

[文章编号] 1000-1182(2011)04-0358-03

# SiO<sub>2</sub>薄膜对镍铬合金烤瓷冠色彩再现的影响

伍栋 冯云枝

(中南大学湘雅二医院 口腔中心, 长沙 410011)

**[摘要]** 目的 探讨SiO<sub>2</sub>薄膜是否会影响镍铬合金烤瓷修复体的色泽。方法 采用溶胶-凝胶法在镍铬合金烤瓷基底冠表面镀SiO<sub>2</sub>薄膜, 以此将制作的12颗ⅠB2色烤瓷冠分为基底冠镀膜组和无镀膜组, 每组6个样本。用ShadeEye Ncc电脑比色仪测量基底冠镀膜组和无镀膜组与6个B2(Vitapan classical比色板)比色片的色度值, 并进行比较。结果 基底冠镀膜组和无镀膜组修复体与B2比色片有明显色差( $\Delta E > 1.5$ ), 修复体 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值均较B2比色片大, 亮度高, 颜色偏黄红色。而基底冠镀膜组与无镀膜组修复体间无明显色差( $\Delta E < 1.5$ ), 各色度值之间差异无统计学意义。结论 镍铬合金烤瓷修复体基底冠镀SiO<sub>2</sub>薄膜后不影响修复体的色泽再现。

**[关键词]** SiO<sub>2</sub>薄膜; 溶胶-凝胶; 镍铬合金; 烤瓷冠; 颜色

**[中图分类号]** R 783.2 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.3969/j.issn.1000-1182.2011.04.006

**Influence of SiO<sub>2</sub> films on color reproduction of Ni-Cr alloy porcelain crowns** Wu Dong, Feng Yunzhi. (Dept. of Stomatology, The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China)

**[Abstract]** **Objective** To study whether SiO<sub>2</sub> films will influence the color of Ni-Cr metal ceramic restorations.

**Methods** For the film plating experimental group, Sol-gel method was employed to apply SiO<sub>2</sub> films to the surface of the Ni-Cr copings, while no coating was applied for the non-film-plating control group. Veneering porcelains were then applied subsequently, and a total of 12 B2-colored maxillary incisor metal ceramic crowns were fabricated with 6 crowns in each group. A ShadeEye Ncc computer-aided colorimeter was employed to measure the shade of the samples, as well as 6 B2(Vitapan classical vita color tabs) shade standards. The color was expressed as CIE-1976-*Lab* coordinates. **Results** There was a statistically significant color difference between all metal ceramic crowns and the B2 shade standards( $\Delta E > 1.5$ ). The  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of all crowns were higher than those of the B2 shade standards, and the crowns were typically yellower or redder. While neither significant color difference nor difference in shade values was observed between the film plating experimental group and non-film-plating control group( $\Delta E < 1.5$ ). **Conclusion** SiO<sub>2</sub> films applied to the Ni-Cr copings by means of Sol-gel technique do not impact the final color of the metal ceramic restorations.

**[Key words]** SiO<sub>2</sub> film; Sol-gel; nickel-chromium alloy; porcelain crown; color

镍铬合金价格低廉, 具有优良的机械性能, 与陶瓷材料有良好的匹配性和结合力, 目前在临床上仍大量应用<sup>[1-2]</sup>。但是镍铬合金作为非贵金属, 其化学稳定性欠佳, 可因腐蚀而产生修复体颈缘黑线、牙龈红肿以及过敏反应等。体外实验中, 其渗出的金属离子具有明显的细胞毒性<sup>[3-4]</sup>。故学者们致力于研究提高镍铬合金耐腐蚀性能的方法<sup>[5-6]</sup>。李磊等<sup>[7]</sup>研

究显示: 在镍铬合金烤瓷冠基底表面镀一层SiO<sub>2</sub>薄膜能显著提高镍铬合金的耐腐蚀性能。吴峻岭等<sup>[8]</sup>研究表明: 采用溶胶-凝胶技术在金属基底表面镀SiO<sub>2</sub>薄膜可提高金瓷结合强度。但SiO<sub>2</sub>薄膜具有多种性能, 尤其是它复杂的光学性能, 故基底冠镀膜后对烤瓷冠的色泽是否会产生影响是临床医生需要考虑的问题。本研究采用溶胶-凝胶法在镍铬合金烤瓷基底冠镀SiO<sub>2</sub>薄膜, 采用测色仪对其颜色进行测定, 并与不镀膜组和比色片进行比较, 探讨SiO<sub>2</sub>薄膜对烤瓷冠色彩再现的影响。

## 1 材料和方法

### 1.1 主要材料和仪器

镍铬烤瓷合金(VeraBond公司, 美国), Vita VM-

[收稿日期] 2010-04-29; [修回日期] 2011-06-03

[基金项目] 中央高校基本科研业务费中南大学重点基金资助项目(2010DXPY01); 湖南省卫生厅科技计划基金资助项目(B2008-008)

[作者简介] 伍栋(1983—), 男, 湖南人, 住院医师, 硕士, 目前在湖南省常德市人民医院工作

[通讯作者] 冯云枝, Tel: 0731-85295055

K95 B2瓷粉(Vita公司, 德国), ShadeEye Ncc电脑比色仪(Shofu公司, 日本)。正硅酸乙酯(tetraethyl orthosilicate, TEOS)(分析纯, 经二次蒸馏)、无水乙醇(分析纯, 经二次蒸馏)、水(经二次交换)。

## 1.2 镀膜前体溶液的配制

取一定量的乙醇分为2份, 一份与TEOS混合, 另一份与氨水混合, 25℃下将氨水的乙醇溶液在搅拌下缓慢滴加到TEOS的乙醇溶液中, 以此方法按摩尔比TEOS:C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH:H<sub>2</sub>O:NH<sub>3</sub>=1:37.5:2.56:1.05配制成溶液, 连续搅拌6 h后密封。溶液放置8 d后, 可见发出白色乳光并且呈现轻微的蓝色, 这是已形成溶胶的表现, 这时便可以镀膜, 镀膜前将溶胶用微孔滤过膜过滤。

## 1.3 试件分组及预备

取具有Ⅰ1活动代型的标准模型一副, 精确复制Ⅰ1代型12个。常规制作镍铬合金基底冠。用卡钳控制试件基底冠厚度为0.3 mm。将12个基底冠分为基底冠镀膜组和无镀膜组, 每组6个样本。将基底冠镀膜组试件用蒸馏水、无水乙醇分别超声清洗3遍, 吹干。采用浸渍提拉法制备薄膜, 每个试件分别在溶胶中提拉2次。然后将试件放入60℃干燥箱中, 干燥10 h。再进行膜层强化, 放入烘烤箱中缓慢从室温升高到300℃, 保持20 min。所有试件依照厂家提供的操作规程常规进行Vita系列B2遮色瓷、体瓷堆筑, 上釉, 烧结, 使遮色瓷厚度保持为0.2 mm, 体瓷为1.0~1.2 mm。

## 1.4 涂层表面形貌观察

采用扫描电子显微镜观察涂层表面形貌。

## 1.5 测色

采用CIE-1976-Lab色度系统测色。该系统中,  $L^*$ 表示色彩的亮度值, 大小0(最暗)~100(最亮);  $a^*$ 定义色彩的红绿度, 朝向 $+a^*$ 表示越红, 向 $-a^*$ 表示越绿;  $b^*$ 定义色彩的黄蓝度, 朝向 $+b^*$ 表示越黄, 向 $-b^*$ 表示越蓝。 $\Delta E$ 表示2个物体的颜色差异,  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ 。在口腔修复临床操作条件下, 当 $\Delta E$ 小于1.5时<sup>[9]</sup>, 肉眼很难察觉物体间的颜色差异。

用ShadeEye Ncc电脑比色仪测量基底冠镀膜组和无镀膜组与6个B2(Vitapan classical比色板)比色片的色度值。测试前对仪器进行标准白板标定, 消除因电信号不稳定带来的测试误差。标定完后将样本置于测试探头前进行色度测定, 以灰色为背景色, 微机系统处理并输出该样品的 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值。每个样品测3次, 取3次测试结果的平均值作为试件的色度值。测试部位为牙冠唇面中1/3区域。

## 1.6 统计学分析

采用SPSS 17.0统计软件包进行数据分析, 对各

样本色度值和色差测试结果采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)和Dunnett- $t$ 法进行两两比较, 以 $\alpha=0.05$ 作为检验水准,  $P<0.05$ 有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 试件镀膜观察

由于SiO<sub>2</sub>薄膜为无色透明的膜层, 肉眼无法察觉其存在。但镀膜各试件在扫描电子显微镜下观察可见一层均匀的膜层, 此层薄膜富于微小的空隙欠光滑, 但无明显裂纹(图1)。

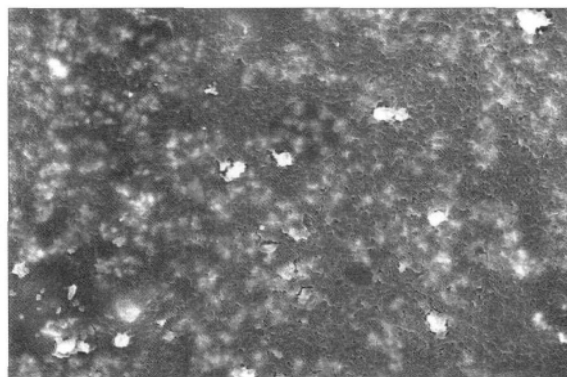


图1 基底冠表面镀的SiO<sub>2</sub>薄膜 SEM ×2 000

Fig 1 The SiO<sub>2</sub> film on the surface of basal crown SEM ×2 000

### 2.2 色度值及色差

金瓷修复体与B2比色片的色度值见表1。修复体 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 值均较B2比色片大( $P<0.01$ ), 说明颜色偏黄红色。而基底冠镀膜组和无镀膜组修复体间色度值比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。基底冠镀膜组修复体与B2比色片的色差值 $\Delta E$ 为6.8, 无镀膜组修复体与B2比色片的色差值 $\Delta E$ 为7.9。两者均远大于人类肉眼能区分的2个物体颜色差异的最小值1.5。而基底冠镀膜组与无镀膜组修复体间的色差值 $\Delta E$ 为1.32, 小于1.5。

表1 各组修复体与B2比色片的色度值

Tab 1 Hue values for experimental groups and B2 colorimetric samples  $\bar{x} \pm s$

种类	色度值		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$
基底冠镀膜组	75.83±1.28	0.30±0.13	16.08±0.70
无镀膜组	76.38±0.55	0.07±0.18	17.26±1.14
B2比色片	70.82±1.30	-1.50±0.30	11.82±0.91

## 3 讨论

影响修复体色彩再现的因素很多, 本实验由同一位经验丰富的技师, 用相同的材料, 参照同一B2比色片制作了12件金瓷修复体, 严格控制烧结次数(3次), 保持各试件金属基底和瓷层厚度一致, 因此在

很大程度上减少了人为因素对色彩再现的影响。另外,前牙金瓷修复体的唇面形态与Vita成品比色板色片唇面形态相似,故采用前牙修复体作为研究对象。由于金瓷修复体的中央最为平坦,能使色差计光探头的边缘丢失现象(从测色仪探头发出的光线照射在牙上后,经多次散射,引起体积反射,这些入射光线在釉质内产生侧方移动而距入射点一定距离处反射出来,超出探头孔径的范围,不能为测色仪所捕捉,从而造成光线的损失<sup>[10]</sup>)最小;且修复体中央部最能代表修复体本身的固有色。因此本实验使用同一测色仪,在相同的测试条件和方法下,测量牙冠唇面中1/3区域色度值代表各试件的颜色。以上措施使测得的色度值具有较好的可比性。

颜色是决定修复体成功与否的决定性因素,牙齿美学修复的一个重要方面是色彩匹配<sup>[11]</sup>。目前中国口腔修复医务工作者主要还是通过视觉比色的方法将要修复牙齿的色彩信息转变为比色板色号,然后传递给技师,技师参照比色片来实现对天然牙的色彩再现。然而在可利用的瓷层空间内,烤瓷修复体很难达到与相应比色片的匹配。所以临床视觉比色法的色彩复现率低<sup>[12]</sup>。本研究表明无论是基底冠镀膜组还是无镀膜组,修复体与比色片相比均有明显色差,表现为亮度高,颜色偏黄红色。金属烤瓷修复体半透性差,亮度高一直是困扰其色彩匹配的难点。Douglas等<sup>[13]</sup>指出造成烤瓷修复体与相应比色片色差的主要原因(约占70%)是修复体亮度过高。目前对减小烤瓷冠的亮度增加其半透性的方法匮乏,只能通过增加半透明瓷的厚度<sup>[14]</sup>,从而增加对光线的吸收和散射来减少到达不透明瓷的光线,最终达到降低亮度的目的,而体瓷厚度的增加是有限度的。

SiO<sub>2</sub>薄膜具有多种性能如防腐蚀、抗高温氧化、减反射、耐磨等,因而受到了人们的广泛关注<sup>[15-16]</sup>。有研究表明:采用溶胶-凝胶浸镀法可在金属基底获得一层稳定的SiO<sub>2</sub>薄膜,此层薄膜能显著提高金属基底的耐腐蚀性能,从而提高金瓷修复体在口腔中的稳定性<sup>[7]</sup>。吴峻岭等<sup>[8]</sup>研究发现使用溶胶-凝胶技术在合金表面形成一层薄膜后再上瓷,其金瓷界面存在多种元素,表明在合金预氧化及烧烤过程中,氧穿过薄膜与基体表面的金属元素发生了化学反应,且SiO<sub>2</sub>薄膜本身的成分就是烤瓷材料的组分,在烧烤过程中元素发生扩散与渗透,遮色瓷层与薄膜层发生了固熔,成为一体,为金属氧化物和瓷粉间的化学反应起到了纽带的作用,因而能提高烤瓷修复体的金瓷结合强度,有临床应用前景。然而金瓷修复体成功与否,不仅看它能否稳定的生存于口腔环境中,更重要的是它的色彩是否与天然牙匹配,因

此,在SiO<sub>2</sub>薄膜对提高金瓷修复体稳定性方面取得满意结果时,应同时关注它是否会对修复体的色泽产生影响。此外,还设想SiO<sub>2</sub>薄膜的增透减反性能可能有助于减少修复体的明度,提高修复体的美观性能。本研究结果表明:基底冠镀膜组与无镀膜组各色度值( $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ )无明显差异。2组的色差 $\Delta E$ 为1.32,肉眼不易察觉。表明在基底冠表面镀SiO<sub>2</sub>薄膜不会对烤瓷冠的色泽产生影响,但没有达到预想的增透减反的效果。这可能是由于SiO<sub>2</sub>薄膜为无色透明的膜层,而且由于遮色瓷的阻挡作用,透射到金属基底的光线已很少,故该膜层对金属基底表面反射光谱的影响就微乎其微。也可能是因为在合金预氧化和烧结过程中,薄膜与金属基底表面的金属元素及遮色瓷层发生了化学反应,影响到其光学性能,因此,如何利用SiO<sub>2</sub>薄膜优良的光学性能降低烤瓷修复体的明度有待进一步研究。

致谢:感谢武汉大学口腔医学院王贻宁教授提供测色设备与技术指导。

#### [参考文献]

- [1] Almilhatti HJ, Giampaolo ET, Vergani CE, et al. Shear bond strength of aesthetic materials bonded to Ni-Cr alloy[J]. J Dent, 2003, 31(3): 205-211.
- [2] 孙卫革, 刘向辉, 张玲, 等. 贵金属烤瓷与镍铬合金烤瓷修复体的效果评价[J]. 上海口腔医学, 2009, 18(1): 40-43.  
Sun Weige, Liu Xianghui, Zhang Ling, et al. Clinical evaluation of the effect of gold alloy and Ni-Cr alloy porcelain fused metal crown restorations[J]. Shanghai J Stomatol, 2009, 18(1): 40-43.
- [3] Can G, Akpınar G, Aydın A. The release of elements from dental casting alloy into cell-culture medium and artificial saliva[J]. Eur J Dent, 2007, 1(2): 86-90.
- [4] 马骞, 吴凤鸣. 镍铬合金烤瓷冠修复后的离子析出状况及研究方法[J]. 口腔医学, 2009, 29(7): 380-382.  
Ma Qian, Wu Fengming. The research and analysis methods of dental alloys ion release of fumed Ni-Cr porcelain alloy crowns[J]. Stomatology, 2009, 29(7): 380-382.
- [5] 陈志红, 刘丽, 毛英杰. 表面镀金技术对镍铬合金电化学腐蚀性能的影响[J]. 中华口腔医学杂志, 2007, 42(2): 118-121.  
Chen Zhihong, Liu Li, Mao Yingjie. Effect of aurum coating on corrosion resistance of Ni-Cr alloy[J]. Chin J Stomatol, 2007, 42(2): 118-121.
- [6] 张丽仙, 赵敏民, 邵龙泉, 等. 牙用镍铬合金表面不同涂层电化学腐蚀研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2009, 25(4): 471-474.  
Zhang Lixian, Zhao Yimin, Shao Longquan, et al. A research on the corrosion resistance of Ni-Cr alloy with different coatings[J]. J Pract Stomatol, 2009, 25(4): 471-474.
- [7] 李磊, 朱智敏, 廖运茂. 溶胶凝胶涂层对牙科烤瓷镍铬合金耐腐蚀性能的影响[J]. 华西口腔医学杂志, 2009, 27(1): 34-36.  
Li Lei, Zhu Zhimin, Liao Yunmiao. Effects of Sol-Gel coating on



2号P型钻预备后,近远中末端剩余根管壁厚度均小于1 mm,远中壁差异有统计学意义( $P<0.05$ )。本实验认为双根管上颌第一前磨牙颊根可用3号P型钻(1.1 mm),腭根可用2号P型钻(0.9 mm),该结果与一些学者<sup>[9-10]</sup>的研究结果较为相近。Tilk等<sup>[9]</sup>建议对于双根管上颌第一前磨牙用0.9 mm直径的器械预备,颊根用0.7~1.2 mm,舌根用0.7~1.1 mm。而Shillingburg等<sup>[10]</sup>认为颊根和舌根均用0.9 mm直径的器械。而对于单根管上颌第一前磨牙只能用直径小一些的1号P型钻(0.7 mm),这主要是因为对于单、双根管上颌第一前磨牙,其根管位置不同,单根管上颌第一前磨牙的根管通常在牙根的中央,这也常是近中沟和远中沟的凹陷处,所以桩道预备后,剩余牙体的量在近、远中面较少;而对于双根管上颌第一前磨牙,其根管常位于牙根最粗的位置,且近、远中沟位于两根管之间,所以剩余牙体的量较多。

### [参考文献]

- [1] Tamse A, Katz A, Pilo R. Furcation groove of buccal root of maxillary first premolars: A morphometric study[J]. J Endod, 2000, 26(6): 359-363.
- [2] 崔恺,汪平,王宇,等.离体下颌前磨牙根管及牙根形态研究[J].临床口腔医学杂志,2004,20(6): 332-333.  
Cui Kai, Wang Ping, Wang Yu, et al. Root and canal morphology of mandibular premolars[J]. J Clin Stomatol, 2004, 20(6): 332-333.

- [3] 方溢云,林正梅.广东珠三角地区人下颌第一前磨牙解剖外形的研究[J].河北医学,2007,13(9): 1095-1098.  
Fang Yiyun, Lin Zhengmei. Morphological characteristics of the mandibular premolars in people from Pearl River Delta region in Guangdong province[J]. Hebei Medicine, 2007, 13(9): 1095-1098.
- [4] Raiden G, Koss S, Costa L, et al. Radiographic measurement of residual root thickness in premolars with post preparation[J]. J Endod, 2001, 27(4): 296-298.
- [5] Johnson JK, Sakumura JS. Dowel form and tensile force[J]. J Prosthet Dent, 1978, 40(6): 645-649.
- [6] Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design[J]. J Prosthet Dent, 1984, 52(1): 28-35.
- [7] Gluskin AH, Radke RA, Frost SL, et al. The mandibular incisor: Rethinking guidelines for post and core design[J]. J Endod, 1995, 21(1): 33-37.
- [8] 陈君,岳林,王嘉德,等.根管扩大程度与牙根强度和应力分布的关系[J].中华口腔医学杂志,2006,41(11): 661-663.  
Chen Jun, Yue Lin, Wang Jiade, et al. The correlation between the enlargement of root diameter and the fracture strength and the stress distribution of root[J]. Chin J Stomatol, 2006, 41(11): 661-663.
- [9] Tilk MA, Lommel TJ, Gerstein H. A study of mandibular and maxillary root widths to determine dowel size[J]. J Endod, 1979, 5(3): 79-82.
- [10] Shillingburg HT Jr, Kessler JC, Wilson EL Jr. Root dimensions and dowel size[J]. CDA J, 1982, 10(10): 43-49.

(本文编辑 胡兴戎)

(上接第360页)

- the corrosion of nickel-chromium alloys[J]. West China J Stomatol, 2009, 27(1): 34-36.
- [8] 吴峻岭,张强,巢永烈.溶胶-凝胶技术对新型牙用烤瓷支架钴铬合金金瓷结合强度影响的研究[J].口腔颌面修复学杂志,2006,7(2): 101-104.  
Wu Junling, Zhang Qiang, Chao Yonglie. The effect of Sol-Gel technology on the metal-porcelain bond strength of new type Co-Cr ceramic and framework dental alloy[J]. Chin J Prosthodont, 2006, 7(2): 101-104.
- [9] 汤顺青.色度学[M].2版.北京:北京理工大学出版社,1990: 96-157.  
Tang Shunqing. Graphic arts chromatology[M]. 2nd ed. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 1990: 96-157.
- [10] Johnston WM, Hesse NS, Davis BK, et al. Analysis of edge-losses in reflectance measurements of pigmented maxillofacial elastomer[J]. J Dent Res, 1996, 75(2): 752-760.
- [11] 刘峰,杨亚东,丁中,等.修复后前牙美学临床评价与患者满意度关系的初探[J].中华口腔医学杂志,2007,42(2): 91-93.  
Liu Feng, Yang Yadong, Ding Zhong, et al. Relationship between clinical assessment and patient satisfaction in anterior esthetic res-

- tations[J]. Chin J Stomatol, 2007, 42(2): 91-93.
- [12] 王少海,姚月玲.金瓷修复体色彩再现率的临床研究[J].实用口腔医学杂志,2001,17(6): 527-529.  
Wang Shaohai, Yao Yueling. Clinical study on the color reproduction ratio of metal ceramic restoration[J]. J Pract Stomatol, 2001, 17(6): 527-529.
- [13] Douglas RD, Przybylska M. Predicting porcelain thickness required for dental shade matches[J]. J Prosthet Dent, 1999, 82(2): 143-149.
- [14] Uludag B, Usmez A, Sahin V, et al. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of ceramic systems: An *in vitro* study[J]. J Prosthet Dent, 2007, 97(1): 25-31.
- [15] Clavier CW, Rodman DL, Sinski JF, et al. A method for the preparation of transparent mesoporous silica sol-gel monoliths containing grafted organic functional groups[J]. J Mater Chem, 2005, 15(24): 2356-2361.
- [16] Walcarius A, Mandler D, Cox JA, et al. Exciting new directions in the intersection of functionalized sol-gel materials with electrochemistry[J]. J Mater Chem, 2005, 15(8): 3663-3689.

(本文编辑 胡兴戎)