

2006년 2월  
석사학위 논문

광학적 치아우식활성 검사법의  
진단학적 신뢰도

조선대학교 대학원  
치 의 학 과  
박 철 홍

광학적 치아우식활성 검사법의  
진단학적 신뢰도

Diagnostic reliability of the optical caries activity test

2006년 2월 24일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 철 홍

# 광학적 치아우식활성 검사법의 진단학적 신뢰도

지도교수 이 상 호

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2005년 10월 20일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

박 철 홍

# 박철홍의 석사학위 논문을 인준함

위원장	조선대학교 교수	인
위 원	조선대학교 교수	인
위 원	조선대학교 교수	인

2005년 11월 일

조선대학교 대학원

# 목 차

표 목 차 .....	ii
도 목 차 .....	iii
ABSTRACT .....	iv
I. 서 론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	3
III. 연구 결과 .....	8
IV. 총괄 및 고찰 .....	11
V. 결 론 .....	15
참고문헌 .....	16

## 표 목 차

Table 1. Scoring criteria for the number of teeth which showed initial carious lesion .....	3
Table 2. Scoring criteria for individual dDfFtT rate .....	6
Table 3. The evaluation table of test .....	7
Table 4. The equation of specificity, sensitivity, and diagnostic power .....	7
Table 5. Comparison of variables between male and female .....	8
Table 6. Correlation coefficient among variables .....	8
Table 7. Evaluation table of variables from visual test .....	9
Table 8. Evaluation table of variables from dDfFtT rate .....	9
Table 9. Evaluation table of variables from Dentocult <sup>®</sup> SM test .....	10

## 도 목 차

Fig. 1. Optical caries activity charting system .....	4
Fig. 2. Optical caries activity scoring system .....	5
Fig. 3. Evaluation system of Optical Caries Activity .....	5
Fig. 4. Dentocult <sup>®</sup> SM scoring system .....	7

# Abstract

## *Diagnostic reliability of the optical caries activity test*

**Park, Cheol-Hong D.D.S**

**Advisor : Prof. Lee, Sang-Ho, D.D.S., Ph.D.**

**Department of Dentistry,**

**Graduate School of Chosun University**

The purpose of this study was to evaluate the specificity, sensitivity, and diagnostic power of caries activity test using Light-Emitting Diode(LED) fluorescence. The subjects of this study were 55 children of 6~7 years old. LED light were irradiated to labial or buccal surface of all teeth. Fluorescence from initial carious lesion of teeth illuminated by an LED light was observed through barrier filter and the number of teeth showing lesion, size and position of lesion were counted. Dentocult<sup>®</sup> SM test and dDfFtT rate test were also done and their correlation between two tests was investigated. And then specificity, sensitivity, and diagnostic power of optical caries activity test using LED light were evaluated.

The results were as follows ;

1. There was positive correlation ( $r=0.43$ ) between LED fluorescence test and Dentocult<sup>®</sup> SM test( $P<0.05$ ).
2. When visual examination was defined as standard testing method, the specificity, sensitivity, and diagnostic power of LED fluorescence test were 100%, 76.1%, and 100%, respectively.
3. When dDfFtT rate was defined as standard testing method, the specificity, sensitivity, and diagnostic power of LED fluorescence test were 88.9%, 47.8%, and 95.7%, respectively.

4. When Dentocult<sup>®</sup> SM test was defined as standard testing method, the specificity, sensitivity, and diagnostic power of LED fluorescence test were 100%, 58.7%, and 100%, respectively.

In regard to above results, optical caries activity test using LED light considered to be practical method because of it's close relationship with microbiological caries activity test.

# I. 서 론

치아우식증은 산에 의해 법랑질이 용해되어 탈회가 유발되는 현상으로 인류에게 가장 흔한 질병이며 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하여 발생한다. 치아우식증의 초기 단계는 법랑질의 표면의 연화단계로 이 시기는 표면이 육안소견으로 정상 법랑질에 비해 하얗게 관찰되므로 임상적으로 백반(white spot)이라 불리운다. 이러한 법랑질의 초기우식병소는 육안상으로는 주위 건전 법랑질과 잘 구별이 되지 않으며 탐침 검사에도 잘 발견되지 않는 등 일상적인 임상 검사시 진단하기 어렵다<sup>1)</sup>. 이 초기 단계를 넘을 경우 회복이 불가능한 비가역적인 질환으로 이어진다. 이와 같은 비가역적인 치질의 파괴는 인공적인 수복재료에 의해 치료할 수 밖에 없으며 이 경우에는 심미적이나 기능적으로 완전한 회복이 어렵다. 그러나 법랑질에 국한된 초기우식병소는 구강위생상태의 개선이나 불소도포 등에 의해 재광화(reminerlization)가 가능하므로<sup>2-4)</sup> 초기우식병소의 조기 발견과 함께 초기우식병소가 유발될 가능성이 높은 개인을 선별하여 집중적인 예방처치를 시행할 경우 치아우식증 이환율을 효과적으로 감소시킬 수 있다.

이와 같은 개개의 우식 발생 가능성을 추정하는 한 방법으로 우식활성검사법이 활용되고 있다. 우식활성검사란 구강 내에서 여러 가지 복합 요인에 의해 발생하는 치아우식증의 발생요인을 찾아내고, 각 개인의 특성으로 고려하여 효율적으로 구강병 발생을 예방하고자 하는 일련의 검사과정을 뜻한다<sup>5)</sup>. 현재까지 사용되고 있는 치아우식활성 검사법은 대부분 미생물학적 방법으로 1940년대 Snyder<sup>6)</sup>가 고안한 Snyder 검사법이 오랫동안 사용되고 있으며 근래에 이 방법을 더욱 개선시킨 개량형 스나이더 검사법(Cariostat<sup>®</sup>)<sup>7)</sup>이 사용되고 있으나 이들 검사법들은 구강내 우식증을 유발시키는 주된 산 생성 세균이 *Lactobacillus spp.* 라는 전제하에 고안된 것이다. 하지만 최근에는 초기 우식병소의 유발에는 Mutans streptococci의 역할이 더 크며 *Lactobacillus spp.* 는 우식병소의 진행에 더 관계한다고 알려지면서<sup>8-12)</sup> *S. mutans*만 선택적으로 배양하는 배지가 개발되어 Cariescreen<sup>®13)</sup>, Mucount<sup>®14)</sup>, Dentocult-SM, STRIP MUTANS test<sup>15)</sup> 등 *S. mutans*의 수만 측정하는 검사법 등이 소개되어 널리 활용되고 있다. 또한 *S. mutans*와 *Lactobacillus spp.* 두 가지 미생물의 수를 측정하는 방법(CRT<sup>®</sup>)<sup>16)</sup>도 개발되어 사용되고 있다. 그러나 이러한 방법 모두가 24시간 이상의 배양과정을 거쳐야 하기 때문에 검사결과의 판정이 당일에 이루어지기 어렵고<sup>17)</sup> 더욱이 배지의 가격이

매우 비싸 임상에서 쉽게 사용하기가 어렵다. 또한 이러한 방법들은 오직 구강 내에 존재하는 세균의 활성화만 측정하므로 실제 치아우식에 관여하는 또 다른 요소인 숙주요인을 배제한 상태이므로 그 타당성에 이의를 제기할 수 있다.

임상적으로 한 개인에 있어 초기우식병소는 치아우식을 유발할 수 있는 모든 요인이 총체적으로 작용하여 이루어진 치면의 최초의 변화로, 그 수는 개인의 우식활성도를 나타낼 수 있다<sup>18,19)</sup>. 치아우식증을 조기에 진단하기 위한 수많은 연구들이 시행되어 왔는데<sup>2,20,21)</sup> 빛의 산란을 이용한 transillumination<sup>2,22,23)</sup>, 착색의 특성을 이용한 염색법<sup>24,25)</sup>과 전류의 특성을 이용한 전기전도법등에 관한 연구가 있다. 이밖에 빛에 대한 치아의 형광특성에 대한 보고<sup>26)</sup>가 있는 이후 치아의 빛에 대한 fluorescence 특성에 관한 연구가 이루어져 오고 있다<sup>27-29)</sup>. 최근에 레이저가 치의학 분야에 도입되면서 가시광선 영역의 아르곤 레이저의 빛의 특성을 이용한 치아우식증의 조기진단법이 제시되었다<sup>20,21,27-29)</sup>. 이와 이<sup>30)</sup>는 아르곤 레이저를 이용하여 초기 우식증을 탐지하여 산출한 광학적 우식활성검사법이 미생물학적 우식활성검사법과 높은 상관관계가 있음을 보고하였다. 그러나 레이저는 가격이 비싸고, 조작성이 어려우며, 보호장비가 필요하고 고압의 안정적인 전원공급이 필요하다는 단점 때문에 임상에서 널리 쓰이기 어렵다. 2004년 이 등<sup>31)</sup>은 이를 보완하는 방법으로 400~500 nm 파장의 푸른 빛을 사용한 광학적 우식활성검사법의 효용성에 대해 보고한 바 있다. 그러나 이 연구에 사용된 광중합기들은 이동이 불편하거나 임상에서의 사용 빈도가 줄고 있는 추세에 있는 것들이었다.

따라서 본 연구에서는 출력이 높고 열발생과 전력 소모가 적으며 무선이므로 이동이 간편하여 최근 치과계에 널리 쓰이고 있는 LED 광중합기와 광필터를 사용하여 초기우식증을 탐지하고 과거의 광학적 우식활성검사법에 대한 연구, 보고를 기초로 하여 광학적 우식활성 chart system을 개발하고 이 system에 의한 우식활성도의 진단학적 특이도(specificity)와 민감도(sensitivity), 진단력(diagnostic power)을 평가하여 이 결과를 기존의 미생물학적 우식활성검사법과 비교함으로써 새로 개발한 광학적 우식활성 chart system이 각 개인에서 새로운 치아우식활성 검사법으로 이용 가능한지를 평가하는 데 그 목적이 있다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

조선대학교 치과병원 소아치과에 내원한 아동 중 유구치의 탈락이 없는 6~7세 아동 55명(남아 36명, 여아 19명)을 대상으로 하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 육안검사

치과용 진료대 하에서 압축공기로 치아의 협면을 건조시킨 후 치경과 탐침을 이용하여 일반적인 구강검사를 시행하여 우식증을 관찰, 집계하였다(Table 1).

Table 1. Scoring criteria for the number of teeth which showed initial carious lesion

Score	Number of teeth which showed initial carious lesion
0	0~3
1	4~8
2	8~12
3	12~

#### 2) LED 형광을 이용한 초기우식병소의 검사

440~500 nm 영역의 파장을 가지며 800 mW/cm<sup>2</sup>의 출력을 갖는 Elipar™ Freelight 2(3M ESPE, USA) LED 광을 사용하였다. 아동의 상하악 치아의 협면에 LED 광을 조사하고 치아에서 산란되는 청색의 LED 광을 차단하며 순수한 형광 빛만 관찰하기 위해 520~540 nm의 빛만 투과시키고 그 이외의 빛을 차단하는 특수 광필터를 통해 관찰하여 노란 빛의 정상치질에 대비되어 검은 점으로 관찰되는 초기 우식병소를 보이는 치아의 수를 집계하였다. 조선대학교 소아치과학 교실에서 개발한 Fig. 1

과 같은 chart를 이용하여 그 크기 및 위치를 함께 기록하였다. 그리고 전체 치아 개수의 10% 이하를 1점, 20% 이상을 2점, 30% 이상을 3점, 40% 이상을 4점, 50% 이상을 5점으로 정하고 이를 basic score라 하였다. 정해진 basic score에 한 치아에 우식이 2개 이상 관찰될 경우 해당 치아 수 당 1점을 더하고 상하, 좌우 각각 4등분한 면적보다 클 경우 개당 1점씩을 추가하며 우식이 교합면 1/3부위에 위치할 경우 개당 1점을 추가로 더한다(Fig. 2). 이렇게 scoring한 뒤 특이도와 민감도를 평가하기 위해 Dentocult® SM scoring 방법에 근거하여 Fig. 3과 같이 분류하였다.

### Optical caries activity charting system

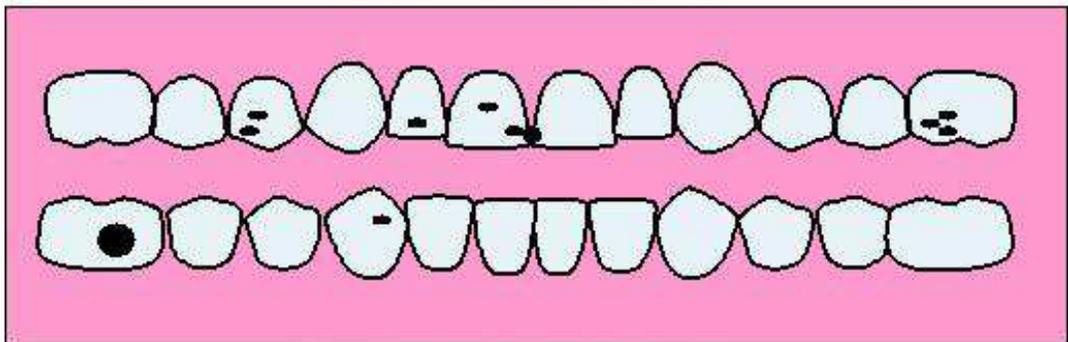


Fig. 1. Charting system of optical caries activity developed by department of pediatric dentistry, Chosun university.

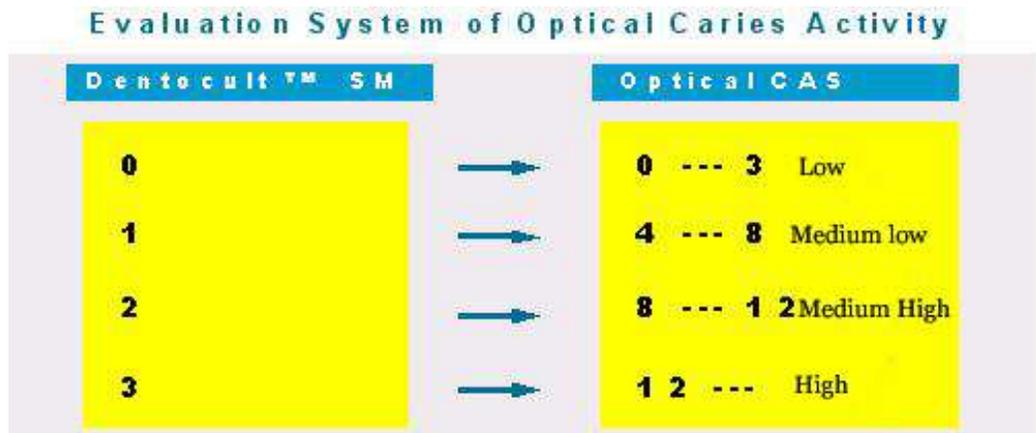


Fig. 2. Evaluation system of Optical Caries Activity.

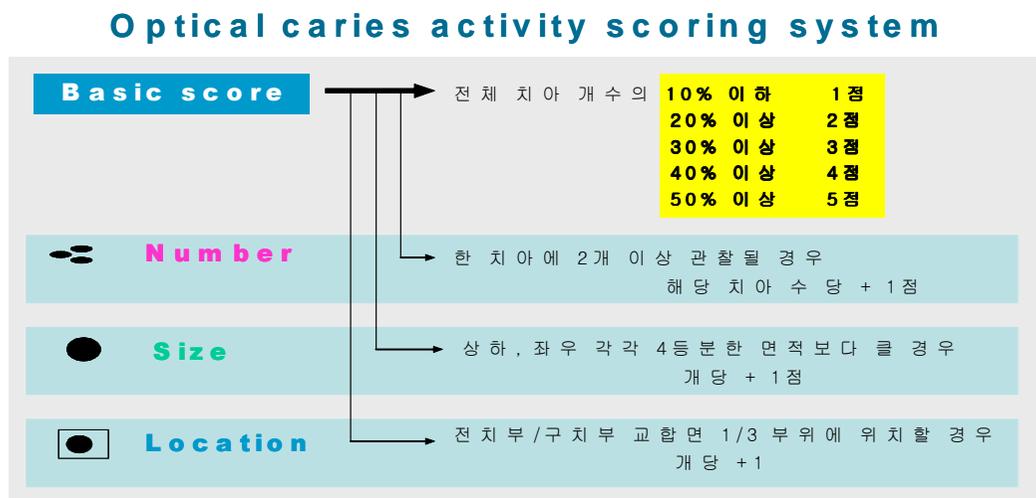


Fig. 3. Scoring system optical caries activity.

### 3) 우식경험치아의 수(dDfFtT) 측정

치아우식경험치아 수(dDfFtT)를 세어 집계한 다음 특이도와 민감도를 평가하기 위해 Axelsson<sup>32)</sup>이 제안한 방법에 따라 Table 2와 같이 우식경험율을 0에서 3까지 4단계로 분류하였다.

Table 2. Scoring criteria for individual dDfFtT rate

Score	Individual dDfFtT rate
0	0~10%
1	10~20%
2	20~30%
3	over 30%

### 4) Dentocult<sup>®</sup> SM test 에 의한 치아우식 활성도 검사

Dentocult<sup>®</sup> SM(Espoo, Finland) 키트 내의 bacitracin disc를 배양액에 넣어 15분간 녹인 다음 흔들어서 준비해 둔다. 대상 아동에게 파라핀 왁스를 주어 약 1분간 씹게 한 후 screening strip을 구강 내의 혀 위에 올리고 입을 가볍게 다물게 한 다음 큰 힘을 가하지 않은 상태에서 전체 면에 타액이 잘 묻도록 10초간 고정한다. 타액이 충분히 묻은 strip을 배양액에 꽂은 다음 마개는 조금 느슨하게 잠그고 37℃ 항온배양기에서 48시간 배양하였다. 배양 후 판정은 제작회사의 우식활성도 판정표를 이용하여 각 시료들은 우식활성도 음성( $<10^4$  CFU/ml : 0), 경도활성도( $<10^5$  CFU/ml : 1), 중등도활성도( $10^5\sim10^6$  CFU/ml : 2) 및 고도활성도( $>10^6$  CFU/ml : 3)로 점수화하였다 (Fig. 4).

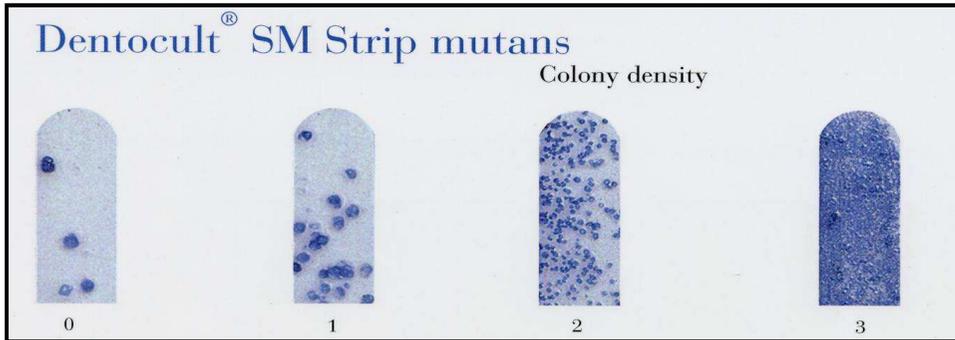


Fig. 4 Dentocult<sup>®</sup> SM scoring system.

#### 5) 통계분석

상기의 자료를 통계분석하여 각 검사법 간의 상관관계를 구하였으며 기준검사법과 비교하고자 하는 검사방법을 정하고 Axelsson<sup>32)</sup>이 제안한 계산공식에 따라 Table 3과 Table 4와 같은 방법으로 특이도, 민감도, 진단력을 평가하였다.

Table 3. The evaluation table of test

Screening criteria	Validation criteria	
Comparative testing method	Score 2~3	Standard testing method
Score 2~3	A(True positive)	Score 0~1
Score 0~1	C(False negative)	B(False positive)
		D(True negative)

Table 4. The equation of specificity, sensitivity, and diagnostic power

$$\text{Specificity} = \frac{D}{B+D} \times 100$$

$$\text{Sensitivity} = \frac{A}{A+C} \times 100$$

$$\text{Diagnostic power} = \frac{A}{A+B} \times 100$$

### III. 연구 결과

#### 1. 각 검사법간의 상관관계

육안검사, LED 형광 검사, dDfFtT rate, Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법 검사에서 남녀 성별에 따른 유의차는 없었다( $P>0.05$ )(Table 5).

광학적으로 감지된 초기우식병소의 수와 Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법 사이의 상관관계를 분석한 결과 Spearman 상관계수( $r$ )가 0.43으로 비교적 높은 양의 상관관계를 나타냈다( $P<0.05$ )(Table 6).

Table 5. Comparison of variables between male and female

Sex	Visual test	LED fluoresce- nce test	dDfFtT rate	Dentocult <sup>®</sup> SM
Male	1.92±1.05	2.44±0.73	1.22±0.90	1.22±1.05
Female	1.79±1.08	2.32±0.82	1.26±1.19	1.58±1.07
Mean	1.87±1.06	2.40±0.76	1.24±1.00	1.35±1.06

Table 6. Correlation coefficient among variables

	LED fluoresce- nce	Visual test	dDfFtT rate	Dentocult <sup>®</sup> SM
LED fluores- cence		0.59*	0.28*	0.43*
Visual test			0.49*	0.44*
dDfFtT rate				0.42*
<i>S. mutans</i> count				

\*  $P<0.05$

## 2. 각 검사법의 특이도와 민감도, 진단력 평가

### ① 육안검사를 기준으로 삼은 경우

특이도와 진단력은 LED 형광법이 가장 우수하였으며 민감도는 dDfFtT rate가 가장 우수한 것으로 평가되었다(Table 7).

Table 7. Evaluation table of variables from visual test

	True positive	False positive	True negative	False negative	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Diagnostic power(%)
LED fluorescence	35	0	11	9	76.1	100	100
dDfFtT rate	21	14	2	18	91.3	56.3	60
Dentocult <sup>®</sup> SM	23	12	4	16	85.2	57.1	65.7

### ②dDfFtT rate를 기준으로 삼은 경우

진단력은 LED 형광법이 가장 우수하였으며 특이도는 육안검사가 가장 우수하고, 민감도는 Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법이 가장 우수하게 평가되었다(Table 8).

Table 8. Evaluation table of variables from dDfFtT rate

	True positive	False positive	True negative	False negative	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Diagnostic power(%)
Visual test	21	2	14	18	60	90	91.3
LED fluorescence	22	1	24	8	47.8	88.9	95.7
Dentocult <sup>®</sup> SM	17	6	10	22	63	78.6	73.9

### ③Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법을 기준으로 삼은 경우

특이도와 진단력은 LED 형광법이 가장 우수하였으며 민감도는 dDfFtT rate가 가장 우수한 것으로 평가되었다(Table 9).

Table 9. Evaluation table of variables from Dentocult<sup>®</sup> SM test

	True positive	False positive	True negative	False negative	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Diagnostic power(%)
Visual test	23	4	12	16	65.7	80	85.2
LED fluorescence	27	0	19	9	58.7	100	100
dDfFtT rate	17	10	6	22	73.9	68.8	63

## IV. 총괄 및 고찰

초기 우식증이 있는 법랑질은 보통 치면에서 10~100  $\mu\text{m}$  정도가 부식되어 있으며, 임상적으로 구강 내에서 치질이 타액에 젖어 있을 경우 탐지하기 어렵고 방사선촬영이나 탐침 등 다른 임상적인 치아우식 검사법에 의해서도 잘 관찰되지 않기 때문에 이를 진단하는 것은 쉽지 않다<sup>1,33</sup>). 그러나 초기 우식증을 조기에 발견할 수 있다면 우식이 광범위하게 진행되기 전에 구강위생상태의 개선이나 예방치치 등의 방법으로 그 진행을 정지시킬 수 있을 뿐만 아니라 비가역적인 치질 삭제를 피할 수 있다<sup>21,23</sup>).

하지만 치아우식증은 숙주요인, 병원체요인 및 환경요인 등의 여러 가지 요인이 서로 복합적으로 작용하고 시간이라는 변수가 더해져 발생하는 다인자성 질환이다. 따라서 개인의 우식 발생 가능성을 예측하는 우식활성도는 이러한 여러 가지 요인들을 종합적으로 평가하여 분석하는 것이 이상적이지만 현실적으로 숙주요인이나 환경요인 등은 객관화하기 어려운 변수가 많고 시간과 경비, 과정의 복잡함 등으로 인해 여러 가지 우식 발생 인자 중 객관적으로 쉽게 평가가 가능한 구강내 세균의 분포정도를 이용한 우식활성검사법이 많이 사용되고 있다.

1955년 Orland 등이 치아우식 발생에 있어서 세균의 존재가 필수적이라고 보고한 이후로 치아우식증 발생의 원인균으로 lactobacilli가 지목되었다<sup>34</sup>). 이로 인해 *Lactobacillus* 균을 배양해서 검사하는 Snyder 검사법<sup>6</sup>)이 개발되어 이용되어 왔다. 그러나 Fitzgerald와 Keyes<sup>8</sup>)가 치아우식에는 산을 생성하는 mutans streptococci가 관여한다는 것을 보고한 이래 치아우식증의 발생에 있어 mutans streptococci의 병인론적 연구가 활발히 진행되어 왔다. 이후 이 이론에 근거하여 Gold 등<sup>35</sup>)은 *Streptococcus mutans*를 선택적으로 배양할 수 있는 mitis-salivarius agar를 처음 소개하였다. *Streptococcus mutans*에 대한 우식활성검사는 타액내 *S. mutans*에 대한 양적인 평가가 주로 이뤄지며 채취된 균을 배지에서 배양한 후 균주의 집락을 세는 것이 *S. mutans*의 양을 측정하는 가장 흔한 방법이다. 따라서 *S. mutans*만 선택적으로 배양할 수 있는 배지에 대한 많은 연구가 이뤄졌는데<sup>10,36-39</sup>) 기본적으로는 mitis-salivarius agar에 첨가물을 변화시켜 그 효과를 알아보는 것이었다.

이와 같이 배양방법의 연구, 개발과 alban 검사법<sup>40</sup>), Cariostat 검사법<sup>7</sup>) 등 여러 가지 우식활성검사법이 소개되었는데, 이와 같이 세균의 활성도를 이용하여 우식활성도

를 측정하는 방법은 배양과정을 거쳐야 하므로 절차가 복잡하고 시간과 비용이 많이 소요된다는 문제점이 있다. 또한 실제 치아우식증의 유발은 세균의 활성화도 뿐만 아니라 각 개인의 치아의 석회화의 정도, 타액의 점조도 등 여러 요인에 따라 많은 영향을 받기 때문에 검사의 신뢰도면에 있어서도 문제를 제기할 수 있다. 현재 타액의 완충력 검사, Reductase 검사 등 각종 방법들이 소개되고 있지만 각기 장단점을 가지고 있다. Snyder<sup>6)</sup>는 검사의 이론적 배경이 뒷받침되고 임상적으로 측정이 용이하며 반복된 결과가 일정하여야 하며 검사법이 간단하고 소요시간이 짧고 비용이 저렴하여야 우식활성검사의 신뢰도와 타당성이 인정된다고 하였는데 아직까지 이러한 조건을 모두 만족하는 완벽한 검사법은 개발되지 않은 실정이다.

따라서 본 연구는 치아우식증 발생과 연관되어 있는 모든 요인들이 작용하여 발생된 치면의 최초의 탈회 상태인 법랑질 초기우식증의 수를 LED 광을 이용한 형광법에 의해 탐지하고 이와 같은 방법이 개인에서의 우식활성검사법으로서의 이용 가능성 여부를 평가하고자 하였다.

형광이란 빛이 물체에 부딪힐 경우 반사되어 나오는 빛의 파장이 원래 조사된 빛보다 파장이 더 길어져 새로운 빛의 형태를 띠는 현상으로 자외선이나 짧은 파장의 가시광선이 조사될 경우 형광이 잘 발생한다. 치아에 자외선을 조사하였을 때 형광이 발생됨에 대해서는 오래 전부터 널리 알려져 왔으며 우식치질과 건전치질에서 그 차이를 규명한 많은 연구들이 있었다<sup>26-28)</sup>. 그러나 레진 등 수복물의 중합에 이용되던 자외선이 그 위해성과 장비의 복잡성 때문에 가시광선으로 대체되면서 치의학 분야에서 자외선의 사용이 사라지고 가시광선 중합기나 레이저를 이용한 형광법이 소개되고 있다.

지금까지의 연구에 의하면 건전법랑질과 우식치질의 fluorescence의 차이는 488nm 파장의 아르곤 레이저에서 가장 현저하게 나타난다고 하였다<sup>27)</sup>.

가시광선 조사시 치아에서 발생하는 형광은 보통 약 540nm 파장의 yellow region으로 관찰되는데 이때 치아에서 산란되는 빛을 차단하고 순수한 형광만 관찰하기 위해서는 520nm 이하의 파장을 차단하는 광필터(barrier filter)가 필요하다.

초기 치아우식증을 감지하는데 있어 아르곤 레이저가 가장 우수한 광원이지만 레이저는 그 자체가 고가의 장비이며 사용법이 까다롭고 보호 장비의 필요 등 여러 가지 한계가 있어 본 연구에서는 임상에서 좀 더 쉽게 사용할 수 있는 광원인 LED광을 사용하였다.

전통적인 텅스텐 할로겐 광은  $400\text{-}600\text{mW/cm}^2$ 의 강도로서 복합레진 중합시 최소 40초의 조사시간이 추천되며 가격이 비교적 저렴하여 보편적으로 사용되어온 광원이다. 그러나 조사할수록 램프 내의 벌브, 반사기, 필터의 기능이 쇠퇴하여 빛의 출력 양이 감소되기 때문에 램프의 주기적인 교체가 요구되며 장시간 조사시 과열되어 치수에 해를 줄 수 있다는 단점이 있다. 특히 소아환자에서 긴 중합시간은 행동조절에 어려움을 주고 술자 입장에서도 시간적으로나 경제적으로 불리하기 때문에 최근에는 조사시간을 단축시킬 수 있는 새로운 광원에 관심이 집중되고 있다. 전통적인 할로겐 광에 비해 많은 특성이 개선된 고강도 할로겐 광으로부터 1990년대 후반에 개발된 플라σμα 아크 램프를 고광도 광조사기, 최근에 개발된 LED 광조사기까지 새로운 광원에 대한 연구와 개발은 계속되고 있다. 또한 이러한 광조사기들은 임상에서 보편적으로 사용되기 때문에 별도로 장비를 구입하거나 설치하지 않고 평상시 사용하는 익숙한 장비를 사용하여 환아의 치아우식활성도를 예측하고 적용할 수 있다면 세균배양과 같이 번거로운 과정이나 고가의 장비를 추가로 구입할 필요가 없이 빠른 시간 내에 개인의 치아우식활성도를 측정할 수 있어 임상에서 그 활용도가 높을 것으로 기대된다. 측정에 걸리는 시간이 짧기 때문에 지역단위의 대규모 치아우식활성도 검사를 통한 대단위 치아우식 예방사업도 가능하리라 사료된다.

우식활성검사는 치아우식증의 탐지 및 미래의 치아우식증 발생가능성 예견이 가능해야 하는데 이의 타당성의 조사를 위해서 전향성 종단적 연구가 필요하지만 이는 현실적으로 어려움이 많기 때문에 후향성 연구를 통해 현재의 우식활성 검사와 우식경험도(DFT)간의 상관성을 분석하는 방법이 사용되고 있다. 구강환경검사의 한 방법으로 우식이 있는 치아, 수복이 되어있는 치아, 그리고 탈락된 치아 등을 조사하여 각 개인적으로는 우식의 정도, 그리고 집단으로는 우식의 유병율을 평가할 수 있는 방법인 dmft rate나 DMFT rate를 사용하고 있는데, 본 연구에서는 이와 같은 방법들을 약간 변형한 dDfFt rate를 사용하였다. 일반적으로 위와 같은 검사는 유치와 영구치를 구별하여 평가하는 것이 일반적이지만, 본 실험에서는 6-7세 사이의 한정된 연령층의 소아를 대상으로 하였기 때문에 치아의 개수가 20-22개로 비교적 일정하고 또한 전체적인 유병율을 평가하는 역학적인 조사가 아니라 각 개인의 우식활성도와 관련하여 실제 유발된 우식병소의 수를 평가하고자 하였기 때문에 유치와 영구치를 통합하여 dDfFt rate를 사용하였다. 본 연구에서는 영구치와 유치를 포함한 육안검사와 dDfFt rate,

Dentocult<sup>®</sup> SM test를 기준으로 하여 광학적 우식활성 검사의 유용성을 검증하였는데, LED 형광법은 육안검사와 dDfFtT rate, 그리고 Dentocult<sup>®</sup> SM test와 각각 0.59, 0.28, 0.43의 상관계수를 보였고, Dentocult<sup>®</sup> SM test를 기준으로 하였을 때 특이도와 민감도, 진단력 평가 시 100%, 58.7%, 100%를 보여 dDfFtT rate의 68.8%, 73.9%, 63%와 비교하였을 때 민감도를 제외한 항목들이 우수한 결과를 보였다.

그러나 특이도와 민감도가 균등하게 높을 경우 예측력도 높아지므로 민감도가 높았을 경우 우식활성검사법으로서의 신뢰도가 더욱 높았을 것이다. 따라서 앞으로 광학적 치아우식활성 검사법의 민감도를 높일 수 있는 방법에 대한 연구 및 개선이 있어야 할 것이다. 하지만 현재까지 우식활성검사법으로서 가장 많이 사용되고 신뢰도가 높은 미생물학적 우식활성검사법의 하나인 Dentocult<sup>®</sup> SM test와 높은 상관계수를 가진다는 면에서 본 연구 결과의 의의가 크다고 할 수 있다.

이러한 결과들을 종합하였을 때 LED 광조사기를 사용한 우식활성검사는 개개인에서 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 치아우식을 조기에 탐지하여 이를 수치화함으로써 기존의 방법들과 비교하였을 때 그 신뢰도와 타당성이 인정된다고 판단되며, 특히 LED 광의 경우 특별한 보호 장비나 기자재의 제한없이 임상에서 쉽게 사용할 수 있고 검사결과를 짧은 시간 내에 판정할 수 있으며 비용이 들지 않는다는 장점이 있어 이 방법이 실용화될 경우 대단위 역학조사도 비교적 간단하게 시행 가능할 것으로 사료된다.

## V. 결론

기존의 우식활성검사법은 경제적, 시간적 문제로 인해 임상에서의 사용과 대단위 역학 조사에서의 사용이 어렵다. 그래서 새로운 우식활성검사법의 개발에 대한 연구가 계속되고 있고 본 연구는 임상에서 흔히 사용되는 광중합기의 초기우식증의 탐지능력에 기초하여 이를 우식활성검사법에 응용하고자 하여 새로운 시스템을 개발하고 기존의 우식활성검사법과 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. LED 형광법을 이용한 우식활성도 측정법은 기존의 Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법과 높은 상관관계를 보였다( $r=0.43$ ,  $P<0.05$ ).
2. 육안검사를 기준검사법으로 하였을 때, LED 형광법과 dDfFtT rate, Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법의 특이도는 각각 100%, 56.3%, 57.1%이었으며, 민감도는 각각 76.1%, 91.3%, 85.2%이었고, 진단력은 각각 100%, 60%, 65.7%이었다.
3. dDfFtT rate를 기준검사법으로 하였을 때, 육안검사와 LED 형광법, Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법의 특이도는 각각 90%, 88.9%, 78.6%이었으며, 민감도는 각각 60%, 47.8%, 63%이었고, 진단력은 각각 91.3%, 95.7%, 73.9%이었다.
4. Dentocult<sup>®</sup> SM 검사법을 기준검사법으로 하였을 때, 육안검사와 LED 형광법, dDfFtT rate의 특이도는 각각 80%, 100%, 68.8%이었으며, 민감도는 각각 57.1%, 52.2%, 73.9%이었고, 진단력은 각각 80%, 96%, 68%이었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 LED 광중합기를 이용한 광학적 치아우식활성검사법은 미생물학적 치아우식활성 검사법과 비교하여 유의한 상관관계를 보여 임상에서 활용 가능성이 클 것으로 판단된다. 앞으로 이 검사법의 다른 검사법들과의 일치도에 대한 연구가 필요하고, 이 검사법의 민감도를 높이기 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Harless JD, Wefel JS : Comparison of artificial white spots by microradiography. J Dent Res, 63:1271-2180, 1984.
2. Naleway CA, Webster D, Wazniak WT, et al. : Assessment of demineralization using luminescence. J Den Res, 58(IADR Abast):136, 1979.
3. Newburn E. : Cariology, Quintessence Pub Co, 273-290, 1989.
4. Levine RS : Remineralization of natural carious lesion on enamel. Brit Dent J, 137:132-141, 1974.
5. 김종배, 백대일, 문혁수 등 : 임상예방치학 3판 고문사, 서울, p:289-299, 2000.
6. Snyder ML : A simple colorimetric method for the estimation of relative numbers of lactobacilli in the saliva. J Dent Res, 19:349-355, 1940.
7. Koroluk L, Hoover JN : The sensitivity and specificity of a colorimetric microbiological caries activity test(Cariostat) in preschool children. Pediatr Dent, 16(4):276-281, 1994.
8. Fitzgerald RJ, Keyes DH : Demonstration of the etiologic role of Streptococci in experimental caries in the hamster. JADA, 61:9-19, 1960.
9. Axelsson P, Kristofferson K, Karlsson R : A 30-month longitudinal study of the effects of some oral hygiene measures on Streptococcus mutans and approximal dental caries. J Dent Res, 66(3):761-765, 1987.
10. Carlsson J : Growth of Streptococcus mutans and Streptococcus sanguis in mixed culture. Arch Oral Biol, 16:963-965, 1971.
11. Weinberger SJ, Wright GI : Correlating streptococcus mutans with dental caries in young children using a clinically applicable microbiological method. Caries Res 23:385-388, 1989.
12. Woods D : A dental caries susceptibility test based on the occurrence of Streptococcus mutans in plaque material. Aust Dent J, 16:116-121, 1971.
13. Jordan HV, Larway R, Snirch R : A Simplified diagnostic system for Cultural detection & Enumeration of Streptococcus mutans. J Dent Res,

- 66(1):57-61, 1987.
14. Ansai T, Yamashita Y, Shibata Y et al. : Relationship between dental caries experience of a group of Japanese Kindergarten children and the results of two caries activity tests conducted on their saliva and dental plaque. *Inter J Pediatr Dent*, 4:13-17, 1994.
  15. Pienihäkkinen K, Jokela J : A simple method for monitoring mutans streptococci in young children. *Eur J Oral Sci*, 103:61-62, 1995.
  16. Duchin S, Van Houte J : Relationship of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli* to incipient smooth surface dental caries in man. *Pegamon press*, 779-786, 1978.
  17. 조응휘, 신승철 : 수종의 구강환경검사 결과와 현존 구강상태와의 상관관계에 관한 임상적 연구. *대한구강보건학회지*, 14:243-257, 1990.
  18. John W, Judith A, Richard C, et al. : The University of north carolina caries risk assessment study I : Rationale and content. *J public health dent*, 48:225-232, 1988.
  19. Bjarnason S, Kohler B : Caries risk assessment in adolescents. *Swed Dent J*, 21:41-48, 1997.
  20. 이난영, 이상호 : 아르곤 레이저 광감각법에 의한 법랑질 우식증 조기탐지 효과에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 24(1):313-321, 1991.
  21. Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ : Advances in methods for diagnosing coronal caries-A review. *Adv Dent Res*, 7(2):70-79, 1993.
  22. Alfano RR, Yao SS : Human teeth with and without dental caries, studied by visible luminescent spectroscopy. *J Dent Res*, 80:120-122, 1981.
  23. Friedman J, Marcus MI : Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. *JADA*, 80:801-809, 1970.
  24. Van de Rijke JW : Use of dyes in cariology. *Int Dent J*, 41:111-116, 1991.
  25. Sundström F, Fredriksson K, Montañ S, et al. : Laser induced fluorescence from sound and carious tooth substance ; spectroscopic studies. *Swed Dent J*, 9:71-80, 1985.

26. Armstrong WG : Fluorescence characteristics of sound and carious human dentin preparations. *Archs Oral Biol*, 8:79-90, 1963.
27. Bjëlkhagen H, Sundström F, Angmar-Månsson B, et al. : Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible laser light. *Swed Dent J*, 6:1-7, 1982.
28. de Josselin de Jong E, Sundström F, Westerling H, et al. : A new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res*, 29:2-7, 1995.
29. Hafström-Bjerkman U, Sundström F, Angmar-Månsson B : Initial caries diagnosis in rat molars, using laser fluorescence. *Acta Odontol Scand*, 49:27-33, 1991.
30. 이난영, 이상호 : 가시레이저광을 이용한 치아우식활성검사에 대한 연구. *대한소아치과학회지*, 27:161-168, 2000.
31. 이난영, 김미라, 오유향 등 : 광중합기를 이용한 광학적 치아우식활성도 검사법. *대한소아치과학회지*, 31(4):671-679.
32. Axelsson P : Salivary *S. mutans*, Plaque Formation Rate Index(PFRI) and Cariostat test in relation to caries prevalence in 14 years old children. *Swed Dent J*, 35-47, 1987.
33. Arnold LV : The radiographic detection of initial carious lesion on the proximal surface of teeth. The fluorescence of viewing conditions. *J Dent Res*, 66(10):1579-1582, 1987.
34. Newburn E : *Cariology 3rd ed.*, Quintessence Publishing Co. Inc Chicago, 63-87, 1989.
35. Gold OG, Jordan HV, Van Houte J : A selective medium for *Streptococcus mutans*. *Arch Oral Biol*, 18(11):1357-1364, 1973.
36. 김대업, 이광희 : 산성 고자당 액상배지를 사용한 미취학아동의 우식활성검사 성적과 우식경험유치면지수의 상관성. *대한소아치과학회지*, 19(1):125-132, 1992.
37. 김유정, 이광희 : 유치원아동에서 고자당배지를 이용한 우식활성검사치와 우식경험유치면지수와의 상관성. *대한소아치과학회지*, 18(2):51-58, 1991.

38. 이광희 : 새로운 *Streptococcus mutans* 선택배지를 이용한 실용적 우식활성검사  
법 개발에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 19(1):37-42, 1992.
39. 이진용, 신제원, 임호남 등 : 각종 당류가 치아우식원성 세균  
*Mutans-streptococci*의 대사에 미치는 영향. 대한구강보건학회지,  
19(4):507-523, 1995.
40. Alban A : An improved Snyder test. J Dent Res, 49:641-647, 1970.