

자일리톨과 탄수화물의 *Streptococcus mutans*에 대한 효과

김경희 · 정병초 · 오종석* · 양규호

전남대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치의학 연구소, 전남대학교 의과대학 미생물학교실*

국문초록

자일리톨은 탄소 5개가 있는 탄수화물로 치아우식증을 억제할 목적으로 사용되는 자당 대체물이다. 자일리톨 함유 배지에서 *Streptococcus mutans*의 증식과 *Streptococcus mutans*의 인공치태 형성에 대한 억제작용을 관찰하고 다른 당과의 병합작용을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

배지의 자일리톨 농도가 증가함에 따라 *Streptococcus mutans*의 증식이 억제되었다. 포도당, 과당, 유당을 각각 첨가한 배지에서 *Streptococcus mutans*의 증식이 처음부터 이루어진데 반해, 자일리톨을 병합하면 과당의 경우만 처음부터 증식이 되었다. 자일리톨과 과당을 병합하여 첨가한 액체배지에서 형성된 인공치태 무게는 현저히 감소하였다($p < 0.05$).

이상의 결과는 배지의 자일리톨 농도가 증가함에 따라 *Streptococcus mutans*의 증식이 억제되었으며, 자일리톨과 과당을 병합하여 첨가하면 *Streptococcus mutans*에 의한 인공치태 형성이 억제됨을 시사하였다.

주요어 : 자일리톨, *Streptococcus mutans*, fructose

I. 서 론

치아우식증은 구강내 만성 감염성 질환이다. 치아우식증 발생에 치태가 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있는데, 이는 치태에 존재하는 세균들이 여러 가지 해로운 대사산물을 만들기 때문이다¹⁾. 1924년 Clarke²⁾가 최초로 치태로부터 *Streptococcus*를 분리하여 *Streptococcus mutans*라 명명하여, *Streptococcus mutans*는 치아우식증의 발생에 있어서 가장 중요한 원인균으로 여겨지고 있다³⁻⁵⁾. *Streptococcus mutans*는 세균 외부로 glucosyltransferase를 분비하여 자당으로부터 점착성의 비수용성 다당류인 글루칸 (glucan)을 합성한다. 이 글루칸은 치태의 기본물질이 되어 *Streptococcus mutans*의 글루칸 수용체와 결합하여 치아 표면에 세균이 부착되도록 도와 준다. 치태내의 *Streptococcus mutans*는 탄수화물의 대사과정에서 다량의 유산을 생성하여 치아 표면을 탈회시킴으로써 치아우식증을 유발한다⁶⁾.

*Streptococcus mutans*가 구강내 치태를 형성하는 동안 *Streptococcus oralis*를 위시한 구강내 일부 세균들은 *Streptococcus mutans*의 증식을 억제함으로써 치태형성을 저지하는 역할을 하게 된다^{7,8)}.

*Streptococcus mutans*에 의한 치아우식증을 예방하기 위하여 여러 가지 물질이 사용되고 있는데, 그중 자일리톨은 5탄당 알코올로 치아우식증을 억제하기 위하여 사용되는 자당 대체물

로 사람들의 관심을 모으고 있다. 음식에 자당을 사용한 경우와 비교하여 자당 대신 자일리톨을 사용한 경우 85% 이상에서 치아우식증 감소를 보였다⁹⁾. 이와 같은 효과는 쥐를 대상으로 한 실험에서도 볼 수 있었다¹⁰⁾. 자일리톨에 의한 치아우식증의 감소는 자일리톨이 *Streptococcus mutans*의 증식을 억제하여 일어나며, 이러한 증식 억제작용은 일부 다른 연쇄상구균에 대해서도 일어난다¹¹⁾. *Streptococcus mutans*에 자일리톨을 가하면 *Streptococcus mutans*의 phosphoenolpyruvate:fructose phosphotransferase system에 의하여 자일리톨이 세균 내로 운반되고 인산화되어 xylitol phosphate가 된다. 이 xylitol phosphate는 세균내에서 대사되지 않고 축적되어서 *Streptococcus mutans*의 증식을 억제한다¹²⁾. 자일리톨의 인산화는 존재하는 탄수화물의 종류에 따라 차이가 있는데 과당이 있을 때는 억제되고 포도당, 만노스, 갈락토오스가 있을 때는 억제되지 않는다¹²⁾. 자일리톨을 계속 사용하는 사람들의 구강에서 분리한 *Streptococcus mutans*중 87%의 균주에서 phosphoenolpyruvate:fructose phosphotransferase system이 낮은 수준으로 분포하여 자일리톨 작용에 저항성을 나타내는데 반해, 자일리톨과 접촉하지 않은 사람의 구강에서 분리된 *Streptococcus mutans*중에서는 10% 균주만이 내성을 보였다¹³⁾. 자일리톨을 사용하게 되면 치태와 타액속의 *Streptococcus mutans*중에서 자일리톨에 대한 내성 균주가 증가하게 된다¹⁴⁾.

본 연구는 *Streptococcus mutans*의 증식과 *Streptococcus mutans*에 의한 치태 형성에 대한 자일리톨과 여러 탄수화물과의 단독 및 병합효과를 보고자 시행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시세균 및 배양

Streptococcus mutans Ingbritt strain은 전남의대 미생물학교실에 보관중인 것을 공시하였으며, 공시세균의 배양은 동결 건조로 보관중인 것을 M17 액체배지(Difco, Detroit, MI, USA)에 접종하여 37°C에서 18시간 배양하였다.

2. *Streptococcus mutans*의 증식에 미치는 자일리톨의 영향

Tryptone yeast extract 액체배지(1.7% tryptone, 0.3% yeast extract, 0.5% sodium chloride, 0.25% potassium phosphate, 0.2% glucose)에 여러 농도의 자일리톨(1%, 2%, 4%, 8%)을 첨가하였다. 배지 10 ml에 2×10^7 *Streptococcus mutans*를 접종하여 37°C 배양기에서 0, 2, 4, 6, 8, 24시간 배양하였다. 배양액의 흡광도(optical density)를 분광광도계(spectrophotometer, Hitachi, Tokyo, Japan) 660 nm 파장에서 측정하였으며 3번 실험을 반복하여 평균을 구하였다. 8시간과 24시간 배양한 세균배양액을 희석하여 M17 agar(Difco, Detroit, MI, USA)상에 접종하고 37°C 배양기에서 18시간 배양한 후 생균수를 산정하였다.

3. *Streptococcus mutans*의 증식에 미치는 자일리톨과 탄수화물의 영향

포도당을 첨가하지 않은 tryptone yeast extract 액체배지에 4%의 탄수화물(포도당, 만노스, 과당, 유당, 자당, 만니톨, 솔비톨)을 단독 또는 4% 자일리톨과 병합하여 첨가하였다. 배지 10 ml에 2×10^7 *Streptococcus mutans*를 접종하여 37°C 배양기에서 0, 2, 4, 6, 8, 24시간 배양하였다. 배양액의 흡광도를 분광광도계 660 nm 파장에서 측정하였으며 3번 실험을 반복하여 평균치를 구하였다.

4. *Streptococcus mutans*의 인공치태 형성에 미치는 자일리톨과 탄수화물의 영향

5% 자당과 0.25% yeast extract를 첨가한 M17 액체배지에 MOPS buffer (3-(N-Morpholino) propanesulfonic acid, Sigma, St. Louis, MO, USA)를 가하여 0.1M이 되도록 하였고 pH는 7이 되도록 조정하였다. 배지 40 ml에 1%, 2%, 4%, 8%의 탄수화물(자일리톨, 포도당, 만노스, 과당, 유당, 자

당, 만니톨, 솔비톨) 단독 또는 2%, 4% 자일리톨과 4%의 탄수화물(포도당, 만노스, 과당, 유당, 자당, 만니톨, 솔비톨)을 병합하여 첨가하였다. 여기에 *Streptococcus mutans*를 2×10^7 씩 접종하고 0.5 mm 스테인레스스틸 재질의 교정용 wire(Remomium, Dentarum, Germany)를 50 mg 내외가 되게 준비하여 3 개씩 비커에 매달아 배지에 잠기도록 하였다. 37°C 배양기에서 30 rpm 속도로 회전시키면서 24시간 배양한 후, 3 개의 wire 상에 형성된 인공치태의 무게를 평균하였다.

5. 통계적 처리

각 군의 인공치태 무게 차이는 Mann-Whitney test를 이용하여 비교하였으며 통계학적인 유의성은 p value가 0.05 이하인 경우로 하였다.

III. 성 적

1. *Streptococcus mutans*의 증식에 미치는 자일리톨의 영향

Tryptone yeast extract 액체배지에서 *Streptococcus mutans*를 배양할 때 자일리톨의 농도가 높아짐에 따라 배양액의 흡광도는 감소하였다(Fig. 1). *Streptococcus mutans*를 8시간 배양시 대조군에서의 생균수는 ml당 $7.5 \pm 1.4 \times 10^8$ 인데 반해, 자일리톨 첨가시의 배양액의 생균수는 ml당 1%에서는 $2.7 \pm 1.0 \times 10^8$, 2%에서는 $1.9 \pm 0.3 \times 10^8$, 4%에서는 $1.6 \pm 0.1 \times 10^8$, 8%에서는 $1.5 \pm 0.2 \times 10^8$ 으로 감소되었다(Fig. 2). *Streptococcus mutans*를 24시간 배양할 때 대조군에서의 생균수는 ml당 $9.9 \pm 2.9 \times 10^8$ 인데 반해, 자일리톨 첨가시의 생균수는 ml당 2.8×10^8 에서 3.1×10^8 으로 감소되었다(Fig. 2).

2. *Streptococcus mutans*의 증식에 미치는 자일리톨과 탄수화물의 영향

포도당을 첨가하지 않은 tryptone yeast extract 액체배지에 포도당, 과당, 유당을 각각 첨가할 때 *Streptococcus mutans*의 증식이 배양 초기부터 이루어진데 반해, 만노스, 자당, 만니톨, 솔비톨을 각각 첨가하는 배양시간이 경과한 다음 *Streptococcus mutans*의 증식이 이루어졌다(Fig. 3). 여기에 자일리톨을 병합하여 *Streptococcus mutans*를 배양하면 포도당이나 유당을 첨가한 경우 배양시간이 경과한 후 *Streptococcus mutans*의 증식이 이루어졌으나, 과당을 첨가한 경우 자일리톨과의 병합 여부에 관계없이 배양 초기부터 증식이 되었으며 자당의 경우도 자당 단독의 경우보다 배양 초기부터 증식이 되었다. 만노스나 솔비톨을 첨가한 경우 자일리톨 병합시 세균 증식이 이루어지지 않았다(Fig. 4).

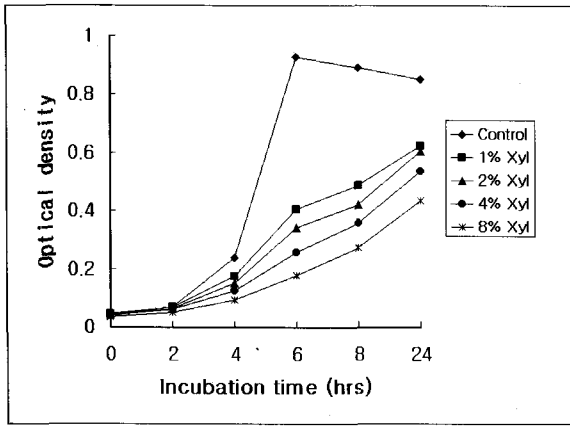


Fig. 1. Effect of xylitol on the replication of *Streptococcus mutans*. The optical density was measured at 660 nm in the spectrophotometer.

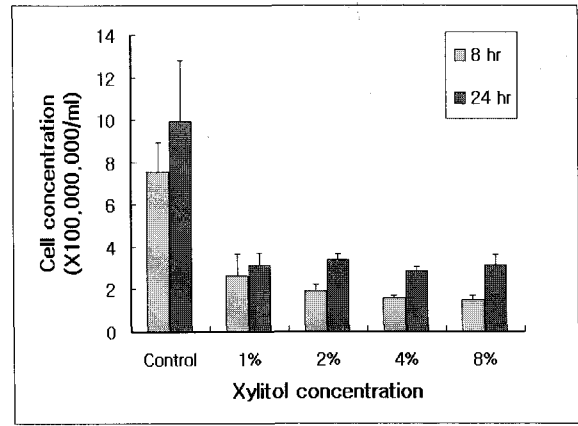


Fig. 2. Effect of xylitol on the viable cell numbers of *Streptococcus mutans*. The number of viable cells was counted at 8 hours and 24 hours after the incubation.

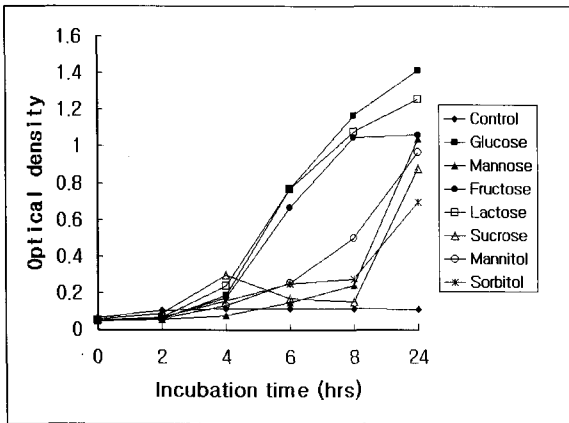


Fig. 3. Effect of various carbohydrates on the replication of *Streptococcus mutans*. The optical density was measured at 660 nm in the spectrophotometer.

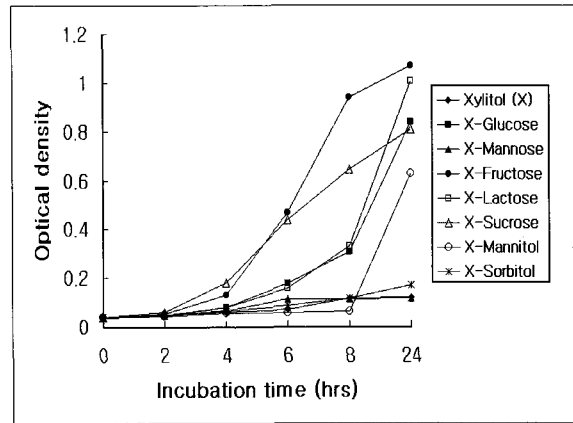


Fig. 4. Combined effect of xylitol and various carbohydrates on the replication of *Streptococcus mutans*. The optical density was measured at 660 nm in the spectrophotometer.

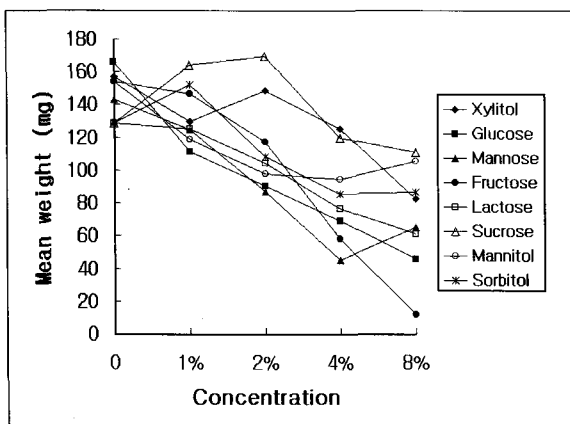


Fig. 5. Effect of various carbohydrates on the formation of artificial plaque by *Streptococcus mutans*. The mean weight of artificial plaque formed on the wire was measured on the balance.

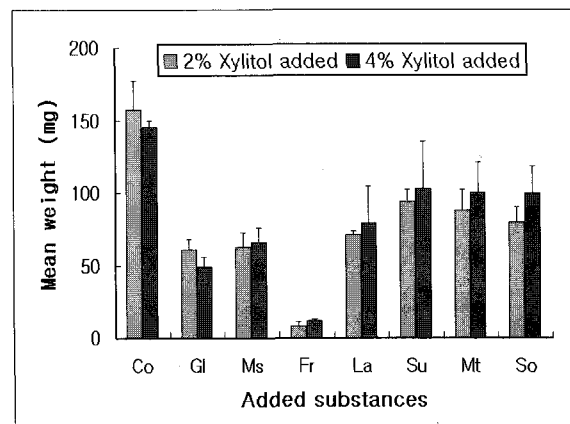


Fig. 6. Combined effect of 2% or 4% xylitol and various 4% carbohydrates on the formation of artificial plaque by *Streptococcus mutans*. The mean weight of artificial plaque formed on the wire was measured on the balance. Co stands for control, Gl: glucose, Ms: mannose, Fr: fructose, La: lactose, Su: sucrose, Mt: mannitol, So: sorbitol.

3. *Streptococcus mutans*의 인공치태 형성에 미치는 자일리톨과 탄수화물의 영향

5% 자당과 0.25% yeast extract을 첨가한 M17 액체배지에서 1%, 2%, 4%, 8%의 탄수화물(자일리톨, 포도당, 만노스, 과당, 유당, 자당, 만니톨, 솔비톨)을 첨가하여 *Streptococcus mutans*를 배양할 때 4% 탄수화물을 첨가하였을 경우에는 전체적으로 와이어상에 형성된 인공치태의 무게는 감소하였고 8% 탄수화물을 첨가하였을 경우에는 더욱 감소하였다. 특히 8% 과당 첨가시 인공치태 형성은 현저히 감소하였다(Fig. 5). 5% 자당과 0.25% yeast extract을 첨가한 M17 액체배지에 2% 또는 4% 자일리톨을 첨가한 액체배지에서 *Streptococcus mutans*가 배양하여 와이어상에 형성한 인공치태 무게는 $157.4 \pm 20.1\text{mg}$, $145.1 \pm 4.8\text{mg}$ 인데 반하여, 2% 또는 4% 자일리톨과 4%의 과당을 병합하여 첨가한 액체배지에서 *Streptococcus mutans*가 형성한 인공치태 무게는 $7.9 \pm 3.3\text{mg}$, $11.4 \pm 1.2\text{mg}$ 으로 현저히 감소하였다($p < 0.05$)(Fig. 6).

IV. 고 찰

세균내로 탄수화물을 운반하고 인산화시키는 것은 phosphoenolpyruvate:sugar phosphotransferase system (PTS)이다. PTS는 수용성 단백질 (enzyme I, E I)과 막결합 단백질 (enzyme II, E II)로 구분된다. 구강내 연쇄상구균에서 탄수화물의 운반과 인산화는 PTS에 의해 이루어지며, 특히 *Streptococcus mutans*에서 자일리톨의 운반과 인산화는 fructose PTS에 의해 이루어진다¹⁵⁾. *Streptococcus mutans*에 대한 자일리톨의 증식 억제작용은 과당이나 자당을 가하면 일어나지 않는데, 그 이유는 자일리톨의 운반과 인산화는 fructose PTS에 의해 이루어지기 때문이다. Fructose PTS에 의해 *Streptococcus mutans* 내로 운반되어 생성된 xylitol phosphate는 대사되지 않고 축적되는데, 다른 인산화가 된 탄수화물이 세포에 해로운 것처럼 xylitol phosphate도 *Streptococcus mutans*에 독성을 나타내어 *Streptococcus mutans*의 증식을 억제하기 때문이다¹²⁾. 세균내 xylitol phosphate가 축적되어 증식이 되지 않는 현상은 *Lactobacillus casei*¹⁶⁾와 *E. coli*¹⁷⁾에서도 보고되었다. 본 연구에 사용된 *Streptococcus mutans* Ingbritt strain이 자일리톨의 증식억제 작용에 내성이 생기는 현상은 fructose E II가 없어진 돌연변이체가 선택되어 증식되기 때문이다¹⁸⁾. 장기간 자일리톨을 사용한 사람의 구강에서는 자일리톨에 내성이 생긴 *Streptococcus mutans*가 증가하여 자일리톨 사용을 중단하여도 4년이나 자일리톨 내성 *Streptococcus mutans*가 분리된다¹⁴⁾. 그러나 자일리톨 내성 *Streptococcus mutans*는 자일리톨에 감수성이 있는 *Streptococcus mutans* 보다 쉽게 치태로부터 타액으로 떨어져 나가는 특성¹⁹⁾과 자일리톨이 구강내 세균의 glycosyltransferase, invertase, sugar permease의 활성을 변화시켜¹⁹⁾ 치아우식증의 발생을 감소시킨다.

Streptococcus mutans 군은 항원성에 따라 8개의 혈청형(a-h)으로 나눌 수 있는데, 이중 혈청형 c가 전세계적으로 가장 많이 분리되고 있으며, 구강내 치태 형성의 주된 세균이다⁵⁾. *Streptococcus mutans* c 혈청형이 합성한 세포의 다당류의 초미세 구조를 투과전자 현미경으로 관찰하면 다당류가 세가지 구성 성분, 즉 구형의 프럭탄, 한가닥 섬유 구조의 텍스트란(dextran), 두가닥 섬유 구조의 뮤탄(mutan)으로 구성되어 있다²⁰⁾. 뮤탄은 치아표면에 *Streptococcus mutans*외에 다른 세균들의 증식을 촉진시키며, 텍스트란과 프럭탄은 세균의 세포의 에너지 공급원이 되고 있다. 세포의 글루칸은 *Streptococcus mutans* 외에도 다른 *Streptococcus species*, *Lactobacillus species*와 같은 구강세균에 의해 형성되는데, 이들 세균이 치아 표면에 부착하여 치태를 형성하는데 기여하고 있다²¹⁻²⁴⁾. 치태는 세균과 세균간 물질로 구성되어 있다²⁵⁾. 치태 형성 초기에는 타액에서 유래한 당단백에 의해 획득 피막이 형성되는데 세균들은 초기에 이 피막과 비특이적으로 약하게 결합하다가 세포의 다당류를 합성하여 강하게 결합한다. 세포의 다당류는 치아와 치주 건강에 중요한 역할을 하는데 이는 첫째, 세포의 다당류는 끈끈한 특성을 가지고 접착성이 강하여 세균의 부착 및 응집을 조장하고, 둘째, 세균이 필요로 하는 에너지의 저장소가 될 수 있으며, 셋째, 세균이 만드는 독소와 염증을 일으키는 물질을 포함하고 있기 때문이다²⁶⁾.

본 연구에서는 *Streptococcus mutans*배양시 자일리톨의 농도가 높아짐에 따라 배양액의 흡광도와 생균수가 감소하였는데, 이와 같은 결과는 자일리톨의 경우만이 아니라 다른 탄수화물도 높은 농도로 가하게 되면 배양액의 흡광도가 감소하여서 자일리톨에 의한 *Streptococcus mutans*의 억제현상은 큰 의의가 없는 것이다. 액체배지에 포도당, 과당, 유당 첨가시 *Streptococcus mutans*의 증식이 배양 초기부터 이루어진데 반해, 만노스, 자당, 만니톨, 솔비톨 첨가시는 배양시간이 경과한 다음 *Streptococcus mutans*의 증식이 이루어졌다. 자일리톨을 병합하여 *Streptococcus mutans*를 배양하면 포도당이나 유당을 첨가한 경우에는 배양시간이 경과한 후 *Streptococcus mutans*의 증식이 이루어진 것은 자일리톨에 의해 배양 초기에 *Streptococcus mutans*억제작용이 일어났으나 배양이 계속되면서 자일리톨에 내성이 생긴 *Streptococcus mutans*가 선택되어 증식이 일어난 것으로 사료된다. 배지에 과당을 첨가한 경우 자일리톨과의 병합 여부에 관계없이 배양 초기부터 증식이 되는 것은 자일리톨이 세균 내부로의 운반과 인산화가 fructose PTS에 의하는데 배지에 첨가된 과당에 의해 경쟁적인 선택으로 자일리톨이 사용되지 않았기 때문이다. 배지에 자당과 자일리톨을 병합 첨가하면 자당을 단독으로 첨가한 경우와 비교하였을 때, 배양 6시간과 8시간에 배양액의 흡광도가 더 높은 것은 자당에 작용하는 glucosyltransferase을 자일리톨이 억제하여 *Streptococcus mutans*가 자당을 증식에 사용한 것으로 생각된다. 5% 자당과 0.25% yeast extract을 첨가한 M17 액체배지에 탄수화물을 첨가하여 *Streptococcus mutans*를 배양할

때 4% 탄수화물을 첨가하였을 경우에 전체적으로 와이어상에 형성된 인공치태의 무게는 감소하였고 8% 당을 첨가하였을 경우에 더욱 감소하였다. 특히 8% 과당 첨가시 인공치태 형성은 현저히 감소하였다. 2% 또는 4% 자일리톨을 첨가한 액체배지에서 *Streptococcus mutans*가 형성한 인공치태 무게는 157.4±20.1mg, 145.1±4.8mg인데 반하여, 2% 또는 4% 자일리톨과 4%의 과당을 병합하면 *Streptococcus mutans*에 의해 형성된 인공치태 무게는 7.9±3.3mg, 11.4±1.2mg으로 현저히 감소하여(p<0.05) 자일리톨과 과당 병합시 인공치태 형성이 가장 억제됨을 알 수 있다.

이상의 결과로 볼 때, 세균의 증식 억제작용과 치태 억제작용에 대한 자일리톨과 다른 탄수화물의 효과를 정확히 알기 위해서는 탄수화물에 관련된 효소에 대한 연구가 더 필요한 것으로 사료된다.

V. 결 론

자일리톨 함유 배지에서 *Streptococcus mutans*의 증식과 *Streptococcus mutans*의 인공치태 형성에 대한 억제작용을 관찰하고 다른 당과의 병합작용을 보고자 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

배지의 자일리톨 농도가 증가함에 따라 *Streptococcus mutans*의 증식이 억제되었다. 포도당, 과당, 유당을 각각 첨가한 배지에서 *Streptococcus mutans*의 증식이 처음부터 이루어진 데 반해, 자일리톨을 병합하면 과당의 경우만 처음부터 증식이 되었다. 자일리톨과 과당을 병합하여 첨가한 액체배지에서 형성된 인공치태 무게는 현저히 감소하였다(p<0.05).

이상의 결과는 배지의 자일리톨 농도가 증가함에 따라 *Streptococcus mutans*의 증식이 억제되었으며, 자일리톨과 과당을 병합하여 첨가하면 *Streptococcus mutans*에 의한 인공치태 형성이 억제됨을 시사하였다.

참고문헌

1. 박기철 : 치아플렉(2). 치과연구. 43:23-30, 1998.
2. Clarke JK : On the bacterial factor in the aetiology of dental caries. Br J Exp Pathol, 5:141-147, 1924.
3. Gibbons RJ, Houte J : Dental caries. Ann Rev Med, 26:121-136, 1975.
4. Loesche WJ : Chemotherapy of dental plaque infections. Oral Sci Rev, 9:65-107, 1976.
5. Hamada S, Slade HD : Biology, immunology and cariogenicity of *Streptococcus mutans*. Microbiol Rev, 44:331-384, 1980.
6. Tanzer JM : Microbiology of dental caries. In Contemporary oral microbiology and immunology, edited by Slots J, Taubman M St Louis: Mosby,

- 377-424, 1992.
7. Lumikari M, Soukka T, Nurmio S, et al. : Inhibition of the growth of *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus* and *Lactobacillus casei* by oral peroxidase system in human saliva. Arch Oral Biol, 36:155-160, 1991.
8. van der Hoeven JS, Camp PJM : Mixed continuous cultures of *Streptococcus mutans* with *Streptococcus sanguis* or with *Streptococcus oralis* as a model to study the ecological effects of the lactoperoxidase system. Caries Res, 27:26-30, 1993.
9. Scheinin A : Caries control through the use of sugar substitutes. Int Dent J, 26:4-13, 1976.
10. Leach SA, Green RM : Effect of xylitol-supplemented diets on the progression and regression of fissure caries in the albino rat. Caries Res, 14:16-23, 1980.
11. Vadeboncoeur C, Trahan L, Mouton C, et al. : Effect of xylitol on the growth and glycolysis of acidogenic oral bacteria. J. Dent. Res, 62: 882-884, 1983.
12. Trahan L, Bareil M, Gauthier L, et al. : Transport and phosphorylation of xylitol by a fructose phosphotransferase system in *Streptococcus mutans*. Caries Res, 19:53-63, 1985.
13. Trahan L, Mouton C : Selection for *Streptococcus mutans* with an altered xylitol transport capacity in chronic xylitol consumers. J Dent Res, 66:982-988, 1987.
14. Trahan L, Soderling E, Drean M-F, et al. : Effect of xylitol consumption on the plaque-saliva distribution of mutans streptococci and the occurrence and long-term survival of xylitol-resistant strains. J Dent Res, 71:1785-1791, 1992.
15. Calmes R : Involvement of phosphoenolpyruvate in the catabolism of caries-conducive disaccharides by *Streptococcus mutans*: lactose transport. Infect Immunity, 19:934-942, 1978.
16. London J, Hausman S : Xylitol-mediated transient inhibition of ribitol utilization by *Lactobacillus casei*. J Bact, 150:657-661, 1982.
17. Reiner AM : Xylitol and D-arabitol toxicities due to derepressed fructose, galactitol, and sorbitol phosphotransferases of *Escherichia coli*. J Bact, 132:166-173, 1977.
18. Knuutila ML, Makinen KK : Effect of xylitol on the growth and metabolism of *Streptococcus mutans*. Caries Res, 9:177-189, 1975.
19. Makinen K.K : Biochemical principles of the use of

- xylitol in medicine and nutrition with special consideration of dental aspects. *Experientia*, 30:1-160, 1978.
20. Toda Y, Moro I, Koga T, et al. : Ultrastructure of extracellular polysaccharides produced by serotype c *Streptococcus mutans*. *J Dent Res*, 66:1364-1369, 1987.
 21. Gibbons RJ, Banghart SS : Synthesis of extracellular dextran by cariogenic bacteria and its presence in human dental plaque. *Arch Oral Biol*, 12:11-24, 1967.
 22. Dewar MG, Walker GJ : Metabolism of the polysaccharides of human dental plaque. *Caries Res*, 9:21-35, 1975.
 23. Gibbons RJ, van Houte J : Bacterial adherence in oral microbial ecology. *Ann Rev Microbiol*, 29:19-44, 1975.
 24. Hammond BF : Dextran production by a human oral strain of *Lactobacillus casei*. *Archs Oral Biol*, 14:879-890, 1969.
 25. McDougall WA : Studies on the dental plaque. I. The histology of the dental plaque and its attachment. *Aust Dent J*, 8:261-273, 1963.
 26. Newbrun E : Polysaccharide synthesis in plaque. *Microbiology Abstract Suppl. Microbial aspect of dental caries III*:659, 1979.

Reprint request to:

Kyu-Ho Yang, D.D.S., M.S.D, Ph.D.
Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Chonnam National University
8, Hak-Dong, Dong-Gu, Gwangju, 501-757, Korea
E-mail : khyang@chonnam.ac.kr

Abstract

THE EFFECT OF XYLITOL AND CARBOHYDRATES
ON *STREPTOCOCCUS*

Kyoung-Hee Kim, Byung-Cho Jeong, Chong-Suk Oh * , Kyu-Ho Yang

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dental Science Research Institute,
Department of Microbiology, College of Medicine * Chonnam National University*

Xylitol is a 5-carbons carbohydrate, which can be replaced with sucrose for preventing caries. The replication of *Streptococcus mutans* and its formation of artificial plaque were studied in the media containing xylitol. The combined effect of xylitol and other carbohydrates on *Streptococcus mutans* was also studied.

The replication of *Streptococcus mutans* was inhibited according to the increased concentration of xylitol. *Streptococcus mutans* replicated at the initial stage of incubation in the media containing glucose, fructose or lactose, while replicating from the beginning of incubation in the media containing fructose as combining with xylitol. The formation of artificial plaque by *Streptococcus mutans* was significantly reduced in the media containing with xylitol and fructose.

These results indicated that the replication of *Streptococcus mutans* was inhibited according to the increased concentration of xylitol, and the formation of artificial plaque by *Streptococcus mutans* was significantly inhibited in the media containing xylitol and fructose.

Key words : Xylitol, *Streptococcus mutans*, Fructose