

## 레이저 형광법을 이용한 인접면 우식증 탐지효과

모경희 · 윤정훈\* · 김수관\*\* · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실, 구강병리학교실\*, 구강악안면외과학교실\*\*

### 국문초록

본 연구는 레이저 형광을 치아의 인접면에 적용하여 임상에서 초기 인접면 우식증의 감별에 레이저의 이용가능성을 평가하는데 그 목적이 있다.

염료와 레이저 형광법의 인접면 우식증 탐지효과를 평가하기 위해 조선대학교 소아치과에 내원한 아동 중 유구치의 탈락이 없으며 인접면의 수복치료를 받지 않은 3~9세 사이의 어린이 30명을 대상으로 하였으며, 시진, 교익 방사선사진, 레이저 형광법, 염료와 레이저 형광법을 이용해 관찰한 결과를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 인접면 우식증의 교익 방사선 사진검사와 시진, 레이저 형광법, 염료와 레이저 형광법 사이에서 모두 높은 상관 관계( $r=0.725-0.911$ )를 보였다( $p<0.05$ ).
2. 인접면 우식증의 교익 방사선사진 검사와 각 검사법간의 일치도(kappa치)는 각각 시진이 0.451, 레이저 형광법이 0.683, 염료와 레이저 형광법이 0.772로 가장 일치도가 높았다.

이상의 결과를 종합해 보면 교익 방사선사진 검사법과 염료와 레이저 형광법 검사 수치의 상관관계가 진단학적 일치도가 높아 레이저 형광법이 향후 교익방사선사진 검사법을 대체할 수 있는 인접면 우식증 검사법으로 사료된다.

**주요어** : 인접면 우식증, 레이저형광법, 교익방사선사진

### I. 서 론

치아우식증을 진단하기 위해 그동안 치경 및 탐침을 이용한 임상검사와 구내 방사선사진이나 파노라마 방사선사진이 이용되었다. 구내 방사선사진은 임상적으로 관찰이 어려운 인접면 우식증의 진단에 필수적이나<sup>1-5)</sup> 초기 우식증의 경우 탐지하기 어렵고<sup>6-8)</sup> 이로 인해 관찰자들의 판독에 있어 신뢰성이 떨어지기 때문에 정확한 진단이 어렵다<sup>9-12)</sup>.

일반적으로 치아우식증은 치질을 구성하고 있는 무기질의 약

40% 정도가 탈회되어야 방사선사진상에서 관찰이 가능하다. 특히 구치부는 인접면이 넓고, 우식 치아의 변연은 무기질 소실이 적어 방사선사진에서 변화를 관찰하기 어려우며 임상검사를 통해 탐지하기 힘들다<sup>3,13,14)</sup>.

소아의 경우 유치 와동의 70~80% 정도가 II급 와동인데, 이는 유치의 치아 접촉면이 넓고 편평한 타원형으로 되어 있고, 특히 3~4세 어린이의 경우 인접면의 법랑질이 상대적으로 얇기 때문이다. 이 경우 적절한 조기 치료를 하지 않는다면 빠른 시간 내에 우식증이 상아질까지 광범위하게 침범하게 된다. 이러한 이유로 소아들에 있어 우식증의 조기진단은 매우 중요하며, 현재까지 초기 인접면 우식증을 탐지하기 위해 여러 가지 방법이 시도되고 있다.

방사선사진은 치아의 인접면 우식증을 판별하는데 유용하게 사용되고 있으나 치경부 소환, 발달 소와 등이 치아우식과 유사하여 판독에 있어 부정확성이 초래될 가능성이 있다. 또한 방사선 피폭에 관한 우려와 주사선이 정확히 인접면을 통과하지 않

교신저자 : 이상호

광주광역시 동구 서석동 375번지  
조선대학교 치과대학 소아치과학교실  
Tel : 062-220-3860  
E-mail : shcllee@chosun.ac.kr

※ 이 논문은 2003년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.

을 경우 구조물이 겹치게 되어 정확한 진단이 어렵다<sup>15)</sup>.

따라서 치아우식증을 조기에 발견할 수 있는 진단 방법들에 대한 연구가 계속 진행되고 있는데, 최근에 치아의 형광특성을 이용한 진단방법에 대해 많은 연구가 시행되고 있다. 정상치질보다 우식치질에서 더 많은 양의 빛을 산란시키기 때문에 투과되는 빛의 양이 더 많이 감소된다는 이론에 근거하여 fiber optic transillumination을 우식의 진단에 이용하였으며<sup>16)</sup>, 평활면 우식병소에 iodine을 침투시켜 법랑질의 다공성 정도를 측정하는 방법이 소개되었다<sup>17)</sup>. 치아에 강한 빛을 조사하면 초기 우식병소가 주위 법랑질보다 더 회계 관찰되는 light scattering 방법에 대해 보고하였다<sup>18)</sup>. 치아에 자외선을 조사하면 정상 법랑질에서는 청백색의 형광빛, 상아질에서는 청색의 형광빛을 내며 이러한 형광빛은 우식치질에서는 소실된다고 보고하였다<sup>19)</sup>. 이외에도 치아의 형광 특성을 이용한 치아우식증 탐지에 관한 연구가 다각적으로 시행되고 있다<sup>19-22)</sup>.

최근 레이저 형광의 원리를 이용하여 발견된 치아를 대상으로 교합면 소와 열구 우식증, 평활면 우식증, 인접면 우식증을 처음으로 관찰하였다<sup>23)</sup>. 이후 여러 학자들이 레이저 형광을 이용한 초기우식 병소의 진단에 대해 보고하였으며<sup>24-30)</sup>, 광활성 염료를 레이저 형광법과 병용하여 진단학적 감별력을 높일 수 있는 방법에 대해 보고하였다<sup>31)</sup>.

그러나 이와 같은 연구들의 대부분은 주로 평활면과 교합면 우식증에 대해 이루어지고 있으며 인접면 우식증에 대한 연구는 미진한 상태이다. 인접면 우식증의 초기단계에서는 교익 방사선사진을 통해 감지하기 어려운바 이를 조기에 탐지 할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

따라서 본 연구는 레이저 형광을 이용하여 인접면 우식증을 탐지할 수 있는지의 여부를 평가하는데 그 목적이 있으며 특히 교익 방사선사진에 나타나지 않는 초기우식증의 탐지 가능성에 대해서 알아보고자 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

2003년 8월부터 10월까지 조선대학교 부속치과병원 소아치과에 내원한 아동 중 유구치의 탈락이 없으며 육안으로 인접면에 수복치료를 받지 않은 3~9세 사이의 어린이 30명을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 시진

치경과 탐침을 이용하여 임상검사를 시행하였으며 치과 진료대에서 압축공기로 치아 인접면을 건조시킨 후 육안을 통해 협면과 설면 양측의 인접면에서 관찰하여 우식상태를 다음과 같은 기준에 따라 평가하였다.

두 명의 검사자가 개별적으로 검사한 후, 두 검사자 간에 일치되는 점수를 검사 수치로 하고 두 검사자 간에 일치되지 않은 경우에는 세 번째 검사자가 검사하여 일치되는 점수를 그 치아의 검사 수치로 정하였다.

- 0 = Sound
- 1 = White spot lesion without enamel loss
- 2 = Brown discoloration or enamel caries
- 3 = Advanced dentinal caries

#### 2) 교익 방사선사진 촬영에 의한 인접면 우식증의 관찰

Ektaspeed plus(Eastman Kodak Co., Rochester, NY, USA) 필름을 필름유지기구(XCP, RINN Co., II, USA)에 위치시켜 65kVp, 7.5mA로 고정된 ORalix AC(Gendex Co., Milano, Italy) 촬영기로 0.10초간 노출시켜 촬영하였다. 촬영한 모든 필름은 자동현상기로 동일한 조건에서 현상하였다. 인접면이 겹치거나, 기성관 장착 또는 2급 아말감을 시행한 치아를 제외하고 백악-법랑 경계부를 포함하여 치관부에 존재하는 우식만을 기록하게 하였다.

- 0 = Sound
- 1 = Initial caries with radiouency limited in one third of enamel
- 2 = Enamel caries with radiolucency limited in only enamel
- 3 = Dentinal caries with radoulucency beyond DEJ

#### 3) 레이저 형광법에 의한 치아우식 병소의 관찰

본 연구에 사용된 레이저는 488nm, 연속파장의 아르곤 레이저(HGM, SPECTRUM™)로서 광섬유의 직경은 500μm이고 0.6W 출력을 사용하였다. 치아에서 산란되는 청색의 레이저 빛을 차단하고 순수한 형광효과만 관찰하기 위해 520~540nm의 빛만 투과시키고 그 외 파장을 차단하는 주황색의 특수 유리 필터를 사용하였다. 모든 치아의 협면과 설면 양측의 인접면에서 아르곤 레이저를 조사하여 형광상의 검은 빛, 즉 초기 치아우식병소를 다음과 같은 기준에 의해 분류하였다.

- 0 = Sound
- 1 = Mild dark
- 2 = Severe dark
- 3 = Severe dark and enamel destruction

#### 4) 염료와 레이저 형광법에 의한 치아우식 병소의 관찰

염료는 0.075% sodium fluorescein solution (Fluorescein; Aldrich Chemical Company, Milwaukee, Wisc., USA)를 면봉으로 치아의 인접면에 60초간 적용하고, 세척 후 치면을 압축 공기로 건조시켰다. 연구방법 3)에서 사용한 방법과 동일하게 레이저를 조사한 후 다음과 같은 기준에 의해 인접면 우식증을 분류하였다.

- 0 = Sound
- 1 = Mild bright
- 2 = Severe bright
- 3 = Severe bright and enamel destruction

5) 통계 분석

교차분석을 이용하여 시진, 교익 방사선사진을 이용한 검사, 레이저 형광법을 이용해 관찰된 측정치, 염료와 레이저 형광법을 이용해 관찰된 측정치 사이의 일치도(kappa치)를 구하여 판정의 일치정도를 평가하였고, 각 검사법 간의 상관관계를 구하였다.

Ⅲ. 연구성적

1. 각 검사 성적의 분포

시진, 교익 방사선사진을 이용한 검사, 레이저 형광법을 이용한 검사, 염료와 레이저 형광법을 이용한 검사의 분포는 다음과 같다(Table 1).

30명의 환자의 상하악의 좌우측 구치부 4곳을 모두 검사하였으며 인접면 수복치료 또는 발치 치료가 되어진 곳을 제외하고

모두 102군데의 인접면을 관찰기록하고 102군데를 100%로 환산하였다.

전체적인 분포도는 시진과 레이저 형광법을 이용한 검사법에서는 낮은 점수에 더 많은 수치를 보였으며, 교익 방사선사진과 염료와 레이저 형광법을 이용한 검사법에서는 높은 점수에서 더 많은 수치를 보였다.

2. 염료를 적용하고 난 후 레이저 형광법을 이용한 검사와 교익 방사선사진을 이용한 검사 사이의 상관성

교익 방사선사진을 이용한 검사 분류 기준에 따라 대상자의 분포가 증가할수록 레이저 형광법 및 염료와 레이저 형광법에 따른 대상자의 분포도도 증가하였으며 Chi-square test 결과 통계학적 유의성이 있었다( $p < 0.05$ )(Table 2, 3).

3. 교익 방사선사진을 이용한 검사와 각 검사 방법 간 일치도(kappa치) 분석

교익 방사선사진을 기준 검사 방법으로 하여 시진, 레이저 형광법을 이용한 검사법, 염료와 레이저 형광법을 이용한 검사사이의 kappa치를 구하여 검사 방법 사이의 일치도를 분석한 결

**Table 1.** The distribution of score examined by visual examination, bitewing radiograph, laser fluorescence and dye-enhanced fluorescence

| Score | Visual exam |     | Bitewing radiograph |     | Laser fluorescence |     | Dye-enhanced laser fluorescence |     |
|-------|-------------|-----|---------------------|-----|--------------------|-----|---------------------------------|-----|
|       | N           | %   | N                   | %   | N                  | %   | N                               | %   |
| 0     | 78          | 76  | 52                  | 51  | 64                 | 63  | 43                              | 42  |
| 1     | 2           | 2   | 17                  | 16  | 14                 | 14  | 28                              | 27  |
| 2     | 10          | 10  | 15                  | 15  | 8                  | 8   | 12                              | 12  |
| 3     | 12          | 12  | 18                  | 18  | 16                 | 15  | 19                              | 19  |
| Total | 102         | 100 | 102                 | 100 | 102                | 100 | 102                             | 100 |

N : number of proximal surface examined

**Table 2.** Cross tabulation of bitewing radiograph and laser fluorescence

|                     | Laser fluorescence |    |   |    | Total |
|---------------------|--------------------|----|---|----|-------|
|                     | 0                  | 1  | 2 | 3  |       |
| Bitewing radiograph |                    |    |   |    |       |
| 0                   | 52                 |    |   |    | 52    |
| 1                   | 9                  | 8  |   |    | 17    |
| 2                   | 3                  | 6  | 6 |    | 15    |
| 3                   |                    |    | 2 | 16 | 18    |
| Total               | 64                 | 14 | 8 | 16 | 102   |

Chi-Square Tests:  $p < 0.05$

**Table 3.** Cross tabulation of bitewing radiograph and dye-enhanced laser fluorescence

|                     | Dye-enhanced laser fluorescence |    |    |    | Total |
|---------------------|---------------------------------|----|----|----|-------|
|                     | 0                               | 1  | 2  | 3  |       |
| Bitewing radiograph |                                 |    |    |    |       |
| 0                   | 42                              | 1  |    |    | 43    |
| 1                   | 10                              | 15 | 3  |    | 28    |
| 2                   |                                 | 1  | 11 |    | 12    |
| 3                   |                                 |    | 1  | 18 | 19    |
| Total               | 52                              | 17 | 15 | 18 | 102   |

Chi-Square Tests:  $p < 0.05$

**Table 4.** Reproducibility( $\kappa$  test) of visual exam, laser fluorescence and dye-enhanced laser fluorescence according to bitewing radiograph

|                                 | Bitewing radiograph |
|---------------------------------|---------------------|
| Visual exam                     | 0.451               |
| Laser fluorescence              | 0.683               |
| Dye-enhanced laser fluorescence | 0.772               |

**Table 5.** Spearman coefficients among visual examination, bitewing radiograph, laser fluorescence and dye-enhanced laser fluorescence

|                                 | Visual exam | Bitewing-radiograph | Laser-fluorescence | Dye-enhanced laser fluorescence |
|---------------------------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------------------|
| Visual exam                     |             |                     |                    |                                 |
| Bitewing radiograph             | 0.755*      |                     |                    |                                 |
| Laser fluorescence              | 0.833*      | 0.885*              |                    |                                 |
| Dye-enhanced laser fluorescence | 0.726*      | 0.911*              | 0.864*             |                                 |

\* : Statistically significant( $p < 0.05$ )

과 사진과 방사선 사진 사이, 레이저 형광법과 방사선 사진 사이의 kappa치는 각각 0.451, 0.683 으로 비교적 낮았으며, 염료와 레이저 형광법을 이용한 검사와 방사선 사진 관찰 소견 사이의 kappa치는 0.772로 비교적 가장 높은 일치도를 보였다 (Table 4).

#### 4. 각 검사간의 상관관계

각 검사간에 스피어만 상관계수는 염료와 레이저 형광법 검사 성적과 사진 성적 간에 0.726의 상관계수를 보였고, 염료와 레이저 형광법 검사 성적과 교익 방사선 사진 성적 간에는 0.911로 가장 상관관계가 높았으며, 염료와 레이저 형광법 검사 성적과 레이저 형광법 검사 성적 간에는 0.864의 상관계수를 나타냈다(Table 5).

### IV. 총괄 및 고안

치아우식증은 치아의 법랑질이 산에 의해 용해되어 탈회 유발되는 현상이며 초기에는 육안상 표면이 정상 법랑질에 비해 더 하얗게 관찰되므로 임상적으로 백반이라고 불리운다<sup>32,33</sup>. 이러한 초기 우식증은 보통 치면에서 10~100 $\mu$ m 정도 부식되어 있으며, 임상적으로 치면을 건조시키면 육안으로도 관찰이 가능하지만 구강 내에서 치질이 타액에 젖어 있을 경우 감지하기 어렵고 방사선촬영이나 탐침 등 다른 임상적인 치아우식 검사법에 의해서도 잘 관찰되지 않으므로 이를 진단하기는 쉽지 않다<sup>33,34</sup>. 치아우식을 조기에 발견할 수 있다면 광범위하게 우식이 진행되기 전에 불소도포나 치면열구전색 등의 방법으로 그 진행을 정지시킬 수 있을 뿐 아니라 치질 삭제를 요하는 치료를 피

할 수 있다<sup>6,35</sup>. 따라서 치아우식증을 조기에 감지하는 것이 치질을 보존할 수 있는 가장 중요한 과정 중의 하나라 할 수 있다.

임상에서 인접면 우식증을 진단할 수 있는 방법으로 치경과 탐침을 이용하여 육안적으로 관찰하는 방법이 주로 사용되어져 왔다<sup>36</sup>. 하지만 많은 연구가들은 인접면 우식의 경우 법랑질 표면의 파괴없이 상아질까지 우식이 진행되는 경우가 많고 위치상 관찰하기 어려우며 탐침의 사용은 재광화가 가능한 우식표면에 손상을 일으킬 수 있어 다른 진단법을 추천했다<sup>37</sup>. 임상에서 인접면 우식증을 진단할 수 있는 다른 방법으로 교익 방사선 사진을 주로 사용하여 왔다<sup>38</sup>. 교익 방사선사진은 치아와 필름 간의 거리가 매우 짧고 상하악 치아의 교합상태에서 치아와 필름에 대하여 중심선이 치아의 인접면을 통과하면서 교합면과 평행하게 조사되어 촬영되기 때문에 상의 왜곡이 적다<sup>38,39</sup>. 따라서 교익 방사선사진은 주로 임상적으로 진단이 어려운 초기 인접면 우식증과 초기 치주질환의 유무 및 이의 정도를 평가하는데 이용된다<sup>37</sup>. 하지만 환자들은 진단목적으로 사용되는 방사선이 인체에 해롭다는 사실 때문에 방사선 검사에 대한 거부감을 가지고 있어, 방사선촬영시 환자가 받는 방사선량은 최소화 하면서 최대한의 정보를 얻는 것이 중요하다<sup>45</sup>. 이러한 측면에서 방사선 피폭의 위해성이 없이 초기 치아우식증을 탐지하는 방법이 계속 연구되어 왔다.

그 일환으로 정상치질보다 우식치질에서 더 낮은 빛 투과성을 보이는 점을 이용하여 광섬유를 통해 전달된 강한 빛을 치아 반대편에 조사하고 투과되어 나오는 빛을 관찰하는 fiber optic transillumination의 방법이 제안되었는데<sup>40-42</sup> 법랑질에 국한된 초기 우식병소를 진단시 덜 유용하다는 단점이 있다<sup>43-45</sup>. 빛 투과법과 형광법의 기전에 대한 가장 큰 차이점은 레이저 형광법은 단순히 관찰되는 반사된 빛이 아니라 치질 자체에서 변형

된 빛이며 이 빛의 차이는 탈회 정도와 연관되어 있다는 것이다. 그러므로 빛이 조사되는 방향에 크게 영향을 받지 않으며 투과법이 어려운 구치부에도 쉽게 접근할 수 있다. 형광법은 투과법에 비해 정상치질과 우식치질 사이에 색조 혹은 명암의 차이가 커서 초기 우식증까지도 유용하게 진단할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서도 염료와 레이저 형광법을 이용하였을 때 임상적으로 발견하기 어려운 인접면 우식증이 확연히 구분됨으로써 교의 방사선사진과 더불어 인접면 우식증을 탐지하는데 매우 효과적으로 나타났으며 특히 초기 우식증의 탐지에 매우 효과적으로 나타났다.

Shern과 Kennedy<sup>46)</sup>와 Marthaler<sup>43)</sup>, Ogaard와 ten Bosch 등<sup>47)</sup>은 레이저 형광법이 간편하면서 유용하고 비파괴적이며 평활면, 소와 및 열구, 인접면에서 초기치아우식증을 시각적으로 조기에 감지할 수 있다고 하였다. 또한 광물질 변화와 병소의 깊이 등과 관계가 있으며, 5~10 $\mu$ m의 작은 병소 깊이까지 작은 병소 깊이까지도 감지할 수 있다고 하였다. Kim 등<sup>49)</sup>의 아르곤 레이저 형광법으로 교합면 우식증의 탐지에 관한 연구에 의하면 편광현미경을 이용한 검사 성적사이의 kappa치는 0.472로 비교적 높은 일치도를 보였다고 하였다. 그러나 Ando 등<sup>49,50)</sup>은 초기 치아우식증의 병소 깊이와 형광성의 소실률이 강한 상관관계를 지니고 있다고 하였지만, 레이저 형광 모니터만으로는 광물질 소실량을 측정하는 것이 다소 어렵다고 하였다.

이런 이유로 정상치질과 우식치질 사이의 대조도를 높이기 위한 방법으로 여러 염료(silver, nitrate, fluorescein, blue dye)의 사용에 관한 연구가 이루어져 왔다<sup>31,51)</sup>. van de Rijke 등<sup>52)</sup>은 형광염색으로 초기 인접면 병소량과 무기질 소실량을 비교 평가하였으나 이것을 진단적 방법으로 효용성이 있는가는 평가하지 않았다. Ferreira Zondona와 Analoui<sup>27)</sup>는 염료와 레이저 형광법을 사용하였을 때가 단지 레이저 형광법만을 이용하였을 때보다 더 좋은 효과를 보였다고 하였다. Bjelkhapen 등<sup>23)</sup>의 연구를 제외하고는 인접면 병소를 찾기 위한 특이적이고 감수성 높은 염료를 이용한 레이저 형광법에 대한 이전 연구는 없다.

현재까지는 주로 레이저 형광법을 이용한 평활면 우식탐지 감도에 대한 효용성에 관한 연구가 주로 이루어져 왔으며 아직까지 인접면의 우식탐지 감도에 관한 연구는 미비한 실정이다. 이에 레이저 형광법을 이용하여 인접면 우식증 탐지 효과에 관해 조사하였으며 이를 극대화시키기 위한 sodium fluorescein을 인접면에 적용하여 염료와 레이저 형광법의 효용성을 높여 조사하여 보았다. 본 연구에서 사용된 염료는 오랜 기간동안 안과영역에서 사용되어져 왔으며 치과영역에서 plaque-disclosing agent로 사용되어져 온 sodium fluorescein을 사용하였다.

본 실험에서는 육안으로 관찰하기 어려운 인접면 우식 병소를 탐지하는데 있어 다른 복잡한 과정없이 빠르고 편리하게 사용할 수 있는 방법으로서 아르곤 레이저 형광법을 평가하고자 하였다. 레이저 형광은 인접면 치아우식증의 시각성을 높임으로써 환자나 보호자의 동기유발을 끌어낼 수 있으며 술자 자신의 견해 또한 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 실험에서는 인접면을 시진, 교의 방사선사진, 레이저 형광법을 통한 검사와 염료와 레이저 형광법의 인접면 우식증 탐지 정도를 평가해 보았다. 임상검사를 시행한 후 방사선 검사를 시행하였다. 우식으로 표기된 부분이 방사선사진 상에서는 건전치로 진단되었을 경우에는 임상검사를 다시 시행하여 확인하였다. 레이저 형광은 488 nm의 청색계통의 아르곤 레이저 빛을 인접면에 적용하였으며 520~540nm의 빛만 투과시키는 필터를 사용하여 치면을 관찰하였다. 그 후 염료로 0.075% sodium fluorescein을 적용하고 아르곤 레이저 형광을 인접면에 적용하였다. 실제 환자를 대상으로 하였기 때문에 치아를 발거할 수 없었으며 병소 깊이는 고려하지 않았다.

염료와 레이저 형광법에 의해 인접면 치아우식증이 관찰된 치아와 교의 방사선사진 상에서 관찰된 인접면 치아우식증과의 상관관계수가 0.911로 높은 상관관계가 있음을 나타내었다. 일치도를 이용한 교의 방사선사진검사와 각 검사 방법사이의 일치도 분석을 한 결과 역시 레이저 형광법만 사용한 경우보다 염료와 레이저 형광법을 사용한 경우에 0.772로 가장 높은 일치도를 보였다. 이는 치경을 이용한 시진과 레이저 형광법만 사용한 경우보다는 염료와 레이저 형광법을 사용한 경우에 더 유의성 있는 관계를 보여 준다는 것을 알 수 있다. 특히 염료와 레이저 형광법으로 검사하는 경우에 초기 단계의 인접면 우식증의 진단학적으로 민감하게 나타났다. 이는 인접면 우식증 탐지에 염료와 레이저 형광법의 적용을 가능하게 한다.

향후 치아우식증을 더욱 두드러지게 하는 염료를 인접면에 적용한 후 레이저 형광법의 정량적 실험을 통해 더 절대적 수치를 알아낸다면 임상에서 쉽게 초기 인접면 우식증을 감지해 내고 병소의 깊이를 예측하여 진단 및 예방, 수복치료에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

염료와 레이저 형광법을 이용한 인접면 우식증 탐지효과를 평가하기 위해 조선대학교 소아치과에 내원한 아동 중 유구치의 탈락이 없으며 인접면의 수복치료를 받지 않은 3~9세 사이의 어린이 30명을 대상으로 하였다.

인접면 우식에 관해 시진, 교의 방사선사진, 레이저 형광법과 염료와 레이저 형광법을 이용해 관찰한 결과를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 인접면 우식증은 교의 방사선사진 검사와 시진, 레이저 형광법, 염료와 레이저 형광법 사이에서 모두 높은 상관관계( $r=0.725-0.911$ )를 보였다( $p<0.05$ ).
2. 인접면 우식증은 교의 방사선사진 검사와 각 검사법간의 일치도( $\kappa$ 치)에서 염료와 레이저 형광법을 이용한 경우에 0.772로 가장 일치도가 높았으며 시진이 0.451, 레이저 형광법이 0.683의 일치도를 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 교의 방사선사진 검사법과 염료와 레이저 형광법 검사 수치의 상관관계가 진단학적 일치도가

높아 향후 레이저 형광법이 교의 방사선사진 검사법을 대체할 수 있는 인접면 우식증 검사법으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 김영희, 강병철 : 구내방사선사진의 인접면 치아우식 진단에 대한 유용성 평가. 대한구강악안면방사선학회지, 30:49-54, 2000.
2. Benn DK : Radiographic caries diagnosis and monitoring. Dentomaxillofac Radiol, 23:69-72, 1994.
3. Christensen GJ : Dental radiographs and dental caries: a challenge. J Am Dent Assoc, 127:792-793, 1996.
4. de Araujo FB, Rosito DB, Toigo E, et al. : Diagnosis of approximal caries: radiographic versus clinical examination using tooth separation. Am J Dent, 5:545-548, 1992.
5. Hintze H : Screening with conventional and digital bite-wing radiography compared to clinical examination alone for caries detection in low-risk children. Caries Res, 27:499-504, 1993.
6. Hintze H, Wenzel A, Jones C : In vitro comparison of D- and E-speed film radiography, RVG, and visual digital radiography for the detection of enamel approximal and dentinal occlusal caries lesions. Caries Res, 28:363-367, 1994.
7. Jessee SA, Makins SR, Brets WA : Accuracy of proximal caries depth determination using two intra-oral film speeds. Gen Dent, 47:88-93, 1999.
8. Noar SJ, Smith BG : Diagnosis of caries and treatment decisions in approximal surfaces of posterior teeth in vitro. J Oral Rehabil, 17:209-218, 1990.
9. Hintze H, Wenzel A : Clinically undetected dental caries assessed by bitewing screening in children with little caries experience. Dento-maxillofac Radiol, 23:19-23, 1994.
10. Lazarchik DA, Firestone AK, Heaven TJ, et al. : Radio-graphic evaluation of occlusal caries: effect of training and experience. Caries Res, 29:355-358, 1995.
11. Lussi A : Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. Caries Res, 30:389-393, 1996.
12. Valachovic RW, Douglass CW, Berkey CS, et al. : Examiner reliability in dental radiography. J Dent Res, 65:432-436, 1986.
13. Gratt BM, White SC, Baner JG : A clinical comparison between xero-radiography and film radiography for the detection of recurrent caries. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 65:483-489, 1988.
14. Syriopoulos K, Sanderink GC, Velders XL, et al. : Radiographic detection of approximal caries: a comparison of dental films and digital imaging systems. Dentomaxillofac Radiol, 29:312-318, 2000.
15. White SC, Pharoah MJ : Oral Radiology: Principles and interpretation. 4th ed. St. Louis. Mosby: 272-279, 2000.
16. Friedman J, Marcus MI : Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. J Am Dent Assoc, 80:801-809, 1970.
17. Bakhos Y, Brundevold F, Aasenden R : In vivo estimation of the permeability of surface human enamel. Arch. Oral. Biol, 22:599-603, 1977.
18. Angmar-Mansson B, ten Bosch, JJ : Optical methods for the detection and quantification of caries. Adv. Dent. Res, 1:14-20, 1987.
19. Benedict HC : Note on the fluorescence of teeth in ultra-violet rays. Science, 67:422-429, 1928.
20. Alfano RR, Yao SS : Human teeth with and without dental caries, studied by visible luminescent spectroscopy. J Den Res, 80:120-122, 1981.
21. Armstrong WG : Fluorescence characteristics of sound and carious Human dentin preparations. Arch. Oral Biol, 8:79-90, 1963.
22. Foremen PC : The excitation and emission spectra of fluorescent components of human dentin. Archs. Oral Biol, 25:641-647, 1980.
23. Bjelkhagen H, Sundstrom F, Angmar-Mansson B, et al. : Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. Swed. Dent, J. 6:1-7, 1982.
24. 이상호, 이난영 : 아르곤 레이저 광감각법에 의한 법랑질 우식증 조기탐지 효과에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 24:313-321, 1997
25. de Josselin de Jong E, Sundstrom F : Quantification of mineral loss in initial caries lesion on nature enamel surfaces with laser fluorescence. Caries Res, 26:216-217, 1992.
26. Ferreira Zandona AG, Analoui M, Schmehorn BR, et al. : Laser fluorescence detection of demineralization in artificial occlusal fissures. Caries Res, 32:31-40, 1988.
27. Ferreira Zandona AG, Analoui M : Laser fluorescence detection of demineralization in artificial

- occlusal fissure. *Caries Res*, 32:31-40, 1988.
28. Hafstrom-BJorkman U, Sundstrom F : Initial caries diagnosis in rat molars, using laser fluorescence. *Acta Odontol Scand*, 49:27-33, 1991.
  29. Hall LM, Chaudhry SI, White JL : Spectrophotometric analysis of deciduous dentin. *J Dent Res*, 75:197-199, 1996.
  30. van de Rijke JW, ten Bosch JJ : Optical quantification of caries-like lesion in vitro by use of a fluorescent dye. *J Dent Res*, 69:1184-1187, 1990.
  31. Eggertsson H, Analoui M, van der Veen MH : Detection of early interproximal caries in vitro using laser fluorescence, dye-enhanced laser fluorescence and direct visual examination. *Caries Res*, 33:227-233, 1999.
  32. 이난영, 이창섭, 이상호 : 아르곤 레이저의 범랑질 우식증 조기탐지 효과에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 24:313-322, 1997.
  33. Arnold LV : The radiographic detection of initial carious lesion on the proximal surface of teeth. The influence of viewing conditions. *J Dent Res*, 66(10):1579-1582, 1987.
  34. Harless JD, Wefel JS : Comparison of artificial white spots by microradiography. *J Dent Res*, 63:1271-2180, 1984.
  35. Angmar-Mansson. B, ten Bosch JJ : Advances in Methods for diagnosing coronal caries - A review. *Adv Dent Res*, 7(2):70-79, 1993.
  36. Verdonshot EH, Angmar-Masson B, ten Bosch JJ, et al. : Developments in caries diagnosis and their relationship to treatment decisions and quality care. *Caries Res*, 33:32-40, 1999.
  37. Goaz PW, White SC : *Oral Radiology, principles and interpretation*. 3rd ed. St. Louis. Mosby-Year Boo, Inc, P306, 1992.
  38. Kidd EAM, Pitts NB : A reappraisal of the value of the bitewing radiograph in the diagnosis of posterior proximal caries. *Br Dent J*, 1689:195-200, 1990.
  39. Reis IM, Flack VF : Findings of clinical and radiographic caries among several adult age groups. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 86:760-764, 1998.
  40. Peers A, Hill FJ, Mitropoulos CM. et al. : Validity and reproductibility of clinical examination, fiber-optic transillumination, and bite-wing radiography for the diagnosis of small approximal caries lesions : An in vitro study. *Caries Res*, 27:307-311, 1993.
  41. Sohneiderman A, Elbaum M : Assessment of dental caries with digital imaging fiber-optic transillumination(DIFOTITM) : in vitro study. *Caries Res*, 31:103-110, 1997.
  42. Wenze A, Verdonshot EH, Ttuin GJ, et al. : Accuracy of visual inspection, fiber-optic transillumination, and various radiographic image modalities for the detection of occlusal caries in extracted non-cavited teeth. *J Dent Res*, 71(12):1934-1937, 1992.
  43. Martaler TM : Improvement diagnosed methods in caries trials. *J Dent Res*, 63:746-750, 1984.
  44. Mitropoulos CM : Comparison of fiber optic transillumination with bisecting radiographs. *Br Dent J*, 159:21-24, 1985.
  45. O'Brien WJ, Yee J, Dennison JB, et al. : The application of blue polymer curing lights for diagnostic transillumination. *JADA*, 106:839-842, 1983.
  46. Shem RJ, Kennedy JB : An in vitro evaluation of fluorescein for testing the permeability of white spots on teeth enamel. *Pediatric Dentistry*, 12(5):308-311, 1990.
  47. Ogaard B, ten Bosch JJ : Regression of spot enamel lesions. A new optical method for quantitative longitudinal evaluation in vivo. *Am J Orthodontics and Orthopedics*, 106:238-242, 1994.
  48. 김창기, 이창섭, 이상호 : 레이저 형광법의 교합면 우식증 탐지 효과. *대한소아치과학회지*, 29:600-606, 2002
  49. Ando M, Hall AF, Eckert GJ, et al. : Relative ability of laser fluorescence techniques to quantiate early mineral loss in vitro. *Caries Res*, 31:125-131, 1997.
  50. Ando M, van der Veen, Schemehom BR. et al. : A comparison of quantitative light-induced laser(QLF) on white-spots in permanent and deciduous enamel. *Caries Res*, 31:281-328, 1997.
  51. Al-sehaibany F, White G, Rainey JT : The use of caries detector dye in diagnosis of occlusal carious lesions. *J Clin Ped Dent*, 20:293-298, 1996.
  52. van de Rike JW, Herkstroter FM, ten Bosch JJ : Optical quantification of approximal caries in vitro. *Caries Res*, 25:335-340, 1991.

Abstract

DETECTION OF PROXIMAL CARIES USING LASER FLUORESCENCE

Kyung-Hee Mo, Jung-Hoon Yoon\*, Su-Gwan Kim\*\*, Sang-Ho Lee

*Department of Pediatric Dentistry, Department of Oral Pathology\*, Department of Oral and Maxillofacial Surgery\*\*,  
College of Dentistry, Chosun University*

The purpose of this study was to evaluate the diagnostic validity of early proximal caries lesions using laser fluorescence and whether the detection could be enhanced using a fluorescent dye. Direct visual examination and bitewing radiograph were used for comparison.

The subjects of this study were 30 children of 3~9 years old. Laser fluorescence and dye-enhanced laser fluorescence(mixed wavelength of 488 and 514 nm) were used and viewed through glasses(excluding wavelength < 520 nm). For dye-enhanced laser fluorescence a 0.075% sodium fluorescein dye was applied before examination. Proximal caries lesion of each subject was assessed using visual examination, bitewing radiograph, laser fluorescence, and dye-enhanced laser fluorescence.

The results in the three detection methods were compared to the assessment of bitewing radiograph.

The results from the present study can be summarized as follows:

1. There was highly correlation( $r=0.725-0.911$ ) between the bitewing radiograph and all three detection methods( $p<0.05$ )
2. The reproducibility(kappa value) of the visual examination, laser fluorescence and dye-enhanced laser fluorescence comparing with bitewing radiograph of proximal caries was 0.451, 0.683, 0.772, respectively.

There was highest correlation between dye-enhanced laser fluorescence and bitewing radiograph for detection of proximal caries. The results from this study indicated that the dye-enhanced laser fluorescence considered to be accurate and reliable method in detecting proximal caries.

**Keywords** : Interproximal caries, Dye-enhanced laser fluorescence, Bitewing X-ray