

三种环境光源对于高透分层氧化锆颜色的影响^{*}

杨胜涛¹, 周 密², 袁 泉¹, 岳 莉^{1△}

1. 口腔疾病研究国家重点实验室 国家口腔疾病临床医学研究中心 四川大学华西口腔医院(成都 610041);

2. 四川大学轻工科学与工程学院(成都 610065)

【摘要】目的 研究三种常见环境光源对于四种品牌高透分层氧化锆材料颜色的影响,以临床操作及修复体制作提供参考,降低由于光源的改变导致的高透分层氧化锆修复体与天然牙颜色失匹配的风险。**方法** 选择四种品牌常用高透分层氧化锆,将其制备为12 mm×10 mm×0.8 mm的方形试样各10个($n=10$),分别测量各品牌试样在标准D65光源、A光源及F2光源下的 L^* 、 a^* 、 b^* 值。对同种品牌不同光源及同一光源下不同品牌试样之间的 L^* 、 a^* 、 b^* 值进行统计学分析,并计算同一品牌的试样在不同光源条件下的色差 ΔE 。**结果** 同一品牌不同光源之间的 L^* 值差异无统计学意义;对于 a^* 值, A光源>F2光源>D65光源;对于 b^* 值, F2光源>D65光源>A光源。在同种光源下,不同品牌试样之间的 L^* 、 a^* 、 b^* 值差异均有统计学意义($P<0.0001$)。同一品牌试样在三种不同环境光源条件下存在色差,且均在临床可接受范围内。**结论** 环境光源对于高透分层氧化锆的色调及饱和度均有一定的影响,同一颜色不同品牌高透分层氧化锆修复体间存在色度学上的差异,临床材料选择及修复体制作时需要参考患者生活的光源条件及不同品牌材料的颜色特性,降低由于光源不同而带来的修复体与邻牙颜色失匹配的风险。

【关键词】 光源 高透分层氧化锆 颜色 色差

Effects of Three Illuminants on the Color of High Translucent Multilayered Zirconia YANG Sheng-tao¹, ZHOU Mi², YUAN Quan¹, YUE Li^{1△}. 1. State Key Laboratory of Oral Diseases, National Clinical Research Center for Oral Diseases, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. College of Biomass Science and Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China

△ Corresponding author, E-mail: yueli@scu.edu.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the effects of three common illuminants on the color of four brands of high translucent multilayered zirconia (HTMZ) ceramics so as to provide reference for clinical practice and dental restoration fabrication, and to reduce the risks for illuminant change causing color mismatch between the natural teeth and the restorations made of HTMZ. **Methods** Four brands of commonly used HTMZ were selected and ten cuboid samples ($n=10/\text{group}$) of 12 mm×10 mm×0.8 mm were prepared for each type of HTMZ. The L^* , a^* , and b^* values of the samples were measured under D65, A and F2, three standard illuminants. Then, the L^* , a^* , and b^* values were statistically analyzed by using factors of the type of the illuminant and the brand of the zirconia. Color difference (ΔE) of samples of the same brand under exposure to changed illuminants was also calculated. **Results** When the same samples were exposure to different illuminants, there was no significant difference in the L^* value, the a^* value for the different illuminants was shown to be illuminant A>illuminant F2>illuminant D65, and the b^* value was shown to be illuminant F2>illuminant D65>illuminant A. The L^* , a^* , and b^* values of samples of different brands showed statistically significant difference when they were exposed to the same illuminant ($P<0.0001$). Samples of the same brand showed ΔE when they were under the three different illuminants, and all ΔE were clinically acceptable. **Conclusion** The types of illuminant used, to a certain degree, affected the hue and chroma of HTMZ. There were colorimetric differences between restorations made of different brands of HTMZ ceramics of the same color. The types of illuminants most common to the daily life of patients and the color characteristics of materials of different brands should be taken into consideration to facilitate the selection of restoration materials and dental restoration fabrication, and to reduce the risks for color mismatch between the restorations and the adjacent teeth caused by the change of illuminants.

【Key words】 Illuminant High translucent multilayered zirconia Color Color difference

修复体与天然牙的颜色匹配是口腔美学修复的目标之一,而环境光源是影响物体颜色的一个重要因素^[1-3]。近年来新一代的高透分层氧化锆材料在兼顾一定力学性

能的同时显著提升了美学性能,已逐渐用于美学区的修复治疗^[4-6]。相较于传统表面饰瓷的修复体,无饰瓷的高透分层氧化锆修复体具有修复空间需求更少、不存在崩瓷问题、操作更简易等优势。目前已有关于烧结程序、调磨过程、修复体厚度、粘接剂类型等因素对于高透分

^{*} 四川大学横向科技项目(No. 19H0619)资助

△ 通信作者, E-mail: yueli@scu.edu.cn

层氧化锆材料颜色影响的研究^[7-11],但是尚未有针对不同光源条件对于其颜色影响的报道。本研究拟分析D65光源、A光源及F2光源三种常见标准光源对于高透分层氧化锆颜色的影响,并对不同品牌高透分层氧化锆的L*、a*、b*值进行对比,以明确高透分层氧化锆修复体在不同光源条件下的颜色特性以及不同品牌高透分层氧化锆修复体之间色度学上的差异,从而为临床材料选择及修复体制作提供参考。

1 材料和方法

1.1 试样的选择和制备

选择四种品牌高透分层氧化锆材料Katana UTML、爱迪特炫彩3D pro、贝施美甄美3D、爱尔创魅影(表1),切削并烧结长12 mm、宽10 mm、厚0.8 mm的长方形试样各10个($n=10$),其中切削排版时试样12 mm长的方向与氧化锆盘颜色分层的方向相一致。分别用400目、600目、800目、1 200目的碳化硅砂纸(STARCKE, 德国)对烧结后的试样进行打磨抛光,并用电子千分尺(AIRAJ, 德国)确保试样最终厚度为 (0.8 ± 0.02) mm。

1.2 颜色参数的测量

使用CM-5分光光度计(柯尼卡美能达, 日本)进行试样颜色参数的测量,选择国际照明委员会(Commission Internationale de L'Eclairage, CIE)推荐的CIE 1976 L*a*b*表色系统。测量之前先对分光光度计进行颜色校准,测量条件为CIE 10°标准观察者,排除镜面反射光(SCE)模式,测量直径为3 mm, 8°观察角。将试样12 mm

长的一面均分为4 mm长的三个测量区,每个测量区选取中心位置进行颜色测量。分别记录试样三个测量区在标准D65光源、标准A光源和标准F2光源下的L*、a*、b*值,取三个测量区的平均值作为试样的最终颜色参数。

1.3 计算同一品牌试样在不同光源下的色差 ΔE

选择色差计算公式 $\Delta E = [(L^*_{光源1} - L^*_{光源2})^2 + (a^*_{光源1} - a^*_{光源2})^2 + (b^*_{光源1} - b^*_{光源2})^2]^{1/2}$,根据文献报道选择 $\Delta E=1$ 为临床可感知(perceptible)的色差阈值、 $\Delta E=3.7$ 为临床可接受(acceptable)的色差阈值^[12-13]。

1.4 统计学方法

对L*、a*、b*值及色差 ΔE 进行两因素方差分析,并对差异有统计学意义的因素进行Tukey检验, $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 三种光源下试样的L*、a*、b*值

四种品牌高透分层氧化锆在D65光源、A光源及F2光源下的L*、a*、b*值见表2。对于任一品牌的试样,三种光源下的L*值之间差异无统计学意义,提示光源对于物体明度值的影响较小。而无论是在D65光源、A光源或F2光源下,不同品牌高透分层氧化锆试样之间的L*值差异均有统计学意义($P<0.000 1$),均为爱尔创>爱迪特>Katana>贝施美。提示同样为A3色的高透分层氧化锆,爱尔创明度值最高,最亮,而贝施美的明度值最低,最暗。

对于任一品牌的试样,不同光源之间的a*值、b*值差异均有统计学意义($P<0.000 1$)。其中对于a*值, A光源>F2光源>D65光源;而对于b*值,则为F2光源>D65光源>

表 1 所选择的氧化锆品牌信息
Table 1 Information of the selected zirconia products

Manufacturer	Brand name	Color	Composition	Batch No.	Place of production
Katana	UTML	A3	ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ >99%, Y ₂ O ₃ : 4.5%-6%, HfO ₂ ≤5%	DUUMG	Japan
Aidite	Xuancai 3D pro	A3	ZrO ₂ : 90%-95%, Y ₂ O ₃ : 4%-10%, Al ₂ O ₃ ≤0.5%	W200604ATA3M-03-P	Qinhuangdao, China
Besmile	Zhenmei 3D	A3	ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ ≥99%, Y ₂ O ₃ : 4.5%-6%, Al ₂ O ₃ ≤0.5%	190919	Chengdu, China
Upcera	Meiying	A3	ZrO ₂ +HfO ₂ +Y ₂ O ₃ >96.5%, Y ₂ O ₃ : 5.8%-9.7%, Al ₂ O ₃ <0.5%	L2200417609	Shenzhen, China

表 2 四种品牌高透分层氧化锆在三种光源下的L*、a*、b*值 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 L*, a*, b* values of the four brands of tested zirconia products exposed to the three standard illuminants ($\bar{x} \pm s$)

Standard illuminant	Katana			Aidite			Besmile			Upcera		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
D65	61.59±0.62 [#]	-2.85±0.08 [△]	7.19±0.39 [△]	63.33±0.38 [*]	-2.38±0.07 [△]	7.85±0.29 [△]	59.50±0.73 [#]	-2.96±0.13 [△]	6.21±0.33 [△]	64.58±0.72 [#]	-1.67±0.11 [△]	9.55±0.32 [△]
A	61.74±0.64 [#]	-0.44±0.15 [△]	6.30±0.41 [△]	63.59±0.37 [*]	-0.30±0.11 [△]	6.91±0.31 [△]	59.59±0.73 [#]	-1.35±0.15 [△]	5.18±0.35 [△]	65.02±0.73 [#]	0.59±0.14 [△]	9.04±0.35 [△]
F2	61.68±0.63 [#]	-1.79±0.06 [△]	8.37±0.45 [△]	63.71±0.37 [*]	-1.80±0.04 [△]	9.52±0.35 [△]	59.77±0.73 [#]	-2.16±0.09 [△]	7.53±0.39 [△]	65.07±0.72 [#]	-1.35±0.07 [△]	11.39±0.39 [△]

Under the same light source, the differences of the same parameter among the different products were statistically significant ($P<0.000 1$); △ For the same product, the difference of the same parameter when exposed to different light sources was statistically significant ($P<0.000 1$).

A光源。三种光源下不同品牌试样之间的a*、b*值差异均有统计学意义($P<0.000\ 1$),且均为爱尔创>爱迪特>Katana>贝施美。提示同样为A3色的高透分层氧化锆,爱尔创试样的饱和度最高,而贝施美试样的饱和度最低。

2.2 同一品牌试样在不同光源之间的色差ΔE

同一品牌试样在不同光源之间的色差ΔE值见表3。当环境光源发生改变时,不同品牌的试样均有一定的颜色改变。同一品牌试样在不同光源变化条件下的色差值ΔE的差异有统计学意义($P<0.000\ 1$)。随着光源的改变,所有品牌试样的色差ΔE均大于1而小于3.7,在临床可接受的范围内。在特定的光源变化条件下,不同品牌试样的色差ΔE之间差异均有统计学意义($P<0.01$)。当光源从D65光源变为A光源时,Katana试样的颜色变化最大,而当光源从D65光源变为F2光源及从A光源变为F2光源时时,则为爱尔创试样的颜色变化最大。

表 3 同一品牌试样在不同光源之间的色差ΔE值 ($\bar{x}\pm s$)
Table 3 Color difference (ΔE) of the same product sample exposed to different illuminants ($\bar{x}\pm s$)

Group	The change of illuminants (ΔE)		
	D65-A	D65-F2	A-F2
Katana	2.57±0.09	1.59±0.05 [*]	2.48±0.10 ^{*,#}
Aidite	2.29±0.05 ^a	1.82±0.05 ^{*,a}	3.01±0.07 ^{*,#,a}
Besmile	1.91±0.07 ^{a,b}	1.57±0.06 ^{*,b}	2.49±0.09 ^{*,#,b}
Upcera	2.35±0.06 ^{a,c}	1.93±0.07 ^{*,a,b,c}	3.04±0.08 ^{*,#,a,c}

* $P<0.05$, vs. D65-A; # $P<0.05$, vs. D65-F2; a $P<0.05$, vs. Katana; b $P<0.05$, vs. Aidite; c $P<0.05$, vs. Besmile.

3 讨论

人眼对于修复体颜色的感知受到环境光源的影响^[1-2, 14-15]。近年的高透分层氧化锆材料美学性能得到了显著提升^[16],加之外染色技术及氧化锆材料粘接技术的改进,不饰瓷的高透分层氧化锆已逐渐应用于前牙美学修复的过程中,在这样的背景下,探究不同光源条件对于高透分层氧化锆材料颜色的影响,对于临床医生的诊疗过程及技师的修复体制作均具有一定的指导意义。

在临床诊疗过程中需要遵循微创的理念^[17-18],因此本研究选择四种氧化锆品牌厂家均推荐的0.8 mm的修复体最低厚度为试样厚度进行研究。为了尽量模拟天然牙从颈部到切端的颜色和透明度的变化,高透分层氧化锆各层之间的颜色参数及透明度也存在差异。本研究中将试样的长度设置为12 mm,与天然中切牙的平均临床牙冠长度基本一致,可以更加贴近临床实际。同时在颜色测量时将试样分三区进行测量并取平均值,可以更好地反

映试样整体的颜色参数。A色系是临床中最为常用的修复体基础色系,当修复体饱和升高时,颜色更容易受到光源变化的影响。本研究选择A3色的高透分层氧化锆材料作为研究对象,可以在临床选择高饱和度的修复体材料时有更好的指导和参考。

CIE 1976 L*a*b*表色系统是目前临床中最为常用的表色系统,它包括了一个亮度通道L*和两个颜色通道a*、b*。L*值代表明度,而a*、b*值分别代表红绿和黄蓝色调,通过a*、b*值可以直接计算物体的饱和度(彩度)^[3, 8, 12]。D65标准光源为色温6 504 K的人造标准光源,代表了白天的平均日光,接近临床的理想比色光源。A光源为色温2 856 K的白炽灯,是暖色光源,而F2光源则为色温4 230 K的冷色调光源,这三种光源能够基本代表患者生活中常见的光源条件^[15]。本研究中试样的明度值在三种光源条件下均无明显差异,表示高透分层氧化锆材料的明度值受光源的影响较小。而四种品牌修复体的a*、b*值均受到光源条件的影响,a*值在A光源下最大而b*值在F2光源下最大,提示相较于平均日光,高透分层氧化锆修复体在A光源下有偏红的趋势,而在F2光源下偏黄。对于四种品牌的高透分层氧化锆,无论是在D65光源、A光源还是F2光源下,L*、a*、b*值均存在爱尔创>爱迪特>Katana>贝施美的趋势,说明同样的A3色高透分层氧化锆,不同品牌的明度及色调、饱和度之间均存在着差异。前人研究也显示不同品牌的高透分层氧化锆材料在颜色及透明度之间均存在差异^[9, 19],提示临床进行材料品牌的选择时需要结合不同品牌材料的色度学特性。

临床中常用色差ΔE来量化两物体在颜色上的差异,其中临床可感知的色差ΔE阈值表示50%的观察者可以感知到两物体之间存在颜色差异时的色差大小,而临床可接受的色差ΔE阈值为50%的观察者可以接受的两物体之间的色差大小,当色差大于此阈值时,表示颜色匹配效果临床不可接受^[12-13]。本研究选择ΔE=1为临床可感知的色差阈值大小,而ΔE=3.7为临床可接受的色差阈值大小,与大部分的研究相一致^[13]。当光源发生变化时,本研究显示不同品牌的试样均存在一定的颜色学改变,但是色差ΔE均大于1而小于3.7,均在临床可接受的范围之内。

除了光源外,高透分层氧化锆修复体的颜色还受到基牙颜色、粘接剂材料、上釉及外染色过程、烧结过程等因素的影响^[9, 20-21]。本研究尚未考虑基牙、粘接剂及上釉过程对于修复体颜色的影响,具有一定的局限性。同时本研究只选择了四种高透分层氧化锆品牌及一种材料颜色,未来需要对更多品牌及更多颜色的高透分层氧化锆材料进行相关的研究,以为临床诊疗过程提供更多的

参考。

综上,环境光源对于高透分层氧化锆的色调及饱和度均有一定的影响。同种颜色不同品牌的高透分层氧化锆在不同光源下均存在颜色的差别,临床材料选择及修复体制作时需要参考患者生活的光源条件及各品牌材料的颜色特性,在条件允许的情况下应在多种光源下进行比色及修复体与天然牙的颜色匹配,以降低光源变化造成的修复体与天然牙颜色失匹配的风险。

* * *

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] POSAVEC I, PRPIĆ V, ZLATARIĆ D K. Influence of light conditions and light sources on clinical measurement of natural teeth color using VITA easyshade advance 4, 0° spectrophotometer. Pilot Study. Acta Stomatol Croat, 2016, 50(4): 337–347.
- [2] POLYCHRONAKIS N, LAGOUVARDOS P, POLYZOIS G, *et al.* Intra- and inter-brand color differences of denture teeth under different illuminations. J Appl Oral Sci, 2020, 28: e20190693[2021-09-18]. <https://doi.org/doi:10.1590/1678-7757-2019-0693>.
- [3] AMER R S, CHANDRASEKARAN I, JOHNSTON W M. Illuminant effect on the coverage error of a gingiva-colored composite resin shade guide. J Prosthet Dent, 2016, 116(5): 770–776.
- [4] ELSAKA S E. Optical and mechanical properties of newly developed monolithic multilayer zirconia. J Prosthodont, 2019, 28(1): e279–e284[2021-09-18]. <https://doi.org/10.1111/jopr.12730>.
- [5] ZHANG Y, LAWN B R. Novel zirconia materials in dentistry. J Dent Res, 2018, 97(2): 140–147.
- [6] PEKKAN G, PEKKAN K, BAYINDIR B Ç, *et al.* Factors affecting the translucency of monolithic zirconia ceramics: A review from materials science perspective. Dent Mater J, 2020, 39(1): 1–8.
- [7] AL-ZORDK W, SAKER S. Impact of sintering procedure and clinical adjustment on color stability and translucency of translucent zirconia. J Prosthet Dent, 2020, 124(6): 788. e1–788.e9[2021-09-18]. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.05.024>.
- [8] 廖梦圆, 谢海峰, 沈佳娣, 等. 3种高透氧化锆陶瓷的半透明度及颜色评价. 口腔医学, 2020, 40(7): 597–601.
- [9] KANG C M, PENG T Y, SHIMOE S. Color accuracy of different types of monolithic multilayer precolored zirconia ceramics. J Prosthet Dent, 2020, 124(6): 789.e1–789.e7[2021-09-18]. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.04.026>.
- [10] BAYINDIR F, KOSEOGLU M. The effect of restoration thickness and resin cement shade on the color and translucency of a high-translucency monolithic zirconia. J Prosthet Dent, 2020, 123(1): 149–154.
- [11] TABATABAIIAN F, MOTAMEDI E, SAHABI M, *et al.* Effect of thickness of monolithic zirconia ceramic on final color. J Prosthet Dent, 2018, 120(2): 257–262.
- [12] FATHI A, FARZIN M, GITI R, *et al.* Effects of number of firings and veneer thickness on the color and translucency of 2 different zirconia-based ceramic systems. J Prosthet Dent, 2019, 122(6): 565.e1–565.e7[2021-09-18]. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.08.020>.
- [13] KHASHAYAR G, BAIN P A, SALARI S, *et al.* Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. J Dent, 2014, 42(6): 637–644.
- [14] IGIEL C, WEYHRAUCH M, WENTASCHEK S, *et al.* Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. Dent Mater J, 2016, 35(1): 63–69.
- [15] 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. 口腔医学研究, 2013, 29(6): 505–511.
- [16] BALDISSARA P, WANDSCHER V F, MARCHIONATTI A M E, *et al.* Translucency of IPS e. max and cubic zirconia monolithic crowns. J Prosthet Dent, 2018, 120(2): 269–275.
- [17] 于海洋, 赵雨薇, 李俊颖, 等. 基于牙体牙髓、牙周及功能健康的显微微创牙体预备. 华西口腔医学杂志, 2019, 37(3): 229–235.
- [18] YU H, ZHAO Y, LI J, *et al.* Minimal invasive microscopic tooth preparation in esthetic restoration: A specialist consensus. Int J Oral Sci, 2019, 11(3): 31.
- [19] KIM H K, KIM S H. Optical properties of pre-colored dental monolithic zirconia ceramics. J Dent, 2016, 55: 75–81.
- [20] MALKONDU O, TINASTEPE N, KAZAZOGLU E. Influence of type of cement on the color and translucency of monolithic zirconia. J Prosthet Dent, 2016, 116(6): 902–908.
- [21] SUBASI M G, ALP G, JOHNSTON W M, *et al.* Effects of fabrication and shading technique on the color and translucency of new-generation translucent zirconia after coffee thermocycling. J Prosthet Dent, 2018, 120(4): 603–608.

(2021-02-03收稿, 2021-09-22修回)

编辑 余琳