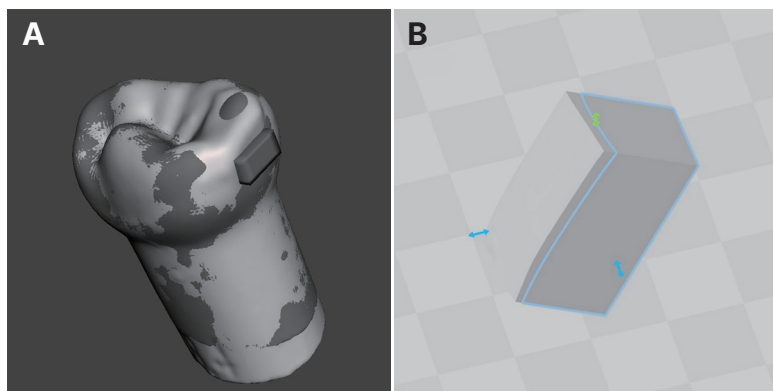


Fig. 6. 3D box for measuring the volume difference in the lower half of the restoration. (A) The 3D box was overlapped only in the lower half in order to exclude errors in the upper half, (B) Volume files before and after restoration for the lower half were extracted.

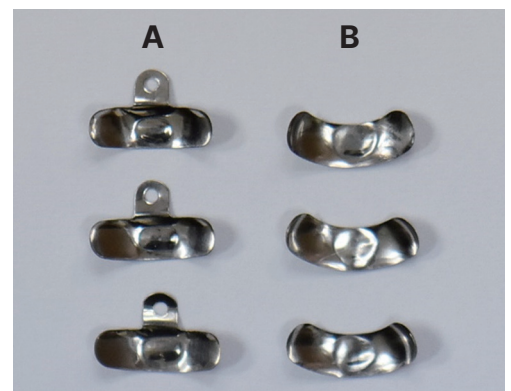


Fig. 7. Deformation of the matrix band after resin restoration. (A) Matrix band used in Palodent V3 Sectional Matrix System, (B) Matrix band used in myJunior Kit.

1) 인접면 외형 비교

각 치아에서 매트릭스 시스템과 이에 따라 형성되는 인접면 외형 간에 연관성이 있는지 Chi-square 검정 및 Fisher 정확 검정을 시행하였다.

2) 중첩면 크기 비교

매트릭스 시스템에 따라 분류된 하위군에 대한 Shapiro-Wilk 정규성 검정 결과, 모든 치아에서 p 값이 0.05보다 작았다. 따라서 Kruskal-Wallis 검정을 통해 각 치아에서 매트릭스 시스템에 따라 접촉면 크기의 평균값 간의 유의한 차이가 있는지 확인하고 Bonferroni 사후 검정을 시행하였다.

3) 부피 차이 비교

매트릭스 시스템에 따라 분류된 하위군에 대한 Shapiro-Wilk 정규성 검정 결과, 하악 우측 제2유구치를 제외한 모든 치아에서 p 값이 0.05보다 작았다. 따라서 상악 좌측 제1유구치, 상악 좌측 제2유구치, 하악 우측 제1유구치에서는 Kruskal-Wallis 검정을 통해 각 치아 내에서 매트릭스 시스템에 따라 수복 후 부피 차이의 평균값 간의 유의한 차이가 있는지 확인하고 Bonferroni 사후 검정을 시행하였다. 하악 우측 제2유구치에서는 one-way ANOVA 분석과 Welch 사후 검정을 시행하였다.

연구 성적

1. 수복 후 형성된 인접면 외형

각 치아에서 매트릭스 시스템에 따른 인접면 외형은 다음과 같다(Table 2). 모든 치아 군에서 매트릭스 시스템과 인접면 외형 간에 연관성이 관찰되었다($p < 0.05$). TFM을 사용한 경우 편평한 외형이 더 많이 형성되었고, PLD와 MJK를 사용한 경우 오목한 외형이 더 많이 형성되었다. 하악 우측 제2유구치를 제외하고는 모든 치아 집단에서 PLD가 MJK보다 더 많은 오목한 형태를 형성했다. 모든 치아 군을 통틀어 볼록한 외형이 형성된 경우는 단 2건이었고, 이는 상악 좌측 제1유구치에서 MJK를 사용한 경우와 상악 좌측 제2유구치에서 PLD를 사용한 경우였다.

2. 인접 인공치와의 접촉 면적 크기

인접 인공치와의 접촉 면적 크기는 다음과 같다(Table 3). 상악 좌측 제1유구치 원심면을 복합레진으로 수복할 때 매트릭스 시스템에 따른 평균값을 비교하면 PLD, MJK, TFM 순으로 접촉면의 크기가 컸고, 모든 군별로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 상악 좌측 제2유구치 근심면을 복합레진으로 수복

Table 2. Morphological assessment of the proximal surface contour

Group		Morphology			χ^2 (p)
		Concave	Flat	Convex	
Maxillary left first primary molar	TFM	0	15	0	21.45 (< 0.0001)
	PLD	10	5	0	
	MJK	9	5	1	
Maxillary left second primary molar	TFM	4	11	0	12.60 (0.005)
	PLD	12	2	1	
	MJK	10	5	0	
Mandibular right first primary molar	TFM	2	13	0	20.35 (< 0.0001)
	PLD	13	2	0	
	MJK	12	3	0	
Mandibular right second primary molar	TFM	3	12	0	27.54 (< 0.0001)
	PLD	14	1	0	
	MJK	15	0	0	

Chi-square test, Fisher's exact test ($p < 0.05$).

TFM: Tofflemire System; PLD: Palodent V3 Sectional Matrix System; MJK: myJunior Kit.

Table 3. Contact area with the proximal primary molar depending on the matrix system

Group		n	Contact area (Mean ± SD, mm ²)	p value
Maxillary left first primary molar	TFM ^a	15	0.7643 ± 0.3130	< 0.0001
	PLD ^b	15	1.8261 ± 0.3908	
	MJK ^c	15	1.2894 ± 0.3372	
Maxillary left second primary molar	TFM ^d	15	0.8083 ± 0.2695	0.007
	PLD ^e	15	1.2257 ± 0.4125	
	MJK ^{d,e}	15	1.0513 ± 0.3085	
Mandibular right first primary molar	TFM ^f	15	0.4060 ± 0.1601	< 0.0001
	PLD ^g	15	0.7934 ± 0.1927	
	MJK ^g	15	0.9873 ± 0.2738	
Mandibular right second primary molar	TFM ^h	15	0.3115 ± 0.1916	< 0.0001
	PLD ⁱ	15	0.7826 ± 0.3304	
	MJK ⁱ	15	0.9109 ± 0.3381	

p values from Kruskal-Wallis test.

a, b, c, d, e, f, g, h, i: The same character means no statistical difference by the Bonfferoni test.

TFM: Tofflemire System; PLD: Palodent V3 Sectional Matrix System; MJK: myJunior Kit.

할 때는 PLD, MJK, TFM 순으로 접촉면이 넓었으나 PLD와 TFM만이 유의한 차이가 있었다. 하악 우측 제1유구치 원심면에서는 MJK, PLD, TFM 순으로 접촉 면적이 넓었다. TFM과 PLD, TFM과 MJK 사이에는 유의한 차이가 있었으나 PLD와 MJK 사이에는 유의한 차이가 없었다. 하악 우측 제2유구치 근심면에서는 MJK, PLD, TFM 순으로 접촉면이 넓었다. TFM과 PLD, TFM과 MJK 사이에는 유의한 차이가 있었으나 PLD와 MJK 사이에는 유의한 차이가 없었다.

3. 와동 하방 1/2 부위에서 건전한 인공치와 수복 후 인공치에 서의 부피 차이

와동 하방 1/2 부위에서 건전한 인공치와 수복 후 인공치에 서의 부피 차이는 다음과 같다(Table 4). 모든 치아 군에서 부피 차이의 평균값은 PLD와 MJK가 TFM 보다 큰 값을 보였고 각 군에서 유의한 차이가 관찰되었다($p < 0.05$). 상악 좌측 제1유구치, 상악 좌측 제2유구치, 하악 우측 제1유구치에서 PLD, MJK와 TFM 사이에는 유의한 차이가 관찰되었으나 PLD와 MJK 사이에는 유의한 차이가 없었다. 하악 우측 제2유구치에서는 PLD와 TFM만이 유의한 차이를 나타내었다.

총괄 및 고찰

유구치 인접면 우식증을 예방하기 위해 치실을 사용하거나 불소를 도포하는 방법이 이전부터 사용되었다[13]. 그러나 유구치 인접면은 외형이 편평하고 접촉이 넓어서 인접면 우식증이 잘 발생하고 법랑질과 상아질이 얇아서 우식증의 진행 속도가 빠르다[14,15]. 게다가 유구치의 접촉이 형성되어 있는 경우가 유구치의 접촉이 개방된 경우에 비해 인접면 우식증이 더 자주 발생하므로[16] 유구치의 인접치 접촉에 관한 다양한 연구가 필요하다.

어린이 환자의 우식증 처치 시 심미적 재료에 대한 요구가 과거보다 증가하는 경향이 지속되어 왔다[17,18]. 이에 따라 구치부 인접면 우식증 치료에 복합레진을 사용하는 경우가 많아졌다[17,18]. 과거부터 유구치의 복합레진 수복 시 임상적 실패에 관한 연구들이 있었지만[19,20], 복합레진은 심미성은 물론이고 기계적, 물리적 특성까지도 개선이 이루어져 왔다[21].

어린이 환자는 성인보다 구강이 협소하고 유구치의 치관 크기 또한 대구치에 비해 작아서 복잡한 매트릭스 시스템을 사용하기 곤란하다. 더욱이 협조가 양호하지 않은 어린이 환자는 짧은 체어 타임이 필수적이다. Circumferential 매트릭스 시스템을 사용할 때는 매트릭스 밴드를 미리 리테이너에 끼워두고

Table 4. Volume difference after proximal resin restoration depending on the matrix system

Group		n	Volume difference (Mean \pm SD, mm ³)	p value
Maxillary left first primary molar ^A	TFM ^a	15	1.2855 \pm 0.0152	< 0.0001
	PLD ^b	15	1.5319 \pm 0.0908	
	MJK ^b	15	1.5180 \pm 0.0449	
Maxillary left second primary molar ^A	TFM ^c	15	0.8342 \pm 0.0858	0.002
	PLD ^d	15	0.9378 \pm 0.0977	
	MJK ^d	15	0.8908 \pm 0.0375	
Mandibular right first primary molar ^A	TFM ^e	15	2.0362 \pm 0.0321	0.008
	PLD ^f	15	2.0963 \pm 0.0763	
	MJK ^f	15	2.0855 \pm 0.0407	
Mandibular right second primary molar ^B	TFM ^g	15	0.3854 \pm 0.0731	0.001
	PLD ^{g,h}	15	0.4456 \pm 0.1132	
	MJK ^h	15	0.5129 \pm 0.0615	

p values from Kruskal-Wallis test & one-way ANOVA test.

A: Kruskal-Wallis; B: one-way ANOVA test.

a, b, c, d, e, f: The same character means no statistical difference by the Bonfferoni test.

g, h: The same character means no statistical difference by the Welch test.

TFM: Tofflemire System; PLD: Palodent V3 Sectional Matrix System; MJK: myJunior Kit.

Rotating Spindle을 조정해 치관의 크기에 맞게 조정만 하면 된다. 반면에 Sectional 매트릭스 시스템을 사용할 때는 매트릭스 밴드와 Separating ring을 단계별로 구내에 적용해야 하고 전용 포셉도 필요하다. 번거롭고 복잡해서 시간이 오래 걸리며 Separating ring이 구내에서 큰 부피를 차지하게 된다. 기존에 상용되고 있던 Palodent V3 Sectional Matrix System에 포함된 Separating ring을 어린이 환자에게 적용하기 어렵다는 한계를 개선하기 위해 유구치 전용으로 사용할 수 있는 Sectional 매트릭스 시스템으로 개발된 제품이 myJunior Kit이다. Separating ring의 크기가 이전의 Sectional 매트릭스 시스템들보다 작게 제작되었다. 이 외에도 손가락만을 이용해 적용할 수 있으며 Separating ring의 역할을 하는 클립(myJunior Clip)도 같이 포함되어 있다(Fig. 1). 하지만 Sectional 매트릭스 시스템은 인접치가 없는 경우에는 전혀 사용할 수 없고 와동의 크기가 매우 큰 경우에는 매트릭스를 고정하거나 주변 치아를 이개할 수 없어서 사용상의 한계가 있다.

치아의 오목한 인접면 형태는 접촉 부위에서 치면세균막의 세정을 어렵게 하고 이차 우식증 발생 가능성을 높이거나 인접한 치아까지도 우식증을 유발할 수 있다[8]. 실제로 유구치의 인접면 형태가 오목할수록 우식증 발생 가능성이 높다는 선행 연구가 있다[22]. 소구치 모델을 이용한 연구에서

Circumferential 매트릭스 시스템 사용 시 교합-치경부 방향으로 편평한 외형이 형성되는 반면, Sectional 매트릭스 시스템 사용 시 오목한 외형이 형성되는 경향이 있다고 하였고[8] 유구치 모델에 시행한 이번 연구와 일치한다. 이는 Sectional 매트릭스 시스템에 사용되는 매트릭스 밴드가 부드럽게 열처리된 완전 연질(Dead soft)의 특성이 있어서 유연성이 좋고 매우 부드러워 견고하지 못하고 이로 인해 Separating ring을 적용할 때의 외력이나 복합레진을 조작할 때 발생하는 응축력에 의해 매트릭스 밴드의 변형이 일어나기 때문이다[8,23-25]. 매트릭스 밴드의 변형이 발생하게 되면 접촉점 주변으로 복합레진이 과도하게 확장된다[24]. 실제로 이번 연구에서도 수복 후 매트릭스 밴드를 살펴보았을 때 모든 치아의 TFM 군에서는 매트릭스 밴드의 변형이 관찰되지 않았으나 Sectional 매트릭스 시스템인 PLD 군, MJK 군에서는 매트릭스 밴드의 변형이 관찰되었다(Fig. 7). 따라서 이러한 변형을 최소화하기 위해 매트릭스 밴드를 와동에 적용하거나 Separating ring을 와동에 적용하는 순간에 매트릭스 밴드의 변형이 발생하지 않게 주의할 기울여야 한다. 또한 복합레진을 적용하기 전에 매트릭스 밴드의 변형으로 인한 치은 변연 부위의 밀봉이 부족한 곳이 없는지 예리한 탐침을 이용해 확인해야 하고 복합레진을 조작하는 순간에도 매트릭스 밴드 방향으로 과한 응축력을 부여해서는 안

된다.

접촉면 하방으로부터 치경부 쪽까지를 포함하는 치아 사이 공간을 치간공극이라고 하며 이 공간에는 치간 유두가 존재한다[14,22]. 인접치와의 접촉면은 교합 시 치간공극으로 음식물이 끼는 것을 막아주고 치아에 가해지는 교합력을 분산시켜서 치간 유두와 같은 연조직을 보호하며, 치아의 정출을 예방해 주기도 한다[26]. 하지만 접촉면이 너무 넓게 형성되면 치간공극이 작아지게 되고 생리적 동요도와 같은 치아들의 자유로운 움직임 허용할 수 없어서 치간공극에 음식물이 끼었을 때 음식물이 빠져나가기 어렵고 치태 지수가 상승하는 결과로도 이어진다[14,27,28]. 이로 인해 이차 우식증이 발생할 수 있으며 [29] 이차 우식증은 인접면 복합레진 수복에서 임상적 실패의 가장 큰 원인을 차지하고 있다[30,31]. 따라서 인접치와 큰 접촉 면적을 형성하는 것은 바람직하지 않다[23,32]. 이번 연구에서 4개의 유구치 모두 Sectional 매트릭스 시스템을 사용하는 경우가 Circumferential 매트릭스 시스템을 사용하는 경우보다 접촉면 크기의 평균값이 더 컸다. 상악 좌측 제1유구치를 제외하고는 Sectional 매트릭스 시스템끼리에서의 유의한 차이는 없었다. 이는 상악 좌측 제1유구치를 재현한 인공치를 교합면에서 바라보았을 때 원심축 외형이 직선형에 가깝고 교합면에서 치경부로 향하는 원심축 외형이 직선형의 경사를 가지고 있어서 다른 인공치의 불룩한 인접면에 비해 매트릭스 밴드의 견고한 고정이 어렵고 변형이 잘 일어났기 때문이다. 게다가 상악 좌측 제2유구치를 제외한 나머지 군에서는 TFM를 사용했을 때와 MJK를 사용했을 때 유의한 접촉면 크기의 차이가 관찰되는 반면에 상악 좌측 제2유구치에서는 두 군간 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 이는 상악 좌측 제2유구치의 치관 크기가 크고 MJK에 사용한 클립이 PLD에 사용한 Separating ring보다 작아서 치아를 이개시키는 힘이 약해 나타난 결과로 생각된다.

이번 연구에서 수복 후 부피 차이에 대한 비교를 위해 와동 높이의 하방 1/2 부위만을 추출해 정량화하였다. 이는 인접면 와동에 매트릭스 시스템을 적용한 상태에서는 모든 수복물의 높이를 수복 전 인공치와 정확히 일치시키는 것이 불가능하다고 판단하였기 때문이다. 따라서 오차가 발생할 수 있는 와동의 상부는 제외하고 와동 하부 1/2 부위에 해당하는 수복 전과 후의 부피 차이를 측정하고자 하였다. 이번 연구에 따르면 Circumferential 매트릭스 시스템에 비해 Sectional 매트릭스 시스템에서 수복 후 부피가 더 크게 나타났다. 이는 소구치 모

델에서 시행된 이전 연구[24]와 유사한 결과를 나타내고 있고 앞서 설명한 Sectional 매트릭스 시스템에 사용되는 매트릭스 밴드의 변형 때문으로 생각된다. 특히나 하악 우측 제1유구치에서 매트릭스 시스템에 상관없이 가장 큰 부피 차이값이 관찰되었는데 이는 4가지 치아 중 하악 우측 제1유구치가 가장 작은 협설 직경을 지니고 있어서 매트릭스 밴드의 고정이 적절하지 않아 변형이 많이 일어났기 때문으로 생각된다.

수복 시 사용한 웨지의 종류도 이번 연구의 고려 요소 중 하나이다. Circumferential 매트릭스 시스템에서는 나무 웨지를 사용하였고 Sectional 매트릭스 시스템에서는 각 제품의 구성품인 탄성 고무 웨지를 사용하였다. Circumferential 매트릭스 시스템에서 나무 웨지의 편평한 형태로 인해 수복물의 인접면 외형이 영향을 받았을 수 있다. 또한 Loomans 등[24]의 연구에서 고무 웨지가 나무 웨지에 비해 매트릭스 밴드를 와동 쪽으로 충분히 적합 시키지 못한다고 하였다. 따라서 고무 웨지를 사용하는 것이 접촉점 하방으로 더 많은 수복을 허용할 수 있게 되고 이는 수복물의 부피에도 영향을 주게 된다.

디지털 치의학의 발전에 따라 다양한 스캐너가 등장하게 되었다. 치과용 모델 스캐너는 접촉식과 비접촉식으로 나뉘게 되고 비접촉식 모델 스캐너는 광학 스캐너라고도 불린다[33]. 이번 연구에서 사용된 Medit T710은 레이저 광원을 이용한 광학 스캐너이다. 스캔한 데이터의 정확도는 진실도(Trueness)와 정밀도(Precision)를 종합하여 설명된다[34]. 진실도는 기준이 되는 데이터와 스캔한 데이터가 얼마나 근접하는지에 대한 정도를 수치로 표현한 값으로 Medit T710은 양호한 진실도를 나타내고 있어 임상적으로 사용할 수 있는 정도의 정확도를 가지고 있는 것으로 알려졌다[35-37]. 따라서 이번 연구에서 Medit T710을 사용하게 되었다.

스캐너 사용 시 발생할 수 있는 오차도 이번 연구에서 고려해야 하는 요소 중 하나이다. 스캐너의 종류와 상관없이 구내 스캐너와 모델 스캐너 모두 인접면에서의 오차가 교합면에서의 오차보다 크며 이는 인접면에서의 언더컷 부위가 스캔이 잘 되지 않고 스캔 과정에서 각도를 틀어 교합면을 여러 컷 찍을 때 발생할 수 있는 병합 상의 오류 때문이다[38]. 실제로 이번 연구에서도 첫 스캔 시 인접면의 스캔이 완전히 되지 않아 해당 부위를 여러 번 스캔해서 파일을 완성했다. 인접면 스캔 능력의 부족은 극복되어야 하는 과제 중 하나이다. 게다가 레진이나 금속처럼 표면에 광택이 있는 모델은 난반사로 인해 정확한 스캔이 어렵다. 이미징 파우더를 표면에 적용하면 정확도를 높일 수

있지만, 과도하게 분말을 도포할 경우엔 실제와 다른 데이터를 얻게 되는 경우가 발생할 수 있으므로 사용 시 주의가 필요하다 [39,40]. 이번 연구에서도 난반사를 예방하기 위해 스캔 시마다 제조사의 지시를 준수하여 이미징 파우더를 사용하였다.

이 연구의 가장 큰 한계점은 어린이 환자의 실제 치아를 대상으로 하지 않고 유구치 모델을 대상으로 한 실험이라는 점이다. 인공치와 덴티폼은 치아의 생리적 동요도나 접촉 강도의 재현이 어렵다. 따라서 Separating ring이나 웨지를 적용했을 때 발생하는 이개 효과가 실제 임상 환경과 유사하게 재현되지 않았을 수 있으며 이는 실험 결과에도 영향을 주었을 가능성이 있다. 그러나 구강이 협소하고 협조를 얻기 어려운 어린이 환자에게 구내 스캐너를 사용하기는 쉽지 않다. 또한 구내 스캐너는 혈액이나 타액 등의 주변 환경에 따라 영향을 받을 가능성도 있다. 인접면 스캔이 정확하지 않아 여러 차례 스캔해야 한다면 실제 유구치를 대상으로 연구하기에는 한계가 있다. 따라서 인공치와 덴티폼 상에서 매트릭스 시스템을 비교했던 다른 연구들[8,30,41,42]의 실험 조건을 참고하여 이번 연구를 계획하게 되었다. 인공치와 덴티폼을 통해 연구 대상의 해부학적 형태에 대한 통일성을 이루었고 실제 유구치와는 다르게 인공치가 덴티폼에서 분리된다는 점을 활용하여 수복 후 형성된 인접면 외형을 분석할 수 있었다. 모든 인공치의 와동을 일치시키기 위해 와동을 미리 형성한 인공치를 3D 프린터를 통해 복제하는 방법을 연구 계획 단계에서 고안했으나 인공치를 덴티폼에 고정할 때 사용하는 스크류 부위까지 정확한 재현이 불가능하여 실행에 옮길 수 없었다. 대신에 모든 와동을 최대한 일치시키기 위해 디지털 버니어 캘리퍼스로 와동의 위치와 크기를 측정하여 오차를 최소화하기 위한 노력을 하였다. 이 연구에서 1명의 연구자가 와동을 형성하고 수복하였다는 점에서 연구 조건의 일관성이 있었다. 하지만 연구자의 능숙도에 따라 매트릭스 밴드의 변형과 수복물의 형태학적 재현도가 영향을 받을 수 있는 점을 고려하면 연구자의 능숙도에 따른 비교가 후속 연구에서 추가로 필요하다. 그리고 이 연구의 수복 과정에서 인접면 치은 변연의 적합성과 중합 시의 수축 응력을 고려하여 유동성 복합레진으로 이장 후 응축형 복합레진으로 적층 충전하는 보편적인 방법을 사용하였지만[43], 복합레진의 필러 함유량과 필러의 크기, 그로 인한 흐름성, 수축 응력, 조작 시 발생하는 응축력 등이 연구의 결과에 영향을 미칠 가능성을 배제하지 못했다. 그러나 선행 연구들과 다르게 이번 연구에서는 수복물의 형태학적 비교를 인접면의 외형, 접촉 면적의 크기, 수복 후의 부

피 차이 측면에서 정량화를 통해 분석할 수 있었다는 점에서 의의를 찾을 수 있으며 이 연구 방법들을 토대로 더 많은 후속 연구가 가능할 것으로 생각된다.

결론

이 연구에서 유구치 인접면을 복합레진으로 적층 충전 시 매트릭스 시스템에 따라 형성되는 인접면의 외형, 접촉 면적의 크기, 부피 차이를 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다. Circumferential 매트릭스 시스템을 사용하는 경우와 비교하였을 때, Sectional 매트릭스 시스템을 사용하면 오목한 인접면 외형이 형성될 가능성이 있고 인접치와의 접촉 면적이 크고 수복 후 더 큰 수복물의 부피로 인해 치간공극의 크기가 작아지게 된다. 따라서 이번 연구의 결과를 바탕으로 유구치 인접면을 Sectional 매트릭스 시스템을 이용해 복합레진을 수복하는 경우, 형태학적 관점을 고려한 신중한 사용이 요구된다.

Acknowledgments

This study was supported by research fund from Chosun University Dental Hospital, 2023.

Conflict of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

References

1. Martignon S, Tellez M, Santamaría RM, Gomez J, Ekstrand KR : Sealing distal proximal caries lesions in first primary molars: efficacy after 2.5 years. *Caries Res*, 44:562-570, 2010.
2. Alyahya A, Khanum A, Qudeimat M : Clinical assessment of class II resin-based composites versus preformed metal crowns performed on primary molars in patients at high risk of caries. *Eur Arch Paediatr Dent*, 19:39-45, 2018.
3. Dias AGA, Magno MB, Delbem ACB, Cunha RF, Maia

- LC, Pessan JP : Clinical performance of glass ionomer cement and composite resin in Class II restorations in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*, 73:1-13, 2018.
4. Muthu MS, Kirthiga M, Lee JC, Kayalvizhi G, Mathur VP, Kandaswamy D, Jayakumar N : OXIS Contacts as a Risk Factor for Approximal Caries: A Retrospective Cohort Study. *Pediatr Dent*, 43:296-300, 2021.
 5. Cerdán F, Ceballos L, Fuentes MV : Quality of approximal surfaces of posterior restorations in primary molars. *J Oral Sci*, 63:347-351, 2021.
 6. Saber MH, Loomans BA, El Zohairy A, Dörfer CE, El-Badrawy W : Evaluation of proximal contact tightness of Class II resin composite restorations. *Oper Dent*, 35:37-43, 2010.
 7. Cho SD, Browning WD, Walton KS : Clinical use of a sectional matrix and ring. *Oper Dent*, 35:587-591, 2010.
 8. Chuang SF, Su KC, Wang CH, Chang CH : Morphological analysis of proximal contacts in class II direct restorations with 3D image reconstruction. *J Dent*, 39:448-456, 2011.
 9. Bauer JG, Crispin BJ : Evolution of the matrix for Class 2 restorations. *Oper Dent*, Suppl 4:S1-S37, 1986.
 10. Kumari S, Raghu R, Shetty A, Rajasekhara S, Padmini SD : Morphological assessment of the surface profile, mesiodistal diameter, and contact tightness of Class II composite restorations using three matrix systems: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 26:67-72, 2023.
 11. Durr-E-Sadaf, Ahmad MZ, Gaikwad RN, Arjumand B : Comparison of two different matrix band systems in restoring two surface cavities in posterior teeth done by senior undergraduate students at Qassim University, Saudi Arabia: A randomized controlled clinical trial. *Indian J Dent Res*, 29:459-464, 2018.
 12. Raghu R, Srinivasan R : Optimizing tooth form with direct posterior composite restorations. *J Conserv Dent*, 14:330-336, 2011.
 13. Kim SJ, Lee JY, Kim SH, Cho HJ : Effect of interdental cleaning devices on proximal caries. *Community Dent Oral Epidemiol*, 50:414-420, 2022.
 14. Yacob N, Awang RA, Sinor MZ : Interproximal Contact Area and Width: Relationship to Periodontal Parameters. *Int J Dentistry Oral Sci*, 7:804-808, 2020.
 15. Mathewson RJ, Primosch RE : Fundamentals of pediatric dentistry, 3rd ed. Quintessence Publishing Co. Inc, Illinois, 79, 1995.
 16. Bimstein E, Treasure ET, Williams SM, Dever JG : Alveolar bone loss in 5-year-old New Zealand children: its prevalence and relationship to caries prevalence, socio-economic status and ethnic origin. *J Clin Periodontol*, 21:447-450, 1994.
 17. Park SD, Park KT : Class II composite resin restoration using orthodontic bands. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 32:13-17, 2005.
 18. Jih MK, Lee SH, Lee NY : Retrospective Study of Survival Rates According to the Type of Dental Restoration of Proximal Caries in Primary Molars. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 42:249-256, 2015.
 19. Varpio M : Proximoclusal composite restorations in primary molars: a six-year follow-up. *ASDC J Dent Child*, 52:435-440, 1985.
 20. Shwartz M, Gröndahl HG, Pliskin JS, Boffa J : A longitudinal analysis from bite-wing radiographs of the rate of progression of approximal carious lesions through human dental enamel. *Arch Oral Biol*, 29:529-536, 1984.
 21. Seo HJ, Park SY, Lee EG, Jung TS, Shin JH : Survival Rates of Class II Restoration in Primary Molar with Flowable Resin Composite. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 48:12-20, 2021.
 22. Cortes A, Martignon S, Qvist V, Ekstrand KR : Approximal morphology as predictor of approximal caries in primary molar teeth. *Clin Oral Investig*, 22:951-959, 2018.
 23. Bailey O : A Sectional matrix solutions: the distorted truth. *Br Dent J*, 547-555, 2021.
 24. Loomans BA, Opdam NJ, Roeters FJ, Bronkhorst EM, Huysmans MC : Restoration techniques and marginal overhang in Class II composite resin restorations. *J Dent*, 37:712-717, 2009.
 25. Loomans BA, Opdam NJ, Roeters JF, Bronkhorst EM, Plasschaert AJ : Influence of composite resin consistency and placement technique on proximal contact

- tightness of Class II restorations. *J Adhes Dent*, 8:305-310, 2006.
26. Kadam KS, Kurhade SS : Proximal Contact Areas: A Forsaken Facet of Restorative Dentistry. *Acta Sci Dent Sci*, 3:33-34, 2019.
 27. Hancock EB, Mayo CV, Schwab RR, Wirthlin MR : Influence of interdental contacts on periodontal status. *J Periodontol*, 51:445-449, 1980.
 28. Kirthiga M, Muthu MS, Kayalvizhi G, Krithika C : Proposed classification for interproximal contacts of primary molars using CBCT: a pilot study. *Wellcome Open Res*, 3:98, 2018.
 29. El-Shamy H, Sonbul H, Alturkestani N, Tashkandi A, Loomans BA, Dörfer C, El-Badrawy W : Proximal contact tightness of class II bulk-fill composite resin restorations: An in vitro study. *Dent Mater J*, 38:96-100, 2019.
 30. Pinto Gdos S, Oliveira LJ, Romano AR, ScharDOSim LR, Bonow ML, Pacce M, Correa MB, Demarco FF, Torriani DD : Longevity of posterior restorations in primary teeth: results from a paediatric dental clinic. *J Dent*, 42:1248-1254, 2014.
 31. Chisini LA, Collares K, Cademartori MG, de Oliveira LJC, Conde MCM, Demarco FF, Corrêa MB : Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *Int J Paediatr Dent*, 28:123-139, 2018.
 32. Cazzaniga G, Ottobelli M, Ionescu A, Garcia-Godoy F, Brambilla E : Surface properties of resin-based composite materials and biofilm formation: A review of the current literature. *Am J Dent*, 28:311-320, 2015.
 33. Yu BY, Son KBD, Lee KB : Effect of abutment superimposition process of dental model scanner on final virtual model. *J Korean Acad Prosthodont*, 57:203-210, 2019.
 34. Noh MJ, Lee HB, Kim JH : Evaluation of marginal and internal accuracy of provisional crowns manufactured using digital light processing three-dimensional printer. *J Tech Dent*, 44:31-37, 2022.
 35. Ebeid K, Nouh I, Ashraf Y, Cesar PF : Accuracy of different laboratory scanners for scanning of implant-supported full arch fixed prosthesis. *J Esthet Restor Dent*, 34:843-848, 2022.
 36. Borbola D, Berkei G, Simon B, Romanszky L, Sersli G, DeFee M, Renne W, Mangano F, Vag J : In vitro comparison of five desktop scanners and an industrial scanner in the evaluation of an intraoral scanner accuracy. *J Dent*, 129:104391, 2023.
 37. Kim RW, Jang GW, Heo YR, Son MK : Understanding and Application of Digital Impression in Dentistry. *Korean J Dent Mater*, 41:253-261, 2014.
 38. Subramaniam P, Babu Kl G, Nagarathna J : Interdental spacing and dental caries in the primary dentition of 4-6 year old children. *J Dent*, 9:207-214, 2012.
 39. Prudente MS, Davi LR, Nabbout KO, Prado CJ, Pereira LM, Zancopé K, Neves FD : Influence of scanner, powder application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit. *J Prosthet Dent*, 119:377-383, 2018.
 40. Kim BS, Kim JH : Comparison of the accuracy of domestic dental intra-oral scanner(e-scanner) and model scanner. *J Tech Dent*, 41:53-61, 2019.
 41. Loomans BA, Roeters FJ, Opdam NJ, Kuijs RH : The effect of proximal contour on marginal ridge fracture of Class II composite resin restorations. *J Dent*, 36:828-832, 2008.
 42. Wolff D, Hahn P, Ding P, Maier-Kraus T, Frese C, Dörfer C, Staehle HJ : Proximal contact tightness between direct-composite additions in the posterior dentition: an in vitro investigation. *Oper Dent*, 37:272-280, 2012.
 43. Bae YE, Shin JH, Jung TS, Kim S, Kim JH : Evaluation of Cavity Wall Adaptation of Bulk-fill Resin Composites in Class II Cavities of Primary Molar. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 44:446-454, 2017.

매트릭스 시스템에 따른 유구치 인접면 수복물에 대한 3D 스캐너를 이용한 형태학적 평가: 실험실적 연구

신혜원¹ · 이난영¹ · 송주현² · 김준성² · 지명관¹

¹조선대학교 치과대학 소아치과학교실

²조선대학교 치과대학 치과보철학교실

이 연구의 목적은 유구치를 재현한 인공치를 대상으로 인접면 복합레진 수복 시 매트릭스 시스템에 따른 인접면의 외형, 접촉면의 크기 및 수복 전과 후의 부피 차이를 비교해 보는 것이다. 네 가지 종류의 인공치에 Circumferential 매트릭스 시스템에 해당하는 Tofflemire Matrix System과 Sectional 매트릭스 시스템에 해당하는 Palodent V3 Sectional Matrix System, myJunior Kit를 이용하여 복합레진을 수복하고 3D 모델링 과정을 거쳐 분석되었다. Sectional 매트릭스 시스템을 사용한 경우에서 오목한 인접면 외형이 형성될 확률이 높았으며 더 큰 접촉 면적과 부피가 형성되었다. 이는 Sectional 매트릭스 시스템에 사용되는 매트릭스 밴드의 완전 연질(Dead soft) 특성에 의한 변형으로 인해 접촉점 주변으로 과량의 레진이 적용될 수 있기 때문이다. 게다가 Sectional 매트릭스 시스템에 포함된 고무 웨지가 매트릭스 밴드를 와동에 잘 적합 시키지 못할 가능성이 있다. 따라서 이번 연구의 결과를 바탕으로 유구치 인접면을 Sectional 매트릭스 시스템을 이용해 복합레진 수복하는 경우, 형태학적 관점을 고려한 신중한 사용이 요구된다. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(4):396-408]

원고접수일 2023년 6월 28일
 원고최종수정일 2023년 8월 18일
 원고채택일 2023년 8월 24일

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

교신저자 지명관
 (61452) 광주광역시 동구 필문대로 309 조선대학교 치과대학 소아치과학교실
 Tel: 062-220-3868 / Fax: 062-225-8240 / E-mail: mdenti@chosun.ac.kr