

韓國兒童의 齒牙齲蝕經驗과 齒面上 *Streptococcus mutans* 分布에 對한 研究*

서울대학교 치과대학 구강미생물학교실 및 구강병리학교실**

김각균 · 최선진 · 임창윤**

서울대학교 의과대학 미생물학교실

장 우 현

=Abstract=

Relationship between the Caries Experience of Korean School Children and the Distribution of *Streptococcus mutans* in Dental Plaque

Kack Kyun Kim, Son Jin Choe, Ph.D., and Chang Yoon Lim,**

Department of Oral Microbiology and Oral Pathology, ** College of Dentistry

Woo Hyun Chang

Department of Microbiology, College of Medicine, Seoul National University
Seoul, Korea

Various investigations have been carried out to elucidate the causative relationship between specific oral bacterial species and dental caries since it was first demonstrated that selected streptococcal species produced dental caries in germfree rats when fed a high-sucrose diet.

Now, *S. mutans* is considered to play an important role in the development of dental caries in animals and humans, and only a limited number of species of bacteria other than *S. mutans* are occasionally found to be cariogenic in experimental animals.

In this regard, association of the number of *S. mutans* in approximal plaque with caries experience (DMFT) was studied from 137 Korean school children (10~11 year old).

Biotypes of the collected strains of *S. mutans* were determined, and their relationship with caries status was also examined.

The following results were emerged from the study.

1. *S. mutans* was detected in the plaques of all children.
2. Statistically significant positive correlation ($r=0.445$, $p<0.001$) was found between the caries experience (DMFT) and the number of *S. mutans* in approximal plaques.
3. The number of *S. mutans* were significantly higher ($p<0.001$) in plaques removed from carious surface than from sound surface.
4. The most frequent biotype was biotype I (78.8%), followed by IV (33.1%) and V (19.5%). Biotype II was isolated in the plaque of two children (1.7%) only.
5. There was no apparent relation of specific biotypes to carious status.

* 본 연구의 소요경비의 일부는 1982년도 산학재단 연구비로 충당되었음.

齒牙齶蝕(송치결핵)은 치아가 萌出한 후 외적 요인에 의하여 그 硬組織에 국소적 軟化가 일어나고 窩洞의 형성에까지 이르게 되는 병적인 과정으로¹⁾, 치아우식의 病因을 규명키 위하여 많은 동물실험, 임상연구 및 역학조사가 실시되어 왔다.

1955년 Orland 등은 무균동물을 이용하여 치아우식 발생에 있어서 미생물의 존재가 필수적임을 밝혔고,²⁾ Fitzgerald 등은 무균동물을 연쇄상구균의 단일균종으로 감염시켜 치아우식이 발생하였음을 보고하였다.³⁾ Fitzgerald와 Keyes는 hamster의 우식병소에서 분리한 *Streptococcus mutans*에 스트렙토마이신내성을 유도하여 이 균주를 실험동물에 접종한 후 이 내성균이 새로이 발생된 치아우식병소에 존재한다는 것과 이 세균에 의하여 치아우식이 다른 실험동물로 전파될 수 있음을 증명하였다.⁴⁾ 이 후 사람의 우식병소에서 실험동물로부터 분리된 것과 유사한 연쇄상구균이 분리되었고, 아울러 실험동물에서 그 치아우식유발능이 입증되었다.⁵⁻⁹⁾

현재 *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius* 외 여러 연쇄상구균과 *Actinomyces* spp. 및 *Lactobacillus* spp. 등이 실험동물에서 치아우식을 유발할 수 있으며 이 중 몇 균종은 실험적으로 치아의 국한된 부위에만 작용하는 것으로 나타났으나, *S. mutans*는 이러한 우식유발성 세균들 중에서 가장 중요한 세균으로 교합면 窩, 교합면 裂溝 및 활택면 우식등 모든 형태의 치아우식을 일으킬 수 있는 것으로 밝혀졌다.¹⁰⁾

사람에 있어서 특정한 세균이 치아우식발생과 원인적으로 관련되어 있다는 것을 직접 임상적인 실험을 통하여 증명하는 일은 실제적으로나 윤리적, 방법적인 면에서 매우 어려우며 따라서 역학적인 방법을 이용한 간접적인 연구 방법이 많이 이용되어 왔다. 역학적 연구 조사 방법에는, 구강내 치태 혼합물 혹은 타액으로부터 분리한 미생물과 구강전체의 치아우식환성과의 연관성 조사¹¹⁻²³⁾, 치아우식이 진행되는 부위와 건전한 부위에서 채취한 치태간의 특정미생물의 존재에 관한 연관성 조사²⁴⁻³²⁾, 그리고 건전한 치아에서 치아우식이 환도가 높다고 밝혀진 치면을 택하여, 특정미생물의 존재 및 그 수와 치아우식발생과의 연관성을 일정기간 동안 주기적으로 검체를 채취하여 관찰하는 縱時的 연구방법에 의한 조사³³⁻³⁷⁾ 등을 들 수 있다. 현재까지 이러한 연구 방법에 의한 연구 결과들은 *S. mutans*가

사람의 치아우식과 밀접한 관련이 있음을 보여 주고 있다. 그리고 이 세균은 세계적으로 분포되어 있음이 보고되었다³⁸⁻⁴⁵⁾.

*S. mutans*는 그 표현형은 매우 균질하나⁴⁶⁻⁴⁹⁾ 항원 구조나^{50,51)} 유전학적면⁵²⁾에서는 큰 이질성을 보이고 있다. *S. mutans*는 다섯개의 생물형(biotype)으로 구분되며^{53,54)} 그 분포 및 치아우식유발능과의 관계는 최근의 연구대상이 되고 있다⁵⁵⁻⁶³⁾.

이 논문에서는 치아우식증이 빈발하는 연령층의 한국인 아동들에 있어서 치아우식 경험과 치태내 *S. mutans* 양과의 연관성을 연구하였고 이들로부터 분리한 *S. mutans* 균주의 생물형을 결정하여 그 분포를 조사하였다. 이기에서 얻은 자료는 장차 치아우식조절 및 항 우식백신의 개발에 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

실험재료 및 방법

연구대상아동과 검체채취 : 연구는 서울시내 국민학교 4,5학년 학생(10~11세) 137명을 대상으로 하였다. 치태는 waxed dental floss (heavy gauge; Dentotape, Johnson & Johnson Co.)를 이용하여 상·하악 양측 제 1대구치와 제 2유구치간의 인접치면 및 상악 양측 중절치간의 인접치면 등 총 5부위로부터 각각 채취하였다. 검체채취부위의 제 2유구치가 상실된 경우 제 1대구치의 근심면에서만 치태를 채취하였다. 우식치아, 수복치아 및 상실치아의 위치는 각 아동별로 기록하여 DMFT(Decayed, Missing, and Filled Teeth)를 산출하였다. 검체채취는 적당한 길이(3~4cm)로 자른 floss의 양끝을 지혈점자로 잡고 치간인접부를 통과시킨 후 양쪽 인접치면에 상하로 수회 강하게 문지르고, floss에 묻은 치태의 손실이 없도록 조심하여, 다시 치간인접 부위를 통과시킨 후 구강외로 옮겼다. 치태가 묻어 있는 floss 부분은 가위로 잘라 2ml의 0.067M 인산완충액(pH 7.2)이 들어있는 병에 넣은 후 실험실로 운반하였다.

검체처리와 SMAPPI-S 산출 : 치태는 채취 후 1~2시간 이내에 처리하였다. 먼저 Vortex mixer로 최고 속도에서 15~20초간 교반한 후, 0.1 ml을 *S. mutans* 신택배자인 mitis-salivarius bacitracin(MSB) agar⁶⁴⁾에 옮기고 균일하게 도말하였다. 배지는 37°C에서 24시간 동안 GasPak (BBL) jar로 혐기성 배양을 하고 다시 24~48시간 동안 실온에서 호기성 배양을 하였다. *S. mutans* 집락의 수는 Keene 등³²⁾이 고안한 SMAPPI-S(Simplified *S. mutans* Approximal Plaque

Index) 법에 따라 측정하였다. 즉 육안으로 투시광선 및 반사광선하에서 Jordan 등⁵⁵이 기술한 *S. mutans* 특유의 집락형태를 분별하여 Keene 등의 기준에 따라 SMAPPI plate score를 기록한 후, 각 아동의 다섯 MSB 한천배지의 SMAPPI plate score를 합하여 SMAPPI-S를 산출하였다.

***S. mutans*의 생물형** : *S. mutans*의 생물형 결정을 위하여 각 아동의 MSB 한천배지에서 전형적인 *S. mutans* 집락 및 의심되는 집락을 채취하여 Todd-Hewitt broth(Difco)에 배양한 후 Facklam의 viridans streptococci 분류기준⁶⁶과 Shklair와 Keene의 *S. mutans* 생물형 분류기준^{55, 56}에 따라 수종의 생화학적 검사를 실시하였다. 생화학적 검사시 표준균주로서 D. Bratthall(Dept. of Cariology, Univ. of Lund, School of Dentistry, Malmö, Sweden)이 공여한 *S. mutans* AHT, Fa-1, JC-2, B-13, LM-7, OMZ 175 및 OMZ 65를 사용하였다. 생물형 결정에서 Shklair와 Keene의 분류기준에 따른 생물형 I과 III간의 구별은 시도하지 않았으며 이는 생물형 III의 분포가 세계적으로 희귀하다는 보고⁵⁵⁻⁵³ 및 생물형 III은 호기성 배양시 mannitol로 부터의 산생성이 억제되므로 다른 생물형과의 구분이 가능하다는 보고⁵⁹에 따른 것이다. *S. mutans* 분리균주의 생물형 결정은 총 대상아동 137명 중 118명에서 분리된 균주들만을 대상으로 하였다. 나머지 19명에서 분리된 *S. mutans*의 균주는 실험도중 소실되었다.

성 적

치태에서의 *Streptococcus mutans* 분리빈도 : 조사대상아동 전체(137명)에서 *S. mutans*가 분리되었으며, 635검체 중 619검체(93.1%)에서 분리되어 조사대상아동 모두 구강내 다수부위에 *S. mutans*를 갖고 있는 것으로 나타났다.

SMAPPI-S와 치아우식경험—조사대상아동들의 SMAPPI-S와 DMFT의 평균치는 각각 23.01 ± 9.00 (S.D.) 및 4.34 ± 2.57 (S.D.)로서 정상분포를 하는 경향을 보여 표준통계치리법에 적합한 것으로 나타났다(그림 1, 그림 2). SMAPPI-S와 DMFT의 상관계수는 0.445 ($P < 0.001$)로서 서로간에 비교적 높은 관련성이 있음을 보였다(그림 3). 각 검체채취 부위별로 치아우식 정도에 따른 SMAPPI plate score의 분포는(표 1), 건전한 치면과 우식치면 사이에 SMAPPI plate score의 분포에 있어서 유의한 차이를 나타내어(chi-square 분석, $P < 0.001$) 치아우식병소에 *S. mutans*가 관련되

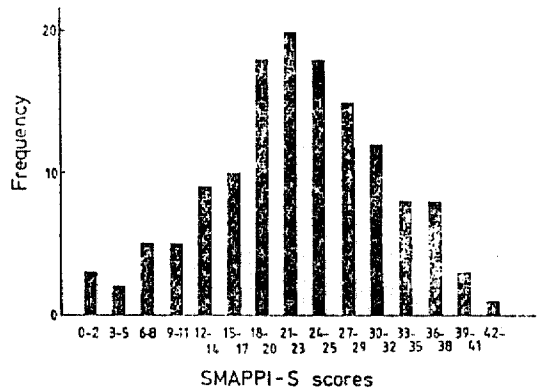


Fig. 1. Distribution of SMAPPI-S scores in a sample of 137 subjects

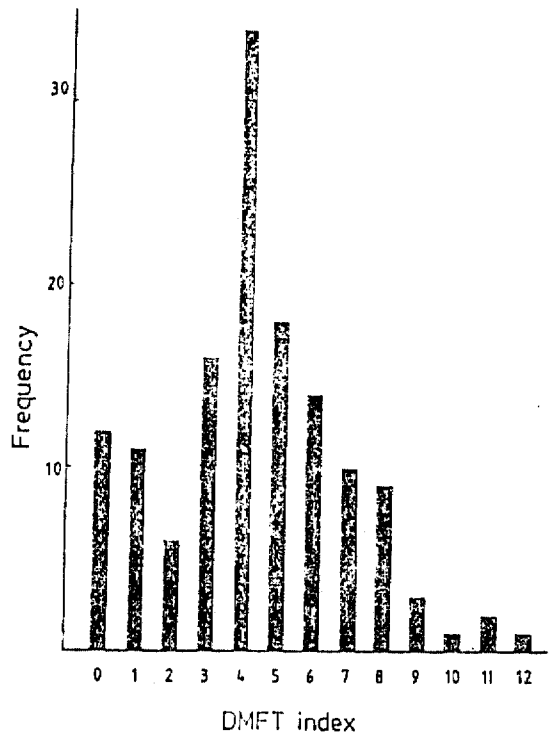


Fig. 2. Distribution of DMFT index of 137 subjects

어 있음을 알 수 있었다.

***S. mutans*의 생물형 분포** : 조사대상아동들에 있어서 *S. mutans* 생물형 분리빈도를 살펴보면 생물형 I이 가장 흔한 생물형으로 대상아동 78.8%에서 분리되며, 그 다음으로 생물형 IV(33.1%), V(19.5%)가 자주 분리되고 생물형 II는 2명(1.7%)에서만 분리되었다(표 2). 한 구강내에서 단일 생물형만이 분리된 경우에는 생물형 I(50.8%), V(11.0%) 및 IV(7.6%)

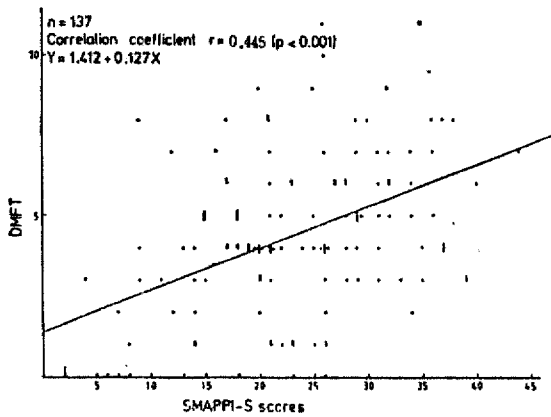


Fig. 3. Relationship between SMAPPI-S and DMFT in a group of 137 children.

Table 1. Frequency distribution of SMAPPI site scores according to caries history of approximal surfaces at the sample site*

SMAPPI site score	Sound		Caries				Total	
	n	%	Restored		Caries		n	%
			n	%	n	%		
0	43	7.5	0	0.0	1	1.7	1	1.6
2	103	18.0	0	0.0	3	5.0	3	4.6
3	128	22.3	1	20.0	5	8.3	6	9.2
5	173	30.2	0	0.0	15	25.0	15	23.1
8	108	18.9	3	60.0	31	51.7	34	52.3
10	18	3.1	1	20.0	5	8.3	6	9.2
Total	573	100.0	5	100.0	60	100.0	65	100.0

*Chi square analysis indicated significant heterogeneity with respect to the distribution of scores at sound vs. caries site.

Table 2. Frequency of *S. mutans* biotypes occurring alone or in combination with other biotypes in 118 children

Biotype	Number of children	%
I	93/118	78.8
II	2/118	1.7
IV	39/118	33.1
V	23/118	19.5

의 순서였다. 생물형이 두 가지 이상 함께 분리된 경우에는 생물형 I & IV의 비율이 가장 높았으며(20.3%), 3가지 생물형이 함께 분리된 경우도 있었다(표

Table 3. Distribution of *S. mutans* biotypes from plaques of 118 children

Biotype	n	%
I	60	50.9
II	0	0.0
IV	9	7.6
V	13	11.0
I & II	1	0.9
I & IV	24	20.3
I & V	5	4.2
IV & V	3	2.5
I, II & IV	1	0.9
I, IV & V	2	1.7
Total	118	100.0

Table 4. Frequency of single and multiple *S. mutans* biotypes in 118 children

	n	%
Single biotype	82	69.5
Multiple biotypes	36	30.5
Total	118	100.0

3). 한 생물형만의 *S. mutans*가 분리된 경우와 두 가지 이상이 분리된 경우는 각각 69.5% 및 30.5%로서 단독으로 분리되는 경우가 더 많았다(표 4).

생물형과 치아우식경험도 : DMFT 분포에 따른 각 생물형의 분리율에는 서로 간에 유의한 차이를 보이지 않았으며(표 5), 검체를 채취한 치아 및 치면의 우식 정도와도 특별히 관련된 생물형은 없었다(표 6).

Table 5. Distribution of *S. mutans* biotypes according to caries experience (DMFT)

DMFT	Biotype					
	I		IV		V	
	n	%	n	%	n	%
0-3	28	30.1	11	28.2	6	26.1
4-7	52	55.9	24	61.5	15	65.2
8-12	13	14.0	4	10.3	2	8.7
Total	93	100.0	39	100.0	23	100.0

Table 6. Distribution of *S. mutans* biotypes according to the caries history of the individual tooth surface

Caries history	Biotype					
	I		IV		V	
	n	%	n	%	n	%
Sound	53	43.1	24	47.1	11	44.0
Decayed & Filled	70	56.9	27	52.9	14	56.0
Total	123	100.0	51	100.0	25	100.0

고 안

*S. mutans*에 관한 최근의 관심은 이 세균이 실험동물에 있어서 치아우식을 유발하는 능력이 매우 높다는 사실에 기인한다⁶⁷⁾. Krasse 등¹¹⁾, Jordan 등¹²⁾, Schamschula와 Barmes¹³⁾, Schamschula와 Charlton¹⁴⁾, Woods¹⁵⁾, Englander와 Jordan¹⁷⁾, Rogers¹⁸⁾, Shklair 등¹⁹⁾은 사람의 구강내 여러 치아에서 채취한 혼합치태를 분석하여 *S. mutans*의 비율과 치아우식경험도간에 상관관계가 있음을 보고하였고 Gibbons 등²⁰⁾과 Loesche 등²¹⁾은 단일 치면으로부터 채취한 치태를 분석하여 보다 높은 상관관계가 있음을 보였다. 따라서 검체로써 혼합치태를 사용하는 것 보다는 단일치태의 시료를 이용하여 각치면에 따른 감염정도를 분석하는 것이 *S. mutans*와 치아우식간의 관계연구에 있어서 더 정밀한 방법인 것으로 생각된다.

Catalanotto 등⁴³⁾은 *S. mutans*가 일찍 유치의 인접면에 집락을 형성한다고 보고하였으며 Shklair 등¹⁹⁾은 혈철면으로 부터는 *S. mutans*가 잘 분리되지 않는 반면 인접면의 치태내에는 다량의 *S. mutans*가 존재한다고 하였다. 또한 인접치면은 다른 치면에 비해 치아우식중의 이환율이 높고 미생물의 집락형성이 용이하며 잘 제거되지 않는 부위이므로 Keene 등³²⁾은 인접치면상의 치태내 *S. mutans* 양은 치아우식중에 관한 역학적인 조사에 적합한 자료가 될 것이라고 하였다.

근래 다량의 치태검체 분석을 위한 적당한 방법이 고안된 것이 없었으나 최근 Keene 등³²⁾이 발표한 SMAPPI법은 연속회석의 생략, 시간이 소요되는 sonication 대신 기계적인 방법에 의한 치태분산, *S. mutans* 집락이 좀 더 많이 나타나는 선택 및 비선택 배지의 경용대신 선택배지만의 사용, 집락수를 세는데 요구되는 시간의 절약을 위한 점수법 사용 등으로

다량의 검체를 처리하여야 하는 역학적인 연구에 적합한 방법인 것으로 사료된다. Keene 등³²⁾은 이 방법을 이용하여 39명을 대상으로 한 연구에서 타당성 및 신빙성있는 결과를 얻었다고 보고하였다.

본 연구에서는 이상과 같은 여러 학자들의 연구결과 및 연구방법을 감안하여, *S. mutans* 감염정도를 측정하는데 있어서 검체채취 장소를 다섯 인접치면으로 정하였으며 측정방법으로는 Keene 등³²⁾의 SMAPPI법을 이용하여 다량의 검체처리에 편리를 기하였다. 측정결과(그림 1)는 이들의 보고와 상응하는 것으로서 정상 분포의 경향을 보여 표준통계처리법에 응용할 수 있는 자료로서 여겨진다.

*S. mutans*의 분리빈도는 조사대상아동의 100%로서 이 세균이 한국인에 있어서도 흔히 분리될 수 있는 세균인 것으로 나타났다. 이 사실과 함께 전체 검체 중 93.1%가 이 세균을 포함하고 있었다는 것은 비슷한 연령층의 아동을 대상으로 한 다른 나라에서의 *S. mutans* 이환율에 관한 연구결과(Klock와 Krasse²²⁾, Sweden 92.4%; Loesche 등²¹⁾, 미국 75.7%; Schamschula와 Charlton¹⁴⁾, New South wales 100%; Jordan 등¹²⁾, Cheektogawa 70%, Charlotte 48%, Don Matias 69%, Heliconia 59%; Krasse 등¹¹⁾, Sweden 93%)와 비교하여 볼 때 높은 수치였으며 한국인의 높은 치아우식이환율과 관련지어 생각할 수 있는 문제로서 해석된다. 치태내 *S. mutans*의 수와 치아우식간의 관계는 *S. mutans*가 증가함에 따라 치아우식유병율(DMFT)이 증가하는 추세를 보였으며(그림 3) 이는 통계적으로 유의하였다. 이 결과는 분석방법에 따른 차이는 있으나 다른 연구결과들과도 일치하였다^{11,12,13,14,17,19,20,21)}. 개개의 우식병소에서도 건전한 치면에 비해 *S. mutans*가 많은 수로 존재하고 있었다(표 1). 이는 *S. mutans*의 치아우식과의 연관성을 뒷받침하는 결과로서 다른 연구결과와도 일치하였다^{24,32)}.

*S. mutans*는 그 구강내 분포가 치면의 우식 정도에 따라서 뿐 아니라 건전한 치면이나 우식치면들 사이에서도 그 분포에 있어서 큰 차이를 나타내고 있었다(표 1). 이에 관하여 *S. mutans*는 한 치아표면상에서도 균일하게 집락을 형성하지 않는 것으로 보고되고 있으며^{19,20,28,30,33)} Gibbons 등²⁰⁾은 한 치면상에서의 *S. mutans*의 존재 및 부재는 매우 일정하게 유지되는 현상으로 *S. mutans*의 집락형성이 국소적이면서 한정된 부위에서만 이루어짐을 보여주는 결과라고 하였다. 이들은 또한 *S. mutans*가 한 구강내에서도 한 치면에서 다른 치면으로의 전파가 잘 이루어지지 않는다고 보고하였다. 이러한 *S. mutans*의 국소지향적인 집락형성

으로 인해 여러 연구결과에 반영되었듯이 구강내의 한 치아에서만 치태를 채취하거나 혹은 여러 치아의 치태를 함께 혼합한 경우에 있어서 이 세균의 치태내 비율이 전체 치아에 있어서의 이 세균의 감염양상을 미약한 정도까지 밖에는 나타나 줄 수 없었던 것으로 생각된다. 치아우식병소는 치아의 한정된 부위에서 국소적으로 탈회(脫珪)가 일어나면서 서서히 진행되는 양상을 보이는데⁶⁹⁾ 이것이 산 생성 및 치태세균간기질내 산저류의 국소적인 차이⁷⁰⁾ 때문인지 혹은 치아표면 법랑질 자체의 국소적인 차이⁷¹⁾ 때문인지는 확실하지 않으나, 이 사실은 또한 이 과정과 관계있는 미생물이 세균의 혼합체인 치태내에서도 국소적으로 존재하고 있음을 시사해 주는 것으로 생각된다. 이는 또한 이 세균의 국소적인 집착이 그 하층의 치아법랑질을 탄수화물발효 결과로 생성되는 고농도의 유기산에 노출시키게 될 것이므로⁷²⁾ 이 균의 높은 치아우식 유발능과도 일부 관계가 있을 것으로 보인다.

본 연구에서 *S. mutans*가 우식병소가 없는 치면에서도 매우 높은 숫자로 존재하는 경우가 있었으며(표 1) Loesche 등²¹⁾은 이것이 음식물내의 설탕함량, 식사 습관, 잇솔질 습관, 치아와 치태내 불소함량, 타액내에 있을 어떤 면역기전, 유전적요소 및 *S. mutans*의 고유한 성질 등 다양한 요소들이 복합적으로 관련되어 나타나는 현상일 것으로 설명하였다. *S. mutans*를 갖고 있으면서도 치아우식활성이 없는 아동들이 상수도 불소화지구에 사는 아동들에 국한되어 있었다는 사실²¹⁾,²⁴⁾ 및 항우식효과가 뚜렷하였던 불소국소도포법이 치태내 *S. mutans* 함량에 별다른 영향을 주지 않았다는 보고¹⁶⁾는 주목할만한 것으로 사료된다. *S. mutans*와 관련된 사항으로서는 첫째 *S. mutans*가 모든 경우에 언제나 병원성을 나타내는 것이 아닐 가능성이 있다. 유전학적 분석결과에 의하면 현재 적어도 세가지 이상의 균종이 *S. mutans*로서 분류되고 있는 것으로 나타났다⁵²⁾. 이 중 한 균종 이상이 사람에게 있어서 비병원성 세균일 가능성이 있는 것으로 생각된다. 둘째 *S. mutans*는 치아우식에 관여하는 여러 세균에 의한 혼합감염의 한 구성원에 지나지 않을 수도 있다. 만일 다른 세균들이 함께 존재하지 않는다면 *S. mutans*의 존재에도 불구하고 치아우식은 일어나지 않을 것이다. 셋째 *S. mutans*의 치아우식유발능이 치태세균 총의 다른 구성원에 의하여 증화 혹은 완화될 수 있을 가능성이 제시되고 있다. Gnotobiotic animal에서 *Veillonella* 균종을 *S. mutans*와 함께 접종하였을 경우 우식병소의 수가 감소하였다는 보고가 있으며⁷³⁾ 또한 사람의 치태세균중 일부는 *S. mutans*의 치아우식유발능과 관

계있는 중요한 요소인 세포의 다당류(glucan)를 분해할 수 있는 glucan 가수분해효소를 생산한다고 보고되고 있다⁷⁴⁾. Fitzgerald 등⁷⁵⁾과 Guggenheim 등⁷⁶⁾은 동물 실험에서 이러한 glucan분해효소를 이용하여 우식병소의 발생을 감소시킬 수 있었다고 보고하였다. 넷째 임상적인 검사방법으로는 들어나지 않은 초기우식병소가, *S. mutans*가 분리되는 임상적으로 건전한 치면에 이미 나타나고 있을 가능성도 있다. 이는 초기우식병소가 치면내부로 부터 보이지 않게 발생하는 탈회현상으로서, 임상적으로 우식병소임이 확실시되는 우식와동의 형성 이전에 미지의 시간에 걸쳐서 나타나기 때문이다⁶⁹⁾.

치아우식이 만연하는 사람과 치아우식활성이 있는 인접치면에서 *S. mutans*를 분리할 수 없었던 경우가 있었다(표 1). 이 결과는 *S. mutans*외의 다른 미생물이 치아우식발생과 관련되어 있을 가능성¹⁰⁾ 및 *S. mutans*의 부재가 균교대현상의 결과일 가능성을 시사한다. 치아우식이 상아질로 파급됨에 따라 그 국소적인 환경은 lactobacilli 같은 내산성 세균에 대해 선택적인 환경으로 바뀌는 것으로 보고되고 있으며¹⁶⁾,⁷⁷⁾, 상아질 우식병소에 있어서 *S. mutans*가 약 반수가량의 검체에서만 분리되었다는 보고도 있다⁷⁷⁾. 따라서 상아질 우식이 포함된 구강이나 치면에서는 치태와 타액에 *S. mutans*가 감소된 상태로 나타날 가능성이 있다고 사료된다. 치태내 존재하는 *S. mutans*의 수가 적은 경우에도 치아우식이 발생할 수 있다고 보고한 연구결과들이 있다. Swenson 등³⁵⁾은 제 1대구치의 건전한 치면으로부터 채취한 치태내 *S. mutans* 비율과 치아우식발생과의 연관성을 조사하면서 *S. mutans*가 치태내 연쇄상구균총수의 1% 이상이 되면 초기우식병소가 나타날 수 있음을 관찰하였으며 Masuda 등⁶³⁾은 조사대상 중 약 반수의 어린이에서 *S. mutans*의 감염율이 1%미만인 경우에도 치아우식이 발생하였음을 보고하였다. 이러한 사실들은 치아우식에 잘 이환될 수 있는 사람에게 있어서는 *S. mutans*가 적은 숫자로 존재하여도 치아우식이 발생될 수 있음을 시사하는 것으로 생각된다.

치아우식과 같은 만성질환에 있어서 병소와 관련되어 나타나는 복잡한 세균총 중 한 구성원(*S. mutans*)에만 병원성을 부여한다는 것은 매우 어려운 일이며 특히 가장 초기의 임상적인 증세 즉 와동의 형성이 이미 질병의 종말단계에 접어든 상태인 치아우식증의 경우에 있어서는 더욱 지난한 일로서 생각된다. 현재까지 *S. mutans* 혹은 다른 치태세균과 인간의 치아우식활성간의 관련성에 대한 단정적인 증거는 없으며 더우

기 세균총은 치아표면의 저항성 및 다른 여러 요인들의 변동에 따라 달라질 수 있다. 따라서 지금까지 알려진 사실로서는, 치아우식병소와 관련된 치태세균총내 *S. mutans*의 비율이 비록 낮은 경우에서라도, *S. mutans*가 단독적으로 충분히 우식병소를 발생시킬 수 있었다고 보는 것이 가장 타당성 있는 결론일 것으로 사료된다. 임상적인 측면에서 초기병소를 진단하는 정확한 기준이 서 있지 않은 현재, 치면상의 *S. mutans*의 양을 측정함은 이 치면의 장래의 건강상태에 한 지표가 될 수 있을 것으로 생각된다^{15, 21)}. 이는 *S. mutans*가 사람의 치아우식병원균이라는 것을 전제로 한 것이나 이러한 인과관계는 종시적인 방법에 의한 연구 결과³³⁻³⁷⁾들에서 보다 확실하게 나타난 것으로 사료된다.

*S. mutans*가 지역 혹은 인종에 따라 서로 다른 생물형 혹은 혈청형의 분포를 보이고 있는데 대한 의미는 확실하지 않다⁵⁵⁻⁶³⁾. *S. mutans*로 감염시킨 gnotobiotic rat에 있어서 *S. mutans*균주에 따라 상이한 치아우식유발능이 관찰되고^{79, 80)} Keene 등⁶⁰⁾의 연구에서는 생물형 V가 사우디아라비아인에 있어서 높은 DMFT score와 관계있음이 보고된 바 있으나 본 연구에서는 연구대상 아동들에 있어서 각 생물형의 치아우식증과의 특이한 관련성은 나타나지 않았다. 분리빈도에 있어서는 생물형 I이 가장 높았고 IV, V가 다음으로 많이 분리되어 Bratthall⁵⁸⁾과 Keene 등⁵⁹⁾의 연구결과와 비교할 때 미주지역과 비슷한 양상을 보였다. *S. mutans*의 각 생물형의 이환율에 대한 조사는 함치아우식백신개발에 필요한 일로서 생각되며 치아맹출이 시작되는 유아에 대한 조사가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

결 론

한국인 아동들에 있어서 치태내 *Streptococcus mutans* 감염경도와 치아우식과의 관계 및 그 생물형의 분포를 규명하기 위하여 10~11세 아동 137명을 대상으로 하여 조사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 조사한 아동의 모든 치면에서 *Streptococcus mutans*가 분리되었다.
2. 치아우식경험도는 치면상의 *Streptococcus mutans* 수에 비례하였다($r=0.445$, $P<0.001$).
3. *Streptococcus mutans*는 건전한 치면보다 우식 치면에 더 많이 존재하였다.
4. *Streptococcus mutans*의 각 생물형 출현빈도는 I (78.8%), IV (33.1%), V (19.5%)의 차례였으며 생

물형 II는 유아동(1.7%)에서만 분리되었다.

5. *Streptococcus mutans*의 각 생물형과 치아우식 경험도 간의 관련성은 없었다.

참 고 문 헌

- 1) World Health Organization: *The etiology and prevention of dental caries*, World Health Organization Technical Report Series No. 494, Geneva, 1972.
- 2) Orland, F.J.: *A review of dental research using germfree animals*, *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 78 : 285-289, 1959.
- 3) Fitzgerald, R.J., Jordan, H.V., and Stanley, H.R.: *Experimental caries and gingival pathologic changes in the gnotobiotic rat*, *J. Dent. Res.* 39 : 925-935, 1960.
- 4) Fitzgerald, R.J. and Keyes, P.H.: *Demonstration of the etiologic role of streptococci in experimental caries in the hamster*, *J. Am. Dent. Assoc.* 61 : 9-19, 1960.
- 5) Zinner, D.D., Jablon, J.M., Aran, A.P., and Saslaw, M.S.: *Experimental caries induced in animals by streptococci of human origin*, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 118 : 766-770, 1965.
- 6) Krasse, B.: *Human streptococci and experimental caries in hamsters*, *Arch. Oral Biol.* 11 : 429-436, 1966.
- 7) Gibbons, R.J., Berman, K.S., Knoettner, P., and Kapsimalis, B.: *Dental caries and alveolar bone loss in gnotobiotic rats infected with capsule forming streptococci of human origin*, *Arch. Oral Biol.* 11 : 549-560, 1969.
- 8) Guggenheim, B.: *Streptococci of dental plaques*, *Caries Res.* 2 : 147-163, 1968.
- 9) Bowen, W.H.: *The induction of rampant dental caries in monkeys (Macaca irus)*, *Caries Res.* 3 : 227-237, 1969.
- 10) Newbrun, E.: *Cariology*, 1st ed., The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1978.
- 11) Krasse, B., Jordan, H.V., Edwardsson, S., Svensson, I., and Trell, L.: *The occurrence of certain "caries-inducing" streptococci in human dental plaque material with special reference to frequency and activity of caries*, *Arch. Oral*

- Biol. 13 : 911—918, 1968.*
- 12) Jordan, H.V., Englander, H.R., and Lim, S.: *Potentially cariogenic streptococci in selected population groups in the western hemisphere, J. Am. Dent. Assoc. 78 : 1331—1335, 1969.*
 - 13) Schamschula, R.G. and Barmes, D.E.: *A study of the streptococcal flora of plaque in caries free and caries active primitive peoples, Aust. Dent. J. 15 : 377—382, 1970.*
 - 14) Schamschula, R.G. and Charlton, G.: *A study of caries aetiology in New South Wales school-children, Aust. Dent. J. 16 : 77—82, 1971.*
 - 15) Woods, R.: *A dental caries susceptibility test based on the occurrence of Streptococcus mutans in plaque material, Aust. Dent. J. 16 : 116—121, 1971.*
 - 16) Edwardsson, S., Koch, G., and Öbrink, M.: *Strep. sanguis, Strep. mutans and Strep. salivarius in saliva: Prevalence and relation to caries increment and prophylactic measures, Odontol. Revy 23 : 279—296, 1972.*
 - 17) Englander, H.R. and Jordan, H.V.: *Relation between Streptococcus mutans and smooth surface caries in the deciduous dentition, J. Dent. Res. 51 : 1505, 1972.*
 - 18) Rogers, A.H.: *The occurrence of Streptococcus mutans in the dental plaque of a group of Central Australian Aborigines, Aust. Dent. J. 18 : 157—159, 1973.*
 - 19) Shklair, I.L., Keene, H.J., and Cullen, P.: *The distribution of Streptococcus mutans on the teeth of two groups of naval recruits, Arch. Oral Biol. 19 : 199—202, 1974.*
 - 20) Gibbons, R.J., DePaola, P.F., Spinell, D.M., and Skobe, Z.: *Interdental localization of Streptococcus mutans as related to dental caries experience, Infect. Immun. 9 : 481—488, 1974.*
 - 21) Loesche, W.J., Rowan, J., Straffon, L.H., and Loos, P.J.: *Association of Streptococcus mutans with human dental decay, Infect. Immun. 11 : 1252—1260, 1975.*
 - 22) Klock, B. and Krasse, B.: *Microbial and salivary conditions in 9-to 12-year-old children, Scand. J. Dent. Res. 85 : 58—63, 1977.*
 - 23) Zickert, I., Emilson, C.G., and Krasse, B.: *Streptococcus mutans, lactobacilli and dental health in 13-14-year-old Swedish children, Community Dent. Oral Epidemiol. 10 : 77—81, 1982.*
 - 24) de Stoppelaar, J.D., van Houte, J., and Backer Dirks, O.: *The relationship between extracellular polysaccharide-producing streptococci and smooth surface caries in 13-year-old children, Caries Res. 3 : 190—199, 1969.*
 - 25) Littleton, N.W., Kakehashi, S., and Fitzgerald, R.J.: *Recovery of specific "caries-inducing" streptococci from carious lesions in the teeth of children, Arch. Oral Biol. 15 : 461—463, 1970.*
 - 26) Shklair, I.L., Keene, H.J., and Simonson, L. G.: *Distribution and frequency of Streptococcus mutans in caries-active individuals, J. Dent. Res. 51 : 882, 1972.*
 - 27) Hoerman, K.C., Keen, H.J., Shklair I.L., and Burmeister, J.A.: *The association of Streptococcus mutans with early carious lesions in human teeth, J. Am. Dent. Assoc. 85 : 1349—1352, 1972.*
 - 28) Rogers, A.H.: *The ecology of Streptococcus mutans in carious lesions and on caries-free surfaces of the same tooth, Aust. Dent. J. 18 : 226—228, 1973.*
 - 29) Loesche, W.J., Walenga, A., and Loos, P.: *Recovery of Streptococcus mutans and Streptococcus sanguis from a dental explorer after clinical examination of single human teeth, Arch. Oral Biol. 18 : 571—575, 1973.*
 - 30) Street, C.M., Goldner, M., and le Riche, W. H.: *Epidemiology of dental caries in relation to Streptococcus mutans on tooth surfaces in 5-year-old children, Arch. Oral Biol. 21 : 273—275, 1976.*
 - 31) Duchin, S. and van Houte, J.: *Relationship of Streptococcus mutans and lactobacilli to incipient smooth surface dental caries in man, Arch. Oral Biol. 23 : 779—786, 1978.*
 - 32) Keene, H.J., Horton, I.M., and Handler, S.F.: *Streptococcus mutans approximal plaque index as a new epidemiologic tool for defining the*

- parameters of *Streptococcus mutans* infection in human populations, *Arch. Oral Biol.* 26 : 345—355, 1981.
- 33) Ikeda, T., Sandham, H.J., and Bradley, E.L., Jr.: Changes in *Streptococcus mutans* and lactobacilli in plaque in relation to the initiation of dental caries in negro children, *Arch. Oral Biol.* 18 : 555—566, 1973.
- 34) Keene, H.J. and Shklair, I.L.: Relationship of *Streptococcus mutans* carrier status to the development of carious lesions in initially caries-free recruits, *J. Dent. Res.* 53 : 1295, 1974.
- 35) Swenson, J.I., Liljemark, W.F., and Schuman, L.M.: A longitudinal epidemiologic evaluation of the association between the detection of plaque streptococci and development of dental caries in children, p.211—222. In H.M. Stiles, W.J. Loesche, and T.C. O'Brien (ed.), *Microbial Aspects of Dental Caries*. Information Retrieval Inc., Washington, D.C., 1976.
- 36) Loesche, W.J. and Straffon, L.H.: Longitudinal investigation of the role of *Streptococcus mutans* in human fissure decay, *Infect. Immun.* 26 : 498—507, 1979.
- 37) Köhler, B., Pettersson, B.M., and Bratthall, D.: *Streptococcus mutans* in plaque and saliva and the development of caries, *Scand. J. Dent. Res.* 89 : 19—25, 1981.
- 38) Gibbons, R.J. and Loesche, W.J.: Isolation of cariogenic streptococci from Guatemalan children, *Arch. Oral Biol.* 12 : 1013—1014, 1967.
- 39) Rogers, A.H.: The proportional distribution and characteristics of streptococci in human dental plaque, *Caries Res.* 3 : 238—248, 1969.
- 40) Duany, L.F., Zinner, D.D., and Jablon, J.M.: Identification of types of potentially cariogenic streptococci on human tooth surfaces by the fluorescent antibody technique, *J. Dent. Res.* 49 : 1527—1529, 1970.
- 41) Ikeda, T. and Sandham, H.J.: Prevalence of *Streptococcus mutans* on various tooth surface in negro children, *Arch. Oral Biol.* 16 : 1237—1240, 1971.
- 42) Duany, L.F., Jablon, J.M., and Zinner, D.D.: Epidemiologic studies of caries-free and caries-active students: I. Prevalence of potentially cariogenic streptococci, *J. Dent. Res.* 51 : 723—726, 1972.
- 43) Catalanotto, F.A., Shklair, I.L., and Keene, H.J.: Prevalence and localization of *Streptococcus mutans* in infants and children, *J. Am. Dent. Assoc.* 91 : 606—609, 1975.
- 44) Denepitiya, L. and Schiött, C.R.: *Streptococcus mutans*-like bacteria from human dental plaque in a Sri Lanka (Ceylon) population, *Scand. J. Dent. Res.* 88 : 40—45, 1980.
- 45) Togelius, J. and Bratthall, D.: Frequency of the bacterium *Streptococcus mutans* in the saliva of selected human populations, *Arch. Oral Biol.* 27 : 113—116, 1982.
- 46) Carlsson, J.: A numerical taxonomic study of human oral streptococci, *Odontol. Revy* 18 : 137—160, 1968.
- 47) Edwardsson, S.: Characteristics of caries-inducing human streptococci resembling *Streptococcus mutans*, *Arch. Oral Biol.* 13 : 637—646, 1968.
- 48) Drucker, D.B. and Melville, T.H.: The classification of some oral streptococci of human or rat origin, *Arch. Oral Biol.* 16 : 845—853, 1971.
- 49) Facklam, R.R.: Characteristics of *Streptococcus mutans* isolated from human dental plaque and blood, *Int. J. Syst. Bacteriol.* 24 : 313—319, 1974.
- 50) Bratthall, D.: Demonstration of five serological groups of streptococcal strains resembling *Streptococcus mutans*, *Odontol. Revy* 21 : 143—152, 1970.
- 51) Perch, B., Kjems, E., and Ravn, T.: Biochemical and serological properties of *Streptococcus mutans* from various human and animal sources, *Acta Path. Microbiol. Scan. Section B.* 82 : 357, 1974.
- 52) Coykendall, A.L.: Genetic heterogeneity in *Streptococcus mutans*, *J. Bacteriol.* 106 : 192—196, 1971.
- 53) Shklair, I.L. and Keene, H.J.: A biochemical scheme for the separation of the five varieties

- of *Streptococcus mutans*, *Arch. Oral Biol.* 19 : 1079—1081, 1974.
- 54) Shklair, I.L. and Keene, H.J.: *Biochemical characterization and distribution of Streptococcus mutans in three diverse populations*, p. 201—210. In H.M. Stiles, W.J. Loesche, and T.C. O'Brien (ed.), *Microbial Aspects of Dental Caries*. Information Retrieval Inc., Washington, D.C., 1976.
 - 55) Bratthall, D.: *Demonstration of Streptococcus mutans strains in some selected areas of the world*, *Odontol. Revy* 23 : 401—410, 1972.
 - 56) Grenier, E.M., Eveland, W.C., and Loesche, W.J.: *Identification of Streptococcus mutans serotypes in dental plaque by fluorescent antibody techniques*, *Arch. Oral Biol.* 18 : 707—715, 1973.
 - 57) Bratthall, D. and Köhler, B.: *Streptococcus mutans serotypes: some aspects of their identification, distribution, antigenic shifts, and relationship to caries*, *J. Dent. Res.* 55 (special issue): C15—C21, 1976.
 - 58) Keene, H.J., Shklair, I.L., Mickel, G.J., and Wirthlin, M.R.: *Distribution of Streptococcus mutans biotypes in five human populations*, *J. Dent. Res.* 56 : 5—10, 1977.
 - 59) Qureshi, J.V., Goldner, M., le Riche, W.H., and Hargreaves, J.A.: *Streptococcus mutans serotypes in young schoolchildren*, *Caries Res.* 11 : 141—152, 1977.
 - 60) Keene, H.J., Shklair, I.L., Anderson, D.M., and Mickel, G.J.: *Relationship of Streptococcus mutans biotypes to dental caries prevalence in Saudi Arabian naval men*, *J. Dent. Res.* 56 : 356—361, 1977.
 - 61) Bright, J.S., Rosen, S., and Chorpensing, F. W.: *Survey of the seven serological types of Streptococcus mutans in six-year-old children*, *J. Dent. Res.* 56 : 1421, 1977.
 - 62) Hamada, S., Masuda, N., and Shimamoto, T.: *Some biological properties of Streptococcus mutans isolated from human mouths, with reference to the correlation with serotypes*, *Arch. Oral Biol.* 24 : 627—631, 1979.
 - 63) Masuda, N., Tsutsumi, N., Sobue, S., and Hamada, S.: *Longitudinal survey of the distribution of various serotypes of Streptococcus mutans in infants*, *J. Clin. Microbiol.* 10 : 497—502, 1979.
 - 64) Gold, O.G., Jordan, H.V., and van Houte, J.: *A selective medium for Streptococcus mutans*, *Arch. Oral Biol.* 18 : 1357—1364, 1973.
 - 65) Jordan, H.V., Krasse, B., and Möller, A.: *A method of sampling human dental plaque for certain "caries-inducing" streptococci*, *Arch. Oral Biol.* 13 : 919—927, 1968.
 - 66) Facklam, R.R.: *Physiological differentiation of viridans streptococci*, *J. Clin. Microbiol.* 5 : 184—201, 1977.
 - 67) Hamada, S. and Slade, H.D.: *Biology, immunology, and cariogenicity of Streptococcus mutans*, *Microbiol. Rev.* 44 : 331—384, 1980.
 - 68) Bowden, G.H., Hardie, J.M., and Slack, G.L.: *Microbial variations in approximal dental plaque*, *Caries Res.* 9 : 253—277, 1975.
 - 69) Menaker, L.: *The Biologic Basis of Dental Caries*, 1st ed., Harper & Row, Publishers, Hagerstown, 1980.
 - 70) Gibbons, R.J. and van Houte, J.: *On the formation of dental plaques*, *J. Periodontol.* 44 : 347—359, 1973.
 - 71) Scott, D.C., Simmelink, J.W., and Nygaard, V.: *Structural aspects of dental caries*, *J. Dent. Res.* 53 : 165—178, 1974.
 - 72) Stephan, R.M.: *Intra-oral hydrogen-ion concentrations associated with dental caries activity*, *J. Dent. Res.* 23 : 257—266, 1944.
 - 73) Mikx, F.H.M., van der Hoeven, König, K.G., Plasschaert, A.J.M., and Guggenheim, B.: *Establishment of defined microbial ecosystems in germ-free rats. I. The effect of the interaction of Streptococcus mutans or Streptococcus sanguis with Veillonella alcalescens on plaque formation and caries activity*, *Caries Res.* 6 : 211—223, 1972.
 - 74) Staat, R.H., Gawronski, T.H., and Schachtele, C.F.: *Detection and preliminary studies on dextranase-producing microorganisms from human dental plaque*, *Infect. Immun.* 8 : 1009—1016, 1973.

- 75) Fitzgerald, R.J., Keyes, P.H., Stoudt, T.H., and Spinell, D.M.: *The effects of a dextranase preparation on plaque and caries in hamsters, a preliminary report, J. Am. Dent. Assoc.* 76 : 301—304, 1968.
- 76) Guggenheim, B., Regolati, B., and Mühlemann, H.R.: *Caries and plaque inhibition by mutanase in rats, Caries Res.* 6 : 289—297, 1972.
- 77) Loesche, W.J. and Syed, S.A.: *The predominant cultivable flora of carious plaque and carious dentine, Caries Res.* 7 : 201—216, 1973.
- 78) Edwardsson, S.: *Bacteriological studies on deep areas of carious dentine, Odontol. Revy* 25 : Suppl. 32, 1974.
- 79) Green, R.M., Drucker, D.B., and Blackmore, D.K.: *The reproducibility of experimental caries studies within and between two inbred strains of gnotobiotic rat, Arch. Oral Biol.* 19 : 1049—1054, 1974.
- 80) Hamada, S., Ooshima, T., Torii, M., Imanishi, H., Masuda, N., Sobue, S., and Kotani, S.: *Dental caries induction in experimental animals by clinical strains of Streptococcus mutans isolated from Japanese children, Microbiol. Immunol.* 22 : 301—314, 1978.