

基础研究 ·

饮料导致牙釉质脱矿作用的实验研究

周学东 刘兴容 张 萍 张静仪 靳淑凤 王志凌

摘要 目的:比较不同种类饮料对牙釉质的脱矿作用。方法:采用微量化学分析法测定饮料在处理牙釉质后1~7d饮料中钙和磷浓度的变化。结果:实验饮料除矿泉水外对牙釉质都具有脱矿作用,导致牙釉质钙和磷的溶出。钙和磷的溶出因饮料的种类而异,差异具有显著性, $P < 0.001$ 。随着时间的延长,钙和磷的溶出也具有显著性差异, $P < 0.001$ 。钙和磷在7d内的总溶出量也因饮料的种类而异,差异具有显著性, $P < 0.001$ 。果汁类的钙和磷总溶出量最高,分别为 $1.355\mu\text{mol/L} \pm 0.250\mu\text{mol/L}$ 和 $1.780\mu\text{mol/L} \pm 0.270\mu\text{mol/L}$;钙奶最低,分别为 $0.290\mu\text{mol/L} \pm 0.092\mu\text{mol/L}$ 和 $0.239\mu\text{mol/L} \pm 0.050\mu\text{mol/L}$ 。结论:饮料对牙釉质具有脱矿作用,脱矿作用的强弱与饮料的种类有关,果汁类最强,钙奶最弱。

关键词 饮料 牙釉质 脱矿 再矿化

An Experimental Study on Demineralization of Several Beverages on Bovine Enamel

Zhou Xuedong, Liu Xingrong, Zhang Ping, et al

The College of Stomatology, West China University of Medical Sciences

Abstract

Objective: The aim of this study is to investigate the demineralization effects of several beverages on bovine enamel. **Methods:** The concentration of calcium and phosphate in these beverages were measured by using EL 312e Micro-Plate after the bovine enamel was exposed to beverages for a period of 7 days. **Results:** The data indicated that almost all of these beverages could cause demineralization of bovine enamel, except mineral water, and the concentration of calcium and phosphate in these beverages changed after the bovine enamel was exposed to beverages. There were great significant differences in demineralization abilities among different beverages ($P < 0.01$). The concentration of calcium and phosphate in beverages also changed with time ($P < 0.01$). **Conclusion:** All these beverages, except mineral water have erosive effects on bovine enamel. Demineralization degree varied with kinds of beverages. The fruit juice has the highest erosive effect on the enamel, and the calcium milk has the lowest erosive effect on the bovine enamel, when comparing with other beverages.

Key words: beverages enamel demineralization remineralization

饮料对牙齿的危害已引起国外学者的关注。已有的研究¹证明饮料对牙齿的危害主要有两个方面:饮料中的酸对牙齿表面的直接脱矿、破坏。

饮料中的可发酵糖扩散到牙菌斑,经微生物发酵产酸引起龋病。而国内有关饮料对牙齿健康危害的研究较少。本实验旨在通过对不同种类饮料处理牛牙釉质后,测定饮料中钙和磷的变化,反映饮

料对牙釉质的脱矿作用,为饮料影响牙齿健康提供实验参考依据,提醒人们合理选用饮料及饮用饮料后如何保护牙齿。

1 材料和方法

1.1 牙釉质样本的制备

取新鲜拔除的牛下颌切牙共60颗,去除牙根及牙髓组织,用无氟石英粉磨去釉质表面菌斑及色素,流水冲洗干净,经体视显微镜检查(放大10倍)无裂痕、缺陷者,置于去离子水中,于-20℃冰箱中保存、备用,于拔下后3周内使用。

1.2 饮料的选用

选取市售的乐百氏果奶、乐百氏钙奶、非常可乐、橙汁

作者单位:610041 四川大学华西口腔医学院(周学东,张萍,张静仪,王志凌),泸州医学院附属医院口腔科(刘兴容),天津市口腔医院预防科(靳淑凤)

和矿泉水为实验饮料。

1.3 饮料原始 pH 的测定

将所有饮料开瓶即取 50ml,用 pH S-3 型精密酸度计(上海雷兹)测定其原始 pH 值,结果分别为:乐百氏果奶 3.92,乐百氏钙奶 3.98,非常可乐 2.36,橙汁 3.08,矿泉水 7.31。

1.4 分组处理

将 60 颗牛牙于唇中 1/3 开窗,直径为 4mm,经酒精消毒后随机分为 6 组,每组 10 个样本,取 15μl 饮料滴加于釉质面,于 37 °C 孵育 5min,5 次/d¹,饮料的处理在 12h 内完成,处理的间隙置于去离子水中过夜。处理后的饮料收集于 0.5 ml 的 eppendorf 管中,共 7d。于 -20 °C 冻存,用于测定饮料中钙和磷的变化。设去离子水为阴性对照组。

1.5 饮料中钙、磷浓度的测定

每 10μl 饮料加入 295μl 的钙、磷反应液,震荡混匀后立即于 EL312e 自动微板读数仪(BIO-TEK Instruments,美国)于 630nm 处测定钙和磷的光密度值(OD),同期作标准曲线,将 OD 值换算成钙、磷的浓度,单位为 μmol/L。

1.6 统计分析

结果采用均数 ± 标准差表示,采用 SPSS9.0 统计软件中的 two-way ANOVA 对饮料在不同时间内导致钙磷溶出的浓度进行统计;采用 one-way ANOVA 对饮料在 7d 内钙、磷溶出的总量进行统计,检验水准为 0.05。

2 结 果

饮料致牙釉质脱矿钙检测结果见表 1。

表 1 5 种饮料处理牙釉质不同时间的钙溶出浓度($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}, n = 10$)

时间(d)	乐百氏果奶	乐百氏钙奶	非常可乐	橙汁	矿泉水	去离子水
1	2.355 ± 0.038	0.604 ± 0.056	4.458 ± 0.075	4.095 ± 0.070	0.005 ± 0.002	0.003 ± 0.000
2	2.066 ± 0.134	0.592 ± 0.097	4.166 ± 0.414	4.011 ± 0.057	0.004 ± 0.003	0.003 ± 0.001
3	1.416 ± 0.131	0.571 ± 0.124	3.627 ± 0.308	3.910 ± 0.103	0.004 ± 0.002	0.003 ± 0.001
4	1.243 ± 0.164	0.564 ± 0.086	3.432 ± 0.497	3.867 ± 0.042	0.005 ± 0.002	0.001 ± 0.000
5	1.194 ± 0.215	0.549 ± 0.069	3.114 ± 0.249	3.839 ± 0.097	0.003 ± 0.000	0.002 ± 0.001
6	1.147 ± 0.038	0.542 ± 0.137	2.974 ± 0.245	3.700 ± 0.079	0.005 ± 0.002	0.003 ± 0.002
7	0.880 ± 0.084	0.442 ± 0.076	2.789 ± 0.019	3.683 ± 0.054	0.004 ± 0.001	0.005 ± 0.001

饮料致牙釉质脱矿磷检测结果见表 2。

表 2 5 种饮料处理牙釉质不同时间的磷溶出浓度($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}, n = 10$)

时间(d)	乐百氏果奶	乐百氏钙奶	非常可乐	橙汁	矿泉水	去离子水
1	0.130 ± 0.005	0.033 ± 0.006	0.093 ± 0.004	0.207 ± 0.008	0.002 ± 0.001	0.003 ± 0.001
2	0.078 ± 0.035	0.022 ± 0.006	0.074 ± 0.016	0.205 ± 0.024	0.007 ± 0.003	0.000 ± 0.000
3	0.054 ± 0.012	0.022 ± 0.009	0.072 ± 0.016	0.165 ± 0.004	0.004 ± 0.001	0.002 ± 0.001
4	0.047 ± 0.021	0.011 ± 0.007	0.059 ± 0.003	0.156 ± 0.006	0.006 ± 0.003	0.001 ± 0.000
5	0.045 ± 0.018	0.006 ± 0.002	0.041 ± 0.007	0.142 ± 0.006	0.003 ± 0.001	0.000 ± 0.000
6	0.033 ± 0.004	0.005 ± 0.002	0.027 ± 0.004	0.137 ± 0.003	0.004 ± 0.001	0.000 ± 0.000
7	0.030 ± 0.002	0.003 ± 0.001	0.023 ± 0.003	0.127 ± 0.003	0.001 ± 0.000	0.001 ± 0.000

饮料在 7d 内对钙、磷总溶出量的检测结果见表 3。

表 3 5 种饮料处理牙釉质 7d 内钙、磷总溶出量

($\bar{x} \pm s, \mu\text{mol/L}$)

饮 料	Ca	P
乐百氏果奶	0.773 ± 0.115	0.997 ± 0.014
乐百氏钙奶	0.290 ± 0.092	0.239 ± 0.005
非常可乐	1.228 ± 0.301	0.608 ± 0.260
橙汁	1.355 ± 0.250	1.780 ± 0.270
矿泉水	0.002 ± 0.001	0.042 ± 0.005
去离子水	0.001 ± 0.001	0.011 ± 0.001

从表 1~3 可以看出,饮料可以导致牙釉质钙和磷的溶出,溶出的浓度因饮料种类的不同而异,它们之间的差异具有统计学意义, $P < 0.001$,且随着时间的延长而减小,差异也具有统计学意义, $P < 0.001$ 。饮料在 7d 内钙和磷的总溶出量也有差异,具有统计学意义, $P < 0.001$ 。

3 讨 论

有关饮料脱矿能力的研究^{2~4}已在体内和体外的实验中进行。然而,许多研究采用的是将牙齿或牙片长时间浸泡于脱矿液中,这些研究的实验条

件与现实生活的情况不太一致。Maupome 等⁵ 的研究结果表明实验条件若更接近现实生活对鉴定饮料的实际作用会更有帮助,尤其是在进行定量研究时。本实验通过饮料处理牙釉质前后,饮料中钙和磷含量的变化,评价饮料对牙釉质的脱矿作用。结果显示,除矿泉水外,其余种类的实验饮料对牙釉质都具有脱矿作用,导致牙釉质钙和磷的溶出,溶出的量因饮料的种类而异,它们之间的差异具有显著性。生化检测中已经发现,矿泉水除了含 0.52 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的氟以外,与去离子水的各项实验指标一样,而 0.52 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 的氟因浓度太低,不足以抑制脱矿而有利于再矿化,因此表现出与去离子水相同的特性。

生化检测发现除矿泉水外,其他种类的饮料都呈酸性,pH 值较低,为 2.36~3.98,都处于临界 pH 以下,因此当饮料接触到牙釉质表面时,其中的酸直接作用于牙釉质,使牙釉质中的羟磷灰石晶体发生溶解。由于不同种类的饮料中的各种无机离子的含量不同,因此导致牙釉质钙和磷的溶出出现差异。奶类的果奶和钙奶含有蛋白质、乳酸、脂质、微量元素、免疫球蛋白、维生素、矿物质、柠檬酸盐和酶类。其中的蛋白质多数以磷酸酪蛋白的形式存在,这些蛋白可以吸附至牙釉质的表面,起屏障作用,其中高浓度的钙和磷也能抑制釉质的脱矿⁶。但由于果奶和钙奶中乳酸较多,蛋白质和无机离子的抑制脱矿作用也不能阻止牙釉质无机离子的丢失,因此表现为钙和磷的溶出,但随着时间的延长,脱矿反应的速度减慢,表现出随时间增加逐渐减少的趋势。由于钙奶比果奶中的钙、磷含量高,因此钙奶导致釉质钙、磷的溶出较果奶轻微。非常可乐中钙的含量与果汁类相似,但磷的含量较橙汁高,两者都低于奶类,因此表现出钙磷的溶出较奶类

多,而两者之间则表现为钙的溶出相似,磷的溶出是橙汁远远高于碳酸类。矿泉水中无无机离子和酸,因此表现出微量的钙和磷的溶出。

饮料对牙釉质都具有脱矿作用,且有色饮料还能导致牙齿颜色的改变,影响美观。这一问题应得到生产厂家的重视。消费者在选择饮料时也应考虑到这个问题。当然,饮料对牙齿健康的危害还受其他因素的影响,如个体对脱矿的敏感性、机体全身状况、唾液的流速、唾液对饮料的清除率以及个体的饮食习惯等。如何减少饮料对牙齿健康的危害,还有待进一步研究。

参考文献

- 1 Grenby TH, Phillips A, Desai T, et al. Laboratory studies of the dental properties of soft drinks. *Br J Nutr*, 1989, 62(2):451~464
- 2 Meurman JH, Törkko H, Hirvonen J, et al. Application of a new mechanical nonerites microprobe to study hardness of eroded bovine enamel in vitro. *Scand J Dent Res*, 1990, 98(6):568~570
- 3 Gao XJ, Elliott JC, Anderson P. Scanning and contact microradiographic study of the effect of degree of saturation in the rate of enamel demineralization. *J Dent Res*, 1991, 70(9):1332~1337
- 4 Meurman JH, Frank RM. Scanning electron microscopic study of the effect of salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Res*, 1991, 25(1):1~6
- 5 Maupome G, Sanchez V, Torres G, et al. Soft drink consumption patterns in a Mexico population. *Salud Publica Mex*, 1995, 37(3):323~328
- 6 Reynolds EC, Johnson IH. Effect of milk on caries incidence and bacterial composition of dental plaque in the rat. *Archs Oral Biol*, 1981, 26(5):445~451

(2000-08-28 收稿)

(本文编辑 王 晴)

敬告读者作者

《华西口腔医学杂志》编辑部地址:成都市人民南路三段 14 号;

邮编:610041;

电话:028-5502414,028-5503479;

E-mail:hxkqbjs@mail.wcums.edu.cn