

# Q-Ray View를 이용한 치면열구전색재의 유지상태 평가

<sup>1</sup>삼육보건대학교 치위생과, <sup>2</sup>연세대학교 치과대학 예방치과학교실,  
<sup>3</sup>BK21 플러스 통합구강생명과학 사업단

남상미<sup>1,2)</sup>, 구혜민<sup>2,3)</sup>, 이은송<sup>2,3)</sup>, 김백일<sup>2,3)</sup>

## ABSTRACT

### Reliability of Q-Ray View for Assessing Retention Status of Pit and Fissure Sealant

<sup>1</sup>Department of dental hygiene, SahnYook Health University

<sup>2</sup>Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, Yonsei University College of Dentistry

<sup>3</sup>BK21 PLUS Project, Yonsei University College of Dentistry

Sang-Mi Nam<sup>1,2)</sup>, Hye-Min Ku<sup>2,3)</sup>, Eun-Song Lee<sup>2,3)</sup>, Baek-Il Kim<sup>2,3)</sup>

**Purpose:** To evaluate reliability of Q-ray view (Aiobio Inc., Seoul, Korea) for assessing retention status of pit and fissure sealants.

**Methods:** Pit and fissure sealants of 58 permanent molars from 15 third-grade students were examined. Posterior teeth with  $\geq 1$  pit and fissure sealants applied to the occlusal surface for  $>6$  months were examined. The teeth were examined using traditional visual-tactile assessments and combined Q-ray view. Pit and fissure sealants were evaluated by assessing marginal plaque, marginal discoloration, marginal integrity, retention, and presence of caries. Fleiss kappa and Cohen's kappa values were calculated to compare inter- and intrarater agreements between visual-tactile and combined Q-ray view assessments.

**Results:** Regarding interrater agreement in visual-tactile assessments, *K* values of Cohen's kappa for marginal plaque, marginal discoloration, and presence of caries were 0.22–0.57, 0.36–0.57, and 0.43–0.61, respectively, and agreements ranged from slight to moderate. When combined with Q-ray view, the values were 0.81–0.89, 0.69–0.88, and 0.80–0.90, respectively, and agreements ranged from substantial to nearly perfect level, indicating statistical significance. Marginal plaque (0.81–0.83), marginal discoloration (0.57–0.89), and presence of caries (0.69–0.91) showed higher agreements in combined Q-ray view than in visual-tactile assessments, and kappa values of marginal plaques were significantly higher in combined Q-ray view than in visual-tactile assessments.

**Conclusion:** Evaluating retention status of pit and fissure sealants using Q-ray view showed higher reliability than using visual/tactile assessments for marginal plaque, marginal discoloration, and presence of caries. Therefore, Q-ray view may be used to assess the retention status of pit and fissure sealants.

**Keywords:** Caries, Pit and fissure sealant, Plaque, Q-ray view, Retention

Corresponding Author

김 백 일

연세대학교 치과대학 예방치과학교실 교수

서울시 서대문구 연세로 50-1 연세대학교 치과대학 예방치과학교실 전화: (02)2228-3070, E-mail: drkbi@yuhs.ac

ACKNOWLEDGMENT 본 논문은 2019학년도 삼육보건대학교에서 지원한 학술연구비에 의해 연구되었음.

## I. 서론

치면열구전색술은 교합면 우식을 예방하기 위해 1960년대에 Cueto와 Buonocore에 의해 소개되었으며<sup>1)</sup>, 치아우식증 예방 효과는 90% 이상으로 보고되고 있다<sup>1,2)</sup>. 최근 연구에 의하면 치면열구전색재는 비외동 우식병변의 진행을 예방하거나 억제하는데 효과적이고 안전하며<sup>3,4)</sup>, 치아우식증 예방 효과가 불화물 바니쉬와 비슷하거나<sup>5)</sup> 더 뛰어나다고<sup>4,6)</sup> 보고하였다.

치면열구전색재의 치아우식 예방 효과는 치아로부터 치면열구전색재가 얼마나 장기간 동안 유지되는가에 달려있으며<sup>7)</sup>, 전색재의 변연 봉쇄와 유지력이 장기적인 예후에 영향을 미치는 요인이라 할 수 있다<sup>8)</sup>. 전색재의 유지력은 대상치아의 선정 오류나 전색재 도포 전 교합면 소와 열구에 치태가 남아있는 경우 또는 도포 과정에서 완전히 건조되지 않아 수분이나 타액이 남아 있게 되면 전색재의 침투를 방해하여 유지력이 감소하게 된다<sup>9)</sup>. 치면열구전색재의 유지력이 감소하게 되면 전색재와 치아 틈새로 세균이 침투하여 이차우식증을 유발하게 되며 이는 과민성 치아와 치수괴사의 원인이 되기도 한다<sup>10)</sup>. 따라서 치면열구전색재의 유지상태 평가는 임상적으로 중요한 항목이다.

치면열구전색재의 유지력에 영향을 미치는 요인은 다양하다. 치면열구 전색재의 변연 적합, 변연 변색, 유지율은 치면열구전색재의 유지상태를 오랜기간 유지되도록 하는 요소로서 임상적 성공에 영향을 미친다<sup>11-13)</sup>. 또한 전색 후 전색재 변연 및 소와 열구에 치아우식증 발생 여부를 평가하는 것 역시 전색재의 유지상태 평가에 중요한 요인이다<sup>14)</sup>. 수복물 표면은 자연 치면보다 치태의 축적이 더 많이 일어나며<sup>15)</sup>, 이렇게 수복물 변연으로 침투한 세균은<sup>16-20)</sup> 치아우식 진행 및 재발성 우식을 유발할 수 있다<sup>10)</sup>. 따라서 전색재 유지상태 평가를 위해서는 유지력에 영향을 미치는 이와 같은 임상적 평가 요소들

을 정확히 탐지하는 것이 중요하다.

현재까지 임상에서 치면열구전색치아의 유지상태를 평가하기 위해 시진 및 촉진과 같은 감각에 의존하는 평가법을 사용해왔다. 그러나 이러한 전통적인 검사법은 법랑질 외곽에서 최소한 300~500  $\mu$ m의 깊이까지 병소가 진행되었을 때 탐지가 가능하며<sup>8)</sup>, 전색재 변연의 탐지는 경계부가 매끄럽고 부드럽게 잘 도포되었는지를 검사자의 주관에 의해 확인하는 것으로 객관적이지 못하다는 한계점이 있다<sup>21)</sup>.

이러한 한계점을 보완하여 치면열구전색재의 유지상태를 객관적으로 탐지하기 위해 다양한 광학장비를 활용하려는 시도들이 보고되고 있다. 레이저 형광을 이용한 DIAGNOdent 장비를 사용하여 투명한 전색재를 포함한 치아 주변의 우식 탐지에 대한 진단 정확도를 평가한 결과, 타당도는 '우수'에서 '아주 우수'(0.74-0.85)로 시진(0.55-0.79)보다 높았으며, 검사자 간 일치도에서는 '보통'에서 '아주 우수'(0.39-0.96)로 시진보다 높은 결과를 보였다<sup>22)</sup>. 그러나 DIAGNOdent는 수복재료나 이물질에 의해 위양성반응(false-positive)이 나타난다는 한계점을 보고하였다<sup>23)</sup>. 또한 치면열구전색재의 변연을 Micro-CT로 평가한 연구에서는 Micro-CT로 전색재 변연의 보존상태를 탐지할 수 있었으나<sup>24)</sup> 높은 방사선 노출량의 문제로 임상에서 사용하는데 어려움이 있다.

QLF (Quantitative light-induced fluorescence) 기술은 405 nm의 푸른색 가시광선을 이용하여 치아 경조직 병소부위를 형광 소실로 가시화하며 구강 내 세균이 분비하는 대사산물인 포피린(porphyrin)이라는 물질로부터 발생하는 붉은 형광을 탐지할 수 있다<sup>25)</sup>. 선행연구에서 QLF 기술을 활용한 디지털 카메라 형태의 QLF-Digital biluminator (Inspektor Research systems BV, Amsterdam, The Netherlands)장비를 사용하여 치면열구전색치아를 평가한 결과에 따르면, 치면열구전색재 변연의 미세누출 부위에 침투한 치면세균막

을 붉은색의 자가 형광 반응으로 확인할 수 있으며, 치아 우식은 병소부위의 형광소실로 건전한 부위에 비해 상대적으로 어둡게 보여 초기우식을 쉽게 탐지할 수 있다고 하였다<sup>25)</sup>. 그러나 해당 장비는 외부 빛에 민감하여 양질의 이미지를 획득하기에 다소 어려움이 있으며 디지털 카메라로서 임상 현장에서 장비를 다루기에 불편함이 있다. 이러한 장비사용의 한계를 보완하여 임상에서 쉽게 활용하기 위해 핸디형의 Q-ray view (Aiobio Inc., Seoul, Korea)가 개발되었다. 해당 장비를 이용하여 수복물을 평가하려는 시도들이 있었으며 그 타당성에 대한 연구 결과가 보고되었다<sup>26)</sup>. 그러나 기존의 시진 검사와 Q-ray view를 병용한 검사에서 단순히 치면열구전색재 유무만을 확인하였을 뿐 임상적으로 전색재의 유지상태에 영향을 미치는 임상적 요인들에 대한 평가는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 치면열구전색재의 임상적 유지상태(변연 치면세균막, 변연 변색, 변연 보존, 유지율, 치아우식)를 평가하는데 있어 기존의 시진 및 촉진 검사법과 Q-ray view를 병용한 검사법의 신뢰도를 비교함으로써 임상 현장에서 치면열구전색재의 유지상태를 평가하는데 Q-ray view를 활용하는 것이 가능한지 평가하고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 2017년 5월부터 6월까지 서울특별시 동대문구에 위치한 일개 대학의 치위생과에서 수행되었으며 구치부 교합면에 최소 한 개의 이상의 치면열구전색재가 도포된 이후 6개월이상 경과된 치위생과 3학년 학생 중 자발적으로 참여한 여학생 15명을 대상으로 총 58개

치아에서 검사를 수행하였다. 학생 연령은 만 20세부터 27세까지 분포하였고 평균 연령은 21.53세였으며, 검사 대상 치아는 상악 대구치 7개, 상악 소구치 13개, 하악 대구치 14개, 하악 소구치 24개였다.

### 2. 연구방법

숙련된 3명의 검사자가 치면열구전색치아를 시진과 촉진으로 평가하는 1차 검사와 기존 검사법에 Q-ray view를 병용하여 2차 검사를 수행하였다. 3명의 검사자는 평가 전 백색광 사진과 Q-ray 사진(청색광 사진)을 이용하여 평가 기준에 대한 교육을 받았으며 사진제공과 연구에 참여하지 않는 대상자의 치면열구전색치아를 대상으로 평가 기준을 보정하였다. 1차 검사 결과가 2차 검사에 영향을 미치지 않게 하기 위해 평가지를 1차, 2차 검사에서 각각 따로 작성하도록 하였으며 1차 검사와 2차 검사 사이에 약 2시간의 휴식기를 갖고 평가를 진행하였다.

#### 1) 시진과 촉진 검사

검사 전 치면열구전색재 주변부의 치면세균막을 제거하기 위해 전체 대상자들은 칫솔질을 시행하였고, 치과용 의자에 앉아 동일한 조명하에 검사를 받도록 하였다. 검사자는 대상 치아의 교합면을 충분히 건조시킨 후 탐침(Explorer)을 사용하여 육안으로 평가하였다. 평가항목은 선행연구<sup>27)</sup>를 참고하여 변연 치면세균막, 변연 변색, 변연 보존, 유지율, 치아우식 총 5가지 항목으로 분류하여 각 항목에 대해 평가하였다(Table 1). 각 평가항목에 대한 자세한 분류 기준은 다음과 같다.

먼저 변연 치면세균막은 전색재 부위에서 치면세균막이 없을 때 score 0, 전색재 변연에만 있을 때 score 1, 전색재 주위에 있을 때 score 2로 분류하였다.

변연 변색은 치아와 전색재 변연에서 색 변화가 없을

때 score 0, 변연을 따라 표시된 변색이 50% 미만일 때 score 1, 변색이 50% 이상일 때 score 2으로 분류하였다.

변연 보존은 치아와 전색재 변연이 연속성을 보이고 탐침으로 탐지가 불가능 할 때 score 0, 치아와 전색재 변연이 불연속성을 보이고 탐침으로 변연의 탐지가 가능할 때 score 1, 치아와 전색재 변연이나 중앙의 열구 노출로 균열이 형성되어 탐침으로 균열 탐지가 가능할 때 score 2로 분류하였다.

유지율은 전색재가 교합면 전체에 존재할 때 score 0, 부분적으로 탈락되었지만 전색재의 일부가 존재할 때 score 1, 완전히 탈락되었을 때 score 2로 분류하였다.

치아우식은 우식이 없을 때 score 0, 와동이 없는 초기우식은 score 1, 와동이 형성된 법랑질 우식은 score 2로 분류하였다.

## 2) Q-ray view를 이용한 검사

시진과 측진으로 검사한 동일한 치면열구전색 치아를 Q-ray view를 병용하여 평가하였으며, 평가항목은 시진과 측진의 검사항목과 동일하였다. 총 5가지 항목 중 3가지 항목(변연 치면세균막, 변연 변색, 치아우식)에 대해 QLF의 원리 및 특성을 반영하여 형광 발현 양상을 고려한 평가 기준을 설정하고 점수화하였다.

가장 먼저, 변연 치면세균막 평가 항목에 대해 QLF 기술을 이용하여 치면세균막을 붉은 형광으로 탐지하는 것이 가능하다<sup>25)</sup>는 이론적 근거를 바탕으로 붉은 형광 유무로 변연의 치면세균막 존재 여부를 평가하였다. 붉은 형광이 관찰되지 않을 때 score 0, 치면세균막이 존재하여 전색재 변연에만 붉은 형광이 관찰될 때 score 1, 치아와 전색재 주위에 붉은 형광이 관찰될 때 score 2로 분류하였다.

다음 두 번째 평가 기준인 변연 변색 항목에서는 QLF 기술이 비우식성 변색과 우식성 변색의 구분이 가능하며, 변색의 강도가 증가함에 따라 형광소실이 증가하여

변색이 더 어둡게 관찰된다는 선행연구 결과를 바탕으로 평가 기준을 선정하였다<sup>28)</sup>. 치아와 전색재 변연에서 형광변화가 없을 때 score 0, 변연을 따라 표시된 형광소실이 50% 미만일 때 score 1, 형광소실이 50% 이상일 때 score 2로 분류하였다.

세 번째 평가항목인 치아우식에 대해서는 형광 소실, 붉은 형광 발현 두가지 형광 요인을 반영한 기준을 설정하여 점수화하였다. QLF 기술은 초기우식병소의 미세한 무기질 변화를 형광 소실 정도로 정량화 할 수 있으며<sup>29)</sup>, 우식병소에서 증가된 박테리아의 활성을 붉은 형광으로 탐지할 수 있다<sup>30)</sup>. 이러한 이론적 근거를 바탕으로 우식이 없어 형광소실이나 붉은 형광이 관찰되지 않을 때 score 0, 와동이 없는 초기우식으로 형광이 소실되어 다소 어둡거나 붉은 형광을 동반하여 관찰될 때 score 1, 법랑질 와동이 형성된 우식으로 형광이 소실되어 현저하게 어둡거나 붉은 형광을 동반하여 관찰될 때 score 2로 분류하였다.

## 3. 통계분석

검사자 3명의 시진과 측진 검사 결과와 Q-ray view를 병용하는 검사 결과의 검사자 간 및 검사자내 일치도를 산출하기 위해 Fleiss kappa와 Cohen's kappa 값이 사용되었다. Cohen's kappa의 K 값이 0.2 이하는 불량(slight agreement), 0.21-0.40은 보통(fair agreement), 0.41-0.60은 중등도(moderate agreement), 0.61-0.80은 우수(substantial agreement), 0.81-1.00은 아주 우수(almost perfect agreement)로 분류하였다<sup>31)</sup>. 시진과 측진 검사와 Q-ray view를 병용하는 검사 결과의 평균 kappa 값의 차이가 유의한지 검정하기 위해 대응표본 T 검정으로 분석하였다. 모든 통계분석은 유의수준 95%( $\alpha=0.05$ )로 설정 하에 R통계 프로그램(R Foundation for Statistical computing, Vienna, Austria)을

이용하여 분석하였다.

### III. 결과

치면열구전색치아의 유지상태를 5가지 항목으로 분류하여 각 검사법으로 평가한 결과, 변연 치면세균막, 변연 변색, 치아우식의 총 3개 항목에서 Q-ray view를 이용한 검사가 시진 및 촉진 검사에 비해 검사자간 일치도

가 통계적으로 유의하게 높게 산출되었다(Fig. 2, Table 2). 치면열구전색재 변연부나 주위의 치면세균막 존재 여부는 육안으로 쉽게 탐지하기 어려우나 Q-ray view 관찰 시 치면열구전색재 변연부에 붉은 형광이 관찰되어 치면세균막 존재여부를 명확하게 확인할 수 있었다(Fig. 1-A, B). 전색재의 변연 변색은 시진에 비해 Q-ray view 관찰 시 변색된 부위의 형광이 소실되어 건전부위에 비해 어두운 양상으로 탐지되었으며(Fig. 1-C, D), 치

Table 1. Criteria of evaluation for pit and fissure sealant status

Surface characteristic	Score	Clinical Criteria	QLF Criteria
Marginal plaque	0	No plaque	No red fluorescence changes
	1	Presence of plaque accumulation limited to margin	Red fluorescence emission limited to margin
	2	Presence of plaque accumulation around sealant including margin	Red fluorescence emission around sealant including margin
Marginal discoloration	0	No discoloration	No fluorescence changes
	1	Presence of marginal discoloration less than 50%	Fluorescence loss less than 50%
	2	Presence of marginal discoloration more than 50%	Fluorescence loss more than 50%
Marginal integrity	0	Not detectable with an explorer	Not detectable with an explorer
	1	Margin detectable with an explorer	Margin detectable with an explorer
	2	Crevice detectable with an explorer	Crevice detectable along the margin of visible width and depth
Retention	0	Completely retained material	Completely retained material
	1	Partially lost material	Partially lost material
	2	Totally lost material	Totally lost material
Caries	0	No caries	No fluorescence changes
	1	Initial caries (no cavity)	Slight fluorescence loss and/or red fluorescence emission
	2	Enamel or dentin caries (cavity formation)	Distinct fluorescence loss and/or red fluorescence emission

아우식은 와동이 없는 초기우식에서 시진으로 평가하기 어려우나 Q-ray view 관찰 시 형광이 소실되어 건전치아에 비해 상대적으로 어둡거나 세균의 활성화로 붉은 형광이 동반되어 우식병소를 정확하게 확인할 수 있었다(Fig. 1-E, F). 검사자 간 일치도 산출 결과, 통계적으로 유의한 차이를 보인 3가지 항목 중 Q-ray view 검사에서 치아우식, 변연 치면세균막, 변연 변색 평가 항목 순

으로 일치도가 가장 높았으며 특히, 변연 치면세균막 평가 항목은 시진과 촉진 검사(0.22-0.57)와 Q-ray view를 이용한 검사(0.81-0.89)에서 일치도 차이가 가장 크게 나타났다(Table 2).

검사자 내 일치도 산출 결과, Q-ray view 검사에서 변연 치면세균막(0.81-0.83), 변연 변색(0.57-0.89), 치아우식(0.69-0.91) 평가 항목이 시진 및 촉진 검사에 비해

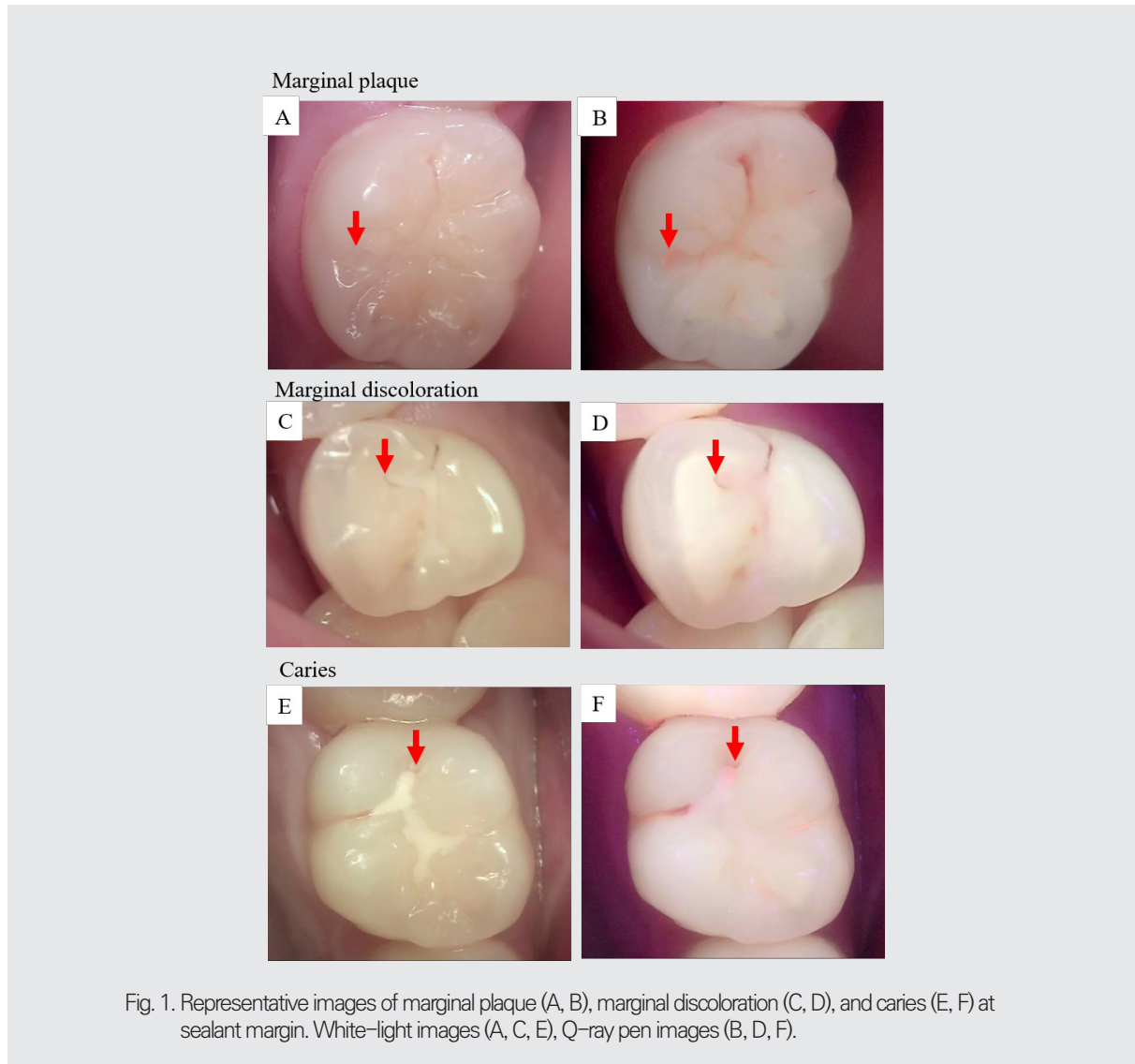


Fig. 1. Representative images of marginal plaque (A, B), marginal discoloration (C, D), and caries (E, F) at sealant margin. White-light images (A, C, E), Q-ray pen images (B, D, F).

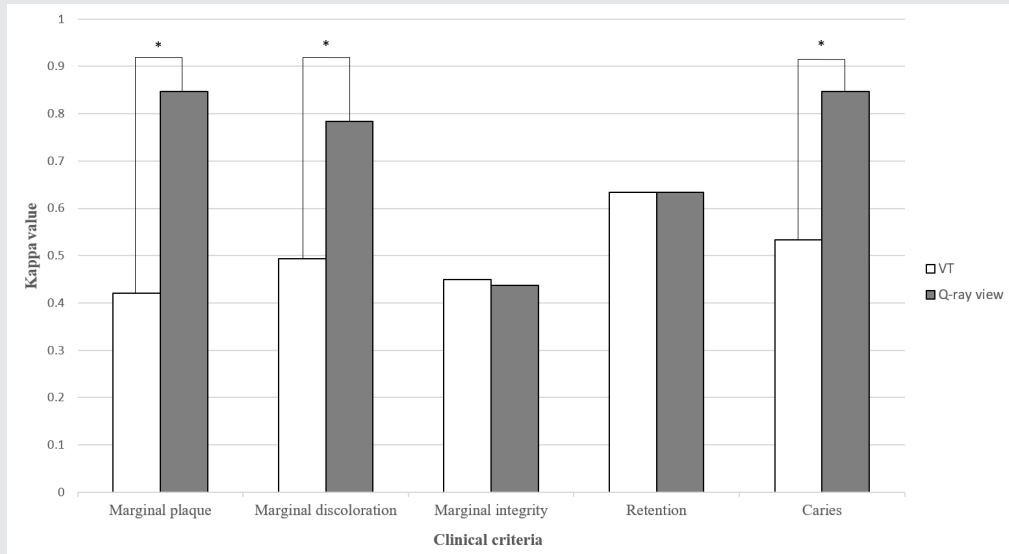


Fig. 2. Comparison of mean kappa values for interrater reliability between VT and Q-ray view. VT: visual and tactile assessment  
\*Exhibited significant differences in mean kappa value between two examination methods (paired *t*-test,  $p < 0.05$ )

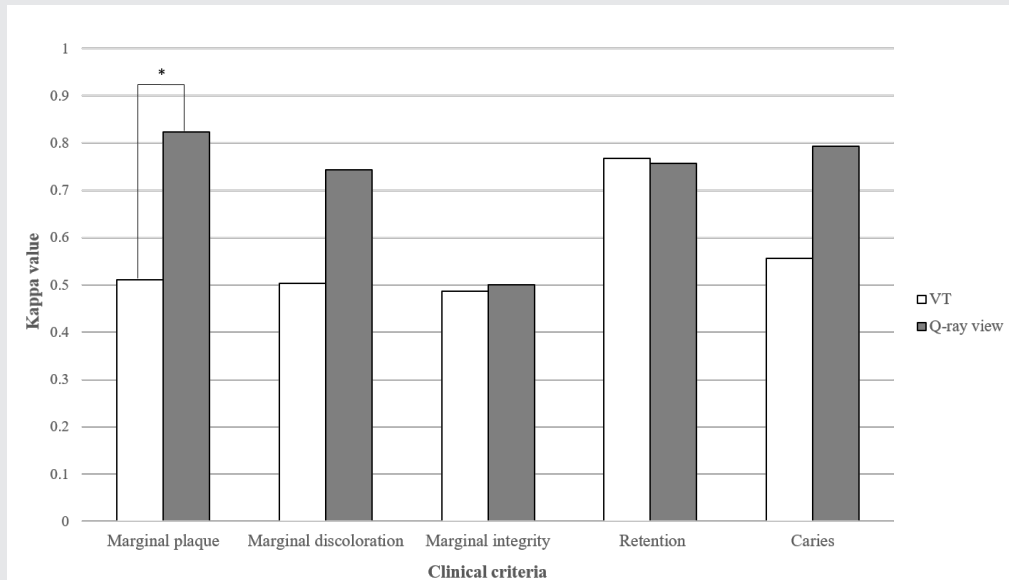


Fig. 3. Comparison of mean kappa values for intrarater reliability between VT and Q-ray view. VT: visual and tactile assessment  
\*Exhibited significant differences in mean kappa value between two examination methods (paired *t*-test,  $p < 0.05$ )

Table 2. Interrater and Intrarater reliability of two examination methods for evaluating sealant status

Raters		Measurement parameters									
		Marginal plaque		Marginal discoloration		Marginal integrity		Retention		Caries	
		VT	Q-ray view	VT	Q-ray view	VT	Q-ray view	VT	Q-ray view	VT	Q-ray view
Interrater	A and B	0.47	0.89	0.55	0.78	0.4	0.3	0.7	0.57	0.61	0.9
	A and C	0.57	0.81	0.57	0.69	0.32	0.32	0.57	0.71	0.43	0.84
	B and C	0.22	0.84	0.36	0.88	0.63	0.69	0.63	0.62	0.56	0.8
Intrarater	A	0.54	0.83	0.55	0.77	0.45	0.30	0.78	0.70	0.65	0.78
	B	0.49	0.81	0.48	0.57	0.33	0.41	0.73	0.78	0.42	0.69
	C	0.50	0.83	0.48	0.89	0.68	0.79	0.79	0.79	0.60	0.91

VT: visual and tactile assessment

All values represent kappa values.

높은 일치도를 보였고, 그 중 변연 치면세균막 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 변연 보존 평가와 유지율 평가 항목은 시진과 촉진 검사와 유사한 일치도를 보였다(Fig. 3, Table 2).

## VI. 고안

본 연구는 치면열구전색재의 유지상태를 평가하는 전통적인 시진과 촉진 검사법과 형광을 이용한 광학적 탐지 장비인 Q-ray view를 병용한 검사법의 신뢰도를 비교함으로써 수복물의 유지상태를 객관적으로 검사하기 위한 QLF 기술의 활용 가능성을 확인하였다. 실제 임

상 현장에서 QLF 기술을 이용하여 탐지되는 형광반응을 통해 치면열구전색재의 유지상태에 관한 다양한 각 요인들을 더욱 객관적이고 간편하게 탐지하는 것이 가능하다.

본 연구 결과 Q-ray view를 병용하였을 때 높은 신뢰도를 보인 변연 치면세균막, 변연 변색, 치아우식 유무 항목은 임상적으로 중요한 요소이다. 임상에서 치면열구전색재의 성공을 평가하는 기준은 전색재의 변연 변색과 우식이 없고 탐침으로 긁어보아 변연이 온전한 상태이다<sup>32)</sup>. 본 연구에서 치면열구전색재의 유지상태 평가를 위한 임상 평가항목들 중 변연 치면세균막, 변연 변색, 치아우식은 기존의 전통적인 검사방법인 시진과 촉진 검사에 비해 Q-ray view를 병용한 검사에서 유의하



게 높은 일치도를 나타내었다(Fig. 2, Table 2). 뿐만 아니라 검사자 내 일치도에서도 세 항목이 Q-ray view를 병용할 때 향상된 일치도를 보였다(Fig. 3, Table 2). 선행연구에서 치면열구전색재 도포 24개월 후 2명의 평가자가 시진-촉진 검사와 QLF검사로 유지상태(Partially lost), 변연 치면세균막, 변연 변색, 치아우식 항목에 대한 평가 결과, 기존의 검사법에서 전색재 유지에 실패한 치아들은 탐지되지 않았었던 반면 QLF 검사에서는 전색재가 유지되지 않은 상태의 치아를 객관적으로 탐지할 수 있었다<sup>33</sup>. 치면열구전색재의 치아우식증 예방효과는 접착상태와 관련이 있으며<sup>34</sup>, 치아와 전색재 사이의 미세간극은 변연 변색을 유발하고<sup>35</sup> 수복물 경계면에 세균막 축적을 용이하게 하여<sup>15</sup> 수복물 변연으로 세균이 침투하게 한다<sup>16-20</sup>. 이는 결국 전색재를 탈락시키거나<sup>36</sup> 수복물 변연부에 이차우식을 발생시킨다<sup>37</sup>. 따라서 임상에서 치면열구전색치아의 유지상태 평가 시, 변연 치면세균막, 변연 변색, 치아우식 유무를 반드시 확인해야 하며, 이 때 본 연구에서 활용 가능성을 입증한 QLF 시스템을 이용한다면 더욱 정확하고 객관적인 평가가 이루어질 것으로 사료된다.

특히 치면열구전색재 변연의 치면세균막 검사 결과, Q-ray view를 병용한 검사법의 신뢰도가 '아주 우수'한 수준으로 가장 높았으며 검사자 간 및 검사자 내 편차가 가장 적었다. 치면열구전색재 변연의 누출된 부위에 세균이 침투하여 치면세균막이 침착되면 2차 우식증을 발생시키므로<sup>10</sup> 예방적 관점에서 전색재 변연의 치면세균막 탐지가 중요하다. 치면세균막은 육안으로 탐지하기 어려워 탐지정확도가 낮기 때문에 치면착색제를 이용하기도 한다. 그러나 수복물의 경우 치면착색제 적용에 어려움이 있으며 특히 촉진하는 경우 수복물의 변연 탈락에 영향을 줄 수 있어 주의가 필요하다. 선행 연구에 따르면 QLF 기술은 구강 내 특정 세균의 대사산물을 붉은색의 형광으로 탐지하는 것이 가능하며 성숙된 병원

성 치면세균막을 붉은 형광 분포, 강도로 정량화하는 것이 가능하다<sup>38,39</sup>. 실제 구강 내 존재하는 치면세균막을 탐지하는데 있어 전통적인 시진 평가에 비해 우수한 신뢰도와 타당도를 나타냈다<sup>40</sup>. 이러한 붉은 형광은 병원성 세균의 활성이 증가된 상태로서 질병 발생 이전단계에서 향후 병소 진행의 예후를 평가하는 것이 가능하다<sup>30</sup>. QLF를 이용하여 치면열구전색재를 평가한 선행연구에 의하면 치면열구전색재의 다양한 평가항목(유지상태, 치면세균막, 변연 변색, 치아우식) 중 특히 민감하게 탐지되었던 것은 치면열구전색재 주변에 침착된 치면세균막을 평가하는 것으로 본 연구 결과와 일치하는 결과를 보였다. 또한 시진 평가에서 전체 치아 중 2.5%에서 치면세균막이 침착되어 있다는 결과를 보였지만 QLF 평가 시 18.5%의 전색재 주변부 치면세균막 침착이 되어있었음을 보고하였다<sup>33</sup>. 이처럼 QLF 기술을 이용하여 치면열구전색재의 유지 상태에 영향을 미치는 초기 단계의 병적 요인인 치면세균막을 붉은 형광으로 명확히 탐지하는 것이 가능하며 이는 검사의 신뢰도 수준과 신뢰도 차이가 가장 높은 항목으로서 QLF 기술로 평가하는 것이 가장 용이한 요인인 것으로 사료된다.

치아와 전색재 경계면의 변색을 평가하는 변연 변색 검사에서 Q-ray view를 이용하는 경우 변색된 부위가 형광소실로 현저하게 어렵게 관찰되어 시진과 촉진 검사에 비해 검사자 간, 검사자 내 일치도가 높게 나타났다. 선행 연구에서 QLF 기술의 정량 분석을 통해 비우식성 변색과 우식성 변색을 평가한 결과, 변색 부위가 육안 평가에 비해 뚜렷하게 관찰되었으며 변색의 강도가 증가함에 따라 형광 이미지에서의 변색은 더 어렵게 나타났다<sup>28</sup>. 본 연구에서 Q-ray view를 이용하였을 때 치면열구전색재의 변연 변색이 어렵게 관찰된 이유는 변연 부위에 치면세균막 축적으로 무기질이 소실되어 다공성이 형성되고 이 부분에 음식물 등의 외부 착색 물질의 발색단(chromogen)이 착색되었기 때문으로 사료된다

다. 본 연구에서 시진과 촉진 검사 결과, 변연 변색의 구분은 주관적이며 모호한 반면, Q-ray view를 이용하는 경우 낮은 신뢰도를 보완하여 미세한 변연 변색을 객관적으로 탐지하는 것이 가능함을 확인하였다.

치아우식 탐지 항목에서 시진과 촉진 검사에 비해 Q-ray view를 병용하였을 때 검사자 내 일치도는 향상되었으며, 검사자 간 일치도는 0.84로 높은 수준의 일치도 값을 보였고 이는 유의한 차이를 나타냈다. 선행연구에 따르면 QLF를 이용하여 수복 재료 주변부에 발생한 이차우식 탐지 방법의 검사자 간 일치도가 0.9를 나타내어 시진 검사법의 일치도인 0.85보다 높다고 보고하였다<sup>41)</sup>. 본 연구의 검사자 간 일치도 값은 해당 선행연구보다 낮은 결과값을 보였는데, 이는 이차우식이 발생한 치아 선정의 차이가 있었던 것으로 판단된다. 본 연구에서는 치면열구전색재 주변부에 발생한 이차우식을 법랑질에 국한된 초기 우식증 치아만으로 선정했던 반면, 선행 연구에서는 레진 수복물 주변부에 발생한 병소 중 주로 중등도 이상의 이차 우식증 치아만을 연구에 포함시켰기 때문에 검사자가 시진하였을 때 명확하게 와동이 형성된 치아를 평가할 수 있었던 것으로 사료된다. 특히 와동이 형성되지 않은 초기 탈회 단계는 시진과 촉진 검사법으로 우식 유무를 판단하기 어려우나 QLF를 이용하면 무기질이 소실된 병소 부위가 형광 소실로 뚜렷하게 탐지가 가능하기 때문에 객관적으로 이차우식의 유무를 평가할 수 있다. 이에 따라 수복물 주위의 초기 이차우식 탐지를 위해 QLF를 활용하는 것은 예방적 관점에서 이차우식증 발생 예방에 더욱 유리할 것으로 사료된다.

본 연구는 *in vivo* 연구로서 실제 구강 내 치아를 대상으로 하였기 때문에 조직학적 분석이 불가능하여 타당도 평가가 어려웠다. 조직학적 평가가 어려워 특히 치면열구전색재 주위 치아우식증의 존재 여부, 심도 및 범위에 대한 정확한 진단과 변연부 변색과 우식 존재 여부를 구분하는 것에 제한이 있었다. 또한 전색재가 탈락될

경우 유지상태 평가가 불가능하며, 다양한 요소들이 유지력에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 제한점에도 불구하고 Q-ray view는 치면열구전색재 유지력 평가에 활용도가 매우 높았음이 본 연구 결과를 통해 확인되었다. 이는 Q-ray view가 평가 도구 뿐만 아니라 예방치과처치의 내구성 증진을 위해 활용될 수 있는 가능성이 높다는 것을 시사한다. 치면열구전색재는 처치 후 미세간극 혹은 파절 발생이 빈번하므로 내구성 증진을 위해 Q-ray view를 활용하여 치면열구전색재 도포 전 치아 상태를 확인하고 지속적으로 평가하여 유지 기간에 영향을 미치는 요인을 탐색할 필요가 있다. 따라서 향후 연구에서는 치면열구전색재 도포 전 치아상태와 도포 후 유지기간 등에 대한 추가 정보를 조사하여 다양한 요인에 따른 치면열구전색재의 유지상태를 평가하고, 예방진료 시 활용하여 예방치과의 내구성 증진을 위한 활용 방안을 모색할 필요가 있을 것으로 사료된다.

## V. 결론

치면열구전색재의 유지상태 평가 항목 중 변연 치면세균막, 변연 변색, 치아우식 검사에서 기존의 시진과 촉진 검사에 비해 Q-ray view를 병용한 검사가 높은 일치도를 나타내었다. 따라서 임상현장에서 QLF 기술을 적용한다면 더욱 정확하고 객관적으로 치면열구전색재의 유지상태를 평가하는 것이 가능할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Cueto EI, Buonocore MG. Sealing of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 1967;75(1):121-128
- Gwinnett A, Ripa L. Penetration of pit and fissure sealants into conditioned human enamel in vivo. *Arch Oral Biol* 1973;18(3):435-439
- Forss H, Walsh T, Hiiri A, et al. Sealants for preventing dental decay in the permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;3:CD001830
- Wright JT, Tampi MP, Graham L, et al. Sealants for preventing and arresting pit-and-fissure occlusal caries in primary and permanent molars: a systematic review of randomized controlled trials—a report of the American Dental Association and the American Academy of Pediatric Dentistry. *J Am Dent Assoc* 2016;147(8):631-645. e618
- Chestnutt IG, Playle R, Hutchings S, et al. Fissure seal or fluoride varnish? A randomized trial of relative effectiveness. *J Dent Res* 2017;96(7):754-761
- Ahovuo-Saloranta A, Forss H, Hiiri A, et al. Pit and fissure sealants versus fluoride varnishes for preventing dental decay in the permanent teeth of children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev* 2016(1):CD003067
- Beauchamp J, Caulfield PW, Crall JJ, et al. Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *J Am Dent Assoc* 2008;139(3):257-268
- Stokey GK. Quantitative light fluorescence: a technology for early monitoring of the caries process. *Dental Clinics* 2005;49(4):753-770
- Lee SH. Pit and fissure sealing - Advanced technique. *J Korean Dent Assoc* 2011;49(1):22-32
- Going RE. Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc* 1972;84(6):1349-1357
- Simonsen RJ, Neal RC. A review of the clinical application and performance of pit and fissure sealants. *Aust Dent J* 2011;56 Suppl 1:45-58
- Feigal RJ, Donly KJ. The use of pit and fissure sealants. *Pediatr Dent* 2006;28(2):143-150
- Feigal R, Musherure P, Gillespie B, et al. Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single-bottle systems. *J Dent Res* 2000;79(11):1850-1856
- Seth S. Glass ionomer cement and resin-based fissure sealants are equally effective in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 2011;142(5):551-552
- Dunkin R, Chambers DW. Gingival response to class V composite resin restorations. *J Am Dent Assoc* 1983;106(4):482-484
- Fraser CJ. A study of the efficiency of dental fillings. *J Dent Res* 1929;9(4):507-517
- Krauss E, Krauss L. Evaluation of Autopolymer Direct Plastic Filling Materials (abst). *JD Res* 1959;30:498
- Seltzer S. The penetration of microorganisms between the tooth and direct resin fillings. *J Am Dent Assoc* 1955;51(5):560-566
- Rose EE, Lal J, Williams NB, Falcoetti JP. The screening of materials for adhesion to human tooth structure. *J Dent Res* 1955;34(4):577-588
- Harrison LM. Bacterial penetration of varnish-lines amalgam restorations [master's thesis]. Ann Arbor: University of Michigan; 1964.
- Lee SH. Retention of pit and fissure sealant. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2006;33(2):336-347
- Deery C, Iloya J, Nugent Z, Srinivasan V. Effect of placing a clear sealant on the validity and reproducibility of occlusal caries detection by a laser fluorescence device: an in vitro study. *Caries Res* 2006;40(3):186-193
- Hittij T, Fidler A. Effect of dental material fluorescence on DIAGNOdent readings. *Acta Odontol Scand* 2008;66(1):13-17
- Chen X, Cuijpers V, Fan M, Frencken J. Marginal leakage of two newer glass-ionomer-based sealant materials assessed using micro-CT. *J Dent* 2010;38(9):731-735
- Kim BI. QLF concept and clinical implementation. *J Korean Dent Assoc* 2011;49(8):443-450
- Oh HY, Jung HI, Ku HM, Kim BI. The Effects of the Q-Ray View on Reliability of Assessing a Tooth Status for Dental Hygiene Process. *J Dent Hyg Sci* 2014;14(4):461-467
- Ünal M, Oznurhan F, Kapdan A, Dürer S. A comparative clinical study of three fissure sealants on primary teeth: 24-month results. *J Clin Pediatr Dent* 2015;39(2):113-119
- Lee H-S, Kim S-K, Park S-W, et al. Caries detection and quantification around stained pits and fissures in occlusal tooth surfaces with fluorescence. *J Biomed Opt* 2018;23(9):1-7
- Ellwood R, Goma J, Pretty I. Caries clinical trial methods for the assessment of oral care products in the 21st century. *Adv Dent Res* 2012;24(2):32-35
- Kim HE, Kim BI. Analysis of orange/red fluorescence for bacterial activity in initial carious lesions may provide accurate lesion activity assessment for caries progression. *J Evid Based Dent Pract* 2017;17(2):125-128
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977:159-174
- Cho JY, Kim JW, Jang KT, et al. Evaluation of pit and fissure sealants retention between different operators using different isolation techniques. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2003;30(3):415-422
- Ozyoney G, Tagtekin DA, Durmusoglu O, Yanikoglu FC. Twenty-four month evaluation of fissure sealants by clinical examination and quantitative light-induced fluorescence. *OHDMBSC* 2005;4(3):14-19

## 참고 문헌

34. Dennison JB, STRAFFON LH, SMITH RC. Effectiveness of sealant treatment: over five years in an insured population. *J Am Dent Assoc* 2000;131(5):597-605
35. Kidd E. Microleakage in relation to amalgam and composite restorations. A laboratory study. *Br Dent J* 1976;141(10):305-310
36. Futatsuki M, Kubota K, Yeh Y-C, et al. Early loss of pit and fissure sealant: a clinical and SEM study. *J Clin Pediatr Dent* 1995;19(2):99-104
37. Hatibovic-Kofman S, Wright G, Braverman I. Microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatr Dent* 1998;20:173-176
38. Coulthwaite L, Pretty IA, Smith PW, et al. The microbiological origin of fluorescence observed in plaque on dentures during QLF analysis. *Caries Res* 2006;40(2):112-116
39. Lee E-S, Kang S-M, Ko H-Y, et al. Association between the cariogenicity of a dental microcosm biofilm and its red fluorescence detected by Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital (QLF-D). *J Dent* 2013;41(12):1264-1270
40. Han SY, Kim BR, Ko HY, et al. Validity and reliability of autofluorescence-based quantification method of dental plaque. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2015;12(4):587-591
41. Diniz MB, Eckert GJ, Gonzalez-Cabezas C, et al. Caries Detection around Restorations Using ICDAS and Optical Devices. *J Esthet Restor Dent* 2016;28(2):110-121