광중합기를 이용한 광학적 치아우식활성도 검사법

이난영 · 김미라 · 오유향 · 이창섭 · 이상호

조선대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

레이저와 플라스마 광, 할로겐 광 중합기를 이용하여 각 개인의 우식 활성도를 측정할 수 있는지를 규명하기 위해 7-8세 아동 45명을 대상으로 치아의 순면과 협면에 각 광원을 조사하고 특수 필터를 사용하여 초기 치아우식증으로 판별된 치아의 개수를 측정하여 기존의 우식활성도 측정방법인 dDfFtT rate와 mutans streptococci 측정법, *Lactobacilli* 측정법과 비교, 평가하고 그 특이도, 민감도, 예측력을 평가하였다.

1. 아르곤 레이저, 플라스마 광, 할로겐 광 조사시 육안검사시 보다 유의하게 많은 초기우식 병소가 관찰되었다($p<0.05$).
2. 아르곤 레이저, 플라스마 광, 할로겐 광을 이용한 우식활성도 측정법은 dDfFtT rate와 양의 상관관계(γ = 0.42, 0.41, 0.39)를 보였다($p<0.01$).
3. 기존의 우식활성도 측정방법을 기준으로 하여 평가한 결과 특이도와 민감도, 예측력은 모두 레이저가 가장 높았으며 플라스마 광, 할로겐 광 순으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 아르곤 레이저와 플라스마 광, 할로겐 광을 이용한 형광법은 모두 양호한 진단학적 지표를 보여줌으로써 향후 광학적 우식활성검사법으로 활용 가능성이 높을 것으로 사료된다.

주요어 : 우식활성검사, 초기 치아우식증, 광중합기

Ⅰ. 서 론

치아우식증은 인류에게 가장 흔한 질병이며 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 다인자성 질환으로 분류된다[1,2]. 치아우식증은 주로 타액과 치태내 세균이 탄수화물을 이용하면서 발생된 유기산에 의한 법랑질의 탈회로 시작되며 백반(white spot)이라 불리는 초기 단계를 넘어서면 회복이 불가능한 비가역적인 질환으로 이어진다. 이와 같은 비가역적인 치질의 파괴는 인공적인 수복재료에 의해 치료 할 수밖에 없으며 이 경우에는 심미적이나 기능적으로 완전한 회복이 어려울 뿐 아니라 수복 후 치수과민, 이차우식증 등 부작용이 유발될 가능성이 존재하므로 치아우식증에 대한 예방의 중요성은 매우 높다 할 수 있다.

현재 우리나라의 치아우식 유병율은 평균 70% 이상으로 다른 선진국에 비해 매우 높으며[3] 더욱이 해마다 증가하는 추세에 있어 1972년에 0.6개[4]였던 12세 아동의 우식경험영구치 지수가 1979년에는 2.5개[5], 1986년에는 2.8개[6], 1990년 3.0개[7], 1995년 3.1개[8] 그리고 2000년에는 3.3개로[3] 계속 증가하고 있다. 이러한 결과는 세계적으로 치아우식증이 점차 감소되고 있는 추세에 반대되는 것으로 이 같은 현실은 우리나라의 정책적 치아우식예방사업의 부재와 많은 관련이 있으며 실제 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 예방프로그램의 미비 등이 원인으로 생각된다. 따라서 지역사회 차원의 대단위 사업이 가능하도록 짧은 시간에 간단한 방법으로 치아우식활성도를 측정하여 예방사업에 활용할 수 있는 방법의 개발이 시급한 실정이다.

효과적인 치아우식증의 예방을 위해서는 개개인의 우식 활성도를 측정하고 평가한 후 개개인에 맞는 예방처치를 처방, 시행

교신저자 : 이 난 영

광주광역시 동구 서석동 375번지
조선대학교 치과대학 소아치과학교실
Tel : 062-220-3860 Fax : 062-225-8240
E-mail : nandent@chosun.ac.kr

※ 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2003-003-E00230).

하는 것이 불특정 다수를 대상으로 일률적으로 적용하는 예방처치보다 비용과 효과면에서 좀더 효율적이다[9]. 현재 사용되고 있는 치아우식활성 검사법은 대부분 미생물학적 방법으로 치아우식의 대표적인 원인균으로 알려져 있는 mutans streptococci의 수를 측정[10,11]하고 이를 우식활성도의 기준으로 삼는 방법(Cariscreen®, Dentocult SM®)과 *Lactobacilli*의 수를 측정하는 방법[12-14](Dentocult LB®), 치내 내 산도를 측정하는 방법[15](Cariostat®) 그리고 mutans streptococci 와 *Lactobacilli* 두 가지 미생물의 수를 측정할 수 있는 방법[16](CRT®) 등이 외국에서 개발되어 사용되고 있으나 이러한 미생물학적 방법은 최소 24시간 이상의 배양과정을 거쳐야 하며 더욱이 배지의 가격이 매우 비싸 임상에서 쉽게 사용하기가 어렵다. 또한 이러한 방법들은 오직 구강내에 존재하는 세균의 활성도만 측정하므로 실제 치아우식에 관여하는 또 다른 요소인 숙주요인을 배재한 상태이므로 그 타당성에 이의를 제기할 수 있다.

임상적으로 한 개인에 있어 초기우식병소는 치아우식을 유발할 수 있는 모든 요인이 종합적으로 작용하여 이루어진 치면의 최초의 변화로, 그 수는 개인의 우식활성도를 나타낼 수 있다[17,24]. 가시광선을 이용한 형광(fluorescence)을 통해 초기 치아우식증을 조기에 탐지하는 방법은 최근 널리 소개되고 있는 방법이며[18] 선행 연구에서 아르곤 레이저를 이용하여 초기우식증을 탐지하고 결과를 분석한 결과 미생물학적 우식활성검사법과 높은 상관관계를 보였다[19]. 그러나 고가의 장비, 조작의 어려움, 보호장비 필요, 고압의 안정적인 전원공급 필요 등 레이저 사용시 발생되는 문제점을 극복하기 위해 본 연구에서는 보다 실용적이고 사용이 간편한 수종의 치과용 광중합기에 광필터를 사용하여 초기우식증을 탐지하고 이의 특이도(specificity)와 민감도(sensitivity), 예측력(predictive value)을 평가하여[2,20] 이 결과를 기존의 미생물학적 우식활성검사법과 비교함으로써 이 같은 광학적 검사법이 각 개인에서 새로운 치아우식활성검사법으로 이용 가능한지를 평가하는데 그 목적이 있다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

조선대학교 치과병원 소아치과에 내원한 아동 중 유구치의 탈락이 없는 7~8세 아동 45명을 대상으로 하였으며 남아 24명, 여아 21명이었다.

2. 연구방법

1) 육안검사

치과용 진료대하에서 치경과 탐침을 이용한 일반적인 구강검사를 시행하여 치아 협면의 초기우식증이 있는 치아의 수를 집계하였다. 초기우식증의 관찰은 타액에 젖어있는 상태와 압축공기로 치아를 건조한 상태의 두 가지 조건에서 관찰, 집계하였다. 특이도와 민감도를 평가하기 위해 집계한 초기 치아우식병소를 보이는 치아수를 Axelsson이 제안한 방법[2,21]에 의해 향후 질환이 전혀 발생되지 않거나 발생 가능성이 없는 경우는 0, 질환이 미약하게 존재하거나 시작되려고 하는 경우 1, 질환이 어느 정도 존재하거나 발생가능성이 충분히 존재하는 경우 2, 질환이 상당히 발생되어 있는 경우 3으로 하여 Table 1과 같이 4단계로 분류하였다.

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
1	1-5
2	6-10
3	11-15

2) 형광과 광필터를 이용한 검사

① 레이저 형광을 이용한 초기우식병소를 지닌 치아의 수 측정

488 nm 파장, 연속파장의 아르곤 레이저(HGM, SPECTRUM™)를 0.6 W 출력으로 사용하였다. 아동의 상하악 치아의 협면에 아르곤 레이저를 조사하고 치아에서 산란되는 청색의 레이저 빛을 차단하며 순수한 형광 빛만 관찰하기 위해 520~540 nm의 빛만 투과시키고 그 이외의 빛을 차단하는 특수광필터를 통해 관찰하여 노란 빛의 정상치질에 대비되어 검은 점으로 관찰되는 초기 우식병소를 보이는 치아의 수를 집계하였다. 집계된 수치를 기준으로 Table 1과 같이 분류하였다.

② 할로겐 광을 이용한 초기 우식병소의 수 측정

380~520 nm 파장, 출력은 850 mW/cm²의 치과용 고강도 할로겐 광중합기(Optilux 501, Demetron, USA)를 사용하여 동일한 아동의 상하악 치아의 협면을 역시 동일한 광필터를 통해 관찰하여 초기우식병소의 수를 세어 집계한 다음 집계된 수치를 기준으로 Table 1과 같이 분류하였다.

③ 플라스마 광을 이용한 초기우식병소의 수 측정

플라스마광은 380~520 nm 영역의 파장을 가지며 약 1900 mW/cm²의 출력을 갖는 Flipo®(LOKKI, France)를 사용하였으며 이를 광원으로 사용하여 동일한 아동의 상하악 치아의 협면을 필터를 통해 관찰하여 초기우식 병소의 수를 세어 집계한 다음 집계된 수치를 기준으로 Table 1과 같이 분류하였다.

3) 우식경험치아의 수(dDfFtT) 측정

치아우식경험치아 수(dDfFtT)를 세어 집계한 다음 특이도와 민감도를 평가하기 위해 Axelsson[2,21]이 제안한 방법에 따라 Table 2와 같이 우식경험율을 0에서 3까지 4단계로 분류하였다.

4) 세균배양법에 의한 치아우식 활성도 검사

① Dentocult® SM(Espoo, Finland)검사

Dentocult SM 키트 내의 bacitracin diac를 배양액에 넣어 15분간 녹인 다음 흔들어서 준비해 둔다. 대상 아동에게 파라핀 왁스를 주어 약 1분간 씹게 한 후 screening strip을 구강내의 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(〈10^5 CFU/ml : 0), 경도활성도(〈10^5 CFU/ml : 1), 중등도활성도(10^5-10^6 CFU/ml : 2) 및 고도활성도(〉10^6 CFU/ml : 3)로 점수화하였다(Fig. 1).

② Dentocult site strip 검사

멸균된 작은 면봉으로 상하 좌우 제 1유구치와 제 2유구치 치간부 부위를 문질러 타액 및 치면세균막 시료를 채취하여 1-4번으로 분획된 site strip에 가볍게 도말하였다. Site strip은 screening strip과 함께 동일한 배양액 마개에 서로 닿지 않게 꽂은 다음 역시 37℃ 항온 배양기에서 48시간 배양하였다. 배양 후 판정표와 비교하여 도말된 4개의 site에 대해 각각 음성(〈10^5 CFU/ml : 0), 경도활성도(〈10^5 CFU/ml : 1), 중등도활성도(10^5-10^6 CFU/ml : 2) 및 고도활성도(〉10^6 CFU/ml : 3)로 평가하였으며(Fig. 1) 이 중 최빈값을 취하여 최종 점수화하였다.

③ Dentocult® LB(Espoo, Finland)검사

대상 아동에게 파라핀 왁스를 주어 3분간 씹게 한 후 타액을 test tube에 채취한 후 각 test tube에서 1 ml의 타액을 취하여 Dentocult LB 키트의 배지 표면 전체에 타액이 고르게 묻도록 한 다음 배양용기에 넣은 후 마개를 잘 닫고 37℃ 항온 배양기에서 4일 동안 배양하였다. 배양 후 제조회사의 판정표를 이용하여 0(10^3 CFU/ml), 1(10^4 CFU/ml), 2(10^5 CFU/ml), 3(10^6 CFU/ml)으로 점수화 하였다(Fig. 2).

Table 2. Scoring criteria for individual dDfFtT

Score	Individual dDfFtT rate
0	0-10%
1	10-20%
2	20-30%
3	0ver30%

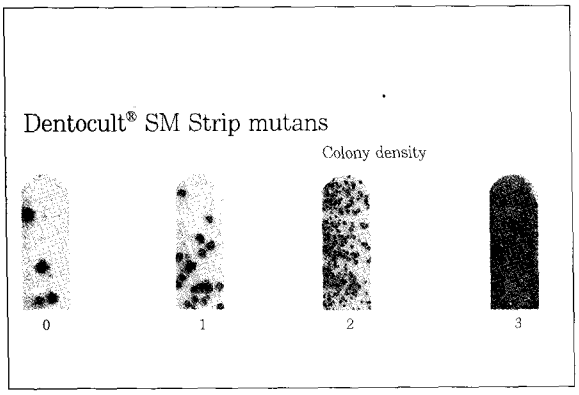

Fig. 1. Screening strip colony density chart.

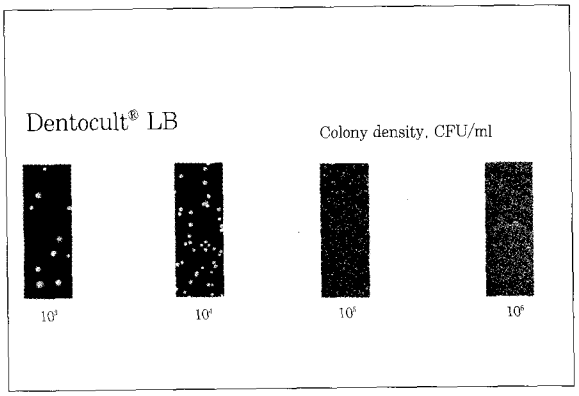

Fig. 2. LB colony density chart.

Table 3. The evaluation table of test

Screening criteria	Validation criteria	
Comparative testing method	Standard testing method	
	Score2-3	Score 0-1
Score 2-3	A(True positive)	B(False positive)
Score 0-1	C(False negative)	D(True negative)

Table 4. The equation of specificity, sensitivity, and predictive value

Specificity	= D/B+D × 100
Sensitivity	= A/A+C × 100
Predictive value	= A+D/A+B+C+D × 100

5) 통계분석

① 상기의 자료를 통계 분석하여 각 검사법 간의 상관관계를 구한다.

② 기준검사방법과 비교하고자 하는 검사방법을 정하고 Axelsson[2]이 제안한 방법에 의해 계산공식에 따라 Table 4와 Table 5와 같은 방법으로 특이도, 민감도, 예측력을 평가한다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 각 검사법간의 상관관계

우식경험율, 젖은 상태와 건조된 상태의 육안검사, 아르곤 레이저 검사, 할로겐 광 및 플라스마 광 검사에서 남녀 성별에 따른 유의차는 없었다(p>0.05). 육안검사 시 관찰된 초기우식병소의 수는 치아표면이 젖은 상태에서는 5.24개, 건조된 상태에서는 6.47개로 좀더 많이 관찰되었으며 레이저 조사 시 10.62개로 가장 많은 수의 초기우식병소가 관찰되었다(Table 5).

광학적으로 감지된 초기우식병소의 수와 dDfFtT 사이의 상관관계를 분석한 결과 레이저 형광법과 dDfFtT는 상관계수(γ)가 0.42로 비교적 높은 양의 상관관계를 나타냈으며 플라스마 광과 할로겐 광 역시 dDfFtT와 각각 0.41과 0.36으로 양의 상관관계를 나타내었다(P<0.01)(Table 6).

2. 각 검사법의 특이도와 민감도, 예측력 평가

① dDfFtT를 기준으로 삼은 경우

특이도와 민감도는 레이저가 가장 우수하였으며 플라스마 광, mutans streptococci 측정법 순으로 나타났다. 예측력은 mutans streptococci 측정법과 레이저가 가장 우수한 것으로 평가되었다(Table 7).

② Mutans streptococci 측정법을 기준으로 삼은 경우

레이저가 가장 우수한 수치를 보였으며 플라스마 광과 할로겐 광, dDfFtT rate 모두 양호한 특이도와 민감도, 예측력을 갖는 것으로 평가되었다(Table 8).

Table 5. Comparison of variables between male and female

sex	visual exam		Laser	plasma	halogen	dDfFtT
	moist	dry				
Male	5.08	6.58	10.50	9.54	9.08	8.33
Female	5.43	6.33	10.76	10.19	10.00	8.66
Mean	5.24*	6.47*	10.62*	9.84*	9.51*	8.49

* P<0.05

Table 6. Correlation coefficient among variables

	Laser	Plasma	Halogen	dDfFtT
Laser		0.88*	0.86*	0.42*
Plasma			0.97*	0.41*
Halogen				0.36*
dDfFtT				

* P<0.01

Table 7. Evaluation table of variables from dDfFtT

	True positive	False positive	False negative	True negative	specificity (%)	sensitivity (%)	predictive value(%)
visual exam(moisture)	15	2	24	4	33.3	38.5	42.2
visual exam(dry)	21	4	18	2	66.7	53.8	51.1
mutans streptococci	36	4	4	1	80	90	82.2
Lactobacilli	31	5	7	2	71.4	81.6	73.3
laser	36	5	3	1	83.3	92.3	82.2
halogen	33	6	4	2	75	89.2	77.8
plasma	35	5	4	1	83.3	89.7	80

Table 8. Evaluation table of variables from mutans streptococci count

	True positive	False positive	False negative	True negative	specificity (%)	sensitivity (%)	predictive value(%)
visual exam(moisture)	14	1	26	4	20	35	40
visual exam(dry)	22	3	19	1	75	53.7	51.1
dDfFtT	36	5	3	1	83.3	92.3	82.2
Lactobacilli	33	8	2	2	80	94.3	77.8
laser	37	3	5	0	100	88	82.2
halogen	33	4	8	0	100	80.5	73.3
plasma	36	4	5	0	100	87.8	80

Table 9. Evaluation table of variables from *Lactobacilli* count

	True positive	False positive	False negative	True negative	specificity (%)	sensitivity (%)	predictive value(%)
visual exam(moisture)	13	3	22	7	30	37.1	44.4
visual exam(dry)	19	6	16	4	60	54.3	51.1
dDfFtT	31	8	4	2	80	88.6	73.3
mutans streptococci	33	8	2	2	80	94.3	77.8
laser	32	9	3	1	90	91.4	73.3
halogen	26	8	9	2	80	74.3	62.2
plasma	31	9	4	1	90	88.6	71.1

③ *Lactobacilli* 측정법을 기준으로 삼은 경우

다른 기준에 비해 전반적으로 낮은 수치를 보였으며 그중 레이저와 플라스마 광이 가장 높은 특이도와 민감도, 예측력을 갖는 것으로 평가되었다(Table 9).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

치아우식증의 발생에 작용하는 요인은 치아와 타액 등 숙주요인과 병원체요인 및 구강위생과 식이습관 등의 환경요인으로 대별되며 치아우식증은 이러한 여러 가지 요인이 서로 복합적으로 작용하여 발생되는 다인자성 질환이다. 따라서 개인의 우식 발생 가능성을 예측할 수 있는 우식활성도는 이러한 여러 요인들을 종합적으로 반영하는 것이 이상적이나 현실적으로 숙주요인이나 환경요인 등은 객관화하기 어려운 변수가 많아 구강내 세균의 분포정도를 이용한 우식활성검사법이 현재 가장 많이 사용되고 있다. 치아우식증 발생과 관계되는 산을 생성하는 세균에 대해서 Loeche[22]는 동물실험에서 mutans streptococci가 치아우식을 야기한다고 밝혔고, Duchin과 Houte[16]는 mutans streptococci가 우식증의 시작에 관련이 있지만 그 진행에는 *Lactobacilli*가 관여한다고 보고한 바와 같이 mutans streptococci와 *Lactobacilli*가 치아우식에 주로 관여한다는 것은 일반적으로 받아들여지는 사실이다. 따라서 현재 사용되고 있는 세균학적 우식활성검사법은 이들 두 세균의 활성도를 측정하는 방법으로 타액내 mutans streptococci의 수를 측정하는 방법(Cariescreen® Dentocult SM®)과 *Lactobacilli*를 측정하는 방법(Dentocult LB®), mutans streptococci와 *Lactobacilli*를 모두 측정하는 방법(CRT®), 치태 내 산도변화를 검사하는 방법(Cariostat®) 등이 있다. 앞서 설명된 바와 같이 이러한 세균배양법은 mutans streptococci는 24시간, *Lactobacilli*는 96시간의 배양시간이 소요되며 항온 배양기 등 별도의 시설이 필요하고 값비싼 배지를 수입하여 사용하는 단점이 있다. 또한 단지 세균의 수만을 측정하기 때문에 치아우식에 관여하는 많은 다른 요소들의 영향을 배재하여 정확한 개인의 우식활성도를 예측하기 어렵다.

개인의 우식 위험도를 예측하는데 있어 구강 내 세균 이외에 사용되는 기준으로는 치아우식 경험도나[23] 24시간 치태형성지수 등을[21] 사용하기도 하며 초기 우식증의 정도를 기준으로 평가할 수도 있는데 1997년 Bjarnason 등[24]은 와동이 형성되지 않은 초기 치아우식증을 기준으로 우식활성도 평가 시 약 80%의 정확도를 보였다고 보고하였다. 초기 우식증은 조직학적으로 법랑질의 탈회가 시작되어 있으며[25] 면밀히 관찰할 경우 정상치질보다 하얗게 보여 백반이라 부르기도 하는데 임상적으로 쉽게 관찰되지 않으며 와동이 형성된 진행된 치아우식증과는 달리 가역적인 병소로서 구강위생상태의 개선이나 불소도포, 식이조절, 타액분비 촉진 등 집중적인 예방 프로그램에 의해 재광화 될 수 있다[26,27]. 그러나 이같은 법랑질에 국한된 초기우식증은 통상적으로 우식진단에 사용되는 방사선 사진상에서 판별할 수 없으며 치질을 완전히 건조시켰을 경우 색조차이에 의해 육안적으로 판별할 수 있으나 구강내에서 타액에 젖어있을 경우 정확하게 관찰하기 어렵다. 치아우식을 광학적으로 진단하려는 노력은 오래전부터 시행되어 왔는데 Friedman 등[28]이 정상치질보다 우식치질이 더 많은 양의 빛을 산란시키기 때문에

투과되는 빛의 양이 감소된다는 이론에 근거한 fiber optic transillumination에 대해 보고한 이래 이 방법은 평활면 우식 진단에 사용되어 왔으며 Angmar-Mansson 등[18]은 치아에 강한 빛을 조사하면 초기우식병소가 정상법랑질보다 더 희게 관찰되는 light scattering에 대해 보고한 바 있다. 그 이후 Benedict 등[29]이 치아에 자외선을 조사하면 정상 법랑질에서는 청백색의 형광빛이, 상아질에서는 청색의 형광빛이 나며 이러한 형광빛이 우식 치질에서는 소실된다고 보고한 이래 치아의 형광 특성이 알려지기 시작하였다.

지금까지의 연구에 의하면 건전법랑질과 우식치질의 fluorescence의 차이는 488nm 파장의 아르곤 레이저에서 가장 현저하게 나타난다고 하였다[30].

가시광선 조사시 치아에서 발생되는 형광은 보통 약 540nm 파장의 yellow region으로 관찰되는데 이때 치아에서 산란되는 빛을 차단하고 순수한 형광만 관찰하기 위해서는 520nm 이하 파장의 빛을 차단하는 광필터(barrier filter)가 요구된다. 이와 같이 건전 법랑질과 우식치질의 광학적 차이에 기초하여 초기 치아우식증을 관찰하고 이 치면 수를 수치화하여 이를 개인의 치아우식 활성도의 기준으로 생각해 보고자 본 연구가 시행되었다.

초기 치아우식증을 감지하는데 있어 아르곤레이저가 가장 우수한 광원이지만 레이저는 그 자체가 고가의 장비이며 사용법이 까다롭고 보호 장비의 필요 등 여러 가지 한계가 존재하므로 본 연구에서는 임상에서 좀더 쉽게 사용할 수 있는 광원인 플라스마 광과 고강도 할로겐 광을 함께 사용하여 비교하였다.

전통적인 텅스텐 할로겐 광은 400~600mW/cm^{2}의 강도로서 복합레진 중합시 40초의 최소 조사시간이 추천되며 가격이 비교적 저렴하여 보편적으로 사용되어온 광원이다. 그러나 조사할수록 램프내의 벌브, 반사기, 필터의 기능이 쇠퇴하여 빛의 출력 양이 감소되기 때문에 램프의 주기적인 교체가 요구되며 장시간 조사시 파열되어 치수에 해를 줄 수 있다는 단점이 있다. 또한 특히 인내력이 부족한 소아환자에서 긴 중합시간은 행동조절에 어려움을 주고 술자 입장에서도 시간적으로나 경제적으로 불리하기 때문에 최근에는 조사시간을 단축시킬 수 있는 새로운 광원에 관심이 집중되고 있다. 본 연구에 사용된 Optilux501(Demetron, USA)은 850~1000mW/cm^2 강도를 갖는 고강도 할로겐 광으로 과거 할로겐 광에 비해 많은 특성이 개선되었으며 치아우식을 감지하는 형광능력도 레이저나 플라스마 등 다른 광원에 비해 크게 뒤지지 않았다.

1990년대 후반에 플라스마 아크 램프를 이용한 고광도 광조사기가 개발되어 최근 널리 사용되고 있는데 이는 기존의 텅스텐 할로겐 광원에 비해 매우 강한 광을(1800~2000mW/cm^2) 를 발생시켜 5초 이하의 단시간 레진중합이 가능하며 벌브 내에 필라멘트를 함유하지 않기 때문에 열 발생이 적어 빛의 출력양 감소가 현저히 적은 것이 또 다른 장점으로 보고 되고 있다. 플라스마 아크 램프와 할로겐광의 파장은 390~520nm로 거의 유사하지만 광 강도의 차이가 있어 본 실험결과 초기 우식증을 감지하는 능력에 있어서도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며 아르곤레이저와도 약간의 차이를 보여 역시 아르곤레이저가 가장 우수한 것으로 평가되었다.

그러나 최근 치과계에서 각광받는 레이저는 Nd:Yag나 Er:Yag 등 경조직에 사용가능한 레이저이며 레이저 초기 도입시절 많이 사용되었던 아르곤 레이저의 수요는 현저하게 감소된 실정이다. 반면 고강도 할로겐 광이나 플라스마 광은 눈부시게 발전하고 있는 심미수복재료학에 발맞추어 임상에서 보편적으로 사용되는 기자재이다. 따라서 별도로 장비를 구입하거나 설치하지 않고 평상시 사용하는 익숙한 장비를 사용하여 환아의 치아우식 활성도를 예측하고 적용할 수 있다면 세균배양과 같이 번거로운 과정이나 고가의 장비를 추가로 구입할 필요 없이 빠른 시간 안에 즉석에서 개인의 치아우식활성도를 측정할 수 있어 임상에서 그 활용도가 높을 것으로 기대된다. 또한 기존의 수입에 의존하던 치아우식활성검사 시료를 국산으로 대치함으로써 수입대체효과가 클 것으로 생각되며 지역단위의 대규모 치아우식활성도 검사를 통한 대단위 치아우식 예방사업도 가능하리라 사료된다.

개인에서, 특히 어린 아동에서 우식활성도는 향후 치료계획을 설정하는데 상당한 변수로 작용한다[9]. 우식활성도가 높은 어린이에 있어서는 식이조절과 치태조절능력 개선, 불소도포와 같은 기본적인 예방처치 이외에도 chlorhexidine varnish 도포 등 강도 높은 예방프로그램을 적용시켜야 하며[23] 수복치료에 있어서도 이차우식을 방지할 수 있는 재료와 방법을 선택하여야 한다. 이 같은 우식활성검사가 임상적으로 상용화되기 위해서는 재현성이 높으면서도 측정절차가 복잡하지 않아야 하고 시간과 비용이 많이 들지 않아야한다. 그러나 현재 사용되고 있는 검사법들은 이 같은 조건을 만족시키지 못하고 있는바 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 광학적 우식활성검사법에 대한 필요성이 높아지고 있다.

우식활성검사는 치아우식증을 감지하며 미래의 치아우식증 발생가능성을 예견할 수 있어야 하는데 이의 타당성을 조사하기 위해 전향성 종단적 연구를 통하여 현재의 우식활성 검사 성적과 미래의 신생 우식병소 수와의 상관성을 분석하여야 하나 치아우식의 발생을 측정하기 위해서는 최소 1-2년의 관찰이 필요하고 또한 치아우식증 발생요인이 복합적이어서 많은 외부요인들의 간섭이 있기 때문에 장기간 통제된 실험적 연구를 하기가 어렵다. 따라서 후향성 연구를 통해 현재의 우식활성 검사와 우식경험도(DFT)간의 상관성을 분석하는 방법이 사용되고 있다. 본 연구에서는 영구치와 유치를 모두 포함한 dDfFtT와 mutans streptococci 측정법, *Lactobacilli* 측정법, 이 세 가지 방법을 기준으로 하여 광학적 우식활성 검사의 유용성을 검증하였는데 레이저와 플라스마, 할로겐 광이 각각 상관계수 0.42, 0.41, 0.38로 모두 dDfFtT와 유의한 상관관계를 보여주었고 mutans streptococci 측정법을 기준으로 한 특이도와 민감도, 예측력 평가시 레이저는 100%, 88%, 82.2%이고 플라스마 램프는 100%, 87.8%, 80%이며 할로겐광은 100%, 80%,

73.3%로 dDfFtT의 83.3%, 92.3%, 82.2%와 거의 유사한 우수한 결과를 보였다.

Lactobacilli 측정법을 기준으로 각 방법들을 평가한 결과 모든 방법에서 좀더 낮은 수치를 보였으며 이는 초기우식병소에는 *Lactobacilli* 보다 mutans streptococci가 좀더 많이 관여한다는 선행연구들의 결과와 일치하는 것으로 생각된다.

이러한 결과들을 종합하여 볼 때 레이저와 플라스마 광, 할로겐 광을 이용한 우식활성검사는 개개인에서 여러 가지 요소가 복합적으로 작용하여 발생하는 치아우식을 조기에 감지하여 이를 수치화함으로서 기존의 방법보다 그 신뢰도와 타당성이 우수하다고 생각되며 특히 플라스마 아크나 할로겐 광의 경우 특별한 보호 장비나 기자재의 제한 없이 임상에서 쉽게 사용할 수 있으며 검사결과를 즉석에서 판정할 수 있고 비용이 들지 않는다는 장점이 있어 이 방법이 실용화될 경우 대단위 역학조사도 간단하게 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결 론

레이저와 플라스마 광, 할로겐 광 중합기를 이용하여 각 개인의 우식 활성도를 측정할 수 있는지를 규명하기 위해 7-8세 아동 45명을 대상으로 치아의 순면과 협면에 각 광원을 조사하고 특수 필터를 사용하여 초기 치아우식증으로 판별된 치아의 개수를 측정하여 기존의 우식활성도 측정방법인 dDfFtT rate와 mutans streptococci 측정법, *Lactobacilli* 측정법과 비교, 평가하고 그 특이도, 민감도, 예측력을 평가한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 아르곤 레이저, 플라스마 광, 할로겐 광 조사시 육안검사시보다 유의하게 많은 초기우식병소가 관찰되었다($p<0.05$).
2. 아르곤 레이저, 플라스마 광, 할로겐 광을 이용한 우식활성도 측정법은 dDfFtT rate와 양의 상관관계(γ = 0.42, 0.41, 0.39)를 보였다($p<0.01$).
3. dDfFtT를 기준 검사법으로 하였을때, 레이저와 플라스마 광, 할로겐 광 형광법의 특이도는 각각 83.3%, 83.3%, 75%였으며, 민감도는 92.3%, 89.7%, 89.2%, 예측력은 82.2%, 80%, 77.8%였다.
4. mutans streptococci 측정법을 기준 검사법으로 하였을 때 레이저와 플라스마 광, 할로겐 광 형광법의 특이도는 모두 100%였으며, 민감도는 각각 88%, 87.8%, 80.5%였고 예측력은 82.2%, 80%, 73.3%였다.
5. *Lactobacilli* 측정법을 기준 검사법으로 하였을 때 레이저와 플라스마 광, 할로겐 광 형광법의 특이도는 각각 90%, 90%, 80%였으며 민감도는 91.4%, 88.6%, 74.3%였고 예측력은 73.3%, 71.1%, 62.2%였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 아르곤 레이저와 플라스마 광, 할로겐 광을 이용한 형광법은 모두 우수한 진단학적 지표를 보여줌으로써 향후 광학적 우식활성검사법으로 활용 가능성이 높을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 정상호, 김종배, 백대일 등 : 다형연쇄구균이 유치우식발생에 미치는 영향. 대한구강보건학회지, 26:471-481, 2002.
2. Axelsson P : Diagnosis and risk prediction of dental caries. Quintessence Co, 29-42, 2000.
3. 2000년도 국민구강건강실태조사. 보건복지부, 43-56, 2001.
4. 한국구강보건협회 : 한국인 구강질환에 관한 역학조사보고. 서울, 한국구강보건협회, 1972.
5. 김무길 : 대도시인의 구강보건실태 및 상대구강보건의료수요 조사연구. 대한구강보건학회지, 4:19-43, 1979.
6. 김종배, 김주환, 문혁수 등 : 치아우식경험도에 관한 연구-한국학동과 일본학동의 치아우식경험도에 관한 비교연구. 대한구강보건학회지, 11:7-52, 1987.
7. 김종배, 백대일, 문혁수 등 : 한국인의 구강건강상태에 관한 연구. 서울, 국민구강보건연구소, 11-57, 1991.
8. 국민구강보건연구소 : 국민구강건강조사보고. 서울, 국민구강보건연구소, 33-73, 1996.
9. Reisine S, Litt M, Tinanoff N : A biopaychosocial model to predict caries in preschool children. Pediatr Dent, 16:413-418, 1994.
10. Thorild B, Lindau J, Twetman S : Prevalence of salivary streptococcus mutans in mothers and in their preschool children. Int J Paediatr Dent, 12:2-7, 2002.
11. Woods D : A dental caries susceptibility test based on the occurrence of sterptococcus mutans method. Caries Res, 23:385-388, 1989.
12. Crossner CG : Salivary lactobacillus counts in the prediction of caries activity. Community Dent Oral Epidemiol, 9:182-190, 1981.
13. Gabre P, Martinsson T, Gahnberg L : Simplified sampling methods for estimating levels of Lactobacilli in saliva in dental clinical practice. Acta Odontol scand 57:181-184, 1999.
14. Snyder ML : A simple colorimetric method for the estimation of relative number of Lactobacilli in the saliva. J Dent Res, 19:349-355, 1940.
15. Koroluk L, Hoover Jay N, Komiyama K : The sinsitivity and specificity of a colorimetric microbiological caries activity test (Cariostat) in preschool children. Pediatr Dent, 16(4):276-281, 1994.
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. John W, Judith A, Richard C, et al. : The University of north carolina caries risk assessment study I: Retionale and content. J public health dent, 48:225-232, 1998.
18. Angmar-Manson, ten Bosch JJ : Advances in Methods for diagnosing coronal caries: A review. Adv Dent Res, 7:70-79, 1963.
19. 이난영, 이상호 : 가시레이저광을 이용한 치아우식활성검사에 대한 연구. 대한소아치과학회지, 27:161-168, 2000.
20. Wilson RF, Ashley FP : Identification of caries risk in school children: salivary buffering capacity and bacterial counts, sugar intake and caries experience as predictors of 2-year and 3-year caries increment. Brit Dent J, 166:99-102, 1989.
21. 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.
22. Loesche WJ : Role of streptococcus mutans in human dental decay. Microbiol Rev, 50:353-380, 1986.
23. Pienihakkinen K, Jokela J : Clinical outcomes of risk-based caries prevention in preschool-aged children. Community Dent Oral Epidemiol, 30:143-50, 2002.
24. Bjarnason S, Kohler B : Caries risk assessment in adolescents. Swed Dent J, 21:41-48, 1997.
25. Harless JD, Wefel JS : Comparison of artificial white spots by microradiography. J Dent Res, 63:1271-2180, 1984.
26. Levine RS : Remineralization of natural carious lesion on enamel. Brit Dent J, 137:132-141, 1974.
27. Mendes FM, Nicolau J, Duarte DA : Evaluation of the effectiveness of laser fluorescence in monitoring in vitro remineralization of incipient caries lesions in primary teeth. Caries Res, 37:442-444, 2003.
28. Friedman J, Marcus MI : Transillumination of the oral cavity with use of fiber optics. J Am Dent Assoc, 80:801-809, 1970.
29. Benedict HC : Note on the fluorescence of teeth in ultra violet rays. Science, 67:442, 1928.
30. Bjelkhagen H, Sundstrom F, Angmar-Mansson, et al. : Early detection of enamel caries by the luminescence excited by visible lase light. Swed Dent J, 6:1-7, 1982.

Abstract

DEVELOPMENT OF OPTICAL CARIES ACTIVITY TEST USING DENTAL CURING LIGHT

Nan-Young Lee, Mi-Ra Kim, You-Hyang Oh, Chang-Seop, Sang-Ho Lee

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to develop a practical caries activity test by fluorescence using laser, plasma light and halogen light . The subjects of study were 45 children of 7-8 years old. Argon laser, plasma light and halogen light were irradiated to buccal or labial surface of all teeth. Fluorescence of initial carious lesion from teeth was observed through barrier filter and the number of teeth showing lesion was counted. Visual examination for the dDfFtT, mutans streptococci screening test and *Lactobacilli* colony counting were also done. Data analysis was accomplished by Axelsson' s method.

The result from the present study can be summarized as follows.

1. Laser, plasma light and halogen light could detect the initial carious lesions better than visual examination($p<0.05$).
2. There was positive correlation between laser($r=0.42$), plasma light($r=0.41$), halogen light($r=0.39$) and dDfFtT rate($p<0.01$).
3. The specificity ,sensitivity and predictive value was showed highest value in laser, but was showed favorable value in plasma light and halogen light.

In regard to above results, laser, plasma light and halogen light all considered to be reliable method for determining individual caries activity. And they were also considered to be practical method because it would be simple, inexpensive, and time saving method.

Key words : Caries activity test, Initial dental caries, Curing light