文章编号:1000-5404(2014)13-1413-03

论著

瓷层厚度对氧化锆全瓷修复体颜色的影响

高士军[1],李 楠[1],周 洋[2],肖媛媛[1],李 懿[1],谭 静[1],黄艳军[1] (154002 黑龙江 佳木斯,佳木斯大学附属口腔医院修复二科[1];157000 黑龙江 牡丹江,牡丹江医学院附属红旗医院口腔科[2])

[摘要] **目的** 探讨不同核心瓷和饰面瓷厚度对氧化锆全瓷修复体颜色的影响。**方法** 将氧化锆底瓷材料切割并高温烧结,制成厚度分别为0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mm的核心瓷试件;并在表面堆塑不同厚度(1.2、1.0、0.8、0.6、0.4 mm)的饰面瓷,使其总厚度为1.6 mm;制作厚度为0.4 mm的核心瓷试件,分别构筑0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mm的饰面瓷。用CM600d/700d分光测色仪分别测量每组颜色的参数$L^*a^*b^*$值,计算色差。**结果** 随氧化锆核心瓷厚度的增加,L^*和b^*值增大,即明度增加,颜色偏向黄色,各组之间L^*与b^*值差异有统计学意义($P<0.05$);随饰面瓷厚度的增加,L^*值减小,a^*和b^*值增大,各组之间L^*、a^*与b^*值差异有统计学意义($P<0.05$);随氧化锆核心瓷与饰面瓷比的增大,试件L^*值增大,a^*和b^*值减小,各组之间L^*值差异有统计学意义($P<0.05$)。随着瓷层厚度增加,相邻2组之间的色差△E呈减小趋势。**结论** 氧化锆全瓷修复体核心瓷与饰面瓷厚度及两者相互作用均能对颜色参数产生影响,核心瓷与饰面瓷厚度越大,颜色差异越小。

[关键词] 氧化锆陶瓷;厚度;颜色;核心瓷;饰面瓷
[中图法分类号] R783.1 [文献标志码] A

Effect of ceramic layer thickness on color of all-ceramic restoration of zirconia

Gao Shijun[1], Li Nan[1], Zhou Yang[2], Xiao Yuanyuan[1], Li Yi[1], Tan Jing[1], Huang Yanjun[1] ([1]Second Department of Prosthodontics, Hospital of Stomatology, Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang Province, 154002; [2]Department of Stomatology, Red Flag Hospital, Mudanjiang Medical University, Mudanjiang, Heilongjiang Province, 157000, China)

[**Abstract**] **Objective** To determine the effects of different core ceramic and veneering porcelain thickness on the color of zirconia all-ceramic restoration. **Methods** The zirconia ceramic material was used to produce the zirconia ceramic core porcelain (0.4, 0.6, 0.8, 1.0 and 1.2 mm), which were then employed to construct different thickness of veneering porcelain (1.2, 1.0, 0.8, 0.6, and 0.4 mm) to make the total thickness of 1.6 mm. Core porcelain of the thickness of 0.4 mm was constructed and veneering porcelain of 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 and 1.2 mm was prepared too. The parameter $L^*a^*b^*$ CM600d/700d spectrophotometry was used to measure color values of each group on a white background for the chromatic aberration. **Results** With the increase of zirconia core porcelain thickness, L^* value and b^* value were increased, the brightness was increased, color to yellow, between groups L^* and b^* values with significant differences ($P<0.05$). With the increase of the thickness of veneering porcelain, L^* was decreased, a^* and b^* were increased, L^*, a^* and b^* values were significantly different ($P<0.05$). With the zirconia core ceramic and veneering porcelain ratio increasing, the specimen had increased value of L^*, and decreased a^* and b^*, and L^* value had significant difference ($P<0.05$). With the increase of the thickness of porcelain, color difference between the 2 groups △E was in a trend of decreasing. **Conclusion** Zirconia all-ceramic restorations core porcelain, porcelain veneer thickness, and the interaction between them can affect the color parameters of the core and veneering porcelain. With the porcelain layer thickness increasing, the color difference is small.

[**Key words**] zirconia ceramic; thickness; color; core porcelain; porcelain

Supported by the Project of Science Research of Heilongjiang Provincial Department of Health (2013219). Corresponding author: Li Nan, E-mail: linan19890526@126.com

[基金项目] 黑龙江省卫生厅科研计划(2013219)
[通信作者] 李 楠,E-mail:linan19890526@126.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20140115.1517.012.html(2014-01-15)

随着口腔材料的迅速发展,患者对口腔修复的审美要求越来越高。牙科美容修复成功与否的要素之一,是能否重现患者天然牙原有的色彩学特征。氧化锆全瓷材料具有极高的抗折度、良好的透光性、极佳的生物相容性和较低的热传导性等优点[1-2]。这使其受到口腔医师和患者的青睐。氧化锆全瓷修复技术是以氧化锆作为底层材料,低温陶瓷作饰面瓷修复患牙。其底层材料的透射率、颜色和饰面瓷的厚度直接影响修复的整体效果[3-4]。本实验用 CM600d/700d 分光测色仪测试氧化锆全瓷修复体核心瓷与饰面瓷厚度变化时,修复体整体色彩的变化,从中找出变化规律,旨在为临床修复工作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

氧化锆瓷块(杭州培瑞科技有限公司);3M2 牙本质瓷粉;高精度切割机(Struers 公司,丹麦);氧化锆高温烧结炉(Degu-Dent 公司,德国);CM 700d/600d 分光测色仪(MINOLTA,日本);烤瓷炉(DENSPLAY 公司,美国);螺旋千分尺(精确度 0.02 mm);超声波清洗机(昆山市超声仪器有限公司);碳化硅耐水砂纸(苏州特鲁利电子材料有限公司)。

1.2 试件的制作与颜色测定

1.2.1 核心瓷的制作 使用高精度切割机将氧化锆底瓷材料切割,并在高温烧结炉内烧结。第 1 组制作成大小为 20 mm × 10 mm,厚度分别为 0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mm 的长方形试件各 6 片,共计 30 片;第 2 组制作厚度为 0.4 mm 的试件 30 片。分别用碳化硅耐水砂纸从 400# ~ 1200#依次打磨抛光修整。螺旋千分尺测量试件厚度,控制误差在 ± 0.02 mm。超声波清洗 5 min,无油压缩空气吹干。

1.2.2 饰面瓷的构筑与烧结 按照厂家推荐程序堆塑饰面瓷并进行震荡吸水和烧结。在第 2 组 0.4 mm 的核心瓷试件上依次构筑厚度分别为 0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mm 的 3M2 牙本质瓷粉;在第 1 组不同厚度核心瓷试件上依次构筑厚度分别为 1.2、1.0、0.8、0.6、0.4 mm 的 3M2 牙本质瓷粉,使试件总厚度达到 1.6 mm;依次用 400# ~ 1000#水砂纸打磨,螺旋千分尺测量试件厚度,超声波清洗 5 min,无油压缩空气吹干。

1.2.3 颜色的测定 先对不同厚度的核心瓷试件进行色彩参数的测定;再对 0.4 mm 核心瓷构筑不同厚度饰面瓷的试件进行色彩参数的测定;最后对核心瓷与饰面瓷总厚度为 1.6 mm 的试件进行色彩参数的测定。采用 CM600d/700d 分光测色仪在暗室中测量。测量前先对仪器进行 30 min 预热,用标准白板标定测色仪。将各组试件依次置于白色背景上,D65 光源,光学几何为 45/0,等距离测量。每个试件测量 3 次,取平均值。选用 CIE1976 $L^*a^*b^*$ 表色系统。并按以下公式计算各组之间的色差值($\triangle E$):$\triangle E = [(\triangle L^*)^2 + (\triangle a^*)^2 + (\triangle b^*)^2]^{1/2}$。其中 L^* 表示明度,a^* 代表红绿色的变化,b^* 代表黄蓝色的变化。

1.3 统计学分析

运用 SPSS14.0 统计软件分别对各组实验中 $L^*a^*b^*$ 值进行单因素方差分析($\alpha = 0.05$)。

2 结果

2.1 不同厚度核心瓷试件的颜色参数和色差比较

不同厚度核心瓷试件的色彩参数见表 1。随试件厚度的增加,L^* 和 b^* 值增大,a^* 值变化不明显。经统计分析,除 1.0 与 1.2 mm 组之间的 L^* 和 b^* 值无统计学差异($P > 0.05$)外,其他厚度组之间的 L^* 和 b^* 值均有统计学差异($P < 0.05$);各厚度组之间的 a^* 值差异不明显($P > 0.05$)。除 1.0 与 1.2mm 组之间的色差 $\triangle E < 1.5$ 之外,其他各组之间色差 $\triangle E$ 均 > 1.5。结果见表 2。

表 1 不同厚度核心瓷试件颜色参数测量结果($\bar{x} \pm s$)

组别	L^*	a^*	b^*
0.4 mm 组	80.44 ± 0.58[a]	−0.65 ± 0.13	5.64 ± 0.38[a]
0.6 mm 组	82.20 ± 0.38[a]	−0.60 ± 0.05	6.93 ± 0.16[a]
0.8 mm 组	83.87 ± 0.48[a]	−0.57 ± 0.35	8.08 ± 0.37[a]
1.0 mm 组	85.09 ± 0.47	−0.55 ± 0.08	9.19 ± 0.18
1.2 mm 组	85.65 ± 0.40	−0.52 ± 0.07	9.44 ± 0.19

a:$P < 0.05$,与其余各组比较

表 2 不同厚度核心瓷试件之间的色差($\triangle E$)

组别	0.4 mm	0.6 mm	0.8 mm	1.0 mm	1.2 mm
0.4 mm		2.18	4.21	5.86	6.45
0.6 mm			2.03	3.16	4.27
0.8 mm				1.65	2.24
1.0 mm					0.61
1.2 mm					

2.2 同一厚度核心瓷表面构筑不同厚度饰面瓷后的颜色参数和色差比较

同一厚度核心瓷表面构筑不同厚度饰面瓷后的色彩参数见表 3。随饰面瓷厚度的增加,L^* 值减小,a^* 和 b^* 值增大。经统计分析,各厚度组之间的 L^* 值均有统计学差异($P < 0.05$);除 0.4 与 0.6 mm 饰面瓷组之间 a^* 值无统计学差异($P > 0.05$)外,其他组 a^* 值均有统计学差异($P < 0.05$);除 1.0 与 1.2 mm 饰面瓷组之间的 b^* 值无统计学差异($P > 0.05$)外,其他组 b^* 值均有统计学差异($P < 0.05$);除 1.0 与 1.2 mm 组之间的色差 $\triangle E < 1.5$ 之外,其他各组之间色差 $\triangle E$ 均 > 1.5(表 4)。

表 3 0.4 mm 核心瓷构筑不同厚度饰面瓷后颜色参数测量结果($\bar{x} \pm s$)

组别	L^*	a^*	b^*
0.4 + 0.4 mm 组	80.01 ± 0.46[a]	0.76 ± 0.09	16.58 ± 0.35[a]
0.4 + 0.6 mm 组	78.15 ± 0.54[a]	0.85 ± 0.06	18.15 ± 0.33[a]
0.4 + 0.8 mm 组	76.60 ± 0.51[a]	1.32 ± 0.15[a]	19.45 ± 0.28[a]
0.4 + 1.0 mm 组	75.13 ± 0.38[a]	1.74 ± 0.07[a]	20.05 ± 0.32
0.4 + 1.2 mm 组	74.09 ± 0.64[a]	2.02 ± 0.07[a]	20.43 ± 0.26

a:$P < 0.05$,与其余各组比较

表 4 0.4 mm 核心瓷构筑不同厚度饰面瓷后各组之间的色差($\triangle E$)

组别	0.4 + 0.4 mm	0.4 + 0.6 mm	0.4 + 0.8 mm	0.4 + 1.0 mm	0.4 + 1.2 mm
0.4 + 0.4 mm		2.94	4.49	6.07	7.17
0.4 + 0.6 mm			2.08	3.68	4.80
0.4 + 0.8 mm				1.64	2.78
0.4 + 1.0 mm					1.14
0.4 + 1.2 mm					

2.3 不同厚度核心瓷构筑饰面瓷后的颜色参数和色差比较

不同厚度核心瓷构筑饰面瓷后(瓷层总厚度 1.6 mm)的色

彩参数见表5。随着核心瓷与饰面瓷比的增大，L^*值增大，a^*和b^*值减小。经统计分析得出，各组之间的L^*值均有统计学差异（$P<0.05$）；而各组之间的a^*值和b^*值均无统计学差异（$P>0.05$）。瓷层厚度变化0.4 mm时，$\triangle E>1.5$（表6）。

表5 不同厚度核心瓷构筑饰面瓷后颜色参数测量结果（$\bar{x}\pm s$）

组别	L^*	a^*	b^*
0.4+1.2 mm组	74.15±0.23[a]	1.78±0.07	20.08±0.38
0.6+1.0 mm组	75.13±0.38[a]	1.74±0.07	20.05±0.32
0.8+0.8 mm组	76.41±0.37[a]	1.73±0.03	19.78±0.15
1.0+0.6 mm组	77.46±0.33[a]	1.72±0.02	19.64±0.36
1.2+0.4 mm组	78.34±0.20[a]	1.70±0.08	19.58±0.40

a：$P<0.05$，与其余各组比较

表6 不同厚度核心瓷构筑饰面瓷后各组之间的色差（$\triangle E$）

组别	0.4+1.2 mm	0.6+1.0 mm	0.8+0.8 mm	1.0+0.6 mm	1.2+0.4 mm
0.4+1.2 mm		0.98	2.28	3.34	4.22
0.6+1.0 mm			1.31	2.37	3.24
0.8+0.8 mm				1.06	1.94
1.0+0.6 mm					0.88
1.2+0.4 mm					

3 讨论

氧化锆陶瓷具有独特的相变增韧现象，机械强度很高，被称为“陶瓷钢”[1]。氧化锆全瓷修复体的美学效果好，对光线通透性好，与天然牙色彩相接近。氧化锆全瓷修复体的颜色主要由它的反射光谱与透射光谱共同决定。当光线穿过半透明的陶瓷达到氧化锆底层时，会发生光的反射、吸收和透射。反射光线再次穿透修复体进入人眼，最终使修复体颜色发生色调的改变[5]。目前口腔领域应用最广泛的色彩体系是国际照明委员会CIE1976 $L^*a^*b^*$标准色度系统[6]。2种颜色的差异（即色差$\triangle E$）可以用其在颜色体系中的距离来表示。在口腔修复临床中，色差$\triangle E=1.5$是鉴别两色色差的阈值，当$\triangle E<1.5$时，肉眼很难察觉物体间的颜色差异，当色差变化$\triangle E\geqslant 1.5$时，人眼可辨别颜色的差异且这种差异临床不可接受[7]。

分析本实验结果发现，氧化锆核心瓷试件在临床适用厚度范围内的厚度变化对颜色有影响。随厚度增加，L^*值增加，b^*值增加，而a^*值变化不大。即随厚度增加，试件明度增加，彩度增加，颜色偏向黄色。这与氧化锆的透光率有关。在无限光学厚度内，随厚度增加，透射率降低，而反射率增高，明度值会增加。当氧化锆核心瓷厚度低于0.8 mm时，和相邻组色差$\triangle E$大于2，颜色差异能为人眼所辨别。故在临床中，当核心瓷厚度小于0.8 mm时，可调节其厚度改变修复体明度。Lambrt定律认为，当光线穿过相同厚度的相同物质时，发生相同数量的光吸收。作为半透明物质，饰面瓷只有达到无限光学，即背景色不影响颜色的最小厚度，才能表现出固有色。分析实验结果发现，随饰面瓷厚度的增加，L^*值减小，a^*和b^*值增大，即随饰面瓷厚度增加，试件明度降低，彩度增加。这是因为试件瓷层对光线吸收能力加强，多数光线在透射过程中被饰面瓷吸收，使反射光线减少，降低亮度，L^*值减小。当饰面瓷厚度低于1.0 mm时，各组之间的色差$\triangle E$均大于2，能为人眼所辨别。故当天然牙明度较高时，可减少饰面瓷厚度；当天然牙饱和度较高时，可增加饰面瓷厚度。随核心瓷与饰面瓷比的增大，试件的L^*值明显增大，a^*和b^*值差异不明显，且瓷层厚度变化为0.4 mm时，颜色差异能为人眼所辨别。所以在同样的修复空间内，可增加核心瓷与饰面瓷厚度比来增加修复体明度。

影响氧化锆全瓷修复体的因素有很多，主要有核心瓷和饰面瓷固有的颜色、瓷层厚度、背景颜色、黏结剂的颜色、加工技术、烧结次数、测色光源与环境等[8-10]。为减少影响，本实验采用相同瓷粉和烧结程序在同一光源和环境下测色。

总之，本研究结果表明氧化锆全瓷修复体核心瓷与饰面瓷的厚度变化对其颜色参数有影响。但如何在有限的修复空间内合理选择瓷层厚度，以确保修复体的美学，这一问题有待于进一步研究和完善。

参考文献：

[1] 李伟，蒋丽，廖运茂. 牙科氧化锆全瓷材料[J]. 中国实用口腔科杂志，2010，3(8)：455-457.
[2] Zarone F，Russo S，Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia：clinical and experimental considerations[J]. Dent Mater，2011，27(1)：83-96.
[3] 徐茹霞，吴凤鸣，光寒冰. 全瓷底层材料不同厚度对基底层透光度的影响[J]. 口腔医学，2013，33(5)：324-326.
[4] 徐晗，杨瑛，张根香. 核瓷和体瓷厚度对IPS e.max全瓷修复体颜色的影响[J]. 实用口腔医学杂志，2011，27(5)：610-613.
[5] 蒋琰，杨征，罗云，等. Cercon氧化锆材料的反射光谱[J]. 中国组织工程研究与临床康复，2009，13(16)：3058-3060.
[6] 高建勇，郑元俐. 色度学在陶瓷修复体色彩研究中的应用[J]. 上海交通大学学报：医学版，2008，28(11)：1377-1379，1405.
[7] 葛起敏，耿屹，何帆，等. 上颌中切牙冠修复体的口腔色差容忍度研究[J]. 临床口腔医学杂志，2012，28(11)：682-684.
[8] 孙迎春，刘娟，高平. 厚度与颜色影响IPS e.max和In-Ceram全瓷修复体色彩再现效果的实验研究[J]. 口腔医学研究，2011，27(8)：693-695.
[9] 李水根，庞莉苹，姚江武. 烧结次数对牙科全瓷开放性总孔体积、透明度和色度的影响[J]. 华西口腔医学杂志，2012，30(4)：417-419，724.
[10] 李玲，赵雯，薛亮，等. 光源对IPS e.max® 全瓷修复体颜色和半透明性的影响[J]. 口腔医学研究，2013，29(6)：505-507，511.

（收稿：2013-11-02；修回：2013-12-13）
（编辑 张 维）