

Cariogram을 이용한 모자간 우식활성도의 상관성 및 우식위험요소 평가

이석우 · 송제선 · 최병재 · 최형준 · 이제호

연세대학교 치과대학 소아치과학교실 및 구강과학연구소

국문초록

영유아기 치아우식증은 복잡하고 다인자적 질환으로 숙주 및 미생물, 식이, 시간 등의 위험요소에 의해 질환이 진행된다. 이 중 미생물로 대변되는 *Streptococcus mutans*(*S. mutans*)는 우식 개시에 있어 중요한 역할을 하며, 어머니를 통한 수직 감염이 잘 알려져 있다. 영유아기의 어머니를 통한 조기 감염은 향후 유치열기 우식 발생과 높은 연관성을 나타내므로 우식위험요소에 대한 조기 파악은 미래의 치아우식증 예방에 있어 매우 중요하다.

최근 치아우식증의 원인 및 이에 미치는 요소들에 대한 연구가 활발하게 이루어지면서 우식 진행에 대한 정확한 예측을 위한 여러 가지 우식위험도평가(caries risk assessment) 도구가 개발되었는데, 이 중 대표적인 한 가지가 Cariogram이다. Cariogram은 개인의 우식활성도 및 우식위험요소(caries risk factor)의 상호작용을 그래프로 나타낸다.

이번 연구의 목적은 3~5세의 중증 유아기우식증(Severe Early Childhood Caries: S-ECC)에 해당되는 어린이들과 그들의 어머니 사이에서 우식관련타액검사 및 최근 개발된 Cariogram을 이용하여 *S. mutans*의 수준 및 우식활성도에 대한 상관관계가 존재함과 우식위험요소 간의 연관성을 파악해 보았는데, 이를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 중증 유아기우식증을 보이는 어린이에서 구강 내 존재하는 *Streptococcus mutans*의 수준은 비우식군보다 높았다($p<0.05$).
2. 모자간 구강 내 존재하는 *Streptococcus mutans* 수준은 상관관계를 보였다($p<0.05$).
3. 모자간 우식활성도를 Cariogram을 통해 측정해 본 결과 상관관계를 보였다($p<0.05$).
4. 우식활성도에 미치는 우식위험요소는 어린이에서 숙주요소가 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 *S. mutans*가 향후 치아우식증 발생 가능성을 예측하는데 있어 유용한 우식위험요소가 될 수 있으며, Cariogram을 통한 향후의 우식진행과 관련된 여러 가지 우식위험요소가 예측 가능하므로 이에 대한 조기 대처 및 예방적 처치가 가능하리라 사료된다.

주요어 : *Streptococcus mutans*, Cariogram, 우식위험도평가, 우식위험요소

I. 서 론

일생의 구강건강은 영유아기부터 시작되며, 영유아기의 구강 건강에 가장 큰 영향을 미치는 사람은 어머니라고 할 수 있다. 유전학적으로 자녀의 악골구조, 치아의 형태 및 배열과 같은 요인들이 부모의 유전자에 의해 결정되며¹⁾, 영양학적으로는 영유아는 임신기, 수유기, 이유기를 거치면서 어머니로부터 전적으로 영양을 공급받는데, 이는 어린이의 구강건강에 중대한 영향

을 미치게 된다²⁾.

치아우식증은 복잡하고 다인자적 질환으로 질환의 진행에 관여하는 위험 요인에는 크게 숙주(host), 미생물(bacteria), 식이(diet), 시간(time)으로 나누어 볼 수 있으며, 이외에도 사회경제적 요인 및 이전의 우식경험, 유전적 요인 등이 영향을 미칠 수 있다³⁾. 이 중 미생물로 대변되는 *Streptococcus mutans*(*S. mutans*)는 우식 개시에 있어 매우 중요한 역할을 하며, 어머니를 통한 전이가 가능하다고 알려져 있다⁴⁻⁷⁾.

교신저자 : 이 제 호

서울특별시 서대문구 신촌동 134 / 연세대학교 치과대학 소아치과학교실 및 구강과학연구소 / 02-2228-8800 / leejh@yuhs.ac

원고접수일: 2008년 11월 05 일 / 원고최종수정일: 2009년 02월 18일 / 원고채택일: 2009년 02월 28일

* 본 연구는 2008년 연세대학교 치과대학 교내연구비(6-2008-0068)의 지원으로 이루어졌음.

Caufield 등⁸⁾은 19~31개월의 시기를 'The window of infectivity'라 명명하면서, *S. mutans*의 집락개시기를 제1유구치의 맹출시기와 연관하여 설명하였다. 이와 같이 이전 연구에서는 유아기의 치아맹출 후부터 어머니를 통해 *S. mutans*를 획득할 수 있다고 하였으나, 최근 연구에서는 *S. mutans*는 치아맹출 전 유아의 구강 안에서도 집락형성이 가능하며, 이는 수평적 또는 수직적 전이에 의해 이루어 질 수 있다고 밝혀졌다⁹⁾. 어머니로부터의 수직적 전이에 대한 실험적 증거로 유아 및 어머니로부터 추출된 *S. mutans* strain에서 유사한 bacitracin profile 및 염색체 DNA패턴을 나타낸 연구들을 들 수 있을 것이다¹⁰⁻¹²⁾. *S. mutans*의 조기감염은 향후 유치열기 우식발생과 높은 연관성을 보이는 것으로 나타났기 때문에 조기에 원인과 위험요인을 파악하는게 중요하다^{13,14)}.

이전부터 치아우식증에 대한 질환의 원인 및 이에 미치는 요소들에 대한 많은 연구가 이루어져 왔으며, 이에 대한 많은 이론들이 성립되었다. 최근에는 이보다 진보하여 이전의 우식위험요소(caries risk factor)에 대한 지식을 기반으로 미래의 우식 진행에 대한 정확한 예측을 위한 시도가 행하여지면서, 1990년대부터 우식위험도평가(caries risk assessment)에 대한 많은 연구가 진행되고 있다¹⁵⁻¹⁶⁾. 이러한 미래의 우식 진행을 예측하려는 노력은 예방적 치료효과 및 치료비용 절감 등의 장점을 가진다¹⁷⁾. 이번 연구에서 사용된 Cariogram(Internet Version 2.01)은 개인의 우식위험도평가에 사용될 수 있는 프로그램으로 여러 가지 우식위험요소의 상호작용을 그래프화하여 나타낸다¹⁸⁾ (Fig. 1). 이를 통해 개인의 우식원인 파악 및 미래의 우식진행을 막기 위한 조기대처 및 예방적 치료가 가능하게 되었다¹⁹⁾. Cariogram에서는 4가지 생물학적 우식위험요소, 즉, 식이요소, 미생물요소, 우식감수성, 환경적 요인에 대하여 총 9가지 검사항목으로 구성되어 있으며, 각각의 검사항목에 대하여 점수화하여 입력하면 미래의 치아우식증을 예방할 수 있는 가능성 및 우식위험요소의 상대적 연관성을 그래프를 통해 나타낸다. 또한, 이 프로그램에서는 우식활성도 결과를 토대로 앞으로의 개인 및 치과 의사가 해야 할 우식예방에 있어서의 지침(Fig. 2)을 제시한다.



Fig. 1. Cariogram.

이번 연구의 목적은 중증 유아기우식증(Severe Early Childhood Caries: S-ECC)에 해당하는 어린이들과 그들의 어머니 사이에서 *S. mutans* 수준 및 우식활성도에 대한 상관관계가 존재하는지와 이들 사이에서 우식위험요소 간의 연관성을 평가해 보는 것이다. 이를 위해 3~5세의 중증 유아기우식증에 해당하는 어린이와 그들의 어머니를 대상으로 우식관련타액검사를 이용하여 *S. mutans* 수준의 상관관계에 대하여 알아보고, 최근 개발된 Cariogram을 이용하여 이들 사이의 우식활성도의 상관관계 및 우식위험요소들 간의 연관성을 파악해 보았다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2007년 9월부터 2008년 3월까지 연세대학교 치과대학병원 소아치과에 내원한 3~5세 어린이를 대상으로 연구를 진행하였다. 실험군으로 중증 유아기우식증을 가진 어린이(Group Ic) 및 그들의 어머니(Group Im)를 선정하였는데, 중증 유아기우식증에 대한 기준은 i) 3세 이전에 유치의 평활면에 우식의 증거를 보이는 경우, ii) 3~5세에서 상악 전치부에 1개 이상의 와동이 형성된 우식 또는 우식으로 인한 상실, 충전된 경우, iii) dmft score가 3세에서 4이상, 4세에서 5이상, 5세에서 6이상인 어린이들이 해당되었다²⁰⁾. 대조군으로는 비우식군에 해당되는 어린이(Group Iic)와 그들의 어머니(Group Iim)를 선정하였다. 실험군과 대조군의 구성 및 평균 나이는 다음과 같다 (Table 1).

Table 1. Distribution of the study(Ic, Im) and control(Iic, Iim) groups

	Study group(S-ECC group)		Control group(Caries-free group)	
	Group Ic	Group Im	Group Iic	Group Iim
n	22	22	8	8
Age (mean ± SD)	4.0 ± 0.8	36.5 ± 3.6	4.6 ± 0.9	34.8 ± 2.3

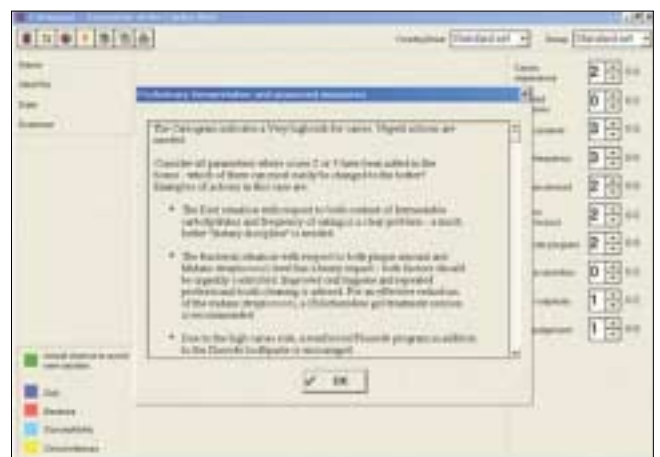


Fig. 2. Preliminary interpretation and proposed measures by Cariogram.

2. 연구 방법

가. 구강검진 및 면담

내원 첫날 통상적인 검진 방법인 치경과 탐침을 이용하여 검사 항목에 대한 구강검진 및 면담을 시행하였으며, 구강검진은 검사의 일관성을 위해 연구자 1인에 의해 행해졌다. 검사 및 면담 결과는 미리 준비된 검사지(Fig. 3)에 기록하였으며, 검진 시 발견된 치아우식증은 WHO의 우식분류기준에 따라 분류하였다²¹⁾.

나. 우식관련타액검사

1) 타액 내 *S. mutans* 검사

타액 내 *S. mutans*의 수준을 평가하기 위해 Dentocult[®] SM(Orion Diagnostica, Finland)를 사용하였다. 제조사의 지시대로 시행하였으며, 검사 1시간 전에 식사 및 칫솔질이 금지되어야 하므로 우식관련타액검사는 주의 사항 설명 후 두 번째 내원에서 시행하였다. 검사 전에 Dentocult[®] SM 배양액에 bacitracin disc를 넣고 15분간 흔들어 줌으로서 사전 준비를 시행하였으며, 대상 어린이 및 어머니에게 파라핀 왁스를 1분

우식활성도 평가지

등록번호 : 이름: 나이/성별 : Y M (어머니 : 세)

I. 어린이 대상

1) dmft (평가기준 참조) :

2) 전신질환 :

3) 식이 내용 (Diet contents 구체적으로 기술할 것) :

4) 식이 빈도(간식 포함) : 회

5) Plaque amount(Silness-Löe plaque index) :

6) SM strip : class 0 class 1 class 2 class 3

7) Fluoride program:

8) Saliva secretion amount(1분간 자극분비타액 채취) :

9) Saliva buffer capacity(Dentobuff) : blue green yellow

II. 어머니 대상

1) DMFT (평가기준 참조) :

2) 전신질환:

3) 식이 내용 (Diet contents 구체적으로 기술할 것) :

4) 식이 빈도(간식 포함) : 회

5) Plaque amount(Silness-Löe plaque index) :

6) SM strip : class 0 class 1 class 2 class 3

7) Fluoride program:

8) Saliva secretion amount(1분간 자극분비타액 채취) :

9) Saliva buffer capacity(Dentobuff) : blue green yellow

III. Cariogram 결과

어린이 : green ___% dark blue ___% red ___% light blue ___% yellow ___%

어머니 : green ___% dark blue ___% red ___% light blue ___% yellow ___%

Fig. 3. The questionnaire used in this study.

간 쉽게 하여 치아에 부착된 *S. mutans*가 타액으로 이동하게 한 후 Dentocult[®] SM strip을 혀위에서 긁어 타액내 *S. mutans*를 채취하였고, strip은 배양액으로 옮겨 37°C 배양기에서 48시간 동안 배양하였다. 배양 후 제조회사에서 제공한 판정표와 strip을 비교하여 *S. mutans* 수준 측정 시에는 Class 0, 1($<10^5$ CFU)은 경도, Class 2($10^5 \sim 10^6$ CFU)는 중등도, Class 3($>10^6$ CFU)는 고도로 분류하였으며, Cariogram 상에서는 각 등급에 해당하는 점수를 입력하였다.

2) 타액완충능 및 타액분비량 측정

타액완충능을 평가하기 위해 Dentobuff[®] Strip(Orion Diagnostica, Finland)를 사용하였다. 자극분비타액을 얻기 위해 대상 어린이와 어머니에게 파라핀 왁스를 1분간 씹게 한 후 타액을 5분간 채취하여 분당 타액분비량을 계산하였다. 어린이의 경우 자극성 타액분비량의 정확한 측정이 불가능한 경우 검사 항목에서 제외하였는데, Cariogram 검사항목 중 최소 7개 이상 입력하게 되면 결과가 출력되기 때문에 측정 불가능한 항목은 preset상태에서 결과를 얻었다. 채취한 자극분비타액에 Dentobuff[®] strip을 적용하여 5분 동안의 반응 시간을 기다린 후 반응 후 색깔 변화에 따라 판정표와 비교 후 high($>pH6.0$, blue), moderate($pH4.5-5.5$, green), low($<pH4.5$, yellow)로 분류하여 점수를 부여하였다.

다. 검사 자료의 Cariogram 입력 및 우식활성도 측정

각각의 검사 및 면담 결과는 Cariogram manual을 토대로 점수화 하였으며¹⁸⁾, 기준은 Table 2와 같다. 우식경험도(caries experience) 측정항목은 어린이의 경우 중증 유아기우식증(S-ECC) 기준에 따라 점수화 하였고, 어머니의 경우 연령대 별 평균 Decayed Missing Filling Teeth(DMFT) index(Fig. 4)를 기준으로 점수화하였다¹⁸⁾. 성인에서의 연령대 별 평균 DMFT 기준은 1993년 Jönköping survey를 기반으로 한 것으로 그래프 상에서 초록색선 하방에 속하게 되면 'Better than normal', 초록색선과 빨간색선 사이에 속하게 되면 'Normal', 빨간색선 상방에 속하게 되면 'Worse than normal'로 속하게 되어 각각의 점수를 부여하였다. 치태양(plaque amount) 측정은 Silness-Löe의 치태지수를 이용하여 점수화하였으며²²⁾, 어머니의 경우 치태지수 중 percent index를 사용하여 점수화 하였다. 타액분비량 측정항목에서는 어린이의 경우 성인과 다른 기준을 적용하였는데, 어린이를 대상으로 한 Cariogram 논문에서 기준을 참조하였다²³⁾. Cariogram의 프로그램에서의 사전설정은 country 및 group 모두 standard set으로 하였다. 임상적판단(clinical judgement)부분은 검사를 담당한 치과의사의 주관적인 견해를 나타내는 부분인데, 이번 연구에서는 정상값(normal setting: 1)을 사용하였다.

총 9개의 검사 및 면담 결과를 점수화한 후 Cariogram에 입력하여 어린이 및 어머니의 우식활성도를 측정하였다. 결과로

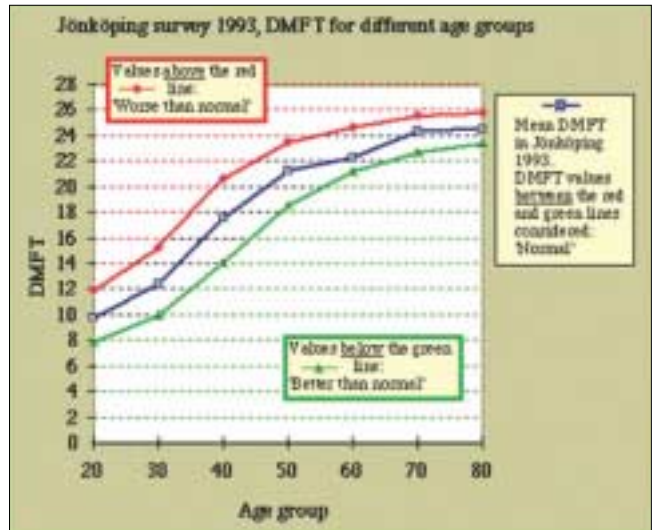


Fig. 4. DMFT values for different age group based on Jönköping survey 1993.

나타난 벤다이어그램에서 초록색 영역은 미래에 치아우식증을 피할 확률로 현재의 우식활성도를 의미하며, 보라색 영역은 식이요소로서 식이 내용 및 식이 빈도가 검사 항목에 속하게 된다. 붉은색 영역은 미생물요소로서 치태 및 *S. mutans* 수준이 검사 항목에 해당되며, 하늘색 부위와 노란색 영역은 숙주와 관련된 요소로 치아우식증에 대한 감수성(susceptibility) 및 환경적 요인(circumstance)이 우식에 미치는 영향을 나타내는데, 각각의 요소에 해당되는 검사항목으로 우식감수성에는 불소 프로그램 및 타액분비량, 타액완충능이 해당되며, 환경적 요인에는 우식경험도 및 전신질환이 속하게 된다. Cariogram에 입력하여 얻은 어린이 및 어머니의 점수를 기록하였으며, 결과로 나온 우식활성도를 25%이하는 고위험군으로, 25~75%는 중등도 위험군, 75%이상은 저위험군으로 평가하였다.

3. 통계분석

이상과 같은 검사 및 면담을 통하여 수합된 모든 검사 자료들은 SAS Ver. 9.1 (SAS Inc., North Carolina)을 이용하여 통계분석을 시행하였다. 사용되어진 분석 기법으로는 Fisher's exact test를 이용하여 두 그룹 간 *S. mutans*수준 및 타액완충능 차이를 분석하였으며, Cochran-armitage trend test와 Pearson correlation test를 이용하여 모자간 *S. mutans*수준과 우식활성도에 대한 상관관계를 분석하였다. 또한 ANOVA를 이용하여 우식위험요소 간의 연관성을 평가해 보았다. 통계적 유의수준은 95% 신뢰구간으로 설정하였다.

III. 결 과

1. 어린이군에서 타액 내 *S. mutans* 수준 및 타액완충능의 차이

그룹간 어린이의 타액 내 *S. mutans* 수준에서는 실험군의

Table 2. Caries-related parameters used for the Cariogram

Factor	Info/data needed	Cariogram scores	
		Children	Mothers
Caries experience	DMFT ^a , DMFS ^b , new caries experience	0:Caries free and no filling 1:Better than S-ECC 2:Near the S-ECC 3:Worse than S-ECC	0:Caries free and no filling 1:Better than normal 2:Normal for age group 3:Worse than normal
Related disease	Medical history, medications	0:No disease, healthy 1:A general disease(mild degree) 2:A general disease(high degree)	Same as in children
Diet, contents	Diet history, <i>latobacillus</i> test count	0:Very low fermentable carbohydrate 1:Low fermentable carbohydrate, non-cariogenic diet 2:Moderate fermentable carbohydrate content 3:High fermentable carbohydrate content, inappropriate diet	Same as in children
Diet, frequency	Questionnaire results, dietary recall	0:Maximum 3 meals per day 1:4-5 meals per day 2:6-7 meals per day 3:>7 meals per day	Same as in children
Plaque amount	Plaque index	0:Very good oral hygiene 1:Good oral hygiene 2:Poor oral hygiene 3:Very poor oral hygiene	0:<5% plaque adhering surface 1:5-20% plaque adhering surface 2:20-50% plaque adhering surface 3:>50% plaque adhering surface
<i>Mutans streptococci</i>	Strip <i>mutans</i> test	0, 1:<10 ⁶ CFU/ml 2:10 ⁶ -10 ⁸ CFU/ml 3:>10 ⁸ CFU/ml	Same as in children
Fluoride program	Patient interview for fluoride exposure	0:Maximum Fluoride program 1:Additional Fluoride in frequently 2:Fluoride toothpaste only 3:No fluoride	Same as in children
Saliva secretion	Stimulated saliva test	0:>0.7ml/min 1:0.3-0.7ml/min 2:<0.3ml/min	0:>1.1ml/min 1:0.9-1.1ml/min 2:0.5-0.9ml/min 3:<0.5ml/min
Saliva buffer capacity	Dentobuff test	0:blue (pH>6.0) 1:green (pH 4.5-5.5) 2:yellow (pH<4.0)	Same as in children
Clinical judgement	Opinion of the dental examiner	0:Positive 1:Normal setting 2:Negative 3:Very high caries risk	Same as in children

^aDecayed Missing Filling Teeth

^bDecayed Missing Filling Surface

^cColony Forming Unit

어린이에서 통계학적으로 유의성 있게 높게 나타났으며(Table 3), 타액완충능에서는 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다(Table 4).

2. *S. mutans* 수준에서의 모자간 상관관계

모자간 *S. mutans* 수준의 상관관계를 알아본 결과 어린이와 어머니의 *S. mutans* 수준에서 통계학적으로 유의성 있는 상관관계를 나타냈다(Table 5).

3. Cariogram을 이용한 우식활성도 측정

가. 어린이의 우식상태에 따른 우식활성도 측정

어린이의 우식 상태에 따른 우식활성도(Cariogram의 녹색부위) 측정 결과 실험군의 어린이에서 통계학적으로 유의성 있게 높았다(Table 6).

나. 모자간 우식활성도 상관관계

모자간 우식활성도의 상관관계를 알아본 결과 어린이와 어머니

Table 3. The relationship between *S. mutans* levels in saliva and caries status in children

	Class 0,1 ($<10^5$ CFU)	Class 2 (10^5 - 10^6 CFU)	Class 3 ($>10^6$ CFU)
	n(%)	n(%)	n(%)
Ic ^a (n=22)	5(23)	13(59)	4(18)
IIc ^b (n=8)	8(100)	0(0)	0(0)
p-value*		0.0068	

^aChildren in study group, ^bChildren in control group, *Using Fisher's exact test

Table 5. The comparison of children and mother's *S. mutans* level

	Mother's <i>S. mutans</i> level		
	Class 0, 1 ($<10^5$ CFU)	Class 2 (10^5 - 10^6 CFU)	Class 3 ($>10^6$ CFU)
Children's <i>S. mutans</i> level			
Class 0, 1 ($<10^5$ CFU)	11	2	0
Class 2 (10^5 - 10^6 CFU)	5	7	1
Class 3 ($>10^6$ CFU)	2	2	0
p-value*		0.031	

*Using Cochran-armitage trend test

Table 7. Effect of caries risk factor on caries activity in children

Variable	Mean \pm std	F value*	p-value*
Diet	11.97 \pm 6.93	10.9	0.0026
Bacteria	10.83 \pm 8.03	15.65	0.0005
Susceptibility	19.43 \pm 21.65	49.97	<0.0001
Circumstance	6.26 \pm 3.32	32.94	<0.0001

*Using ANOVA test

Table 4. The relationship between saliva buffering capacity and caries status in children

	Blue ($>pH6.0$)	Green (pH4.5-5.5)	Yellow ($<pH4.0$)
	n(%)	n(%)	n(%)
Ic ^a (n=22)	15(68)	5(23)	2(9)
IIc ^b (n=8)	5(62.5)	3(37.5)	0(0)
p-value*		0.81	

^aChildren in study group, ^bChildren in control group, *Using Fisher's exact test

Table 6. The relationship between caries risk on Cariogram and caries status in children

	High risk ($<25\%$)	Moderate risk (25%-75%)	Low risk ($>75\%$)
	n(%)	n(%)	n(%)
Ic ^a (n=22)	9(41)	11(50)	2(9)
IIc ^b (n=8)	0(0)	0(0)	8(100)
p-value*		0.0000092	

^aChildren in study group, ^bChildren in control group, *Using Fisher's exact test

Table 8. Effect of caries risk factor on caries activity in mothers

Variable	Mean \pm std	F value*	p-value*
Diet	7.17 \pm 4.06	12.28	0.0016
Bacteria	9.60 \pm 4.73	27.22	<0.0001
Susceptibility	30.07 \pm 27.77	111.81	<0.0001
Circumstance	2.97 \pm 1.56	6.16	0.0193

*Using ANOVA test

니의 우식활성도는 통계학적으로 유의성 있는 상관관계를 보였으며, 상관계수는 0.59로 양의 상관관계를 보였다(Fig. 5).

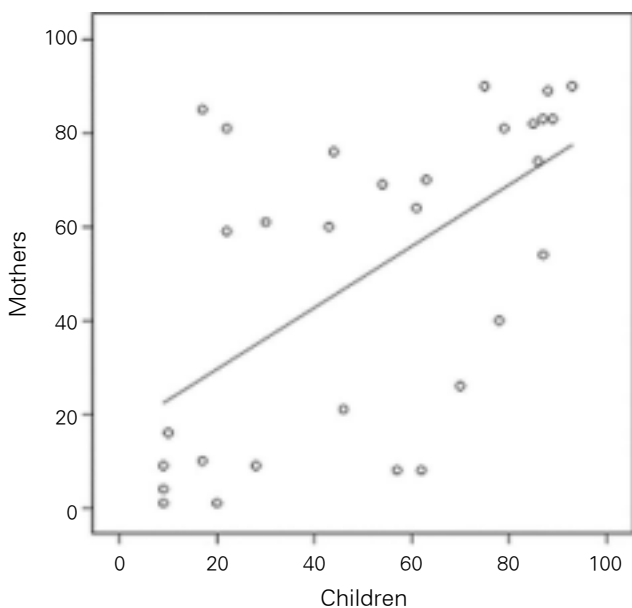


Fig. 5. Correlation in caries activity between mothers and children.

다. 우식활성도에 각각의 우식위험요소가 미치는 영향 우식활성도에 우식위험요소(diet, bacteria, susceptibility, circumstance)가 미치는 영향력을 알아본 결과 어린이 및 어머니에서 모든 요소가 통계학적으로 유의성 있게 영향을 미치는 것으로 나타났으며, F-value의 크기에 따라 어린이에서는 우식감수성>환경적요인>미생물요소>식이요소 순으로, 어머니에서는 우식감수성>미생물요소>식이요소>환경적요인 순으로 영향력을 미치는 것으로 나타났다(Table 7, 8).

IV. 총괄 및 고찰

현재까지의 치아우식증에 대한 연구에 의하면 *S. mutans*는 치태 내에서 치아우식증의 미생물학적 원인으로 알려져 있으며, 치아우식증과 타액 내 *S. mutans*의 수와의 상관관계를 평가함으로써 고우식위험군의 어린이에서 예측방법으로 활용하고자 하는 많은 연구들이 이뤄져 왔다. 우식발생과 타액 내 존재하는 *S. mutans*의 수 사이의 상관관계가 있음을 나타내는 연

구가 보고된 바^{24,25)}, 타액 내 미생물의 양은 구강 내 여러 표면의 전반적인 미생물 구성을 대표할 수 있기 때문에 우식관련타액검사 결과는 구강 내 미생물에 의한 전반적인 우식유발성(cariogenicity)을 나타낼 수 있는 지표가 될 수 있을 것이다^{26,27)}. 이번 연구결과에서도 실험군에 속하는 어린이에서 타액 내 *S. mutans*의 수준이 높게 측정되었는데($p < 0.05$), 이를 통해 중증 유아기우식증에 속하는 어린이에서 우식활성도와 구강치태 내 존재하는 *S. mutans*의 수준과 연관이 있다는 것을 알 수 있었다. 이번 연구에서 사용된 우식관련타액검사로 Dentocult[®] SM과 Dentobuff[®] strip이 사용되었는데, 이 검사법은 이전의 측정 방법에 비하여 간단하고, 효율적이기 때문에 임상에서 쉽게 우식 발생 정도를 예측할 수 있는 우식활성검사법으로 널리 활용될 수 있을 것이다²⁸⁾.

한편 실험군과 대조군에 속하는 어린이의 타액완충능에서는 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). Wikner²⁹⁾는 타액완충능은 고우식위험군에 해당되는 아이들을 평가하는데 중요한 도구가 될 수 있다고 하였으나, 좀 더 높은 특이도(specificity) 및 민감도(sensitivity)를 얻기 위해서 설탕식내용 및 다른 우식유발요소를 함께 다룰 경우 얻을 수 있다고 하였다. Le Bell 등³⁰⁾은 어린이에서의 타액완충능 평가에 있어 자극분비타액이 비자극분비타액보다 보다 높은 타액완충능을 나타내었기 때문에 타액 채취 과정에서의 채취 조건이 중요함을 보고하였다. 이번 연구결과에서도 타액완충능에서의 유의성 있는 차이가 없게 나온 것은 어린이의 타액 채취 과정 중 파라핀을 씹게 하는 과정에서의 불안정성에 기인한 것으로 추측된다. 따라서, 어린 나이의 어린이에서 우식활성도를 측정하는데 있어 타액완충능 측정은 단독 보다는 다른 여러 우식유발요소들과 함께 고려해야 할 것이다.

*S. mutans*의 획득과 전이에 관한 많은 연구가 이뤄져 왔는데, *S. mutans*가 영구적인 집락을 형성하여 본격적인 구강 내 상주군으로 집락을 형성하는 것은 유치 맹출 후로 알려져 있었다^{6,31-32)}. 그 이유로는 구강 내 정상적인 연하는 수분에 한 번씩 이루어지게 되는데³³⁾, 이러한 특수한 구강 환경으로 인해 구강 내 박테리아는 타액 내 증식 할 수 없으며, *S. mutans*는 상피 표면에 부착하는 능력이 낮기 때문에 치아 맹출 전 유아에서 박테리아의 구강내 집락 형성이 어렵다고 보고되었다⁴⁾. 하지만 최근 연구에서는 *S. mutans*는 치아 맹출 전 유아의 구강 안에서도 집락 형성이 가능하며, 이때부터 수평적 또는 수직적 전이에 의해 전이가 가능하다고 보고하고 있다³⁴⁾. 이를 뒷받침 하는 연구로 Tanner 등³⁵⁾은 유아의 혀의 주름이 박테리아의 중요한 생태학적 영역이 될 수 있음을 밝히면서 치아 맹출 전 박테리아 획득 가능성에 대하여 보고하였다. 이러한 *S. mutans*의 조기 획득이론은 미래의 우식 가능성에 대한 중대한 위험요소가 될 수 있는데, 실제로 2세 때 치태에서 *S. mutans*가 많이 발견된 어린이에서 4세 때 재평가 결과 높은 우식이환율을 보였다⁸⁾.

*S. mutans*의 조기 획득은 주로 어머니로부터의 수직적 감염에 의해서 일어나는 것으로 알려져 있는데, Berkowitz 등⁷⁾은

어머니의 타액 내 ml 당 *S. mutans*가 10^5 CFU이상이면 유아에서의 *S. mutans* 감염 빈도가 58%라고 하였고, 10^3 CFU이하에서는 *S. mutans*의 감염 정도가 6%라고 하였다. 이러한 수직적 전이는 모자로부터 각각 분리된 *S. mutans*의 혈청학적 및 세균학적 특성과 bacteriocin type이 비슷하게 나온 이전의 연구 결과에 의해서 증명되었다^{7,36)}. 이번 연구결과에서도 모자간 구강내 *S. mutans* 수준에서 상관관계를 보였는데($p < 0.05$), 이와 같은 결과와 이전의 수직적 전이에 관한 연구결과를 토대로 어머니의 *S. mutans* 수준이 조기감염에 의해 어린이의 *S. mutans* 수준에 영향을 미칠 수 있기 때문에 *S. mutans*의 조기감염을 줄이거나 지연시키기 위해서 어머니의 구강내 *S. mutans* 수준을 낮추려는 노력이 시도되어 지고 있다. 그에 해당하는 대표적인 예방적 처치로 어머니에서 자일리톨 껌 씹기 및 클로르헥시딘 양치, 불소 바니쉬 도포 등이 권고되고 있다³⁷⁾.

이전의 우식위험도평가는 대부분 몇 가지 우식위험요소에 관한 예측모델을 이용한 평가에만 국한되었기 때문에 다인자성 질환인 치아우식증의 위험도를 평가하는데 한계가 있어 왔다³⁸⁾. 우식위험도평가는 미래의 우식 진행 가능성과 연관된 예측 가능한 우식위험요소를 평가해 봄으로서 우식 진행 이전에 우식 위험요소에 대한 예방적 처치를 통해 우식 진행을 막는 것을 목적으로 한다. Beck³⁹⁾은 그의 연구를 통해 질병의 위험도 평가에 있어 위험모델(risk model)과 예측모델(prediction model)의 두 가지 카테고리를 제안하였다. 위험모델은 질병에 대한 치료 시점을 정하기 위하여 현재 질환의 위험요소를 평가하는 것으로 과거의 우식경험과 같은 예측가능인자는 평가에 있어 배제하는 것을 특징으로 한다. 예측모델은 현재의 높은 위험도를 가지는 개인을 파악하는 것으로, 이 모델의 목적은 예측성에 있어서의 민감도 및 특이도를 최대한으로 하기 위한 최적의 예측요소를 파악하는 것을 특징으로 한다. Cariogram은 미래의 우식 진행에 대한 예측모델 및 현재 개인이 가지고 있는 위험요소를 파악하는 위험모델을 동시에 채택함으로써 현재의 우식활성도 및 미래의 우식위험도를 평가해 보는 프로그램이다³⁸⁾. 이 프로그램은 우식위험요소 중 생물학적 요소에 초점이 맞추어 개인의 우식활성도와 연관된 각각의 우식위험요소를 'weighted' 개념에 따른 상대적 중요도를 나타내어 미래의 예방적 치료 방법을 제시한다. Hänsel Petersson 등²³⁾에 의하면 학령기 10~11세 어린이를 대상으로 한 연구 결과 Cariogram에 의해 높은 우식활성도를 보이는 어린이에서 우식활성도가 낮은 어린이보다 2년 뒤 DMFT 증가가 유의성 있게 높음을 보고하였는데, 이러한 연구들은 프로그램의 예측모델을 기반으로 한 정확한 예측성을 뒷받침한다. 그래프로 나타난 벤다이어그램은 우식위험요소에 관한 Keyes's circle과 유사한데⁴⁰⁾, 각각의 위험요소의 상대적 중요도를 파악할 수 있고, 임상에서 손쉽게 시행할 수 있으며, 벤다이어그램으로 누구나 알 수 있도록 쉽게 나타내어 환자에게서 교육적 모델로 사용될 수 있다는 장점을 가진다. Cariogram은 총 5가지 카테고리로 나뉘게 되는데, 미래

의 치아우식증을 피할 수 있는 가능성을 제시하는 초록색 영역과 식이 내용 및 빈도를 나타내는 보라색 영역, 치태 및 *S. mutans* 수준을 나타내는 붉은색 영역, 불소 프로그램 및 타액분비량, 타액완충능을 나타내는 하늘색 영역, 우식경험도 및 우식과 관련된 전신질환을 나타내는 노란색 영역으로 나뉜다. 이 중 초록색 영역의 크기에 따라 개인의 우식활성도를 평가할 수 있는데 25%이하는 고위험군으로, 25~75%는 중등도 위험군, 75%이상은 저위험군으로 평가할 수 있으며, 나머지 4개 요소는 면적에 따라 우식활성도에 영향을 미치는 우식위험요소의 상대적 중요도를 나타낸다. 이번 연구에서는 Cariogram을 이용하여 모자간 우식활성도의 상관관계 및 우식위험요소가 우식활성도에 미치는 영향력에 대해서 살펴보았다. 우선 실험군에 속하는 어린이의 우식활성도는 대조군의 어린이 보다 높게 나타났다($p < 0.05$). 이를 통해 현재의 우식위험요소를 평가하는 위험모델적 성격을 잘 반영한 결과라 볼 수 있다. 또한 모자간 우식활성도는 양의 상관관계를 보였는데($p < 0.05$, correlation coefficient : 0.59), 이는 앞에서 밝힌 모자간 *S. mutans* 수준의 상관관계와 연관이 있다고 볼 수 있다. 우식활성도에 영향을 미치는 우식위험요소에 대해 평가해 보면 어린이 및 어머니 모두 식이요소 및 미생물요소, 우식감수성, 환경적 요소가 우식활성도에 영향력을 미치는 것으로 나타났으며($p < 0.05$), 어린이와 어머니에서 모두 우식감수성이 우식활성도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(어린이의 F -value: 49.97, 어머니의 F -value: 111.81). 우식위험요소의 우식활성도에 대한 상대적인 영향력을 크기별로 나타내면 어린이에서는 우식감수성>환경적 요인>미생물요소>식이요소로 나타났으며, 어머니에서는 우식감수성>미생물요소>식이요소>환경적 요인으로 나타났다. 이로써 어린이에서 우식활성도에 크게 영향을 미치는 우식위험요소로서 미생물요소 및 식이요소 보다 숙주요소가 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 우식감수성에 영향을 미치는 항목으로는 불소 프로그램과 타액분비량, 타액완충능인데, 위와 같이 영향력이 크게 나온 것은 불소 프로그램이 큰 영향을 미친 것으로 추정된다. 그 이유로는 조사 대상 대부분이 치과병원에 처음 내원한 환자들이 많아 대부분 불소 프로그램 상에서 높은 점수를 기록했을 가능성이 높았을 것으로 추측해 볼 수 있었다. 어린이에서 환경적 요인, 즉, 우식경험도 및 전신질환에서 어머니 보다 크게 영향력을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 이번 조사 대상의 대부분이 높은 우식경험도를 가지는 중증 유아기우식증에 해당되는 어린이를 대상으로 진행했기 때문에 환경적 요인에서 상대적으로 높게 나타났을 것으로 추측된다. 어린이의 경우 상대적으로 식이요소에 의한 영향이 낮은 것으로 나타났는데, 이는 식이요소에 관한 검사 결과는 객관적 검사에 의한 점수가 아니라 환자의 문답 형식의 검사 방법의 한계로 영향력이 낮게 나온 것으로 추정된다.

본 연구를 통해 3~5세 어린이에서 우식활성도에 따른 *S. mutans* 수준의 차이 및 모자간 *S. mutans* 수준의 상관성에서 유의성이 있는 것으로 나타났다. 하지만 미생물요소만으로 다

인자성 질환인 치아우식증의 진행을 예측하는 데 한계가 있을 수 있으므로, 이번 연구에서는 Cariogram을 이용하여 모자간 우식활성도의 상관성 및 여러 우식위험요소들의 우식활성도에 미치는 영향력을 가늠해 보았다. 이번 연구의 한계로서는 면적에서 얻어진 개인의 식이요소 측정에서 문답형식의 조사에 따른 정확성 여부 및 검사자의 주관적인 의견이 개입될 여지가 있다는 것과 3~5세 어린이에서 자극성 타액분비량의 측정이 어렵다는 것, 이번 연구에서 사용된 검사기준이 우리나라가 아닌 유럽 국가들의 기준을 참조했던 것 등을 들 수 있을 것이다. 이번 연구를 통해 우식관련타액검사를 이용하여 타액 내 *S. mutans* 수준과 우식활성도가 밀접한 관련이 있다는 것과 어린이에서의 *S. mutans* 수준은 어머니와 상관성이 있음을 알 수 있었고, 우식활성도를 평가하기 위한 Cariogram의 사용은 우식위험집단에 있어서 우식활성도 예측에 좋은 도구로 사용될 수 있으므로 조기에 우식활성도가 높은 집단 및 이에 해당하는 우식위험요소를 파악함으로써 높게 나타난 우식위험요소에 대한 조기 및 예방적 처치가 가능할 것이다.

V. 결 론

중증 유아기우식증에 해당되는 어린이들과 그들의 어머니 사이에서 *S. mutans* 수준 및 우식활성도에 대한 상관관계가 존재하는지와 우식활성도에 대한 우식위험요소 간의 연관성을 평가해 보기 위해 3~5세의 중증 유아기우식증에 해당하는 어린이와 어머니를 대상으로 우식관련타액검사를 이용하여 *S. mutans* 수준의 상관관계에 대하여 알아보고, 최근 개발된 Cariogram을 이용하여 이들 사이의 우식활성도의 상관관계 및 우식위험요소들 간의 연관성을 파악해 본 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 중증 유아기우식증을 보이는 어린이에서 구강 내 존재하는 *Streptococcus mutans*의 수준은 비우식군보다 높았다($p < 0.05$).
2. 모자간 구강 내 존재하는 *Streptococcus mutans* 수준은 상관관계를 보였다($p < 0.05$).
3. 모자간 우식활성도를 Cariogram을 통해 측정해 본 결과 상관관계를 보였다($p < 0.05$).
4. 우식활성도에 미치는 우식위험요소는 어린이에서 숙주요소가 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 토대로 어머니를 통한 *S. mutans* 조기감염은 어린이에 있어 미생물에 의한 중대한 우식위험요소가 될 수 있기 때문에 어머니 및 어린이의 구강내 *S. mutans* 수준을 낮추기 위한 노력에 관심을 가져야 함을 알 수 있었다. 또한 이번 연구에서 사용된 Cariogram검사를 통해 향후의 우식진행과 관련된 여러 가지 우식위험요소가 예측 가능하므로 이에 대한 조기 대처 및 예방적 처치가 앞으로 소아치과 영역에서 나아가야 할 방향이라 사료된다.

참고문헌

1. Finn, SB : Clinical Pedodontics. Saunders, 610-633, 1973.
2. 형광엽, 이광희 : 아동의 우식활성과 모친의 우식활성간의 상관성에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 18:58-68, 1991.
3. Horowitz HS : Research issues in early childhood caries. Community Dent Oral Epidemiol, 26:67-81, 1998.
4. Gibbons RJ, von Houte J : Bacterial adherence in oral microbial ecology. Annu Rev Microbiol, 29:19-44, 1975.
5. Loesche WJ, Rowan J, Straffon LH, et al. : Association of *Streptococcus mutans* with human dental decay. Infect Immun, 11: 1252-1260, 1975.
6. Berkowitz RJ, Jordan HV, White G : The early establishment of *Streptococcus mutans* in the mouths of infants. Arch Oral Biol, 20:171-4, 1975.
7. Berkowitz RJ, Turner J, Green P : Maternal salivary levels of *Streptococcus mutans*: The primary oral infection in infants Arch Oral Biol, 26:147-149, 1981.
8. Caufield PW, Cutter GR, Dasanayake AP : Initial acquisition of *mutans streptococci* by infants: evidence for a discrete window of infectivity. J Dent Res, 72:37-45, 1993.
9. Berkowitz RJ : *Mutans streptococci*: Acquisition and Transmission. Pediatr Dent, 28:106-9, 2006.
10. Caufield PW, Ratanpridakul K, Allen DN, et al. : Plasmid-containing strains of *streptococcus mutans* cluster within family and racial cohorts: implication for natural transmission. Infect Immune, 56:3216-3220, 1988.
11. Caufield PW, Wannemuehler Y, Hensen J : Familiar clustering of the *streptococcus mutans* cryptic plasmid strain in dental clinic population. Infect Immun, 38:785-787, 1982.
12. Kulkarni GV, Chan KH, Sandham HJ : An investigation into the use of restriction endonuclease analysis for the study of transmission of *mutans streptococci*. J Dent Res, 68:1155-1161, 1989.
13. Alaluusua S, Renkonen OV : *Streptococcus mutans* establishment and dental caries experience in children from 2 to 4 years old. Scand J Dent Res, 91:453-457, 1982.
14. Kohler B, Andreen I, Jonsson B : The earlier the colonization by *mutans streptococci*, the higher the caries prevalence at 4 years of age. Oral Microbiol Immunol, 3:14-17, 1988.
15. Abernathy JR, Graves RC, Bohannon HM, et al. : Development and application of a prediction model for dental caries. Community Dent Oral Epidemiol, 15:24-28, 1987.
16. Moss ME, Zero DT : An overview of caries risk assessment, and its potential utility. J Dent Educ, 59:932-940, 1995.
17. Rethman J : Trends in preventive care: Caries risk assessment and indications for sealants. J Am Dent Assoc, 131:8S-12S, 2000.
18. Bratthall D, H?nzel Petersson G, Stjernswärd JR : Cariogam manual. Internet Version 2.01, 2004.
19. Bratthall D : Dental caries: Intervened - interrupted - interpreted. Concluding remarks and cariography. Eur J Oral Sci, 104:486-491, 1996.
20. American Academy of Pediatric Dentistry : Definition of Early Childhood Caries(ECC). Pediatr Dent, 29:13, 2007.
21. WHO : Oral Health Surveys. Basic Methods. 3rd Ed, Geneva: World Health Organization, 1987.
22. Silness J, Loe H : Periodontal disease in pregnancy. Acta Odont Scand, 22: 121-135, 1964.
23. Hänsel Petersson G, Twetman S, Bratthall D : Evaluation of a computer program for caries risk assessment in schoolchildren. Caries Res, 36:327-340, 2002.
24. Chosack A, Cleaton-Jones P, Woods A : Caries prevalence and severity in the primary dentition and *Streptococcus mutans* levels in the saliva of preschool children in South Africa. Community Dent Oral Epidemiol, 9:182-90, 1981.
25. Russell JI, MacFarlane TW, Aitchison TC : Caries prevalence and microbiological and salivary caries activity test in Scottish adolescents. Community Dent Oral Epidemiol, 18:120-125, 1990.
26. Axelsson P : Diagnosis and risk prediction of dental caries. Quintessence Publishing Co., vol. 2:91-150, 1996.
27. Vachirarojpisan T, Shinada K, Kawaguchi Y, et al. : Early childhood caries in children aged 6-19 months. Community Dent Oral Epidemiol. 32:133-42, 2004.
28. 김재곤, 김영신, 백병주 등 : 타액우식관련검사와 치아우식 경험과의 관계에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 32:67-74, 2005.

29. Wikner S : An attempt to motivate improved sugar discipline in a 12-year-old high caries risk group. *Community Dent Oral Epidemiol*, 14:5-7, 1986.
30. Le bell Y, Söderling E, Karjalainen S : Effect of repeated sampling and prestimulation on saliva buffer capacity and flow rate values in children. *Scand J Dent Res*, 99:505-9, 1991.
31. Catalanotto FA, Shklair IL, Keene HJ : Prevalence and localization of *Streptococcus mutans* infants and children. *J Am Dent Assoc*, 91:606-9, 1975.
32. Smith DJ, Anderson JM, King WF : Oral *streptococci* colonization of infants. *Oral Microbiol Immunol*, 8:1-4, 1993.
33. Gibbons RJ : Bacteriology of dental caries. *J Dent Res*, 43:1021-1028, 1964.
34. Wan AKL, Seow K : Association of *Streptococcus mutans* infection and oral developmental nodules in predentate infants. *J Dent Res*, 80:2060-2065, 2001.
35. Tanner ACR : The microbiota of young children from tooth and tongue samples. *J Dent Res*, 81:53-57, 2002.
36. Rogers AH : The source of infection in the intrafamilial transfer of *Streptococcus mutans*. *Caries Res*, 15:26-31, 1981.
37. Söderling E, Isokagas P : Influence of maternal xylitol consumption on acquisition of *mutans streptococci* by infants. *J Dent Res*, 79:882-887, 2000.
38. Bratthall D, Hänsel Petersson G : Cariogram—a multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease. *Community Dent Oral Epidemiol*, 33:256-64, 2005.
39. Beck JD : Risk revisited. *Community Dent Oral Epidemiol*, 26:220-5, 1998.
40. Keyes PH : Recent advances in dental caries research. *Bacteriology. Int Dent*, 12:443-64, 1962.

Abstract

CORRELATION OF CARIES ACTIVITY BETWEEN MOTHERS AND CHILDREN WITH
CARIOGRAM AND EVALUATION OF CARIES RISK FACTORS

Suk-Woo Lee, Je-Seon Song, Byung-Jai Choi, Hyung-Jun Choi, Jae-Ho Lee

Department of Pediatric Dentistry and Oral Science Research Center, College of Dentistry, Yonsei University

Dental caries during infantile and early childhood period is a complex disease resulting from multiple caries factors. *Streptococcus mutans*(*S. mutans*) plays a critical role in the initiation of caries, and its early transmission through mothers provides a strong etiologic factor for future development of caries in the primary dentition. Therefore, early detection of caries risk factor is important for prevention of caries.

Recent studies about etiologic factors of caries have brought advent of various tools for caries risk assessment in order to predict progress of caries more accurately. Cariogram is a common tool for caries risk assessment, which illustrates present caries risk assessment and correlation of caries risk factors for an individual graphically.

The aim of this study was to assess if there is any correlation in the level of *S. mutans* and caries activity and to verify the effect of caries risk factors between children with age ranging from 3 to 5 years with severe early childhood caries(S-ECC) and their mothers using caries-related salivary test and Cariogram. The results of this study were as follows.

1. Children with S-ECC had a statistically higher level of *Streptococcus mutans* compared to caries-free children($p<0.05$).
2. There was significant correlation between mothers and their children in the aspect of the level of *Streptococcus mutans*($p<0.05$).
3. When caries activity was assessed using Cariogram, significant correlation between mothers and their children was found($p<0.05$).
4. When each caries risk factor was evaluated for its affect on caries activity, host was more influential factor compared to microorganism and diet in children.

Based on these results, we could conclude that assessing the level of *S. mutans* can be an effective tool for predicting possibility of caries formation in future. Since prediction of future caries progression and evaluation of caries risk factor became possible with Cariogram, we may conduct early and preventive measures for treatment of caries.

Key words : *Streptococcus mutans*, Cariogram, Caris risk assessment, Caries risk factor