

## 가시 레이저 광을 이용한 치아우식활성검사에 관한 연구

이상호 · 이난영

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

본 연구는 치아우식을 유발할 수 있는 모든 요인이 종합적으로 작용하여 이루어진 치면의 최초의 변화 즉, 법랑질 초기우식증의 정도를 아르곤 레이저를 이용한 형광법으로 조기에 탐지하고 이와 같은 방법이 향후 개인에서의 우식이 유발될 수 있는 가능성을 예측할 수 있는 우식활성검사법으로서의 이용 가능성이 있는지의 여부를 규명하고자 하는데 목적이 있다.

조선대학교 부속치과병원 소아치과에 내원한 아동중 유구치의 탈락이 없는 7~10세 사이의 어린이 30명을 대상으로 하여 치아의 순면과 협면에 레이저 조사하고 특수 필터를 사용하여 우식치아의 개수를 측정하여 기존의 우식활성도 측정방법인 Cariescreen® test, 구강환경검사인 우식경험치아의 수(dDfFtT) 등 각종 검사법들과 상관관계를 비교, 평가한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레이저 형광법에 의한 관찰이 육안에 의한 관찰에 비해 초기우식병소를 더 많이 관찰하였다.
2. 아르곤 레이저 형광법을 이용한 우식활성도 측정법은 기존의 Cariescreen® test, 그리고 dDfFtT 검사 등과 높은 상관관계를 나타냈다.

**주요어 :** 레이저 형광법, 아르곤 레이저, 초기치아우식증, 치아우식활성검사,

### I. 서 론

치아우식증은 인류에게 가장 흔한 구강질환으로 여러가지 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는데, 치아우식증을 초기에 발견할 경우, 예방치치로 치아우식증 발생을 억제할 수 있다.

치아우식증은 초기에 치아의 법랑질이 산에 의해 용해되어 탈회가 유발되기 시작하는 시기이며 이 시기는 표면이 육안소견으로 정상 법랑질에 비해 하얗게 관찰되므로 임상적으로 백반(white spot)이라 불리운다. 이와 같이 법랑질의 평활면에서는 치질을 완전히 건조시켰을 경우는 색조의 차이에 의해서 건전 법랑질과 육안판별이 가능하나 구강내에서 치질이 타액에 젖어 있을 경우 관찰하기가 어렵다고 알려져 있다<sup>1)</sup>. 또한 방사선촬영이나 탐침등 다른 임상적인 치아우식검사법에 의해서도 잘 발견되지 않으므로 초기우식증을 진단하기는 쉽지 않다<sup>2)</sup>. 초기 치아우식증이 진행되어 이미 와동이 형성된 경우 방사선

촬영, 탐침, 염색법<sup>3)</sup> 등에 의해 진단이 가능하지만 이때는 치질의 불가역적 파손으로 인해 원상태의 복구는 인공적인 수복재료에 의해 이루어 질 수 밖에 없다. 따라서 치수과민, 이차적인 치아우식증등의 부작용이 유발될 수 있는 가능성이 있고 또한 심미적이나 기능적으로 완전한 회복이 어렵다. 그러나 법랑질에 국한된 초기 우식병소는 구강위생상태의 개선이나 불소도포 등에 의해 재광화가 가능한 것으로 알려져 있어<sup>2)</sup> 병리적 진행과정을 차단하고 원상태로 회복시켜줄 수 있다. 따라서 치아우식증의 조기진단 및 예방치치는 치아건강관리에 매우 중요하다고 할 수 있다.

치아우식증을 조기에 진단하기 위한 수많은 연구들이 시행되어 왔는데<sup>4-6)</sup> 빛의 산란을 이용한 transillumination<sup>6-8)</sup> 착색의 특성을 이용한 염색법<sup>3,9)</sup>가 전류의 특성을 이용한 전기전도법등에 관한 연구가 많이 이루어져 오고 있다. 이밖에 Armstrong<sup>10)</sup>이 빛에 대한 치아의 형광특성에 대해 보고한 이래 치아

\* 본 연구는 1998년 조선대학교 학술연구의 지원을 받아 연구되었음

의 빛에 대한 fluorescence 특성에 관한 연구가 이루어져 오고 있다<sup>11-13)</sup>. Shrestha 등<sup>14)</sup>은 자외선의 fluorescence 특성을 이용하면 초기 치아우식병소를 감지할 수 있다고 보고하였다. 그러나 자외선 자체가 눈과 피부에 유해한 자극을 유발하고 복잡한 장비나 시설이 필요하므로 임상적인 이용이 어렵다는 문제가 있다.

그러나 최근에 레이저가 치의학 분야에 도입되면서 가시광선 영역의 아르곤 레이저의 빛의 특성을 이용한 치아우식증의 조기진단법이 제시되고 있다. 아르곤 레이저의 빛은 자외선과 마찬가지로 치아에 조사하면 조사된 빛 보다 더 긴 파장의 빛이 발생되는데 우식치질에서는 상대적으로 그 파장의 길이의 증가가 이루어져 시각적으로 다르게 인지된다<sup>13,15)</sup>. 이와같은 아르곤 레이저의 빛의 특성을 이용하여 Bjelkhagen 등<sup>11)</sup>은 평활면과 교합면에서 초기우식증을 정확히 감지할 수 있다고 보고하였으며 de Josselin de Jong<sup>12)</sup>와 Angmar-Mansson<sup>5)</sup> 등은 아르곤 레이저의 형광특성을 이용하여 초기우식병소의 탈회량을 측정할 수 있다고 보고하였으며 국내에서는 1997년 이 등<sup>4)</sup>이 아르곤 레이저의 형광특성을 이용한 초기우식병소의 감지도에 관해 보고한 바 있다.

초기치아우식병소는 원상태로의 복구가 가능하므로 임상적으로 한 개인에 있어서 초기우식병소의 갯수나 면적은 개인의 우식활성도를 나타낼 수 있으므로 이를 이용한 각 개인의 치아우식활성검사법으로서도 활용가능성이 높다고 판단된다.

현재까지 각 개인의 치아우식활성도를 검사하는 방법으로 스나이더 테스트가 널리 이용되고 있으며 최근에는 이를 좀 더 간편화시킨 개광형 스나이더 테스트(Cariostat<sup>®</sup>)가 이용되고 있으나 이들 검사 방법들은 구강내의 Lactobacilli, Streptococcus mutans 등 산을 발생할 수 있는 모든 종류의 세균의 수를 측정하므로써 활성도를 측정하는데, 근래에 초기우식병소는 Lactobacilli 보다는 Streptococcus mutans에 역활에 의해 주로 발생된다는 여러학자들의 보고<sup>16-19)</sup> 이후 검사의 타당도에 문제점이 지적되었다. 따라서 최근에는 Streptococcus mutans만 선택적으로 배양할 수 있는 배지가 개발되어 Cariescreen<sup>®</sup> 등 streptococcus mutans의 수만 측정하는 테스트 등 몇 가지 방법이 소개되고 널리 활용되고 있다. 그러나 이런 방법 모두가 24시간 동안 타액 내 세균을 배양을 시키는 과정상의 다소 번잡한 문제가 있고 따라서 검사결과의 판정이 당일에 이루어지기 어려운 실정에 있다. 또한 위와 같은 방법들은 오직 구강 내에 존재하는 세균의 활성도만 측정하므로 실제 치아우식에 관여하는 또 다른 요소인 개개 치아의 광화도 등을 배제한 상태이므로 검사의 신뢰도와 타당성에 있어 이의를 제기할 수 있다. 그러나 레이저 형광법을 이용하여 초기치아우식병소의 개수 혹은 면적을 측정하여 우식활성도를 측정하는 방법은 각 개인의 구강 내 존재하는 세균의 활성도와 또한 각 개개 치아의 광화상태라는 요소가 복합적으로 작용하여 발생시키는 최초의 치아표면의 변화를 포착하므로 그 신뢰도와 타당성면에 있어 기존의 방법보다 우수할 것으로 사료된다.

만약 레이저광을 이용한 방법이 치질 염색법, 전기 전도도 측정, 방사선 사진 촬영등 기존의 방법들에 비해 탐지감도가 높을 경우, 이 방법은 절차가 간단하고 검사결과를 즉석에서 알 수 있으며, 또한 검사시간이 매우 짧고 비용이 많이 들지 않는다는 점등을 장점으로 들 수 있다. 또한 이 방법을 응용할 경우 다수인의 치아우식활성도를 짧은 시간 내에 측정할 수 있으므로 지역이나 국가단위 대단위 역학조사도 간단히 이루어 질 수 있으리라 전망된다.

따라서 본 연구는 치아우식을 유발할 수 있는 모든 요인이 종합적으로 작용하여 이루어진 치면의 최초의 변화 즉, 법랑질 초기우식증을 아르곤 레이저를 이용한 형광법으로 조기에 탐지하고 이와 같은 방법이 향후 개인에서의 우식이 유발될 수 있는 가능성을 예측할 수 있는 우식활성검사법으로서의 이용 가능한지의 여부를 규명하고자 하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구대상

조선대학교 부속치과병원 소아치과에 내원한 아동중 유구치의 탈락이 없는 7~10세 사이의 어린이 30명을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 레이저 광 감각법에 의한 초기우식병소의 수 측정

본 연구에 사용된 레이저는 488nm 파장, continuous wave의 아르곤 레이저(HGM, SPECTRUM<sup>™</sup>)로서 광섬유의 직경은 500 $\mu$ m이고 0.6w 출력으로 사용하였다. 아동의 상하악 치아의 협면을 청색계통의 아르곤 레이저를 조사하여 치아에서 산란되는 청색의 레이저 빛을 차단하고 순수한 형광효과만 관찰하였다. 이를 위해 520~540nm의 빛만 투과시키고 그 외 파장을 차단하는 노란색의 특수 유리 filter를 사용하였다. 이와 같은 system을 사용하여 모든 치아의 협면에 아르곤 레이저를 조사하고 이때 filter를 통하여 관찰되는 형광상의 검은 빛, 즉 초기치아우식병소를 보이는 치아의 수를 집계하였다.

#### 2) 초기치아우식증의 육안 검사 및 우식경험치아의 수 (dDfFtT) 검사

치과용 진료대에서 일반적인 구강검사를 시행하여 치아 협면의 초기우식증이 있는 치아의 수를 집계하였다. 초기치아우식증의 관찰은 타액에 젖어 있는 상태와 압축공기로 치아의 협면을 완전히 건조한 상태의 두 가지 조건에서 관찰, 집계하였다. 또한 탐침 등에 의해 연구대상 아동들의 DdfFtT를 측정하였다.

#### 3) Cariescreen<sup>®</sup> test

대상 아동에게 제조회사의 파라핀 왁스를 5분 간 씹게 한 후

타액 2ml를 배양액이 담긴 용기에 별도로 하였다. 용기의 뚜껑을 덮은 후 배양액과 타액이 잘 혼합되도록 흔든 다음 배지가 담긴 용기로부터 배지판이 달린 뚜껑을 꺼내 배양액 용기 뚜껑과 바꾸어 위치시켰다. 다음 배지가 담긴 용기에 물을 약간 넣고 CO<sub>2</sub> tablet을 넣었다. 다시 배지판이 달린 뚜껑과 배양액 뚜껑을 바꾸어 위치시키고 닫는다. 배지가 들어 있는 용기를 37℃ 배양기에서 48시간 동안 배양시킨다. 이 후 배지에 형성된 집락의 양상을 제조회사의 colony density chart와 비교하여 판정한다(Fig. 1).

4) 각 검사간의 상관관계 검사

상기의 자료를 통계 분석하여 각 테스트들 간의 상관관계를 구한 다음 이를 기본자료로 하여 레이저 형광법에 의한 새로운 우식활성검사 가능성 여부를 판정한다

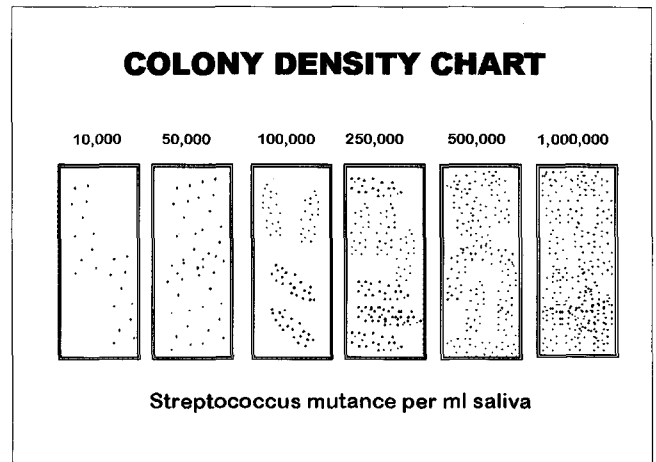


Fig. 1. Colony density chart for Cariescreen® test.

Table 1. Oral environmental condition of subjects

Sex	Sample No	dDfFT	Visual examination*		Laser fluorescence**	Cariescreen® test***
			Moisture	Dry		
Male	1	4	2	3	6	10
	2	3	2	2	3	1
	3	5	3	4	4	5
	4	8	2	2	7	10
	5	12	1	3	8	25
	6	1	0	0	1	1
	7	5	0	1	3	5
	8	8	2	2	4	10
	9	7	2	4	3	5
	10	3	2	2	3	5
	11	10	0	1	7	50
	12	5	3	1	3	5
	13	1	1	1	2	1
	14	3	2	2	4	10
	15	11	0	1	8	25
	16	3	1	1	5	5
Female	17	3	0	0	3	1
	18	5	4	5	7	10
	19	1	2	2	2	5
	20	6	2	4	8	15
	21	9	0	2	9	25
	22	10	1	1	7	25
	23	6	1	2	5	10
	24	5	1	0	3	10
	25	5	1	3	2	5
	26	2	0	0	1	5
	27	3	0	1	2	1
	28	0	2	4	5	10
	29	10	2	3	5	5
	30	5	1	2	7	25
Mean		5.63±3.18	1.46±1.13	2.06±1.43	4.53±2.38	10.08±10.80

\* : Number of teeth which showed initial carious lesion by ordinary examination

\*\* : Number of teeth which showed black spot under laser fluorescence

\*\*\* : Number(million) of mutans streptococci per ml of saliva

**Table 2** Comparison of variables between male and female

Sex	dDfFtT	Visual examination		Laser fluorescence	Cariescreen® test
		Moisture	Dry		
Male	5.56±3.42	1.68±1.13	2.06±1.34	4.37±2.27	10.81±12.73
Female	5.71±3.02	1.21±1.12	2.07±1.59	4.71±2.58	10.85±8.55
Total Mean	5.63±3.18	1.46±1.13	2.06±1.43	4.53±2.38	10.83±10.80
Probability(P)	0.44	0.13	0.49	0.35	0.49

**Table 3.** Correlation Coefficient between variables (Unit: )

	dDfFtT	Ordinary Exam(Moisture)	Ordinary Exam(Dry)	Laser Fluorescence	Cariesceeen® test
dDfFtT		0.28	0.45	0.72	0.66
Ordinary Exam (Moisture)			0.74	0.26	0.08
Ordinary Exam (Dry)				0.48	0.14
Laser Fluorescence (Dry)					0.73
Cariesceeen® test					

### Ⅲ. 연구결과

레이저 광 감각법에 의한 초기우식병소의 수와 각종 구강환경검사 조건과의 상관관계

조사집단의 dDfFtT는 5.63이었다(Table 1). 육안으로 관찰한 치아협면의 초기우식병소가 있는 치아의 개수는 타액에 젖어 있는 상태에서 관찰한 경우 1.46개, 진료대의 압축공기로 치면을 건조하여 관찰한 경우 2.06개로 건조한 상태에서 더 많이 관찰되었으나 통계학적 유의차는 없었다. 레이저 형광법으로 관찰한 초기우식병소가 있는 치아의 개수는 4.53개로 육안으로 관찰한 경우에 비해 많이 관찰되었으며 통계학적으로 유의성이 있었다(P<0.05)(Table 1).

dDfFtT, 육안에 의한 초기우식병소가 있는 치아의 수, 레이저 형광법에 의한 초기우식병소가 있는 치아의 수, Cariescreen® test 등 각종 구강환경검사에서의 남녀 성별에 따른 차이는 없었다(P>0.05)(Table 2).

레이저 형광법에 의한 초기치아우식증이 관찰된 치아의 개수는 dDfFtT와 상관계수( $\gamma$ )가 0.72, Cariescreen® test와는 0.73으로 비교적 높은 상관관계를 나타내었다(Table 3). 그러나 육안으로 관찰한 초기치아우식증이 있는 치아의 개수는 dDfFtT, Cariescreen® test 등과 상관계수가 0.08~0.45로서 이들 사이의 상관관계는 낮게 나타났다(Table 3).

### Ⅳ. 총괄 및 고안

치아우식증의 발생은 구강내의 환경과 밀접한 관련이 있다. 특히 음식의 섭취에 따른 타액과 세균의 작용이 치아우식증 발생에 중요한 작용을 하고 있다. 일반적으로 치아우식증이 발생되기 위해서는 치아와 타액 등의 숙주요인, 치태 등의 병원체요인, 그리고 구강위생과 식이습관등의 환경요인으로 대별되는 여러 가지 원인이 서로 복합적으로 작용한다<sup>20)</sup>. 따라서 개인에

있어 우식의 발생가능성을 예측할 수 있는 우식활성도는 이러한 여러 가지 요인들을 종합적으로 평가하여 분석하는 것이 이상적이나 현실적으로 시간과 경비, 과정의 복잡함등 제반여건들이 쉽게 충족될 수 없음으로 인해 여러 가지 우식발생 인자중 객관적으로 쉽게 평가가 가능한 구강내 세균의 분포정도를 이용한 우식활성검사법이 많이 사용되어 오고 있다.

Streptococcus mutans, Streptococcus sanguis, Streptococcus salivarius, Lactobacillus, Actinomyces 등 일반적으로 산을 생성하는 균으로 인식되어 왔다<sup>21)</sup>. 예전에는 Lactobacillus가 특히 치아우식증을 유발시키는 주된 균으로 알려지므로써 이와 같은 Lactobacillus 균을 배양해서 검사하는 Snyder 검사법<sup>22)</sup>이 개발되어 이용되어 왔다. 그러나 1960년 Fitzgerald와 Keyes 등<sup>23)</sup>이 초기우식을 유발하는데 있어 작용하는 주된 균은 Streptococcus mutans라고 보고한 이래 여러 학자들<sup>19,39)</sup>에 의해 우식유발에 관계되는 주된 균은 Lactobacillus가 아니라 Streptococcus mutans라는 사실이 입증되었다. 이후 이와 같은 이론에 근거하여 Jordan<sup>24)</sup>은 Streptococci를 선택적으로 배양할 수 있는 mitis-salivarius agar를 처음 소개하였다 이후 Streptococcus mutans만 선택적으로 배양할 수 있는 배지에 대해 많은 연구가 이루어 졌다. 여러 연구에서 Streptococcus mutans는 다른 Streptococci계 균에 비해 고농도 자당에서 성장할 수 있다는 점, 내산성이 매우 높아 pH 5.0에서도 견딜 수 있는 점, 그리고 혐기성 환경에서 잘 자란다는 점등의 특성이 보고되었고 이를 이용하여 Streptococcus mutans만 선별하여 배양할 수 있는 방법에 대해 국내외적으로 많은 연구<sup>17,25-26)</sup>가 있었는데 기본적으로 MS agar에 항생제등 내용물을 변화시켜 그 효과를 알아보는 여러 가지 실험들이 이루어 졌다. 1967년 Carlsson<sup>17)</sup>은 특히 여기에 sulphate 약을 첨가하여 Streptococcus mutans만 배양할 수 있는 배지를 소개하였다. 또한 Ikeda와 Sandham<sup>21)</sup>은 sucrose가 40% 함유된 mitis-salivarius agar가 Streptococcus

mutans만 선택적으로 배양할 수 있다고 보고하였다. 1973년 Gold와 Jordan<sup>29)</sup> 등은 sucrose 20%, 0.2unit/ml bacitracin 이 함유된 mitis-salivarius agar가 Streptococci계 균주 중 Streptococcus mutans를 가장 효율적으로 배양할 수 있다고 발표하여 오늘날 많이 이용하는 MSB agar의 제작을 위한 기본자료를 제공하였다. 국내에서도 이 등<sup>27)</sup>은 pH 5.4의 산성도를 가진 30% 자당농도의 액체배지에 pH지시약인 brom-cresol green을 첨가한 배지를 소개하였었다.

이와같이 배양방법의 개발과 Alban 검사법<sup>30)</sup>, Cariostatt<sup>®</sup> 검사법<sup>31)</sup> 등 여러 가지 우식활성검사법이 소개되었는데, 이와 같이 세균의 활성도를 이용하여 우식활성도를 측정하는 방법은 배양과정을 거쳐야 하므로 방법과 절차가 복잡하며 시간과 경비가 많이 소요된다는 점이 문제점으로 제기되고 있다.

치아우식증 발생과 관련된 요소는 세균의 활성도 뿐 아니라 치아의 광화상태, 타액의 점도 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받기 때문에 세균의 활성도만 측정하는 방법은 개인에 따라 오진을 할 가능성을 내포하게 된다. 현재 우식활성도를 측정하는 방법으로 타액의 완충능력 검사, reductase 검사 등 각종 방법들이 소개되고 있지만 일반적으로 검사절차가 복잡한 것이 단점으로 지적되고 있다.

이에 본 연구에서는 치아우식증 발생과 관련되어 있는 여러 가지 요소가 작용하여 이루어진 치아 표면의 최초의 탈회상태인 법랑질 평활면의 초기우식증의 발생상태를 아르곤 레이저 광 광각법에 의해 평가하고 이와 같은 방법이 개인에서의 우식활성검사법으로서의 이용 가능성 여부를 평가하고자 하였다.

아르곤 레이저는 488nm와 515nm의 파장을 방출하는 가시광선 영역의 레이저로 치의학 분야에서는 수복재료의 중합이나 연조직 수술에 사용되고 있으며<sup>32-34)</sup>, 최근에는 아르곤 레이저의 치아우식 진단방법으로의 가능성에 대해 연구가 이루어지고 있다.

형광이란 빛이 물체에 부딪힐 경우 반사되어 나오는 빛의 파장이 원래 조사된 빛 보다 파장이 더 길어져 새로운 빛의 형태를 띠는 현상으로 자외선이나 짧은 파장의 가시광선이 조사될 경우 형광이 잘 발생한다. 치아에 자외선을 조사하였을 때 형광이 발생됨에 대해서는 오래전부터 널리 알려져 왔으며 우식치질과 건전치질에서 그 차이를 규명한 많은 연구들이 있었다<sup>10-12)</sup>. 그러나 레진 등 수복물의 중합에 이용되던 자외선이 그 위해성과 장비의 복잡성 때문에 가시광선으로 대체되면서 치의학 분야에서 자외선의 사용이 사라지고 대신 가시광선 중합기나 아르곤 레이저가 이를 대체하였는데 최근에는 이와 같은 아르곤 레이저를 이용한 이용한 형광법 혹은 광 감감법이 소개되고 있다.

Bjëlkhagen은<sup>11)</sup> 법랑질 초기 우식병소에 낮은 강도의 아르곤 레이저를 조사하면 형광빛을 발하는 주위 건전 법랑질에 비해 우식병소가 어두운 검은 점으로 관찰된다고 하였다. Sundström 등<sup>9)</sup>은 laser fluorescence에 관한 spectroscopic study에서 여러 가지 다른 파장의 레이저 빛을 비교하였는데 488nm 아르곤 레이저를 사용할 때 약 540nm파장의 fluorescence가 발생하며 우식치질과 정상치질 사이의 차이는 이 파장

의 빛에서 가장 뚜렷하게 나타나므로 488nm 아르곤 레이저가 우식진단에 가장 유용한 파장임을 보고하였다. 본 연구에서도 488nm의 청색계통의 레이저 빛을 치면에 조사하고 520~540nm의 빛만 투과시키는 특수 필터를 사용하여 치면을 관찰한 결과 정상법랑질은 노란색의 빛을 띄나 법랑질의 초기 우식병소는 경계가 명확한 검은 색으로 관찰되었다. 이는 정상 치면에 조사된 빛은 파장이 길어져 520~540nm 범주로 변환되어 특수 필터를 통과해 약간 노란색으로 관찰되나 우식병소에 조사된 레이저 빛은 파장이 더 많이 길어져 520~540nm 범주를 벗어 나므로서 빛이 차단되어 검은 색으로 관찰된다.

본 실험에서는 레이저 형광법으로 치면을 관찰한 경우 치아의 건조 유무에 따른 병소의 판정에 영향을 미치지 않았다. 실제 레이저 형광법을 이용하여 우식활성도 측정하고자 할때 각 개인의 초기우식병소의 정도를 평가하기 위한 방법으로 다음과 같은 몇가지 방법을 고려해 볼 수 있다. 첫째 본 연구에서와 같이 각 치아의 협면을 대상으로 초기우식병소가 발견된 치아의 개수를 측정하는 방법, 둘째 상하악 제1대구치 혹은 제2유구치의 협면의 초기우식병소가 있는 치아의 개수를 측정하는 방법, 셋째 제1대구치 혹은 제2유구치의 협면의 초기우식병소의 면적을 측정하는 방법등이다. 그러나 초기우식병소의 면적을 측정하기 위해서는 사진촬영과 무정형의 면적을 측정하기 위한 컴퓨터 프로그램의 도입이 필요하므로 다소 번거로운 점이 있을 것으로 사료된다.

구강환경검사의 한 방법으로 우식이 있는치아, 수복이 되어 있는 치아, 그리고 탈락된 치아등을 조사하여 각 개인적으로는 우식의 정도 그리고 집단으로는 우식의 유병율을 평가할 수 있는 방법인 dmft Index나 DMFT Index를 사용하고 있는데, 본 연구에서는 이와같은 방법들을 변형한 dDfFtT를 사용하였다. 일반적으로 위와같은 검사는 유치와 영구치를 구별하여 평가하는 것이 일반적이지만, 본 실험에서는 7~10세 사이의 한정된 연령층의 소아를 대상으로 하였기 때문에 치아의 개수가 비교적 일정하기 때문에 유치와 영구치를 통합하여 dDfFtT를 사용하였다.

본 연구에서 초기우식병소가 있는 치아의 개수는 타액에 젖어 있는 상태에서 관찰한 경우 1.46개, 진료대의 압축공기로 치면을 건조하여 관찰한 경우 2.06개로 건조한 상태에서 더 많이 관찰되었으나 통계학적 유의차는 없었는데 다른 연구에서는 치면을 건조해서 관찰할 경우 초기우식병소가 더 관찰된다고 하였다. 이와 같이 통계학적으로 유의차가 없게 나타난 이유는 검사대상이 많지 않았기 때문일 것으로 사료된다. 레이저 형광법 혹은 광 감감법으로 관찰한 초기우식병소가 있는 치아의 개수는 4.53개로 육안으로 관찰한 경우에 비해 많이 관찰되었으며 통계학적으로 유의성이 있게 나타났는데 ( $P < 0.05$ ) (Table 1) 이는 레이저 형광법의 초기우식병소의 탐지감도가 매우 우수함을 보여주고 있다. 1991년 Hafström 등<sup>13)</sup>은 동물실험에서 레이저 형광법의 우식 감지 능력에 대해 보고하였는데 15~20일간 sucrose를 섭취한 쥐 50마리를 검사한 결과 일반광선 하에

서 관찰된 우식병소는 쥐 한 마리 당 29.1면, 레이저 형광법으로 판별되는 우식병소는 39.6면으로서 육안에 비해 감도가 약 1.4배 된다고 하였다. 이와 같은 고감도의 탐지 능력을 이용하여 최근 Hafström 등<sup>13)</sup>과 de Josselin 등<sup>12)</sup>은 우식병소에서 발하는 형광의 정도에 따른 광물질의 탈회량을 컴퓨터를 이용하여 측정하므로써 향후 레이저 형광법을 이용하여 우식병소에서 탈회량에 대한 양적인 측정이 가능함을 시사하였다.

빛을 이용하여 치아우식을 진단하는 방법으로는 지금까지 빛 투과법(transillumination)이 사용되어 왔는데 광섬유를 통해 전달되는 강한 빛을 치아 반대편에 조사하여 투과되어 나오는 빛을 관찰하는 이 방법은 어느정도 진전된 우식병소를 진단할 수 있지만 법랑질에 국한된 초기 우식병소를 진단하는데는 덜 민감하다는 단점을 갖는다<sup>7,8,35)</sup>. 빛 투과법과 형광법의 기전에 대한 가장 큰 차이점은 관찰하는 형광법은 관찰되는 빛이 조사된 빛이 아니라 치질 자체에 변형된 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 또한 정상치질과 우식치질 사이에 색조 혹은 명암의 차이가 커서 초기 우식증까지도 민감하게 진단할 수 있다는 장점이 있다<sup>15)</sup>.

레이저 형광법에 의한 초기치아우식증이 관찰된 치아의 개수는 dDfFtT와 상관관계수( $\gamma$ )가 0.72, Cariescreen® test와는 0.66으로 비교적 높은 상관관계를 나타내었다(Table 3). 그러나 육안으로 관찰한 초기치아우식증이 있는 치아의 개수는 dDfFtT, Cariescreen® test 등과 상관관계수가 0.08~0.45로서 이들사이의 상관관계는 낮게 나타났다(Table 3). 이와 같이 레이저 형광법을 이용한 초기우식증도에 관한 측정수치는 Streptococcus mutans의 활성도를 이용한 Cariescreen® test와 아주 높은 상관도를 보임으로써 향후 우식활성검사로의 응용 가능성이 높은 것으로 사료된다.

우식활성검사가 임상적으로 실용화 되기 위해서는 측정절차 혹은 과정이 복잡하지 않아야 하고 재현성, 즉 여러번 측정해도 결과가 동일하게 나타나야 한다. 또한 시간이 많이 걸리지 않고 경제적인 측면에서 비용이 비싸지 않아야 한다. 현재까지 개발되어 사용되어 지고 있는 우식활성검사법들은 이와 같은 모든 조건을 모두 만족시키고 있지는 못하다. 본 연구에서 평가하고 있는 레이저 형광법을 이용한 우식활성검사법이 일반적으로 다른 구강환경검사법의 결과와 상응하는 결과를 보여 줄 경우 그 활용성과 신뢰도면에서의 만족할 만한 검사법으로 평가될 수 있다.

레이저를 사용할 때 강열한 빛에 의한 눈과 피부의 손상, 열에 의한 치수 및 구강 연조직의 손상을 유발할 수 있는데, Powell 등<sup>36)</sup>의 보고에 의하면 아르곤 레이저의 경우 본 연구에서와 같이 치아우식증의 진단, 우식의 예방 등 낮은 출력은 치수의 열자극 등 유해한 효과를 유발하지 않는다고 하였다. 술자와 보조자, 그리고 환자의 눈에 대한 위험성의 경우 레이저의 빛이 강도가 높아 눈에 어느정도의 자극을 줄 수 있기 때문에 보안경을 사용하는 것이 권장된다.

이상에서 보는 바와 같이 레이저 형광법을 이용한 우식활성검사는 각 개인의 구강내 존재하는 세균의 활성도와 또한 각 개개 치아의 광화상태 등 여러 가지 요소가 관계하여 유발시키는 최초의 치아표면의 탈회상태를 포착하여 이를 data화 하므로써 타당성과 활용성면에서 다른 방법들 보다 우수할 것으로 사료된다. 또한 절차가 간단하고 검사시간이 짧고 비용이 많이 들지 않기 때문에 향후 임상에서의 활용 가능성이 높을 것으로 평가된다.

## V. 결 론

아르곤 레이저 형광법을 이용하여 각 개인의 우식의 활성도를 측정할 수 있는지를 규명하기 위해 7~10세의 아동 30명을 대상으로 치아의 순면과 협면에 레이저 조사하고 특수 필터를 사용하여 우식치아의 개수를 측정하여 기존의 우식활성도 측정방법인 Cariescreen® test, dDfFtT 검사 등 각종 구강환경검사법들과 상관성을 비교, 평가한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 레이저 형광법에 의한 관찰이 육안에 의한 관찰에 비해 초기우식병소를 더 많이 관찰하였다.
2. 아르곤 레이저 형광법을 이용한 우식활성도 측정법은 기존의 Cariescreen® test, 그리고 dDfFtT 검사 등과 높은 상관관계를 나타냈다.

## 참고문헌

1. Harless JD, Wefel JS : Comparison of artificial white spots by microradiography. J Dent Res 63:1271-2180, 1984.
2. Levine RS : Remineralization of natural carious lesion on enamel. Brit Dent J 137:132-141, 1974.
3. Van de Rijke JW : Use of dyes in cariology. Int Dent J 41:111-116, 1991
4. 이난영, 이상호 : 아르곤 레이저 광감각법에 의한 법랑질 우식증 조기탐지 효과에 관한 연구. 대한소아치과학회지 24(1):313-321, 1997.
5. Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ : Advances in methods for diagnosing coronal caries-A review. Adv Dent. Res 7(2):70-79, 1993.
6. Naleway, CA, Webster D, Wazniak WT, et al. : Assessment of demineralization using luminescence. J Den Res 58(IADR Abast):136, 1979.
7. Alfano RR, Yao SS : Human teeth with and without dental caries, studied by visible luminescent spectroscopy. J Dent Res 80:120-122, 1981.
8. Friedman J, Marcus MI : Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. JADA 80:801-

- 809, 1970.
9. 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.
  10. Armstrong WG : Fluorescence characteristics of sound and carious human dentin preparations. *Archs Oral Biol* 8:79-90, 1963.
  11. Bjelkhagen 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.
  12. 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.
  13. Hafström-Björkman U, Sundström F, Angmar-Månsson B : Initial caries diagnosis in rat molars, using laser fluorescence *Acta Odontol Scand* 49:27-33, 1991.
  14. Shrestha BM : Use of ultraviolet light in early detection of smooth surface carious lesions in Rats. *Caries Res* 14:448-451, 1980.
  15. Hafström-Björkman U, Sundström F, de Josselin de Jong E, et al. : Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries Res* 26:241-247, 1992.
  16. Axelsson P, Kristoffersson 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.
  17. Carlsson J : Growth of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguis* in mixed culture. *Arch Oral Biol* 16:963-965, 1971.
  18. 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.
  19. Woods D : A dental caries susceptibility test based on the occurrence of *Streptococcus mutans* in plaque material. *Aust Dent J* 16:116-121, 1971.
  20. Newbrun E. : *Cariology Quintessence Pub Co* 273-290, 1989
  21. Ikeda T, Sandham HJ : Changes in *Streptococci* and *Lactobacilli* in plaque in relation to the initiation of dental caries in negro children. *Arch Oral Biol* 18:555-566, 1973.
  22. Snyder ML : A simple colorimetric method for the estimation of relative numbers of lactobacilli in the saliva. *J Dent Res* 19:349-355, 1940.
  23. Fitzgerald RJ, Keyes DH : Demonstration of the etiologic role of *Streptococci* in experimental caries in the hamster. *JADA* 61:9-19, 1960
  24. 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.
  25. 김대업, 이광희 : 산성 고자당 액상배지를 사용한 미취학아동의 우식활성검사 성적과 우식경험유치면지수의 상관성. *대한소아치과학회지* 19(1):125-132, 1992.
  26. 김유정, 이광희 : 유치원아동에서 고자당배지를 이용한 우식활성검사치와 우식경험유치면지수와의 상관성. *대한소아치과학회지* 18(2) : 51-58, 1991.
  27. 이광희 : 새로운 *Streptococcus mutans* 선택배지를 이용한 실용적 우식활성검사법 개발에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 19(1):37-42, 1992.
  28. 이진용, 신제원, 임호남 등 : 각종당류가 치아우식원성 세균 *Mutans-streptococci*의 대사에 미치는 영향. *대한구강보건학회지* 19(4):507-523, 1995.
  29. Gold GO, Jordan HV, Houte JV : A selective medium for *Streptococcus mutans*. *Archs Oral Biol* 18:1357-1364, 1973.
  30. Alban, A : An improved Snyder test. *J Dent Res* 49:641-647, 1970.
  31. Lorne KH, Jay NK : The sensitivity and specificity of a colorimetric microbiological caries activity test (Cariostat) in preschool children. *Pediatric Dentistry* 16(4):276-283, 1994.
  32. Neuman RA, Knobler RM : Treatment of oral mucous cysts with an Argon Laser. *Arch Dermatol* 126(6):829-830, 1990.
  33. O'Brien WJ, Yee J, Dennison JB, et al. : The application of blue polymer curing lights for diagnostic transillumination. *JADA* 106:839-842, 1983.
  34. Powell GL, Kelsey WP, Blankenau RJ : The use of an Argon laser for polymerization of composite resin. *Esthetic Dentistry* 12:78-81, 1989.
  35. Heffenen JJ, Cooly RO, Hall JB, et al. : Use of ultraviolet illumination in oral diagnosis. *JADA* 82:1353-1360, 1971.

## Abstract

### A STUDY ON THE CARIES ACTIVITY TEST WITH VISIBLE LIGHT INDUCED BY LASER

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

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University.*

The purpose of this study was to develop a practical caries activity test using laser fluorescence. The subjects of study were 30 children of 7~10 years old. Fluorescence from initial carious lesion of teeth illuminated by an argon laser(488nm) was observed through barrier filter. For evaluation of accuracy and propriety of this method for caries activity test, teeth with initial caries lesion on buccal or labial surface of children was examined with visual inspection and laser fluorescence. Visual examination for the dDfFtT and the Cariescreen® test were also done.

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

1. Laser fluorescence test could differentiate initial caries lesions more easily than visual inspection.
3. There was highest correlation(=0.73) between laser fluorescent test and Cariescreen® test and. And also apparent correlation(=0.66) exists between laser fluorescent test and caries experience measured by dDfFtT.

**Key words** : Argon laser, Caries activity test, Laser fluorescence, Initial caries lesion