

치태의 산생성 능력을 이용한 새로운 우식활성검사법의 임상적 활용 가능성 평가

정은하^{1,2}, 이은송^{1,2}, 강시묵^{1,2}, 권호근^{1,2}, 김백일^{1,2,3}

연세대학교 치과대학¹예방치과학교실, ²두뇌한국21 통합구강생명과학 사업단, ³구강과학연구소

Assessing the clinical validity of a new caries activity test using dental plaque acidogenicity

Eun-Ha Jung^{1,2}, Eun-Song Lee^{1,2}, Si-Mook Kang^{1,2}, Ho-Keun Kwon^{1,2}, Baek-Il Kim^{1,2,3}

¹Department of Preventive Dentistry & Public Oral Health, ²BK 21 PLUS Project, ³Oral Science Research Institute, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

Received: May 8, 2014
Revised: June 12, 2014
Accepted: June 24, 2014

Corresponding Author: Baek-Il Kim
Department of Preventive Dentistry & Public Oral Health, Yonsei University College of Dentistry, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Korea
Tel: +82-2-2228-3070
Fax: +82-2-392-2926
E-mail: drkbi@yuhs.ac

Objectives: This study was aimed at evaluating the clinical usability of a new caries activity test (Cariview[®]), which was based on the acidogenic potential of plaque by evaluating its correlation with the DMFT index and comparing the results of Cariview[®] with those of previous caries activity tests in an adult group.

Methods: Teeth of 74 subjects were examined, and the DMFT index was calculated according to World Health Organization (WHO) criteria to determine the past caries experience. Caries activity tests were performed according to manufacturer's instructions. For Cariview[®] test, plaque samples were collected from the tooth surface by using a sterile cotton swab and incubated at 37°C for 48 h; an indicator was added to observe the color changes according to the plaque acidogenicity. The subjects were classified into three groups (Low, Moderate, High) according to the level of caries risk. The data were assessed using one-way ANOVA to compare the caries experiences of risk groups according to the caries activity test results, and the relationships between the caries activity tests and the DMFT index were evaluated.

Results: The overall mean DMFT index was 5.70 ± 4.42 . There was a significant difference in the DMFT index among the caries risk groups (Low, Moderate, High) according to the Cariview[®] test result ($P=0.036$). Further, there was a positive correlation between the Cariview[®] score and the DMFT index ($r=0.23$, $P=0.047$) and between the Cariview[®] score and the previous caries activity tests score ($P<0.01$).

Conclusions: The new caries activity test (Cariview[®]) can be easily used at dental clinics and enables precise caries risk assessment.

Key Words: Acidogenicity, Caries activity test, Cariview, Dental plaque, Dentocult SM, Dentocult LB

서론

최근 구강건강에 대한 관심이 증대되면서 치아우식증에 대한 패러다임은 치료 중심에서 예방 중심으로 변화하고 있다^{1,2}. 더욱이 치아우식증은 적절한 구강 관리 및 예방 처치를 통해 충분히 예

방이 가능하다³. 그러므로 현재 개인의 구강 내 특성을 잘 반영하면서도 예측 가능한 검사법을 활용하여 개인의 우식 발생 위험도를 평가할 필요가 있다. 또한 예측력 있는 우식활성검사법은 치아우식증을 효과적으로 관리하고 새로운 병소의 발생을 예방하는데 유용하게 활용될 수 있다^{4,5}.

치아우식증 유발과 관련된 다양한 요인 중에서 미생물 요인은 치아우식증의 원인균들과 관련된 중요한 인자로서 이전부터 우식 위험도 평가에 이들을 이용하고자 하는 시도가 있어왔다^{4,6,7}. 여러 선행연구를 통해 우식활성검사법으로서 미생물 요인을 평가하는 것은 개인의 현재 구강상태와 더불어 미래의 우식 발생 위험도를 예측하기에 타당한 방법임이 확인되었고 이러한 연구 결과를 바탕으로 개인별 우식 발생 위험도를 측정하기 위한 제품들이 개발되어 현재 임상에서 손쉽게 활용되고 있다^{3,8-10}.

미생물의 변화를 탐지하여 우식 위험 수준을 판단 하는 방법 중 현재까지도 널리 활용되고 있는 것으로는 치아우식증의 원인균으로 알려진 다형연쇄구균(*Streptococcus mutans*)과 유산균(*Lactobacilli sp.*)이 선택적으로 자랄 수 있는 배지가 결합된 간이 검사 키트(Dentocult SM[®] 및 Dentocult LB[®])이다¹¹⁻¹³. 하지만 이 검사법은 특정 균종만을 배양하기 때문에 개인의 구강 내 우식 활성과 관련된 다양한 균종을 반영하지 못하는 한계점이 있다. 특히 최근 새롭게 제기된 우식학의 생태학적 패러다임에 의하면 치아우식증은 전통적인 연쇄상구균이나 유산균과 같이 특정한 균주에 의해서만 발생된다고 보다는 구강 내 전체적인 균총의 변화에 따라 발생된다고 여겨진다. 즉, 구강 내 pH 변화에 따라 non-mutans streptococci나 *Actinomyces* 등이 보다 낮은 pH 환경에서 견딜 수 있는 내산성 균총으로 변화하면서 이들에 의하여 치아 주변 환경의 균형이 무너져 탈회에 유리한 쪽으로 기울기 때문에 치아에 탈회가 발생한다는 것이다^{14,15}. 따라서 우식을 예측함에 있어 특정 우식 유발 미생물을 개별적으로 동정하기 보다는 치태 내에 존재하는 모든 미생물들이 분비한 최종 대사산물인 유기산의 산도를 측정할 수 있다면 보다 포괄적으로 개인의 구강 내 우식활성도를 반영할 수 있을 것이다.

이러한 우식학의 개념의 변화를 반영해서 최근에는 치태 내에 존재하는 모든 종류의 미생물들이 분비한 최종 대사산물인 유기산의 산도를 색으로 평가하는 새로운 우식활성검사법(Cariview[®])이 개발되었다. 이는 치태의 산생성 능력에 따라 pH 7의 중성에서는 파란색으로 pH 3의 산성에서는 붉은색으로 변화하면서, 이들의 색상의 변화를 0-100점 사이의 점수로 제시하고 있다. 그 결과 환자가 자신의 상태를 직관적으로 쉽게 인식할 수 있으며 검사자와 대상자간의 의사소통에 도움을 주어 치료계획 수립 및 예방 교육에 효과적으로 활용이 가능하다. 또한 이전의 우식활성검사법들은 시료채취를 위해 파라핀 왁스를 씹고 타액을 모아야 하는 등

번거로운 과정이 있었던 반면 새롭게 개발된 우식활성검사법은 치면을 면봉으로 문질러 간편하게 치태를 채취함으로써 영유아나 장애인 등 비교적 시료채취에 협조가 어려운 환자를 대상으로 적용이 가능하다는 장점이 있다¹⁶.

그러나 이러한 여러 장점들에도 불구하고 치태의 산생성 능력을 이용한 우식활성검사법이 개인의 우식 발생 위험도를 예측하는데 활용할 수 있는가에 대한 임상적인 평가 결과들은 아직 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 일부 성인 집단을 대상으로 하여 치태의 산생성 능력을 이용한 새로운 우식활성검사법(Cariview[®])과 기존의 검사법(Dentocult system)을 비교함으로써 새로운 검사법의 임상적 활용 가능성을 평가하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

서울특별시 소재한 Y대학교 치과대학 본과 2학년에 재학 중인 학생 중 남자 54명, 여자 20명 총 74명을 대상으로 연구를 진행하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상자의 우식경험지수(DMFT Index) 산출

연구대상자의 우식경험지수(DMFT Index)를 산출하기 위해 훈련된 검사자 2명이 구강검사에 참여하였다. 검사자들은 세계보건기구(WHO)가 권장하는 기준에 따라 치과 유니트 체어에서 치경과 치주탐침으로 대상자들의 우식치아(D), 상실치아(M), 충전치아(F)를 검사하고 기록하였다.

2.2 우식활성검사

우식활성검사는 현재 국내에서 이용 가능한 세 가지의 키트(Cariview[®], Dentocult SM[®], Dentocult LB[®])를 이용하여 시행하였다. 먼저, 치태 내 미생물이 분비한 유기산의 산도를 평가하는 Cariview[®] (Fig. 1, Huneth Inc., Seoul, Korea)는 같은 기준 시간 동안 생성된 치태를 평가하기 위하여 대상자들에게 치태 채취한 시간 전에 칫솔질을 하도록 지시하였으며, 검사 직전까지 물을 제외한 음식의 섭취를 제한하였다. 이어서 멸균된 면봉으로 대상자의 상악 협측 치경부의 치태를 채취한 후 배양액에 투입해 37°C

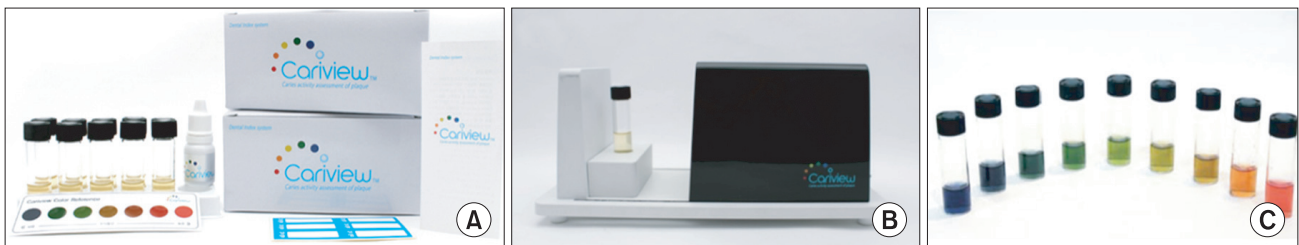


Fig. 1. Cariview[®] kit (A), Optical analysis using Spectrometer (B), Scales for diagnostic agent of Cariview[®] (C).

에서 48시간 동안 배양하였다. 배양이 완료된 배양액에 지시약을 첨가하여 치태의 산생성 능력에 따라 파란색(저위험)에서 붉은색(고위험) 사이의 색으로 나타나도록 색의 변화를 유도한 뒤 함께 제공되는 광분석기(Fig. 1B)를 이용하여 배양액의 사진을 촬영하였다. 그 후 광학 분석을 통해 얻어진 결과를 제조사에서 지시하는 기준에 따라 점수화(0-100점)하였고, 이를 pH 기준에 따라 임의로 저위험(0-39점, pH 5.6-7.0), 중위험(40-69점, pH 4.4-5.5), 고위험(70-100점, pH 3.0-4.3)군 세 개의 집단으로 분류하였다¹⁶⁾.

Dentocult SM[®] (Orion Diagnostica, Espoo, Finland)은 특정 균종의 양을 평가하는 검사로 대상자들에게 파라핀 왁스를 씹게 한 뒤, screening strip을 환자의 혀 위에 올리게 함으로써 타액을 집중시켜 37°C에서 48시간 동안 배양하였고, Dentocult LB[®] (Orion Diagnostica, Espoo, Finland) 역시 대상자들에게 파라핀 왁스를 씹게 하여 얻어진 자극성 타액을 dip slide에 도달 한 뒤 37°C에서 96시간 동안 배양하였다. Dentocult SM[®]과 Dentocult LB[®] 검사로 얻어진 결과는 제조사의 판정표를 기준으로 미생물 집락의 수를 측정하여 점수화(0, 1, 2, 3) 한 후, 판정 점수를 임의로 0점, 1점 및 2점 이상의 세 개의 집단으로 분류하였다.

2.3 통계분석방법

수집된 정보에 대한 정규성 분포를 검증한 뒤 각 우식활성검사법 결과에 따른 우식 위험 집단간 우식경험지수의 평균을 비교하기 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 시행하였고, Scheffe's 사후분석방법을 실시하여 집단간 차이를 검증하였다. 각 우식활성검사 결과와 우식경험지수와와의 관련성 및 새로운 우식활성검사법(Cariview[®])과 기존의 우식활성검사법(Dentocult system)과의 관련성을 평가하기 위해 Spearman 상관계수를 산출하였다. 모든 자료의 분석은 PASW 18.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 사용하여 유의수준 0.05에서 수행하였다.

연구성적

연구대상 집단의 평균 우식경험지수는 5.70 ± 4.42 이었다. 이

중 현재 보유하고 있는 우식치아지수(DT index)는 0.91 ± 1.48 이였으며, 치치치아지수(FT index)는 4.78 ± 4.32 이었다.

연구대상을 각 우식활성검사법 결과에 따라 세 개의 집단으로 분류한 후 대상자수의 분포를 확인한 결과, Cariview[®]에서는 저위험군과 중위험군에서 같은 수의 분포(41.9%)를 보였다. Dentocult SM[®]의 경우에는 우식활성도가 가장 낮은 수준에서(62.2%), Dentocult LB[®]의 경우 중등도 수준인 1점에서(40.5%) 가장 많은 대상자 분포를 보였다. 또한 모든 우식활성검사법에서 우식활성도가 가장 높은 수준에서 가장 낮은 인구 분포를 보였다(Fig. 2).

각 우식활성검사법 결과에 따른 우식경험지수의 평균을 비교한 결과, Cariview[®] 검사에서만 위험도에 따른 저위험군과 고위험군 간의 우식경험지수에 유의한 차이가 있었고($P=0.036$) Dentocult SM[®]이나 Dentocult LB[®]의 경우에는 위험도에 따른 집단 간 우식경험지수의 유의한 차이를 확인할 수 없었다(Table 1, $P>0.05$).

우식경험지수와 각각의 우식활성검사법과의 상관성을 분석한 결과, Cariview[®] 위험도와 통계적으로 유의한 상관성을 확인할 수 있었다($r=0.23$, $P=0.047$). 그러나 Dentocult SM[®]과 Dentocult LB[®]의 경우에는 개인의 우식경험지수와 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 2, $P>0.05$).

새로운 우식활성검사법(Cariview[®])과 기존 우식활성검사법의 상관분석 결과, Dentocult SM[®] ($r=0.42$, $P<0.01$)에서 Dentocult LB[®] ($r=0.35$, $P=0.02$) 보다 좀 더 높은 상관성을 나타냈다(Table 3).

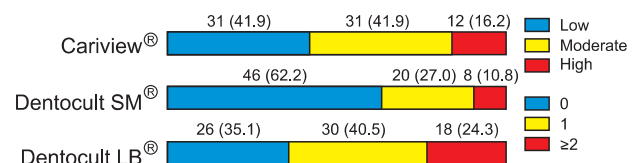


Fig. 2. Distribution of Caries Activity Group according to Caries Activity Tests (n=74). Each value represents the number of population (%).

Table 1. Means of DMFT Index according to Caries Activity Tests (n=74)

Caries Activity Tests	Groups	DMFT Mean \pm S.D.	P-value	DT Mean \pm S.D.	P-value	FT Mean \pm S.D.	P-value
Cariview [®]	Low	4.58 \pm 3.76 ^a	0.036	0.65 \pm 1.70 ^a	0.396	3.90 \pm 3.61 ^a	0.046
	Moderate	5.77 \pm 4.03 ^{ab}		1.16 \pm 1.39 ^a		4.61 \pm 3.84 ^{ab}	
	High	8.42 \pm 5.95 ^b		0.91 \pm 1.48 ^a		7.50 \pm 6.42 ^b	
Dentocult SM [®]	0	4.91 \pm 3.66 ^a	0.346	0.63 \pm 1.16 ^a	0.029	4.26 \pm 3.50 ^a	0.215
	1	6.70 \pm 4.82 ^a		1.65 \pm 2.01 ^a		5.05 \pm 4.88 ^a	
	≥ 2	7.75 \pm 6.54 ^a		0.63 \pm 1.06 ^a		7.13 \pm 6.58 ^a	
Dentocult LB [®]	0	4.69 \pm 4.02 ^a	0.122	0.85 \pm 1.29 ^a	0.720	3.81 \pm 3.63 ^a	0.321
	1	6.13 \pm 5.06 ^a		1.07 \pm 1.86 ^a		5.07 \pm 5.19 ^a	
	≥ 2	6.44 \pm 3.75 ^a		0.72 \pm 1.02 ^a		5.72 \pm 3.51 ^a	

Each value represents the mean \pm standard deviation for DMFT Index.

Within same column, different letters denote significant differences between groups by Scheffe's post hoc test at $\alpha=0.05$.

Table 2. Correlations between the Caries Experience and Caries Activity Tests (n=74)

Caries experience (DMFT index)	Cariview [®]	Dentocult SM [®]	Dentocult LB [®]
r	0.23	0.19	0.19
P	0.047*	0.097	0.113

r means Spearman correlation coefficient.

*P<0.05.

고 안

치아우식증은 다양한 요인이 작용하여 발생하는 다인성 질환으로 한가지 요인만을 평가하여 미래의 치아우식증 발생 가능성을 정확하게 예측하기에는 한계가 있다¹⁷⁻²⁰⁾. 그럼에도 불구하고 개인의 우식 발생을 예측하기 위한 다양한 방법 중 미생물학적 검사는 특정 미생물을 명확하게 확인할 수 있다는 장점이 있다^{4,5)}.

최근 새롭게 개발된 우식활성검사법인 Cariview[®]는 구강 내 치태의 산생성 능력을 평가함으로써 보다 포괄적으로 개인의 우식 발생 가능성을 평가할 수 있다는 장점을 가진다. 뿐만 아니라 멸균된 면봉으로 치면을 문질러 치태를 채취하는 방법으로 간편하게 시료를 얻을 수 있고, 개인의 우식활성 수준에 따른 색상의 변화를 0-100점 사이의 점수로 제시함으로써 대상자들에게 우식 발생 위험에 대한 경각심을 보다 효과적으로 전달할 수 있다¹⁶⁾.

본 연구에서는 이러한 치태의 산생성 능력을 이용한 새로운 우식활성검사법(Cariview[®])을 이용하여 개인의 우식 발생 위험도를 평가하는 것이 가능함을 일부 성인 집단을 대상으로 확인하였다.

우식경험지수와 각각의 우식활성검사법과의 관련성 평가에서 Cariview[®] 위험도는 개인의 우식경험도와 통계적으로 유의한 상관성을 확인할 수 있었다. 우식경험지수는 개인의 우식 발생 위험을 평가하고 예측하는데 현재 활용되고 있는 가장 강력한 지표로서 해당 결과를 통하여 Cariview[®] 검사법이 우식활성검사법으로서 활용 가능함을 확인하였다. 또한 개인의 우식경험지수에 따른 각각의 우식활성검사의 위험도 분별력을 평가한 결과, Cariview[®] 검사에서 위험도에 따른 집단 간 우식경험지수에 유의한 차이를 보였다. 즉, 해당 방법을 이용하여 개인의 우식 발생 위험도를 구분하는 것이 가능함을 확인하였다.

반면, 본 연구에서 Dentocult SM[®]이나 Dentocult LB[®]의 경우에는 우식활성도가 높아질수록 우식경험지수는 증가하였으나 집단 간 유의한 차이를 확인할 수 없었다(P>0.05). 성인 집단을 대상으로 Dentocult SM[®]과 Dentocult LB[®] 평가 결과와 과거 우식경험과의 상관성을 비교한 연구에 따르면, 본 연구 결과와 유사하게 Dentocult SM[®]과 LB[®] 모두 수치가 증가함에 따라 DMFT가 증가하였으나 Dentocult LB[®]에서만 통계적으로 유의한 결과를 보였다(P=0.02)¹¹⁾. 한편, 12세 아동을 대상으로 한 Beighton⁷⁾의 연구에서는 두 가지 평가법 모두 유의한 상관성을 보였는데(P<0.001), 이는 각 연구에서 평가한 대상 집단의 특성

Table 3. Correlations between the Cariview[®] and Previous Caries Activity Tests (n=74)

	Cariview [®]	Dentocult SM [®]	Dentocult LB [®]
r		0.42**	0.35**
P		0.000	0.002

r means Spearman correlation coefficient.

**P<0.01.

이 다르기 때문에 나타난 결과로 추측된다. 성인은 아동에 비하여 보유하고 있는 보철물이나 치주 상태와 같은 요인들이 우식 활성화에 영향을 줄 수 있기 때문에 미생물 요인만을 반영한 우식활성검사법을 이용할 경우 우식 발생에 대한 예측력이 다소 떨어질 수 있음을 고려해야 한다. 따라서 우식 활성화 검사법의 타당성을 비교하고 평가할 때, 대상 집단의 특성을 반드시 고려하여 해석할 필요가 있다¹¹⁾.

또한 본 연구대상 집단의 우식경험지수의 평균은 5.70으로 2010년도 국민구강건강실태조사 결과에서 20대 성인의 평균 우식경험지수(6.29)와 비교하였을 때 약 0.6개 정도 낮은 값을 보였다. 이 중 우식치아지수는 1.23, 처치치아지수는 4.74로 본 연구대상집단의 처치치아지수(4.78)에서는 차이가 거의 없었지만 우식치아지수(0.91)에서는 약 0.3개 정도 낮은 값을 보였다. 이는 본 연구의 대상 집단이 구강관리에 대한 관심과 관련 지식이 일반인 보다 높은 치과대학 학생이라는 점이 영향을 미쳤을 것으로 추측되며, 연구 대상자의 이러한 특성은 기존의 우식활성검사법들과 우식경험지수가 유의한 상관성을 보이지 않았던 본 연구 결과에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 하지만 최근 개인의 치아우식증 유병률이 점차 감소하는 추세를 고려할 때, 개인의 우식 발생 위험도를 포괄적으로 평가하기 위해서는 단일 균종을 평가한 Dentocult system보다는 치태의 산생성 능력을 이용한 새로운 우식활성검사법(Cariview[®])을 이용하는 것이 더욱 타당함을 확인할 수 있었다.

또한 본 연구에서 새로운 우식활성검사법의 결과와 개인의 우식경험지수와는 약한 상관성을 보였는데 이는 미생물 요인을 이용한 우식활성검사법을 평가한 선행연구들이 보였던 0.23-0.30 정도의 상관성과 비교할 때 비슷한 수준이다^{7,19,21)}. 설탕의 섭취나 타액 등 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 나타나는 치아우식증의 특성상, 미생물 요인만을 평가하여 우식을 예측하는 것은 한계가 있기 때문으로 사료된다.

Cariview[®]가 기존의 방법(Dentocult system)을 대신하여 임상적 활용이 가능한지 여부를 확인하기 위해 상관성을 평가한 결과, Cariview[®]는 단일 균종만을 평가하였던 기존의 검사법과 보통 수준의 유의한 양의 상관관계를 보였다. 이는 Cariview[®] 검사가 치아우식증을 유발한다고 알려졌던 균총들까지 모두 포함하여 구강 내 모든 균총이 생성한 산의 양을 반영하여 개인의 우식활성을 평가하였기 때문인 것으로 사료된다. 이러한 결과는 Cariview[®]와 같이 치태의 산생성 능력을 평가하는 우식활성검사법(Cariostat method)을 이용한 선행연구에서도 나타나고 있는

데, 기존의 우식활성검사법과 0.15 정도의 약한 양의 상관관계를 보임으로써 해당 방법의 타당성을 제시하고 있다^{21,22}. 비록 Cariostat 검사법과 기존의 검사법들을 비교한 선행연구들은 대부분 아동을 대상으로 하였고, 검사를 위한 배양액의 구성에 차이가 있어 직접적인 비교는 어렵다. 그럼에도 불구하고 본 연구와 선행연구들의 결과를 종합해 보았을 때 구강 내 다양한 균이 생성하는 산의 양을 반영하는 새로운 우식활성검사법은 기존의 것을 대신하여 임상에서 활용 될 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 20대의 치과대학 학생을 대상으로 새로운 우식활성 검사법의 활용 가능성을 평가하여 얻어진 결과이다. 연구대상이 비교적 구강위생관리가 잘되는 젊은 집단이라는 점과, 구강에 대한 전문지식을 가지고 있는 치과대학 학생을 대상으로 하였다는 점에서 본 연구 결과를 모든 인구 집단에서 일반화 하기에는 다소 제한이 있는 것으로 사료된다. 따라서 향후에는 다양한 연령대와 집단으로 구성된 우식 발생 위험도가 다양한 대상자들을 평가하여 새로운 검사법의 타당도 및 임상적 활용 가능성을 확인할 필요가 있으며, 또한 적절한 추적연구를 통해 새로운 검사법의 우식 발생 예측력을 평가해야 한다.

결론

본 연구는 치태의 산생성 능력을 이용한 새로운 우식활성검사법(Cariview[®])의 임상적 활용 가능성을 평가하기 위하여 20대의 일부 성인 집단을 대상으로 우식경험지수 및 기존의 우식활성검사법과인 Dentocult SM[®]과 Dentocult LB[®]를 이용해서 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 우식활성검사법 결과에 따라 분류된 우식 위험 집단간 우식경험지수의 평균을 비교한 결과 Cariview[®] 검사에서 위험도에 따른 저위험과 고위험 집단 간의 우식경험지수에 유의한 차이가 있었다($P < 0.05$).

2. 우식경험지수와 각각의 우식활성검사법과의 상관 분석 결과, Cariview[®] 위험도는 통계적으로 유의한 상관성($r = 0.23$, $P < 0.05$)이 있었지만, Dentocult SM[®]과 Dentocult LB[®]에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았다($P > 0.05$).

이상의 결과를 통해, Cariview[®]는 임상에서 비교적 간편하고 정확하게 치아우식활성을 평가하고 우식 발생 위험도를 예측하는데 활용할 수 있음을 확인하였다.

References

- van Amerongen JP, van Palenstein Helderma WH. Paradigm shift in dentistry for children: from restorative to preventive treatment of caries. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2010;117:139-141.
- Young DA, Lyon L, Azevedo S. The role of dental hygiene in caries management: a new paradigm. *J Dent Hyg* 2010;84:121-129.
- Nishimura M, Oda T, Kariya N, Matsumura S, Shimono T. Using a caries activity test to predict caries risk in early childhood. *J Am Dent Assoc* 2008;139:63-71.
- van Houte J. Microbiological predictors of caries risk. *Adv Dent Res* 1993;7:87-96.
- Gudkina J, Brinkmane A. Caries experience in relation to oral hygiene, salivary cariogenic microflora, buffer capacity and secretion rate in 6-year olds and 12 year olds in Riga. *Stomatologija* 2008; 10:76-80.
- Drucker DB. The role of sugar in the aetiology of dental caries. 4. The microbiological evidence. *J Dent* 1983;11:205-207.
- Beighton D, Adamson A, Rugg-Gunn A. Associations between dietary intake, dental caries experience and salivary bacterial levels in 12-year-old English schoolchildren. *Arch Oral Biol* 1996;41:271-280.
- Camling E, Emilson CG. Results with the caries activity test "Cariostat" compared to prevalence of mutans streptococci and lactobacilli. *Swed Dent J* 1989;13:125-130.
- Gabris K, Nagy G, Madlena M, Denes Z, Marton S, Keszthelyi G, et al. Associations between microbiological and salivary caries activity tests and caries experience in Hungarian adolescents. *Caries Res* 1999;33:191-195.
- Alaluusua S, Kleemola-Kujala E, Gronroos L, Evalahti M. Salivary caries-related tests as predictors of future caries increment in teenagers. A three-year longitudinal study. *Oral Microbiol Immunol* 1990;5:77-81.
- Nishikawara F, Katsumura S, Ando A, Tamaki Y, Nakamura Y, Sato K, et al. Correlation of cariogenic bacteria and dental caries in adults. *J Oral Sci* 2006;48:245-251.
- Alaluusua S. Salivary counts of mutans streptococci and lactobacilli and past caries experience in caries prediction. *Caries Res* 1993;27 Suppl 1:68-71.
- Loesche WJ. Role of Streptococcus mutans in human dental decay. *Microbiol Rev* 1986;50:353-380.
- Takahashi N, Nyvad B. The role of bacteria in the caries process: ecological perspectives. *J Dent Res* 2011;90:294-303.
- van Houte J. Role of micro-organisms in caries etiology. *J Dent Res* 1994;73:672-681.
- Kang SM JH, Jeong SH, Kwon HK, Kim BI. Development of a new color scale for a caries activity test. *J Korean Acad oral health* 2010;34:9-17.
- Harris R, Nicoll AD, Adair PM, Pine CM. Risk factors for dental caries in young children: a systematic review of the literature. *Community Dent Health* 2004;21:71-85.
- Keyes PH. Present and future measures for dental caries control. *J Am Dent Assoc* 1969;79:1395-1404.
- Omar M.M. Rodis YO, Ying Ji, Seishi Matsumura, Tsutomu Shimono. Comparison of plaque samples and saliva samples using the CAT21 Test[®] (Cariostat method). *pediatric dental journal* 2005;15:4.
- Reich E, Lussi A, Newbrun E. Caries-risk assessment. *Int Dent J* 1999;49:15-26.
- Ansai T, Yamashita Y, Shibata Y, Katoh Y, Sakao S, Takamatsu N, 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. *Int J Paediatr Dent* 1994;4:13-17.
- Koroluk L, Hoover JN, Komiyama K. The sensitivity and specificity of a colorimetric microbiological caries activity test (Cariostat) in preschool children. *Pediatr Dent* 1994;16:276-281.