

## Correlation between Caries Experience and New Colorimetric Caries Activity Test in Children

Seonghyeon Cho<sup>1</sup>, Hyoseol Lee<sup>1</sup>, Byungjai Choi<sup>1</sup>, Bakil Kim<sup>2</sup>, Seongoh Kim<sup>1</sup>, Hyungjun Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

<sup>2</sup>Department of Preventive Dentistry and Public Oral Health, College of Dentistry, Yonsei University

### Abstract

A new colorimetric test (Cariview<sup>®</sup>) using a new type of pH indicator can reflect the acidogenic potential of plaque bacteria. The objective of this study was to evaluate the correlation between Cariview<sup>®</sup> and the caries experience (measured through the dmft index) of children, and to compare Cariview<sup>®</sup> with Dentocult SM<sup>®</sup>.

Having obtained informed consent, 135 children less than 6 years old participated in the study. We examined their dmft index, and performed two caries activity tests (Cariview<sup>®</sup> and Dentocult SM<sup>®</sup>) according to the manufacturers' instructions.

In the results, Cariview<sup>®</sup> showed a moderate correlation with the dmft index ( $r = 0.43$ ,  $p < 0.01$ ). Cariview<sup>®</sup> showed a sensitivity of 68.8%, a specificity of 69.2%, and an area under curve of 0.686 in the ROC curve analysis. Cariview<sup>®</sup> had a significant correlation with the children's caries experience and had a slightly better explanatory ability than Dentocult SM<sup>®</sup>.

Furthermore, Cariview<sup>®</sup> was convenient and easy to use on uncooperative children, and also had an educational effect with its visual colors. It is suggested that Cariview<sup>®</sup> could be used clinically to identify the children susceptible to develop caries and to establish a preventive strategy.

**Key words :** Cariview, Caries activity, Dentocult SM, Colorimetric test, Caries experience

### I. 서 론

개개인의 우식 활성 정도를 측정함으로써 개개인에 맞는 예방치료를 하는 것이 불특정다수를 대상으로 일률적으로 적용하는 예방치치 보다 비용과 효과 면에서 효율적이다. 따라서 더욱 정확하고 임상에서 활용할 수 있는 우식 활성 검사법을 개발하려는 노력이 이루어지고 있다.

우식 활성 검사는 미생물학적 면을 기초로 개발되어 왔는데, 원인 균에 대하여 정량적으로 세균 집락 수를 세는 방식과 세균의 공격성을 평가하는 방식이 있다. *Mutans streptococci*를 선택적으로 배양해서 평가하는 Dentocult SM<sup>®</sup> 검사법은 현재

널리 사용되는 대표적인 우식 활성 검사법이다<sup>1)</sup>.

한편, 최근 치아 우식증 유발 미생물에 대한 패러다임이 변하고 있다. 지금까지는 치아 우식증 발생 과정에 *mutans streptococci*나 *lactobacilli* 같은 특정 세균의 존재가 중요할 것으로 여겨져 왔다. 그러나 우식 초기 바이오필름(biofilm)에서 *mutans streptococci* 수준이 높지 않거나 없는 경우도 있는 반면<sup>2)</sup>, *mutans streptococci* 수준이 높아도 우식이 존재하지 않는 경우가 있다. 오히려 우식 초기 바이오 필름에 대다수를 차지하는 *non-mutans streptococci*와 *actinomyces* 같은 세균이 우식 초기에 관여한다고 제기된 바 있다<sup>3,4)</sup>.

생태학적 치태 가설(Ecological plaque hypothesis)은 치아

Corresponding author : Hyungjun Choi

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University, 250 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul, 120-752, Korea

Tel: +82-2-2228-3175 / Fax: +82-2-392-7420 / E-mail: CHOIHJ88@yuhs.ac

Received July 18, 2014 / Revised November 5, 2014 / Accepted November 6, 2014

※ This research was not supported by any financial interests.

의 탈회가 치태의 환경적 특징과 상관 있다고 설명한다<sup>5,6</sup>). 이 가설의 설명에 따르면, 치태는 동적인 미생물 생태계로 치태의 환경적 특징인 pH에 따라 미생물이 적응을 하며 성격과 구성이 변동한다. 치아 우식증 발생에 대한 이러한 설명은 기존의 우식 활성 검사에 활용해왔던 *mutans streptococci*나 *lactobacilli* 같은 특정 세균 종의 집락 수를 세는 방법이 우식 예측 정확도 측면에서 한계성을 지니는 것에 대한 설득력 있는 근거로 제안된 바 있다<sup>5</sup>). 또한 *mutans streptococci* 종이라 할지라도 형질 (serotype)에 따라 산 생산력이 현저한 차이가 있어 일부는 산 생산을 하지 않는다는 연구 결과가 있다<sup>7</sup>).

그러므로 *mutans streptococci*나 *lactobacilli*의 집락 수를 세는 방법은 우식 예측에 한계가 있다. 치아 우식증을 유발하는 것은 미생물 자체가 아니라 미생물이 생산한 유기산에 의한 것이기 때문에 개별적인 미생물을 동정하기 보다는 치태 내 미생물 전체의 산 생산 능력을 평가해야 한다. 다양한 미생물이 복잡하고 유기적인 관계로 상호작용을 하여 바이오 필름을 치아 표면에 형성하기 때문에 치태의 특성을 파악하는 것이 우식 활성을 파악하는데 중요하다고 여겨진다.

비색법을 이용한 우식 활성 검사는 치태의 산 생산 능력을 평가하는 방법으로 미생물이 생산한 유기산의 pH가 지시약을 통해 색으로 발현되어 육안으로 관찰할 수 있게 한다. 비색법은 1941년 Snyder가 타액을 배양한 배지의 pH 변화를 1가지 지시약을 통해 육안으로 관찰하는 방법으로 처음 소개하였다<sup>8</sup>). 1974년 Shimono는 치태의 산 형성에 대한 비색법으로 Cariostat<sup>®</sup>을 개발하였는데<sup>9</sup>), 이것은 자당 배양액과 2가지 지시약을 통해 치태 세균이 자당을 대사하여 산을 생산하면 연속적인 pH 감소가 지시약 색으로 나타나는 비색법이다. Cariostat<sup>®</sup>은 pH가 낮아짐에 따라 파란색에서 노란색으로 변하며 우식 고위험 색상이 노란색으로 나타나는데, 표현 가능한 색상 변화 스펙트럼이 좁아서 노란색 영역의 미묘한 색 차이를 나타내기엔 한계를 가진다.

이러한 점을 개량해 최근에 새로 개발된 Cariview<sup>®</sup>는 새롭게 3가지 지시약 조합으로 pH가 낮아질수록 푸른색-녹색-노란색-주황색-붉은색의 넓은 색상 변화 스펙트럼을 가지며 우식 고위험 색상이 붉은색으로 나타난다<sup>10</sup>). 이 방법은 광학분석기를 통해 색상을 0~100의 연속적인 숫자 값으로 점수화하여 객관적인 결과를 제시할 수 있으며, 시행 과정이 간편하여 치면을 면봉으로 문질러 치태를 채취하면 된다는 장점이 있다. 또한 배지가 중성이어서 산을 생산하는 모든 치태 내 미생물이 성장할 수 있어, 치태 내 전체 세균의 산 생산 능력을 평가할 수 있다.

새로 개발된 우식 활성 검사법인 Cariview<sup>®</sup>을 이용한 임상 연구가 아직 없는 상태이다. 본 연구는 소아를 대상으로 하여 Cariview<sup>®</sup>와 치아 우식 경험(dmft index)과의 상관성을 평가하고, Cariview<sup>®</sup>를 Dentocult SM<sup>®</sup>과 비교할 목적으로 수행되었다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

2012년 11월부터 2013년 7월까지 본 병원에 치아 우식증 또는 검진을 주소로 내원한 만 5세 이하의 남자 61명, 여자 74명(총 135명)의 소아를 대상으로 하였다. 어린이 및 보호자에게 연구 참여에 대해 설명하고 서면으로 동의를 얻었다.

### 2. 연구 방법

#### 1) dmft 평가

치아 우식 경험을 측정하기 위해 고전적으로 사용되는 dmft index를 한 명의 검사자가 시진 후 기록하였다.

#### 2) Cariview<sup>®</sup> 검사

치아 표면에 존재하는 치태의 산 생산 능력을 평가하기 위해 상품화된 Cariview<sup>®</sup> Kit (Huneth, Seoul, Korea)를 이용하여 제조사의 지시대로 시행하였다. 멸균된 면봉으로 피검자의 혀측 치경부의 치태를 강하게(2~3회 왕복) 벗겨낸 후 치태가 묻은 면봉을 즉시 배양액에 투입하였다. 치태가 첨가된 배양액을 37℃ 항온고에서 48시간 배양하였다. 배양이 완료된 배양액에 kit에 들어있는 '지시약'을 첨가하여 색을 관찰하였다. 이것을 광학분석기(AllinOne Bio, Seoul, Korea)로 촬영한 후 제조사에 의뢰하여 0~100 사이의 숫자로 점수화하였다(Table 1).

#### 3) Dentocult SM<sup>®</sup> 검사

개인의 구강 내 *mutans streptococci* 집락 수를 측정하기 위해 상품화된 Dentocult SM<sup>®</sup> Kit (Orion Diagnostica, Espoo, Finland)를 이용하여 제조사의 지시대로 시행하였다. Kit에 들어있는 'bacitracin'을 미리 배양액에 넣었다. 파란핀 왁스 저작을 통해 자극성 타액을 유발시킨 후, 끝이 둥근 test strip을 입안에 넣었다가 빼서 strip에 타액이 묻도록 하였다. 타액이 묻은 strip을 준비된 배양액에 넣고 37℃ 항온고에서 48시간 배양하였다. 배양 결과를 제조사에서 제공하는 기준에 따라 0~3으로 점수화하였다.

**Table 1.** Cariview<sup>®</sup> criteria

Assessment	Criteria (Score by optical analysis)	pH
Low risk	0 - 39.9	5.5 - 7.0
Moderate risk	40 - 69.9	4.5 - 5.5
High risk	70 - 100	3.0 - 4.5

3. 자료 분석

통계 분석은 SPSS 19.0 (IBM, Chicago, U.S.A.) 프로그램을 사용하였다. Cariview® 점수 및 Dentocult SM® 점수와 dmft index 사이의 상관성 여부는 Spearman 상관분석을 시행하였고, Cariview® 등급 및 Dentocult SM® 등급에 따른 dmft index의 차이는 일원 분산분석과 사후분석을 시행하였다. 유의수준은 0.05로 하였다. 그리고 우식 활성 검사의 민감도와 특이도를 계산하고 ROC 곡선분석을 수행하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 피험자 분포

피험자 전체 135명의 분포를 보면, 연령은 3세(33.3%)와 2세(25.9%)가 다수를 차지했다. 치아 우식 경험인 dft index의 평균이  $4.91 \pm 3.81$ 이었고 dft index 1이상이 119명(88.1%)이었으며 치아 우식 유병률은 109명(80.7%)으로 나타났다. Dentocult SM® 점수는 0~3각 등급에 비교적 고르게 분포하였고, Cariview® 점수는 3개의 등급으로 분류하였는데 저위험군 52명(38.5%), 중위험군 57명(42.2%), 고위험군 26명(19.3%)으로 분포하였다. Dentocult SM® 경우 비협조적이어서 검사에 필요한 적절한 타액 표본을 얻지 못한 영아 10명이 결측되었다(Table 2).

2. 분산분석

Cariview® 등급 및 Dentocult SM® 등급에 따른 치아 우식 경험(dt, dft index)의 차이를 보고자 시행한 분산분석 결과,

Table 2. Distribution of the subjects

Category	Classification	Number of subjects (%)
Total		135 (100)
Gender	Boy	61 (45.2)
	Girl	74 (54.8)
Age	1 year	18 (13.3)
	2 year	35 (25.9)
	3 year	45 (33.3)
	4 year	22 (16.3)
	5 year	15 (11.1)
dft index	0	16 (11.9)
	1 - 5	68 (50.4)
	6 - 10	40 (29.6)
	11 - 20	11 (8.1)
dt index	0	26 (19.3)
	≥ 1	109 (80.7)
Dentocult SM®	0	37 (27.4)
	1	28 (20.7)
	2	34 (25.2)
	3	26 (19.3)
Cariview®	Missing	10 (7.4)
	Low risk (0 - 39.9)	52 (38.5)
	Moderate risk (40 - 69.9)	57 (42.2)
	High risk (70 - 100)	26 (19.3)

Cariview® 점수가 높아질수록 치아 우식 경험이 증가하는 경향을 보였으나, 중위험군과 고위험군 사이에선 유의한 차이를 보이지 않았다. Dentocult SM® 점수가 높아질수록 치아 우식 경험이 증가하는 경향을 보였으나, 0~1등급과 2~3등급의 사이에서만 유의한 차이를 보였다(Table 3, 4).

Table 3. Difference of caries index according to Cariview® class

Cariview®		N	Caries index	
Class	Score		dt Mean ± S.D.	dft Mean ± S.D.
Low risk	0 - 39.9	52	2.62 ± 3.09 <sup>a</sup>	3.06 ± 3.18 <sup>a</sup>
Moderate risk	40 - 69.9	57	4.67 ± 3.54 <sup>b</sup>	5.79 ± 3.62 <sup>b</sup>
High risk	70 - 100	26	5.85 ± 3.93 <sup>b</sup>	6.69 ± 3.93 <sup>b</sup>

ANOVA and Scheffe's post hoc analysis ( $\alpha = 0.05$ )

Within same column, different letters (a and b) denote significant differences between groups

Table 4. Difference of caries index according to Dentocult SM® class

Dentocult SM® class	N	Caries index	
		dt Mean ± S.D.	dft Mean ± S.D.
0	37	3.38 ± 3.01 <sup>a</sup>	3.43 ± 2.99 <sup>a</sup>
1	28	2.68 ± 2.55 <sup>a</sup>	3.79 ± 2.87 <sup>a</sup>
2	34	5.00 ± 4.21 <sup>b</sup>	6.47 ± 4.22 <sup>b</sup>
3	26	5.46 ± 3.66 <sup>b</sup>	6.35 ± 3.58 <sup>b</sup>

ANOVA and Scheffe's post hoc analysis ( $\alpha = 0.05$ )

Within same column, different letters (a and b) denote significant differences between groups

### 3. 상관분석

우식 활성 검사법과 치아 우식 경험(dt, dft index) 간의 스피어만 상관분석 결과, Cariview® 점수는dft index와 상관계수 0.43( $p < 0.01$ ), dt index와 상관계수 0.38( $p < 0.01$ )로 각각 중등도의 상관관계를 보였고, Dentocult SM®은 dft index와 상관계수 0.37( $p < 0.01$ )로 중등도의 상관관계를, dt index와 상관계수 0.26( $p < 0.01$ )로 약한 상관관계를 보였다(Table 5). 상관계수가 0.1~0.3이면 약한, 0.3~0.7이면 중등도의, 0.7~1.0이면 강한 상관관계를 의미한다. Cariview®와 Dentocult SM® 간에는 중등도의 상관관계가 나타났다( $r = 0.38, p < 0.01$ ).

### 4. 민감도, 특이도 계산

Cariview®는 피험자 전체 135명에 대하여 치아 우식증이 있는(dt > 0) 피험자 109명 중에 75명을 중·고위험군으로 평가했고, 치아 우식증이 없는(dt = 0) 피험자 26명 중에 18명을

저위험군으로 평가하여 우식 활성 검사의 민감도가 68.8%, 특이도가 69.2%로 나타났다(Table 6).

Dentocult SM®은 결측 10명을 제외한 피험자 전체 125명에 대하여 치아 우식증이 있는(dt > 0) 피험자 103명 중에 51명을 2~3등급으로 평가했고, 치아 우식증이 없는(dt = 0) 피험자 22명 중에 13명을 0~1등급으로 평가하여, 우식 활성 검사의 민감도가 49.5%, 특이도가 59.1%로 나타났다(Table 7).

### 5. ROC (Receiver Operating Characteristic) 곡선 분석

Cariview®와 Dentocult SM®의 적절한 예측 기준점을 찾기 위한 ROC 곡선 분석 결과, Cariview®는 38.3점을, Dentocult SM®은 0.5점을 기준으로 할 경우 민감도와 특이도가 최대를 나타내었다(Table 8). 우식 활성 검사의 정확성 비교를 위한 ROC곡선하면적(AUC)이 Cariview®는 0.686, Dentocult SM®은 0.577로 계산되었다(Fig. 1).

**Table 5.** Correlation between caries activity test and caries index

Caries activity tests	Caries index		N
	Caries experience (dft)	Caries presence (dt)	
Dentocult SM®	0.37 **	0.26 **	125
Cariview®	0.43 **	0.38 **	135

Spearman's rank correlation coefficient (\*\* :  $p < 0.01$ )

**Table 6.** Relationship between caries presence and Cariview®

Caries presence	Cariview®			Total
	Low risk	Moderate risk	High risk	
No caries (dt = 0)	18	7	1	26
Caries present (dt > 0)	24	50	25	109
Total	42	57	26	135

All values are the number of subjects

Sensitivity = 75/109 (68.8%)

Specificity = 18/26 (69.2%)

**Table 7.** Relationship between caries presence and Dentocult SM®

Caries presence	Dentocult SM®				Total
	0	1	2	3	
No caries (dt = 0)	8	5	7	2	22
Caries present (dt > 0)	29	23	27	24	103
Total	37	28	34	26	125

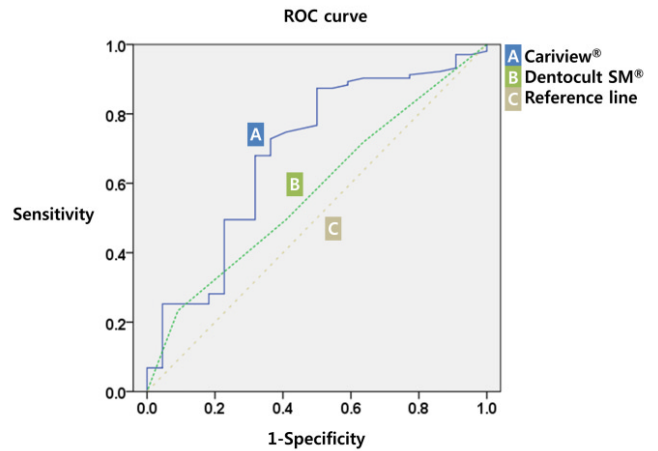
All values are the number of subjects

Sensitivity = 51/103 (49.5%)

Specificity = 13/22 (59.1%)

**Table 8.** Coordinate of ROC curve

Test value	Cut off point	Sensitivity	1 - Specificity
Cariview®	32.600	.767	.500
	32.750	.757	.455
	32.950	.748	.409
	33.200	.728	.364
	33.850	.709	.364
	34.600	.699	.364
	35.600	.689	.364
	36.450	.680	.364
	38.250	.680	.318
	41.100	.670	.318
	42.800	.660	.318
	44.150	.641	.318
	48.050	.631	.318
	51.650	.621	.318
	52.300	.612	.318
	52.700	.602	.318
Dentocult SM®	53.150	.592	.318
	0.500	.718	.636
	1.500	.495	.409
	2.500	.233	.091



**Fig. 1.** ROC curve of caries activity test.

#### Ⅳ. 총괄 및 고찰

본 연구는 비색법을 적용한 우식 활성 검사인 Cariview®를 이용하여 135명의 만5세 이하 소아를 대상으로 한 임상연구로서 검사법의 임상적 타당성과 유용성을 평가하였다. 연구 결과 Cariview®가 소아의 치아 우식 경험과 유의한 상관성을 보이며 치아 우식증을 잘 반영하는 것으로 나타났다. Cariview® 점수가 높아질수록 치아 우식 경험(dt, dft index)이 증가하는 경향을 보였고, 스피어만 상관계수는 중등도의 상관관계를 나타내었다. Cariview®는 기존 우식 활성 검사인 Dentocult SM®과도 중등도의 상관성을 보였다. 새로운 검사법이 기존의 검사법 만큼 재현하는지 관찰하기 위해 동일한 우식 상태를 각각 검사하였는데, Cariview®와 Dentocult SM®은 측정 원리가 서로 다르기 때문에 상관성이 높지는 않게 나왔다.

본 연구에서 Cariview®의 치아 우식증 예측 정확성은 1~5세 135명에 대해 민감도 68.8%, 특이도 69.2%를 보였고 Dentocult SM®은 민감도 49.5%, 특이도 59.1%를 보였다. 민감도가 50% 보다 작으면 검사의 위음성이 절반 이상임을, 특이도가 50% 보다 작으면 위양성이 절반 이상임을 의미한다. 또한 우식 활성 검사의 정확성 비교를 위한 ROC 분석의 곡선 하면적(AUC)이 Cariview®가 0.686으로 Dentocult SM®의 0.577보다 값이 크게 계산되었다. 그러므로 민감도와 특이도가 한쪽으로 치우침 없이 고르게 비교적 양호한 수치를 보이면서 ROC 곡선하면적(AUC)이 더 큰 Cariview®가 Dentocult SM®에 비해 치아 우식증 예측에 있어 좀더 오류가 적고 설명력이 양호하다고 여겨진다. 물론, 산 생산 능력을 측정하는 Cariview®와 세균 수를 측정하는 Dentocult SM®는 측정 원리

가 다르므로 단순한 비교를 통해 논할 수는 없으나, 이번 결과는 세균 수 측정에 비해 산 생산 능력 측정이 치아 우식증 평가에 더 양호한 설명력을 보여주면서 치아 우식증 발생에 대한 변화된 패러다임 측면에서도 의미가 있다고 생각된다.

우식 활성 검사의 정확성과 관련한 이전 연구에서는, 3~5세 98명에 대한 검사에서 Dentocult SM®의 민감도 64%, 특이도 71%와, Cariostat®의 민감도 98%, 특이도 14%가 보고된 사례가 있고<sup>11)</sup>, 5~6세 128명에 대한 검사에서 Dentocult SM®의 민감도 74%, 특이도 66%가 보고된 사례가 있다<sup>12)</sup>. 또한 3~5세 76명에 대한 검사에서 Cariostat®의 민감도 98.2%, 특이도 19.2%가 보고된 사례가 있고<sup>13)</sup>, 4세 미만 246명에 대한 검사에서 Cariostat®의 민감도 78%, 특이도 81%가 보고된 사례가 있다<sup>14)</sup>. 이렇게 정확성 수치가 다른 것은, 같은 검사법이라도 연구마다 연구대상 및 연령의 차이가 있고, 치아 우식증이 미생물적 요소 외에 다양한 원인 요소를 가지는 질환이기에 우식 활성 검사가 개인의 우식 활성 상태를 한정적으로 반영하는 사실 때문이며, 치아 우식증이 존재 유무가 명확히 구별되는 질환이 아니라 연속적인 특징의 질환이기 때문이다. 또한 검사법의 양성과 음성을 나누는 기준점의 차이 때문이라고 생각되는데, 이 기준점은 조작적 정의로서 피험자 집단의 유병률이나 연구 목표에 따라서 조정될 수 있다.

본 연구에서는 Cariview®의 경우 저위험군과 중위험군 사이에서 구분했고, Dentocult SM®의 경우 Cariview®와 비교를 위하여 비슷한 수준의 기준점이 되도록 1점군과 2점군 사이에서 구분했다. 선행 연구에서는 Dentocult SM®의 경우 0점군과 1점군 사이에서 구분하거나<sup>11)</sup> 2점과 3점군 사이에서 구분했고<sup>12)</sup>, Cariostat®의 경우 0점군과 1점군 사이에서 구분하거나<sup>11,13)</sup>

1점 이하를 저위험군, 2점 이상을 고위험군으로 구분하였다<sup>14)</sup>. Cariview<sup>®</sup> 결과 구간은 pH에 근거하여 치질의 탈회가 발생하는 pH 5.5와 대응하는 40점 정도부터 중위험으로, 타액 완충능 평가에서 완충이 되지 않고 치질의 탈회가 비가역적 수준인 pH 4.5와 대응하는 70점 정도부터 고위험으로 평가하였다. 이러한 기준점은 상황에 따라 작위적일 수 있으며 이에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있음을 주의해야 한다. 피험자 집단이 일정할 경우, 동일한 검사의 정확성은 결과의 양성과 음성을 나누는 기준점을 낮게 할수록 민감도가 증가하고 특이도는 감소하며 위양성이 증가하고 위음성이 감소한다. 반면 기준점을 높게 할수록 민감도가 감소하고 특이도는 증가하며 위양성이 감소하고 위음성이 증가한다. 따라서 진단 검사의 정확성은 기준점을 어떻게 하였는지를 고려해야 하며, 기준점은 정확성이 가장 높은 수치가 되는 지점으로 정해서 검사가 최대한 의미 있도록 해야 한다. 이번 연구 결과의 ROC 곡선 분석에 따르면 Cariview<sup>®</sup>는 38.3점을, Dentocult SM<sup>®</sup>은 0.5점을 기준점으로 하는 것이 바람직하다고 여겨진다.

한편, Cariview<sup>®</sup>는 치태 내 전체 세균의 산 생산 능력을 평가하는 비색법으로, 여기서 나타나는 색상 변화가 반영하는 것은 치태의 세균이 생산해 내는 산의 수준이지 세균의 수는 아니다. 세균은 일정 수 이상이 되어야 활성을 가지고 색상 변화로 이어지므로 비색법은 세균 수를 단순히 세는 방법보다 의의가 있다고 생각된다. 생태학적 치태 가설을 근거로 Cariview<sup>®</sup>가 나타내는 pH는 치태의 환경적 특징, 치태의 pH가 어느 단계인지를 반영한다. 치태가 많거나 세균 수가 많다고 해서 검사 결과인 pH가 낮아지는 것이 아니라, 그 양과 독립적으로 특정 단계의 치태는 특정 pH 수준을 보이는 것으로 생각된다. 하지만 정확한 검사를 위해서는 채취하는 치태의 양적 차이가 최소가 되도록 표준 채취 과정을 표준화할 필요가 있다. Cariview<sup>®</sup>의 제조사 지시는 전체 치아의 협면 치태를 채취하도록 하였는데 이번 연구에서는 Dentocult SM<sup>®</sup>도 함께 시행하는 것을 고려해 피험자의 우측 상·하악 치아의 치태만을 채취하였고, Dentocult SM<sup>®</sup> 이전에 Cariview<sup>®</sup>을 먼저 시행하였다. 세균 집락 수를 세는 Dentocult SM<sup>®</sup>는 표본이 되는 타액을 채취 시 그 양을 통제하지 않으며 타액의 양이 많다고 해서 배양되는 *mutans streptococci* 집락 수가 많은 건 아니지만, 적절한 타액을 제대로 채취하지 못할 경우 배양되는 *mutans streptococci* 집락이 존재하지 않는 오류가 발생한다.

Cariview<sup>®</sup>와 Dentocult SM<sup>®</sup>는 치태를 이용하기 때문에 검사 직전에 양치질은 금해야 한다. 검사 과정에서 Dentocult SM<sup>®</sup>는 환자가 왁스를 씹어야 하기에 소아에게 시행이 어려웠던 반면, Cariview<sup>®</sup>는 환자가 수동적으로 있으면 검사자가 환자의 치면 치태를 면봉으로 문질러서 표본 채취가 가능하였다. 이처럼 비교적 시행이 편리하기 때문에 Cariview<sup>®</sup>는 검사에 소요되는 시간이 적으며 검사자에 따른 시행 오류가 적고 협조를 구하기 어려운 환자인 어린 아이나 장애 환자에게도 검사 시행이 용이하여 폭넓은 환자를 대상으로 정확한 검사가 가능할 것이다.

또한, 비색법은 색상 변화가 미세할 경우 색상 차이를 감지하기 어렵다는 특징이 있지만, Cariview<sup>®</sup>는 일정한 환경에서 광학분석기로 색상을 분석하여 0~100점의 연속적인 수치로 결과를 제공하므로 미세한 색상 차이를 평가하며 객관적이다. 이것의 단점은 특정 광학분석 장비를 갖추어야 한다는 점인데, Cariview<sup>®</sup>는 푸른색-녹색-노란색-주황색-붉은색으로 나타내는 색상 변화 스펙트럼이 넓어서 색상 차이를 육안으로 감지하기에 용이하고 수치화한 결과 없이도 환자와 보호자에게 보여주며 주의환기 시키는 교육도구로서 활용 가능하다.

한편, 영구치가 없는 유치열기에서 평가할 목적으로 이번 연구의 대상을 만5세 이하로 삼았다. 만5세부터는 치아가 온전히 맹출 되고 구강환경에 노출되어 치아 우식증이 증가한다는 보고가 있다<sup>11)</sup>. 이번 연구에 참여한 피험자 135명은 3세(33.3%)와 2세(25.9%)가 다수를 차지했으며, dft index가 평균 4.91 ± 3.81이고 치아 우식증 유병률은 109명(80.7%)으로 나타나 우식 위험 인구집단이라는 것을 알 수 있다.

이번 연구는 몇 가지 한계점을 가지는데, 연구 대상이 병원에 내원하는 환자라는 점은 이들이 병원을 찾은 이유가 있기에 일반적인 인구집단이 아니고 우식 위험 인구집단일 것이다. 또한 치아 우식증 검사 방법으로 dmft 대신 dmfs를 사용해 유아기 우식증(ECC), 중증 유아기 우식증(S-ECC)의 구분을 한다면 ECC, S-ECC에 따라서 우식 활성 검사의 상관성 결과가 다르게 나타날 수도 있다. 또한 이번 연구에 사용한 dt index는 우식이 활성인지 정지인지 구분해서 측정하지 못하였다. 우식 평가 기준의 조정을 통해 실제로 위험한 활성 우식을 진단한다면 우식 활성 검사의 정확도 향상을 기대할 수 있다. 활성 우식은 판정하는 기준을 표준화하고 정밀한 검사를 수행해야 한다. 인접면에 숨은 치아 우식이 존재하여 육안으로 탐지가 안 되는 경우가 있을 수 있는데 그러면 실제로 dt > 0 이지만 기록은 dt = 0으로 저평가될 수 있다. 현재의 치아 우식 경험을 평가할 때 육안 외에 방사선사진이나 다른 진단 도구를 병용한다면 저평가를 줄일 것이다.

새로운 검사법을 이용한 이번 임상 연구는 단기간 현재 시점에서 치아 우식 경험의 존재와 우식 활성 검사의 결과를 비교하는 횡단적 연구여서 시간에 따른 변화와 우식 예측 능력은 포함하지 못하였다. 실제로 우식 활성 검사의 타당성을 조사하기 위하여 전향성 종단적 연구를 통하여 현재의 우식 활성 검사 성적과 미래의 신생 우식 병소 수와의 상관성을 분석하여야 하나 이런 방법은 시간적, 경제적으로 많은 투자를 요구한다. 특히 치아 우식증 발생을 측정하기 위해서는 최소 6개월에서 2~3년의 관찰기간이 필요하다<sup>15)</sup>. 또한 치아 우식증 발생요인이 복잡적이고 수많은 외부 요소들의 간섭이 있기 때문에 장기간 통제된 실험적 연구를 하기가 어렵다. 그래서 후향성 연구를 통해 현재의 우식 활성 검사 성적과 현재의 치아 우식 경험도 간의 상관성을 분석하는 방법이 차선책으로 이용되고 있다.

Cariview<sup>®</sup> 검사가 보편화되어 장기간 수많은 환자에 대해 시행된 자료가 축적된다면 그 자료를 바탕으로 후향성 종단적 연구와 분석이 가능할 것이다. Cariview<sup>®</sup>가 현재의 치아 우식증

상태를 잘 반영한다는 이번 연구결과는 앞으로 우식 위험이 시간에 따라 어떻게 변하는지, Cariview®의 우식 예측 능력이 어떠한지 밝혀내는 종단적 후속연구에 필요한 근거가 될 것으로 생각된다. 현재와 미래의 dt index를 조사해서 신생 우식 병소를 파악하고 이것과 현재의 우식 활성 검사와의 상관관계, 민감도, 특이도를 조사한다면 우식 활성 검사의 우식 예측 능력과 정확성을 평가할 수 있을 것이다. 실제로 치아 우식증이 발생하기 이전에 그 잠재성을 알아내는 것이 중요한 만큼, 치아 우식증이 있는 경우 그 활성도의 평가나, 현재 치아 우식증이 없지만 수복물이 있는 경우 우식 위험 평가에 대해 Cariview®가 유용할 것이라 생각되며 후속연구가 추가적으로 필요할 것이다.

### V. 결 론

본 연구는 만5세 이하 유치열기 소아 135명을 대상으로 치아 우식 경험(dmft index)과 새로운 우식 활성 비색 검사인 Cariview® 간 상관성을 평가하였고, Cariview®를 기존 우식 활성 검사법인 Dentocult SM®과 비교하였다. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

상관 분석 결과, Cariview®는 소아의 치아 우식 경험과 중등도의 상관관계를 보였고( $r = 0.43, p < 0.01$ ), Dentocult SM®과 중등도의 상관관계를 보였다( $r = 0.38, p < 0.01$ ).

치아 우식증 예측에 있어 Cariview®는 민감도 68.8%, 특이도 69.2%, ROC 곡선 분석의 곡선하면적(AUC) 0.686으로 Dentocult SM®에 비해 양호한 수치를 보였다.

이상의 결과에 따르면 치아 우식증 예측에 대한 정확성과 설명력은 Cariview®가 Dentocult SM®보다 약간 더 양호한 것으로 여겨진다. 더욱이 Cariview®는 비협조적인 어린이에게도 시행이 쉽고 편리하며 시각적인 색상으로 나타나 교육적 효과도 가진다. 따라서 치아 우식에 민감한 어린이를 밝혀내고 예방 전략을 수립하는 데에 Cariview®가 임상적으로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

### References

1. Lee MR, Shin SC, Park KS : Comparative study on caries activity test with Dentocult Kit according to dental treatment. *Int J Clin Prev Dent*, 1:38-49, 2005.
2. Loesche W, Straffon L : Longitudinal investigation of the role of *Streptococcus mutans* in human fissure decay. *Infection and immunity*, 26:498-507, 1979.
3. Sansone C, Van Houte J, Joshipura K, et al. : The

- association of mutans streptococci and non-mutans streptococci capable of acidogenesis at a low pH with dental caries on enamel and root surfaces. *J Dent Res*, 72:508-516, 1993.
4. van Houte J, Lopman J, Kent R : The final pH of bacteria comprising the predominant flora on sound and carious human root and enamel surfaces. *J Dent Res*, 75:1008-1014, 1996.
5. Takahashi N, Nyvad B : Caries ecology revisited: microbial dynamics and the caries process. *Caries Res*, 42:409-418, 2008.
6. Marsh P : Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. *Advances in dental research*, 8:263-271, 1994.
7. De Soet J, Nyvad B, Kilian M : Strain-Related Acid Production by Oral Streptococci. *Caries Res*, 34:486-490, 2000.
8. Snyder ML : A simple colorimetric method for the estimation of relative numbers of lactobacilli in the saliva. *J Dent Res*, 19:349-355, 1940.
9. Shimono T, Sobue S : A new colorimetric caries activity test. *Dent Outlook*, 43:829-835, 1974.
10. Kang SM, Jung HI, Jeong SH, et al. : Development of a new color scale for a caries activity test. *J Korean Acad Oral Health*, 34:9-17, 2010.
11. Koroluk L, Hoover JN, Komiyama K : The sensitivity and specificity of a colorimetric microbiological caries activity test (Cariostat) in preschool children. *Pediatr Dent*, 16:276-281, 1994.
12. Shin DK, Kim JY, Song KB, Nam SH : Relationship between Dentocult-SM test, microbial analysis and dental caries in the pre-school children. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 30:254-261, 2003.
13. Baik BJ, Yang JS, Lee YS, et al. : A clinical study for caries activity of preschool children using Cariostat. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 25:576-582, 1998.
14. Qin M, Li J, Zhang S, Ma W : Risk factors for severe early childhood caries in children younger than 4 years old in Beijing, China. *Pediatr Dent*, 30:122-128, 2008.
15. Parfitt G : The speed of development of the carious cavity. *Br Dent J*, 100:204-207, 1956.

국문초록

## 소아에서 치아 우식 경험과 새로운 치아 우식 활성 비색 검사

조성현<sup>1</sup> · 이효설<sup>1</sup> · 최병재<sup>1</sup> · 김백일<sup>2</sup> · 김성오<sup>1</sup> · 최형준<sup>1</sup><sup>1</sup>연세대학교 치과대학 소아치과학교실, <sup>2</sup>연세대학교 치과대학 예방치과학교실

새로운 우식 활성 비색 검사인 Cariview<sup>®</sup>는 새로운 pH 지시약을 사용해서 치태 세균의 산 생산 능력을 더 잘 반영할 수 있다. 본 연구는 소아에서 Cariview<sup>®</sup>와 치아 우식 경험(dmft index)과의 상관성을 평가하고, Cariview<sup>®</sup>를 Dentocult SM<sup>®</sup>과 비교할 목적으로 수행되었다.

만5세 이하 135명의 소아를 대상으로 dmft를 기록했으며, Cariview<sup>®</sup>와 Dentocult SM<sup>®</sup> 두 가지 우식 활성 검사를 제조사 지시에 따라 시행하였다.

그 결과, Cariview<sup>®</sup>는 소아의 치아 우식 경험과 중등도의 상관관계를 보였다( $r = 0.43, p < 0.01$ ). 치아 우식증 예측에 있어 Cariview<sup>®</sup>는 민감도 68.8%, 특이도 69.2%, ROC 곡선 분석의 곡선하면적(AUC) 0.686으로 Dentocult SM<sup>®</sup>에 비해 양호한 수치를 보였다.

Cariview<sup>®</sup>는 비협조적인 어린이에게도 시행이 쉽고 편리하며 시각적인 색상으로 나타나 구강위생교육 도구로서 가치가 있다.

**주요어:** Cariview, 우식 활성, Dentocult SM, 비색법, 우식 경험

www.kci.go.kr