

Sulfisomidine배합 산성고자당액상배지검사의 우식예측 타당도

박선화, 이흥수, 이선호

원광대학교 치과대학 예방치과학교실

Validity of caries prediction by caries activity tests using sulfisomidine-containing acidic high sucrose liquid medium

Sun-Hwa Park, Heung-Soo Lee, Sun-Ho Lee

Department of Preventive and Public Health Dentistry, Wonkwang University College of Dentistry, Iksan, Korea

Received: May 29, 2014

Revised: September 5, 2014

Accepted: September 12, 2014

Corresponding Author: Heung-Soo Lee

Department of Preventive and Public
Health Dentistry, Wonkwang University
College of Dentistry, 460 Iksan-daero,
Iksan 570-749, Korea
Tel: +82-63-850-6851
Fax: +82-63-850-6851
E-mail: smagn@wonkwang.ac.kr**Objectives:** The purpose of this study was to evaluate the caries prediction validity and between-observer reliability of caries activity tests using sulfisomidine-containing acidic high sucrose liquid medium (SAHS test).**Methods:** This longitudinal follow-up study was done for 1 year. The subjects were 188 elementary school children. The caries experience and caries activity of each of the subjects was examined. We adopted both the SAHS test and Dentocult SM test as caries activity tests. We conducted an ROC analysis on the test data, and thereafter calculated the sensitivity, specificity, predictive value, and Kappa statistics.**Results:** According to the ROC analysis, it was found that both the SAHS test and Dentocult SM test showed a similar level of AUC (0.5 or higher), which means that both tests have significant caries prediction validity. When the validating criterion was based on 1 or more new caries lesions and the screening criterion was based on a score of 5, it was found that the SAHS test (12 grade) showed a sensitivity value of 0.72-0.73, specificity value of 0.48-0.51, positive predictive value of 0.62-0.63, and negative predictive value of 0.61-0.62, respectively. Based on these 4 values, it was found that the SAHS test had a higher grade of sensitivity and negative predictive value than the Dentocult SM test. However, the latter had a higher grade of specificity and positive predictive value. Despite this, there were no significant differences between both tests. The SAHS test had higher between-observer reliability (kappa value) than the Dentocult SM test (0.90>0.88).**Conclusions:** In this study, it was found that both the SAHS test and Dentocult SM test had a similar level of caries prediction validity and between-observer reliability.**Key Words:** Caries activity, Caries risk, Colorimetry, Prediction, ROC curve

서론

치아우식증은 다요인성 질환이기 때문에 그 검사법은 대단히 많다. 또한 한 가지 요인만으로는 우식발생 가능성에 대한 예측력이 떨어지기 때문에 여러 가지 우식활성검사를 시행하고 그 결과를 종합하여 우식발생 위험성을 예측하려는 시도가 활발히

이루어지고 있다. 이러한 다양한 치아우식 위험요소들을 종합하여 우식발생 위험도를 예측하려는 시도는 컴퓨터의 사용이 보편화되면서 분석 프로그램으로 제시되고 있다. CAT (Caries-risk Assessment Tool)¹⁾, CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment)²⁾, Cariogram³⁾, NUS-CRA (National University of Singapore Caries-risk Assessment)⁴⁾, CART (Classification

and Regression Trees)⁵⁾ 등이 대표적이다. Gao 등⁶⁾은 3세 아이들에게 있어서 NUS-CRA 프로그램이 CAT, CAMBRA, Cariogram을 활용한 프로그램보다 유용하다고 보고하기도 하였다.

우식활성이 높은 사람을 가려내려는 것은 이러한 사람에게 집중적으로 우식예방처치를 시행함으로써 국민구강보건향상을 위한 경제적 효율을 높이려는 데 목적이 있다 할 것이다.

우식위험 평가 프로그램을 활용함으로써 우식발생에 대한 예측력을 향상시킬 수 있으나 평가 프로그램을 구성하는 개개 우식활성검사의 우식예측력이 높아야 이를 종합한 프로그램의 예측력이 높아진다는 점에서 개개 우식활성검사에 대한 연구는 종합적인 프로그램의 개발과 함께 중요하게 다루어져야 할 문제일 것이다. 아울러 우식위험 평가 프로그램을 사용할 경우 여러 요인을 측정하여야 하는 번거로움이 있으므로 우식활성검사의 실용성을 높이기 위한 연구 역시 계속되어야 할 것이다. 또한 실제 임상에서 단일검사에 의한 우식위험 평가가 이루어지고 있으므로 단일 우식활성검사에 대한 연구의 필요성 역시 매우 크다고 할 수 있다.

세균은 우식발생에 필요요인이라는 점에서 단일검사로써 우식예측에 가장 많이 활용된 검사는 세균학적 우식활성검사이다. 세균학적 우식활성검사는 우식발생 관련 세균으로 *Lactobacilli*와 *mutans streptococci*가 지목됨에 따라 이들에 의한 우식활성을 측정하는 검사가 주종을 이루고 있다.

비색산생성도분급법에 의한 세균학적 우식활성검사는 Snyder가 유산간균계수검사의 불편함을 극복하는 방법으로 개발, 제시한 이래 많은 연구가 이루어져왔다^{7,8)}. 스나이더검사는 세균의 수가 많으면 산생성이 많을 것이고 배지의 pH가 빨리 하강할 것이라는 가정 하에 고안된 검사로 pH 변화를 한 가지 지시약(bromocresol green, BCG)을 통해 육안으로 쉽게 구분할 수 있도록 하여 검사의 실용성을 높인 것으로 평가된다. 비색산생성도분급법에 의한 세균학적 우식활성검사는 이후 꾸준히 개량되어 주로 유산간균을 배양하는 일반검사와 *mutans streptococci*에 의한 우식활성을 측정하는 Cariostat검사⁹⁾ 등이 개발되었다.

계수법에 의한 세균학적 우식활성검사는 균의 수를 계수하는 과정이 복잡하여 한 동안 개발이 주춤하였으나 균의 수를 표준 비교표와 비교하여 판정하는 방법이 고안됨에 따라 다시 개발이 가속화되었다. 계수법에 의한 대표적인 검사로는 Cariescreen검사¹⁰⁾, Dentocult검사¹¹⁾ 등이 있다.

한편 우식활성검사에 대한 국내 연구를 살펴보면 초기에는 이미 개발된 우식활성검사를 활용한 연구에 집중되었으나 1990년대부터 새로운 우식활성검사를 개발하는 연구가 활발히 진행되었다. Kim과 Lee¹²⁾가 *mutans streptococci*에 의한 우식활성도를 측정하는 방법으로 고자당액체배지를 사용한 검사법을, Oh 등¹³⁾이 sulfisomidine배합 산성고자당액체배지를 제시하였고, Kim과 Lee¹⁴⁾가 고자당배지에 bacitracin과 sulfisomidine의 첨가에 관한 비교연구결과를 발표하였으며, Baik 등¹⁵⁾은 일반검사법을 개량하는 연구를 시행하였다.

이 중 Oh 등¹³⁾이 고안한 sulfisomidine배합 산성고자당액상배지검사(caries activity test by sulfisomidine containing

acidic high sucrose liquid medium)는 *mutans streptococci*를 배양하는 검사로서, *mutans streptococci*에 대한 선택성을 30% 자당, pH (5.4), sulfisomidine으로 확보하려는 특징을 가지고 있다. Sulfisomidine배합 산성고자당액상배지검사는 기존 *mutans streptococci* 검사에서 사용하는 MS (*mitis salivarius*) 배지 대신 자당과 pH 조정이라는 방법을 활용함으로써 검사 배지의 가격을 낮출 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 Dentocult SM검사 등에서 배지의 선택성 증가를 위해 사용하는 항생제 bacitracin 대신 설파제 sulfisomidine을 사용함으로써 배양 전 bacitracin을 첨가해야 하는 번거로움을 없애 검사의 실용성을 제고할 수 있다.

Oh 등¹³⁾은 sulfisomidine배합 산성고자당액상배지검사의 타당도와 우식경험도간에는 상관성이 있다고 보고하였고, Lee 등¹⁶⁾은 초등학교를 대상으로 1년간 종단 추적연구를 시행하고 민감도, 특이도, 적중률 등의 우식예측력 평가결과를 보고한 바 있다. 그러나 Oh 등¹³⁾의 연구에서는 우식예측 타당도 평가가 이루어지지 않았고, Lee 등¹⁶⁾의 연구에서는 우식경험도의 지표가 치아 단위이었고, 우식예측력을 비교할 검증된 기준검사가 없었으며 ROC 분석을 하지 않아 검사 전체의 타당도를 평가할 수 없었다는 한계를 지니고 있다.

이에 저자는 우식경험도를 치면 단위로 조사하고, 민감도와 특이도 등 검사 타당도지표를 산출함은 물론 ROC (receiver operating characteristics) 분석¹⁷⁾을 시행하고, 우식예측력을 비교할 기준검사로 Dentocult SM검사를 함께 시행하여 sulfisomidine배합 산성고자당액상배지검사의 우식예측 타당도를 평가하고자 하였다. 또한 검사자간 신뢰도를 산출하고 기준검사와 비교하여 검사의 신뢰도를 확인하고자 하였다. 이러한 연구 목적에 따라 초등학교를 대상으로 종단 추적연구를 시행하고 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

본 연구는 종단 추적연구로, sulfisomidine배합 산성고자당액상배지(이하, SAHS검사, 병행표기)검사의 우식예측력에 대한 타당도와 검사자간 신뢰도를 평가하기 위해 현재 상용화 되어 있는 Dentocult SM Strip검사(이하 Dentocult SM검사)를 대조검사로 하여 비교하는 방법을 사용하였다.

1. 연구대상

전라북도 김제시에 소재한 2개 초등학교에 재학 중인 191명을 연구대상으로 하였다. 연구 시작 당시(2011년 5월)의 대상은 2학년 117명과 3학년 74명으로 총 191명이었으나 약 1년 후(2012년 5월) 동일한 대상을 추적한 결과 다른 학교로 전학 및 검사 당일 결석으로 인해 3명의 불참자가 있어 최종 추적 연구대상자는 2학년 117명, 3학년 71명 총 188명이었다. 이 중 남학생은 102명으로 54.3%, 여학생은 86명으로 45.7%이었다. 본 연구는 연구시작 개시년도인 2011년 당시에는 연구윤리심의위원회의 심의를 거쳐야 한다는 규정이 없어 연구시작 전 학교를 미리 방문하

여 교사의 도움을 받아 학생들을 통해 연구의 목적과 방법 및 안전성에 대해 설명한 동의서를 부모에게 미리 배포한 후 부모의 동의가 있는 학생만을 대상으로 실시하였다.

2. 연구방법

2.1. 구강검사

구강검사는 연구 시작과 1년 후 2회 구강검사를 시행하였다. 치과 의사 1인이 자연광에서 치경과 탐침을 이용하여 세계보건기구가 권장하는 치아검사 기준에 따라 검사하였고 유치와 영구치를 구별하였으며, 개개 치아의 치면 상태를 교합면과 평활면(인접면 포함)으로 나누어 건전치면, 우식치면, 우식경험치면, 우식경험상실치면, 우식비경험상실치면, 열구전색치면, 우식비경험치면으로 구분하여 조사하였다.

2.2. 우식활성검사

(1) Sulfisomidine배합 산성고자당액상배지검사

1) 배지제조: Sucrose 30% (Junsei Chemical Co., Japan), sodium chloride 0.2% (Sigma Chemical Co., USA), beef extract 0.1% (Sigma Chemical Co., USA), bromocresol green 0.01% (Sigma Chemical Co., USA)의 배지를 만들어 100°C로 20분간 가열한 후에 식혔다가 약 45°C 정도가 되었을 때 sulfisomidine 1.5 g (Wako Pure Chemical Industries, Ltd)을 첨가하고 acetic acid (Duksan pure Chemicals Co., Ltd, Korea)로 pH를 5.4로 조정하였다.

2) 비색표준용액제조: 탈이온수에 sodium pyrophosphate (Junsei Chemical Co., Japan), 0.1 M citric acid (Duksan pure Chemicals Co., Ltd, Korea)의 혼합비율에 따라 pH 5.4에서부터 pH 3.2까지 0.2단위 간격으로 12개의 실린더에 완충용액을 만든 후 여기에 bromocresol green (Sigma Chemical Co., USA)을 3-4방울 첨가하여 비색표준용액을 제조하였다.

3) 검사 및 판독: 검사자 1인이 멸균된 면봉을 이용하여 실험 대상자의 전체 치아면을 여러 번 문질러 치면세균막을 채취한 후에 배지에 넣고 뚜껑을 닫아 배양 전까지 냉장 보관하였다. 37°C 배양기에 48시간 배양한 후 미리 준비한 비색표준용액의 색과 검사배지의 색을 비교하여 검사성적을 판독하였다. 검사성적 판독은 배지의 pH가 5.4에서부터 3.2까지 12개 급간이므로 검사성적이 최하 0점부터 최고 11점까지의 범위를 가지도록 pH 5.4를 0점, pH 5.2를 1점, pH 5.0을 2점, pH 4.8을 3점 등과 같은 순으로 최저 pH 3.2가 11점이 되도록 각각 변환하여 실시하였다. 이처럼 12급간을 그대로 판정하는 방법을 'SAHS 12급간 배양검사'로 명명하였다. 또한 Dentocult SM 검사결과와 비교하기 위해 Dentocult SM검사의 성적이 0-3점까지 4급간으로 판정된다는 것을 고려하여 4급간으로 재분류하여 판정하는 방법(SAHS 4급간 배양검사로 명명)으로 또 다른 판독을 실시하였다. 4급간 배양검사의 성적은 원점수 pH 5.4-pH 4.8을 0점으로, pH 4.6-pH 4.4를 1점, pH 4.2-pH 3.8을 2점으로, pH 3.6-pH 3.2를 3점으로 변환하였다. 이러한 변환은 12급간의 타당도 지표를 고려하여 비색표준

용액의 색을 쉽게 구분할 수 있도록 급간을 정하여 이루어졌다. 변환된 급간의 색은 0점이 청색, 1점이 청녹색, 2점이 연녹색, 3점이 연노랑색이었다. 한편 평가자 2인이 상호 판독 결과를 알 수 없도록 서로 다른 곳에서 우식활성검사성적을 각각 기록하였다.

(2) Dentocult SM Strip검사: Dentocult SM검사의 검사시료는 사용 설명서에 의거하여 kit에 포함되어 있는 일정한 규격의 파라핀 조각을 약 1분 정도 저작하게 한 후 분비된 자극성 타액을 strip에 묻혀 시약병에 넣고 뚜껑을 닫아 배양 전까지 냉장보관 하였다가 배양기에서 37°C로 48시간 배양하였다. 연구자 2인이 각각 Dentocult SM검사의 표준비교표와 비교하여 타액 1 ml 당 mutans streptococci (CFU, colony foaming unit)수가 10^4 CFU/ml 미만인 경우 0점, 10^5 CFU/ml 미만인 경우 1점, 10^5 CFU/ml 이상 10^6 CFU/ml 미만인 경우 2점, 10^6 CFU/ml 이상인 경우 3점으로 판정하였다.

2.3. 우식활성검사성적과 우식경험도의 상관성 분석

정량적 검사로서의 가능성을 알아보기 위하여 우식활성검사 성적과 우식경험도의 상관성을 피어슨 상관분석을 실시하여 분석하였다. 모든 자료는 전산입력한 후 SPSS 12.0 program (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였으며 통계적 유의성 판정을 위한 유의수준(α)은 0.05이었다.

2.4. 검사 타당도의 산출

(1) ROC 분석: 검사가 예측 검사로서의 타당도가 있는지 확인하기 위하여 ROC (receiver operating characteristics) 분석¹⁷⁾을 시행하였다. ROC 분석은 ROC 곡선을 생성하고 참조건 이상의 곡선을 그리고 있는지 확인하였으며, ROC 곡선 면적(area under the curve, AUC)을 산출하여 시행하였다.

(2) 타당도 지표의 산출: 검사 타당도를 평가하기 위한 지표는 민감도, 특이도, 적중률, 양성 예측도, 음성 예측도이었다. 이중 적중률(hit rate)은 우식활성이 양성인 사람을 양성이라고 판정하고 우식활성이 음성인 사람을 음성이라고 판정하는 분류의 정확도로 산출하였다. 실제 우식발생정도를 구분하는 기준인 분류기준치(validating criterion)는 1년 후 새로 생긴 신생우식치면이 1치면 이상 있는 경우로 설정하였다. 우식활성검사결과를 양성으로 판정하는 선별기준치(screening criterion)는 검사성적 급간에 따라 검사성적 X 이상을 양성으로(고우식활성자), 검사성적 X 미만을 음성으로 판정하였다.

(3) 최적의 선별기준치 선정: 단일치로 표현된 검사의 타당도를 산출하여 우식예측력을 평가하기 위해서 다음의 기준에 따라 최적의 선별기준치를 선정하였다.

1) 민감도가 0.6 이상인 선별기준치 중에서 적중률이 가장 높은 선별기준치를 최적의 선별기준치로 선정한다.

2) 검사자 A와 B의 선별기준치가 다를 경우 적중률이 높은 선별기준치를 최적의 선별기준치로 선정한다.

2.5. 검사자간 신뢰도 분석

두 명의 검사자가 판정한 검사성적의 검사자간 신뢰도를 알아보기 위해 검사자간 검사결과 일치율(두 검사자의 검사결과가 일치한 단순 비율)과 카파치(Kappa statistics)를 산출하였다.

연구성적

1. 우식활성검사성적과 우식경험도의 상관성

1.1. 연구시작 시 우식활성검사성적과 우식경험도의 상관성

연구시작 시의 우식활성검사성적과 우식경험도는 Table 1과 같이 대부분의 항목에서 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다($P<0.05$). SAHS검사와 가장 큰 상관성을 보인 우식경험도 항목은 검사자 A의 SAHS 4급간 평활면 우식치면수($r=0.400$)이었고, 가장 낮은 상관성을 보인 항목은 검사자 A, B 모두 교합면 우식치면수($r=0.314$)이었다. Dentocult SM검사성적과 우식경험도의 상관성이 가장 큰 항목은 검사자 A의 전체우식경험치면수($r=0.353$)이었고, 가장 낮은 상관성을 보인 항목은 검사자 B의 교합면 우식치면수($r=0.250$)이었다. 급간에 상관없이 교합면 우식치면수, 평활면 우식치면수, 전체 우식치면수에서는 SAHS검사와

가 Dentocult SM검사에 비해 상관성이 더 높게 나타났으나, 전체 우식경험치면수와는 두 검사의 상관성이 유사하였다. 대체적으로 양 검사 모두 교합면 우식보다 평활면 우식에서 더 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, SAHS검사는 전체 우식경험치면수보다 전체 우식치면수와와의 상관성이 더 높은 것으로 나타난 반면에 Dentocult SM검사는 전체 우식치면수보다 전체 우식경험치면수와의 상관성이 더 높은 것으로 나타났다.

1.2. 연구시작 1년 후 우식활성검사성적과 우식경험도의 상관성

연구시작 1년 후 우식활성검사성적과 우식경험도는 Table 2와 같이 양 검사 모두 전체항목에 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다($P<0.05$). SAHS검사에서는 12급간과 4급간 모두 A 검사자의 우식활성검사성적과 전체 우식치면수의 상관성이 가장 높았다. Dentocult SM검사에서는 검사자 B의 우식활성검사성적과 전체 우식치면수의 상관성이 가장 컸으며, 평활면 우식보다는 교합면 우식의 검사성적과 상관성이 컸다. 우식경험치면수는 SAHS 12급간 성적과 Dentocult SM검사성적에서 비슷한 상관성을 보였고, SAHS 4급간 우식활성검사성적과의 상관성이 가장 낮았다. 전체 우식치면수와 검사성적의 상관성은 SAHS검사가 Dentocult SM검사보다 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Correlations between dental caries experience and caries activity test (base line)

Caries activity test	Dd of occlusal surface	Dd of smooth surface	DdS	DdMFfS
sulfi-A 12 grade	.314**	.385**	.379**	.358**
sulfi-B 12 grade	.314**	.380**	.376**	.338**
sulfi-A 4 grade	.323**	.400**	.392**	.367**
sulfi-B 4 grade	.323**	.394**	.389**	.341**
Dentocult SM A	.278**	.326**	.327**	.353**
Dentocult SM B	.250**	.291**	.293**	.335**

** $P<0.01$ (Pearson correlation coefficient).

D (d), Decay; M, Missing; F (f), Filled; S, Surface.

sulfi, sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium; A, B, examiner.

Table 2. Correlations between dental caries experience and caries activity test (after 1 year)

Caries activity test	Dd of occlusal surface	Dd of smooth surface	DdS	DdMFfS
sulfi-A 12 grade	.243**	.306**	.300**	.232**
sulfi-B 12 grade	.230**	.295**	.287**	.214**
sulfi-A 4 grade	.252**	.293**	.300**	.218**
sulfi-B 4 grade	.242**	.282**	.289**	.201**
Dentocult SM A	.246**	.216**	.260**	.228**
Dentocult SM B	.253**	.214**	.263**	.238**

** $P<0.01$ (Pearson correlation coefficient).

D (d), Decay; M, Missing; F (f), Filled; S, Surface.

sulfi, sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium; A, B, examiner.

1.3. 우식활성검사성적과 신생우식경험치면수

우식활성검사성적과 신생우식경험치면수의 상관성은 Table 3

Table 3. Correlations between new dental caries lesion and caries activity test result

Caries activity test	NDdFf of occlusal surface	NDdFf of smooth surface	NDdMFfS
sulfi-A 12 grade	.160*	.196*	.231**
sulfi-B 12 grade	.163*	.173*	.219**
sulfi-A 4 grade	.136	.205**	.224**
sulfi-B 4 grade	.137	.189*	.212**
Dentocult SM A	.117	.092	.127
Dentocult SM B	.143	.096	.145

** $P<0.01$, * $P<0.05$ (Pearson correlation coefficient).

D (d), Decay; M, Missing; F (f), Filled; S, Surface.

sulfi, sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium; A, B, examiner.

Table 4. ROC analysis

Screening criterion	Examiner	AUC	Approximate 95% confidence interval	
			High	Low
sulfi-12 grade	A	.633	.717	.549
	B	.634	.718	.550
sulfi-4 grade	A	.623	.707	.538
	B	.622	.706	.538
Dentocult SM	A	.634	.719	.549
	B	.634	.719	.549

과 같다. SAHS검사에서는 4급간 우식활성검사성적과 교합면 우식치면수의 관계를 제외한 모든 항목에서 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났으나($P < 0.05$), Dentocult SM검사에서는 모든 항목에서 통계적으로 유의한 상관성이 없는 것으로 나타났다($P > 0.05$). SAHS검사에서 검사성적과 신생우식경험도의 상관성이 가장 높았던 항목은 검사자 A의 12급간 전체 우식경험치면수 이었고, 교합면 우식보다 평활면 우식이 검사성적과의 상관성이 컸다.

2. 검사 타당도

2.1. ROC 분석 결과

ROC 분석 결과는 Table 4 및 Fig. 1-3과 같이 SAHS검사와 Dentocult SM검사 모두에서 곡선의 면적(AUC)이 0.5를 넘어 선별검사로서의 타당도를 가지는 것으로 나타났다. SAHS검사서 곡선 면적이 가장 컸던 검사는 검사자 B의 12급간이었고, 면적

이 가장 적었던 것은 검사자 B의 4급간이었다. Dentocult SM검사의 곡선 면적은 SAHS 12급간 곡선 면적과 거의 차이가 없었다.

2.2. Sulfisomidine배합 산성고자당액상배지 12급간 우식 활성검사의 타당도

SAHS 12급간 우식활성검사의 타당도는 Table 5와 같다. 전체 치면을 대상으로 한 민감도는 선별기준치에 따라 0.97-0.07의 범위를 보였으며, 선별기준치가 1일 때 최고 높았고 10일 때 가장 낮은 것으로 나타났다. 교합면에 발생한 우식에 대한 민감도는 0.97-0.05, 평활면 우식에 대한 민감도는 0.98-0.09로 나타나 교합면보다 평활면 우식에 대한 민감도의 최저치가 높은 것으로 나타났다. 민감도는 A, B 두 검사자 모두 비슷하게 나타났다. 특이도는 선별기준치에 따라 0.98-0.05의 범위를 보였으며 선별기준치가 10일 때 최고 높았고 1일 때 가장 낮은 것으로 나타났다. 교합면보다 평활면 우식에 대한 민감도의 최저치와 최고치가 다소 높았다. 적중률은 전체 치면 우식발생에 대해서 0.62-0.49의 범위를 보였고, 가장 적중률이 높았던 것은 선별기준치 5이었다. 교합면 우식발생에 대해서는 적중률의 최고치는 0.63이었고, 평활면 우식발생에 대한 적중률의 최고치는 0.66이었다. 전체 치면 우식 발생예측에서 양성 예측도의 최고치는 0.75이었고 이때의 선별기준치는 10이었으며, 가장 높은 음성 예측도는 선별기준치 3으로 0.65이었다. 교합면 우식발생에 대한 양성 예측도의 범위는 0.50-0.38, 음성 예측도의 범위는 0.83-0.63이었다. 평활면 우식발생에 대한 예측도가 교합면 우식발생에 대한 예측도보다 높았는데, 양성 예측도의 최고치는 0.75, 최저치는 0.38이었고, 음성 예측도의 범위는 0.86-0.64이었다. 최적의 선별기준치는 적중률을 0.6 이상 기준으로 설정 시, A 검사자 경우 선별기준치는 5이었으며, 이때의 민감도는 0.73, 특이도 0.48, 적중률 0.62, 양성 예측도 0.62, 음성 예측도 0.61이었고, B 검사자 경우에도 선별기준치가 5로 이때의 민감도는 0.72, 특이도 0.51, 적중률 0.62, 양성 예측도 0.63, 음성 예측도가 0.62이었다.

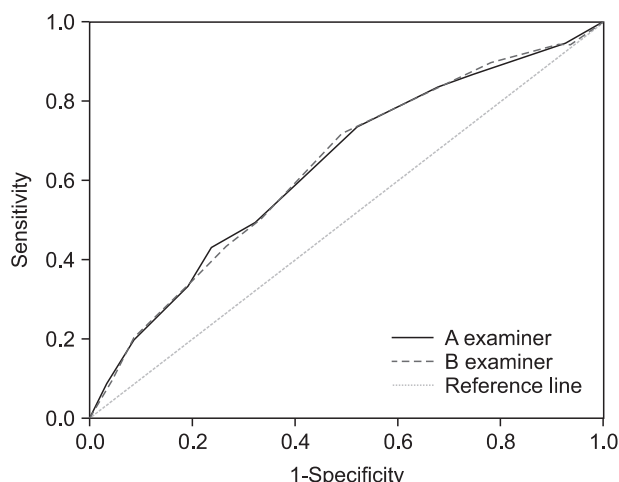


Fig. 1. ROC curve of test by sulfisomidine containing with acidic high-sucrose liquid medium (12 grade).

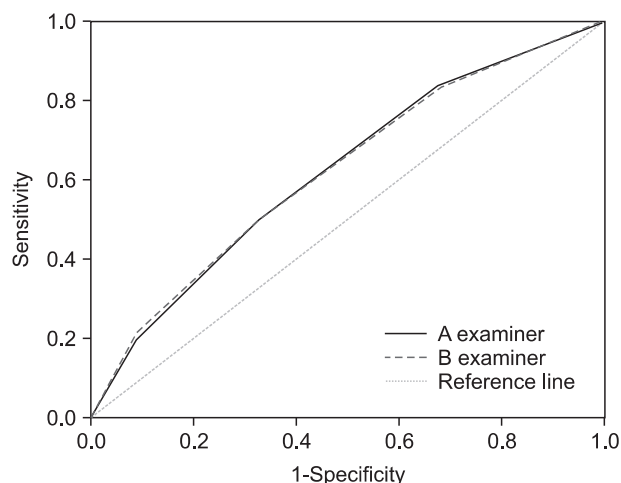


Fig. 2. ROC curve of test by sulfisomidine containing with acidic high-sucrose liquid medium (4 grade).

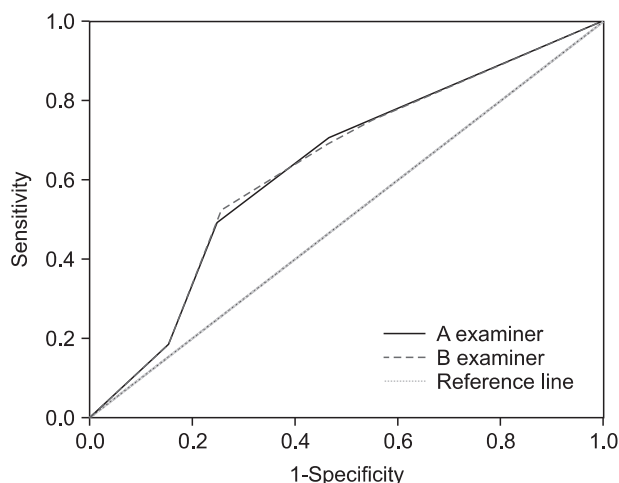


Fig. 3. ROC curve of Dentocult SM test.

Table 5. The validity of caries activity test by sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium (12 grade)

Screening criterion	Sensitivity			Specificity			Hit rate			Positive predictive value			Negative predictive value		
	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total
sulfi-A															
1	0.97	0.98	0.97	0.05	0.06	0.05	0.39	0.41	0.54	0.38	0.39	0.54	0.71	0.86	0.57
2	0.97	0.95	0.94	0.09	0.08	0.08	0.41	0.41	0.54	0.39	0.38	0.54	0.82	0.73	0.55
3	0.92	0.92	0.91	0.15	0.15	0.17	0.44	0.44	0.56	0.39	0.40	0.55	0.76	0.76	0.62
4	0.83	0.86	0.83	0.28	0.30	0.33	0.49	0.51	0.60	0.41	0.43	0.59	0.73	0.78	0.63
5	0.76	0.75	0.73	0.44	0.43	0.48	0.56	0.55	0.62	0.45	0.44	0.62	0.76	0.74	0.61
6	0.52	0.53	0.50	0.64	0.64	0.67	0.60	0.60	0.58	0.47	0.47	0.63	0.69	0.69	0.54
7	0.46	0.47	0.43	0.73	0.73	0.76	0.63	0.63	0.59	0.50	0.51	0.67	0.69	0.69	0.54
8	0.33	0.36	0.33	0.77	0.79	0.81	0.61	0.63	0.56	0.47	0.51	0.67	0.66	0.67	0.52
9	0.19	0.23	0.20	0.88	0.91	0.91	0.62	0.65	0.53	0.48	0.60	0.72	0.65	0.66	0.50
10	0.05	0.09	0.07	0.95	0.98	0.98	0.62	0.65	0.49	0.38	0.75	0.75	0.63	0.64	0.48
sulfi-B															
1	0.97	0.95	0.94	0.08	0.07	0.06	0.41	0.40	0.53	0.38	0.38	0.54	0.80	0.70	0.50
2	0.97	0.95	0.94	0.09	0.09	0.09	0.42	0.41	0.54	0.39	0.39	0.54	0.83	0.75	0.58
3	0.91	0.91	0.90	0.19	0.19	0.22	0.46	0.46	0.58	0.40	0.40	0.57	0.77	0.77	0.65
4	0.84	0.88	0.84	0.26	0.28	0.30	0.48	0.51	0.59	0.41	0.42	0.58	0.74	0.79	0.63
5	0.75	0.73	0.72	0.46	0.45	0.51	0.57	0.56	0.62	0.45	0.45	0.63	0.75	0.74	0.62
6	0.52	0.52	0.50	0.64	0.63	0.67	0.60	0.59	0.58	0.47	0.46	0.63	0.69	0.68	0.54
7	0.44	0.45	0.42	0.72	0.73	0.75	0.62	0.62	0.57	0.48	0.50	0.66	0.69	0.69	0.53
8	0.33	0.36	0.33	0.77	0.79	0.81	0.61	0.63	0.56	0.47	0.51	0.67	0.66	0.67	0.52
9	0.21	0.25	0.21	0.88	0.91	0.91	0.63	0.66	0.54	0.50	0.62	0.73	0.65	0.67	0.50
10	0.06	0.11	0.08	0.94	0.97	0.96	0.62	0.65	0.49	0.40	0.70	0.70	0.63	0.64	0.48

sulfi, sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium; A, B, examiner.

Table 6. The validity of caries activity test by sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium (4 grade)

Screening criterion	Sensitivity			Specificity			Hit rate			Positive predictive value			Negative predictive value		
	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total
sulfi-A															
1	0.83	0.86	0.83	0.28	0.30	0.33	0.49	0.51	0.60	0.41	0.43	0.59	0.73	0.78	0.63
2	0.52	0.53	0.50	0.64	0.64	0.67	0.60	0.60	0.58	0.47	0.47	0.63	0.69	0.69	0.54
3	0.19	0.23	0.20	0.88	0.91	0.91	0.62	0.65	0.53	0.48	0.60	0.72	0.65	0.66	0.50
sulfi-B															
1	0.84	0.88	0.84	0.26	0.28	0.30	0.48	0.51	0.59	0.41	0.42	0.58	0.74	0.79	0.63
2	0.52	0.52	0.50	0.64	0.63	0.67	0.60	0.59	0.58	0.47	0.46	0.63	0.69	0.68	0.54
3	0.21	0.25	0.21	0.88	0.91	0.91	0.63	0.66	0.54	0.50	0.62	0.73	0.65	0.67	0.50

sulfi, sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium; A, B, examiner.

2.3. Sulfisomidine배합 산성고자당액상배지 4급간 우식활성검사의 타당도

분류기준치를 우식발생유무로 했을 때 SAHS 4급간은 우식활성검사의 타당도는 Table 6과 같다. SAHS 4급간 배양검사의 민감도는 전체 치면에서 선별기준치에 따라 0.84-0.20의 범위를 보였으며, 교합면에서는 0.84-0.19, 평활면에서는 0.88-0.23의 범위를 나타냈다. 특이도는 0.91-0.30의 범위를 보였으며, 교합면에서는 0.88-0.26, 평활면에서는 0.91-0.28의 범위를 나타냈다. 적중률이 가장 높은 선별기준치는 전체 치면에서 A, B 검사자 모두 선별기준치 1로 각각 0.60, 0.59로 나타났다.

양성 예측도의 최고치는 전체 치면에서 0.73이었고 이때의 선

별기준치는 B 검사자의 선별기준치 3이었으며, 가장 높은 음성 예측도는 A, B 검사자 모두 선별기준치 1로 0.63이었다. 양성 예측도는 전체 치면에서의 예측도가 교합면과 평활면에서의 예측도보다 높았다.

최적의 선별기준치는 A 검사자 경우 선별기준치는 1이었으며 이때의 민감도는 0.83, 특이도 0.33, 적중률 0.60, 양성 예측도 0.59, 음성 예측도 0.63이었고, B 검사자 경우에도 선별기준치가 1로 이때의 민감도는 0.84, 특이도 0.30, 적중률 0.59, 양성 예측도 0.58, 음성 예측도 0.63이었다.

Table 7. The validity of Dentocult SM test

Screening criterion	Sensitivity			Specificity			Hit rate			Positive predictive value			Negative predictive value		
	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total	Occlusal surface	Smooth surface	Total
Dentocult SM A															
1	0.75	0.72	0.71	0.49	0.47	0.53	0.59	0.57	0.63	0.47	0.45	0.63	0.77	0.74	0.62
2	0.51	0.50	0.50	0.69	0.68	0.75	0.62	0.61	0.62	0.49	0.49	0.69	0.70	0.69	0.57
3	0.21	0.14	0.19	0.85	0.81	0.85	0.61	0.56	0.50	0.45	0.31	0.59	0.64	0.61	0.48
Dentocult SM B															
1	0.75	0.75	0.73	0.43	0.43	0.48	0.55	0.55	0.62	0.44	0.44	0.62	0.74	0.74	0.61
2	0.56	0.52	0.52	0.70	0.67	0.75	0.65	0.61	0.63	0.52	0.49	0.70	0.73	0.70	0.58
3	0.19	0.17	0.19	0.84	0.83	0.85	0.60	0.58	0.50	0.41	0.38	0.59	0.64	0.62	0.48

A, B, examiner.

2.4. Dentocult SM검사의 타당도

Dentocult SM검사의 타당도는 Table 7과 같다. 전체 치면을 대상으로 한 민감도는 선별기준치에 따라 0.73-0.19의 범위를 보였으며, 평활면에서 민감도의 범위는 0.75-0.14이었고 교합면에서는 0.75-0.19이었다. 특이도는 선별기준치에 따라 전체 치면에서 0.85-0.48, 교합면에서 0.84-0.43, 평활면에서 0.83-0.43의 범위를 보였다. 적중률은 전체 치면에서 0.63-0.50의 범위를 보였으며, 가장 높은 선별기준치는 A 검사자에서는 1, B 검사자에서는 2로 나타났다. 양성 예측도는 전체 치면에서 최고치가 0.70이었고 이때의 선별기준치는 두 검사자 모두 2이었으며, 가장 높은 음성 예측도는 A 검사자의 선별기준치 1로 0.62이었다. 최적의 선별기준치는 A 검사자 경우 선별기준치는 1이었으며 이때의 민감도는 0.71, 특이도 0.53, 적중률 0.63, 양성 예측도 0.63, 음성 예측도 0.62이었고, B 검사자 경우에도 선별기준치가 1로 이때의 민감도는 0.73, 특이도는 0.48, 적중률 0.62, 양성 예측도는 0.62, 음성 예측도가 0.61로 나타났다.

2.5. SAHS검사와 Dentocult SM검사의 상관성

SAHS검사의 검사(4급간)와 Dentocult SM검사의 상관성을 분석하기 위해 스페어만의 순위상관분석을 실시한 결과 통계적으로 유의하였으며($P < 0.001$), 상관의 정도는 0.333-0.352의 범위를 보였다.

3. 검사의 신뢰도

가장 높은 일치율은 SAHS 4급간 92.6%이었으며, 이때의 카파치는 0.898이었다. SAHS검사의 검사결과 일치율은 4급간 결과 일치율이 12급간 결과 일치율(일치율은 81.9%, Kappa 0.898)보다 높게 나타났다. Dentocult SM검사의 일치율은 90.9%이었고 이때의 카파치는 0.879로 나타났다. SAHS 4급간 검사 신뢰도가 Dentocult SM검사 신뢰도보다 더 높았다.

고 안

Sulfisomidine배합 산성고자당액상배지검사는 mutans

streptococci에 의한 산생성도를 평가하는 우식활성검사의 일종으로서 배지의 선택성을 고자당, 산성 환경, sulfisomidine 첨가라는 방법을 이용해 얻으려 한다는 특징을 가지고 있다. pH 5.4는 유산간균과 mutans streptococci가 비교적 잘 자라는 산성 환경이며, 30% 고자당을 사용하면 유산간균보다 mutans streptococci에게 명백히 유리한 환경이 된다¹⁸⁾. 여기에 선택성을 더욱 증가시키기 위해 sulfisomidine이 첨가된다. Sulfisomine은 sulfasomine 또는 sulphadimetine이라고도 하며, 백색 또는 유백색의 분말이며, 전신 및 요로감염증의 치료에 사용된 항균성 화학요법제이다¹⁴⁾. Sulfisomidine을 첨가하는 것은 mutans streptococci가 sulfa제에 저항성이 있기 때문이다^{19,20)}. Carlsson¹⁹⁾은 자당배지에 sulphonamide를 첨가한 배지를, Woods²⁰⁾는 MS agar에 sulphadimetine 1 g/L의 농도로 첨가한 우식활성검사법을 고안한 바 있다. Kim과 Lee¹²⁾는 고자당 (20%) 배지에 sulfisomidine을 첨가한 우식활성검사법을 고안하여 우식활성검사치와 우식경험유치면지수의 상관성을 보고하였다.

본 연구에서 Dentocult SM검사를 대조검사로 사용한 것은 SAHS검사의 타당도를 객관적으로 비교하기 위함이었다. 타당도 항목인 민감도와 특이도 등을 평가하기 위해서는 다른 연구결과와 비교하는 방법이 있으나 대상연령, 추적기간, 우식경험도 산출 방법, 선별기준치와 분류기준치가 모두 달라 비교하는데 어려움이 있다. 그러므로 동일 대상에 두 가지 검사를 모두 시행하면 이러한 조건들이 같게 되므로 객관적인 평가가 용이할 것이다. 또한 Dentocult SM검사가 mutans streptococci에 의한 우식활성을 측정하는 데 가장 많이 활용되는 검사 kit이므로 SAHS검사의 타당도를 평가하는데 적절할 것이다. Shi 등²¹⁾은 Dentocult SM검사가 Dentocult LB검사나 Dentobuff검사와 우식의 존재, 진행, 예후 판단에 가장 좋은 검사라고 보고한 바 있다.

우식활성검사의 개발은 우식활성검사성적과 우식경험도로 표현되는 임상적인 상태와 상관성이 있는가를 평가하는 것에서부터 시작된다. 본 연구에서 우식활성검사성적과 연구시작 시 및 1년 후 우식경험도는 통계적으로 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다. 전체 우식경험치면수와의 상관성은 SAHS검사와 Dentocult SM검사가 비슷하였으나 전체 우식치면수와의 상관성은 SAHS검

사가 Dentocult SM검사보다 높은 것으로 나타나 SAHS검사가 현재 우식을 좀 더 잘 반영하는 것으로 판단되었다. SAHS검사에서 연구시작 시 상관성의 정도는 전체 우식경험치면수와 상관계수가 0.338-0.367의 범위를 나타내었다. Gabris 등²²⁾은 14-16세 청소년에서 Dentocult SM검사 성적과 DMFT 및 DMFS의 상관성은 0.186과 0.169이었다고 보고하였다. Chung과 Chang²³⁾은 12세 아동에서 Dentocult 검사 성적과 세계보건기구의 기준에 따른 우식경험치면수의 상관계수는 0.252이었으나 치면열구전색이 필요하다고 판정하는 열구부위의 초기우식병소를 우식경험치면수에 합산할 경우 상관계수가 0.309이었다고 보고한 바 있다. 우식활성검사의 목적이 초기우식병소가 발생하기 전에 예방하는 것이므로, Chung과 Chang²³⁾의 연구에서와 같이 우식경험도 항목에 초기우식병소를 포함시키면 우식발생예측의 타당도가 증가할 것으로 생각되었다.

한편 연구 시작 1년 후의 우식경험도와 우식활성검사성적의 상관성은 SAHS검사와 Dentocult SM검사 모두에서 감소하였는데 이는 본 연구의 대상이 혼합치열기 아동이어서 유치의 탈락으로 인한 결과라고 추정되었다. 우식활성검사성적과 신생우식경험치면수와 상관계수는 SAHS검사에서는 대부분의 항목에서 유의한 상관성을 보였으나 Dentocult SM검사에서는 대부분의 항목에서 통계적으로 유의한 상관성이 없었다. 이는 Dentocult SM검사가 우식경험도와 선형적인 관계가 없다는 정량적 검사로서의 가능성이 적다는 것을 의미할 수 있다고 생각되었다. Baca 등²⁴⁾의 연구에서도 Dentocult SM 검사는 선형성이 없어 ROC 분석에서 제외된 바 있다. 그러나 추적 기간이 짧았기 때문에 나타난 현상일 수도 있을 것이므로 후속 연구가 필요할 것이다.

검사 타당도를 확인하기 위해 ROC 분석을 한 결과 SAHS검사와 Dentocult SM검사 모두 AUC 값이 0.5를 넘어 검사 타당도가 있는 것으로 나타났으며, 양 검사의 AUC 값은 거의 차이가 없었다. AUC 값이 0.5 이하이면 선별검사로서의 가치가 없다고 판정한다¹⁷⁾. AUC 값을 산출한 선행 연구를 찾을 수 없어 직접적인 비교가 어려우나 복합 분석 프로그램인 Cariogram의 95% 신뢰 구간 AUC 값이 0.697-0.804이었는데²⁵⁾ 반해 본 연구에서 SAHS검사의 AUC 값이 0.526-0.718로 낮았다. 그러나 Cariogram이 복합 요인 검사이고 SAHS검사는 단일 요인 검사라는 점을 감안한다면 검사 타당도가 낮지 않다고 판단되었다.

본 연구에서 선별기준치는 검사급간에 따라 검사성적 X 이상을 양성으로 검사성적 X 미만을 음성으로 설정하였다. 검사결과 성적이 이분변수일 경우에는 단순히 양성 및 음성으로 설정되나, 본 연구처럼 연속변수로서 다양한 급간이 있을 경우에는 어떤 급간을 기준으로 우식발생예측을 할 것인가가 문제, 즉 최적의 선별기준치가 설정되어야 한다. 본 연구에서는 민감도가 0.6 이상인 선별기준치 중에서 적중률이 가장 높은 선별기준치를 최적의 선별기준치로 선정하였으며 검사자 A와 B의 선별기준치가 다를 경우 적중률이 높은 선별기준치를 최적의 선별기준치로 선정하였다. 본고에서 먼저 민감도를 최적의 선별치 선정기준으로 삼은 것은 민감도를 기준으로 최적의 선별기준치를 설정할 경우에 발생

되는 위양성자가 선행 예방조치를 받게 되더라도 경제적 효율은 떨어지나 특별한 위해작용이 없다는 데 근거한다. 그러나 지나치게 특이도가 낮을 경우 위음성자가 예방조치 대상에서 제외되어 치아우식발생을 방치하는 결과를 낳게 되므로 이를 보완하기 위해 적중률을 두 번째 기준으로 선정하였다. 본 연구에서 분류기준치를 신생우식병소가 1개 이상인 경우로 설정했을 때 SAHS검사와 Dentocult SM검사의 우식예측 타당도는 비슷하였다. SAHS 12급간 검사와 Dentocult SM검사를 비교했을 때 모든 타당도 항목 값이 비슷하였으며, 판정 급간을 4등급으로 하였을 때, 적중률, 양성 및 음성 예측도는 유사하였고, 민감도는 SAHS검사가, 특이도는 Dentocult SM검사가 높았다. 그러므로 두 검사의 타당도를 종합적으로 보았을 때 우열을 가리기에는 무리가 있을 것으로 판단되었다. SAHS검사의 우식예측 타당도 결과를 외국의 다른 우식활성검사 연구결과^{16,26)}와 비교하면, 분류기준치와 선별기준치가 달라 직접적인 비교는 어려우나 SAHS검사가 양성 예측도는 다소 높고, 민감도는 비슷하거나 높았으며 특이도가 다소 낮은 것으로 사료되었다. 국내의 연구결과에서 Lee 등¹⁶⁾은 선별기준치를 pH 4.6-pH 5.0으로, 분류기준치를 신생우식치아수가 1개 이상인 경우로 했을 때 SAHS검사의 민감도는 0.56-0.69, 특이도 0.39-0.49, 적중률 0.51-0.54라고 보고하였으나 최적의 선별기준치를 제시하지 않아 객관적인 비교가 어려웠다. 또한 Shin 등²⁷⁾은 검사 결과 점수 3을 양성으로 판정했을 때 개량형 Dentocult SM검사의 민감도 및 특이도 그리고 적중률이 각각 0.74, 0.66, 0.70이라고 보고하였으나 횡단면 연구이었기 때문에 역시 비교에 제한점이 있었다. 한편 Petersson 등²⁵⁾은 Cariogram의 우식예측 타당도를 분석한 연구에서 민감도가 0.73 특이도는 0.60 양성 및 음성 예측도가 0.45와 0.83이라고 보고한 것을 고려하면 단일 요인 검사인 SAHS검사는 우식예측 검사로서의 가치가 비교적 클 것으로 판단되었다.

검사자간 신뢰도 분석결과 SAHS검사의 검사결과 일치율은 4급간 검사의 일치율이 12급간 검사의 일치율보다 높게 나타났는데, 4급간 SAHS검사의 일치율은 92.6%, 카파치는 0.898이었다. 이러한 검사자간 신뢰도는 Dentocult SM검사의 일치율보다 높은 것이었다(일치율 90.9%, 카파치 0.876). Splieth와 Bernhardt²⁸⁾는 Dentocult SM검사의 검사결과 일치율이 92%, 카파치 0.78이었다고 보고한 바 있다.

총괄적으로 보아 SAHS검사는 Dentocult SM검사와 비교할 때 검사 타당도는 비슷하나 민감도가 다소 높아 민감도를 중시할 경우에 사용이 더 적합할 것으로 판단되었다. 또한 검사자간 신뢰도가 높아 측정 오류가 적을 가능성이 큰 것도 장점으로 생각되었다. 한편 SAHS검사는 Dentocult SM검사보다 검사 자체가 가지는 장점이 많을 것으로 판단되는데 그 장점은 다음과 같다. 첫째 SAHS검사는 Dentocult SM검사보다 검사시간이 적게 걸리며 그 사용 과정 또한 더욱 편리하다. Dentocult SM검사는 MS배지를 기본 배지로 하는데 선택성을 증가시키기 위해 검사 전에 bacitacin 정제를 배양액에 넣는다. 그리고 bacitacin 정제가 잘 녹아 섞이도록 15분간 가볍게 흔들어 주어야 한다. bacitracin을 따로

넣는 이유는 항생제인 bacitracin이 열에 약해 bacitracin을 미리 배지 속에 넣고 멸균을 할 수 없기 때문이다. 이에 비해 SAHS 검사는 열에 강한 sulfisomidine이 배지 속에 이미 들어 있으므로 따로 투입하는 과정이 필요가 없다. 둘째, SAHS검사는 Dentocult SM검사보다 배지 보존기간이 길다. Dentocult SM검사는 항생제인 bacitracin을 사용하기 때문에 보존기간이 짧으나 sulfa제인 sulfisomidine은 보존기간이 훨씬 길다. Kalfas 등²⁹⁾은 MS agar에 bacitracin을 첨가한 MSB 배지검사와 MS broth에 sulfisomidine을 첨가한 배지검사를 비교하였다. 검사결과는 유사하였으며, sulfisomidine을 배합한 배지는 실온에서 6개월 동안 안정성이 있었으나 bacitracin 배지는 단지 1주일 정도만 안정성이 있었기 때문에 sulfisomidine을 배합한 배지검사가 MSB 배지검사보다 더욱 간편하고 경제적이며 안정성이 있다고 주장하였다. 셋째, SAHS검사는 MS 배지 대신 고자당을 사용하기 때문에 경제적으로 저렴하다. 국내에서 판매되고 있는 Dentocult SM검사 kit의 가격이 비싸다는 점에서 검사 타당도가 비슷하고 검사자간 신뢰도가 높은 SAHS검사로의 대체가 주는 경제성은 매우 클 것이다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자의 종단 연구기간이 짧았다는 점이다. 우식발생에는 시간요인이 작용하므로 정확한 우식 예측 타당도를 평가하기 위해서는 지속적인 추적연구가 필요하다고 생각되었다. 두 번째 제한점은 치아우식증발생에 영향을 미치는 식이습관 및 구강건강관리실태 등과 같은 외래요인이 통제되지 않았다는 점이다. 이에 따라 세균학적 치아우식활성검사만의 우식예측력이 정확하게 측정되지 않았을 가능성이 있다. 그러므로 후속연구에서는 관련변수를 연구 설계 내에 포함시키는 것이 바람직할 것으로 사료되었다. 마지막으로 최적의 선별기준치의 기준이 다소 주관적이었다는 점이다. 후속 연구에서는 Kim 등³⁰⁾이 제시한 양성 우도비, 비율우연기준치와의 차이 등이 최적의 선별기준치를 선정하는데 활용되어야 할 것이다.

그러나 본 연구는 우식경험도를 치면 단위로 측정하고, ROC 분석을 통해 검사의 타당도를 검증함으로써 우식예측 타당도의 정확성 및 분석력이 향상되었고, 국내에서 거의 시도되지 않은 검사자간 신뢰도를 평가했다는 점에서 그 의의가 있다고 생각되었다.

결론

국내에서 개발된 sulfisomidine배합 산성고자당액상배지 검사의 우식예측 타당도와 검사자간 신뢰도를 평가하기 위하여 Dentocult SM검사를 대조검사로 하는 종단 추적연구를 시행하였다. 연구대상자는 초등학생 188명이었으며 추적기간은 1년이 었다. 우식예측 타당도를 분석하기 위하여 상관분석 및 ROC 분석을 시행하였고, 민감도, 특이도, 적중률, 양성 및 음성 예측도를 산출하였다. 또한 검사자간 신뢰도를 분석하기 위하여 kappa치 등을 산출하였다. 이를 바탕으로 sulfisomidine배합 산성고자당 액상배지검사와 Dentocult SM검사의 우식예측력과 검사자간 신

뢰도를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. SAHS검사성적은 1년 후 신생우식치면수와 상관성이 있는 것으로 나타났으나, Dentocult SM검사성적과 1년 후 신생우식 치면수의 상관성은 통계적으로 유의하지 않았다.

2. ROC 분석 결과 SAHS검사와 Dentocult SM검사 모두 곡선의 면적이 0.5를 넘어 검사 타당도가 있는 것으로 나타났으며, 양 검사의 곡선 면적은 비슷하였다.

3. 분류기준치를 신생우식병소가 1개 이상인 경우로, 선별기 준치를 5로 했을 때, 12급간 SAHS검사의 민감도는 0.72-0.73, 특이도는 0.48-0.51이었고, 양성 및 음성 예측도는 각각 0.62-0.63, 0.61-0.62이었다.

4. 판정 급간을 4등급으로 하였을 때, 검사의 민감도와 음성 예측도는 SAHS검사가 높았으며, 특이도와 양성 예측도는 Dentocult SM검사가 높았으나 두 검사간의 타당도 항목 값의 차이는 크지 않았다.

5. 검사자간 신뢰도(kappa치)는 SAHS검사(0.90)가 Dentocult SM검사(0.88)보다 높았다.

이상의 결과를 종합할 때 SAHS검사와 Dentocult SM검사의 우식예측 타당도와 검사자간 신뢰도는 유사하였다.

References

1. Zukanović A. Caries risk assessment models in caries prediction. *Acta Med Acad* 2013;42:198-208.
2. Kutsch VK. Dental caries: an updated medical model of risk assessment. *J Prosthet Dent* 2014;111:280-285.
3. Bratthall D, Hänsel Petersson G. Cariogram -a multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease. *Community Dent Oral Epidemiol* 2005;33:256-264.
4. Gao XL, Hsu CY, Xu Y, Hwang HB, Loh T, Koh D. Building caries risk assessment models for children. *J Dent Res* 2010;89:637-643.
5. Ito A, Hayashi M, Hamasaki T, Ebisu S. Risk assessment of dental caries by using Classification and Regression Trees. *J Dent* 2011; 39:457-463.
6. Gao X, Di Wu I, Lo EC, Chu CH, Hsu CY, Wong MC. Validity of caries risk assessment programmes in preschool children. *J Dent* 2013;41:787-795.
7. Ramesh K, Kunjappan S, Ramesh M, Shankar S, Reddy S. Comparative evaluation of predictive value of three caries activity tests-snyder, lactobacillus count and cariostat in mixed dentition children with and without caries. *J Pharm Bioallied Sci* 2013;5 Suppl 1:S63-68.
8. Sánchez-Pérez L, Golubov J, Irigoyen-Camacho ME, Moctezuma PA, Acosta-Gio E. Clinical, salivary, and bacterial markers for caries risk assessment in schoolchildren: a 4-year follow-up. *Int J Paediatr Dent* 2009;19:186-192.
9. Nishimura M1, 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.
10. Jordan HV, Laraway R, Snirch R, Marmel M. A simplified diagnostic system for cultural detection and enumeration of *Streptococcus mutans*. *J Dent Res* 1987;66:57-61.
11. Alaluusua S, Savolainen J, Tuompo H, Gronroos L. Slide-scoring method for estimation of *Streptococcus mutans* levels in saliva. *Scand J Dent Res* 1984;92:127-133.

12. Kim YJ, Lee KH. Correlation between dmfs index and caries activity test scores with high-sucrose medium in preschool-children. J Korean Acad Pediatr Dent 1991;18:51-57.
13. Oh YB, Lee HS, Kim SN. Correlation between caries experience and caries activity test score by sulfisomidine containing acidic high sucrose liquid medium in primary school children. J Korean Acad Oral Health 1992;16:41-52.
14. Kim SJ, Lee KH. Comparative study of the inhibitory effect of bacitracin and sulphisomidine in plaque culture test of preschool children with sucrose liquid medium. J Korean Acad Pediatr Dent 1991;18:44-50.
15. Baik SJ, Lee KH, Kim SN. A study of the modification and standardization of Alban caries activity test. J Korean Acad Oral Health 1992;16:285-307.
16. Lee HS, Lee KH, Kim SN. A study on the caries prediction of bacteriologic caries activity test. J Korean Acad Oral Health 1992; 16:336-359.
17. Chattopadhyay A. Oral health epidemiology : principles and practice. Boston; Jones & Bartlett Publishers; 2011:78-79.
18. Chang MS, Lee KH, Kim SN. Correlation between caries experience and caries activity test score by acid high sucrose liquid medium in the children of mixed dentition. J Korean Acad Oral Health 1992;16:308-335.
19. Carlsson J. A medium for isolation of *Streptococcus mutans*. Arch Oral Biol 1967;12:1657-1658.
20. Woods R. A dental caries susceptibility test based on occurrence of *Streptococcus mutans* in plaque material. Aust Dent J 1971;16: 116-121.
21. Shi S, Deng Q, Hayashi Y, Yakushiji M, Machida Y, Liang Q. A follow-up study on three caries activity tests. J Clin Pediatr Dent 2003;27:359-364.
22. Gábris K, Nagy G, Madléna M, Dénes Z, Márton S, Keszthelyi G, Bánóczy J. Associations between microbiological and salivary caries activity tests and caries experience in Hungarian adolescents. Caries Res 1999;33:191-195.
23. Chung DI, Chang KW. Caries risk estimation of 12 year - old children by salivary test and culture of *Streptococcus mutans* and *lactobacilli*. J Korean Acad Oral Health 1992;16:113-128.
24. Baca P, Parejo E, Bravo M, Castillo A, Liébana J. Discriminant ability for caries risk of modified colorimetric tests. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2011;16:978-983.
25. Petersson GH, Isberg PE, Twetman S. Caries risk assessment in school children using a reduced Cariogram model without saliva tests. BMC Oral Health 2010;10:5-10.
26. Van Houte J. Microbiological predictors of caries risk. Adv Dent Res 1993;7:87-96.
27. Shin DK, Kim JY, Song KB, Nam SH. Relationship between Dentocult-SM test, microbial analysis and dental caries in the preschool children. J Korean Acad Pediatr Dent 2003;30:254-262.
28. Splieth C, Bernhardt. Prediction of caries development for molar fissures with semiquantitative Mutans streptococci tests. Eur J Oral Sci 1999;107:164-169.
29. Kalfas S, Edwardsson S, Birkhed D. Determination of salivary *Streptococcus mutans* levels in a stable sucrose-sulphasomidine-containing broth. Caries Res 1985;19:320-326.
30. Kim KH, Lee HS, Kim SN. Validity of bacteriologic caries activity tests by colorimetric grade in dental caries prediction. J Korean Acad Oral Health 2000;24:421-440.