

Nd :YVO₄ 激光照射辅助两种漂白剂牙齿漂白的实验研究

高阳¹ 刘青梅^{1*} 李丽¹ 田之葳¹ 张宽收²

摘要

目的 研究 Nd :YVO₄ 激光照射对牙齿漂白效果的影响,为临床应用提供实验依据。

方法 以人离体牙为研究对象,建立体外漂白实验模型,采用 Beyond 及 Ultradent Boost 过氧化氢成分漂白剂,选择波长为 532 nm 的 Nd :YVO₄ 激光,功率 800 mW 作用于釉质表面,检测牙髓腔内温度变化,通过分光光度计分别于漂白前、漂白后即刻、漂白后 4、7 和 30 d,分析牙齿颜色变化值(ΔE)。

结果 Boost 激光照射组髓腔温度变化量最高。各组均获得了明显的颜色变化。在各时间点,Beyond 激光照射组 ΔE 高于无激光照射组($P>0.05$)。Boost 激光照射组 ΔE 在各时间点均显著高于 Beyond 激光照射组($P<0.05$)。

结论 使用 Boost 高效牙齿漂白剂,532 nm 全固态单频 Nd :YVO₄ 激光器,功率为 800 mW,照射时间 20 s,总漂白时间 5 min,可以获得较好的漂白效果。

关键词 激光; 牙齿漂白; 治疗

中图分类号: R312;R78

文献标识码: A

文章编号: 1003-9430(2017)02-0064-05

Experimental Study on Nd :YVO₄ Laser Irradiation Used in Tooth Bleaching

GAO Yang¹, LIU Qing-mei^{1*}, LI Li¹, TIAN Zhi-wei¹, ZHANG Kuan-shou²

1. Dept. of Stomatology, Shanxi Dayi Hospital, Taiyuan 030032, China 2. State Key Laboratory of Quantum Optics and Quantum Optics Devices, Institute of Opto-Electronics

ABSTRACT

Objective To study the effect of Nd :YVO₄ laser on tooth bleaching and provide experimental data for clinical application.

Methods In vitro human teeth bleaching models were constructed. A 532 nm Nd :YVO₄ laser having an output of 800 mW was used to activate Beyond (35% hydrogen peroxide) and Ultradent Boost (38% hydrogen peroxide) bleaching gel. The change of pulp temperature was measured within 60 s. The teeth color was evaluated with a spectrophotometer before the bleaching, immediately after the bleaching, and 4, 7 and 30 days after the bleaching respectively.

DOI: 10.13480/j.issn1003-9430.2017.0064

基金项目: 山西省科技计划项目(20130313015-8)

作者单位: 1. 山西大医院口腔科(太原市,030032) 2. 山西大学光电研究所量子光学与光量子器件国家重点实验室

作者简介: 高阳(1981~),男,山西太原人,副主任医师,主要从事低能量激光治疗在口腔医学的基础研究。

* 通讯作者

Results The temperature increased most in the Boost plus irradiation group. Shade changes were observed in all the groups. At each time point, the Beyond plus irradiation group showed a higher ΔE than the sole Beyond group ($P > 0.05$). The Boost plus irradiation group had a higher ΔE than the Beyond plus irradiation group.

Conclusions The irradiation of a 800 mW 532 nm Nd:YVO₄ laser for 20 s will raise the bleaching efficiency of Boost gel.

Key words Laser; Tooth bleaching; Treatment

随着人们生活水平的提高,对牙齿美学要求也日益增高,然而多方面因素造成的牙变色极大地影响了面部美观,给患者带来了不利的心理影响,也是临床工作中的常见问题。不论是患者还是牙科医师,更倾向于采用微创甚至无创的技术解决牙变色问题,牙齿漂白已被证明是合理有效、相对安全的治疗方法,其原理是通过漂白剂释放高度活化自由基,与牙齿内的色素分子发生氧化还原反应,达到漂白的目的。

近年来,卤素、离子弧、发光二极管和激光光源取代了热源灯,用于催化高浓度漂白剂,提高了漂白效率,使诊室美白技术得以发展。热催化技术产生的热效应会导致牙髓组织过热,增加术后敏感发生率和牙齿结构损伤。大量研究证明了使用高浓度过氧化氢(Hydrogen peroxide, HP)进行牙齿漂白的有效性,但是必须认真评估其对口腔组织的不良反应,保证其安全使用^[1]。

本研究以离体牙为研究对象,采用 532 nm Nd:YVO₄(掺钕钒酸钇)单频激光催化两种漂白剂,通过髓腔温度和牙齿颜色测定,比较弱激光激活两种过氧化氢漂白凝胶用于牙齿漂白的安全性和有效性,为临床应用提供实验依据。

材料与方法

一、材料

1. 材料 收集拔除的完整上中切牙和前磨牙各 20 个,去净牙齿表面附着的软组织、菌斑、牙石,超声清洗,保存于含 0.2% 麝香草酚的 4℃ 蒸馏水。样本纳入标准:牙齿颜色处于天然牙列颜色范围之内,无四环素牙、氟斑牙、釉质发育不全等着色性疾病;牙冠完整,无龋坏、缺损、牙面清洁,没有不能去净的牙石。

2. 漂白剂 Beyond 漂白剂,35% 过氧化氢,pH = 4.03,美国 Beyond Tech Corp 产。Opalescence Boost 漂白剂,38% 过氧化氢,pH = 7.52,美国 Ultradent 产。7783D 导热硅脂,日本 ShinEtsu 产。

3. 仪器 Nd:YVO₄ 全固化单频激光器,山西

大学光电研究所量子光学与光量子器件国家重点实验室产,532 nm 和 1 064 nm 双波长激光器,连续单频输出方式,532 nm 和 1 064 nm 波长最大输出功率分别为 2 W 和 30 W。Crystaleye 型分光光度比色仪及图像分析软件,日本 Olympus 公司产。

二、方法

1. 髓腔温度试验^[2] 将收集的上颌中切牙试件,通过根尖孔去除剩余牙髓组织,髓腔扩大至 80[#],以便将热电偶置于髓腔内。试验中,导热剂注满所有试件髓腔,并将热探头与牙本质表面保持接触。热探头与已校准的 K 型热电偶连接,热探头顶端尽量靠近激光照射位置,光固化树脂封闭根尖孔,拍摄放射片验证热探头位置。实验分为三组,分别为 Beyond 漂白剂联合激光处理组(A 组);Boost 漂白剂联合激光处理组(B 组);单纯激光组(C 组)。在牙齿唇面分别涂布 Beyond(A 组)和 Opalescence Boost(B 组)漂白剂,以无涂布漂白剂组(C 组)为对照。搭建 Nd:YVO₄ 激光光路,使光束照射至待测牙冠唇侧体部,激光功率为 800 mW,光斑直径为 5 mm,连续照射 60 s,将热电偶连接至数字万用表,记录时间和温度数据。

2. 牙齿漂白比色试验 用低速金刚砂切片切去前磨牙牙根,将试件唇面向上并固定在硅橡胶印模料中,保证试件在下一步操作时保持位置稳定。对试件进行染色处理,选用酸性橙 II (C₁₆H₁₁N₂NaO₄S),按照 0.15 mM 浓度溶于蒸馏水,将试件浸入溶液中 72 h^[3]。

试验分为四组:(1)A 组:Opalescence Boost 漂白剂,涂布 1 min 后,采用 800 mW 照射 20 s,总漂白时间 5 min;(2)B 组:Beyond 漂白剂,涂布 1 min 后,采用 800 mW 照射 20 s,总漂白时间 5 min;(3)C 组:Opalescence Boost 漂白 5 min;(4)D 组:Beyond 漂白 5 min。激光光源及光路搭建同髓腔温度试验。漂白前取出牙齿,纱布擦干,避免外界环境光源影响,剖面与镜头垂直,用比色仪拍摄牙齿唇侧体部。牙齿漂白后置入装有人工唾液的避光容器,分别于漂白前、漂白后 4、7 和 30 d,用分光光度计拍摄牙齿

唇面照片,利用软件对拍摄的图像进行色彩学参数分析,美白效果用 CIE L* a* b* 系统来评价。

三、CIE L* a* b* 系统

CIE L* a* b* 系统中,0L*、0a*、0b* 分别代表漂白前牙齿的明度、色相和彩度;nL*、na*、nb* 分别代表漂白后 n d 的牙齿的明度、色相和彩度,ΔL*、Δa*、Δb* 和 ΔE 分别表示治疗前后的明度差、色相差、彩度差和总色差。两者各单相色差及总色差计算公式: $\Delta L^* = nL^* - 0L^*$, $\Delta a^* = na^* - 0a^*$, $\Delta b^* = nb^* - 0b^*$, $\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ [4], ΔE 代表牙齿颜色变化值,即每个观察点相对于起始点的变化值。

四、统计学方法

采用 SPSS 软件对研究结果进行分析。应用单因素方差分析和 LSD-t 检验进行比较, $P < 0.05$ 具有统计学差异。

结 果

一、髓腔温度测试结果。

A 组髓腔温度变化量显著高于单纯激光组(C 组)和 B 组($P < 0.05$)。Beyond 漂白剂应用没有使髓腔温度升高($P < 0.05$, 见图 1)。

二、牙齿漂白比色试验。

各组均获得了一定的颜色变化。在漂白后 4、15 和 30 d 后,未经激光照射的两种漂白组的 ΔE 无明显差异,Beyond 漂白剂经激光照射后 ΔE 高于无激光照射组($P > 0.05$)。在各时间点,Boost 激光照射组 ΔE 均显著高于其余各组($P < 0.05$),但是随着时间延长 ΔE 逐渐降低(见图 2)。

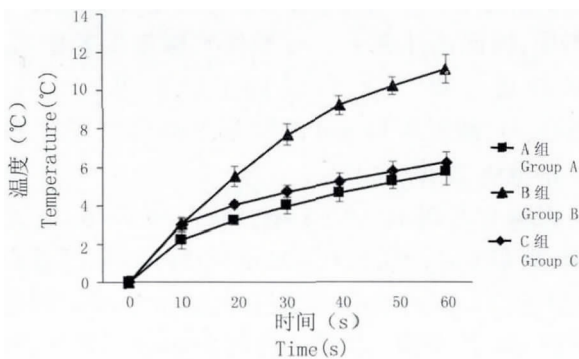


图 1 髓腔温度-时间变化

Fig 1 Temperature increase for the dental pulp according to time

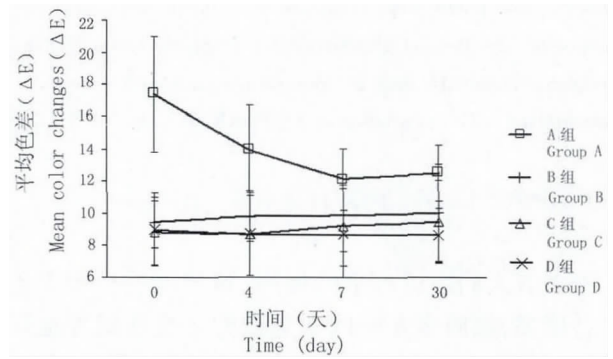


图 2 牙漂白后平均色差(ΔE)

Fig 2 Mean color changes of bleached tooth (ΔE)

讨 论

本文中利用甲基橙溶液对离体牙进行染色,该溶液被认为可以快速对牙齿进行染色,具有较高的可重复性,并且可以被过氧化氢有效漂白。通常采用茶叶、血液和氯己定模拟牙齿内源性染色,然而存在一些不足,比如染色过程较长、难以对染色物质进行定量和可重复性较低。牙齿染料的要求[5]:染色剂的化学成分可以模拟牙齿染色,也就是说,染料的化学结构要类似于染色碳环化合物或者碳双键结合物[6];染料具有足够小的分子量,以利于渗透到牙齿组织;染料可以被过氧化氢分解。

临床应用的漂白技术常采用 25%~40% 的过氧化氢成分的漂白剂,本文采用了两种常用漂白剂:Beyond 漂白剂为透明色凝胶,主要成分为 35% 过氧化氢,其 pH 值为 4.03;Boost 漂白剂为暗红色凝胶,主要成分为 38% 过氧化氢,另含少量的氟化物和硝酸钾成分,pH 为 7.52。相对于中性过氧化氢漂白剂,酸性漂白剂会引起釉质表面形貌变化,增加表面粗糙度,但是在唾液环境中,可以一定程度上减弱酸性漂白剂的脱矿作用。另外,过氧化氢在弱酸性环境(pH 在 4 左右)中较稳定,分解速度慢,而在碱性条件下不稳定,分解速度加快。

通过卤素、离子弧、发光二极管和激光照射产生热效应,提高体系的温度,实现对化学反应的促进。卤素和离子弧光源的波长从紫外线(波长 < 380 nm),可见光(380~750 nm),到红外光(波长 > 750 nm)。为了降低紫外光和红外光对生物细胞的副作用,卤素和离子弧光源常通过安装滤镜,获得相对较窄的波长范围。实际上,滤镜并不能完全去除特定波长光,一部分红外光仍然可以通过滤镜,作用于牙齿表面,产生热效应。漂白用发光二极管光源波长

范围局限于 430~490 nm,但是由于光的固有特性,仍然存在一部分红外光,当使用高功率或者长时间照射时并不能避免组织热损伤。

与其它光源相比,激光具有单色单一波长,激光对化学反应的促进作用通常是基于两种机理:光热机理、光化学机理。激光照射可以增强牙齿漂白效率,35%过氧化氢对波长 500~550 nm 激光具有吸收峰值^[7],本文采用波长为 532 nm 的激光光源,水分和牙齿矿物质对其吸收率相对较低,意味着较低的热效应。为了保证激光漂白的安全性,首先需要评估髓腔温度变化,本研究绘制了 532 nm 激光照射不同漂白剂的温度变化曲线,结果显示各试验组髓腔温度均显著上升,Boost 激光照射组髓腔温度变化量显著高于对照组和 Beyond 激光照射组($P < 0.05$),在连续照射 20 s 时温度变化值已经达到 5.5℃,因此在漂白效率实验中笔者采用了该照射时间参数,避免更高的温度引起热损伤。Zach 等^[8]报道,牙齿温度升高 5.5℃会引起牙髓组织病理改变,超过 16.6℃将造成所有牙髓不可逆性变化。Eriksson 等^[9]认为,42℃保持 1 min 可能是牙髓组织变性的临界温度。然而 Baldissara 等认为,髓腔温度升高 8.9℃至 14.7℃可能不会引起牙髓病理学改变^[10]。Beyond 漂白剂应用后髓腔温度升高速度较单纯激光照射减慢,这是由于漂白凝胶具有隔离作用,在一定程度上提高了激光吸收率,从而渐少了髓腔温度上升^[11]。但是本实验中测量的髓腔温度和实际临床中有所差别,因为在活髓牙中,牙髓血供可以有效调控髓腔温度。尽管实验数据不能准确反映实际临床情况,但是提供了相关激光临床应用提示。在进一步实验中,可以通过水浴循环模拟活髓牙环境,得到更加准确的激光参数。

一般来说,激光的补色物质对激光吸收最大,由吸收而引起的组织升温也最显著,激光以热辐射的形式将能量辐射于漂白药物上,漂白药物中化学键与化学键之间的连接被削弱解离,活性成分受激活,催化漂白药物分解反应产生游离氧或过氧化基,渗入牙体分解色素基团。本研究中 Boost 漂白凝胶为红色,与单频绿光为互补色,Boost 激光照射组各观察时间点的平均色差均显著高于其它试验组。而 Beyond 激光照射组仅观察到较低的漂白效率,这可能是由于 Beyond 漂白剂为透明色,而白色物质对光的吸收最差,反射了大部分的激光能量。值得注意的是,Boost 激光照射组 ΔE 值随着观察时间延长逐渐下降,这可能是由于牙齿脱水后再水化的结果,

表明光激活漂白可以获得很好的漂白效率,但是未获得长期稳定的漂白效果。在临床的漂白过程中,多种因素可以引起牙齿脱水,例如牙齿隔离、使用不含水的漂白凝胶,光照的热效应^[12]。在本研究中,Boost 激光照射组髓腔表面温度上升较快,这应该是造成明显牙齿脱水的原因。有研究发现 2 周后,光照激活对于牙齿漂白效果的影响微乎其微^[13,14]。因此,医生和患者应该对光照激活牙齿漂白的长期效果有清醒认识,这样提示在医生对牙齿进行了高浓度过氧化氢漂白后,可建议患者戴用低浓度漂白剂的家庭托盘漂白,以保持和强化漂白效果。

综上所述,使用 Boost 高效牙齿漂白剂,波长 532 nm 全固态单频 Nd:YVO₄ 激光器,功率为 800 mW,照射时间 20 s 和总漂白时间 5 min,可以获得较好的短期漂白效果。

参 考 文 献

- [1] Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser—a systematic review [J]. *Dent Mater*, 2007,23:586-596.
- [2] Ana PA, Blay A, Miyakawa W, *et al.* Thermal analysis of teeth irradiated with Er,Cr:YSGG at low fluences [J]. *Laser Phys*, 2007,4: 827-834.
- [3] Lee BS, Huang SH, Chiang CY, *et al.* Development of in vitro tooth staining model and usage of catalysts to elevate the effectiveness of tooth bleaching [J]. *Dental materials*. 2008,24:57-66.
- [4] Commission International de l'Eclairage (CIE). Colorimetry Technical Report [J]. Vienna (Austria): Bureau Central de la CIE, 1986,15:35-36.
- [5] Lee BS, Huang SH, Chiang YC, *et al.* Development of in vitro tooth staining model and usage of catalysts to elevate the effectiveness of tooth bleaching [J]. *Dent Mater*, 2008,24:57-66.
- [6] Frysh H. Chemistry of bleaching. In: Complete dental bleaching [M]. Quintessence Publishing Co. Inc., 1995. 28.
- [7] Kabbach W, Zezell DM, Bandéca MC, *et al.* An in vitro thermal analysis during different light-activated hydrogen peroxide bleaching [J]. *Laser Physics*, 2010, 20:1833-1837.
- [8] Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat [J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1965, 19: 515-530.
- [9] Eriksson A, Albrektsson T, Grane B, *et al.* Thermal

- injury to bone. A vital microscopic description of heat effects[J]. *Int J Oral Surg*, 1982, 11:115-121.
- [10] Baldissara P, Catapano S, Scotti R. Clinical and histological evaluation of thermal injury thresholds in human teeth: a preliminary study[J]. *J Oral Rehabil*, 1997, 24: 791-801.
- [11] Sulieman M, Rees JS, Addy M. Surface and pulp chamber temperature rises during tooth bleaching using a diode laser: a study in vitro[J]. *Br Dent J*, 2006, 200: 631-634.
- [12] Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature[J]. *J Dent*, 2006, 34:412-419.
- [13] 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, 33:579-586.
- [14] Papatthanasiou A, Kastali S, Perry RD, *et al*. Clinical evaluation of a 35% hydrogen peroxide in-office whitening system[J]. *Compend Contin Educ Dent*, 2002, 23: 335-346.

(收稿日期:2016-11-23)

· 启事 ·

欢 迎 投 稿

欢 迎 订 阅

《中国激光医学杂志》1992 年创刊至今已 26 年,1999 年第 9 卷起扩版增容,信息量大大增加,使本刊的学术地位进一步提高,在国内外的影响日益增强。2004 年已被国际检索系统俄罗斯《文摘杂志》收录,2007 年被美国《化学文摘》收录。从 2003 年起,本刊改为铜版纸印刷、可刊印彩色图片,使杂志载文更加清晰、美观。从 2005 年起改为双月刊。目前本刊已成为“中国学术期刊综合评价数据库来源期刊”、“中国科学引文数据库来源期刊”,被《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》、《中国科技论文统计与引文分析数据库》(CSTC)、《中国学术期刊文摘》全文收录,同时加入了国家科技部中国科技信息所、万方数据公司开发的 CHINAINFO 网络信息资源系统电子期刊和数字化期刊群,被科技部“中国科技论文统计源课题组”定为“核心期刊”。

为满足广大读者的需求,本刊从 2000 年起由全国各地邮局统一发行(邮发代号:82-251)。本刊编辑部同时常年办理邮购(每期每册 25 元,全年 150 元,免费邮寄),经邮局汇款至本刊编辑部,款到即寄。

本刊地址:北京市复兴路 28 号门诊楼 6 层 C 区 608 邮政编码:100853

电话:010-66937194 传真:010-68222584 投稿邮箱:laser7194@vip.163.com