

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

孙小迪¹, 胡书海²

(1. 大连医科大学附属第二医院 口腔科, 辽宁 大连 116023; 2. 大连医科大学口腔医学院 口腔修复学教研室, 辽宁 大连 116044)

[摘要] 近年来, 口腔陶瓷及类陶瓷材料以其优异的物理、机械性能和美学性能越来越多地应用于牙体缺损的嵌体和高嵌体修复中, 修复成功与否与修复材料的性能密切相关。目前, 应用于嵌体和高嵌体修复的主要修复材料有长石质陶瓷、白榴石增强玻璃陶瓷、二硅酸锂玻璃陶瓷、氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷和树脂基陶瓷复合材料。本文对此类材料的性能及临床应用进行综述, 为临床选择修复材料提供参考。

[关键词] 口腔陶瓷及类陶瓷材料; 嵌体; 高嵌体

[中图分类号] R783.1 **[文献标志码]** A **文章编号:** 1671-7295(2022)03-0269-04

Application of dental ceramic materials and composite ceramic materials in inlay and onlay restoration

SUN Xiaodi¹, HU Shuhai²

(1. Department of Stomatology, the Second Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116023, China; 2. Department of Prosthodontics, Dalian Medical University, Dalian 116044, China)

[Abstract] In recent years, dental ceramic materials and composite ceramic materials are more and more used in inlay and onlay restoration of tooth defects because of their excellent physical, mechanical and aesthetic properties. The success of restoration is closely related to the performance of repair materials. At present, the main restoration materials used in inlay and onlay restorations include feldspar ceramics, leucite-reinforced glass-ceramics, lithium disilicate glass-ceramics, zirconia-reinforced lithium silicate glass-ceramics and resin-based ceramic composites. This article reviews the properties and clinical applications of these materials, and provides a reference for clinical selection of repair materials.

[Keywords] dental ceramic materials and composite ceramic materials; inlay; onlay

随着口腔修复技术和修复材料的不断进步与发展, 牙体缺损的修复方式有了更多选择。嵌体和高嵌体修复是一种可以保存更多患牙牙体组织的微创修复方式, 应用口腔陶瓷及类陶瓷材料制作的嵌体和高嵌体不仅能够恢复患牙原有形态与功能, 同时还可获得更佳的美学效果, 极大满足患者对修复体的美学需求。由于口腔陶瓷及类陶瓷材料发展快, 种类多, 充分了解材料性能及其相关临床研究对于临床上修复材料的选择应用至关重要^[1]。目前, 应用于嵌体和高嵌体修复的口腔陶瓷及类陶瓷修复材料主要有长石质陶瓷、白榴石增强玻璃陶瓷、二硅酸锂玻璃陶瓷、氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷和树脂基陶瓷复合材料, 现对各种材料的性能及临床应用进

展进行综述。

1 长石质陶瓷

传统的口腔陶瓷材料以长石为主, 由大量的长石(KAlSi₃O₈)、石英(SiO₂)和高岭土(Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O)组成。长石质陶瓷是最早用于口腔的陶瓷材料, 可通过氢氟酸、硅烷偶联剂和喷砂等处理增加粘接强度; 其光学性能接近牙体组织, 美观性能较好; 但其机械性能较差, 抗折强度较低, 约为60~70 MPa, 较易折裂^[2]。在后牙高嵌体修复中使用较多的长石质陶瓷材料是 Vita Blocks Mark I 和 Mark II。Otto 等^[3]研究表明, 由 VITA Blocks Mark I 制作的高嵌体具有较好的临床效果, 27 年

的生存率为 87.5%。VITA Blocks Mark II 由 56%~64% SiO₂, 20%~23% Al₂O₃, 6%~9% Na₂O, 6%~8% K₂O 组成,弹性模量 45 GPa,但材料强度不足,上釉后强度仅达 160 MPa,需要预备大量牙体组织以确保修复体强度^[4-5]。有研究表明 VITA Blocks Mark II 制作的高嵌体 2 年成功率为 95.4%^[6]。长石质陶瓷材料目前在临床中尚用于嵌体、高嵌体、贴面及全冠修复,但因其强度较低易折裂,使用范围愈发受限。

2 石榴石增强玻璃陶瓷

IPS Empress 是义获嘉公司 20 世纪 90 年代初推出的第一代石榴石增强热压铸玻璃陶瓷产品,修复体通过失蜡法铸造成型,密度及强度高,具有半透明性,美观,粘结性能好^[7]。该公司于 1998 年推出 IPS Pro CAD,虽然其结构与 IPS Empress 相似,但内部适合性和抗折强度更优^[8]。经过对 IPS Pro CAD 进行改进,2006 年推出 IPS Empress CAD。IPS Empress CAD 由 64.9% SiO₂, 16.25% Al₂O₃, 11.85% K₂O, 5.37% Na₂O, 1.56% CaO 组成;由直径 1~5 μm 的石榴石晶体嵌入玻璃基体;抗折强度达 160 MPa^[4,9]。IPS Empress CAD 抛光性能和美学效果俱佳,更适用于嵌体、高嵌体、贴面和全冠修复。

3 二硅酸锂玻璃陶瓷

IPS Empress II 是义获嘉公司推出的 IPS 系列第二代产品,主要成分是二硅酸锂晶体,虽然二硅酸锂晶体含量约占 70%,但因折射率较低,故具有较佳的半透明性;抗折强度约为 300~400 MPa,是目前强度最高的玻璃陶瓷^[2]。该材料最大优点是光学性能接近天然牙,且生物相容性好。有研究表明由 IPS Empress II 制作的修复体平均生存率为 14 年且临床满意度高^[10]。IPS e. max Press 是义获嘉公司于 2005 年推出的第三代产品,二硅酸锂晶体含量为 70%,弹性模量约为 95 GPa,抗折强度为 400 MPa,与牙釉质透光性接近,且生物相容性好^[11]。IPS e. max Press 比传统玻璃陶瓷强度高,修复体最小厚度仅需 1 mm,短中期临床效果较好^[11]。Neto 等^[12]研究表明 IPS e. max Press 高嵌体修复体内部适合性和边缘适合性好。通过对 IPS Empress II 和 IPS e. max Press 进行改进,IPS e. max CAD 于 2006 年被推出,该产品由 58%~80% SiO₂, 11%~19% Li₂O, 0~13% K₂O, 0~8% ZrO₂, 0~5% Al₂O₃ 组成^[4]。IPS e. max CAD 瓷块为蓝色,热处理后呈

牙齿颜色;弹性模量为(52.8±10.5)GPa,抗折强度为(210.2±14)MPa,且内部适合性较佳;透明度有高半透明(HT)、中等透明(MO)和低半透明(LT)三个层次^[13-14]。一项临床评估结果表明 IPS e. max CAD 修复体 5 年和 7 年生存率均为 100%,随着时间推移颜色匹配度和表面粗糙度出现明显恶化,但各项评价指标均优于 IPS Empress CAD 修复体^[15-16]。一项前瞻性研究表明,IPS e. max CAD 修复的嵌体和高嵌体预期生存率较长(发生 10%失败率分别为 124 年和 30 年)^[17]。IPS e. max CAD 因抗折强度高、边缘适合性好、美学性能佳及椅旁操作便利等优点得到广泛应用。由于自生产以来时间有限,IPS e. max CAD 材料缺乏报告长期生存率的临床文献。

4 氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷

氧化锆增强硅酸锂陶瓷主要成分是二硅酸锂晶体,其中添加二氧化锆填料增加强度^[18]。由于二硅酸锂晶体直径较小,使得氧化锆增强硅酸锂陶瓷比传统的二硅酸锂陶瓷有更好的半透明度^[19]。Vita Suprinity 和 Celtra Duo 是分别由德国 Vita 公司和 Dentsply 公司研发出的氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷。Vita Suprinity 又称“琥珀瓷”,是半结晶瓷块,含有 56%~64% SiO₂、15%~21% Li₂O、8%~12% ZrO₂ 和其他少量氧化物;烧结后抗折强度为 420 MPa,弹性模量约为 70 GPa^[20]。Celtra Duo 是完全结晶瓷块,含有 58%的 SiO₂、二硅酸盐、偏硅酸锂和磷酸盐晶体、10% ZrO₂ 晶体和其他少量氧化物,烧结后抗折强度为 370 MPa^[20]。Celtra Duo 根据修复需要分为:切削-抛光、切削-染色上釉-烧结和切削-抛光-烧结这三种加工方式^[21]。氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷比二硅酸锂玻璃陶瓷具有更好的半透明性和抛光性能,可用于制作嵌体、高嵌体、贴面及单冠^[22]。有研究表明,氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷的可加工性比二硅酸锂玻璃陶瓷差,因此,氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷被定义为“玻璃陶瓷中最难加工的产品”^[23]。迄今为止,氧化锆增强硅酸锂玻璃陶瓷的生物和力学性能尚需进行更深入的研究,以明确其临床适应证和局限性。

5 树脂基陶瓷复合材料

为改善陶瓷材料脆性大、树脂材料不耐磨、颜色稳定性差等问题,研发出兼具陶瓷材料和树脂材料优良性能的新型类陶瓷修复材料,称为树脂基陶瓷复合材料。具有代表性的是 VITA 公司生产的 Vi-

ta Enamic 和 3M 公司生产的 Lava Ultimate。

5.1 Vita Enamic

Vita Enamic(Vita, 德国)又称弹性瓷或聚合物渗透陶瓷,由 86% (m/m)长石质玻璃陶瓷(58%~63% SiO₂, 20%~23% Al₂O₃, 9%~11% Na₂O, 4%~6% K₂O, 0~1% ZrO₂)和 14%树脂聚合物(聚氨酯二甲基丙烯酸(UDMA)和三甘醇二甲基丙烯酸(TEGDMA)组成,强度约为 150~160 MPa,弹性模量近似牙本质约为 30 GPa^[4-5]。该材料采用树脂聚合物取代玻璃相的方法,显著降低材料的硬度和脆性,提高抗折强度和断裂韧性,使材料的硬度、韧性和抗折强度更接近天然牙体组织,目的是模仿天然牙齿的机械性能^[24-25]。当修复体发生缺损时可以直接用复合树脂材料修补。Vita Enamic 具有较高透明度,能与 90%以上的前牙和 80%以上的后牙病例匹配,适用于嵌体、高嵌体、贴面和全冠^[26-27]。有研究表明 Vita Enamic 高嵌体三年成功率达 95.6%,但由于相关临床研究数量有限,仍需今后长期研究观察^[28]。

5.2 Lava Ultimate

Lava Ultimate(3M, 美国)又叫优韧瓷,由 80% (m/m)陶瓷填料(69% SiO₂, 31% ZrO₂)和 20% (m/m)复合树脂基质构成;抗折强度为 204 MPa,弹性模量接近牙本质约为 12.8 GPa,有利于传递合力和缓解应力,不易崩瓷;虽耐磨性较低,但能减少对对颌牙齿的磨耗,降低牙齿折裂风险,有利于保护基牙;有 12 种颜色和 2 种透明度,具有优越的美观性^[5, 29]。该材料仅适用于嵌体、高嵌体和贴面^[27]。但目前关于 Lava Ultimate 修复体的临床研究有限。最近的一项研究显示, Lava Ultimate 高嵌体 1 年临床成功率为 100%,与 IPS e. max CAD 具有相似的生物学特性和美学效果^[30]。另一项研究显示, Lava Ultimate 嵌体 2 年生存率均为 100%,与复合树脂直接修复的临床表现没有显著差异^[31]。一项为期 5 年的随机临床试验显示,高嵌体修复体折裂率为 8.3%,与白榴石增强陶瓷没有显著差异^[32]。虽然 Lava Ultimate 已应用于临床多年,但评估其长期临床效果的研究较少,且修复体磨损以及颜色稳定性欠佳问题仍需解决。

树脂基陶瓷复合材料有很多优势,例如抗折强度高、韧性好、边缘稳定性佳、不易崩瓷、临床就诊次数少;但与玻璃陶瓷相比,其耐磨性及透光度欠佳,长期临床效果有待进一步验证。

6 小结与展望

口腔陶瓷及类陶瓷材料因种类不同而存在性能

差异,长石质陶瓷和白榴石增强玻璃陶瓷美学效果好、二硅酸锂玻璃陶瓷和氧化锆增强玻璃陶瓷机械性能最佳、树脂基陶瓷复合材料弹性模量更接近牙本质且易于修补。因此,在临床上选择嵌体和高嵌体修复材料时,需要根据材料性能并结合临床情况、治疗目的、时间效率、可预测性和经济因素等方面综合考虑,以实现材料优点最大化。另外,研发兼具良好的抗折强度、韧性、美观性能和长期稳定性陶瓷或类陶瓷材料是口腔材料学的一个发展方向。

参考文献:

- [1] Kanat-Ertürk B, Sarıdag S, Köşeler E, et al. Fracture strengths of endocrown restorations fabricated with different preparation depths and CAD/CAM materials[J]. Dent Mater J, 2018, 37(2): 256-265. DOI:10.4012/dmj.2017-035.
- [2] Talibi M, Kaur K, Parmar H. Do You know your ceramics? Part 2: feldspathic ceramics[J]. Br Dent J, 2022, 232(2): 80-83. DOI:10.1038/s41415-022-3874-x.
- [3] Otto T. Up to 27-years clinical long-term results of chairside Cerec 1 CAD/CAM inlays and onlays[J]. Int J Comput Dent, 2017, 20(3): 315-329.
- [4] Sonmez N, Gultekin P, Turp V, et al. Evaluation of five CAD/CAM materials by microstructural characterization and mechanical tests: a comparative in vitro study[J]. BMC Oral Health, 2018, 18(1): 5. DOI:10.1186/s12903-017-0458-2.
- [5] Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials[J]. J Prosthet Dent, 2018, 119(4): 593-599. DOI:10.1016/j.prosdent.2017.06.012.
- [6] Saavedra GSFA, Tribst JPM, Ramos NC, et al. Feldspathic and lithium disilicate onlays with a 2-year follow-up: split-mouth randomized clinical trial[J]. Braz Dent J, 2021, 32(2): 53-63. DOI:10.1590/0103-6440202104080.
- [7] Coelho Santos MJ, Mondelli RF, Lauris JR, et al. Clinical evaluation of ceramic inlays and onlays fabricated with two systems: two-year clinical follow up[J]. Oper Dent, 2004, 29(2): 123-130.
- [8] Keshvad A, Hooshmand T, Asefzadeh F, et al. Marginal gap, internal fit, and fracture load of leucite-reinforced ceramic inlays fabricated by CEREC inLab and hot-pressed techniques[J]. J Prosthodont, 2011, 20(7): 535-540. DOI:10.1111/j.1532-849X.2011.00745.x.
- [9] Hampe R, Theelke B, Lümke N, et al. Fracture toughness analysis of ceramic and resin composite CAD/CAM material[J]. Oper Dent, 2019, 44(4): E190-E201. DOI:10.2341/18-161-L.
- [10] Teichmann M, Göckler F, Rückbeil M, et al. Periodontal outcome and additional clinical quality criteria of lithium-disilicate restorations (Empress 2) after 14

- years[J]. *Clin Oral Investig*, 2019, 23(5): 2153-2164. DOI:10.1007/s00784-018-2649-x.
- [11] Willard A, Gabriel Chu TM. The science and application of IPS e. Max dental ceramic[J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2018, 34(4): 238-242. DOI:10.1016/j.kjms.2018.01.012.
- [12] Neto CF, Santos GC, Santos M. Influence of the fabrication technique on the marginal and internal adaptation of ceramic onlays[J]. *Oper Dent*, 2020, 45(2): 163-172. DOI:10.2341/19-014-L.
- [13] Goujat A, Abouelleil H, Colon P, et al. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials[J]. *J Prosthet Dent*, 2018, 119(3): 384-389. DOI:10.1016/j.prosdent.2017.03.001.
- [14] Kim SJ, Woo JM, Jo CW, et al. Color changes of ceramic veneers following glazing with respect to their composition[J]. *J Adv Prosthodont*, 2019, 11(1): 16-22. DOI:10.4047/jap.2019.11.1.16.
- [15] Guess PC, Strub JR, Steinhart N, et al. All-ceramic partial coverage restorations: midterm results of a 5-year prospective clinical splitmouth study[J]. *J Dent*, 2009, 37(8): 627-637. DOI:10.1016/j.jdent.2009.04.006.
- [16] Guess PC, Selz CF, Steinhart YN, et al. Prospective clinical split-mouth study of pressed and CAD/CAM all-ceramic partial-coverage restorations: 7-year results[J]. *Int J Prosthodont*, 2013, 26(1): 21-25. DOI:10.11607/ijp.3043.
- [17] Belli R, Petschelt A, Hofner B, et al. Fracture rates and lifetime estimations of CAD/CAM all-ceramic restorations[J]. *J Dent Res*, 2016, 95(1): 67-73. DOI:10.1177/0022034515608187.
- [18] Zarone F, Ruggiero G, Leone R, et al. Zirconia-reinforced lithium silicate (ZLS) mechanical and biological properties: a literature review[J]. *J Dent*, 2021, 109: 103661. DOI:10.1016/j.jdent.2021.103661.
- [19] Matzinger M, Hahnel S, Preis V, et al. Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials[J]. *Clin Oral Investig*, 2019, 23(2): 725-737. DOI:10.1007/s00784-018-2473-3.
- [20] Corado HPR, da Silveira PHPM, Ortega VL, et al. Flexural strength of vitreous ceramics based on lithium disilicate and lithium silicate reinforced with zirconia for CAD/CAM[J]. *Int J Biomater*, 2022, 2022: 5896511. DOI:10.1155/2022/5896511.
- [21] Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth[J]. *J Dent Res*, 2018, 97(10): 1082-1091. DOI:10.1177/0022034518779759.
- [22] Ozen F, Demirkol N, Parlar Oz O. Effect of surface finishing treatments on the color stability of CAD/CAM materials[J]. *J Adv Prosthodont*, 2020, 12(3): 150-156. DOI:10.4047/jap.2020.12.3.150.
- [23] Chen XP, Xiang ZX, Song XF, et al. Machinability: Zirconia-reinforced lithium silicate glass ceramic versus lithium disilicate glass ceramic[J]. *J Mech Behav Biomed Mater*, 2020, 101: 103435. DOI:10.1016/j.jmbbm.2019.103435.
- [24] Coldea A, Swain MV, Thiel N. Mechanical properties of polymer-infiltrated-ceramic-network materials [J]. *Dent Mater*, 2013, 29(4): 419-426. DOI:10.1016/j.dental.2013.01.002.
- [25] Albero A, Pascual A, Camps I, et al. Comparative characterization of a novel cad-cam polymer-infiltrated-ceramic-network[J]. *J Clin Exp Dent*, 2015, 7(4): e495-e500. DOI:10.4317/jced.52521.
- [26] Pop-Ciutrita IS, Ducea D, Eugenia Badea M, et al. Shade correspondence, color, and translucency differences between human dentine and a CAD/CAM hybrid ceramic system[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2016, 28(Suppl 1): S46-S55. DOI:10.1111/jerd.12195.
- [27] Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, et al. Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown restorations? [J]. *J Mech Behav Biomed Mater*, 2020, 103: 103592. DOI:10.1016/j.jmbbm.2019.103592.
- [28] Spitznagel FA, Scholz KJ, Strub JR, et al. Polymer-infiltrated ceramic CAD/CAM inlays and partial coverage restorations: 3-year results of a prospective clinical study over 5 years[J]. *Clin Oral Investig*, 2018, 22(5): 1973-1983. DOI:10.1007/s00784-017-2293-x.
- [29] Vervack V, de Coster P, Vandeweghe S. Clinical evaluation of resin composite CAD/CAM restorations placed by undergraduate students [J]. *J Clin Med*, 2021, 10(15): 3269. DOI:10.3390/jcm10153269.
- [30] Souza J, Fuentes MV, Baena E, et al. One-year clinical performance of lithium disilicate versus resin composite CAD/CAM onlays[J]. *Odontology*, 2021, 109(1): 259-270. DOI:10.1007/s10266-020-00539-3.
- [31] Tunac AT, Celik EU, Yasa B. Two-year performance of CAD/CAM fabricated resin composite inlay restorations: a randomized controlled clinical trial[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2019, 31(6): 627-638. DOI:10.1111/jerd.12534.
- [32] Fasbinder DJ, Neiva GF, Heys D, et al. Clinical evaluation of chairside Computer Assisted Design/Computer Assisted Machining nano-ceramic restorations: five-year status[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2020, 32(2): 193-203. DOI:10.1111/jerd.12516.

(收稿日期:2021-03-26;修回日期:2022-03-31)