

[文章编号] 1000-1182(2010)04-0361-03

冷光美白对人恒牙表层釉质的影响

黄建文 施心畅 周京琳 李伟

(口腔疾病研究国家重点实验室, 四川大学, 四川 成都 610041)

[摘要] 目的 探讨冷光美白对人恒牙表层釉质晶体和显微结构的影响。方法 人离体恒牙经冷光美白处理后, 使用微区X线衍射仪、傅里叶转换红外光谱仪和扫描电镜观察, 分析美白前后表层釉质在晶体和显微结构上发生的改变。结果 经冷光美白处理后, 人恒牙表层釉质晶体尺寸变小, 结晶度降低, 表面孔隙变得不规则, 并出现浅碟状凹坑。结论 冷光美白技术可能导致人恒牙表层釉质晶体和显微结构发生类似于脱矿的改变。

[关键词] 牙齿美白; 冷光; 釉质; 釉质晶体; 微观结构

[中图分类号] R 781 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.3969/j.issn.1000-1182.2010.04.005

Effect of cold-light bleaching technique on human permanent teeth enamel surface HUANG Jian-wen, SHI Xin-chang, ZHOU Jing-lin, LI Wei. (State Key Laboratory of Oral Diseases, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

[Abstract] **Objective** To study the effects of the cold-light bleaching technique on crystals and microstructure of the dental enamel. **Methods** The human premolars extracted for orthodontic reasons were treated by a standard cold-light bleaching procedure. After the treatment, all samples were detected by high resolution micro-area X-ray diffractometer, Fourier transform infrared spectroscopy and scanning electron microscope. **Results** After the permanent teeth were treated with cold-light bleaching technique, the enamels' crystal dimension, crystallinity decreased and irregular surfaces and shallow disk pits appeared. **Conclusion** The cold-light bleaching technique could lead to the changes of crystals and microstructure in the surface layer of dental enamel.

[Key words] cold-light; tooth bleaching; enamel; crystals; microstructure

冷光美白技术是一种近年来发展起来的牙齿美白新技术。目前, 国内外对于冷光美白技术的研究主要集中在临床应用的适应证、有效性和安全性等方面, 但在冷光美白对牙齿显微结构尤其是釉质晶体影响的研究却报道很少^[1-2]。本实验观察了经过冷光美白处理后的人离体恒牙表层釉质晶体和显微结构的改变, 以期深入地了解冷光美白技术对釉质的影响。

1 材料和方法

1.1 材料和设备

冷光牙齿美白剂、冷光美白仪(Beyond公司, 美国), X'Pert PRO型微区X线衍射(X-ray diffraction, XRD)仪(帕纳科公司, 荷兰), Nicolet 5700型傅里叶转换红外光谱(Fourier transform infrared, FTIR)仪(Thermo Electron公司, 美国), Inspect F型扫描电镜(scanning electron microscope, SEM)(FEI公

司, 荷兰)。

1.2 样本的收集

选择因正畸治疗拔除的前磨牙5颗, 要求牙冠颊面发育良好, 无龋病, 无缺损, 无明显裂纹, 无氟斑牙、四环素牙等非龋性疾病。以刮治器清除牙冠表面的色素、牙石及牙根上附着的软组织。牙齿均用冷光美白系统配备的抛光砂抛光后, 在切片机上按颊舌向纵行切片的方式将牙冠切为近中、远中2份, 选取近中颊侧牙冠作为实验组, 标记为A1~A5; 远中颊侧牙冠作为对照组, 标记为B1~B5。

1.3 美白处理

按照Beyond冷光美白的常规临床操作程序对实验组样本进行美白。首先吹干牙面, 将美白凝胶均匀涂抹在牙面上, 厚度为2~3 mm, 然后用美白仪灯头垂直对准牙面照射8 min, 最后去除美白胶。重复以上步骤2次, 全部操作完毕后, 彻底将牙面清洗干净。

1.4 数据分析

采用微区XRD、FTIR和SEM对实验组和对照组样本进行物相组成和表面形貌分析。XRD分析条件

[收稿日期] 2009-07-23; [修回日期] 2010-01-05

[作者简介] 黄建文, 2006级台湾籍博士研究生

[通讯作者] 李伟, Tel: 028-61153331

为Cu靶K-Alpha1线($\lambda=1.5406\text{ \AA}$),扫描范围为 $20^\circ\sim 60^\circ$,步长 $0.033^\circ\cdot\text{min}^{-1}$ 。XRD数据通过MDI Jade 5.0软件和Philips X'Pert HighScore 1.0软件进行物相分析,并经过多次测量获取釉质晶体在美白前后的结晶度和晶粒尺寸。FTIR仪分辨率为 4.000 cm^{-1} ,以OMNIC软件进行数据分析。

2 结果

2.1 物相分析

所有实验组样本和对照组样本X线衍射图谱见图1。经软件分析,釉质样本的主要成分为羟磷灰石和含碳羟磷灰石,但本实验样本的衍射图谱与人工合成的纯羟磷灰石的特征性图谱存在一定的差异。比较所有实验组样本和相应的对照组样本的X线衍射图谱可以发现:实验组样本的衍射峰更尖锐,有些较细小的峰在对照组中出现而在实验组中则消失。实验组样本和相应的对照组样本的红外图谱见图2。图2可见2组样本均含有羟基基团、磷酸根基团以及碳酸根基团。对比2组样本的FTIR图谱,除实验组图谱存在二氧化碳的干扰外,2组图谱并无明显差异。

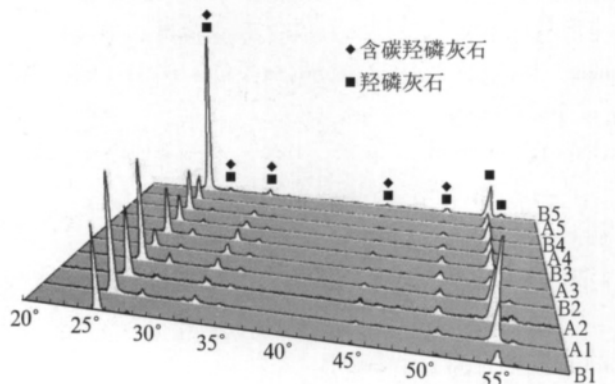


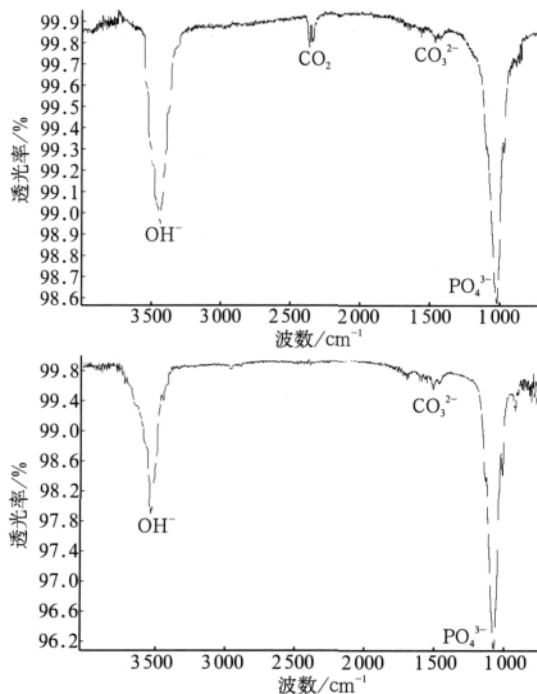
图1 实验组和对照组样本XRD图谱

Fig 1 XRD patterns of experimental group and control group

2.2 结晶度和晶粒大小

经MDI Jade 5.0软件计算所得的实验组和对照组样本的结晶度和晶粒大小数据如下。A1~A5的结

晶度依次为97.92%、96.62%、84.95%、93.18%、94.20%;B1~B5的结晶度依次为98.17%、96.77%、93.93%、95.63%、97.32%。A1~A5的晶粒大小依次为14、84、59、85、122 nm;B1~B5的晶粒大小依次为17、135、91、111、164 nm。实验组样本的结晶度和晶粒尺寸要低于相应的对照组样本。因为不同牙齿之间釉质晶体的结晶度差别可以很大,所以只在同一牙齿的实验组与对照组之间进行比较才有意义。



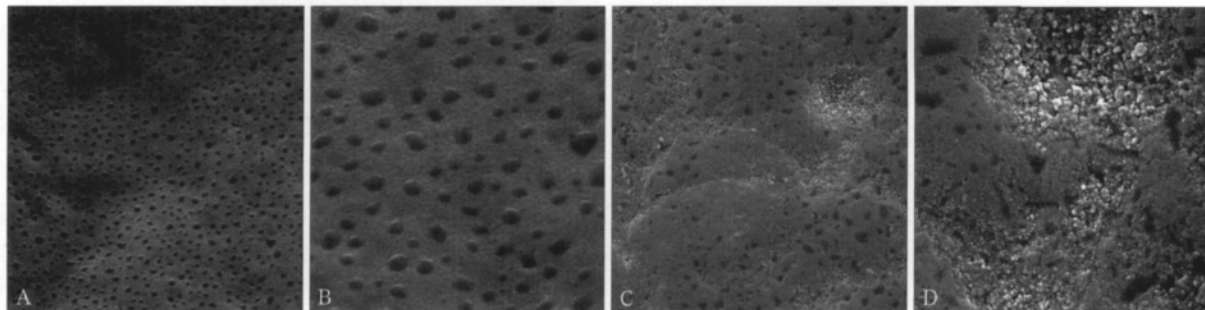
上:实验组;下:对照组。

图2 实验组和对照组样本的FTIR图谱

Fig 2 FTIR patterns of experimental group and control group

2.3 实验组和对照组样本的表面形貌

实验组和对照组样本的表面形貌见图3。由图3可见,实验组样本釉质表面呈多孔状结构,孔隙分布均匀,多呈圆形或椭圆形,孔径约为 $0.05\sim 0.25\text{ }\mu\text{m}$ 。实验组样本釉质表面孔隙呈不均匀分布,部分区域孔隙消失,孔隙形状不规则,表面粗糙不平,出现明显的浅碟状凹坑。



A: 对照组 SEM $\times 30\,000$; B: 对照组 SEM $\times 80\,000$; C: 实验组 SEM $\times 30\,000$; D: 实验组 SEM $\times 80\,000$ 。

图3 实验组和对照组样本的表面形貌

Fig 3 Surface morphology of experimental group and control group

3 讨论

冷光美白是近年来开发的一项牙科美白技术,通过高浓度过氧化物的强氧化作用来分解沉积于牙体组织中的色素,然而这种美白技术会导致牙体组织脱矿。目前对于这种脱矿作用的研究多采用离体牙标本,通过SEM、显微硬度仪、电子探针等从侧面间接分析牙体硬组织的改变^[3-7],然而由于构成釉质结构的主要成分为含碳酸根的生物羟磷灰石晶体,因此只有从釉质晶体层面的改变进行分析,才能从本质上揭示牙齿美白处理后釉质发生的变化。微区XRD就是一种有效的晶体结构分析方法,具有无损伤、能定点分析微小区域的晶体结构等特点。因此采用微区XRD可以对美白后表层釉质在晶体结构层面发生的改变有一个直观的认识。以往的研究所采用的人离体牙标本在进行美白处理前,大多都要磨除表层釉质^[3-4],与临床实际情况有一定偏差。本实验采用的人离体牙釉质标本在进行美白处理前只用冷光美白系统配备的抛光砂抛光,保留了完整的釉质结构,更加真实地模拟了临床的实际情况。

本实验所采用的样本均系因正畸治疗拔除的年轻恒牙,其釉质晶体未完全发育成熟,因此其XRD图谱与纯羟磷灰石的特征性图谱间存在一定差别。晶体的结晶度代表结晶的完整程度,结晶度高,晶体晶粒大,内部质点的排列规则;结晶度低,晶体晶粒细小,晶体中有位错等缺陷。在XRD图谱中,结晶度高则衍射线强、衍射峰尖锐且对称,而结晶度低时则衍射峰宽而弥散。结晶度越低,晶体的衍射能力则越弱,衍射峰越宽,直到完全消失。比较实验组和对照组样本的XRD图谱和结晶度可以发现:样本衍射峰的形貌和结晶度值具有较好的对应关系,衍射峰高而尖锐的样本其结晶度也较高。同时,对比实验组和对照组的XRD图谱及结晶度值和晶粒大小时发现,实验组样本普遍存在衍射峰更尖锐、结晶度更高、晶粒更大等现象。这说明经过冷光美白处理后,釉质晶体的晶粒变小、结晶度也有所下降,这种结果能比较直观地反应釉质晶体脱矿的发生。从实验组和对照组的FTIR图谱中可见样本均存在羟基基团、磷酸根基团和碳酸根基团,因此结合XRD分析可以进一步印证表层釉质为含碳酸根的羟磷灰石。由于红外分析的影响因素太多,因此2组样本在FTIR图谱中的区别对于分析冷光美白的处理过程对釉质的影响意义不是太大。

结合XRD对釉质晶体的分析结果,可以解释实验组和对照组样本在SEM下产生的表面形貌差异:实验组中凹坑和孔隙形状的变化是釉质表面脱矿的

结果,而部分区域孔隙的消失可能是釉质深层由于脱矿而释放的 Ca^{2+} 和 PO_4^{3-} 在表层釉质中再沉积导致的,这种改变类似于早期釉质龋。Hegedüs等^[5]认为由于过氧化氢相对分子质量小,具有高渗透性,同时由于表层下釉质有机物含量更高,发生的氧化作用更为剧烈,这种作用很显然会对表层釉质产生影响。当然,尽管最表层釉质有 Ca^{2+} 和 PO_4^{3-} 的再沉积,总体上釉质呈脱矿改变。

Joiner^[6]认为过氧化物对釉质和牙本质的表面结构、化学成分、显微硬度以及表层以下釉质和牙本质的显微硬度、超微结构均无显著损害;并且体外研究还表明,冷光美白后出现的由于酸蚀、磨损和龋病而导致的釉质和牙本质的丧失与过氧化物本身无明显临床相关性。Potočnik等^[7]认为10%过氧化脲对釉质的显微硬度无明显影响,电子探针微量分析显示有Ca、P浓度和Ca/P比的降低,然而这些改变并无明显的临床意义。Arcari等^[8]也指出,漂白治疗所引起的牙体硬组织微结构改变多是暂时的,由于釉质表面的多孔性和具有再矿化作用的唾液的持续流动,因美白导致的牙体硬组织的轻微脱矿可以随时间推移而发生再矿化修复。因此,冷光美白对釉质的长期影响如何,还需进一步研究。

[参考文献]

- [1] Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literatures[J]. J Dent, 2006, 34(7): 412-419.
- [2] 王蓓, 梁景平. Beyond冷光牙齿美白仪漂白疗效观察[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2006, 16(6): 337-339.
WANG Bei, LIANG Jing-ping. Observation of the bleaching effect of Beyond whitening accelerator[J]. Chin J Conserv Dent, 2006, 16(6): 337-339.
- [3] Polydorou O, Hellwig E, Hahn P. The efficacy of three different in-office bleaching systems and their effect on enamel micro-hardness[J]. Oper Dent, 2008, 33(5): 579-586.
- [4] Joiner A, Thakker G, Cooper Y. Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness *in vitro*[J]. J Dent, 2004, 32(Suppl 1): 27-34.
- [5] Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy E, et al. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface[J]. J Dent, 1999, 27(7): 509-515.
- [6] Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties[J]. J Dent, 2007, 35(12): 889-896.
- [7] Potočnik I, Kosce L, Gašperšič D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content[J]. J Endod, 2000, 26(4): 203-206.
- [8] Arcari GM, Baratieri LN, Maia HP, et al. Influence of the duration of treatment using a 10% carbamide peroxide bleaching gel on dentin surface microhardness: An *in situ* study[J]. Quintessence Int, 2005, 36(1): 15-24.