

# 음료내 당분의 치아우식에 대한 영향도

## The effect of sugars in beverages on dental caries

가톨릭醫科大學 齒科學敎室

김진태

### I. 서론

치아우식은 인간 특히 아동에 있어 가장 흔한 질환이 되고 있다.

만 3세 시기에 약 57%의 아동이 그리고 학령기에는 70% 이상이 이환되어 있는 것이다.<sup>9, 19, 20</sup>

이들 비쳐치된 치아우식병소는 심각한 동통 및 불편감의 원인이 되고 있다.

Pierre Fauchard<sup>2</sup> 이래 주의 깊은 치과 의사들은 치아우식활성도와 식품간에 관련성이 있음을 주시해 왔으며 이는 섭취식품을 변경시킴으로써 우식율이 현저히 변화된 기왕의 실험에서 입증된 바 있다.<sup>9</sup>

그러나 식품이 치아우식을 유발하는 기전 및 치아에 대한 유해도에 관해서는 아직 명확히 밝혀지지 않은 상태이다.

이에 본 소고에서는 치아우식의 유발 요인으로서 식품 중 음료 및 그에 함유된 당분이 미치는 영향에 관한 학자들의 지견을 정리 보고하는 바이다.

### II. 역학 및 식품학적 연구

Fauchard와 선학들에 의해 설탕이 우식 유발에 특히 중요하다는 사실이 주목되어 왔는데 당시 설탕을 구입할 수 있던 특정 부유층에서 치아우식이 빈발했으며 설탕산업이 발달했던 18, 9세기에 치아우식이 증가했다는 사실과<sup>2</sup> 유전적 과당 혐오증 (hereditary fructose intolerance) 환자에서는 치아우식이 없거나 거의 발생하지 않았다는 소견등이 이러한 견해에 신빙성을 더해 주었다.<sup>19</sup>

그러나 반드시 서당(sucrose)의 소비량과 우식율

이 비례적인 관계를 지닌다<sup>13</sup>고 단정지을 수 없는 사실도 있는 데, 예를들어 미국 남부주 주민들은 동북부 보다 우식율이 낮았는데 실제 설탕소비량은 남부가 많았던 것으로 보고되고 있다.<sup>2</sup>

물론 Hopewood House 및 Vipeholm<sup>19</sup> 같은 고전적인 연구논문들은 당류가 다량 함유된 식품 및 간식의 통제가 치아우식증을 현저히 감소시켜 줄을 보여주고 있으나 Huxley<sup>14</sup>는 2종의 식품군을 공급한 2종의 쥐실험에서 식품의 기본적 조성이 서당의 우식에 미치는 영향도가 큼을 보고하였다.

즉 첫째 식품군에 함유된 casein이 우식진행 억제능을 지니고 있는 데 비해 둘째식품군은 그 조성 성분이 규명되지 않은 천연성분을 포함하고 있었는데 오히려 우식을 진행시켰던 것이며 서당이 완전히 제거된 식품군에서도 우식이 완전히 소실되지는 않았던 소견을 보여주고 있는 것이다.

요약한다면 통계적으로 노출된 당분 소비량 이외에도 가공식품내 함유된 당분, 식품의 조성 및 정제도<sup>15</sup> 그리고 이들 식품의 섭취양태 등이 우식율에 관계된 변이요인으로 간주될 수 있으며 그외 치태 pH, 식품 청정도, 타액분비율 등을<sup>16</sup> 들 수 있는데 이에 대하여는 Huxley<sup>14</sup>와 Edgar<sup>6</sup> 등의 논문에서 보고되어 있다.

또 Rugg<sup>21</sup>은 간식이 인체 치태 pH에 미치는 영향도에 관한 조사에서 기왕의 Edgar,<sup>6</sup> Frostell<sup>9</sup> 등의 보고와 일치한 소견을 보이고 있다.<sup>20</sup>

### III. 음료와 치아우식

동물 및 체외실험에서 우유, 산성과 짙음료는 당이 함유된 인공음료에 비해 우식성이 그다지 높지 않음을 보여주고 있다.<sup>8</sup>

그러나 임상적으로 과일 및 과즙음료는 치아부식만이 아니고 치아우식에도 활발히 관여하고 있음을 시사해 주고 있는데, Frostell<sup>8</sup>은 주종의 음료가 치태pH에 미치는 영향을 조사하면서 우유, 산성우유는 치태의 산 생성율이 경미했으나 당을 함유한 음료는 설탕용액과 매우 유사한 Stephen곡선을 보였음을 보고했다.

Carmen<sup>18</sup>들은 연성음료의 가용성 당분을 분석하여 대부분의 연성음료가 단당류인 포도당과 과당, 이당류인 서당을 함유하고 있으며 이들 함량은 저장기간 중 가수분해의 결과로 동일음료에서도 용기마다 차이가 있음을 인정하였다.

河<sup>21</sup>들은 시판 청량음료의 법랑질 침식에 미치는 연구에서 수소이온 농도를 기준으로한 SEM관찰에서 수소이온농도와 법랑질 침식정도의 상관관계를 인정할 수 있다고 했으며 불소처리된 치아는 수소이온농도가 높은 경우 침식에 방 효과가 크다고 하였다.

이에 비교하여 음료 자체에 함유된 불소의 작용에 대해 Gedalia<sup>10</sup>들은 불화법랑질 생검법 실험에서 불소함유 음료 섭취시, 치아우식 감소효과를 보였다고 하였다. 그러나 Emno<sup>7</sup>들은 시판음료내 불소농도는 이러한 효과를 내기에는 불충분한 것임을 지적했다.

Birkhed<sup>4</sup>는 과일쥬스, 과즙음료, 탄산음료 그리고 연성음료의 당도, 산도 및 치태pH에 대한 영향도 조사에서 이들 요인에 관한 현행음료는 대략 유사한 우식유발도를 지닌다고 했다.

Rugg<sup>22</sup>은 인체 모유가 우유, 젖당, 서당에 비해 치태pH 및 법랑질탈회에 더큰 영향을 미친다고 보고했다.

#### IV. 서당에 대한 대체물

Birkhed<sup>3</sup>는 서당과 전이당을 투여한 실험에서 전이당의 서당에 대한 우식율이 더 높지는 않다고 하였다.

이에 비해 Cole<sup>5</sup>의 pyridoxine, phytate, 전이당에 관한 실험에서 전이당이 서당과 같은 정도의 우식율을 나타낸 것으로 보고되었다.

서당은 비환원성 이당류로서  $\beta$ -D-fructofuranosyl- $\alpha$ -D-glucopyranoside의 구조를 취하며 쉽게 가수분해가 된다.<sup>19</sup>

서당은 발효될 수 있으나 고농도(65% 혹은 그이

상)에서는 세균에 대한 저항을 나타내는 것으로 알려져 있다.<sup>7</sup>

서당의 또다른 특징은 비용성인 세포외다당류를 형성하여 치면과 치태의 세균부착을 증진시키는 점에 있다.

근자에 연구가 활발히 진행 중인 서당의 대체물로는 sorbitol<sup>19</sup>, xylitol<sup>11,12</sup>, maltose등이 있는데 sorbitol은 Streptococcus mutans에 의해 발효가 되나 산생성율이 다른 육탄당이나 이당류에 비해 현저히 낮은 것으로 보고되어 있다.<sup>19</sup>

그러나 치은열구내에서의 우식능은 낮지만 지속적인 값을 유지하며 식품내 첨가시 흡수도를 감소시켜 체중감소를 일으키는 성질이 있으며 인체실험에 대한 단정적인 결론은 아직 내려지지 않고 있다.

xylitol은 자연상태에서 과일, 야채내에서 검출되는 5탄당 알콜이다.<sup>19</sup>

장관내 흡수율이 낮아 설사를 유발시킬 가능성이 있는 것으로 보고되어 있다.<sup>11</sup>

Turku Study<sup>11</sup>에서 xylitol을 감미료로 쓴 집단이 현저한 우식감소율을 보였다.

서당을 제거하고 xylitol로 대체시킨 식품섭취군은 조기 우식병소의 재석회화의 가능성을 보이고 있다.<sup>12</sup>

Arends<sup>11</sup>의 법랑질 재석회화에 관한 연구에서 xylitol은 병소의 분해된 법랑질이 용액내로 운반되는 과정을 방해하는 것으로 되어 있다.

#### V. 논 의

이상에서 식품의 치아우식에 대한 상관도를 살펴 보았다.

통계적으로 노출된 당분소비량만으로는 치아우식율과의 원인론을 규정하기에 미흡한 점이 많은 것이다. 즉, 당분함량은 정제식품군에 높게 분포되어 있으며 이들 식품의 조성, 섭취법등의 변이요인에도 좌우된다는 사실을 알 수 있다.

이러한 소견들에 대한 좀 더 구체적인 역학 조사가 70년대 이후 활발히 진행되지 않은 상태에서 이에 대한 조사연구가 구체적인 병인론 규명을 위해 요구된다고 하겠다.<sup>2</sup>

근래 활발히 진행중인 대체당에 대한 연구는 기왕에 제시된 대체물인 phytate, pyridoxine 혹은 sorbitol등에서는 적극적인 치아우식 감소효과가 관찰되지 않고 있으나 xylitol에 의한 효과는 긍정적인

것으로 나타나고 있다.<sup>5)</sup>

이전의 논문들에서 치태 자체만의 pH측정만으로는 치아우식 활성능을 정성 및 정량적으로 평가하기에 문제점이 있는 바 근자 Imfeld<sup>15)</sup>에 의한 생체내 원격측정법을 통한 재검정법, Carmen<sup>16)</sup>의 column chromatography, spectrophotometric technique 및 thin-layer chromatography을 응용한 정량 및 정성 실험, 그리고 Lagerlöf<sup>16)</sup>의 구강재현기 도입 등이 이에 진전을 보여주고 있다.

이에 덧붙여 치태-법랑질간 pH값은 치태pH에 비해 다음의 고려요인을 설정해야 할 것이다.<sup>2, 6)</sup>

- ① 치태에 대한 탄수화물의 침투능
- ② 치태주위 환경에 대한 탄수화물의 침투능
- ③ 치태자체의 완충능
- ④ 탄수화물의 발효도
- ⑤ 식품내 산성물질에 의한 치태로의 침투능 등이다.

또 식품자체의 우식유발도만으로 권장여부를 결정하기 어려운 경우도 있는데 예를 들어 모유가 우유, 유당에 비해 높은 우식유발도를 나타냈으나 우유자체를 피할 수는 없는 것이다.<sup>22)</sup>

이와 유사한 논지로 Streptococcus mitior을 이용한 서당을 기질로 한 농도별 산생성 실험에서 적정농도대의 2분내 pH의 급격한 감소효과는 식품선택 이외에도 구강위생관리의 필요성을 말해주고 있다.<sup>17)</sup>

Carmen<sup>16)</sup>과 Enno<sup>7)</sup>등의 불소함유 음료실험은 적정농도 수준의 불소함유 탄산음료가 이들 음료에 의한 우식능 상쇄를 위해 요구되어짐을 보이고 있다.

결론적으로 음료의 우식유발도와의 관련성은 정확한 역학조사, 구강내 환경의 재현을 기초로한 실험모델 그리고 대체당의 성분규명 및 실질적 이용, 불소성분을 음료내 함유시키는 문제등에 초점을 두어 그 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

## VI. 결 론

이상의 발표된 논문들을 기초로 음료내 당분이 치아우식에 미치는 영향도에 관해 다음과 같이 결론을 내릴 수 있다.

- 1. 서당의 소비량과 치아우식 발생간의 비례적 관계는 식품조성, 섭취양상등에 의해 변화될 수 있다.
- 2. 현행 음료의 함유 당분, 산도, 치태pH의 우식

에 대한 영향도는 대체로 비슷하다.

- 3. 불소처치를 실시한 치아는 시판음료에 대한 법랑질 침식도가 낮았으나<sup>24)</sup> 발견된 치아를 사용한 실험결과는 생활치아의 불소처리 효과에 대한 차후의 연구로 보완되어야 할 것이다.
- 4. 시판 청량음료내 불소함유량은 상수도 불소화 지역의 상수도에 비해 우식방지를 위한 기준치에 미달했다.
- 5. 서당에 대한 대체물의 연구가 진행 중이며 이중 xylitol이 갖는 치아우식 억제능이 주목할만하고 차후의 연구가 필요한 것으로 보인다.

## 참 고 문 헌

- 1. Arends, J., Christoffersen, J., Schuthof, J., & Smits, M.T.: Influence of xylitol on demineralization of enamel, Caries Res. 18: 296-301, 1984.
- 2. Bibby, B.G.: The Cariogenicity of snack foods and confections, J. Am. dent. Ass. 90: 121-132, 1975.
- 3. Birkhed, D., Topitsglou, V., Edwardsson S., & Frostell, G.: Cariogenicity of invert sugar in long-term rat experiments. Caries Res. 15: 302-307, 1981.
- 4. Birkhed, D.: Sugar content, acidity and effect on plaque pH of fruit juices, fruit drinks, carbonated beverages and sport drinks. Caries Res. 18: 120-127, 1984.
- 5. Cole, M.F., Eastoe, J.E., Curtis, M.H., Korts, D.C., & Bowen, W.H.: Effect of pyrioxine, phytate and invert sugar on plaque composition and caries activity on monkey (*Macaca fascicularis*) Caries Res. 14: 1-15, 1980.
- 6. Edgar, M.W., Bibby, B.G., Mundorff, S., & Rowley, J.: Acid production in plaques after eating snacks: modifying factors in foods. J. Am. dent. Ass. 90: 418-425, 1975.
- 7. Enno, A., Craig, G.G., & Knox, K.W.:

- Fluoride content of prepacked fruit juices and carbonated soft drinks. *Med. J. Aust.* ii: 340-342, 1976.
8. Frostell, G.: Effect of milk, fruit juices and sweetened beverages on the pH of dental plaques. *Acta. odont. Scand.* 28: 609-622, 1970(b).
  9. Frostell, G., Blomqvist, J., Bruner, P.O., Dahl, G.M., Fjellström, Å., Henrikson, C.O., Larje, O., Nord, C.-E., Nordenvall, K.-J., & Wik, O.: Reduction of caries in pre-school children by sucrose restriction and substitution with invert sugar. The Gustavsberg study. *Acta. odont. Scand.* 39: 333-347, 1981.
  10. Gedalia, I., Galon, H., Rennert, A., Biderco, I., & Mohr, I.: Effect of fluoridated citrus beverage on dental caries and on fluoride concentration in the surface enamel of children's teeth. *Caries Res.* 15: 103-108, 1981.
  11. Havenaar, R., Stoppelaar, J.D. de, Huis in't Veld, J.H.J., & Backer Dirks, O.: Anti-cariogenic and remineralizing properties of xylitol in combination with sucrose in rats inoculated with streptococcus mutans. *Caries Res.* 18: 269-277, 1984.
  12. Havenaar, R., Stoppelaar, J.O. de, Drost, J.S., Huis in't Veld, J.H.J., & Backer Dirks, O.: Potential cariogenicity of Lycasin® 85/55 in comparison to starch, sucrose, xylitol, sorbitol and L-sorbose in rats. *Caries Res.* 18: 375-384, 1984.
  13. Hefti, A., & Schmit, R.: Effect of caries incidence in rats of increasing dietary sucrose levels. *Caries Res.* 13: 298-300, 1979.
  14. Huxley, H.G.: The cariogenicity of dietary sucrose at various levels in two strains of rat under unrestricted and controlled frequency feeding condition. *Caries Res.* 11: 237-242, 1977.
  15. Imfeld, T., & Muhlemann, H.R.: Cariogenicity of confectionary and beverages. *Pharmacol. Ther. dent.* 3: 53-68, 1976.
  16. Lagerlof, F., & Dowes, C.: The volume of saliva in the mouth before and after swallowing. *J. dent. Res.* 63: 618-621, 1984.
  17. Lagerlof, F., Dawes, R., & Dawes, C.: The effects of different concentrations of sucrose, fructose and glucose on pH changes by *Streptococcus mitior* in an artificial mouth. *J. dent. Res.* 64: 405-410, 1985.
  18. Martin-Villa, C., & Vidal-Valverde, C.: Soluble sugars in soft drinks. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 2141-2153, 1981.
  19. Newbrun, E.: *Cariology.*, 2nd Ed., W.-W. Co., U.S.A., 1978.
  20. Newbrun, E.: Dietary carbohydrates: Their role in cariogenicity. *Med. Clin. Nor. Am.* 63: 1069-1083, 1979.
  21. Rugg-Gunn, A.J., Edgard, W.M., & Jenkins, G.N.: The effect of eating some British snacks upon the pH of human dental plaque. *Br. dent. J.* 145: 95-100, 1978.
  22. Rugg-Gunn, A.J., Roberts, G.J., & Wright, W.G.: Effect of human milk on plaque pH in situ and enamel dissolution in vitro compared with bovine milk, lactose and sucrose. *Caries Res.* 19: 327-334, 1985.
  23. Schachtele, C.F., & Jensen, M.E.: Comparison of methods of monitoring changes in the pH of human dental plaque. *J. dent. Res.* 61: 1117-1125, 1982.
  24. 하주식, 김종열: 수종의 시판 청량음료가 치아표면 법랑질 침식에 미치는 영향에 관한 실험실적 연구. 연세치대논문집 제2권, 211-221, 1983