

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2021.02.011

· 综述 ·

牙本质表面处理对树脂改性玻璃离子水门汀粘接强度的影响

陈爽, 薛欣, 金星爱, 刘英群

哈尔滨医科大学附属第一医院 哈尔滨医科大学口腔医学院儿童口腔科,黑龙江 哈尔滨(150000)

【摘要】 树脂改性玻璃离子水门汀(resin-modified glass ionomer cement, RMGIC)具有良好的物理、化学及生物学特性,适用于乳牙龋、老年根面龋、楔状缺损的治疗。表面处理是改善粘接强度的常用方法,可增进不同成分之间的物理及化学固位。本文主要介绍目前国内外关于不同牙本质表面处理对RMGIC粘接强度影响的研究现状。目前常用的牙本质表面处理为:预处理剂处理、酸蚀处理、激光处理等。预处理剂可通过提高牙本质的表面积和孔隙率来提高RMGIC的粘接强度;使用酸蚀粘接系统处理牙本质后可有效提高RMGIC的粘接强度;使用激光处理牙本质以期获得较高的粘接强度。但树脂粘接剂的使用是否会影响RMGIC中的氟离子向深部牙本质的释放从而影响修复效果需要更深入的研究。

【关键词】 牙本质; 表面处理; 预处理剂处理; 酸蚀处理; 激光处理; 玷污层; 树脂改性玻璃离子水门汀; 粘接强度

【中图分类号】 R783 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2021)02-0130-05

开放科学(资源服务)标识码(OSID)

【引用著录格式】 陈爽,薛欣,金星爱,等.牙本质表面处理对树脂改性玻璃离子水门汀粘接强度的影响[J].口腔疾病防治,2021,29(2):130-134. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2021.02.011.

Effect of dentin surface treatments on the bond strength of resin-modified glass ionomer cement CHEN Shuang, XUE Xin, JIN Xing'ai, LIU Yingqun. The First Affiliated Hospital of Harbin medical university, Department of Pediatrics, the College of Stomatology, Harbin Medical University, Harbin 150000, China

Corresponding author: LIU Yingqun, Email: lyq3311@126.com, Tel: 86-13936143311

【Abstract】 Resin-modified glass ionomer cement (RMGIC) has good physical, chemical and biological properties and is suitable for the treatment of deciduous caries, aged root surface caries and wedge-shaped defects. Surface treatment is a common method to improve bonding strength, which can improve physical and chemical retention between different components. This paper mainly introduces the current research status of the influence of different dentin surface treatment methods on the bonding strength of RMGIC. At present, the common dentin surface treatment methods are pretreatment, acid etching, laser treatment, etc. The pretreatment agent can improve the bond strength of RMGIC by increasing the surface area and porosity of dentin. The bond strength of RMGIC could be effectively improved after the dentin was treated by an acid-etching bonding system. The dentin was treated with a laser to obtain a higher bonding strength. However, whether the use of resin adhesives will affect the release of fluoride ions in RMGIC into the deep dentin and thus affect the repair effect also needs further research.

【Key words】 dentin; surface treatment; pretreatment agent treatment; acid treatment; laser processing; tainted layer; resin modified glass ionomer cement; bond strength

【收稿日期】 2020-05-01; **【修回日期】** 2020-08-22

【基金项目】 黑龙江省自然科学基金面上项目(H2016037)

【作者简介】 陈爽,硕士研究生在读,Email: 2836022808@qq.com

【通信作者】 刘英群,教授,博士,Email: lyq3311@126.com, Tel: 86-13936143311

J Prev Treat Stomatol Dis, 2021, 29(2): 130-134.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from Natural Science Foundation of Heilongjiang Province of China (No. H2016037).

龋齿是危害人类健康的常见疾病,特别是乳牙龋,若不及时治疗会影响患儿的咀嚼及言语功能、心理健康甚至儿童和家庭的生活质量^[1]。龋齿治疗的常用方法为充填治疗,目前常用的充填材料为复合树脂和玻璃离子聚合物类修复材料。Somani等^[2]研究表明树脂改性玻璃离子水门汀(resin-modified glass ionomer cement, RMGIC)与牙本质的粘接强度高于玻璃离子水门汀(glass ionomer cement, GIC);Shimazu等^[3]研究发现与复合树脂相比GIC和RMCIC更适合预防V类洞修复后的继发龋的发生。体外研究表明,与GIC相比RMGIC修复V类洞具有较少的微渗漏^[4]。因此,RMGIC是具有潜在价值的临床修复材料。

GIC的优点包括:释放氟离子;良好的生物相容性;与牙本质的化学粘附性;与牙齿结构相似的热膨胀系数等。但GIC凝结时间长、湿敏感性、强度差等问题会影响其修复效果^[5]。RMGIC通过在传统的玻璃离子聚合物中加入甲基丙烯酸2-羟乙酯、甲基苯烯酸羟乙酯(2-hydroxyethyl methacrylate, HEMA)以及引发剂(樟脑醌),并经过中和(酸碱反应)和加成聚合两个过程组合而成^[6],这使其物理性能及操作特性得到了很大的提高。

1 RMGIC

1.1 RMGIC的性能

RMGIC既保留了GIC的性能和优点,同时也利用光聚合作用缩短了初始固化时间并改善了GIC的处理性能、耐磨性和断裂韧性。此外RMGIC拥有比复合树脂更低的湿敏感性^[7],可选择多种颜色,保证了临床美观性的要求。

1.2 RMGIC与牙本质的粘接机制

RMGIC与牙齿结构的粘接机制尚未完全明确,研究者认为RMGIC可能通过化学键合和微机械嵌合双重机制实现与牙本质的结合。Yoshida等^[8]研究发现水门汀中聚烯酸链的羧基取代了牙本质和牙釉质基质中的磷酸根离子,并与羟基磷灰石中的钙离子形成了离子键,这为RMGIC与牙齿结构的化学键合提供了依据。

2 牙本质表面处理的目的及意义

在RMGIC修复之前是否进行表面处理是有争议的,部分学者认为RMGIC中含有的HEMA本身就是胶粘剂,因此无需进行表面处理,而有些学者认为虽然HEMA具有很强的亲水性,但仅占RMGIC含量的5%。Imbery等^[9]认为RMGIC与牙本质通过微机械嵌合作用而形成的混合层可能是粘接强度的主要来源,而化学结合可能在提供边缘完整性,粘接耐久性和延长修复体的寿命方面起着重要作用。但在不使用牙本质表面处理剂处理的情况下,微机械嵌合仅限于牙本质表面的固有粗糙度和RMGIC的自酸蚀特性产生的孔隙^[10]。

机械制备后牙本质表面会形成由破碎的羟基磷灰石、变性的胶原纤维、唾液和细菌等组成的玷污层,玷污层会阻塞牙本质小管,从而影响粘接效果^[11]。预处理剂处理牙本质可使牙本质表面脱矿,胶原纤维暴露^[12],为了保证最佳粘接效果,脱矿牙本质必须保持湿润,以防止胶原纤维塌陷;同时牙本质不能太湿,因为过多的水分会阻止胶原纤维与树脂单体充分浸润^[13]。此外应使牙本质适当脱矿,如果牙本质过度脱矿树脂单体将无法完全渗透,当脱矿牙本质层没有树脂渗入时就会成为粘接界面的薄弱区域^[14]。牙本质表面处理的目的是希望能够去除玷污层或使玷污层改性,改善牙本质的湿润性,使牙本质适度脱矿,从而增强牙科材料与牙本质间的粘接强度。

3 牙本质表面处理方法的分类

目前牙本质表面处理方法主要为牙本质预处理剂处理、酸蚀处理、激光处理等。

3.1 预处理剂处理

目前常用的牙本质预处理剂包括:Cavity Conditioner(GC, Tokyo, Japan)、钙螯合剂、Self Conditioner(GC, Tokyo, Japan)等。

3.1.1 Cavity Conditioner Cavity Conditioner主要成分为20%聚丙烯酸(Polyacrylic acid, PAA)和3%氯化铝。PAA作为一种基质调节剂已被广泛应用于改善RMGIC对牙齿结构的粘附性。将氯化铝加入

到预处理剂中可使牙本质胶原蛋白基质在脱矿过程中稳定。Saad等^[15]研究发现经Cavity Conditioner预处理后RMGIC的粘接强度有所提高,原因可能是:①牙本质经PAA处理后可在扫描电子显微镜下观察到暴露的胶原网和牙本质小管,增加了牙本质的表面积和微孔率,为RMGIC和牙本质粘接提供了更好的机械固位^[14];②羟基磷灰石中裸露的钙离子与PAA的羧基发生化学键合;③RMGIC中的树脂可渗入到脱矿牙本质中从而形成混合层^[15]。然而,Imbery等^[9]研究表明Cavity Conditioner并未提高两者间的粘接强度。研究结果的不同可能是由于粘接强度的测试方法(拉伸强度测试或剪切强度测试)、研究对象(牛牙或人牙)不同。

3.1.2 钙螯合剂 钙螯合剂可修饰玷污层而不会使牙本质过度脱矿,最常用的钙螯合剂为乙二胺四乙酸(ethylene diamine tetraacetic acid, EDTA),在中性pH值下能够螯合二价阳离子。研究显示EDTA预处理牙本质可增加RMGIC与牙本质间的粘接强度^[14]。EDTA是具有4个羧酸基团的温和螯合剂,可螯合钙离子并选择性去除羟基磷灰石而不会深入牙本质小管。EDTA的这一性质可使牙本质部分脱矿,增加牙本质的表面积和孔隙率,从而有利于充填材料的机械固位。EDTA能够保持胶原蛋白基质的结构而不会使胶原蛋白变性,有利于树脂单体的渗入^[16]。

3.1.3 Self Conditioner Self Conditioner中含有4-甲基丙烯酰氧基偏苯三酸酐(4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride, 4-META)和HEMA。4-META是一种可以与牙本质中的羟基磷灰石发生化学反应的功能性单体^[17]。大量研究表明Self Conditioner能够显著提高RMGIC的粘接强度^[15]。粘接强度的提高可归因于以下几个方面:①Self Conditioner可提高牙本质的湿润性,从而提高单体渗透到亲水性牙本质基质中的能力;②处理剂中包含不饱和碳-碳键,聚合时可能与RMGIC的树脂成分直接共价键合;③Self Conditioner的pH为1.8,可以比较彻底地去除玷污层,使RMGIC基质渗透到牙本质的表层,形成RMGIC-牙本质互相扩散区^[9]。研究表明Self Conditioner比Cavity Conditioner、EDTA更能有效提高RMGIC与牙本质的粘接强度^[15]。Cavity Conditioner在提高RMGIC的粘接强度方面存在争议,此外Cavity Conditioner、EDTA临床操作时间长。因此Self Conditioner或许可作为充填RMGIC前预处理牙本质的首选。

3.2 酸蚀处理

与树脂材料类似,RMGIC在凝固过程中约有3%的体积收缩,虽然这种内在应力可通过后来的吸水膨胀作用来缓解,但RMGIC初始的聚合收缩可能会导致牙齿充填界面处的粘接失效,从而影响修复体的寿命。因此为了增强RMGIC与牙本质间的粘接强度并防止界面处的即刻分离,有学者提出可通过首先用树脂粘接剂处理牙本质。根据粘接机制和组成成分不同可将树脂粘接剂分为酸蚀-冲洗粘接剂和自酸蚀粘接剂。

3.2.1 酸蚀-冲洗粘接剂 酸蚀-冲洗粘接剂按照操作步骤可分为三步酸蚀-冲洗粘接剂(包括酸蚀、底漆和粘接剂)和两步酸蚀-冲洗粘接剂(将底漆和粘接剂结合在一起)。酸蚀剂通常是32%~37%磷酸,可使牙釉质和牙本质脱矿,低的pH值还可杀死许多残留的细菌;底漆通常是水和富含HEMA的溶液,可确保胶原蛋白纤维网完全膨胀并润湿胶原蛋白;粘接剂可与疏水性树脂聚合。Al-Khureif等^[18]研究表明酸蚀-冲洗粘接剂可明显提高RMGIC与牙本质间的粘接强度。粘接强度的提高可能是由于在牙本质上形成的微机械固位力增强了表面能,从而间接地促进了RMGIC的渗透及离子交换。

3.2.2 自酸蚀粘接剂 自酸蚀粘接技术已发展成为能够简化临床操作程序的复杂配方。与酸蚀-冲洗粘接系统相比,自酸蚀粘接技术能够最大程度地减少在酸蚀-冲洗和干燥过程中血液和唾液对牙本质的再污染,减低技术敏感性,降低术后敏感性^[19]。Besnault等^[20]报道自酸蚀粘接剂的应用提高了RMGIC与牙本质间的粘接强度,该强度增加范围为50%~130%,取决于粘接剂类型。粘接强度的提高可归于以下几个方面:①RMGIC和自酸蚀粘接剂中都含有不饱和碳-碳键,可在聚合过程中直接建立共价键;②RMGIC和自酸蚀粘接剂中水的存在使它们变得兼容,在自酸蚀粘接剂中水的存在是形成酸性的必要条件,并且可增加牙本质的湿润性,从而促进RMGIC在经自酸蚀粘接剂处理过的牙本质中的渗透^[20]。

研究发现与预处理剂(Cavity Conditioner、Self Conditioner、EDTA)相比,自酸蚀粘接剂更能有效提高粘接强度^[9]。因此学者建议在填充RMGIC之前使用某些自酸蚀粘接剂对牙本质进行预处理,以替代传统的牙本质预处理剂。然而树脂粘接剂的使用是否会影响RMGIC释放氟离子从而影响

RMGIC的修复效果有待进一步研究。

3.3 激光处理

近年来,激光照射等新技术在制备和调理牙体硬组织中的应用越来越广泛,Er、Cr:YSGG laser (ECL)是由珥铬铷钽石榴石晶体释放出的中红外激光^[21],是一种切割和调理牙体硬组织的有效激光。ECL的工作原理为使组织中的水分和有机成分汽化,在汽化过程中组织内的压力不断增加,直到在达到熔点之前无机物发生爆炸式破坏。经激光照射后牙本质表面粗糙、牙本质小管开放并且缺少玷污层^[22],这种牙本质表面形态有利于粘接。

Alkudhairy等^[23]研究表明ECL处理牙本质可显著提高RMGIC的粘接强度。粘接强度的提高可归因于:①ECL照射使牙本质热机械消融并使水和有机成分蒸发,使牙本质表面呈鳞片状而有利于粘接;②管间牙本质中含量较低的矿物质被消融,使牙本质小管突出并呈袖状,从而改善了粘接效果^[23];③ECL能增加牙本质表面能并去除玷污层,使牙本质表面结构稳定,从而有利于树脂单体的渗入^[24]。但有研究表明通过ECL调节牙本质并不会提高RMGIC与牙本质间的粘接强度,透射式电子显微镜显示ECL处理后的牙本质表层没有胶原纤维暴露,且基底部的胶原纤维融合在一起没有纤维空隙,缺乏纤维空隙的融合层限制了树脂单体的渗入,从而导致较低的粘接强度^[25]。研究结果的不同可能是由于牙本质标本(牛与人)、激光参数(功率和频率)、激光照射的持续时间和照射距离不同。选择合适的激光参数至关重要,既要防止牙齿结构发生不良变化,也要避免对修复材料与牙齿表面的粘接强度产生负面影响。

4 小结

虽然RMGIC能够通过释放氟离子而减少继发龋的发生,但继发龋仍然是其修复失败的主要原因。近年来有学者将甲基丙烯酰氧乙基磷酸胆碱和季铵盐类单体添加到牙本质粘接剂中,使其具有较强的抗菌和抗蛋白附着功能,研究者认为具有抗蛋白附着功能的牙本质粘接剂可有效地限制菌斑的形成,从而减少继发龋的发生。因此,这种改性的牙本质粘接剂作为一种牙本质表面处理方法具有广泛的研究前景。

[Author contributions] Chen S collected the references, and wrote the article. Xue X, Jin XA, Liu YQ revised the article. All authors

read and approved the final manuscript as submitted.

参考文献

- [1] Mathur VP, Dhillon JK. Dental caries: a disease which needs attention[J]. Indian J Pediatr, 2017, 85(3): 202-206. doi: 10.1007/s12098-017-2381-6.
- [2] Somani R, Jaidka S, Singh DJ, et al. Comparative evaluation of shear bond strength of various glass ionomer cements to dentin of primary teeth: an *in vitro* study[J]. Int J Clin Pediatr Dent. 2016, 9(3):192-196. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1362.
- [3] Shimazu K, Karibe H, Oguchi R, et al. Influence of artificial saliva contamination on adhesion in class V restorations[J]. Dent Mater J, 2020, 39(3): 429-434. doi: 10.4012/dmj.2019-032.
- [4] Bollu IRP, Hari A, Thumu J, et al. Comparative evaluation of microleakage between nano - ionomer, giomer and resin modified glass ionomer cement in class V cavities-CLSM study[J]. J Clin Diagn Res, 2016, 10(5): ZC66 - ZC70. doi: 10.7860/JCDR/2016/18730.7798.
- [5] Almuhaiza M. Glass - ionomer cements in restorative dentistry: a critical appraisal [J]. J Contemp Dent Pract, 2016,17(4): 331-336. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1850.
- [6] Sidhu SK, Nicholson JW. A Review of glass-ionomer cements for clinical dentistry [J]. J Funct Biomater, 2016, 7(3): 1 - 15. doi:10.3390/jfb7030016.
- [7] Dermata A, Papageorgious SW, Fragkou S, et al. Comparison of resin modified glass ionomer cement and composite resin in class II primary molar restorations: a 2-year parallel randomised clinical trial[J]. Eur Arch Paediatr Dent, 2018, 19 (6): 393-401. doi: 10.1007/s40368-018-0371-7.
- [8] Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces[J]. J Dent Res, 2000, 79(2): 709-714. doi: 10.1177/0022034500 0790020301.
- [9] Imbery TA, Namboodiri A, Duncan A, et al. Evaluating dentin surface treatments for resin-modified glass ionomer restorative materials[J]. OperDent, 2013, 38(4): 428-38. doi:10.2341/12-162-L.
- [10] Coutinho E, Yoshida Y, Inoue S, et al. Gel phase formation at resin-modified glass-ionomer/ tooth interfaces[J]. J Dent Res, 2007, 86(7): 656-661. doi: 10.1177/154405910708600714.
- [11] Rai N, Naik R, Gupta R, et al. Evaluating the effect of different conditioning agents on the shear bond strength of resin-modified glass ionomers[J]. ContempClin Dent, 2017, 8(4): 604 - 612. doi: 10.4103/ccd.ccd_631_17.
- [12] Kong K, Hiraishi N, Nassar M, et al. Effect of phytic acid etchant on resin-dentin bonding: monomer penetration and stability of dentin collagen[J]. J Prosthodont Res, 2017, 61(3): 251 - 258. doi: 10.1016/j.jpor.2016.10.001.
- [13] Zecin -Deren A, Sokolowski J, Szczesio-Wlodarczyk A, et al. Multi-layer application of self-etch and universal adhesives and the effect on dentin bond strength[J]. Molecules, 2019, 24(2): 1-14. doi: 10.3390/molecules24020345.
- [14] Sauro S, Watson T, Moscardó, et al. The effect of dentine pre-treatment using bioglass and/or polyacrylic acid on the interfacial char-

- acteristics of resin - modified glass ionomer cements[J]. J Dent, 2018, 73: 32-39. doi: 10.1016/j.jdent.
- [15] Saad A, Inoue G, Nikaido T, et al. Microtensile bond strength of resin-modified glass ionomer cement to sound and artificial caries-affected root dentin with different conditioning[J]. Oper Dent, 2017, 42(6): 626-635. doi: 10.2341/16-375-L.
- [16] Saad A, Inoue G, Nikaido TE, et al. Effect of dentin contamination with two hemostatic agents on bond strength of resin - modified glass ionomer cement with different conditioning[J]. Dent Mater J, 2019, 38(2): 257-263. doi: 10.4012/dmj.2018-059.
- [17] Wang J, Song W, Zhu L, et al. A comparative study of the microtensile bond strength and microstructural differences between sclerotic and normal dentine after surface pretreatment[J]. BMC Oral Health, 2019, 19(1)216-225. doi: 10.1186/s12903-019-0899-x.
- [18] Al-Khureif AA, Mohamed BA, Al-Shehri, et al. Bond assessment of resin modified glass ionomer cement to dentin conditioned with photosensitizers, laser and conventional regimes [J]. Photodiagnosis Photodyn Ther, 2020: 1-12. doi: 10.1016/j.pdpdt.2020.101795.
- [19] Sauro S, Makeeva I, Faus-Matoses V, et al. Effects of ions-releasing restorative materials on the dentine bonding longevity of modern universal adhesives after load-cycle and prolonged artificial saliva aging[J]. Materials, 2019, 12(5): 1-14. doi: 10.3390/ma12050722.
- [20] Besnault C, Attal JP, Ruse D. Self-etching adhesives improve the shear bond strength of a resin-modified glass-ionomer cement to dentine[J]. J Adhes Dent, 2004, 6(1): 55-59. doi: 10.1016/S0021-7697(04)95595-0.
- [21] 梁韵, 陈柯. Er, Cr: YSGG激光对乳牙硬组织粘接性能影响的研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2017, 25(3): 196-199. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2017.03.012.
- Liang Y, Chen K. Research progress on the bonding strength of primary teeth after Er, Cr: YSGG laser irradiation[J]. J Prev Treat Stomatol Dis, 2017, 25(3): 196-199. doi: 10.12016/j.issn. 2096-1456.2017.03.012.
- [22] Masoumeh M, Faezeh FA, Fatemeh J, et al. Evaluation of Er, Cr: YSGG laser effect on microshear bond strength of a self-adhesive flowable composite in the dentin of permanent molar: an *in vitro* study[J]. Scientifica, 2016, 2016: 1-5. doi: 10.1155/2016/4856285.
- [23] Alkhudhairy F, Naseem M, Ahmad ZH, et al. Influence of photobiomodulation with an Er, Cr: YSGG laser on dentin adhesion bonded with bioactive and resin-modified glass ionomer cement[J]. J Appl Biomater Function Mater, 2019, 17(4): 1-8. doi: 10.1177/2280800019880691.
- [24] Alkhudhairy F, Vohra F, Naseem M. Influence of Er, Cr: YSGG laser dentin conditioning on the bond strength of bioactive and conventional bulk-fill dental restorative material[J]. Photobiomodul Photomed Laser Surg, 2020, 38(1): 30-35. doi: 10.1089/photob.2019.4661.
- [25] Jordehi AY, Ghasemi A, Zadeh MM, et al. Evaluation of microtensile bond strength of glass ionomer cements to dentin after conditioning with the Er, Cr: YSGG laser[J]. Photomed Laser Surg 2007, 25(5): 402-406. doi: 10.1089/pho.2006.2074.

(编辑 罗燕鸿)



官网



公众号