

·中青年专家笔谈·

硅基陶瓷的临床应用现状与展望

孙瑞瞳¹ 李享宜¹ 胡一淳¹ 高嘉阳¹ 胡博¹ 战德松² 付佳乐²¹中国医科大学口腔医学院,沈阳 110002; ²中国医科大学口腔医学院口腔材料学教研室,中国医科大学附属口腔医院修复二科,沈阳 110002

通信作者:付佳乐,电子邮箱:fullers@126.com



付佳乐

【摘要】 硅基陶瓷是现代口腔美学临床修复的首选材料之一,近年来应用广泛。硅基陶瓷以玻璃相为主,具有良好的美观性、粘接性及生物相容性等诸多优势,但是其机械性能略差,可以根据材料组分与加工方式制作不同种类的修复体以满足不同的临床需求。课题组在 PubMed、中国知网(CNKI)、万方等数据库中

以“硅基陶瓷、玻璃陶瓷、物理性质、剪切强度、粘接表现、临床操作、表面处理”为中英文关键词检索相关文献。按照纳入与排除标准筛选后,对最终纳入的45篇文献进行归纳总结。通过查阅文献分析总结硅基陶瓷的种类与特点、硅基陶瓷修复体的临床应用以及硅基陶瓷的粘接技术,在此基础上对硅基陶瓷未来发展趋势进行展望,同时结合现在技术从中得到新启迪。硅基陶瓷具有理想的应用前景,但对于硅基陶瓷技术更多拓展应用的可行性还有待科学实验验证与临床实践观察。

【关键词】 美学;牙科; 牙修复体; 牙科材料; 硅基陶瓷; 二硅酸锂; 玻璃陶瓷; 粘接

基金项目: 辽宁省重点研发计划项目(2018225059);辽宁省自然科学基金(2020-MS-150)

引用著录格式: 孙瑞瞳,李享宜,胡一淳,等. 硅基陶瓷的临床应用现状与展望[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2021, 15(2): 72-78.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2021.02.002

Clinical application and prospects of silica based ceramics

Sun Ruitong¹, Li Xiangyi¹, Hu Yichun¹, Gao Jiayang¹, Hu Bo¹, Zhan Desong², Fu Jiale²

¹School of Stomatology, China Medical University, Shenyang 110002, China; ²Department of Dental Materials, the Second Department of Prosthodontics, School and Hospital of Stomatology, China Medical University, Shenyang 110002, China

Corresponding author: Fu Jiale, Email: fullers@126.com

【Abstract】 Silica based ceramics are one of the preferred dental esthetic restorative materials for modern dental

clinical treatment, which have been widely used in recent years. Silica based ceramics are mainly glass phase, with excellent esthetic, adhesive properties and biocompatibility, but slightly poor mechanical properties. According to different kinds of material components and processing methods, various restorations can be made to meet the clinical needs. Our research group searched for the articles in PubMed, CNKI, Wanfang databases with the key words of "silica based ceramics; glass ceramic; physical properties; shear bond strength; bonding performance; clinical operation; surface treatment" in Chinese and English. After screening with the inclusion and exclusion criteria, 45 articles were included. Upon the included literature, the types, characters, clinical applications and bonding technologies of silica based ceramic restorations were reviewed and summarized. Furthermore, the future development trend of silica based ceramics was prospected, and new inspiration was obtained by combining the silica based ceramics with the current technology. Silica based ceramics have an ideal application prospect, but the feasibility of more extensive application of silica based ceramics technology needs scientific verification and clinical observation.

【Key words】 Esthetic, dental; Dental restoration; Dental materials; Silica based ceramic; Lithium disilicate; Glass ceramic; Adhesion

Fund programs: Natural Science Foundation Project of Liaoning Province (2018225059, 2020-MS-150)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2021.02.002

硅基陶瓷(silica based ceramics)是以玻璃相为基质的陶瓷材料,因其与天然牙有高度的相似性、优越的美观性及较好的力学强度,是现代临床美学牙体修复的首选材料,被大量应用于前牙美学修复中。相比氧化锆等氧化物多晶材料,硅基陶瓷具有更好的粘接性能,也可作为氧化锆表面改性材料用于改善氧化锆粘接表现。近年来,伴随患者审美意识的提高与临床美学修复需求的增加,口腔修复医生需要较为全面地理解和掌握硅基陶瓷的种类和性质、修

复体的临床应用特点、粘接技术以及未来临床应用趋势,本文通过总结硅基陶瓷的临床应用现状与展望,以期对口腔医生临床应用与深入研究提供参考依据。

一、硅基陶瓷种类与特点

硅基陶瓷是指一类含二氧化硅基的陶瓷,又可称为玻璃基陶瓷,具有优越的美学性能,但其力学强度较低,远弱于多晶氧化铝和氧化锆陶瓷^[1]。突出美学性能的硅基陶瓷以玻璃相为主,而强调高强度的硅基陶瓷通常以晶体相为主^[2]。

1. 硅基陶瓷的分类与性质:硅基陶瓷可以分为三类,分别是长石质瓷、白榴石增强型玻璃陶瓷和二硅酸锂增强型玻璃陶瓷。

长石主要是天然钠长石($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)或钾长石($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$),属于铝硅酸盐族,是最早应用于口腔的陶瓷材料,直到今天也是美学牙科陶瓷的主要材料^[3],它具有良好的半透明性等美学性能,但力学性能较差,长石质瓷常用于制作前牙烤瓷贴面及双层结构全瓷冠的高强度内冠表面的饰瓷^[1-2]。

白榴石增强型玻璃陶瓷和二硅酸锂增强型玻璃陶瓷是在玻璃相中添加白榴石(KAlSi_2O_6)、二硅酸锂($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$)等晶体填料^[3],材料力学强度明显增加,伴随美学性能略微下降^[4]。1962年,Journal of the American Ceramics Society(JACS)首次发表了一个有趣的现象:长石高温熔融后大部分形成玻璃质,具有良好的半透明性,少部分生长白榴石(占15%~25%),可以提高瓷的线胀系数和强度^[2,5]。白榴石晶体的折射率接近于长石玻璃,透明度与牙齿接近,因此可以在不严重降低透明性的前提下提高一定的强度。

二硅酸锂的强度高于白榴石,但透明度不如白榴石,在硅基陶瓷中二硅酸锂增强型玻璃陶瓷具有

较高的力学性能,且仍能保持较好的半透明性^[4]。鉴于硅基玻璃陶瓷的美学特征,其临床应用适应证较广,常用于制作美学要求较高的修复体,如前牙和前磨牙的全瓷冠、贴面等,也可以用于制作后牙嵌体、高嵌体等^[1]。

2. 临床上硅基陶瓷的加工工艺:(1)金属烤瓷:在金属基底上进行长石制瓷粉的堆塑制作金属烤瓷修复体,在高温真空条件下形成较为致密的烧结体。(2)烧结全瓷:包括白榴石增强长石质烤瓷,组成与金属烤瓷材料类似。但白榴石体积含量增至35%~40%。早期使用铂箔核烤瓷技术,现在通常用耐火代型代替。(3)热压铸全瓷:分为白榴石增强热压铸全瓷和二硅酸锂增强热压铸全瓷。临床上采用失蜡法和注射成型法制作。(4)粉浆堆涂玻璃渗透:包括氧化铝基玻璃渗透瓷、尖晶石基玻璃渗透瓷和氧化锆增韧氧化铝玻璃渗透全瓷。先在耐火代型上形成晶体骨架,再将稠系玻璃粉熔融后通过毛细管作用渗透入瓷的孔隙。(5)切削成型全瓷:包括长石基切削瓷、二硅酸锂基切削瓷和玻璃渗透切削瓷。通过机械切削工艺制作修复体,现代计算机辅助设计与制作(CAD/CAM)技术使个性化修复体的加工自动化。以CEREC为代表的CAD/CAM椅旁系统可以制作包括嵌体、高嵌体、部分冠、贴面和全冠等所有的单个修复体。2006年上市的IPS Empress CAD Multi渐变色切削瓷块拥有多种颜色,颈1/3遮色,中1/3过渡,切1/3半透明部分形成无交界线的自然过渡。通过椅旁加工软件可视化地控制多层色瓷块的切削加工,使修复体的色泽更接近天然牙齿^[6-7]。CAD/CAM技术快速、准确、质量稳定且适应范围广,已成为未来修复的发展方向之一^[3,8]。临床上常用的硅基陶瓷^[1,5]商品及强度见表1。

表1 牙体组织与修复材料强度比较

分类	主要晶相、工艺	挠曲强度(MPa)(三点弯曲强度测试)
牙本质	-	34~98
Vita BLOCS瓷立方	长石瓷	154±15
Vita SUPRINITY 锆增强型硅酸锂陶瓷	锆加强型二硅酸锂瓷	420~580
Vita ENAMIC 弹性瓷	陶瓷与树脂双重网状结构	150~160
IPS Express	IPS Empress 白榴石铸瓷CAD	185
IPS e.max	二硅酸锂铸瓷/CAD瓷块	500~530
Upcare UP.press/CAD 爱尔创锂瓷	二硅酸锂铸瓷/CAD瓷块	400
Aidite Cameo Dental Glass Ceramic 爱迪特科美玻璃陶瓷	二硅酸锂CAD/CAM瓷块	420±60
3M Lava Ultimate Lava 优韧瓷	纳米复合陶瓷	360~400
GC Initial LiSi Press	二硅酸锂铸瓷	462.61±23.48

注:CAD为计算机辅助设计;CAM为计算机辅助制作

二、硅基陶瓷修复体的临床应用

1. 牙体缺损情况下的适应证把握:牙体缺损是牙体硬组织不同程度的外形、结构破坏缺损或发育畸形,导致牙体形态、咬合和邻接关系异常^[9]。一般可进行填充治疗,但是当牙体缺损严重时,树脂填充修复已经无法达到固定、美观等需求时应当采用修复方法进行治疗^[9]。

硅基陶瓷是在口腔修复中常用的材料,根据牙体缺损不同程度可以使用不同修复形式。当然硅基陶瓷也可以作为原材料来制作不同种类的修复体。

(1)嵌体:嵌体(inlay)是嵌于牙体内部的修复体,与填充修复的适应证相似。临床以热压铸瓷技术或者CAD/CAM切削技术较为常用。白榴石增强热压铸瓷、二硅酸锂增强热压铸瓷、长石基切削瓷及二硅酸锂基切削瓷等均可用作嵌体修复。白榴石增强热压铸瓷致密度高于传统烧结出来的白榴石增强烤瓷,并且经过反复多次加热,可提高瓷的强度,透明度与牙齿更为接近。二硅酸锂增强热压铸瓷中大量的针状的二硅酸锂晶体交错形成互锁微结构,显著增加了强度和断裂韧性,因此具备较高的力学性能^[10-11];另一方面,尽管其具有较好的半透明性,但是透明度没有白榴石增强铸瓷高。长石基切削瓷具有良好的切削性能、半透明性和抛光性能,虽然强度和韧性相对较弱,但对天然牙体的磨损很小^[4]。二硅酸锂基切削瓷是先通过压铸方法制成瓷块,切削成型后再进行晶化热处理。瓷的力学性能显著提高,同时,晶化热处理后瓷的透明度显著提高,同时能够较容易的着色和调整,能更好的仿真牙齿颜色^[12-13]。

嵌体只能修复缺损部位的牙体组织,不能保护剩余部分的牙体组织,当缺损范围大牙壁有折裂风险时应设计高嵌体。

(2)高嵌体:高嵌体(onlay)为部分嵌入牙冠内、部分高于牙面的修复体形式,与嵌体相比可大大降低牙折风险,与全瓷冠和桩核冠相比,能够保存更多的牙体组织以达到微创治疗的目的。多项研究表明,二硅酸锂类材料的抗折强度高于白榴石类^[14]。热压铸法的瓷密度高、晶体粒子小、强度高,同时,玻璃成分较多,具有半透明性、美观的特点。CAD/CAM是近几年数字化技术发展的代表,不仅能够提高制作修复体的速度、精度和美观程度^[15],而且还能减少制作过程中的气泡,增强抗折强度^[16],精简制作步骤,减少误差和刺激,满足患者对牙体修复的需求^[15,17]。

(3)全瓷冠:全瓷冠(all ceramic crown)是以全瓷材料制作成的覆盖整个牙冠表面的修复体。硅基陶瓷可制作烤瓷熔附金属全冠、全瓷冠等。两者的区别在于内冠的制作材料:金属烤瓷冠的内冠是金属,而全瓷冠的内冠是瓷,比如氧化物陶瓷(一般用于后牙)、尖晶石基玻璃渗透瓷(一般用于前牙)^[9]。由于磨牙区承担咀嚼力量较大,为避免饰瓷崩裂含饰瓷的全瓷修复体更适合前牙区牙体缺损的修复治疗^[18]。瓷熔附金属修复体是由金属基底(冠)和熔附于其表面的瓷构成,兼顾金属材料的强韧与陶瓷材料的美观,是既有良好的力学性能还有自然的牙齿外观的修复体。金属烤瓷材料中以长石(主要天然钠长石或钾长石)为主要原料,在高温下烧至熔融状态,大部分形成具备良好的半透明性玻璃质,少部分和金属氧化物一起生成能够提高烤瓷强度白榴石,所以烤瓷冠具有外观逼真、表面光滑、耐磨性强、不易变形等优点。全瓷冠按照不同的加工工艺可以分为不同种类的陶瓷,具有不同的特点以及相应的功能。具体区别详见表2。

(4)瓷贴面:瓷贴面(ceramic veneer)修复是采用粘接技术用全瓷修复材料直接覆盖牙面,以恢复牙体的正常形态和色泽的方法。瓷贴面具有表面光泽度高、与牙齿颜色贴合、生物相容性好等特点,受到广泛应用^[19]。可以用于修复轻度染色及变色的前牙、切角切缘有损伤的前牙、上侧切牙舌向错位或者过小牙等保留足够釉质粘接界面面积的牙体,否则选用全冠修复。长石质瓷、白榴石和二硅酸锂均可以用于贴面的制作。

2. 牙列缺损:在临床中,可以采用固定局部义齿修复、可摘局部义齿修复和种植等方式帮助患者修复牙列缺损。医生可根据牙列缺损的程度,选用适合的方式。二硅酸锂可以通过热压铸法制作前牙(包括前磨牙)三单位桥。切削成型瓷的强度小于铸瓷,因此仅可用于前牙三单位桥体^[9]。

三、硅基陶瓷粘接技术

1. 硅基陶瓷粘接原理:树脂水门汀与陶瓷之间的粘接主要是由机械固位力和化学结合力这两种作用力实现的。

(1)机械固位力:机械固位力是通过树脂渗透到陶瓷的间隙中固化形成。陶瓷经过酸蚀、喷砂等粗化处理后,表面变得凹凸不平,产生许多孔隙。粘接剂可以浸入到孔隙中,固化后便能与树脂形成良好的微机械嵌合^[20-21]。

表2 硅基陶瓷的制作工艺及特点

制作工艺	材料	优点	缺点	应用
烧结	白榴石增强长石质	美观性高,颜色丰富,半透性好	强度一般	通过粘接性粘固的前牙冠
	增加氧化铝	增加氧化铝含量,较高强度	美观性较差	制作单个前牙及后牙的基底冠
热压铸	白榴石晶体	边缘适合性好,形态准确、美观,粘接性能好,颜色和牙齿更接近	强度较低,与饰瓷结合差	单个前牙及后牙冠
	二硅酸锂晶体	拥有较强的物理性能,显著提高强度和断裂韧性	半透明性不如白榴石增强铸瓷	通过非粘接性粘固的单个前牙后牙修复体
粉浆堆涂成型	氧化铝基玻璃渗透瓷	具有较高强度	透明性较差约只有牙本质一半	单个前后牙冠的基底核
	尖晶石基玻璃渗透瓷	弯曲强度低	半透明性高于玻璃渗透氧化铝瓷	前牙全瓷冠的内冠
	氧化锆增韧氧化铝玻璃渗透全瓷	弯曲强度最高	透明度较差	对美观要求不高的后牙修复体
CAD/CAM切削成型(三者都是玻璃基陶瓷)	长石基切削瓷	对天然牙的磨损程度小	强度和韧性较差	前牙贴面、冠、后牙嵌体的修复体
	二硅酸锂基切削瓷	颜色变成牙齿样颜色,力学性能显著提高	强度略低于相应铸瓷	前后牙的冠
	玻璃渗透切削瓷	致密度、力学性能高于粉浆堆涂玻璃渗透瓷	透光率低,饰瓷和核瓷结合力低	氧化铝基玻璃渗透切削瓷:前后牙的内冠;尖晶石基玻璃渗透切削瓷:前牙牙冠、贴面修复、后牙嵌体;氧化锆基玻璃渗透切削瓷:后牙修复体

注:CAD/CAM为计算机辅助设计与制作

(2)化学结合力:化学结合力是通过硅烷偶联剂介导形成(图1)。硅烷偶联剂一端是能够与树脂结合的疏水成分,另一端则是能够通过水解形成硅醇基的亲水成分。硅醇基中的羟基可与陶瓷中的 SiO_2 的羟基缩合,形成 $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ 键,在二者之间产生化学结合力^[22-23]。同时,适当酸蚀陶瓷可增加其表面粗糙程度,进而增加表面粘接面积,使得化学粘接力更强。

2.临床标准化粘接流程:硅基陶瓷在临床的应用中,首先应选取合适的树脂水门汀和粘接剂,并试色以期保持长远的美观性。同时,为保证粘接的效率和效果,医师和助手需同时进行相应工作(图2)。具体操作流程如下:

(1)基牙术区的隔湿以及表面处理:使用橡胶障隔绝口腔中的唾液等液体,防止术区被污染。同时,橡胶障的存在也隔离了舌体等部位,有利于扩大操作的空间和视野。橡胶障也可防止某些材料(如细小尖锐器械)落入呼吸道或消化道以及手术器械对口腔软组织的伤害^[24]。此项工序最好与对瓷的处理同时进行。牙体待粘接面需先进行清洁,根据牙本质暴露程度选取适当的粘接系统进行后续处理。

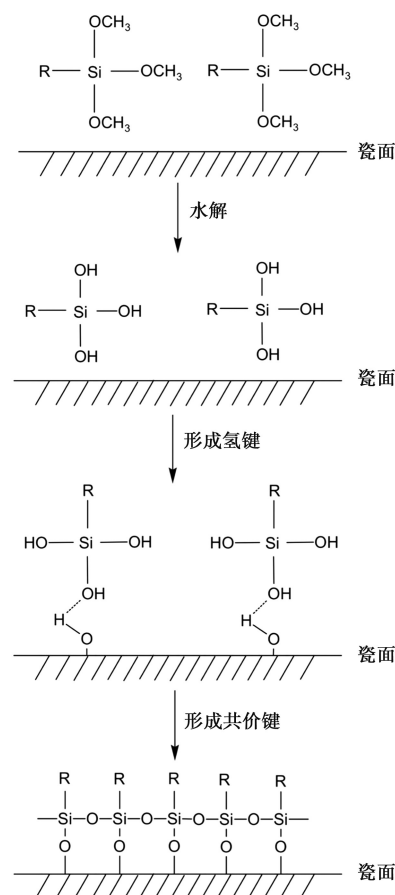


图1 硅烷偶联剂粘接机制示意图

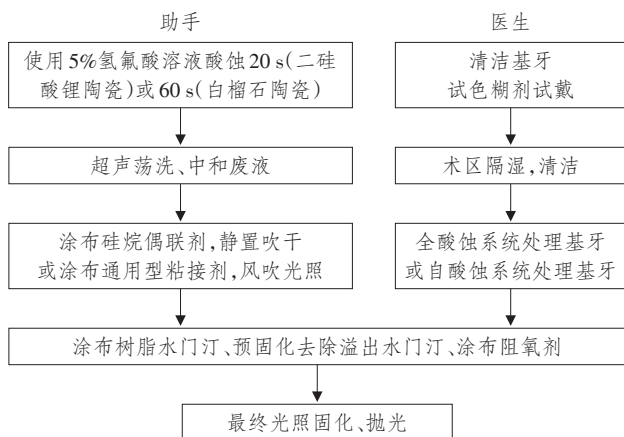


图2 硅基陶瓷临床标准化粘接流程示意图

(2)瓷表面的处理:①使用5%~9.5%的氢氟酸溶液酸蚀处理瓷表面^[25],酸蚀操作时间以产品说明书为准,若硅基陶瓷内玻璃相含量过多也应适当延长酸蚀时间。结束后用水冲洗干净。过度酸蚀(过高酸浓度与过长时间)也可能影响玻璃陶瓷粘接的远期效果^[26]。②使用蒸馏水或95%乙醇溶液进行超声震荡清洗3~5 min后,可涂布无水乙醇自然风干或使用三用枪吹干。在瓷表面涂布硅烷偶联剂后静置60 s进行硅烷化处理。③或在此基础上将通用型粘接剂薄且均匀地涂布在瓷的待粘接面。涂布后需进行避光处理。

(3)粘接:瓷贴面粘接时应该先以试色糊剂的色号为依据选用合适的树脂水门汀涂布于牙面和瓷表面。然后按就位方向贴合,并去除溢出的多余树脂水门汀。最后固化完成粘接。

(4)残留粘接材料清理与抛光:可先进行预固化清除半固化的树脂水门汀,待固化完成后,检查牙齿邻接关系,剔除残留的粘接材料,进行咬合调整,最后进行抛光。

3. 粘接耐久性评价:全瓷修复体与牙体的粘接面在口腔中面临着复杂的应力作用与来自口腔生物环境的巨大挑战,其使用寿命受咬合力作用、温度变化、唾液、食物种类、患者个性化咀嚼习惯等诸多方面影响。尽管如此,硅基陶瓷修复体在临床上有着良好的粘接效果^[27],其与牙体组织间采用树脂水门汀粘固强度可达20 MPa以上^[28]。同时,硅基陶瓷在体外和体内研究中均显示出高耐用性^[29-31]。研究表明,二硅酸锂牙冠在使用4年后的临床表现可媲美基于氧化锆牙冠7年的临床表现^[32-33],并且使用9年后完好率高达87.1%^[34]。而在另一项关于评估由IPS e.max Press制作的4种不同类型修复体的5年

临床结果的实验中,所有修复体的累计成功率高达96.6%,总失败率3.2%^[35]。在粘接剂对硅基陶瓷粘接耐久性的影响方面,使用临床上操作更加简便的自粘接树脂水门汀与通用型粘接剂粘接硅基陶瓷的初期效果良好,不弱于传统使用硅烷偶联剂结合树脂水门汀的粘接方法^[36-37]。在临床常见的树脂粘接剂中,RelyX™ Ultimate和NX3树脂水门汀均展现较高的粘接效果^[38]。同时,不同种类的硅基陶瓷的粘接强度和远期效果也不尽相同^[39],临床应用前应予以关注。

四、展望与讨论

1. 硅基陶瓷未来发展趋势:近年来,全瓷修复体凭借其美学特征与良好的生物相容性,避免了传统金属烤瓷修复体一系列不良反应,如:牙龈黑线、红肿出血等问题^[40],成为口腔材料研究与临床修复的热点。硅基陶瓷理化性能较为稳定,低导热,难导电,并以其硬度高、耐磨的特性成为目前较为理想的修复材料之一^[35]。在早期固定修复体中,由于陶瓷材料本身抗折强度不足等原因,口内使用一段时间后全瓷翼板粘接桥常在翼板或连接体处发生折裂^[41]。而氧化锆凭借其更优良的机械性能及强度相对弥补了硅基陶瓷的不足。经过充分烧结操作后的氧化锆陶瓷抗折强度相较于其他种类陶瓷材料得到了显著提升^[42]。但氧化锆修复体的临床粘接失败率相比于硅酸盐类更高^[42],四方钇氧化锆的粘接临床效果弱于二硅酸锂^[34],故目前氧化锆陶瓷大部分仅涉及髓腔固位的高嵌体制作或全冠修复体制作。

虽然近年来已发展出多种增强氧化锆表面可粘接性的处理方法,如使用氧化铝颗粒喷砂、涂布含有10-MDP的处理剂等^[43],但锆瓷粘接强度耐久性的问题仍无法得到有效解决。

2. 硅涂层技术对改善氧化锆表面活性的启迪:氧化钇稳定四方晶相氧化锆陶瓷作为另一种临床上应用广泛的全瓷材料,由于其不含有玻璃相化学较为惰性,针对硅酸盐陶瓷的氢氟酸蚀刻、硅烷化处理对其效果甚微,因而无法与树脂材料形成良好的粘接效果^[44]。

报道证实,硅涂层联合硅烷偶联剂的应用可以显著改善氧化锆陶瓷与树脂水门汀的粘接强度^[45]。硅涂层可以显著提高氧化锆表面的硅含量,通过氢氟酸蚀刻使涂层表面实现物理粗糙化,通过硅烷偶联剂实现化学结合。临床上摩擦化学法操作简单,

基本原理是利用含二氧化硅涂层的氧化铝颗粒进行喷砂,将二氧化硅嵌合在氧化锆陶瓷表面,形成了能够产生一定微机械固位力并可与硅烷偶联剂反应的氧化锆表面。溶胶-凝胶法通过镀膜的方法在氧化锆陶瓷表面导入硅元素,其相对于热解法和化学摩擦法而言具有需要热处理的温度低、技术设备简单、适用范围广泛等优点,可以显著提高氧化锆陶瓷表面粘接强度。

爱迪特(秦皇岛)科技股份有限公司 Biomic LiSi Connect 氧化锆表面处理剂是将含有硅基成分的溶剂喷涂在氧化锆修复体内冠表面,通过玻璃熔融原理,经过 900 ℃ 烧结 30 min 后可在氧化锆表面形成硅涂层结构,在不影响修复体固位情况下在氧化锆粘接界面完成表面改性。进而,改性后的氧化锆表面可直接按照玻璃陶瓷临床粘接方法处理。由于二硅酸锂涂层与氧化锆渗透式紧密结合,此状态下修复体粘接性能与耐久性或将取决于硅基涂层质量与性状。

硅基陶瓷与氧化锆类陶瓷作为目前临床主流的两种修复材料,具有各自优势与局限性。硅基类陶瓷具有突出的美学特性且粘接技术成熟,由于受限于自身强度,在种植体上部结构修复、缺失牙过多的磨牙区桥体修复方面具有一定局限性。另一方面,尽管氧化锆修复体强度足够,但受材料自身惰性影响粘接表现不尽如人意,因此无法胜任固位形较差、需要粘接固位的嵌体与贴面修复体制作。基于玻璃熔融技术的氧化锆表面改性临床产品的实际效果有待科学实验验证与临床病例的跟踪观察。

伴随科学的创新发展,口腔领域海内外厂商基于粘接原理的技术变革日新月异,临床产品推陈出新。作为口腔专业的临床医生只有不断了解新技术、新产品、新理念才能与时俱进切实助力我国口腔医疗卫生事业。本文对硅基陶瓷临床产品的种类、临床应用现状、粘接技术与临床应用展望进行总结,以期全瓷修复的临床应用与研发提供新的思路。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 中华口腔医学会口腔美学专业委员会,中华口腔医学会口腔材料专业委员会.全瓷美学修复材料临床应用专家共识[J].中华口腔医学杂志,2019,54(12):825-828. DOI:10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2019.12.007.
- [2] Kelly JR, Benetti P. Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice[J]. Aust Dent J, 2011, 56 Suppl 1:8496. DOI:10.1111/j.18347819.2010.01299.x.
- [3] Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, et al. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials[J]. Int J Prosthodont, 2015, 28(3):227-235. DOI:10.11607/ijp.4244.
- [4] 赵信义.口腔材料学[M].6版.北京:人民卫生出版社,2020:139-171.
- [5] Zhang Y, Kelly JR. Dental ceramics for restoration and metal veneering[J]. Dent Clin North Am, 2017, 61(4):797-819. DOI:10.1016/j.cden.2017.06.005.
- [6] 骆小平.牙科陶瓷材料及修复体制作技术的新进展[M].口腔材料器械杂志,2016,25(1):1-4. DOI:10.11752/j.kqcl.2016.01.01.
- [7] Awada A, Nathanson DJ. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials[J]. J Prosthet Dent, 2015, 114(4):587-593. DOI:10.1016/j.prosdent.2015.04.016.
- [8] 张祖太.漫谈——口腔用陶瓷材料[J].口腔材料器械杂志,2016,25(4):169-172. DOI:10.11752/j.kqcl.2016.04.01.
- [9] 赵敏民.口腔修复学[M].8版.北京:人民卫生出版社,2020:41-84.
- [10] Quinn JB, Sundar V, Lloyd IK. Influence of microstructure and chemistry on the fracture toughness of dental ceramics[J]. Dent Mater, 2003, 19(7):603-611. DOI:10.1016/s0109-5641(03)00002-2.
- [11] Zhang Z, Yi Y, Wang X, et al. A comparative study of progressive wear of four dental monolithic, veneered glass-ceramics[J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2017, 74:111-117. DOI:10.1016/j.jmbbm.2017.05.035.
- [12] 钱冬冬,张蕾,骆小平,等.反复烧结对牙科二硅酸锂玻璃陶瓷颜色和透光性的影响[J].华西口腔医学杂志,2015,33(1):50-53. DOI:10.7518/hxkq.2015.01.011.
- [13] Hallmann L, Ulmer P, Kern M. Effect of microstructure on the mechanical properties of lithium disilicate glass-ceramics[J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2018, 82:355-370. DOI:10.1016/j.jmbbm.2018.02.032.
- [14] 张津京,陆支越.玻璃陶瓷高嵌体断裂强度的影响因素[J].口腔颌面修复学杂志,2020,21(2):115-118. DOI:10.19748/j.cn.kqxf.1009-3761.2020.02.011.
- [15] 黄罡,陶进京,景建龙,等.CAD/CAM数字化瓷贴面在前牙美学修复中的临床应用[J].口腔医学,2020,40(4):319-323. DOI:10.13591/j.cnki.kqyx.2020.04.007.
- [16] 吕继新,于卫强,余文君,等.不同基牙设计对CAD/CAM全瓷修复体抗折强度的影响[J].上海口腔医学,2019,28(6):578-580. DOI:10.19439/j.sjos.2019.06.004.
- [17] Yadva K, De Ataide IN, Fernandes M, et al. Endodontic Management of a Mandibular First Molar with Radix Entomolaris and Conservative Post-endodontic Restoration with CAD/CAM Inlay: A Novel Clinical Technique[J]. J Clin Diagn Res, 2016, 10(11):ZD13-ZD15. DOI:10.7860/JCDR/2016/22048.8828.
- [18] Choi EK, Lee JH, Baek SH, et al. Gene expression profile altered by orthodontic tooth movement during healing of surgical alveolar defect[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2017, 151

- (6):1107-1115. DOI:10.1016/j.ajodo.2016.10.039.
- [19] 聂廷洪,孙迎春,郑琳,等. 瓷贴面和全瓷冠牙科材料修复前牙的效果比较[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(8):1239-1244. DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.08.017.
- [20] Sundfeld D, Correr-Sobrinho L, Pini NIP, et al. The Effect of Hydrofluoric Acid Concentration and Heat on the Bonding to Lithium Disilicate Glass Ceramic[J]. Braz Dent J, 2016, 27(6): 727-733. DOI:10.1590/0103-6440201601024.
- [21] 杨丽丽,张新艳,郑艳春,等. 不同表面处理对国产口腔二硅酸锂玻璃陶瓷与树脂水门汀粘接强度的影响[J]. 中华口腔医学杂志, 2021, 56(1): 80-85. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20200217-00061.
- [22] Meng XF, Yoshida K, Gu N. Chemical adhesion rather than mechanical retention enhances resin bond durability of a dental glass-ceramic with leucite crystallites[J]. Biomed Mater, 2010, 5(4):044101. DOI:10.1088/1748-6041/5/4/044101.
- [23] 唐仁韬,李欣海,于江利,等. 复合树脂与玻璃陶瓷微拉伸粘接强度的体外研究[J]. 北京大学学报(医学版), 2020, 52(4): 755-761. DOI:10.19723/j.issn.1671-167X.2020.04.030.
- [24] 赵翰,姜婷,葛春玲,等. 口腔修复治疗中的并发症及其防范处置措施[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2015, 16(5):285-288. DOI: 10.3969/j.issn.1009-3761.2015.05.007.
- [25] 钱海蓝,任灵燕,聂蓉蓉,等. 氢氟酸质量分数对二硅酸锂玻璃陶瓷表面形貌及树脂粘接的影响[J]. 华西口腔医学杂志, 2017, 35(6):593-597. DOI:10.7518/hxkq.2017.06.006.
- [26] 孟翔峰,周小陆,骆小平. 氢氟酸处理时间对玻璃陶瓷与树脂粘接耐久性的影响[J]. 中华口腔医学杂志, 2010, 45(5):307-312. DOI:10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2010.05.014.
- [27] Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, et al. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service [J]. Clin Oral Investig, 2013, 17(1): 275-284. DOI: 10.1007/s00784-012-0700-x.
- [28] Papia E, Larsson C, du Toit M, et al. Bonding between oxide ceramics and adhesive cement systems: a systematic review [J]. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2014, 102(2): 395-413. DOI:10.1002/jbm.b.33013.
- [29] Malament KA, Natto ZS, Thompson V, et al. Ten-year survival of pressed, acid-etched e.max lithium disilicate monolithic and bilayered complete - coverage restorations: Performance and outcomes as a function of tooth position and age [J]. J Prosthet Dent, 2019, 121(5): 782-790. DOI:10.1016/j.prosdent.2018.11.024.
- [30] Aziz A, El-Mowafy O, Tenenbaum HC, et al. Clinical performance of chairside monolithic lithium disilicate glass - ceramic CAD - CAM crowns [J]. J Esthet Restor Dent, 2019, 31(6): 613-619. DOI:10.1111/jerd.12531.
- [31] Rauch A, Reich S, Dalchau L, et al. Clinical survival of chair-side generated monolithic lithium disilicate crowns: 10 - year results [J]. Clin Oral Investig, 2018, 22(4): 1763-1769. DOI: 10.1007/s00784-017-2271-3.
- [32] Silva NR, Thompson VP, Valverde GB, et al. Comparative reliability analyses of zirconium oxide and lithium disilicate restorations in vitro and in vivo [J]. J Am Dent Assoc, 2011, 142 Suppl 2:4S-9S. DOI:10.14219/jada.archive.2011.0336.
- [33] Nazirkar GS, Patil SV, Shelke PP, et al. Comparative evaluation of natural enamel wear against polished yttrium tetragonal zirconia and polished lithium disilicate - An in vivo study [J]. J Indian Prosthodont Soc, 2020, 20(1): 83-89. DOI: 10.4103/jips.jips_218_19.
- [34] Toman M, Toksavul S. Clinical evaluation of 121 lithium disilicate all-ceramic crowns up to 9 years [J]. Quintessence Int, 2015, 46(3): 189-197. DOI:10.3290/j.qi.a33267.
- [35] Yang Y, Yu J, Gao J, et al. Clinical outcomes of different types of tooth-supported bilayer lithium disilicate all-ceramic restorations after functioning up to 5 years: A retrospective study [J]. J Dent, 2016, 51:56-61. DOI:10.1016/j.jdent.2016.05.013.
- [36] 冯路,何峰,许少平. 自粘接树脂水门汀与两种粗化处理的二硅酸锂陶瓷的粘接性能评价[J]. 口腔医学, 2019, 39(11):993-997. DOI:10.13591/j.cnki.kqyx.2019.11.007.
- [37] 华文兵,黄争美,王宁涛,等. 不同树脂粘接剂对 IPS e.max CAD玻璃陶瓷粘接性能影响的研究[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2019, 20(1): 26-31. DOI: 10.19748/j.cn.kqxf.1009-3761.2019.01.007.
- [38] 刘清,孟翔峰,丁虹,等. 2种可切削玻璃陶瓷树脂粘接强度及耐久性的比较研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2011, 29(2):129-131, 135. DOI:10.3969/j.issn.1000-1182.2011.02.005.
- [39] Guazzato M, Proos K, Quach L, et al. Strength, reliability and mode of fracture of bilayered porcelain/zirconia (Y-TZP) dental ceramics [J]. Biomaterials, 2004, 25(20): 5045-5052. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2004.02.036.
- [40] Kern M, Sasse M. Ten-year survival of anterior all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses [J]. J Adhes Dent, 2011, 13(5): 407-410. DOI:10.3290/j.jad.a22096.
- [41] Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Current status of zirconia-based fixed restorations [J]. J Oral Sci, 2010, 52(4): 531-539. DOI:10.2334/josnusd.52.531.
- [42] Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The Effect of Resin Bonding on Long-Term Success of High-Strength Ceramics [J]. J Dent Res, 2018, 97(2): 132-139. DOI: 10.1177/0022034517729134.
- [43] Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, et al. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? [J]. Dent Mater, 2011, 27(1): 71-82. DOI: 10.1016/j.dental.2010.10.022.
- [44] 项东,林红. 口腔氧化锆陶瓷粘接预处理方法的研究进展[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(5):348-352. DOI:10.3760/cma.j.cn112144-20191128-00426.
- [45] 李睿,孙迎春,周晖,等. 口腔氧化锆陶瓷的粘接方法[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(3): 478-482. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2015.03.027.

(收稿日期:2021-02-01)

(本文编辑:王嫚)