

含氟牙膏对釉质脱矿影响的体外研究

陈舟 罗宗莲 杨松

摘要 目的:探讨国内常见市售含氟牙膏对完整釉质及脱矿釉质的作用。方法:测定市售的 3 种含氟牙膏的氟含量,并选取釉质完好的牛牙及人工龋脱矿的牛牙,用 3 种含氟牙膏和不含氟牙膏刷洗釉面后,乳酸处理 1 min,用原子吸收光谱仪测定溶出的钙量。结果:含氟牙膏组和不含氟牙膏组均能使完整釉质的溶钙量明显降低,与空白对照组相比差异有显著性;含氟牙膏组和不含氟牙膏组均能使人工龋脱矿釉质的溶钙量明显下降,并且两组间有显著性差异。结论:含氟牙膏可以增强完整釉质及人工龋脱矿釉质的抗酸溶钙能力,且效果与其氟浓度相关,氟浓度为 52.63 μmol/L 时可显著提高牙齿抗酸力。

关键词 含氟牙膏 脱矿 再矿化 人工龋 牙釉质

Comparison of the Effect of Fluoride and Non-fluoride Dentifrices on Enamel Demineralization and Remineralization in Vitro

Chen Zhou, Luo Zonglian

College of Stomatology, West China University of Medical Sciences

Yang Song

Department of Oral Medicine, Red Cross Hospital of Yunnan Province

Abstract

Objective: The purpose of the experiment is to investigate the effect of fluoride dentifrices in China on the intact and artificial caries-like bovine enamels. **Methods:** The artificial caries-like lesions were created by dipping the teeth into an acid buffered solution. Both the bovine intact enamels and the artificial caries-like enamels were assigned tooth brushing 20 times every half an hour with 3 kinds of fluoride dentifrices and one kind of nonfluoride dentifrices respectively. The amount of calcium dissolved by lactic acid was determined as the susceptibility of demineralization by atomic adsorption spectrometry (AAS). **Results:** The group treated with fluoride dentifrice showed significantly less demineralization than the nonfluoride group ($P < 0.02$). The effect of inhibition of acid solubility in artificial caries-like enamel after tooth brushing is significantly greater than that in intact enamel. **Conclusion:** Fluoride dentifrices in this experiment can prevent both intact enamel and artificial caries-like enamel from acid solubility after tooth brushing, and it seems that the effect of the fluoride dentifrices on the remineralization is greater than the reduction of enamel solubility.

Key words: fluoride dentifrices demineralization remineralization artificial caries-like lesion enamel

使用含氟牙膏是一种非常普及的家庭及个人口腔卫生保健措施,现已被认为是世界上许多国家及地区龋病下降的主要原因¹。目前,美国的含氟牙膏占市售牙膏的 98%²。随着国际牙膏厂家进入中国市场,我国的含氟牙膏的比例已大大增加,因此,对市售含氟牙膏的防龋性能进行评价和监测就十分重要了。本研究对市售 3 种中外合资含氟

牙膏的氟浓度和对完整釉质及人工龋脱矿釉质遇酸脱矿情况进行研究。

1 材料和方法

1.1 市售牙膏中氟含量的测定

1.1.1 仪器和试剂 96-09 型氟离子选择电极 (ORION Co., USA); 710 A 型离子/pH 计 (ORION Co., USA); 总离子强度调节缓冲液 (TISAB) (ORION Co., USA); 实验用水为去离子水,电阻率在 1 M 以上。

1.1.2 样品的制备 选用 3 种市售的中外合资的含氟牙膏 Cr、Cl-1、S 作为待测样品,以不含氟牙膏 ZH 作对照。每

作者单位:610041 四川大学华西口腔医学院(陈舟,罗宗莲),云南省红十字会医院(杨松)

种牙膏取1支,分别从口端、中端、尾端取3个样本,即每种牙膏9个样本。精密称取待测牙膏1g,配成100ml溶液并充分摇匀,静止过夜。

1.1.3 氟离子测定步骤 氟离子选择电极活化24h,各项指标均稳定,进入待测状态。精密吸取准备好的样品溶液2ml放入烧杯中,加入等体积的TISAB缓冲液。将电极放入烧杯溶液中,读取数值。

1.2 不同牙膏对釉质抗酸力的影响

1.2.1 标本收集 新鲜牛牙21个(釉质完好)。放入4%甲醛溶液中浸泡1周,流水冲洗后抛光,纵剖为4,即成84个标本,待用。

1.2.2 釉质人工龋形成 每个牛牙标本均在釉质区域内留出直径为3mm的开窗区,其余部分用指甲油封闭。完全干燥后将标本浸于脱矿凝胶(0.1mol/L乳酸,3%羧甲基纤维素,pH4.6)中,在37℃恒温箱中持续浸泡10h,以形成人工龋。

1.2.3 实验分组 Cr组使用Cr牌含氟牙膏(NaF)。Cl-1组使用Cl-1牌含氟牙膏(SMFP+NaF)。S组使用S牌含氟牙膏(SMFP)。ZH组使用ZH牌不含氟牙膏。空白对照组的釉质未经牙膏刷洗。

1.2.4 牙膏对完整釉质及人工龋脱矿釉质处理 分别用不同牙膏刷洗完整釉面及人工龋脱矿釉面,每次3min,刷后冲洗,浸于生理盐水30min后再次刷洗,每个样本各刷20次。流水冲洗干净后,浸于生理盐水中待用。

1.2.5 酸对釉质溶钙样本制备 干燥釉面,充分吹干。将含有乳酸溶液(0.1mol/L,pH3.5)2μl的醋酸纤维薄膜片(直径3mm)置于釉面上处理1min,取下后放入盛有2ml含157.8μmol/L镧液的小玻璃瓶内,立刻用另一片干的醋酸纤维薄膜片擦拭取样处残留的乳酸液,亦放入同一小玻璃瓶内,塞紧瓶塞,密闭,震荡1min³。

1.2.6 溶钙样本测定 利用原子吸收光谱仪(PE3030型,Perkin Elmer Co,美国)对溶出的钙进行测定。

2 结 果

2.1 市售牙膏中氟含量的测定

市售3种中外合资含氟牙膏的氟含量以Cr牌氟浓度最高,为68.05μmol/L±5.40μmol/L;Cl-1牌次之,为27.00μmol/L±3.23μmol/L;S牌最低,为10.53μmol/L±3.25μmol/L。

2.2 不同牙膏对完好釉质溶钙量的影响

不同牙膏对完好釉质溶钙量的影响见表1,采用成组设计的两样本均数的t检验作统计学分析。从表1可见,经S、Cl-1、Cr和ZH4种牙膏刷洗后,其釉质溶钙量均比空白对照组有不同程度的下降,且差异具有显著性。3种含氟牙膏处理后其釉质

溶钙量与不含氟ZH牙膏相比较,无显著性差异。

表1 4种牙膏对完好釉质溶钙量的比较(μg/ml)

分组	n	$\bar{x} \pm s$	与空白对照组		与ZH组	
			t	P	t	P
S组	11	1.264 ±0.332	2.926	<0.05	0.3149	>0.05
Cl-1组	11	1.286 ±0.1698	3.22	<0.05	0.1874	>0.05
Cr组	11	1.297 ±0.2396	2.969	<0.05	0.042	>0.05
ZH组	11	1.301 ±0.204	3.037	<0.05		
空白对照组	11	1.753 ±0.4495				

2.3 不同牙膏对人工龋脱矿釉质溶钙量的影响

不同牙膏对人工龋脱矿釉质溶钙量的影响见表2,采用成组设计的两样本均数的t检验作统计学分析。从表2可见,3种含氟牙膏对人工龋脱矿釉质溶钙量与不含氟ZH组相比,均有显著性差异。4种牙膏釉质溶钙量与空白对照组相比,差异更为显著。其中以Cr组溶钙量下降最多,Cl-1组次之。

表2 4种牙膏对人工龋脱矿釉质溶钙量的比较(μg/ml)

分组	n	$\bar{x} \pm s$	与空白对照组		与ZH组	
			t	P	t	P
S组	10	1.468 ±0.2159	3.918	<0.005	1.377	<0.05
Cl-1组	10	1.4404 ±0.1397	5.638	<0.001	2.375	<0.05
Cr组	10	1.2926 ±0.1996	6.478	<0.001	3.9066	<0.005
ZH组	10	1.5732 ±0.1084	3.872	<0.005		
空白对照组	10	1.7799 ±0.1294				

3 讨 论

3.1 原子吸收光谱仪检测溶出的钙

本实验为了能快速、方便、准确地评价牙膏对牙釉质的保护性能而设计了在离体牛牙上采用高精密度仪器测定酸对釉质的溶解实验。原子吸收光谱法(火焰法)测定下限为80ng/ml,其绝对灵敏度高,准确,选择性好,所需试样少(5~10μl),而且抗干扰性能好⁴,能直接检测溶出的钙,能够充分表达各不同牙膏的特性。

3.2 牙膏磨料与氟制剂的匹配

测定氟含量时,含单氟磷酸钠(SMFP)的牙膏如S组、Cl-1组氟离子浓度较低,含NaF的牙膏如Cr组氟离子浓度较高,这可能与SMFP的氟以复合离子氟磷酸盐(FPO₃²⁻)形式存在,离体实验室不易水解完全有关。尽管如此,选择加SMFP的厂家仍不少。这可能是由于目前许多磨料同离子氟不相容,但可以同MFP相容。如NaF同CaCO₃不相容,

氟离子浓度迅速降低,而MFP同不溶性偏磷酸盐或CaCO₃结合均很稳定⁵。牙膏磨料与氟制剂的匹配很重要。

3.3 氟的防龋机理

美国牙医协会(American Dental Association, ADA)根据大量的研究数据认可的含氟牙膏氟浓度为52.63 μmol/L和57.89 μmol/L。一般公认52.63 μmol/L的含氟牙膏可减少龋坏15%~40%^{7,8}。本研究发现含氟牙膏组与空白对照组相比,溶钙量明显降低,证明氟离子浓度在10.53 μmol/L以上的含氟牙膏均有增强釉质抗酸溶钙的能力。本研究表明含氟牙膏刷牙脱矿釉质后,不但与空白对照组相比较,釉质抗酸溶钙量明显降低,有显著性差异;而且含氟牙膏与不含氟牙膏之间相比,差异亦具有显著性。由于含氟牙膏和不含氟牙膏对完整釉质均有增强其抗酸溶钙的能力,而在刷牙脱矿釉质后,含氟牙膏与不含氟牙膏的抗酸溶钙能力出现了差异。这一结果可以解释为人工龋形成后,在釉质表层所出现的脱矿区可以从含氟牙膏处获得氟离子,从而大大促进了脱矿区的再矿化过程,增强了修复作用。而不含氟的牙膏对人工龋釉质则不存在这种氟所促进的再矿化修复过程。同时离体实验又排除了口腔环境的其他再矿化作用,当测定酸对已脱矿釉质的溶钙量时,两组间就出现了显著性差异。提示同样实验条件下,氟促进了再矿化作用。

使用含氟牙膏或咀嚼氟片后,测定唾液中氟浓度,随时间变化(氟清除曲线)可以看出30 min后,唾液中的氟浓度虽很低却仍可以保持促进再矿化的浓度,在菌斑中和早期龋损内氟滞留,促进再矿化的时间更长⁸。

以往的观念认为氟对牙釉质的保护作用主要是通过氟离子进入釉质结构中形成氟磷灰石,降低了酸对牙釉质的溶解而实现的。因此,在适度供氟情况下,釉质表面氟浓度越高,酸溶解脱矿量越低而防龋作用就越强。然而,80年代以来,通过釉质切片和氟分析技术显示表层釉质氟水平与龋病发生率降低没有联系或联系不大⁹。许多学者认为不论是氟化水源等全身用氟法还是含漱剂、牙膏等局部用氟法都主要是通过局部效应而起作用的,这种局部效应可以是直接或间接的影响牙菌斑、唾液和釉质而产生的。尤其是在牙釉质表面及其微环境内,羟磷灰石晶体溶解脱矿和晶体再矿化的化学

过程是动态的、不间断的和相互对抗的,即晶体溶解增大则再矿化过程减小,而再矿化过程增大则脱矿溶解减小²,在牙釉质表面的液相微环境中,只要有痕量的氟离子存在(0.05 mmol/L)就可以使釉质的再矿化增加4.5倍。即使唾液中氟离子浓度极低(0.05 μmol/L或更低)促进釉质再矿化的能力也会显著提高¹⁰。全身用氟和局部用氟时,氟的作用主要发生在菌斑—牙面或牙面—唾液的界面上,大量的游离氟在该处形成一暂时的氟储存库,大大促进了釉质再矿化,并且唾液和菌斑中氟离子浓度也会相应升高,延长了氟作用时间¹¹。

近年来氟对牙釉质保护作用的新概念是不必过分强调氟离子必须进入牙釉质结构中,氟促进牙釉质再矿化的作用与降低牙釉质对酸的溶解性相比,其在抑制龋形成中更为重要。因此,不必强调幼儿牙胚发育期间采用全身用氟以增强釉质结构内含氟量的方式,而待牙萌出后局部用氟法也能起到优异的防龋作用。本实验结果也支持这种观点。

参考文献

- 1 Konig KG. Role of fluoride toothpastes in a caries-preventive strategy. *Caries Res*, 1993, 27(suppl 1): 23~28
- 2 Stamm JW. The value of dentifrices and mouthrinses in caries prevention. *Int Dent J*, 1993, 43(6): 517~527
- 3 朱烈昭,张杰,王礼志,等. 儿童氟水漱口后活体釉质溶解性测定. *华西口腔医学杂志*, 1989, 7(2): 83~86
- 4 程介克,刘锦春,江组成. 痕量分析. 北京:化学工业出版社, 1993: 329~345
- 5 Mellberg JR. Fluoride dentifrices: current status and prospects. *Int Dent J*, 1991, 41(1): 9~16
- 6 Council on Dental Therapeutics. Accepted therapeutic products. *JADA*, 1986, 113(6): 1018~1023
- 7 Mellberg JR. Fluoride dentifrices. In Mellberg JR and Ripa LW eds. *Fluoride in preventive dentistry: theory and clinical applications*. Chicago Quintessence Publishing Co. 1983: 215~241
- 8 Bruun C, Lambrou D, Larsen M, et al. Fluoride in mixed human saliva after different topical fluoride treatments and possible relation to caries inhibition. *Community Dent Oral Epidemiol*, 1982, 10(3): 124~129
- 9 Varghese K. Crystal growth of calcium apatites in dilute solutions containing fluoride. *Calcif Tissue Int*, 1981, 33(5): 431~439
- 10 Aasenden R, Depaola PF, Brudevold F, et al. Effects of daily rinsing and ingestion of fluoride solutions upon dental caries and enamel fluoride. *Arch Oral Biol*, 1972, 17(12): 1705~1714
- 11 Shellis RP, Duckworth PM. Studies on the cariostatic mechanisms of fluoride. *Int Dent J*, 1994, 44(3): 263~273

(2000-01-07 收稿, 2000-12-06 修回)

(本文编辑 王 晴)