

레이저 형광법의 교합면 우식증 탐지 효과

김창기 · 이창섭 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실 및 구강생물학교실

국문초록

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

아르곤 레이저 형광법의 교합면 우식증 탐지효과를 평가하기 위해 발거된 사람 치아 중에서 치아우식증을 제외한 결함이 없고 법랑질이 건강한 대구치와 소구치 50개를 선정하여 시진, 탐침을 이용한 시진, 아르곤 레이저 형광법을 이용해 관찰한 결과와 편광현미경으로 관찰한 병소의 깊이를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교합면 우식의 조직학적 깊이와 아르곤 레이저 형광법에 의한 교합면 우식증 평가법과 시진, 탐침을 이용한 시진사이에서 모두 높은 상관 관계를 보였다.
2. 교합면 우식증의 조직학적 깊이와 각 검사법간의 일치도(kappa치)는 각각 시진이 0.189, 탐침을 이용한 시진이 0.128, 레이저 형광법이 0.472 이었으며, 레이저 형광법이 가장 일치도가 높았다.

이상의 결과를 종합해 보면 육안적 검사보다는 레이저 조사 후 관찰된 우식과 편광현미경상에서의 우식이 더 유의성 있는 관계를 보여 교합면 우식증 탐지에의 레이저 형광법의 적용이 가능하리라 사료된다.

주요어 : 레이저 형광법, 교합면 우식증, 일치도(kappa치)

I. 서 론

교합면에서 소와와 열구는 치아우식이 호발하는 부위이며, 특히 어린이에서 새로 맹출한 구치의 교합면은 치아우식증의 감수성이 높은 부위이다¹⁻³⁾.

현미경으로 소와와 열구를 관찰 시 reduced enamel epithelium과 acquired pellicle 등 상당량의 유기물이 존재하며, 이로 인하여 시작되는 교합면 우식증은 평활면 우식증과는 달리 법랑질 표면의 파괴없이 우식이 시작하여 상아질까지 빠르게 진행된다^{3,4)}. 이러한 측면에서 교합면 치아우식증의 조기진단은 매우 중요한데, 이는 우식이 광범위하게 진행되기 전에 우식을 발견하여, 불소도포, 식이조절, 치태조절, 타액유출량 조절 등의 구강내 환경을 변화시켜 치아를 재광화시킬 수 있게 하거나, 적은 치질 삭제만으로도 치아수복을 가능하게 한다^{1,5,6)}.

이러한 초기 교합면 우식을 발견하기 위한 다양한 조기진단 방법이 시도되어 왔는데, 이 중 탐침을 이용한 시진의 방법에 대해 Loesche⁷⁾은 탐침으로 인하여 감염된 법랑질로부터 감

염되지 않은 법랑질로 *Streptococcus mutans*를 옮길 위험성이 있다고 했으며, Ekstrand⁸⁾은 검사시 탐침에 의해 재생 가능한 법랑질에 회복 불가능한 손상을 가할 수 있다고 했다. 따라서 Kidd⁹⁾와 Pitts¹⁰⁾는 탐침을 사용하지 않는 시진을 더 추천하기도 했다. 또한, 방사선 사진검사는 인접면 우식의 판별에는 유용하지만, 협설면이나 교합면 부위는 감별 시 오진할 가능성이 높다고 하였다¹¹⁻¹⁵⁾.

이외에도 electrical resistance monitor가 교합면 우식 진단에 유용하게 이용될 수 있다고 보고되고 있으며^{13,16-18)}, fiberoptic transillumination¹⁹⁻²²⁾, laser fluorescence^{23,24)} 등을 이용한 방법이 연구되었다. 근래에 Bjelkhagen²⁵⁾, Angmar-Månsson과 ten Bosch^{5,26)}, 그리고 이등²⁷⁾ 여러 학자들은 488nm 파장의 청색의 아르곤 레이저를 조사하여 초기 치아우식증을 조기에 진단할 수 있다고 하였으며, 이와 같은 레이저 형광법은 평활면 치아우식증의 진단에 효과적이어서 임상에서 유용하게 사용될 수 있다고 보고한 바 있다^{28,29)}. 그러나, 레이저 형광법을 이용한 교합면 우식증의 진단에 관한 연구는 아직 미

*이 논문은 과학기술부, 한국과학재단 지정 지역협력연구센터인 레이저응용 신기술개발 연구센터의 2002년도 연구비 지원에 의해 연구되었음

진한 상황이다.

따라서, 본 연구는 레이저 형광법을 교합면에 적용한 후, 편광현미경을 이용한 우식병소의 깊이와 육안적으로 관찰되는 우식병소간에 상관관계를 평가하여, 임상에서 초기 교합면우식증의 감별을 위해 레이저 형광법의 이용가능성을 평가하는데 그 목적이 있다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

발거된 사람 치아 중에서 교합면 우식증을 제외한 결함이 없고 범랑질이 건강한 대구치와 소구치 50개를 선정하고, 치면에 부착된 이물질을 제거한 후 치근을 레진에 매몰하였다.

2. 실험방법

1) 시진

치과 진료대의 light를 이용하였으며, air spray를 이용하여 치아 교합면을 건조시킨 후 육안으로 교합면의 열구 및 소와에서의 우식상태를 다음과 같은 기준에 따라 평가하였다.

- 0= sound
- 1= white
- 2= light brown
- 3= brown/dark brown

2) 탐침을 이용한 시진

치과 진료대의 light와 air spray를 이용하여 치아 교합면을 건조시킨 후 탐침을 이용하여 소와 및 열구를 검사한 후 다음과 같은 기준에 따라 평가하였다.

- 0= sound
- 1= discoloration, no demineralization.
- 2= early enamel caries
- 3= advanced enamel caries or early dentinal caries

3) 레이저 형광법을 이용한 교합면 우식병소의 육안 평가

우식병소의 광밀도를 측정하기 위해 사용된 레이저는 488nm, 연속파장의 아르곤 레이저(HGM, SPECTRUM™, USA)로 광섬유의 직경은 600 μ m를 사용하였다. 0.6W 출력으

로 사용하였으며, 치아에서 산란되는 청색의 레이저 빛은 차단하고, 순수한 형광 빛만 관찰하기 위해 520-540nm의 빛만 투과시키는 필터렌즈를 사용하였다. 아르곤 레이저를 일정한 거리에서 시편에 조사하고, 필터를 통해 육안으로 관찰된 양상을 다음과 같은 기준에 따라 평가하였다.

- 0= same as surrounding enamel
- 1= mild dark
- 2= moderate dark
- 3= severe dark

4) 편광현미경을 이용한 교합면 우식병소의 깊이 측정

각 시편을 교합면의 소와와 열구부위를 지나가도록 low-speed diamond wheel saw(South Bay Tech., USA)로 중단하였다.

약 1mm 두께로 절단된 시편을 연마지를 이용하여 연마한 후 흐르는 물에 세척한 다음 편광현미경($\times 40$, LSP-13, 상원, 한국)으로 관찰하여 병소의 깊이를 측정하였다.

병소의 깊이는 표면에서부터 가장 깊은 부위까지를 측정하였으며, 다음과 같은 기준으로 분류하였다.

- 0= no demineralization
- 1= outer half enamel demineralization
- 2= inner half enamel demineralization
- 3= dentin demineralization

5) 통계적 분석

SPSS program을 이용하여 편광현미경으로 관찰한 병소의 깊이와 시진, 탐침을 이용한 시진, 아르곤 레이저 형광법을 이용해 관찰된 측정치 사이의 일치도(kappa치)를 구하여 판정의 일치정도를 평가하였고, 아르곤 레이저 형광법과 다른 검사법 사이의 상관관계를 구하였다.

III. 연구성적

1. 각 검사 성적의 분포

시진, 탐침을 이용한 시진, 아르곤 레이저 형광법을 이용해 관찰된 성적, 편광현미경을 이용한 검사의 분포를 나타내었다 (Table 1).

Table 1. The evaluation table of visual exam, Probing exam, laser fluorescence according to lesion depth.

| Score | Lesion depth | | Visual exam | | Visual+ probing exam | | Laser fluorescence | |
|---------------|----------------|-----|----------------|-----|----------------------|-----|--------------------|-----|
| | N | % | N | % | N | % | N | % |
| 0 | 3 | 6 | 10 | 20 | 10 | 20 | 6 | 12 |
| 1 | 7 | 14 | 18 | 36 | 16 | 32 | 15 | 30 |
| 2 | 19 | 38 | 15 | 30 | 19 | 38 | 15 | 30 |
| 3 | 21 | 42 | 7 | 14 | 5 | 10 | 14 | 28 |
| Total | 50 | 100 | 50 | 100 | 50 | 100 | 50 | 100 |
| Mean \pm SD | 2.3 \pm 1.05 | | 1.4 \pm 0.97 | | 1.4 \pm 0.92 | | 1.7 \pm 1.01 | |

Table 2. Cross tabulation of lesion depth and laser fluorescence(Chi-Square Tests, P < 0.01).

| | Lesion depth | Laser fluorescence | | | | Total |
|-------|--------------|--------------------|----|----|----|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| 0 | 3 | 3 | | | | |
| 1 | 5 | 7 | | | | |
| 2 | 1 | 7 | 10 | 1 | 19 | |
| 3 | 3 | 5 | 13 | 21 | | |
| Total | 6 | 15 | 15 | 14 | 50 | |

Table 4. Pearson coefficients between laser fluorescence and visual exam, visual exam with probing and lesion depth.

| | Visual exam | Visual+ probing exam | Laser fluorescence |
|---------------------|-------------|----------------------|--------------------|
| Visual exam | | | |
| Visual+probing exam | 0.932** | | |
| Laser fluorescence | 0.796** | 0.811** | |
| Lesion depth | 0.640** | 0.670** | 0.755** |

** : Correlation is significant at the 0.01 level(P < 0.01).

2. 아르곤 레이저 형광법을 이용한 검사와 편광현미경을 이용한 검사사이의 상관성

편광현미경을 이용한 검사 성적이 높아질수록 아르곤 레이저 형광법을 이용한 성적도 높아지는 양상을 보였다(P < 0.01, Table 2).

3. 편광현미경을 이용한 검사와 각 검사 방법사이의 일치도 (kappa치) 분석

편광현미경을 이용한 검사를 기준 검사 방법으로 하여 이와 시진, 탐침을 이용한 시진, 아르곤 레이저 형광법을 이용한 검사법 사이의 kappa치를 구하여 검사 방법 사이의 일치도를 분석하였다. 시진과 편광현미경 사이, 탐침을 이용한 시진과 편광현미경 사이의 일치도는 각각 0.189, 0.128로 낮으며, 아르곤 레이저 형광법을 이용한 검사와 편광현미경 관찰 소견사이의 일치도는 0.472로 좋은 결과를 보였다(Table 3).

4. 아르곤 레이저 형광법에 의한 교합면 우식증 평가법과 각 검사간의 상관관계

각 검사간에 피어슨 상관계수는 레이저 형광법 검사성적과 시진성적 간에 0.796의 상관성이 있었고, 레이저 형광법 검사 성적과 탐침을 이용한 시진 성적간에는 0.811, 레이저 형광법 검사성적과 편광 현미경 검사성적 간에는 0.755의 상관성을 보였다(Table 4).

Table 3. Reproducibility of lesion depth and visual exam, visual with probing exam and laser fluorescence (according to *).

| | Lesion depth |
|---------------------|--------------|
| Visual exam | 0.189 |
| Visual exam+probing | 0.128 |
| Laser fluorescence | 0.472 |

IV. 총괄 및 고안

치아우식증이 이환될 수 있는 부위로 소와 및 열구, 평활면, 치근면이 있다³⁾. 이 중 형태학적 면에서 가장 우식 이환율이 높은 부위는 소와 및 열구이다^{15,30)}. 소와 및 열구는 깊고 좁은 입구를 가지며, 이는 육안상으로 우식을 진단하기 어렵게 한다. 또한 상당한 형태적 다양성을 가지고 있으며, 끝이 막혀 있고, 상아질과 가까워 쉽게 우식이 심부까지 도달할 수 있게 한다. 교합면 우식증의 진행과정은 먼저 소와와 열구에서 흰 반점이 생기고, 소와를 중심으로 치질내를 향하여 양측성으로 번져나 가서 결국 상아법랑경계부에 도달된다¹²⁾.

흰 반점이 보이는 초기 우식에는 보통 치면에서 10-100um 정도 부식되어 있고, 이 부위는 임상적으로 치면을 건조시키면 육안으로도 관찰이 가능하지만, 발견이 쉽지는 않다. 치아우식을 조기에 발견할 수 있다면, 광범위하게 우식이 진행되기 전에, 불소도포나 치면열구전색의 방법으로 그 진행을 정지시키거나 많은 양의 치질 삭제를 요하는 치료를 피할 수 있다. 따라서, 교합면 우식증에 대한 향후 대책은 치아의 탈회과정을 조기에 감지하여 예방 및 치료를 하는 것에 있다.

임상에서, 교합면 우식을 진단할 수 있는 방법으로 탐침을 이용하여 육안적으로 관찰하는 방법이 주로 사용되어져 왔다. 하지만, 많은 연구자들은 교합면 우식의 경우 법랑질 표면의 파괴 없이 상아질까지 우식이 진행되는 경우가 많고, 그 발견에 민감도가 떨어진다고 했으며, 탐침의 사용은 재광화가 가능한 소와 및 열구에 손상을 일으킬 수 있어 다른 진단법을 추천했다⁴⁾. 그 후 정상치질 보다 우식치질에서 더 낮은 빛 투과성을 보이는 점을 이용하여 광섬유를 통해 전달된 강한 빛을 치아반대편에 조사하고, 투과되어 나오는 빛을 관찰하는 fiber optic transillumination의 방법이 제안되었는데, 이 방법은 인접면에서는 우수한 효과를 보였지만, 법랑질에 국한된 초기 치아우식증이나 교합면 우식증의 탐지에는 한계가 있었다¹⁹⁻²²⁾. Electrical resistance monitor도 교합면 우식 진단 시 임상적으로나 방사선 사진을 통한 것보다는 우수하였으나^{13,16-18)}, 그 민감도가 우수하지 못하여, 현재는 쓰이고 있지는 않다.

최근에 아르곤 레이저가 조직에 형광을 발생시키는 특성을 이용한 치아우식 진단 방법에 많은 관심을 갖게 되었다. 본 연구에 이용된 아르곤 레이저는 488nm(blue light)와 515nm(green light)파장의 빛을 방출하는 가시광선 영역의

레이저로 근래에 치의학 분야에 도입되어 복합레진의 광증합이나 연조직 절개 등에 이용되고 있으며, 최근에는 아르곤 레이저의 빛이 조사되는 조직에 형광을 발생시킨다는 사실이 확인되어 이를 이용한 치아우식 진단방법으로의 응용여부가 연구되기 시작하였다³¹⁻³⁴⁾.

Bakhos등³⁵⁾은 아르곤 레이저를 이용하여 초기 치아우식증을 조기에 시각적으로 탐지할 수 있다고 하였고, Bjelkhagen등²⁵⁾은 법랑질 초기 우식 병소에 낮은 강도의 아르곤레이저를 조사하면 형광빛을 발하는 주위 건진 법랑질에 비해 우식병소가 어둡게 관찰된다고 하였다. Ando 등^{36,37)}은 레이저 형광을 사용하여 매우 초기의 법랑질 탈회를 발견하였다고 보고한 바 있다.

Sundström등³⁸⁾은 여러 가지 다른 파장의 레이저 빛을 비교하였는데, 488nm의 아르곤레이저를 사용할 때 약 540nm파장의 형광이 발생하며, 우식치질과 정상치질 사이의 차이는 이 파장의 빛에서 가장 뚜렷하게 나타나므로 488nm 아르곤 레이저가 우식진단에 가장 유용한 파장임을 보고하였다. 우리나라에서도 이 등²⁷⁾은 레이저 형광에 의해 나타난 광밀도와 편광현미경상에서 관찰되는 조직학적 병소의 깊이 사이에는 서로 강한 상관관계를 보인다고 하였다. 이렇게 치아우식증을 조기에 시각적으로 진단하기 위해 많은 연구들이 있었지만, 현재까지는 주로 평활면에 레이저 조사시 우식탐지 감도에 대한 효율성을 보였으며 아직까지 교합면의 우식탐지 감도에 연구는 미흡한 상태이다.

이에 본 연구에서는 488nm의 청색계통의 레이저 빛을 교합면에 적용하고 520-540nm의 빛만 투과시키는 필터를 사용하여 치면을 관찰한 후 이를 시진, 탐침을 이용한 시진, 편광현미경을 통한 검사와 비교하여 레이저 형광법의 교합면 우식증 탐지정도를 평가해 보았다. 아르곤 레이저 형광법에 의한 교합면 우식증 평가법과 각 검사간의 상관관계를 보면 피어슨 상관관계수는 레이저 형광법 검사성적과 시진성적 간에 0.796의 상관성이 있었고, 레이저 형광법 검사성적과 탐침을 이용한 시진 성적 간에는 0.811, 레이저 형광법 검사성적과 편광 현미경 검사성적 간에는 0.755의 상관성을 보여 모두 유의성있는 관계를 보였다(Table 4). 일치도를 이용한 편광현미경을 이용한 검사와 각 검사 방법사이의 일치도 분석을 한 결과 시진과 편광현미경 사이, 탐침을 이용한 시진과 편광현미경 사이의 일치도는 각각 0.189, 0.128로 낮았으며, 아르곤 레이저 형광법을 이용한 검사와 편광현미경 관찰 소견사이의 일치도는 0.472로 좋은 결과를 보였다(Table 3). 이는 육안적 검사보다는 레이저 조사 후 관찰된 우식과 편광현미경상에서의 우식이 더 유의성 있는 관계를 보이는 것을 알 수 있다. 이는 교합면 우식증 탐지에 레이저 형광법의 적용을 가능하게 한다. 그러나, 본 연구에서는 검사전 한 검사자에게 반복 측정훈련을 통해 오차를 줄이기 위해 노력하였지만, 교합면에 레이저 형광법을 적용한 것을 절대적인 수치가 아닌 상대적인 수치로만 분류하여 평가하였기 때문에 이 검사법의 신뢰에는 오차가 많을 것으로 사료된다.

또한, Gillings와 Buonocore⁴⁰⁾는 교합면의 소와 및 열구 형태가 복잡하고 reduced enamel epithelium과 acquired pel-

licle 등의 유기질이 존재한다고 했으며, 이로 인해 레이저 형광법의 초기 우식탐지는 어렵게 된다. 따라서, 복잡한 열구의 형태에 따른 레이저 형광법 적용 탐지도와 열구 내 치태가 레이저 형광법을 방해하는지, 실제 임상에서의 적용 등 앞으로 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Ferreira zondona 등^{28,29)}은 염료를 병용한 레이저 형광법이 단지 레이저 형광법을 이용하는 것보다 소와 및 열구 우식증 검사에 더 우수하다고 하였다. Hall등⁴¹⁾은 레이저에 반응하는 특수한 형광물질을 이용하여 레이저 형광법을 실험한 결과 레이저를 단독으로 이용하는 것이 초기의 병소를 발견할 수 있고, 병소의 깊이에 따라 유의성 있는 양적 측정이 가능하다고 하였으며, 염료를 병용한 레이저 측정은 매우 초기에는 유용하지만 유의성이 없다고 하였다. Van de Rijke 등^{42,43)}는 염료의 임상 적용 시 독성효과, 특이성의 부족, 염료의 제거 어려움 등의 문제가 아직 존재한다고 하였으며, 이러한 문제점이 해결된다면 우식의 발견과 정량화에 큰 도움을 줄 수 있을 것이라고 하였다^{44,45)}. 향후 우식을 더욱 두드러지게 하는 염료를 교합면에 적용한 후 레이저 형광법의 정량적 실험을 통해 더 절대적 수치를 알아낸다면 임상에서 쉽게 초기교합면 우식을 감지해 내고 병소의 깊이를 예측하여 진단 및 예방, 수복치료에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

아르곤 레이저 형광법의 교합면 우식증 탐지효과를 평가하기 위해 발견된 사람 치아 중에서 교합면 우식증을 제외한 결함없는 대구치와 소구치 50개를 선정하여 시진, 탐침을 이용한 시진, 아르곤 레이저 형광법을 이용해 관찰된 결과와 편광현미경으로 관찰한 병소의 깊이를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교합면 우식의 조직학적 깊이와 아르곤 레이저 형광법에 의한 교합면 우식증 평가법과 시진, 탐침을 이용한 시진사이에서 모두 높은 상관 관계를 보였다.
2. 교합면 우식증의 조직학적 깊이와 각 검사법간의 일치도(kappa치)는 각각 시진이 0.189, 탐침을 이용한 시진이 0.128, 레이저 형광법이 0.472이었으며, 레이저 형광법이 가장 일치도가 높았다.

이상의 결과를 종합해 보면, 육안적 검사보다는 레이저 조사 후 관찰된 우식과 편광현미경상에서의 우식이 더 유의성 있는 관계를 보여 교합면 우식증 탐지에 레이저 형광법의 적용이 가능하리라 사료되었다.

참고문헌

1. 이상호, 이난영 : 가시 레이저광을 이용한 치아우식활성검사에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 27:161-168, 2000.
2. 이상호, 이종갑 : 레이저 조사의 치아우식 억제효과에 관한

- 실험적 연구. 대한소아치과학회지, 18:1-15, 1991.
3. Rohr M, Makinson OF, Burrow MF : Pits and fissures: morphology. *J Dent Child*, 58:97-103, 1991.
 4. Penning C, van Amerongen JR, Seef RE, ten Cate JM : Validity of probing for fissure caries diagnosis. *Caries Res*, 26:445-449, 1992.
 5. Angmar-Månsson B, ten Bosch JJ : Advances in methods for diagnosing coronal caries- A review. *Adv Dent Res*, 7:70-79, 1993.
 6. Levine RS : Remineralization of natural carious lesion on enamel. *Brit Dent J*, 137:132-141, 1974.
 7. Loesche WJ, Svanberg ML, Pape HR : Intraoral transmission of *Streptococcus mutans* by a dental explorer. *J Dent Res*, 58:1765-1770, 1979.
 8. Ekstrand K, Ovist V, Thylstrup A : Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. *Caries Res*, 21:368-374, 1987.
 9. Kidd EAM : The diagnosis and management for the early carious lesion in permanent teeth. *Dent Update*, 11:69-81, 1984.
 10. Pitts NB : The diagnosis of dental caries for individual patient care-an update. Part 1: Diagnostic Methods. *Dent Update*, 18:393-396, 1991.
 11. Nyttun RB, Raadal M, Espelid I : Diagnosis of dentin involvement in occlusal caries based on visual and radiographic examination of the teeth. *Scand J Dent Res*, 100:144-148, 1992.
 12. Roberta TB, Monica CS : Occlusal caries: Diagnosis and noninvasive treatments. *Restorative dent*, 30:174-178, 1999.
 13. Rock WP, Kidd EAM : The electronic detection of demineralization in occlusal fissures. *Br Dent J*, 164:243-247, 1988.
 14. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F : Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. *Oral surg oral med oral pathol*, 72: 621-628, 1991.
 15. Wenzel A, Larsen MJ : Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs, and digitized radiographs. *Caries Res*, 25:365-371, 1991.
 16. Lussi A : Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res*, 27:409-416, 1993.
 17. Lussi A, Firestore A, Schoenberg V, et al. : In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance monitor. *Caries Res*, 29:81-87, 1995.
 18. Ricketts DNJ, Kidd EAM, Wilson RF : A re-evaluation of electrical resistance measurements for the diagnosis of occlusal caries. *Br Dent J*, 178:11-17, 1995.
 19. Cortes DF, Ekstrand KR, Elias-Boneta AR, Ellwood RP : An in vitro comparison of the ability of fiber-optic transillumination, visual inspection and radiographs to detect occlusal caries and evaluate lesion depth. *Caries Res*, 34:443-447, 2000.
 20. Longbottom C, Pitts NB : CO₂ laser and the diagnosis of occlusal caries: in vitro study. *J Dent*, 21:234-239, 1993.
 21. Mitropoulos CM : A comparison of fiber optic transillumination with bisecting radiographs. *Br Dent J*, 159:21-24, 1985.
 22. Wenzel A, Verdonshot EH : Accuracy of visual inspection, fiber-optic transillumination and various radiographic image modalities for the detection of occlusal caries in extracted non-cavitated teeth. *J Dent Res*, 71:1934-1937, 1992.
 23. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts NB, et al. : Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res*, 33:261-266, 1999.
 24. Lussi A, Megert B, Longbottom C, et al. : Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *Eur J Oral Sci*, 109:14-19, 2001.
 25. Bjelkhagen H, Sundström F, Angmar-Månsson B, Rydén H : Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swed Den*, 6:1-7, 1982.
 26. Angmar-Månsson B, ten Bosch JJ : Optical methods for the detection and quantification of caries. *Adv Dent Res*, 1:14-20, 1987.
 27. 이난영, 이창섭, 이상호 : 아르곤 레이저의 범랑질 우식증 조기탐지 효과에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 24:313-322, 1997.
 28. Ferreira Zandona AG, Analoui M, Beiswanger BB, et al. : An in vitro comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. *Caries Res*, 32:210-218, 1997.
 29. Ferreira Zandona AG, Analoui M, Schemehorn BR, et al. : Laser fluorescence detection of demineralization in artificial occlusal fissures. *Caries Res*, 32:31-

- 40, 1998.
30. Lussi A : Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res*, 25:296-303, 1991.
 31. Martaler TM : Improvement diagnosed methods in caries trials. *J Dent Res*, 63: 746-750, 1984.
 32. Miserendino LJ, Pick RM : Lasers in dentistry. Quintessence Publishing Co. Inc. Chicago p273-298, 1985.
 33. O'Brien WJ, Yee J, Dennison JB, et al. : The application of blue polymer curing lights for diagnostic transillumination. *J Am Dent Assoc*, 106:839-842, 1983.
 34. Zandon AGF, Analoui M, Beiswagner BB : Laser fluorescence detection of early lesions in occlusal pits and fissures. *Caries Res*, 31:324-329, 1997.
 35. Bakhos Y, Brundevold F, Aasenden R : In vivo estimation of the permeability of surface human enamel. *Arch Oral Biol*, 22:599-603, 1977.
 36. Ando M, Hall AF : Relative ability of laser techniques to quantitate early mineral loss in vitro. *Caries Res*, 31:125-131, 1997.
 37. Ando M, Veen J : A comparison of quantitative light-induced laser(QLF) on white-spots in permanent and deciduous enamel. *Caries Res*, 31:281-328, 1997.
 38. Sundström F, Fredriksson K, Montan S, et al. : Laser induced fluorescence from sound and carious tooth substance: spectroscopic studies. *Swed Dent J*, 9:71-80, 1985.
 39. Brinkman J, ten Bosch JJ, Borsboom PCF : Optical quantification of natural caries in smooth surfaces of extracted teeth. *Caries Res*, 22:257-262, 1988.
 40. Gillings B, Buonocore M : Thickness of enamel at the base of pits and fissures in human molars and bicuspids. *J Dent Res*, 40:119-133, 1961.
 41. Hall LM, Chaudhry SI, White JM : Spectrophotometric analysis of deciduous dentin. *J Dent Res*, 75:197-201, 1996.
 42. Van de Rijke JW : Use of dyes in cariology. *Int Dent J*, 41:111-116, 1991.
 43. Van de Rijke JW, ten Bosch JJ : Optical quantification of caries-like lesion in vitro by use of a fluorescence dye. *J Dent Res*, 69:1184-1187, 1990.
 44. Shern RJ, Kennedy JB, Roberts MW : An in vitro evaluation of fluorescein for testing the permeability of white spots on tooth enamel. *Pediatr Dent*, 12:308-311, 1990.
 45. Al-Sehaibany F, White G : The use of caries detector dye in diagnosis of occlusal caries lesions. *Pediatr Dent*, 20:293-298, 1996.

Reprint request to:

Sang-Ho Lee, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Pediatric Dentistry, Collage of Dentistry, Chosun University

375, Seosuk-Dong, Dong-gu, Gwangju, 501-825, Korea

E-mail : shclee@chosun.ac.kr

Abstract

DETECTION OF OCCLUSAL CARIES USING LASER FLUORESCENCE

Chang-Gi Kim, Chang-Seop Lee, Sang-Ho Lee

Dept. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Oral Biology Research Institute, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the diagnostic validity of an incipient occlusal caries using argon laser fluorescence.

Extracted human premolars and molars with enamel carious lesion of occlusal surface were assessed using visual examination, visual examination with probing, argon laser fluorescence and histologic depth of carious lesion.

The results in each of all the three detection methods were compared to the assessment of histologic depth of carious lesion using polarized microscope.

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

1. There was highly correlation between the histologic depth of occlusal caries and all three detection methods ($P < 0.01$).
2. The reproducibility (kappa value) of the visual examination, visual examination with probing and argon laser fluorescence between the histologic depth of occlusal caries was 0.189, 0.128, 0.472.

The highest correlation was seen between detection of occlusal caries by argon laser fluorescence and histologic scores by polarized microscope.

The results from this study indicated that argon laser fluorescence considered to be accurate and reliable method in detecting occlusal caries.

Key words : Laser fluorescence, Occlusal caries, Reproducibility(kappa value)