

· 基础研究 ·

大块树脂与常规树脂整体和分层充填后牙Ⅱ类洞边缘微渗漏及固化程度的比较

高欣^{1,2,3}, 张元¹, 平逸帆^{1,2}, 王娟^{1,2}, 徐海^{1,2}, 张光东^{1,2*}¹南京医科大学口腔疾病研究江苏省重点实验室, 江苏 南京 210029; ²南京医科大学附属口腔医院综合诊疗科, 江苏 南京 210029; ³镇江市口腔医院牙体牙髓科, 江苏 镇江 212001

[摘要] 目的:比较SonicFill大块充填树脂与常规树脂Neofil分层和整体充填后牙窝洞的边缘密合性和固化程度。方法:将40颗离体磨牙近远中分别制备复面洞,冲洗,酸蚀釉质,涂自酸蚀粘结剂,光照20 s后,将离体牙随机分为A、B组($n=20$),A组一侧窝洞(A1)以大块充填树脂分层充填,每层2 mm;另一侧(A2)以常规充填树脂Neofil分层充填,每层2 mm;B组一侧窝洞(B1)以大块充填树脂整体充填4 mm;另一侧(B2)以常规树脂Neofil整体充填4 mm。维氏硬度仪测定充填材料的显微硬度。样本在2%亚甲基蓝中37 ℃水浴染色24 h,低速切片机将牙齿按近远中向沿片切,在体视显微镜下观察龈壁染料渗漏情况。结果:维氏硬度均值和维氏硬度比组间比较差异均有统计学意义($P < 0.05$),从大到小依次为 $B1 > A1 > A2 > B2$ 。A2、B2组的边缘微渗漏高于A1、B1组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论:与常规树脂Neofil比较,SonicFill大块树脂充填材料在整体和分层充填的应用中均可获得更好的边缘密合性和固化硬度。

[关键词] 微渗漏;硬度;SonicFill树脂;窝洞充填**[中图分类号]** R783.1**[文献标志码]** A**[文章编号]** 1007-4368(2020)10-1460-05**doi:** 10.7655/NYDXBNS20201011

Comparison of microleakage and hardness of class II cavities between bulk filling resin and traditional composite resin after overall and layered filling

GAO Xin^{1,2,3}, ZHANG Yuan¹, PING Yifan^{1,2}, WANG Juan^{1,2}, XU Hai^{1,2}, ZHANG Guangdong^{1,2*}¹Jiangsu Key Laboratory of Oral Disease, Nanjing Medical University, Nanjing 210029; ²Department of General Dentistry, the Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029; ³Department of Endodontics, Stomatology Hospital of Zhenjiang, Zhenjiang 212001, China

[Abstract] **Objective:** To compare the marginal microleakage and hardness between the SonicFill bulk filling resin and the conventional resin, layer and holistic filling in the cavity of the tooth fossa. **Methods:** Class II cavities were respectively prepared on mesial and distal surfaces of forty molars, rinsing and etching enamel, coated with acid etching binger, and illuminated for 20 seconds. The teeth were randomly divided into two groups, in group A, the cavity on one side was filled with SonicFill bulk filling resin, each layer of 2 mm(A1); the cavity on the other side was filled wity Neofil filling resin, each layer of 2 mm(A2); in group B, the cavity on one side was filled by SonicFill bulk filling resin integrally(B1), the cavity on the other side was filled by Neofil filling resin integrally(B2). The Vickers microhardness of the filling materials was detected. Samples were immersed in a 2% methylene blue solution at 37 ℃ for 24 hours, and cut along axis twice, the thickness of slice was about 1 mm, dye leakage was observed under a stereo microscope. **Results:** There were statistically significant differences in the Vickers hardness and their ratio among different groups, the order was as follow: $B1 > A1 > A2 > B2$. The marginal microleakages of group A2 and B2 were significantly higher than those of A1 and B1 group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** Compared with Neofil resin, the overall and layered filling of SonicFill bulk resin filling materials have better edge tightness and hardness.

[Key words] microleakage; hardness; SonicFill resin; cavity filling

[J Nanjing Med Univ, 2020, 40(10): 1460-1464]

[基金项目] 江苏省自然科学基金(BK20191347);南京市科技计划项目(201803045)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: egd_zhang@njmu.edu.cn

由于光固化复合树脂具有美观、环保、粘结性强等特点,是目前临床上最常用的充填修复材料。但是复合树脂在光固化时会发生聚合收缩,影响治疗效果。研究表明,使用分层固化技术可以降低牙齿和树脂结合界面处的收缩应力,减少光固化复合树脂的边缘微渗漏^[1-2]。使用每层厚度不超2 mm的分层充填方式,可以保证光线的穿透和固化转化率,提高临床治疗效果,但是分层充填的操作比较繁琐、耗时。近年来,大块树脂因其操作简便,受到临床医生的欢迎。SonicFill作为一种声动大块树脂,也日益受到研究者们的关注。但是关于其充填性能及固化硬度的研究还很少。因此,本实验通过染料渗入法^[3]和显微硬度法,比较SonicFill大块充填树脂与常规树脂Neofil分层和整体充填窝洞后的边缘密合性和硬度,为其临床应用提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

SonicFill树脂、SonicFill充填手机、Neofil树脂、自酸蚀粘结剂Optibond All-In-One(Kerr公司,美国),Gluma酸蚀剂(Heraeus公司,德国),Isomet低速切割机(Buehler公司,美国),体视显微镜(SMZ1000,Nikon公司,日本),半自动显微硬度计(HXS-1000TAC,上海昊微光电科技有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 离体牙的收集和处理

选择南京医科大学附属口腔医院2017年5—9月口腔颌面外科因晚期牙周炎拔除的新鲜无缺损、无龋坏、无裂纹、根尖发育完全的恒磨牙40颗,刮除牙体表面软组织、菌斑、结石后,置入常温0.9%生理盐水备用,1个月内用于实验。本研究经医院伦理委员会批准,所有提供样本的患者均知情同意。

1.2.2 洞型的制备及充填

将40颗离体磨牙近远中分别制备1个颊舌向径4 mm,冠根高度4 mm,龈壁宽4 mm的标准窝洞。将离体牙随机分为A、B两组,每组各20颗牙,A组一侧窝洞(A1, $n=20$)采用SonicFill超声流动树脂分层充填,每层2 mm,另一侧窝洞(A2, $n=20$)采用Neofil树脂分层充填,每层2 mm;B组一侧窝洞(B1, $n=20$)采用SonicFill超声流动树脂整体4 mm充填,另一侧窝洞(B2, $n=20$)采用Neofil树脂整体4 mm充填。具体充填操作步骤如下:备洞后窝洞酒精棉球消毒,酸蚀牙釉质和牙本质,冲洗,吹干,涂Optibond All-In-One自酸蚀粘结剂,轻吹至均匀,光照

20 s,按分组要求进行树脂充填,固化光源方向平行于牙体长轴,光照40 s,充填结束后即刻打磨抛光,所有样本根尖孔用树脂封闭,用硬石膏包埋完成。以上步骤均由同一名操作者完成。

1.2.3 显微硬度测定

将所有的样本置于维氏硬度仪下进行硬度测定。沿充填材料的长轴在顶部和距离顶部0、1、2、3、4 mm处分别测试维氏硬度,施加载荷300 N,停留时间15 s,在同一距离随机选取3个位点测试取平均值。对于每个样品,将每个表面5个硬度值的平均值作为单次值。计算样品的平均维氏硬度值和硬度比,硬度比=底面的维氏硬度值/顶面最大维氏硬度值 $\times 100\%$ ^[4]。

1.2.4 边缘微渗漏测定

对样本进行5℃和55℃的冷热循环水浴各30 s,总共循环500次。所有样本修复体边缘1 mm外涂指甲油封闭,再放入2%亚甲基蓝中37℃水浴染色24 h,流水冲洗干净,去除指甲油。用低速切片机将牙齿接近远中向沿长轴连续片切,牙片厚度约1 mm,去除缺损不能用于观察的切面,A1、A2、B1、B2组分别获得有效样本切面48、42、35、52个。在体视显微镜下观察龈壁染料渗漏深度,0级:无染料渗漏;1级:染料渗漏仅限于牙釉质;2级:染料渗漏超过釉牙本质界,但不超过龈壁总长度的2/3;3级:染料渗漏超过龈壁总长度的2/3,但未及髓壁;4级:染料渗漏累及髓壁。

1.3 统计学方法

使用SPSS19.0软件对数据进行统计分析,连续变量采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用Dunnett-T3检验。分类变量采用频数、百分率描述,采用秩和检验对等级资料进行组间比较。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 树脂充填后牙的显微硬度

不同固化深度下的显微硬度见图1。各组随固化深度的增加,维氏硬度不断发生变化。其中,SonicFill大块树脂在分层和整体充填时的维氏硬度较为稳定,而Neofil常规树脂4 mm一次性充填时,维氏硬度差异较大。对A1、A2、B1、B2组的维氏硬度进行两两比较,结果显示SonicFill大块树脂无论整体充填还是分层充填时的硬度均高于Neofil常规树脂,差异有统计学意义($P < 0.05$,表1)。各组硬度

比的比较结果显示,组间差异有统计学意义($P < 0.05$,表1)。

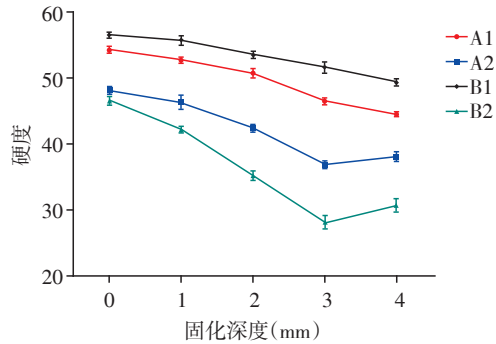


图1 各组不同固化深度下的显微硬度

Figure 1 Micro-hardness of different curing depth in each group

2.2 体视显微镜观察边缘微渗漏

各组样本在体视显微镜下的边缘微渗漏情况见图2、表2。树脂类型和厚度的秩和检验结果显示:SonicFill树脂与 Neofil树脂在 2 mm 和 4 mm 充填

表1 各组硬度的比较

Table 1 Comparison of hardness in each group

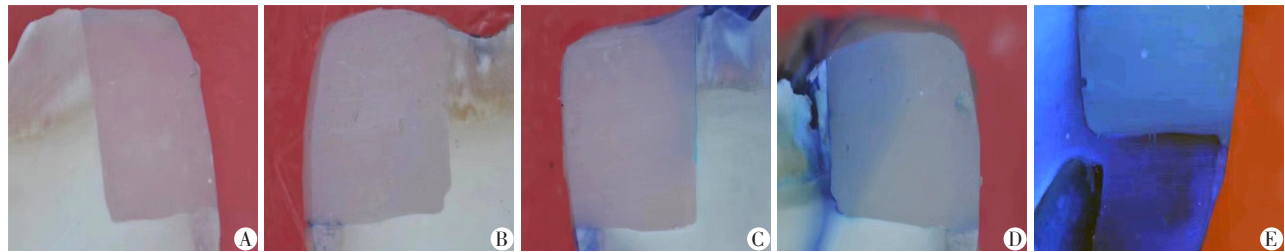
组别	硬度	硬度比(%)
A1(n=20)	49.84 ± 3.82*	82.58 ± 0.53*
A2(n=20)	42.43 ± 4.56	79.18 ± 0.58
B1(n=20)	53.44 ± 2.75#	87.32 ± 0.76#
B2(n=20)	36.62 ± 7.12	65.88 ± 1.94
F值	60.669	342.139
P值	< 0.001	< 0.001

与A2组比较,* $P < 0.05$;与B2组比较,# $P < 0.05$ 。

厚度时,Neofil树脂的渗出等级均高于SonicFill树脂,差异有统计学意义($P < 0.05$),即和常规树脂Neofil相比,SonicFill树脂无论在大块整体充填还是分层充填均具有较好的边缘密合性(表3)。在本实验中,SonicFill树脂2 mm 充填时,渗漏程度高于4 mm 充填($P < 0.05$),而不同厚度的Neofil树脂充填边缘微渗漏的程度并无显著差异($P > 0.05$,表4)。

3 讨论

目前大块充填树脂系统众多,SonicFill 声动树



A:0级,无微渗漏;B:1级微渗漏;C:2级微渗漏;D:3级微渗漏;E:4级微渗漏。

图2 染料渗透法微渗漏测定结果

Figure 2 Results of microleakage by use of dye penetration

表2 4组样本在体视显微镜下不同程度的染料渗漏等级分布结果

Table 2 Results of dye leakage in 4 groups of samples under stereomicroscope [n(%)]

组别	样本量(n)	0级	1级	2级	3级	4级
A1	48	11(22.92)	15(31.25)	22(45.83)	0(0)	0(0)
A2	42	0(0)	1(2.38)	6(14.29)	6(14.29)	29(69.05)
B1	35	14(40.00)	13(37.14)	8(22.86)	0(0)	0(0)
B2	52	3(5.77)	4(7.69)	3(5.77)	4(7.69)	38(73.08)

表3 不同树脂类型的秩和检验结果

Table 3 Results of rank sum test for different resin types

厚度	树脂类型	样本量(n)	渗透分级			
			秩均值	秩和	Z值	P值
4 mm	SonicFill 树脂	35	22.40	784.00	-6.899	< 0.001
	Neofil 树脂	52	58.54	3 044.00		
2 mm	SonicFill 树脂	48	26.49	1 271.50	-7.658	< 0.001
	Neofil 树脂	42	67.23	2 823.50		

表4 不同充填厚度的秩和检验结果
Table 4 Results of rank sum test for different filling thickness

树脂类型	厚度	样本量(n)	渗透分级			
			秩均值	秩和	Z值	P值
SonicFill 树脂	4 mm	35	35.53	1 243.50	-2.217	0.027
	2 mm	48	46.72	2 242.50		
Neofil 树脂	4 mm	52	47.63	2 477.00	-0.067	0.947
	2 mm	42	47.33	1 988.00		

脂系统是一种由声波激活、一步完成的大块充填树脂。它能够充填深达5 mm的洞型,操作效率高,减少椅旁时间。除此之外,SonicFill树脂相对于常规树脂而言还具有良好的物理、机械性能,抗压缩和抗弯曲强度,极佳的光泽度和耐磨性等^[5]。树脂的性能是修复成功与否的关键因素之一。

树脂材料的临床疗效一直用边缘微渗漏指标来评价^[6]。微渗漏是指牙体与充填材料界面间有缝隙存在,是复合树脂充填最常见的并发症之一^[7]。微渗漏的发生与很多因素相关,其中树脂本身性质是影响微渗漏的因素之一。目前已有研究证实,树脂中所含的无机填料含量越高,所占的体积越大,有机基质所占的含量越少时,会产生更低的收缩压力,微渗漏的发生率也会相应减少。本研究结果显示,SonicFill树脂在整体和分层充填时的微渗漏都小于常规树脂Neofil。这和吕雨菲等^[8]在体外研究中证实的SonicFill树脂的微渗漏小于普通树脂的结果相符。Orlowski等^[9]在体外比较了4种不同的大块树脂材料,结果显示SonicFill树脂的边缘封闭性更好。其原因一方面可能是SonicFill树脂具有的无机填料比高达84%,使之不会出现普通树脂的高收缩,另一方面可能与SonicFill树脂既具有较好的流动性又具有黏性可变的特点有关。有研究表明使用可流动性的树脂基复合材料可降低牙齿的敏感性,由于其具有较好的润湿能力和对腔壁更好的适应性,使得修复体和牙齿结构界面处的空洞较少^[10-11]。与可流动的树脂材料相比,黏性树脂基复合材料的优点是具有更高的固化硬度^[12]。另外,树脂的聚合收缩会影响边缘微渗漏,临床医生通常采用分层充填技术进行树脂充填,因为其可以有效降低同形因素、减小巨大的收缩应力从而减少微渗漏^[13]。本实验SonicFill超声树脂整体充填时的微渗漏比分层充填时小,产生这种现象的原因可能是分层充填术增加了该材料的形变,降低了需要填充的复合材料的总量,并形成一个高应力的牙体树脂复合结构^[14]。而不同厚度的Neofil树脂充填边缘微渗漏的程度并

无显著差异,可能是由于树脂本身黏度较大,在体外不利于充填。有学者对分层充填是否可以降低聚合收缩、减少边缘微渗漏进行过讨论,结果是有争论的^[15]。除此之外,备洞及充填的方法、窝洞的构型因素、洞衬材料及光照以及临床医生的操作水平都有可能影响充填体的边缘密合性^[16]。因此本实验采用制备同样的标准洞型并由同一位牙体牙髓专业医生操作,以减少这些因素的影响。

不同类型的复合树脂机械性能各异,其中硬度是评价其机械性能的指标之一。树脂是否固化均匀是影响树脂机械性能的重要因素。理想状态下,树脂的聚合度应该在其整个深度都相同,而维氏硬度比(%)应该非常接近或等于100%。然而当光线通过树脂基复合材料时,由于光量大大减少,底面的固化受到影响^[17]。有学者用维氏硬度来反映固化深度,认为硬度百分比达到80%即可认为固化是充分的^[18]。本实验结果表明,两种树脂维氏硬度和硬度比由大到小分别是B1 > A1 > A2 > A2,显示随着聚合深度的增加,SonicFill树脂在分层和整体充填时的维氏硬度较为稳定,而Neofil常规树脂整体和分层充填时的维氏硬度变化较大。这可能是由于SonicFill树脂增大了填料的体积,进而增大了填料和基质的表面积比例,减少光的折射,增加透光性,从而增加固化深度。相比较而言,Neofil树脂的流动性不好,内层树脂未固化完全就被外层树脂阻断了固化光源,加上聚合速度较慢,致使维氏硬度各处差距明显。进一步两两比较显示,SonicFill超声流动树脂在整体和分层充填时的维氏硬度值比Neofil树脂大,其差异具有统计学意义。这可能是复合树脂的填料含量和树脂成分差异造成的。SonicFill树脂填料含量最高,高达84%,因此其维氏硬度也最大。早有研究证实,复合树脂中无机填料的含量对树脂的硬度有较大的影响,填料含量较多的复合树脂的强度高于填料含量较少的复合树脂^[19-21]。Bucuta等^[22]也得到了相似结论。硬度比的结果显示,SonicFill树脂整体和分层充填时的硬度比超过

80%,而Neofil树脂整体和分层充填时的硬度比小于80%,这个结果进一步说明SonicFill树脂无论整体充填还是分层充填均能达到4 mm的固化深度。

本实验结果表明SonicFill树脂由于其特殊的黏度特性及化学组成(填料率高达84%),使其在实验中表现了较低的微渗漏水平及较好的机械性能。但SonicFill树脂的不足之处在于临床使用中需配备充填手机,价格相对较高,可选颜色有限等。另外,本实验为体外实验,有学者比较了传统树脂和大块树脂充填后1年和6年的效果,证实短期内大块充填树脂和传统树脂充填效果有差异^[23-24]。因此,SonicFill超声流动树脂的临床远期疗效还有待进一步观察。

[参考文献]

- [1] DONLY K J, JENSEN M E. Posterior composite polymerization shrinkage in primary teeth: an in vitro comparison of three techniques[J]. *Pediatr Dent*, 1986, 8(3): 209-212
- [2] TJAN A H, BERGH B H, LIDNER C, et al. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restorations[J]. *J Prosthet Dent*, 1992, 67(1): 62-66
- [3] 宋毅, 刘梅, 章非敏, 等. 两种不同粘接系统对纤维桩核冠方微渗漏及粘接强度的影响[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2016, 36(10): 1254-1258
- [4] ALMUALLEM Z, MCDONNELL S, BUSUTTIL-NAUDI A, et al. The effect of irradiation distance on light transmittance and vickers hardness ratio of two bulk-fill resin-based composites[J]. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 2016, 24(4): 203-214
- [5] ILIE N, BUCUTA S, DRAENERT M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance[J]. *Oper Dent*, 2013, 38(6): 618-625
- [6] VAN DIJKEN J W. A clinical evaluation of anterior conventional, microfiller, and hybrid composite resin fillings: a 6-year follow-up study[J]. *Acta Odontol Scand*, 1986, 44(6): 357-367
- [7] 鲁伟, 高玉萍, 段红艳. 光敏复合树脂在前牙美容修复中的临床应用[J]. *中国医刊*, 2015, 50(2): 76-78
- [8] 吕雨霏, 郭笑, 仪虹, 等. SonicFill超声流体后牙树脂充填后的微渗漏研究[J]. *中国医刊*, 2015, 50(10): 60-62
- [9] ORLOWSKI M, TARCZYDLO B, CHALAS R. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: *in vitro* study[J]. *J Dent*, 2015, 43(2): 209-218
- [10] CHUANG S F, JIN Y T, LIU J K, et al. Influence of flowable composite lining thickness on class II composite restorations[J]. *Opera Dent*, 2004, 29(3): 301-308
- [11] ROGGENDORF M J, KRÄMER N, APPELT A, et al. Marginal quality of flowable 4-mm base vs. conventionally layered resin composite[J]. *J Dent*, 2011, 39(10): 643-647
- [12] LEPRINCE J G, PALIN W M, VANACKER J, et al. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulkfill composites[J]. *J Dent*, 2014, 42(8): 993-1000
- [13] PARK J, CHANG J, FERRACANE J, et al. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling?[J]. *Dent Mater*, 2008, 24(11): 1501-1505
- [14] CAMPOS E A, ARDU S, LEFEVER D, et al. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites[J]. *J Dent*, 2014, 42(5): 575-581
- [15] KUIJS R H, FENNIS W M M, KREULEN C M, et al. Does layering minimize shrinkage stresses in composite restorations?[J]. *J Dent Res*, 2003, 82(12): 967-971
- [16] GIACHETTI L, RUSSO D S, BAMBI C, et al. A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations[J]. *J Contemp Dent Pract*, 2006, 7(4): 79-88
- [17] BENETTI A R, HAVNDRUP-PEDERSEN C, HONORÉ D, et al. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation[J]. *Oper Dent*, 2015, 40(2): 190-200
- [18] BOUSCHLICHER M R, RUEGGEBERG F A, WILSON B M. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions[J]. *Oper Dent*, 2004, 29(6): 698-704
- [19] XIA Y, ZHANG F, XIE H, et al. Nanoparticle-reinforced resin-based dental composites[J]. *J Dent*, 2008, 36(6): 450-455
- [20] URIBE S. Which filling material is best in the primary dentition?[J]. *Evid Based Dent*, 2010, 11(1): 4-5
- [21] CHEN M H. Update on dental nanocomposites[J]. *J Dent Res*, 2010, 89(6): 549-560
- [22] BUCUTA S, ILIE N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites[J]. *Clin Oral Investig*, 2014, 18(8): 1991-2000
- [23] DIJKEN J, PALLESEN U. Bulk-filled posterior resin restorations based on stress-decreasing resin technology: a randomized, controlled 6-year evaluation[J]. *Eur J Oral Sci*, 2017, 125(4): 303-309
- [24] COLAK H, TOKAY U, UZGUR R, et al. A prospective, randomized, double-blind clinical trial of one nano-hybrid and one high-viscosity bulk-fill composite restorative systems in class II cavities: 12 months results[J]. *Niger J Clin Pract*, 2017, 20(7): 822-831