

Cariostat를 이용한 아동의 우식활성에 관한 임상적 연구

전북대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치의학연구소

백병주 · 양정숙 · 이영수 · 양연미 · 김재곤

Abstract

A CLINICAL STUDY FOR CARIES ACTIVITY OF PRESCHOOL CHILDREN USING CARIOSTAT

Byeong-Ju Baik, D.D.S., Ph.D., Jeong-Suk Yang, D.D.S., M.S.D.,
Young-Su Lee, D.D.S., M.S.D., Yeon-Mi Yang, D.D.S., Jae-Gon Kim, D.D.S., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry and Institute of Dental Science
School of Dentistry, Chonbuk National University*

The purpose of the study was to determine the ability of the caries activity test, 'Cariostat' to identify preschool children with dental caries. The subjects of this study were 76 children of 3 to 5 years of age. Oral examination was carried out to assess the caries experience using a mirror and explorer. In all subjects buccal plaque samples were obtained, incubated, and scored as the manufacturer's instructions for the Cariostat test. Statistical analyses were used with the Crosstabulation.

The test group exhibited mean dft index 5.21, while 27.63% of subjects were caries free and had no restorations. The sensitivity of the Cariostat test was found to be 98.8% while the specificity was found to be 19.05%. The results showed that caries activity measured by visual reading was highly significant to the Cariostat score and dft index ($P < 0.001$).

The Cariostat method has indicated the future possible occurrence of caries. The use of this method is meant to require in the caries prevention program.

Key words : Caries activity test, Cariostat test, dft index

I. 서 론

다양한 요소들의 복합적 작용에 의하여 발생하는 치아우식증에 대한 예방은 필요하며 이를 위한 조기진단으로 현재 주기적인 방사선검사, 임상검사 등이 사용되고 있다. 그러나, 단지 구강검사에 의해 치아우식활성이 있는지 평가하는 것은 주관적이며 치아우식증이 어느 정도 나타난 후에 판단할 수 있다는 단점이 있다. 주기적이고 빈번한 방사선 검사는 어린 아동의 방사선노출을 증가시킨다.

치아우식증의 조기진단과 재석회화 치료의 중요성이 인식됨에 따라 임상적으로 활용할 수 있는 우식활성검사에 대한 많은 연구가 되어 왔다. 많은 수의 우식활성검사는 미생물학적인 면을 기초로 개발되었다. Hadley¹⁾는 *lactobacilli* colonies 수를 세어 치아우식활성도를 평가하는 방법을 개발하였고, Snyder²⁾는 타액내 *lactobacilli* 수를 평가하는 간단한 비색법을, Rickles³⁾은 자당의 산형성에 대한 간단한 비색법을 개발하였다. 이 외에도 Alban⁴⁾의 미생물학적인 검사방법 및 Nevit과 Hardwick⁵⁾은 우식증에 민감한 치아를 감별하는 지시제로서 수용성의 methyl red를 이용하였다.

최근 미생물학적인 검사방법들은 초기 치아우식증의 발생에 중요한 역할을 하는 것으로 보고되어 있는 치태/타액내 *Streptococcus mutans*를 평가하는 데 중점을 두었다.⁶⁾

Westergran과 Krasse⁷⁾는 자극타액내 *Streptococcus mutans* 수를 평가하는 방법을 개발하였으며 Jordan⁸⁾ 등은 simple dip-slide test를 개발하여 *Streptococcus mutans*의 양적평가에 사용하였다. 이외에도 Kohler⁹⁾, Bratthall^{9,10)}, Jensen¹⁰⁾ 등의 연구가 있었다.

우식활성검사중 하나인 Cariostat test¹¹⁾는 치태의 산형성정도를 평가하기 위해 개발된 세균학적인 비색검사법으로 산형성 세균에 의해 pH가 감소하면 액체배지가 반응하여 색변화를 일으켜 치아우식증 발생에 직접 관련되어 있는 산형성 정도를 평가한다. 여러 연구에서 치아우식증의 유병률과 관련성이 있음을 보여주었다¹²⁻¹⁵⁾.

이에 저자는 치아우식증과 Cariostat score와의 관련성을 조사, 분석하여 환자 교육용으로서의 유용성을 평가하고자 시행하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

전북대학교 치과병원 소아치과에 내원한 51명(남아27, 여아24)의 어린이와 전주시내 유치원 원아 25명(남아15, 여아10)을 대상으로 하였다. 연령분포는 3~5세(평균나이 3.7세)이며, 유치열이 완성되어 있었다(Table 1).

2. 방법

Cariostat 우식활성시험키트(Japan Sankin Industry Co, Ltd)를 사용하여 검사하였다. 아동의 우식경험도는 mirror와 explorer를 이용하여 조사한 후 Cariostat내 멸균된 면봉으로 연구대상자의 상악 협측, 치경부의 치태를 강하게 벗겨낸 후 즉시 ample의 마개를 열고 배지 속에 떨어뜨렸다. 마개를 닫고 배양기에 넣어 37°C, 48시간동안 배양한 후 배지의 색을 표준과 비교하여 청색은 0, 녹색은 1, 황록색은 2, 황색은 3으로 판정하였다. 통계는 비모수통계인 교차분석과 모수통계인 이원빈도 분석을 실시하였다.

Table 1. Sample distribution of subjects

	Group(yrs)	Boys	Girls
total	3	19	15
	4	14	15
	5	9	4
patient	3	15	12
	4	8	10
	5	4	2
kindergarten	3	4	3
	4	6	5
	5	5	2

III. 결 과

1. 치아우식증과 Cariostat score의 분포

연구대상을 환자군, 유치원군, 전체군으로 나누어 연령별 평균우식경험충전지수(dft index)와 Cariostat score를 나타냈다(Table 2). 평균 dft index는 5.21, Cariostat score는 1.76이었다. 평균연령이 증가 할 수록 유치원군과 비교시 환자군에서

Table 2. Mean index of dft and cariostat score

	Age	N	dft ± S,D	cariostat score ± S,D
total	3	34	4.35 ± 4.16	1.61 ± 0.73
	4	29	5.89 ± 5.10	1.89 ± 0.67
	5	13	5.92 ± 5.78	1.84 ± 0.80
	sum	76	5.21 ± 4.83	1.76 ± 0.72
patient	3	27	5.33 ± 4.12	1.62 ± 0.748
	4	18	8.83 ± 4.04	2.00 ± 0.68
	5	6	10.16 ± 5.63	2.00 ± 0.89
	sum	51	7.13 ± 4.63	1.80 ± 0.74
kindergarten	3	7	0.57 ± 0.97	1.57 ± 0.78
	4	11	1.09 ± 2.07	1.72 ± 0.64
	5	7	2.28 ± 2.62	1.71 ± 0.75
	sum	25	1.28 ± 2.05	1.68 ± 0.69

Table 3. Crosstabulation of dental caries index and cariostat score

	zero	one	two	three	total
totals	5(100)	16(100)	47	8(100)	76(100)
caries present	1(20.0)	11(68.75)	35(74.41)	8(100)	55(72.37)
No caries	4(80.0)	5(31.25)	12(25.53)	0(10)	21(27.63)

더 높은 우식경험도와 Cariostat score를 보이며 양 군 모두에서 연령이 증가 할 수록 더 높은 분포를 보였다.

2. 치아우식증과 Cariostat score의 교차분석
치아우식증과 Cariostat score을 교차분석 하였다 (Table 3).

평균 Cariostat score는 1.76이며, 민감도는 98.18%, 특이도는 19.05%를 보였다.

3. Cariostat score와 치아우식증의 유병률 분포

Cariostat score에 따른 치아우식증의 유병률을 전체군, 환자군, 유치원군으로 나누어 교차분석하였다 (Table 4). Cariostat score와 우식경험도는 전체군, 환자군, 유치원군 각각에서 스피어맨 R=0.54, 0.73, 0.29의 상관관계를 보였다(P<0.001). 이 결과를 이용하여 회귀방정식을 구하였다 (Fig 1). Fig 1에서 X축은 dft index를 나타내며 Y축은 Cariostat score로 정하였다. 전체군, 환자군, 유치원군의 회귀방정식이 Y=1.30+0.09X, Y=0.94+0.12X, Y=1.53+0.11X(P<0.001)로 성립되었다. 기울기가 클

Mean ± S.D = 1.76 ± 0.72

$$\text{sensitivity} = \frac{54.6}{55} \times 100 = 98.18\%$$

$$\text{specificity} = \frac{4}{21} \times 100 = 19.05\%$$

수록 유의성이 있으며 가장 큰 기울기는 환자군에서 보였다.

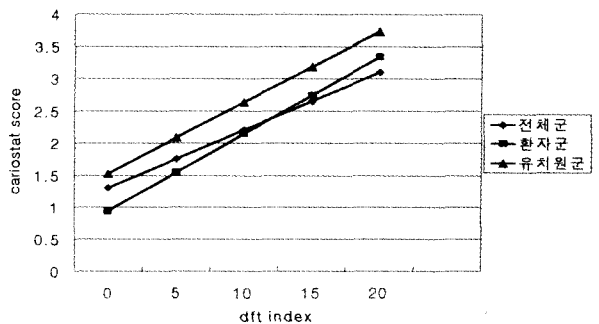


Fig 1. Analysis of linear regression between dft index and cariostat score

Table 4. Crosstabulation of cariostat score and prevalence rate of caries

Total group					
DFT cariostat score	0	1	2	3	total
0	4 80.0 20.0	1 20.2 4.2			5 (6.6)
1	5 31.3 27.8	8 50.0 33.3			16 (21.1)
2	9 19.1 50.0	15 31.9 62.5	19 40.4 76.0	4 8.5 44.4	47 (61.8)
3			3 37.5 12.0	5 62.5 55.6	8 (10.5)
total	18(23.7)	24(31.6)	25(32.9)	9(11.8)	76

Spearman's R = 0.54(P<0.001)

DFT

- 0 : dft index = 0
- 1 : dft index 1 - 5
- 2 : dft index 6 - 10
- 3 : dft index 11 ↑

Patient group

DFT cariostat score	0	1	2	3	total
0	3 100.0				3 5.9
1	25.0	7 63.6 46.7	3 27.3 13.0		11 21.6
2		8 26.7 53.3	18 60.0 78.3	4 13.3 44.4	30 58.8
3			2 28.6 8.7	5 71.4 55.6	7 13.7
total	4(7.8)	15(29.4)	23(45.1)	9(17.6)	51(100.0)

Spearman's R = 0.73(P<0.001)

Kindergarten group

DFT cariostat score	0	1	2	total
0	1 50.0 7.1	1 50.0 11.1		2 8.0
1	4 80.0 28.6	1 20.0 11.1		5 20.0
2	9 52.9 64.3	7 41.2 77.8	1 5.9 50.0	17 68.0
3			1 100.0 50.0	1 4.0
total	14(56.0)	9(36.0)	2(8.0)	25(100.0)

Spearman's R = 0.29(P<0.0784)

IV. 총괄 및 고찰

치아우식증은 타액/치태내 세균이 탄수화물을 이용하면서 발생된 유기산에 의해 법랑질이 탈회되어 발생한다. 치아우식증을 야기하는 3대 발생요인으로는 숙주요인, 병원체요인, 환경요인이 있다.¹⁶⁾

치아우식증의 발생은 특정세균과 밀접한 관계가 있어 탄수화물이 자주 공급되면 구강내 특정세균의 증식에 알맞은 환경이 제공된다. 즉 이들 세균들은 자신이 생산한 유기산에 의해 낮아진 pH환경에서 더 잘 증식될 수 있다. 치아우식증 발생과 관계되는 산을 생성하는 세균에 대해서 Loeche¹⁷⁾는 동물실험에서 *S.mutans*가 치아우식증을 야기한다고 밝혔고 Duchin과 Houte¹⁸⁾는 *S.mutans*가 우식증의 시작에 관련이 있으며 *Lactobacilli*는 우식증의 진행에 관련이 있다고 보고하였다.

우식활성검사는 치아우식증을 감지하며 미래의 치아우식증 발생가능성을 예견할 수 있어야 한다. 최근 세균학적인 우식활성검사가 임상에서 사용되어 왔는데 이들 검사 방법 중, 타액/치태내 세균학적인 요소들에 기초한 방법들이 가장 흔히 사용되어 왔다. 우식활성검사중 하나인 Cariostat는

배지내 자당이 주기질로서 치태내 연쇄상구균에 의한 자당의 유산발효의 양을 측정하는 것으로 1974년 Shimono¹¹⁾가 개발한 세균학적인 비색 검사법이다. 산형성 세균에 의해 pH가 감소하면 액체 배지가 반응하여 색 변화를 보인다. 일본과 인도네시아¹⁹⁾등에서 Cariostat를 이용하여 많은 연구가 이루어졌다.

Cariostat 결과에 영향을 미칠 수 있는 요소들에 대한 연구가 이루어졌는데 Matsumura²⁰⁾는 세균학적요소와 역학적인 요소들에 대한 연구에서 아동의 우식활성도를 결정하는 수단으로서 유용함을 보고하였다. Taguchi²¹⁾는 배양시간과 온도가 Cariostat 결과에 미치는 영향에 대하여 연구하여 높은 온도에서 배양시간이 증가할수록 Cariostat결과가 더 높게 나타났다고 보고하였다.

Nishimura^{22,23)}는 유아의 식이섭취방법과 우식활성도와와의 관련성을 조사하여 모유와 우유병을 이용한 장기간의 식이섭취방법은 우유병우식증 발생과 밀접한 관련성을 보인다고 보고하였으며 또한 치태를 이용하여 연쇄상구균의 수와 관련성을 연구하여 Cariostat score와 연쇄상구균의 수 사이는 유의한 관련성이 있음을 보고하였다. Shimono¹⁵⁾는 Cariostat검사와 치아우식증과의 관련성을 분석하여 Cariostat score가 높을수록 우식증이 더 심각함을 밝혔다.

우식활성 검사로서 타당성을 조사하기 위해 전향성 종단적 연구를 통하여 현재의 우식활성검사 성적과 미래의 신생 우식병소 수와의 상관성을 분석하여야 하나 이런 방법은 시간적으로나, 경제적으로 많은 투자를 요구하는 어려운 연구이다. 특히, 치아우식증의 발생을 측정하기 위하여는 최소 6개월에서 이상적으로는 2-3년의 관찰기간이 필요하다²⁴⁾. 또한, 치아우식증 발생요인이 복합적이고 수많은 외부 요소들의 간섭이 있기 때문에 장기간 통제된 실험적 연구를 하기가 어렵다. 따라서 후향성 연구를 통해 현재의 우식활성 검사와 우식경험도간의 상관성을 분석하는 방법이 사용되고 있다. Cariostat test는 치태의 산형성정도를 평가하도록 개발되어 치아우식증의 존재와 연관성을 나타내며 장차 우식증의 발생에 대해 신뢰성을 보여주었다.

이 연구에서 환자군 51명과 유치원군 25명을 대

상으로 우식활성도를 검사하였다. 검사결과 높은 민감도를 보였으나 낮은 특이도를 보였다. 민감도는 질병을 가진 환자에게서 질병이 있음을 감지하는 능력을 말하며, 특이도는 질병이 없는 환자를 질병이 없다고 감지하는 것이다. 따라서 Cariostat test는 치아우식증이 있는 환자를 감지하는데 유용하게 사용할 수 있다.

Table 4 에서 X축의 DFT는 전체적인 평균 dft index가 5.21로 나타나 이를 기준으로 dft index 1-5는 저도우식, 6-10은 중도우식, 11이상은 고도우식으로 정하여 교차분석한 결과이다. Cariostat score와 DFT간의 교차분석시 전체군, 환자군, 유치원군 각각에서 유의한 상관관계를 나타내며 회귀방정식이 성립되었다(Fig. 1). 회귀방정식은 기울기가 클수록 유의성이 높음을 나타낸다. 환자군에서 가장 큰 기울기를 보여 치아우식활성이 높을수록 상관성이 높음을 보여주었다.

우식활성검사는 우식증예방과 조기감지를 위해 사용되었으나, Cariostat검사 역시 다른 우식활성검사와 유사한 문제점을 가진다. 우식활성을 정하는데 우식발생과정의 한면에만 의존한다는 것이다. 그러나, Cariostat²⁵⁾는 사용방법이 간단하며 값싸고 액체배지의 색변화를 통해 보호자의 이해를 쉽게 할 수 있다. 또한 보호자가 그들 아동의 구강 청결을 향상시키도록 동기를 제공할 수 있다.

V. 결 론

임상적으로 활용할 수 있는 우식활성검사인 Cariostat 검사를 이용하여 우식경험도와의 상관성을 분석한 결과 저자는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연령별 유치원군, 환자군 각각은 dft index, cariostat score에서 성별의 차이가 없었다.(P> 0,001)
2. Cariostat test는 높은 민감도(98.18%)를 나타내나 낮은 특이도(19.05%)를 보였다.
3. Cariostat test 결과와 우식경험도간에 전체군, 환자군, 유치원군 각각은 스피어맨 상관계수 R=0.54, 0.73, 0.29 의 상관관계를 보였다(P < 0.001).

4. Cariostat test결과는 환자군과 유치원군 모두에서 우식경험도와 유의한 상관관계를 보여주었다($P < 0.001$).
5. Cariostat test는 우식활성이 높은 유치열어린이에게 교육과 예방목적으로 사용할 수 있다.

참 고 문 헌

1. Hadley FP : A quantitative method for estimating *Bacillus acidophilus* in saliva. J Dent Res 13:415-28, 1933.
2. Snyder ML : A simple colorimetric method for the estimation of relative numbers of *Lactobacilli* in saliva. J Dent Res 19:349-55, 1940.
3. Rickles NH : The estimation of caries activity by a new colorimetric laboratory test: a preliminary investigation. J Dent Res 32:3-17, 1953.
4. Alban AL : Putting prevention into practice: laboratory test of value to the dentist and patient for control of dental disease. Natl Dent Health Conf 2:440-50, 1970.
5. Nevitt GA, Seifert OM, Greene JC et al : Study of the use of aqueous methyl red as an indicator of caries activity. J Calif Dent Assoc 34:395-97, 1958.
6. Loesche WJ, Syed SA : The predominate cultivable flora of carious plaque and carious dentine. Caries Res 7:201-16, 1973.
7. Westergreen G, Krasse B : Evaluation of a micro-method for the determination of *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus* infection. J Clin Microbiol 7:82-83, 1978.
8. Jordan HV, Laraway R, Snifch R et al : A simplified diagnostic system for cultural detection and enumeration of *Streptococcus mutans*. J Dent Res 66: 57-61, 1987.
9. Kohler B, Bratthall D : Practical method to facilitate estimation of *S. mutans* levels in saliva. J Clin Microbiol 9:584-88, 1979.
10. Jensen B, Bratthall D : A new method for the estimation of *Mutans Streptococci* in human saliva. J Dent Res 68:468-471, 1989.
11. Shimono T, Sobue S : The development of new caries activity test. Dental Outlook 46(6):829-835, 1974.
12. Heriandi S, Chen H, Nishimura M et al : The determination of predictive value of caries activity test and its suitability for mass screening in indonesia. Pediatr Dent 2:73-81, 1992.
13. Lorne K, Jay N, Kunio K : The sensitivity and specificity of a colorimetric microbiological caries activity test(Cariostat) in preschool children. Pediatr Dent 16:276-281, 1994.
14. 형광엽, 이광희 : 소아치과환자의 우식활성검사로서 Cariostat검사와 Alban검사의 비교연구. 대한소아치과학회지 17(2):99-103, 1990.
15. Liang Q, Shi S, Shimono T : The analysis of relationship between Cariostat test and the presence of dental caries. Proceedings of the First Conference of PDAA : 170-171, 1997.
16. 김종배, 최유진, 백대일, 신승철 : 예방치과학, 개정판, 고문사, 29-42, 1992.
17. Loesche WJ : Role of *streptococcus mutans* in human dental decay. Microbiol Rev 50:353-380, 1986.
18. Duchin S, van Houte J : Relationship of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli* to incipient smooth surface dental caries in man. Pergamon Press, 779-806, 1978.
19. Heriandi S, Chen H, Nishimura M et al : The determination of the predictive value of caries activity test and its suitability for mass screening in Indonesia. Pediatr Dent 2:73-81, 1992.
20. Matsumura S : Studies on the cariostat for dental activity test Bacteriological and epidemiological studies. Jpn J Pedodont 21:107-130, 1983.
21. Taguchi M, Ogata S, Matsumura S et al : The effects of incubation time and temperature on the Cariostat results. Pediatr Dent 3(1):51-57, 1993.
22. Nishimura M, Docor R, Matsumura S et al : The effect of feeding methods on caries activities as evaluated by Cariostat: Report of two

- cases, *Pediatr Dent* 4(1):91-95, 1994.
23. Nishimura M, Chen H, Docor R et al : The relationship between a caries activity test(Cariostat) and plate colony counts of mutans streptococci in human dental plaque. *Pediatric Dent* 4(1):23-27, 1994.
24. Parfitt GJ : The speed of development of the carious cavity. *Br Dent J* 100:204-207, 1956.
25. Nishimura M, Docor R, Chen HJ et al : The Cariostat as a screening method for proximal caries in the primary dentition. *Pediatr Dent* 3(1): 35-49, 1993.