

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.16.047

高透氧化锆全锆冠在前牙美学修复中的应用

李彪

(浙江大学医学院附属口腔医院·浙江大学口腔医学院·浙江省口腔疾病临床医学研究中心·全省口腔
生物医学重点实验室, 浙江 杭州 310000)

[摘要] 前牙缺损修复需兼顾功能恢复与自然美学效果, 以满足患者对口腔健康与外观的双重需求。高透氧化锆凭借优异的力学性能、良好的生物相容性及接近天然牙的美学表现, 已成为前牙美学修复领域的重要材料, 为满足临床修复需求提供了关键支持。本文对高透氧化锆全锆冠在前牙美学修复中的应用作一综述, 并对其未来方向进行展望, 以期为临床医生选择前牙美学修复材料、规范修复操作提供一些参考价值。

[关键词] 高透氧化锆; 全锆冠; 前牙美学; 美学修复; 前牙缺损

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)16-195-04

Application of High-translucent Zirconia Crown in Aesthetic Restoration of Anterior Teeth

LI Biao

(Stomatology Hospital of Zhejiang University School of Medicine/Zhejiang University School of Stomatology/Zhejiang
Clinical Medical Research Center of Oral Diseases/Zhejiang Key Laboratory of Oral Biomedical Research, Hangzhou
310000, Zhejiang, China)

[Abstract] The restoration of anterior teeth defect needs to balance functional recovery and natural aesthetic effect to meet patients' dual needs for oral health and appearance. High-translucent zirconia, with its excellent mechanical properties, good biocompatibility and aesthetic performance close to natural teeth, has become an important material in the field of aesthetic restoration of anterior teeth, providing key support for meeting clinical restoration needs. This paper reviews the application of high-translucent zirconia crown in aesthetic restoration of anterior teeth and looks forward to their future development, in order to provide reference for clinicians to select anterior aesthetic restoration materials and standardize restoration operations.

[Key words] High-translucent zirconia; Monolithic zirconia crown; Anterior teeth aesthetics; Aesthetic restoration; Anterior teeth defect

前牙缺损 (anterior teeth defect) 不仅影响咀嚼功能, 更直接影响患者的美观与心理健康。传统金属烤瓷冠因金属基底的存在, 常导致牙龈染色、透色性差等诸多问题^[1]。而新一代高透氧化锆全锆冠 (high-translucent zirconia crown, HTZC) 通过优化晶体结构 (如增加立方相占比), 在保持高强度的同时显著提升了半透性, 逐渐成为前牙美学修复的主流材料之一^[2]。本文将从高透氧化锆这一材料的特性、临床适应证、制作流程、粘接技术、并发症以及在前牙美学修复中的应用等方面作一综述, 以期为临床诊疗提供一定参考价值。

1 高透氧化锆的材料学特性

1.1 晶体结构与性能演变 氧化锆或二氧化锆 (ZrO_2) 是一种多晶型材料, 存在于单斜相、四方相和立方相3种晶相中^[3]。第一代氧化锆陶瓷含有3 mol%的钇和0.25 wt%的氧化铝, 称为3Y-氧化锆, 其特点在于强度高、半透明度极低, 且机械性能优异, 弯曲强度超过1000 MPa, 但这一代氧化锆具有不透明性, 限制了其在美学领域的使用^[4]。第二代氧化锆通过将氧化铝含量从0.25 wt%降低至0.05 wt%, 实现了较第一代更好的半透明性, 但仍无法提供足够的透明性用于前牙, 第一代和第二代多用于后牙区修复。第三

代氧化锆表现出改性的晶体结构,其中包含增加的立方相百分比,为追求更大半透明性,将钇的含量增加到4 mol%,从而导致更高的不可变形立方相和更小的四方相,进而增加了半透明性,也被称为高透明氧化锆(4Y-TZP)^[4]。第四代超透氧化锆(5Y-TZP)以5 mol%氧化钇为稳定剂、氧化铝含量 ≤ 0.05 wt%,立方相占比 $> 70\%$,四方相 $< 30\%$,使半透性进一步增加,几乎接近二硅酸锂玻璃陶瓷,实现美学与力学的平衡,但弯曲强度有所下降,约为500~600 MPa^[5]。金诗韵等^[6]比较了高透与超透氧化锆的半透明度和弯曲强度,结果显示在品牌相同、厚度均为1.0 mm时,半透明度均最优,但高透氧化锆弯曲强度优于超透氧化锆,5Y-TZP的半透性参数(TP值)可达10.05,高于传统3Y-TZP(7.27),但抗老化性能稍逊。

1.2 低温老化与快速烧结的影响 低温老化(LTD)是氧化锆面临的潜在风险因素。高透氧化锆因立方相稳定,低温老化对其半透性的影响较小,快速烧结(1500 °C, 10 min)可提升高透氧化锆的致密度,改善半透性。但针对传统氧化锆,快速烧结则可能导致其力学性能降低^[7]。

2 高透氧化锆全锆冠的临床适应证与禁忌证

高透氧化锆全锆冠在临床中尤其适合部分前牙唇舌径窄、覆盖浅或前牙牙体缺损后全冠修复空间不足的患者,此类患者修复后常因饰面瓷出现崩瓷而困扰,目前主要的解决方法是通过改变修复体形态增加唇向突度或减少瓷层厚度来恢复患牙缺损的牙体组织。徐菁等^[8]选取80例前牙缺损患者进行高透氧化锆材料与钴铬烤瓷材料进行对比研究,结果显示,使用高透氧化锆材料修复1年后颜色、边缘着色、解剖外形、边缘密合度、龋齿等方面均优于钴铬烤瓷材料。在美学修复效果上,高透氧化锆较好且不易崩瓷,3~4单位空间不足的前牙桥亦可采用高透氧化锆,兼顾强度与美观^[9]。在颌龈距较短或咬合紧患者中,因没有足够的瓷层空间而无法常规进行瓷层堆塑时,也可考虑采用高透氧化锆全锆冠进行修复。因氧化锆材料具有良好的生物相容性,不会刺激软组织,一些对金属过敏或担心金属暴露的患者也可考虑采用高透氧化锆全锆冠进行修复,但需要注意的是,有重度磨牙症或者基牙严重变色以及未控制的牙周病的患者中应用时应慎重考虑^[9]。

3 高透氧化锆全锆冠的牙体预备原则

3.1 边缘线的确定 高透氧化锆全锆冠边缘终止线的设计,因从固位强度、美观需求、牙本质肩领及预备路径上考虑,临床上主要以龈上、平龈或龈下3种可选位置中进行权衡与考量^[10]。水平向牙体预备时,边缘终止线可设于龈上、龈缘或龈下,边缘线必须清晰光滑连续;垂直向预备时,一般将终止线放置于龈下。在实际操作中,需注意避免侵犯生物学宽度。

3.2 全冠预备厚度 高透氧化锆全冠的牙体预备量需根据基牙的不同情况而定,常规前牙边缘区牙体预备0.3~0.7 mm,后牙边缘区0.5~1.0 mm,轴面0.7~1.0 mm;切端或咬合面1.0~1.5 mm。而在固定桥修复中,除了和常规全冠预备一样外,还需要取得共同就位道。针对基牙颜色正常而空间不足患者,最小厚度则建议保留0.8 mm,咬合面预备量0.5~1.5 mm,边缘优选内圆角肩台(0.5 mm宽)。另外,对于变色基牙或者存在金属桩的基牙,需增加冠厚度至1.5 mm以上,戴牙时并采用遮色粘接剂^[11]。

4 高透氧化锆全锆冠的制作流程

高透氧化锆全锆冠的制作流程目前多利用CAD/CAM数字化技术,流程包括数字化印模采集、修复体设计和数控切削加工、打磨与外染色^[12]。

4.1 采集光学印模 在临床工作中,口内扫描仪因方便、快捷、精准而得到越来越广泛的应用,扫描前可用气枪轻吹基牙表面和周围牙体组织,使其保持干燥,确保无血液和唾液污染,边缘线清晰暴露。扫描时应将扫描头置于后牙颌面上方约1 cm处,先从后牙颌面进行咬合面的采集,再缓慢转到颊面或舌侧进行扫描。其主要原理在于利用超快光学切割技术和共聚显微技术,使扫描区域快速成像^[13],并通过计算机实时成像、可视化,可及时检查牙体预备情况,如就位道、倒凹、修复空间、边缘线、肩台等,并通过颜色标记对倒凹深度及预备空间等实现量化,针对不完善处可即时调整,调整后只需重新扫描调整部分,以提高牙体预备的精确度。此外,扫描图像清晰可视,扫描完成后,其内置软件还可以将其扫描文件以STL文件格式导出,从而进行CAD设计。

4.2 修复体的设计 修复体的设计主要是运用牙科专用CAD设计软件进行,进入CAD设计软件后将

口内扫描的STL数据加载进去,进行修复体的边缘绘制、形态、粘接间隙参数、邻接触区、咬合等方面的调整与设计,其修复体的形态设计主要是从软件自带的牙体形态数据库中进行选择^[12]。如果是同一牙弓的一侧前牙修复,也可利用扫描的同一牙弓的另一侧相对应的同名牙进行镜像,尤其在单颗前牙修复时,利用此方法几乎可以做到高度的对称性。还可通过牙体预备之前的牙齿形态或诊断蜡型进行术前扫描并形态复制,进行形态的辅助设计。

4.3 CAM数控加工铣削 从CAD软件中将设计好的牙齿文件以STL的文件格式导出,并导入排版软件中进行排版,STL文件格式是属于开放的格式,技工室或实验室可自行选用CAM数控加工设备和根据临床比色的信息进行相对应的颜色瓷块进行选择。但无论哪种类型的氧化锆修复体,都需要经过预烧结氧化锆圆盘的铣削,然后再进行炉内烧结进行结晶,传统的烧结工艺可能需要12 h左右。而烧结过程对氧化锆的机械性能、物理性能和光学性有着显著影响。有研究表明^[14],快速烧结对高透氧化锆全冠的透明度会有所增加。由于加工和烧结过程是在实验室进行的,技师需注意各个操作细节,每个步骤都可能影响最终修复体边缘的密合性和修复体的透明度。随着烧结次数的增加,氧化锆的抗压强度呈逐渐降低趋势。因此,实验室操作时应尽量减少氧化锆全冠的烧结次数,烧结次数最好控制在5次以下^[15]。

4.4 打磨与外染色 结晶后的氧化锆需要进一步修整形态、咬合及邻面接触区,一般使用氧化锆专业磨具进行修整,也可在结晶前进行修整。若在结晶前修整,需选择合适的电机转速,过高或过低的转速易损伤氧化锆胚。外染色在高透氧化锆颜色方面的应用也尤为重要,临床中大部分个性化仿真美学修复均需进行外染色,需根据不同基牙颜色选择相对应的瓷块^[16]。一般技师在实验室通过临床获取的高清数码照片进行个性化染色,模仿不同天然牙的色调、饱和度和明度,而在一些复杂病例中,除常规染色外,可能还需经验丰富的技师进行椅旁染色,以尽可能减少颜色误差,制作出更具有个性化的美学修复体。

5 高透氧化锆全冠粘接技术

5.1 修复体的表面处理 氧化锆在粘接前需通过

喷砂进行组织面的处理,一般采用50 μm 的氧化铝,压力在0.1~0.25 MPa^[17],但喷砂效果一般受操作时间、压强大小、出砂口距组织面的距离及砂的颗粒大小影响。另外也有文献报道^[18],使用脉冲激光和二氧化碳激光对氧化锆表面进行处理,会增加表面的粗糙度,提高粘接性能,但可能会引起氧化锆表面的微小裂纹。在此基础上联合硅烷偶联剂,可进一步提升粘接强度,但操作比较复杂^[19]。

5.2 粘接剂的选择 高透氧化锆和玻璃陶瓷的粘接不同^[5],因引入了立方相晶体提升了半透性,但机械强度低于传统氧化锆,仍为惰性材料,粘接较为困难。其粘接流程主要包括:①基牙的处理:拆除临时冠并清理基牙上粘接材料的残留,也可采用喷砂方式对基牙表面进行更高效的清洁^[20],然后使用全酸蚀粘接系统和氧化锆处理剂优化粘接效果;②修复体的处理:使用50 μm 的氧化铝进行氧化锆组织面的喷砂粗化,可使粘接效果得到提升;③水门汀:有研究表明^[21],双固化树脂水门汀优于化学固化型水门汀,含10-MDP的通用型粘接剂与双固化树脂水门汀联合使用,可满足高透氧化锆的粘接需求。

6 修复后常见并发症的预防与处理

全瓷修复后常见的并发症主要有基牙疼痛^[22]、咬合痛及牙齿自发性疼痛,临床需根据不同情况选择不同的预防和处理措施。牙体预备后出现基牙疼痛也分为短期疼痛和长期疼痛。短期疼痛多为过敏性疼痛,需要及时佩戴临时冠以减少牙本质的暴露时间,此种疼痛一般待临时冠佩戴后,观察一段时间便可自行消失;长期疼痛则考虑牙体预备量过多或进行牙体预备时未及时冷却降温引起的牙髓刺激,可先用不含丁香油的粘固剂进行临时粘接,定期观察一段时间,待症状消失后再行永久粘接。若症状继续加重,则考虑牙髓炎,需要相对应进一步的处理。需注意牙本质和牙髓受损后,临床表现均为酸痛,但两种疼痛应慎重区别,因两者的治疗方法完全不同,前者经一般安抚治疗即可恢复,而后者需要进行根管治疗。在牙体预备时应少量多次间歇性进行磨除,并同时给予冷却降温。若粘接后出现短期疼痛,则考虑粘接剂的刺激,一般待粘接剂完全凝固后疼痛会自行消失;若出现咬合疼痛,则应检查咬合有无高点,并及时调整早接触,一般调磨完早接触



后,此种疼痛均可消失,以避免引起创伤性牙周膜炎。若在永久粘接后出现牙齿自发性疼痛,则应全面仔细检查修复体边缘,结合X线片判断是否由根尖、牙周、牙髓等引起,从而做进一步的处理。

7 未来展望

高透氧化锆全锆冠修复体若要实现临床远期修复成功,还需在材料强度、粘接性能与证据方面同步突破。目前能使用的材料比较单一,应研发高半透性并兼具抗老化性能的新型氧化锆,如通过构建梯度结构的晶粒取向和分布,在保持高强度的同时又能提升光学通透性,并抑制低温老化导致的相变裂纹。其次,在粘接工艺上,需简化现行硅涂层步骤,降低技术敏感性;同时研发含纳米填料或功能性单体的改性粘接剂,以增强氧化锆与树脂水门汀的化学结合与长期耐久性。目前高透氧化锆材料的临床随访研究多局限于3~5年,难以充分预测其远期失败风险。因此,期望未来能够建立10年以上数据,系统追踪修复体存留率、失败率及与材料-粘接界面的关联,为指南更新和个性化治疗策略提供进一步循证依据。

8 总结

高透氧化锆全锆冠在前牙美学修复中展现出卓越的美学效果与可靠的力学性能。基本实现了美学与力学的平衡。通过合理的基牙预备设计、规范的制作和粘接流程及并发症预防措施,可有效提升修复成功率。但由于高透氧化锆材料的临床应用时间还较短,长期修复效果仍需要未来进一步的研究考证其远期疗效。

[参考文献]

[1]许翀,谭思逸.二氧化锆全瓷冠修复用于上颌前牙缺损患者中的临床效果观察[J].深圳中西医结合杂志,2024,34(19):115-118.

[2]王剑,杨林新.氧化锆全冠的临床应用原则及新进展[J].华西口腔医学杂志,2024,42(2):135-141.

[3]Sulaiman TA,Suliman AA,Abdulmajeed AA,et al.Zirconia restoration types,properties,tooth preparation design,and bonding.A narrative review[J].J Esthet Restor Dent,2024,36(1):78-84.

[4]Kongkiatkamon S,Rokaya D,Kengtanyakich S,et al.Current

classification of zirconia in dentistry:an updated review[J].PeerJ,2023,11:e15669.

[5]蓝熙,廖健,刘琴,等.玻璃陶瓷全瓷冠与高透氧化锆全瓷冠在前牙美学修复中的应用比较[J].中国美容医学,2023,32(9):148-151.

[6]金诗韵,曹轶婷,孙健.高透、超透氧化锆陶瓷半透明度和弯曲强度的比较[J].口腔材料器械杂志,2020,29(1):3-8,49.

[7]李燕,钟梦怡,杨瑛.快速烧结和低温老化对高透氧化锆半透性的影响[J].华西口腔医学杂志,2024,42(1):62-66.

[8]徐菁,李敏.前牙高透氧化锆全瓷冠修复单颗前牙缺损的美学效果分析[J].中国美容医学,2024,33(6):162-165.

[9]刘恒妍,刘昱晨,李康杰,等.全锆冠桥修复体的临床应用现状及并发症分析[J].口腔颌面修复学杂志,2023,24(6):444-454.

[10]赵林箫,裴锡波,王剑.全解剖式氧化锆冠牙体预备原则的研究进展[J].中国现代医学杂志,2022,32(13):69-74.

[11]刘荣森.全瓷修复的牙体预备[J].中华老年口腔医学杂志,2009,7(3):177-179.

[12]中华口腔医学会口腔修复学专业委员会.椅旁计算机辅助设计与辅助制作全瓷修复技术指南[J].中华口腔医学杂志,2022,57(10):992-996.

[13]游恺,张宁.数字化口内扫描技术的研究进展[J].北京口腔医学,2024,32(5):376-380.

[14]左晓云,韩彦峰,司文捷,等.椅旁快速烧结对牙科高透氧化锆半透性的影响[J].北京口腔医学,2018,26(6):306-309.

[15]王宇华,黄慧,姜慧,等.升温速率对氧化锆陶瓷透光性的影响[J].口腔医学研究,2011,27(3):177-179.

[16]陈小冬,邢文忠.全解剖氧化锆修复体颜色及透明度的影响因素[J].口腔医学研究,2022,38(4):299-303.

[17]钟梦怡.不同烧结方式及喷砂处理对高透氧化锆机械性能与粘接强度的影响[D].南昌:南昌大学医学部,2024.

[18]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

[19]张磊,胡书海.氧化锆全瓷冠粘结方法的研究进展[J].大连医科大学学报,2010,32(2):215-218.

[20]王恒飞,王剑.高透氧化锆粘接处理的研究进展[J].北京口腔医学,2024,32(1):61-64.

[21]Yagawa S,Komine F,Fushiki R,et al.Effect of priming agents on shear bond strengths of resin-based luting agents to a translucent zirconia material[J].J Prosthodont Res,2018,62(2):204-209.

[22]祁京华.全瓷冠常见并发症的预防及临床处理[J].医学信息,2010,23(10):3919-3920.