

# 用于正畸托槽的氟化钠微胶囊释氟性能研究

王 婷<sup>1</sup> 厉 松<sup>2</sup> 张春阳<sup>1</sup> 吴学民<sup>3</sup> 范腾飞<sup>3</sup>

(1. 青岛大学医学院附属医院, 山东 青岛 266555;

2. 首都医科大学口腔医学院, 北京 100050; 3. 中国农业大学, 北京 100094)

**【摘要】** 目的 比较改良型含氟正畸托槽中氟化钠微胶囊的长期氟释放情况。方法 将氟化钠微胶囊及普通氟化钠分别按 15% 比例与树脂改良型玻璃离子水门汀(GC)混合, 填充在改良型正畸托槽内, 测定在 50d 内氟的释放量。结果 氟化钠微胶囊组氟释放速度缓慢持续, 曲线较平缓, 氟化钠组在 2d 后释氟浓度大幅度下降, 30d 后低于氟化钠微胶囊组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 氟化钠微胶囊较普通氟化钠更适合作为缓释型含氟改良托槽。

**【关键词】** 氟缓释 氟化钠微胶囊 改良型正畸托槽

## Study about the fluoride release of NaF microcapsule used for orthodontic brackets

Wang Ting<sup>1</sup>, Li Song<sup>2</sup>, Zhang Chunyang<sup>1</sup>, Wu Xuemin<sup>3</sup>, Fan Tengfei<sup>3</sup>

(1. The Affiliated Hospital of Medical College Qingdao University 266555 Qingdao

2. School of Stomatology Capital Medical University 100050 Beijing; 3. China Agricultural University 100094 Beijing)

**【Abstract】** **Objective** This study was to compare the fluoride release of two materials used as bracket filler--- NaF microcapsules and NaF mixed with GC individually. **Methods** Fill the modified orthodontic brackets with 15% NaF microcapsule and 15% common NaF mixed with GC individually, then measure the fluoride release on time in the first 50 days. **Results** Fluoride release of NaF microcapsule group was sustained in the first 50 days, but the fluoride release of NaF group dropped drastically after 2 days, which was lower than the NaF microcapsules. **Conclusions** NaF microcapsule is more appropriately used as modified orthodontic bracket filler.

**【Key words】** Controlled fluoride release NaF microcapsule Modified orthodontic brackets

为实现持续释氟的防龋效果, 厉松等人<sup>[1]</sup>将传统正畸托槽改良成含氟托槽, 同时在对填充物的筛选研究中, 盛敏等人<sup>[2]</sup>发现 15% 普通氟化钠与 GC 混合作为填充物相比其他混合比例的实验组释氟浓度更高, 但在初始阶段各组均出现了爆发式的氟释放。为达到长期持续低浓度氟释放的目标, 我们将氟化钠制备成缓释型氟化钠微胶囊, 前期实验表明, 含 15% 缓释型氟化钠微胶囊的 GC 水门汀混合物较其他比例组氟释放量高且稳定, 因此本实验将对含 15% 氟化钠微胶囊的 GC 水门汀混合物和含 15% 普通氟化钠的 GC 水门汀混合物在改良型含氟正畸托槽中的释氟情况进行比较, 从而为今后的临床应用提供实验依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

离子选择性氟电极 (ORION CHN090, 美国); 改良型中切牙托槽 45 个 (杭州奥杰公司, 由生产厂商在托槽底板的唇侧制备一直径 1mm, 深 0.6mm 的空腔, 见图 1); 缓释型氟化钠微胶囊 (中国农业大学提供, 直径约为 200nm, 氟化钠与空的微胶囊 (主要成分为聚 N-异丙基丙烯酰胺-CO-丙烯酸) 物理混合并冰冻 48h, 使其充分渗透, 然后离心并将沉淀物干燥得到氟化钠微胶囊); 正畸常用粘接剂——树脂改良型玻璃离子水门汀 (GC, Fuji ORTHO LC, 日本)

### 1.2 实验分组

实验分为 3 组, 各组填充物的粉剂成分如下: 实验组为 15% 缓释型氟化钠微胶囊 + 85% GC 粉; 对照组 1 为 15% 普通氟化钠 + 85% GC 粉; 对照组 2 为 100% GC 粉。

基金项目: 北京市自然科学基金项目 (编号: 7102068)

通信作者: 厉松, Email: dentistli@263.net

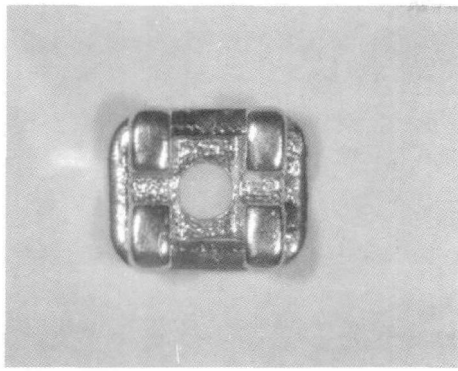


图 1 改良型正畸托槽

### 1.3 含氟材料的填入

将各组填充物粉剂按照 1:1 的粉液比与 GC 液进行调拌,每组材料填入 15 个改良托槽空腔内,用特制的钝头器械压实至与边缘平齐,将多余的粘接剂清理干净后光照托槽底板 40s,随机分装到 3 个 5ml 离心管内,每个离心管内 5 个托槽。

### 1.4 氟释放量的测定

#### 1.4.1 浸提液制备

每个离心管内加入 1ml 去离子水浸泡托槽,用封口膜封严后放入 37℃ 生化培养箱中。换液时取出托槽,用 1ml 去离子水冲洗 30s,冲洗液与浸泡液储存于同一离心管内,用吸水纸将托槽吸干,放入下一个离心管中,后续操作同前。换下来的装有 2ml 液体的离心管用封口膜封好,存于 4℃ 冰箱内待测。

#### 1.4.2 离子选择型氟电极校准

检测前先对测量仪器按照说明书进行校准,并对氟化物标准液(国家环境保护总局标准样品研究所提供)的浓度进行测定,确保测量结果在误差范围内。

#### 1.4.3 标准曲线绘制

使用标准氟储备液配制浓度分别为 0.1、1.0、10、100mg/L 的标准氟溶液,标准曲线每 24h 绘制一次。

#### 1.4.4 测量

实验所测各样本为 24h 2ml 液体中的释氟量浓度,待测液从冰箱中取出后室温下放置 15min,加入 24 孔板中,同时加入等体积的总离子强度缓冲液(TI-SAB),用离子选择型氟电极进行测量并读取氟浓度数值。实验 1~10 天每天收集 24h 内的浸泡液,待 19d 结束再次换液,收集第 20 天的浸泡液,以后类推,29 天、39 天、49 天结束时换液,分别收集第 30 天、40 天、50 天在 24h 内的浸泡液,进行测量并绘制曲线。

### 1.5 统计学分析

采用 SPSS17.0 统计软件对实验结果进行分析,各组间的比较采用单因素方差分析,如果有显著性

差异再进行各组之间两两比较。检验显著性取  $\alpha = 0.05$ ,  $P < 0.05$  有显著性差异。

## 2 结果

各时间点氟释放测定结果见表 1、图 2 和图 3。

表 1 各组样本释放氟浓度的均值(标准差)(mg/L)

时间 (d)	实验组 (GC + 15% NaF 微胶囊)	对照组 1 (GC + 15% NaF)	对照组 2 (GC)
1	15.7(0.70)	117.43(12.79)	10.67(0.90)
2	10.06(0.15)	43.38(4.80)	2.12(0.22)
3	5.75(0.92)	19.62(4.20)	1.42(0.16)
4	4.67(0.45)	7.65(2.20)	1.41(0.10)
5	3.48(0.37)	6.38(1.44)	1.11(0.06)
6	2.58(0.33)	5.69(1.41)	0.96(0.09)
7	2.30(0.24)	4.44(1.03)	0.90(0.08)
8	1.84(0.20)	3.03(0.59)	0.85(0.08)
9	1.84(0.20)	2.73(0.61)	0.78(0.08)
10	1.41(0.18)	2.59(0.52)	0.68(0.10)
20	1.51(0.08)	1.85(0.36)	0.67(0.01)
30	1.32(0.25)	1.13(0.27)	0.50(0.06)
40	1.11(0.14)	0.76(0.19)	0.42(0.03)
50	1.01(0.04)	0.51(0.12)	0.34(0.02)

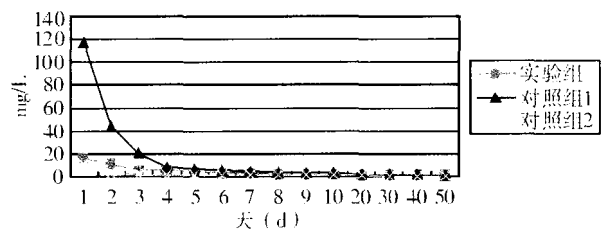


图 2 50 天内各组样本氟释放浓度曲线

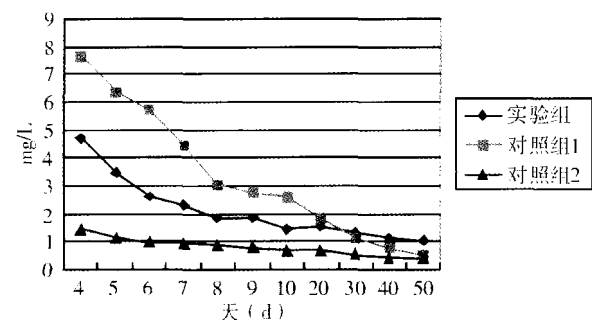


图 3 4d 后各组样本氟释放浓度曲线

运用单因素方差分析,对数据进行统计学分析:实验组和对照组 1 在 1~50d 的释氟浓度均高于对照组 2,统计学上有显著性差异( $P < 0.05$ )。对照组 1 在 1~20d 的释氟浓度高于实验组,呈下降趋势,30 天以后低于对照组 2,除第 20 天、30 天外,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。实验组释放速度缓慢持续,曲线较平缓,对照组 1 前 2 天释氟浓度大幅度下降,30

天后低于实验组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

### 3 讨论

对照组 1(GC + NaF 组)在初始 2 天内出现了爆发性的氟释放后,释氟浓度急剧下降,氟释放方式与厉松等人<sup>[1]</sup>研究中氟的释放方式相似,都是在短时间内达到高峰,然后在低浓度水平缓慢释放。而实验组(微胶囊组)的氟释放一直处于持续的低浓度状态,30 天后其释氟水平高于对照组 1。

厉松等人<sup>[1]</sup>发现在不同比例的普通氟化钠与 GC 混合物中,15% 组释氟浓度最高,本实验组在前期实验中也发现不同比例氟化钠微胶囊与 GC 混合物中,15% 组稳定释氟时间更长,浓度更高,因此本实验选择将 15% 的氟化钠微胶囊 + GC 与 15% 的普通氟化钠 + GC 比较。氟化钠微胶囊中氟化钠的含量低于 15%,但稳定释氟持续时间更长,说明胶囊化后的氟化钠释氟效果更佳。

对于可以有效预防牙釉质脱矿的氟释放浓度问题学者们仍然存在争议。Dubroc 等人<sup>[3]</sup>对小鼠进行了为期 38 天的观察,其实验结果表明每天释放  $0.5 \sim 1.0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  氟离子的含氟粘接剂可以将牙釉质脱矿率降低 38%。另有研究<sup>[4]</sup>表明牙科材料每天释放的氟离子浓度达到  $0.65 \sim 1.3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  时,就可以达到有效抑制龋齿的作用。

尽管最初的爆发式氟释放和长期持续低浓度氟释放都可以达到预防牙釉质脱矿的效果<sup>[5,6]</sup>,但是由于最初的爆发性氟释放通过形成氟化钙储存池使酸蚀的牙釉质再矿化<sup>[7]</sup>,而长期持续性的氟释放更有助于预防牙齿的脱矿,在正畸治疗釉质脱矿的问题上重在预防,因此我们更希望找到一种能够长期持续释放低浓度氟元素的材料。

氟化物具有降低牙釉质溶解度,促进牙釉质再矿化,以及抑制菌斑内细菌活性及菌斑内细菌产酸而增强釉质的抗脱矿能力<sup>[8,9]</sup>。局部用氟有显著的防龋作用,正畸过程中局部应用氟化物可以有效预防牙釉质脱矿的发生。氟化物中较常使用的是含氟牙膏、漱口水,氟化物溶液和含氟类粘接剂等,但 these 方法均存在着一些问题,长期应用含氟类漱口水需要患者很好的配合,正畸治疗的疗程较长,大部分患者不能很好地坚持。研究表明,含氟牙膏、漱口水能够降低釉质脱矿的发病率<sup>[10]</sup>,但是并不能达到完全预防的目的,尤其是对于自主能力不强的青少年以及口腔卫生意识较差的患者群,该方法效果并不理想。Ghani<sup>[11]</sup>的体外研究实验说明,含氟树脂粘

结剂的氟化物释放很快,8d 后基本和普通树脂粘接剂无明显差异。

由于粘接剂在正畸治疗两年多的时间内不能更换,难以达到长期释放氟的效果,本研究中将缓释型氟化钠微胶囊与 GC 混合,较普通氟化钠直接与 GC 混合的释氟时间得到延长,并且由于含氟正畸托槽是在托槽的唇侧加入填充物,便于在复诊时更换,从而实现长期持续性低浓度释放氟的目的,而又不依赖于患者的配合。

### 4 结论

微胶囊化的氟化钠与普通氟化钠组相比,更有利于达到缓慢持续低浓度氟释放的目的,更适合用作改良型含氟正畸托槽的填充物。

### 参考文献

- 1 Song Li, Ross S Hobson, Yuxing Bai, et al. A method for producing controlled fluoride release from an orthodontic bracket. *Eur J Orthod*, 2007, 29(6): 550 ~ 554.
- 2 盛敏,白玉兴,厉松. 含氟正畸陶瓷托槽长期氟释放性能的研究. *口腔材料器械*, 2009, 18(2): 61 ~ 64.
- 3 Dubroc GC, Mayo JA, Rankine CA. Reduction of caries and of demineralization around orthodontic brackets: effect of a fluoride releasing resin in the rat model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1994, 106(6): 583 ~ 587.
- 4 Ericson RL, Glasspoole EA. Model investigations of caries inhibition by fluoride-releasing dental materials. *Adv Dent Res*, 1995, 9(3): 315 ~ 331.
- 5 Evrenol BI, Kucukkeles N, Arun T, et al. Fluoride release capacities of four different orthodontic adhesives. *J Clin Pediatr Dent*, 1999, 23(4): 315 ~ 319.
- 6 Wiltshire WA, Janse van Rensburg SD. Fluoride release from four visible light-cured orthodontic adhesives resins. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1995, 108(3): 278 ~ 283.
- 7 McNeill CJ, Wiltshire WA, Dawes C, et al. Fluoride release from new light-cured orthodontic bonding agents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2001, 120(4): 392 ~ 397.
- 8 Glasspoole EA, Erickson RL, Davidson CL. Demineralization of enamel in relation to the fluoride release of materials. *Am J Dent*, 2001, 14(1): 8 ~ 12.
- 9 Derks A, Frencken J, Bronkhorst E, et al. Effect of chlorhexidine varnish application on utans streptococci counts in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008, 133(3): 435 ~ 439.
- 10 王成龙,李洁,宋超峰. 洗必泰对体外菌斑代谢产酸作用的实验研究. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2001, 11(6): 386 ~ 388.
- 11 Ghani SH, Creanor SL, Luffingham JK, et al. The influence of fluoride-releasing bonding composites in the development of artificial white spot lesions. An ex vivo study. *Brit Orthod*, 1994, 21: 375 ~ 378.

(收稿日期:2011-10-27 修回日期:2011-11-29)