

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.10.008

不同方法染色及烧结次数对口腔修复患者 氧化锆陶瓷颜色和粘接性能的影响

张云飞

(中山大学附属口腔医院义齿制作中心, 广东 广州 510660)

[摘要]目的 分析不同方法染色及烧结次数对口腔修复患者氧化锆陶瓷颜色和粘接性能的影响。方法 选取我院2024年4月-2025年3月收治的100例需要口腔修复患者为研究对象,按随机数字表法分为对照组和观察组,各50例。对照组采用浸泡染色,观察组采用预成染色,比较两组在不同烧结次数下的氧化锆陶瓷颜色变化和粘接性能变化。结果 两组在不同烧结次数下 L^* 、 a^* 、 b^* 值比较,差异有统计学意义($P<0.05$);两组烧结3、4、5、6次 L^* 、 a^* 、 b^* 值与烧结2次比较,差异无统计学意义($P>0.05$);观察组烧结2~6次时的微剪切粘接强度均低于对照组($P<0.05$);两组烧结3、4、5、6次微剪切粘接强度与烧结2次比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 无论是浸泡染色还是预成染色,均会在一定程度上改变氧化锆陶瓷颜色,同时虽然预成染色的氧化锆陶瓷颜色变化不完全取决于烧结次数,但多次烧结可能影响最终显色;而浸泡染色则随着烧结次数的增多,能够进一步提升氧化锆陶瓷的粘接性。

[关键词] 烧结次数;染色;氧化锆陶瓷颜色;粘接性能

[中图分类号] R783.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)10-0031-04

Effects of Different Staining Methods and Sintering Times on the Color and Bonding Performance of Zirconia Ceramics in Patients Undergoing Oral Restoration

ZHANG Yunfei

(Denture Manufacturing Center, Hospital of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510660, Guangdong, China)

[Abstract]**Objective** To analyze the effect of different staining methods and sintering times on the color and bonding performance of zirconia ceramics in patients undergoing oral restoration. **Methods** A total of 100 patients requiring oral restoration admitted to our hospital from April 2024 to March 2025 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the control group and the observation group, with 50 patients in each group. The control group used immersion staining, and the observation group used preformed staining. The color changes and bonding performance changes of zirconia ceramics under different sintering times were compared between the two groups. **Results** There were statistically significant differences in L^* , a^* and b^* values between the two groups under different sintering times ($P<0.05$). The L^* , a^* and b^* values of the two groups after sintering 3, 4, 5, and 6 times showed no statistically significant differences compared with those after sintering 2 times ($P>0.05$). The micro-shear bond strength of the observation group after sintering 3-6 times was lower than that of the control group ($P<0.05$). The micro-shear bond strength of the two groups after sintering 3, 4, 5, and 6 times showed no statistically significant differences compared with those after sintering 2 times ($P>0.05$). **Conclusion** Both immersion staining and preformed staining can change the color of zirconia ceramics to a certain extent. Although the color change of zirconia ceramics with preformed staining does not completely depend on the number of sintering times, multiple sintering may affect the final color development. Immersion staining can further improve the bonding

performance of zirconia ceramics with the increase in the number of sintering times.

[Key words] Sintering times; Staining; Color of zirconia ceramics; Bonding performance

口腔修复(oral restoration)是一项高度依赖材料选择的医疗实践,修复材料的性能直接决定修复效果与患者预后,其中氧化锆陶瓷凭借高强度、良好生物相容性、优异耐磨特性及自然美观的外观,在近年全瓷修复体制作中广泛应用,已然成为口腔修复领域的重要材料选择^[1]。尤其是在人们对口腔健康关注度不断提升、口腔美学要求不断提高的背景下,氧化锆陶瓷修复体能够更好地满足患者对于牙齿修复后美观与咀嚼功能的需求,因此在临床上的应用日益普遍^[2]。对于氧化锆陶瓷修复体,其成功的两个关键因素是颜色和粘接性能,前者是基于美学角度的要求,后者则是基于功能角度,是保证氧化锆陶瓷修复体长期稳定的基础^[3]。研究表明^[4],在氧化锆陶瓷的加工过程中,烧结作为一个关键步骤,不同烧结次数可能会在不同程度上改变氧化锆陶瓷的微观结构,进而影响其物理性能和化学性能。鉴于目前关于烧结次数对氧化锆陶瓷颜色和粘接性能影响的研究尚未得出一致的结论,为此,本研究以我院2024年4月-2025年3月收治的100例应用氧化锆陶瓷修复体的单个牙缺失患者作为研究对象,分析不同方法染色及烧结次数对其颜色和粘接性能的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取中山大学附属口腔医院2024年4月-2025年3月收治的100例需要口腔修复患者为研究对象,均为单个牙缺失,按随机数字表法分为对照组和观察组,各50例。对照组男25例,女25例;年龄24~61岁,平均年龄(42.35 ± 3.71)岁。观察组男30例,女20例;年龄25~60岁,平均年龄(42.51 ± 3.67)岁。两组性别、年龄比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经我院伦理委员会批准(审批号:S20240311105),所有患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:因牙体缺失需要进行氧化锆陶瓷修复且患牙为单颗牙、剩余牙体组织足够支持氧化锆陶瓷修复体粘接和固位者;咬合关系正常;邻牙和对颌牙形态、颜色基本正常;年龄20~65岁;口腔卫生状况良好。排除标准:需

要长期服用免疫抑制剂、抗凝剂等可能影响口腔组织代谢的药物者;合并严重全身性疾病者;牙列拥挤者;对氧化锆陶瓷材料过敏者;近期需要进行口腔正畸、种植修复等其他口腔治疗者。

1.3 方法

1.3.1 对照组 采用浸泡染色:试样均选择白色氧化锆块98X14-SHT型[爱迪特(秦皇岛)科技股份有限公司,冀械注准20222170448],参照厂家说明书将其浸泡在相应的氧化锆陶瓷染色液中,时间为1 min;浸泡结束后将其表面残余液体以滤纸小心擦干净;将其放置于烘干机中,烘干时间控制在30 min,以室温作为起始温度,最终烘干温度需要控制在100℃以下;烘干结束后,将试样置于氧化锆烧结炉里进行烧结,共分为5组,10个/组,第1组烧结2次,第2组烧结3次,第3组烧结4次,第4组烧结5次,第5组烧结6次,各组烧结过程中的参数设置均一致,以起始温度575℃进行为期5 min的干燥,再以45℃/min的速度将温度上升至880℃后维持该温度1 min,再逐步降温,总烧结时间19 min 25 s;按照CAD/CAM加工方式进行切削,氧化锆烧结炉内温度为1530℃,烧结8 h,保温2 h。

1.3.2 观察组 采用预成染色:试样选择预成色氧化锆块98X14-color型[爱迪特(秦皇岛)科技股份有限公司,冀械注准20222170448];不做其他处理;按照CAD/CAM加工方式进行切削,氧化锆烧结炉内温度为1530℃,烧结8 h,保温2 h。

1.4 观察指标

1.4.1 检测两组氧化锆试件颜色 选择Easyshade电脑比色仪对两组氧化锆试件颜色进行检测,并记录不同烧结次数下两组颜色明亮度(L^* 值)、颜色在红-绿轴上的位置(a^* 值)、颜色在黄-蓝轴上的位置(b^* 值),取值范围分别为0~100、-128~-+128、-128~-+128, L^* 值越大颜色越亮; a^* 值为正且数值较大,修复体颜色会偏红;若为负且绝对值较大,则颜色偏绿,正常牙齿的 a^* 值一般在1~10; b^* 值正值表示颜色偏向黄色,负值表示颜色偏向蓝色,正常牙齿的 b^* 值大约为10~30。

1.4.2 检测两组氧化锆试件粘接性能 使用万能试验机测试不同烧结次数下两组试件微剪切粘接强

度,其中微剪切粘接强度平均值达到15~25 MPa视为具有较好的粘接性能。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析,计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,行 χ^2 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行 t 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组氧化锆试件颜色比较 两组在不同烧结

次数下 L^* 、 a^* 、 b^* 值比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组烧结3、4、5、6次 L^* 、 a^* 、 b^* 值与烧结2次比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

2.2 两组氧化锆试件粘接性能比较 观察组烧结2~6次时的微剪切粘接强度均低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组烧结3、4、5、6次微剪切粘接强度与烧结2次比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表2。

表1 两组氧化锆试件颜色比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	L* 值				
		烧结 2 次	烧结 3 次	烧结 4 次	烧结 5 次	烧结 6 次
对照组	50	84.28 ± 0.20	83.60 ± 0.12*	84.20 ± 0.19*	84.60 ± 0.09*	84.47 ± 0.09*
观察组	50	84.60 ± 0.09	84.63 ± 0.13*	86.01 ± 0.44*	85.31 ± 0.19*	84.58 ± 0.12*
t		10.317	41.167	26.704	23.880	5.185
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

组别	a* 值				
	烧结 2 次	烧结 3 次	烧结 4 次	烧结 5 次	烧结 6 次
对照组	3.42 ± 0.10	3.40 ± 0.04*	3.60 ± 0.08*	3.58 ± 0.11*	3.55 ± 0.10*
观察组	3.60 ± 0.06	3.51 ± 0.05*	3.31 ± 0.13*	2.99 ± 0.11*	2.97 ± 0.10*
t	10.914	7.222	13.434	26.818	29.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

组别	b* 值				
	烧结 2 次	烧结 3 次	烧结 4 次	烧结 5 次	烧结 6 次
对照组	30.01 ± 1.38	29.86 ± 0.20*	29.99 ± 0.36*	29.11 ± 0.20*	29.22 ± 0.08*
观察组	29.40 ± 0.63	29.55 ± 0.11*	30.77 ± 0.20*	31.80 ± 0.09*	31.57 ± 0.08*
t	2.843	9.603	21.978	86.729	146.875
P	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000

注:与同组烧结2次比较,* $P > 0.05$ 。

表2 两组氧化锆试件粘接性能比较($\bar{x} \pm s$, MPa)

组别	n	烧结 2 次	烧结 3 次	烧结 4 次	烧结 5 次	烧结 6 次
对照组	50	12.10 ± 1.96	12.79 ± 2.60*	13.16 ± 1.77*	14.99 ± 2.60*	19.04 ± 2.73*
观察组	50	12.01 ± 2.01	12.44 ± 2.58*	12.80 ± 1.99*	13.57 ± 2.61*	16.01 ± 2.39*
t		2.005	2.124	2.188	2.726	5.905
P		0.042	0.036	0.031	0.008	0.000

注:与同组烧结2次比较,* $P > 0.05$ 。

3 讨论

在口腔修复领域,氧化锆陶瓷因其具有优异的机械性能、良好的生物相容性和美学效果得到

了广泛应用,其是制作牙冠、牙桥等修复体的理想材料^[5]。然而修复体的颜色与天然牙是否匹配也是至关重要的,患者均希望修复后的牙齿在色

泽上能够和周围天然牙协调一致,以达到自然美观的效果,而氧化锆陶瓷本身颜色却较为单一,因此难以直接满足临床多样化的美学需求^[6]。除此之外,修复体的粘接性能是否良好决定了氧化锆陶瓷修复体后期的稳定性,修复体与牙体组织之间可靠的粘接能够有效防止修复体松动、脱落,避免细菌侵入导致继发龋等问题^[7]。研究表明^[8],粘接强度还会在一定程度上影响修复体咀嚼效率和使用寿命。

本研究结果显示,两组在不同烧结次数下 L^* 、 a^* 、 b^* 值比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组烧结3、4、5、6次 L^* 、 a^* 、 b^* 值与烧结2次比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);观察组烧结2~6次时的微剪切粘接强度均低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组烧结3、4、5、6次微剪切粘接强度与烧结2次比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。既往也有研究表明^[9],在氧化锆陶瓷制备中,烧结次数会影响陶瓷的微观结构和致密度,进而对其颜色和机械性能产生影响。同时,不同的染色方法也会使氧化锆陶瓷呈现出不同的颜色效果,甚至还可能改变其表面化学性质,影响与粘接材料的结合强度^[10]。这可能是由于预成染色是在氧化锆陶瓷坯体阶段就将染色剂均匀混入其中,在初始状态下,染色剂在坯体中相对均匀分布,但是在烧结过程中,高温会使氧化锆陶瓷的晶粒大小、孔隙率等发生变化,同时也会影响染色剂的分布^[11],尤其是随着烧结次数的增加,染色剂分子可以获得更多的能量,导致其会发生更明显的迁移和扩散,最终促使原本相对分布均匀的染色剂可能会在晶体结构的变化过程中重新分布,导致颜色分布和饱和度发生改变,从而使颜色变化更为突出^[12]。既往有研究表明^[13-15],浸泡染色过程中染色剂会附着在氧化锆陶瓷表面,其可能在多次烧结过程中与陶瓷表面和粘接剂发生化学反应,从而进一步促进粘接剂与陶瓷之间的结合,在烧结6次时,这些化学结合和物理嵌合的协同作用可能达到一个较为理想的状态,从而获得更加理想的剪切粘接强度。

综上所述,无论是浸泡染色还是预成染色,均会在一定程度上改变氧化锆陶瓷颜色,同时虽然预成染色的氧化锆陶瓷颜色变化不完全取决于

烧结次数,但多次烧结可能影响最终显色;而浸泡染色则随着烧结次数的增多,能够进一步提升氧化锆陶瓷的粘接性。

[参考文献]

- [1]高为伟,丁虹,张红,等.不同清洁方法对二氧化锆陶瓷粘接强度的影响[J].实用口腔医学杂志,2020,36(6):861-864.
- [2]朱红,魏萌,刘攀,等.不同频率铒激光对氧化锆陶瓷粘接性能的影响[J].上海口腔医学,2022,31(5):460-465.
- [3]姚瑶,陈月靖,罗傲翔.不同树脂水门汀对氧化锆陶瓷修复体粘接强度的影响[J].临床口腔医学杂志,2020,36(10):594-597.
- [4]李睿,王晨,张文怡,等.多种表面处理方式及树脂水门汀类型对氧化锆陶瓷粘接强度的影响[J].中国组织工程研究,2021,25(10):1528-1532.
- [5]高楠,韦羽和,姜潇,等.染色和遮色处理对氧化锆与树脂粘接性能的影响[J].口腔医学研究,2020,36(6):595-598.
- [6]李晨曦,戚月明,徐强,等.齿科修复用氧化锆陶瓷的表面结构及力学性能[J].金属功能材料,2024,31(5):94-100.
- [7]裴会青,刘丽霞,杨丽华.氧化锆陶瓷与复合树脂用于根管治疗后牙体缺损修复的效果比较[J].中国美容医学,2023,32(10):135-138.
- [8]代慧娟,王钊鑫,白布加甫·叶力思,等.三种咬合关系中树脂陶瓷冠和二氧化锆全瓷冠种植修复的生物力学差异[J].中国组织工程研究,2024,28(5):657-663.
- [9]孙小迪,胡书海.口腔陶瓷及类陶瓷修复材料在嵌体和高嵌体修复中的应用[J].大连医科大学学报,2022,44(3):269-272.
- [10]胡志彬,单光辉,杨文丽.表面处理对透明氧化锆粘接强度的影响[J].口腔颌面修复学杂志,2024,25(2):131-135.
- [11]姜荷.陶瓷厚度及光照时长对国产透明氧化锆-树脂水门汀粘接性能的影响[D].济南:山东大学,2023.
- [12]冯靓婧.烧结次数及不同方法染色对氧化锆陶瓷颜色和粘接性能的影响[D].福州:福建医科大学,2018.
- [13]江楠,王楠,张懿范,等.氧化锆粘接处理剂的临床应用与前景[J].中国组织工程研究,2021,25(10):1635-1640.
- [14]刘小瑜,陈西文,庄梦瑶,等.IPS e.max press热压铸陶瓷全冠及二氧化锆全瓷冠对前牙修复患者牙龈健康美观度的影响[J].河北医学,2024,30(7):1140-1145.
- [15]姚雪敏,王华,王璐,等.口腔半透明氧化锆陶瓷粘接效果的影响因素[J].国际口腔医学杂志,2024,51(4):450-455.

收稿日期: 2025-4-21

编辑: 张孟丽