

DOI:10.3724/SP.J.1008.2013.00430

## 天然牙牙釉质与牙本质颜色差异分析

王少海<sup>1</sup>, 冯琴<sup>1</sup>, 高建勇<sup>1</sup>, 何帅<sup>2\*</sup>

1. 第二军医大学长海医院口腔科, 上海 200433

2. 解放军 118 医院口腔科, 温州 325000

**[摘要]** **目的** 探讨天然牙牙釉质与牙本质颜色差异,为减小全瓷修复体底层瓷与牙本质的颜色差异提供实验基础。**方法** 利用 X-rite Color i7 分光光度仪分别对厚度为 0.9、0.6 及 0.3 mm 的天然牙釉质、牙本质磨片( $n=30$ )进行色度值测量与色差( $\Delta E$ )分析。**结果** 牙釉质、牙本质明度( $L^*$ )值随厚度的减小而增大( $P<0.05$ ),红绿色品( $a^*$ )与黄蓝色品( $b^*$ )值随厚度的减小而降低( $P<0.05$ );相同厚度的牙本质  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值的绝对值均大于牙釉质( $P<0.05$ )。不同厚度的牙釉质、牙本质之间颜色存在较大差异,色差均值为 5.30313.109。随着牙釉质、牙本质厚度加大,颜色的差异逐渐增加。相同厚度的牙釉质和牙本质色差值为 5.115(0.9 mm)、5.855(0.6 mm)、6.053(0.3 mm)。**结论** 天然牙牙釉质与牙本质的颜色差异较大,其色差随厚度差值加大而增加,牙本质较牙釉质而言更偏黄,且明度较低。因此在全瓷修复比色中需分层比色,并考虑天然牙牙本质色与底层瓷颜色的匹配性。

**[关键词]** 牙釉质;牙本质;色差**[中图分类号]** R 782.1**[文献标志码]** A**[文章编号]** 0258-879X(2013)04-0430-04

### Research on color differences between enamel and dentin of natural teeth

WANG Shao-hai<sup>1</sup>, FENG Qin<sup>1</sup>, GAO Jian-yong<sup>1</sup>, HE Shuai<sup>2\*</sup>

1. Department of Stomatology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

2. Department of Stomatology, No. 118 Hospital of PLA, Wenzhou 325000, Zhejiang, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the color differences of enamel and dentin of natural teeth, so as to lay a foundation for reducing the color differences of natural dentin and core of all ceramic restorations. **Methods** X-rite Color i7 Spectrophotometer was used to examine the chroma value and chromatic difference ( $\Delta E$ ) of enamel and dentin of natural teeth (thickness 0.9 mm, 0.6 mm and 0.3 mm,  $n=30$ ). **Results** The  $L^*$  values (lightness) of enamel and dentin increased with the decrease of slice thickness, and the  $a^*$  values (red-green) and  $b^*$  values (yellow-blue) decreased with the decrease of slice thickness ( $P<0.05$ ). The absolute  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of the dentin were significantly greater than those of enamel of same thickness ( $P<0.05$ ). There were great color differences between enamel and dentin of different thicknesses, with the mean  $\Delta E$  values within a range of 5.303-13.109. The color difference gradually increased with the thickness increase of enamel and dentin. The  $\Delta E$  value of the enamel and dentin of the same thickness was 5.115 (0.9 mm), 5.855 (0.6 mm), and 6.053 (0.3 mm), respectively. **Conclusion** There is noticeable color difference between the enamel and dentin of natural teeth, and the difference increases with the increase of their thickness difference. The dentin has a more yellowish color and less lightness compared with the enamel. So each laminate of all ceramic restorations needs a shade selection for all ceramic restorations, and more attention should be paid on the color matching of natural dentin and core ceramic laminate.

**[Key words]** dental enamel; dentin; color difference

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2013, 34(4): 430-433]

全瓷修复体因其具有与天然牙相似的颜色及半透明性而被患者接受与普及,是牙科冠桥修复的重

要材料<sup>[1]</sup>,由模拟天然牙本质的高强度内冠与模拟牙釉质饰瓷所组成。全瓷修复体的美学效果不但受

**[收稿日期]** 2012-12-07 **[接受日期]** 2013-01-03

**[基金项目]** 国家自然科学基金(81271177),上海市科委医学引导基金(114119a3600),南京军区卫生专业人才 122 工程基金(卫综 2008098). Supported by National Natural Science Foundation of China (81271177), Medical Guide Program of Shanghai Science and Technology Commission (114119a3600), and Health Talent 122 Program of PLA Nanjing Military Area Command (Wei Zong 2008098).

**[作者简介]** 王少海,博士,副教授、副主任医师。E-mail: wangshaohai767@hotmail.com

\* 通信作者(Corresponding author). Tel: 0577-88187224, E-mail: capitall@163.com

瓷体本身影响而且还受修复体厚度以及基牙预备体颜色的影响<sup>[2]</sup>。然而决定天然牙颜色的不只是牙釉质本身或其表面的反射光,天然牙的内在颜色是由牙釉质与牙本质这两种不同光学性能的物体所决定,要想得到一个与天然牙光学特性完全一致的全瓷修复体必须要了解天然牙牙釉质与牙本质的颜色差异关系。因此本研究将探讨不同厚度的牙釉质与牙本质二者之间的颜色差异,并对比相同厚度条件下牙釉质与牙本质间的颜色差异,为今后牙本质比色参照系统的建立提供实验基础。

## 1 材料和方法

1.1 测色对象制备 收集因牙周病或外伤拔除的完整活髓牙 60 颗,患者年龄 13~71 岁,平均(34.2±12.4)岁,所有天然牙测色部位发育正常,无龋齿、色斑、缺损、软垢及牙石。将天然牙用 0.9%生理盐水浸泡、清洗后迅速进行树脂包埋,之后用标乐 IsoMet 4000 线性精密切割机和标乐 IsoMet 研磨抛光机对天然牙由唇颊侧向舌侧进行切割与研磨,制备出直径≥6 mm、厚度为 0.9 mm 的 30 颗牙本质(图 1)和 30 颗牙釉质磨片,测色后逐层打磨至 0.6 mm、0.3 mm,再分层测色。记录每层磨片厚度色度值。



图 1 磨牙牙本质磨片标本

Fig 1 Slice specimen of natural dentin

1.2 测色仪器及色度系统 采用爱色丽 X-rite Color i7 分光色差仪对样品进行测量,其内部配置脉冲氙灯,可排除牙科色光通信中的臆测因素。光度测定的分辨率是 0.001%。在光学配置上,拥有三光束技术,散射 8°,能同时测量 SCI(包括镜面反射)和 SCE(排除镜面反射),可进行相关光泽测量并进行光色修正配色。自动紫外光(UV)控件可方便、快速地进行自动 UV D65 校准和调整。拥有 6 英寸(1 英寸=2.5 cm)积分球和全息光栅提供仪器的分辨能力,且白瓷板连续测量色差( $\Delta E$ )重复性小于 0.01,光度测定范围为 0~200%。反射孔径 6 mm。实验采用 CIE-1976-Lab 色度系统。

1.3 测试方法 测试前对仪器进行白板校准,标定反射值的基准线。将磨片置于测试探头前进行色度测定,测得三刺激值后,通过 A/D 转换成数字信号,由电脑显示屏输出并通过计算得到  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值( $L^*$  为明度, $a^*$  为红绿色品, $b^*$  为黄蓝色品)。每个磨片标本同一部位测 3 次,每次测量时样品旋转 90°,取 3 次测试结果的平均值作为最终色度值。最后将测得数值代入色差公式: $\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ ,计算各组间的色差。

1.4 统计学处理 应用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,采用单因素方差分析及配对  $t$  检验。检验水平( $\alpha$ )为 0.05。

## 2 结果

如图 2 所示,随着厚度减小,牙釉质与牙本质的  $L^*$  值逐渐增大,而  $a^*$  与  $b^*$  值却逐渐降低,差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ );当厚度相同时,牙本质  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值的绝对值均大于牙釉质,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

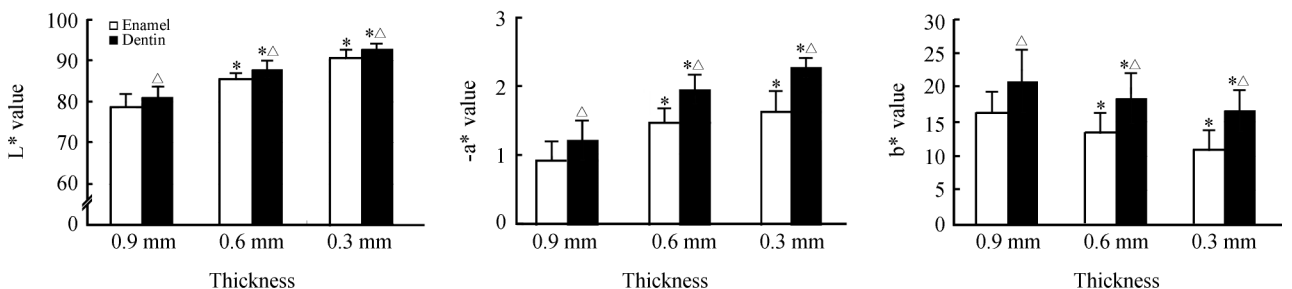


图 2 不同厚度牙釉质与牙本质的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值

Fig 2  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of enamel and dentin of different thicknesses

$L^*$ : Lightness;  $a^*$ : Red-green;  $b^*$ : Yellow-blue. \*  $P < 0.05$  vs 0.9 mm thickness group;  $\Delta P < 0.05$  vs enamel.  $n = 30$ ,  $\bar{x} \pm s$

如表 1 所示,随着厚度的不同,牙釉质和牙本质的颜色均存在较大色差( $\Delta E > 1.5$ ),180 个 0.3-0.9 mm 的牙釉质、牙本质磨片标本中  $\Delta E$  均值为 5.30313.109。随着牙釉质、牙本质厚度差值增大,颜色的差异逐渐增加,牙本质会显得更黄。

表 1 不同厚度牙釉质、牙本质间的色差均值

Tab 1 Color differences of enamel and dentin of different thicknesses

Location	Thickness		
	<i>n</i> =30, <i>d</i> /mm		
	0.6 vs 0.3	0.9 vs 0.6	0.9 vs 0.3
Enamel	5.704	7.409	13.109
Dentin	5.303	7.303	12.603

厚度为 0.9、0.6、0.3 mm 的牙釉质和牙本质间存在较大色差, $\Delta E$  分别为 5.115、5.585、6.053。

### 3 讨论

天然牙的内在颜色是由牙釉质与牙本质两种不同的光学性能物体所决定的,当光照射在物体表面时,光线会产生多种不同的变化,包括折射、散射、吸收、透射等。人眼所看到的颜色正是由这些光学变化造成的。除牙釉质本身或其表面的反射光外,牙釉质与牙本质厚度的差异也会导致入射光线的反射与散射程度不同,进而导致牙颜色的差异。

多项研究表明仪器比色法对牙颜色的判断优于目测法,目测法属测试者主观判断,易受测试者经验、背景颜色以及外界光源等影响<sup>[3]</sup>。一台好的比色仪必须具有良好的可重复性及准确率<sup>[4]</sup>。分光光度计可以捕捉物体反射的可见光谱,并将其转化为颜色信息,有较好的准确性、稳定性<sup>[5]</sup>和良好的可重复性,能更加真实地反映出目标牙的颜色,提高修复体的美学效果<sup>[6]</sup>,因此,本研究采用爱色丽 X-rite Color i7 分光色差仪对磨片标本进行测量。

本研究结果显示:当牙釉质与牙本质厚度减小时, $L^*$  值逐渐增大,而  $a^*$  与  $b^*$  值却逐渐降低,其结果与 Son 等<sup>[7]</sup>和 Ozturk 等<sup>[8]</sup>的研究结果一致;当厚度相同时,牙釉质与牙本质的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值相比较均存在差异,牙本质  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值的绝对值均大于牙釉质( $P < 0.05$ )。其原因是随厚度减小,内部材料对光线的吸收减少。材料的吸收系数与材料的厚度有关。同时,当光线的透射与内部材料的散射增加时,进入人眼中的光线增加,使牙本质的表面亮度

上升,即  $L^*$  增加。

不同国家颜色体系的  $\Delta E$  宽容度各不相同,中国颜色体系的  $\Delta E$  宽容度为:彩色系  $\Delta E < 3$ ,非彩色系  $\Delta E < 1.5$ <sup>[9]</sup>。Douglas 等<sup>[10]</sup>认为,修复体与天然牙之间可感知到的  $\Delta E$  为 2.6,可接受的  $\Delta E$  为 5.5。因此本实验采用  $\Delta E < 1.5$  为人眼可分辨色差。表 1 结果显示,180 个 0.30.9 mm 的牙釉质、牙本质磨片标本中  $\Delta E$  均值为 5.30313.109,随着厚度不同,牙釉质和牙本质的颜色不尽相同,均存在较大色差( $\Delta E > 1.5$ ),提示牙釉质和牙本质的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值受厚度影响明显。当厚度减小时, $L^*$  增大, $a^*$  与  $b^*$  减小;随厚度差值增大, $\Delta E$  值逐渐增大,颜色的差异也逐渐明显,牙釉质变黄变红,牙本质显得更黄。临床中我们发现天然牙因部位不同颜色有所差异,这是因为不同部位牙齿的牙釉质与牙本质的厚度均不同,所以看上去有颜色差异。从本研究结果可以看出,仅相差 0.6 mm, $\Delta E$  值就很明显了。此外,即使是同一颗天然牙,它的牙釉质厚度也随部位的不同而有所不同。如图 1 所示,天然牙越接近牙颈部位,牙釉质越薄,颜色更趋于牙本质,因而这个部位的颜色比牙冠部位更黄。

牙的钙化程度越高,透明度越大,透过的光线也就越多,进入人眼的光线就相对减少, $L^*$  就会降低。由于牙釉质主要成分是羟基磷灰石晶体,含无机物 96%~97%,含水约 2%~4%,仅含 1%的有机物,并且牙釉质中没有分布牙本质小管等,是最坚硬且高钙化程度的组织;而牙本质的有机物含量约占 20%,因此,与牙本质相比,牙釉质的散射系数较小,透射率远大于牙本质,牙釉质的  $L^*$  值较牙本质低。本研究结果显示,相同厚度的牙釉质与牙本质间存在较大色差。本研究还发现牙釉质的  $a^*$  值大于牙本质,说明较牙本质而言,牙釉质更偏红一点,但牙釉质的  $b^*$  值与牙本质差异较大,虽然都在黄色区域,但是牙釉质的蓝色多过牙本质,这是因为牙釉质对蓝光有比较强的散射作用。

本研究显示天然牙牙釉质与牙本质的颜色存在明显色差,并随厚度的变化而发生改变。牙本质较牙釉质更偏黄,且明度较低,因此在全瓷修复比色与制作中,需分层比色,并考虑天然牙本质色与底层瓷颜色的匹配性。

### 4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

## [参考文献]

- [1] AI-Makraman B M, Razak A A, Abu-Hassan M I, Sulaiman E, Loon L J, Yahya N A. Marginal integrity of turkom-cera compared to other all-ceramic materials: effect of finish line[J]. *Int J Prosthodont*, 2011, 24: 379-381.
- [2] Chaiyabutr Y, Kois J C, Lebeau D, Nunokawa G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/CAM glass-ceramic lithium disilicate-reinforced crown[J]. *J Prosthet Dent*, 2011, 105: 83-90.
- [3] Della Bona A, Barrett A A, Rosa V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: three distinct observer populations and shade matching protocols[J]. *Dent Mater*, 2009, 25: 276-281.
- [4] Da Silva J D, Park S E, Weber H P, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction[J]. *J Prosthet Dent*, 2008, 99: 361-368.
- [5] Dozić A, Kleverlaan C J, El-Zohairy A, Feilzer A J, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices [J]. *J Prosthodont*, 2007, 16: 93-100.
- [6] Kim-Pusateri S, Brewer J D, Davis E L, Wee A G. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices[J]. *J Prosthet Dent*, 2009, 101: 193-199.
- [7] Son H J, Kim W C, Jun S H, Kim Y S, Ju S W, Ahn J S. Influence of dentin porcelain thickness on layered all-ceramic restoration color [J]. *J Dent*, 2010, 38 (Suppl 2): e71-e77.
- [8] Ozturk O, Uludag B, Usumez A, Sahin V, Celik G. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all-ceramic systems [J]. *J Prosthet Dent*, 2008, 100: 99-106.
- [9] 熊芳, 朱智敏, 巢永烈. 瓷层厚度对 Vita 饰面瓷颜色和半透性的影响 [J]. *中华口腔医学研究杂志(电子版)*, 2008, 2: 23-25.
- [10] Douglas R D, Steinhauer T J, Wee A G. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch [J]. *J Prosthet Dent*, 2007, 97: 200-208.

[本文编辑] 周燕娟, 尹茶

## · 国际期刊论文摘译 ·

## 全基因组关联研究发现中国人群前列腺癌两个新易感位点 9q31.2 和 19q13.4

Jianfeng Xu<sup>△</sup>, Zengnan Mo<sup>△</sup>, Dingwei Ye<sup>△</sup>, Meilin Wang<sup>△</sup>, Fang Liu<sup>△</sup>, Guangfu Jin<sup>△</sup>, Chuanliang Xu<sup>△</sup>, Xiang Wang, Qiang Shao, Zhiwen Chen, Zhihua Tao, Jun Qi, Fangjian Zhou, Zhong Wang, Yaowen Fu, Dalin He, Qiang Wei, Jianming Guo, Denglong Wu, Xin Gao, Jianlin Yuan, Gongxian Wang, Yong Xu, Guozeng Wang, Haijun Yao, Pei Dong, Yang Jiao, Mo Shen, Jin Yang, Jun Ou-Yang, Haowen Jiang, Yao Zhu, Shancheng Ren, Zhengdong Zhang, Changjun Yin, Xu Gao, Bo Dai, Zhibin Hu, Yajun Yang, Qijun Wu, Hongyan Chen, Peng Peng, Ying Zheng, Xiaodong Zheng, Yongbing Xiang, Jirong Long, Jian Gong, Rong Na, Xiaoling Lin, Hongjie Yu, Zhong Wang, Sha Tao, Junjie Feng, Jishan Sun, Wennuan Liu, Ann Hsing, Jianyu Rao, Qiang Ding, Fredirik Wiklund, Henrik Gronberg, Xiao-Ou Shu, Wei Zheng, Hongbing Shen, Li Jin, Rong Shi, Daru Lu, Xuejun Zhang, Jielin Sun, S Lilly Zheng, Yinghao Sun\*

(<sup>△</sup>Co-first authors; \* Corresponding author)

**0 前言** 在全球范围内,前列腺癌的发病率和病死率存在着巨大差异。该病在西方发达国家发病率最高,在非裔美国人群病死率最高,而在亚洲人群中发病率及病死率均为全球最低,提示不同人种在前列腺癌的遗传方面存在异质性。在欧美和日本人群中,全基因组关联研究(GWAS)技术已经被用于检测前列腺癌的遗传易感性位点,但至今尚无关于 GWAS 检测中国人群前列腺癌易感位点的报道。

**1 资料和方法** 本研究联合国内多家泌尿外科研究中心,对 4 484 例病理确诊的前列腺癌患者和 8 934 名健康对照人群进行 GWAS 检测,筛选前列腺癌风险相关遗传位点,并运用 eQTL 分析研究筛选出的单核苷酸多态性(SNPs)位点是否与 index SNP 周围 2-Mb 区域内基因的表达有关。前列腺癌患者均来自中国华南地区,健康对照人群主要为社区人群及在当地医院进行体检的人员。

**2 结果** 经过 GWAS 第一阶段验证前列腺癌风险相关遗传位点,本研究最终选取了 43 个独立的 SNPs,并运用相关分析方法确认了两个新发现的 SNPs:染色体 9q31.2 上的 rs817826 和染色体 19q13.4 上的 rs103294,但未发现这两个 SNPs 与患者的临床特征有关联。在中国人群中 rs103294 的等位基因出现的频率不同于欧洲人群,而 rs817826 的情况则相反。SNP 位点 rs103294 与 *LILRA3* 基因 7 个外显子中的前 6 个缺失相关。在 eQTL 分析中,本研究还发现 rs103294 的等位基因与 T 细胞中 *LILRA3* 的高表达相关,关于 *LILRA3* 基因的进一步研究有望揭示其在前列腺癌发病中的作用。

**3 讨论** 本研究是在中国汉族人群中开展的首次前列腺癌相关 GWAS 研究,发现并验证了两个具有中国人群特异性的前列腺癌遗传易感位点。这一发现将加深我们对中国人群前列腺癌遗传学的理解,也为进一步的功能学研究提供了线索。

(摘自 *Nat Genet*, 2012, 44: 1231-1235)