

含钙运动饮料对人体牙釉质模拟物腐蚀的影响

Effects on erosion of human enamel simulants by sports drinks

王军萍

WANG Jun-ping

(淮北职业技术学院基础部, 安徽 淮北 235000)

(Foundation Department, Huaibei Vocational and Technical College, Huaibei, Anhui 235000, China)

摘要:为评估含钙运动饮料对牙釉质的腐蚀能力,进行了一个单中心—单盲—随机交叉设计,平衡处理 18 组受试结果的残余效应。采用的饮料为:含钙和麦芽糊精配方的饮料(测试组),两种含糖的运动饮料产品(含钙和阳性对照)和水(阴性对照)。在 15 d 的研究期内,受试者佩戴可移动式人类牙釉质模拟样本,每天饮用 250 mL 的饮料各 4 次。使用接触轮廓仪在第 5, 10, 15 天测量牙釉质的损失。从第 15 天开始,测试组和阴性对照之间产生差异;随着时间的推移,阳性对照逐渐腐蚀,牙釉质腐蚀程度均大于测试组及阴性对照。试验结果表明,可以将钙和 pH 调节剂添加到软饮料、碳酸饮料以及运动饮料中,以降低长期饮用饮料对牙齿的腐蚀作用。

关键词:运动饮料;牙釉质;牙齿侵蚀;对比研究

Abstract: The ability of sports drinks for enamel corrosion was measured and evaluated in this study. A single-center-single-blind-random crossover design was performed to balance the residual effects of the 18 test results. The beverages used included beverages containing calcium and maltodextrin (test group), two kinds of sugar-containing sports drink products (containing calcium and positive control) and water (negative control). During the 15-day study period, subjects wore removable human enamel simulation samples and drank 250 mL of beverages 4 times a day. The loss of tooth enamel was measured using contact profilometers on days 5, 10 and 15. On the 15th day, a difference was found between the test groups and the negative control. The positive control gradually eroded, and the degree of enamel corrosion was greater than that of the test group and the negative control, as the treatment lasted longer. The results showed that calcium and pH adjusters might be added to soft drinks, carbonated

drinks, and sports drinks, to reduce the long-term corrosion of teeth by drinking drinks.

Keywords: sports drink; tooth enamel; tooth erosion; comparative study

数十年来,内在和外在酸腐蚀对牙齿磨损的影响越来越得到科学家的重视,有数十种病菌被确定为可能是造成牙齿腐蚀的病原体^[1]。牙釉质和牙本质可能通过磨损和腐蚀,并且化学磨损可能与物理磨损协同发挥作用^[2]。近年来,流行病学、实验室及临床研究已证明软饮料对人体牙釉质和牙本质的有害影响^[3]。

许多人在进行长时间的体育锻炼或运动后会选择运动功能饮料,这些饮料通常具有较低的 pH 值和较高的酸度,而这两者均与液体的腐蚀性有关^[4]。鉴于此类饮料有可能导致牙齿腐蚀,因此评估运动功能饮料对威胁牙齿健康的风险程度变得十分必要。尤其是饮料生产企业通过在传统的饮料中添加钙^[5]等添加剂,试验拟探究两种含钙运动饮料配方(含低麦芽糊精和其他糖类)对受试者佩戴的可移动式人类牙釉质模拟样本的腐蚀潜力,旨在为牙科医学研究者提供模拟研究参考,并对长期饮用运动饮料的人员进行牙齿健康保护提供合理化建议。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

测试饮料:混合浆果风味运动饮料, GL16 8JB, 葛兰素史克公司;

含钙饮料:橙色运动饮料, RH12-5AB, 诺华健康有限公司;

含糖运动饮料:橘子味运动饮料, 生产批次 BT18 9HY, Farmlea Foods Co.Ltd;

饮用水:康师傅饮用水, 批次 20191024.BZH, 市售;

接触轮廓仪:RM-1205 型, $\pm 0.3 \mu\text{m}$, 北京科文测试仪器器材;

漱口水:Listerine TY-MA 漱口水, 强生(中国)投资

基金项目:2018 年主持安徽省优秀青年人才基金(编号: gxyq2018199); 安徽省职教教学学会 2019 年度教育科研规划重点课题(编号: Azcj034)

作者简介:王军萍(1978—), 女, 淮北职业技术学院副教授, 硕士。
E-mail: 270916011@qq.com

收稿日期:2020-02-05

有限公司；

黑人牙刷:BDY-55 型,好来化工(中山)有限公司；

黑人牙膏:茶倍健™,含氟化物,好来化工(中山)有限公司。

表 1 给出了试验所研究饮料的特征参数。测试饮料和含钙饮料的主要区别在于碳水化合物的组成,测试饮料含有低葡萄糖当量的麦芽糊精,其已被证明具有更低的产酸特性^[6]。含钙饮料和阳性对照含糖。

表 1 研究饮料的简要特征参数

Table 1 Brief characteristic parameters of studied beverages

饮料	碳水化合物成分	pH 值	酸度 %	钙/(mg · L ⁻¹)
测试饮料	麦芽糊精	3.80	0.48	355.0
含钙饮料	蔗糖,葡萄糖浆	3.80	0.45	320.0
含糖运动饮料(阳性对照)	葡萄糖浆,蔗糖	3.15	0.33	2.8
饮用水(阴性对照)	N.A.	6.80	0.00	10.2

1.2 试验方法

研究是一个单一中心,单一研究人员的随机交叉设计,平衡处理了 18 组受试结果的残余效应^[7]。受试者的年龄为 18 岁及以上,受试者无重大医学或药物治疗史;受试者随机分配,由 3 名男性和 18 名女性组成,平均年龄为 32.6 岁(标准差 10.1 岁)。测试前,受试者在无义齿或正畸矫治器的情况下进行牙齿检查,并确保牙周健康完整,以保持上部可移动的矫治器固定在白齿上并扣紧。

研究时长为 15 d,从上午 9 点至下午 5 点佩戴(两个)人体牙釉质模拟标本(前腭突骨位置和后腭突骨位置),在午餐时间进餐时将其取出。牙釉质标本取自年龄 18~35 岁的测试者直立的第 3 颗磨牙^[2,8],使用轮廓仪测得轮廓数据并记录。通过对每个样本进行胶带粘贴,制作出约 2 mm 宽的裸牙,随后在 20 mg/mL 次氯酸盐中浸泡 24 h 对牙齿进行灭菌^[9]。测试期间,仅允许受试者服用所研究的饮料或饮用水。

受试者每次在 10 min 内完成 250 mL 体积的液体饮用,每日 4 次。饮用时间为 09:00、11:00、13:00 和 15:00。所有牙釉质标本的制备和轮廓测定如前所述。在每个研究日的开始和结束时,将体牙釉质模拟标本浸泡在 0.2% 漱口水中 3 min,以防止斑块积聚^[10];从口腔中取出标本保存在密封容器中的湿棉绒上^[10-11]。在第 5,10,15 天取下胶带后,从牙釉质窗胶带区域的边缘跨越两个区域进行轮廓测量,轮廓仪和操作条件与所述相同。通过柔软磨损计算出每个样品轮廓上的平均损失深度。整个研究过程中,受试者被要求每天早晚使用标准牙刷和氟化物牙膏刷牙两次(分别在放置样品前和取出后 1 h 内)。

1.3 统计方法

将各个时间点的样本的 2 次测量结果取平均值,并确定其均值和标准差。主要分析置信区间的配对 *t* 检验组成,使用测试组与阳性组对照,测试组与阴性组对照,阳性对照与阴性对照,含钙饮料与阴性对照,测试饮料与含钙饮料对照^[12]。对第 5,10,15 天的数据进行上述二次

分析。

2 结果与分析

2.1 牙釉质损失

表 2 显示每种饮料在第 5,10,15 天的牙釉质损失。试验所使用的测试饮料已多次用于研究软饮料对牙釉质和牙本质的影响^[13]。测试初期,含钙饮料或阴性对照饮料中几乎没有出现牙釉质侵蚀;随着饮用时间增加,阳性对照组的侵蚀逐渐加深,并呈线性变化。

表 2 运动饮料和饮用水在第 5,10,15 天对牙釉质的平均侵蚀结果[†]

Table 2 Average results for erosion of enamel by sports drinks and water on days 5, 10 and 15 μm

饮料	第 0 天基准	第 5 天	第 10 天	第 15 天
测试饮料	0.04(0.03)	0.04(0.08)	0.04(0.08)	0.03(0.04)
含钙饮料	0.03(0.03)	0.05(0.07)	0.05(0.11)	0.05(0.10)
阳性对照	0.03(0.03)	1.37(1.64)	2.63(3.80)	3.91(5.13)
阴性对照	0.02(0.03)	0.01(0.04)	0.01(0.03)	0.01(0.04)

† 括号内为数值牙釉质损失的标准偏差。

2.2 均差数据结果

表 3~5 分别为第 5,10,15 天各组牙釉质腐蚀的均差数据的比较结果。由表 3~5 可知,阳性对照饮料产生更大的侵蚀,与测试饮料和阴性对照相比,该差异在整个测试期间均显著。测试饮料产生的腐蚀比阴性对照饮用水少得多,且仅在第 15 天才达到显著性差异。含钙饮料与测试饮料或阴性对照在第 15 天无显著差异。

运动饮料的 pH 值通常较低,并且一般添加糖分以提供能量(通常以葡萄糖,短链葡萄糖聚合物和蔗糖的混合物形式存在,含量约为 6%~7%)^[14];添加电解质来代替汗液中损失的电解质部分^[15]。在运动中即脱水状态下,唾液流动的减少将增加对牙齿的侵蚀和生龋^[16]。需要注意的是,在田径运动和其他定期长时间的运动训练中,可

表 3 第 5 天测试组、阳性对照、阴性对照组中
牙釉质腐蚀的均差数据

Table 3 Mean difference of enamel corrosion
on the 5th day

来源	均差	95% 氯		P 值
		较低	较高	
测试组 vs 阳性对照	1.33	0.54	2.12	0.003
阳性对照 vs 阴性对照	-1.36	-2.18	-0.54	0.003
测试组 vs 阴性对照	-0.03	-0.08	0.01	0.146
含钙饮料 vs 阴性对照	-0.04	-0.08	0.01	0.099
测试组 vs 含钙饮料	0.004	-0.04	0.05	0.879

表 4 第 10 天测试组、阳性对照、阴性对照组中
牙釉质腐蚀的均差数据

Table 4 Mean difference of enamel corrosion
on the 10th day

来源	均差	95% 氯		P 值
		较低	较高	
测试组 vs 阳性对照	2.60	0.71	4.48	0.010
阳性对照 vs 阴性对照	-2.62	-4.51	-0.73	0.009
测试组 vs 阴性对照	-0.03	-0.06	0.01	0.190
含钙饮料 vs 阴性对照	-0.03	-0.09	0.03	0.259
测试组 vs 含钙饮料	0.01	-0.05	0.07	0.807

表 5 第 15 天测试组、阳性对照、阴性对照组中
牙釉质腐蚀的均差数据

Table 5 Mean difference of enamel corrosion
on the 15th day

来源	均差	95% 氯		P 值
		较低	较高	
测试组 vs 阳性对照	3.88	1.32	6.43	0.005
阳性对照 vs 阴性对照	-3.90	-6.45	-1.35	0.005
测试组 vs 阴性对照	-0.02	-0.04	0.00	0.023
含钙饮料 vs 阴性对照	-0.04	-0.10	0.01	0.111
测试组 vs 含钙饮料	0.02	-0.02	0.07	0.323

能会大量饮用此类运动饮料,使牙齿长期处于腐蚀的状态。这些对牙齿具有伤害性的饮料对职业运动员和体育爱好者的影响较大,尽管具体的结果受个人敏感性的影响,而在试验中这些敏感性对结果的影响很大。

由表 3~5 可知,较大的标准偏差代表着腐蚀敏感性的个体差异和样本差异,这一差异在阳性对照饮料组的结果中尤为显著。试验还测试了添加了钙的配制测试饮料,该款运动饮料采用了长链葡萄糖聚合物(低 DE 麦芽糖糊精),从而减少产酸量。与阳性对照相比,两种含钙

饮料对牙齿的侵蚀大大降低,且结果与饮用水的差别很小,表明向运动饮料中添加钙可以降低运动饮料的侵蚀性。

3 结论

试验探究了两种含钙运动饮料配方(含低麦芽糊精和其他糖)对受试者佩戴的可移动式人类牙釉质模拟样本的腐蚀能力,从第 15 天开始,测试组和阴性对照之间产生差异;随着时间的推移,阳性对照逐渐腐蚀,牙釉质腐蚀程度均大于测试组及阴性对照。由此可知,可以将钙和 pH 调节剂添加到软饮料、碳酸饮料以及运动饮料中,以降低长期饮用饮料对牙齿的腐蚀。这项研究进一步证明了可以将钙作为配方添加剂应用于运动饮料中,以减少牙釉质的侵蚀。

参考文献

[1] 黄欢. 人体天然牙在柠檬酸介质中的腐蚀磨损特性研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2010: 62-64.

[2] 刘学申. 人牙釉质酸蚀损伤的相关影响因素研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2012: 34-40.

[3] 鲍靖. 辣椒与酒对人牙釉质的酸蚀作用研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2015: 32-36.

[4] 日本研究结果显示: 喝酸奶能防止牙齿脱落[J]. 食品与机械, 2008(2): 79-87.

[5] 曾洋洋. 釉质牙本质界和牙齿类型对人牙机械性能的影响关系研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2016: 51-53.

[6] 吴瑞. 人牙釉质在改性柠檬酸介质中的酸蚀行为研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2014: 20-23.

[7] 周娟, 叶双, 许琼莉, 等. 碳酸饮料致离体年轻恒牙釉质脱矿深度的观察[J]. 齐鲁医学杂志, 2017(4): 73-75, 78.

[8] 刘志萍, 葛立宏. 饮料对牙釉质表面硬度的影响的体外实验研究[J]. 现代口腔医学杂志, 2005(3): 79-81.

[9] 林娜, 滕烨, 刁韩. 几种常见软性饮料对牙釉质的损伤[J]. 微量元素与健康研究, 2016, 33(5): 48-58.

[10] 张义悦. 人牙釉质酸蚀表面力学性能评价方法和抑制措施的相关研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2015: 1-56.

[11] 季东盈. 茶水及茶饮料对离体牙釉质再矿化的实验研究[J]. 河北联合大学学报: 医学版, 2016(1): 49-52, 55.

[12] 危永波, 蒙俊博. 几种常见食物中钙的吸收[J]. 食品与机械, 1998(3): 38.

[13] 王晓丽, 钮晓勇. 局部应用氟化物对果汁饮料导致年轻恒牙牙釉质脱矿的影响[J]. 上海口腔医学, 2010(6): 97-102.

[14] 王雪芹. 氟化泡沫抗碳酸饮料酸蚀乳牙釉质作用的研究[D]. 济南: 山东大学, 2012: 23-27.

[15] 刘学申, 郑良, 郑靖. 食用醋对人牙釉质表面力学和摩擦学性能的影响[J]. 河南大学学报: 自然科学版, 2017(1): 84-88.

[16] 丁艳, 吴伟忠, 周伟. 可乐饮料对口腔牙釉质的早期损害研究[J]. 中国现代医学杂志, 2017(22): 114-117.