

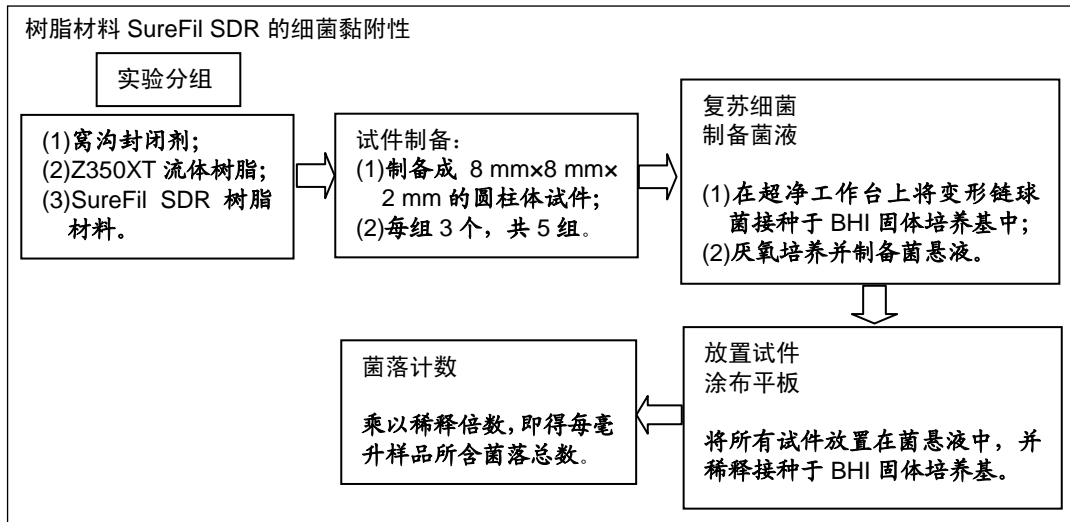
树脂材料SureFil SDR行预防性树脂充填的细菌黏附性

徐群昊¹, 陆钰璞², 白宇宏¹ (¹华北理工大学博创口腔医院特需诊室, 河北省唐山市 063300; ²华北理工大学口腔医学院, 河北省唐山市 063300)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.1616

ORCID: 0000-0002-6727-989X(徐群昊)

文章快速阅读:



徐群昊, 女, 1992 年生, 吉林省四平市人, 满族, 华北理工大学在读硕士, 主要从事口腔临床研究。

通讯作者: 白宇宏, 副主任医师, 华北理工大学博创口腔医院特需诊室, 河北省唐山市 063300

文献标识码:A
稿件接受: 2018-12-02



文题释义:

预防性树脂充填: 是预防和治疗窝沟龋的有效方法; 窝沟封闭剂是传统预防性树脂充填常用的材料, 但其存在边缘封闭效果和机械性能较差等缺点; 当采用流动树脂 Z350XT 作为封闭剂时, 其抑菌性及远期效果优于传统的窝沟封闭剂; 实验采用的 SureFil SDR, 是一种单组分、含氟、光固化、X 射线阻射、具有自流平性的大体积充填树脂材料。

细菌黏附: 是细菌与机体组织、生物材料表面发生特异性结合。充填材料的细菌黏附可导致继发龋及充填物脱落等, 口腔治疗中应选用不易黏附菌斑、性能良好的材料。树脂粗糙度对细菌黏附量的影响最大。研究选取变形链球菌为实验菌种, 通过比较窝沟封闭剂、流动树脂 Z350XT 和新型大体积充填树脂 SureFil SDR 的细菌黏附量和粗糙度, 定量分析粗糙度对细菌黏附量的影响。

摘要

背景: 有研究发现将树脂材料 SureFil SDR 作为衬洞材料时, 较其他流动树脂具有更好的洞壁适应性及独有的自动找平特性, 但将其用于预防性树脂充填尚未见报道。

目的: 比较窝沟封闭剂、Z350XT 流体树脂、SureFil SDR 树脂材料在粗糙度与细菌黏附上的差异, 探讨树脂材料 SureFil SDR 行预防性树脂充填的可行性。

方法: 将窝沟封闭剂、Z350XT 流体树脂、SureFil SDR 树脂材料分别制备成 8 mm×2 mm×2 mm 的长方体试件, 利用 MarSurf 粗糙度仪测量 3 种试件的表面粗糙度。将窝沟封闭剂、Z350XT 流体树脂、SureFil SDR 树脂材料分别制备成 8 mm×8 mm×2 mm 的圆柱体试件, 放入变形链球菌悬液中培养 48 h, 检测材料表面的细菌黏附量。

结果与结论: ①3 种材料表面的粗糙度: SureFil SDR 树脂材料 < Z350XT 流体树脂 < 窝沟封闭剂, 组间两两比较差异均有显著性意义 ($P < 0.05$); ②3 种材料表面的细菌黏附量: SureFil SDR 树脂材料 < Z350XT 流体树脂 < 窝沟封闭剂, 组间两两比较差异均有显著性意义 ($P < 0.05$); ③对粗糙度和细菌黏附量之间采用关联性分析, 粗糙度和细菌黏附量之间具有高度正相关性, 即随着材料粗糙度的减小, 细菌黏附量减小 ($r=0.962$, $P=0.0176$); ④结果表明, 相对于窝沟封闭剂和 Z350XT 流体树脂而言, SureFil SDR 是理想的预防性树脂充填封闭材料。

关键词:

口腔材料; 预防性树脂充填; 细菌黏附性; 流体树脂; 树脂充填封闭材料

主题词:

树脂类, 合成; 细菌粘附; 组织工程

中图分类号: R459.9; R336

基金资助:

国家级大学生创新创业训练项目(201710081032), 项目负责人: 陆钰璞

Xu Qunhao, Master candidate, VIP Clinic, Bochuang Hospital of Stomatology, North China University of Science and Technology, Tangshan 063300, Hebei Province, China

Corresponding author: Bai Yuhong, Associate chief physician, VIP Clinic, Bochuang Hospital of Stomatology, North China University of Science and Technology, Tangshan 063300, Hebei Province, China

Bacterial adhesion of SureFil SDR as a preventive resin filling

Xu Qunhao¹, Lu Yupu², Bai Yuhong¹ (¹VIP Clinic, Bochuang Hospital of Stomatology, North China University of Science and Technology, Tangshan 063300, Hebei Province, China; ²College of Stomatology, North China University of Science and Technology, Tangshan 063300, Hebei Province, China)

Abstract

BACKGROUND: SureFil SDR as a lining material has better adaptability and unique automatic leveling characteristics as compared with other flowing resins, but its application in preventive resin filling has not been reported.

OBJECTIVE: To compare the roughness and bacterial adhesion among pit and fissure sealant, Z350XT fluid resin and SureFil SDR resin, and to explore the feasibility of preventive resin filling with SureFil SDR resin.

METHODS: Pit and fissure sealant, Z350XT fluid resin and SureFil SDR resin were prepared into 8 mm×2 mm×2 mm cuboid specimens respectively. The surface roughness of the three specimens was measured by MarSurf roughness meter. Pit and fissure sealant, Z350XT fluid resin and SureFil SDR resin were prepared into 8 mm×8 mm×2 mm cylinder specimens respectively. The specimens were cultured in *Streptococcus mutans* suspension for 48 hours to detect the bacterial adhesion on the material surface.

RESULTS AND CONCLUSION: The roughness of the three materials was ranked as follows: SureFil SDR resin < Z350XT fluid resin < pit and fissure sealant, and there were significant differences between groups ($P < 0.05$). The bacterial adhesion on the surface of the three materials was ranked as follows: SureFil SDR resin < Z350XT fluid resin < pit and fissure sealant, and there were significant difference between groups ($P < 0.05$). The correlation between roughness and bacterial adhesion was analyzed, and there was a high positive correlation between roughness and bacterial adhesion, indicating, with the decrease of material roughness, bacterial adhesion decreased ($r=0.962$, $P=0.017$ 6). The results show that SureFil SDR is an ideal preventive resin filling and sealing material relative to pit and fissure sealant and Z350XT fluid resin.

Subject headings: Resins, Synthetic; Bacterial Adhesion; Tissue Engineering

Funding: the National Students' Innovation and Entrepreneurship Training Program of China, No. 201710081032 (to LYP)

0 引言 Introduction

随着社会的进步, 现代口腔医学模式已从单纯的疾病治疗逐渐转向以人为本的口腔预防保健, 强调预防的重要性与医学处理及干预, 通过各种早期干预预防龋病发生, 提高口腔健康水平^[1]。窝沟龋是一种常见的龋病, 主要是由于窝沟的食物残渣长期存在, 细菌将食物残渣中的糖分解产酸后, 腐蚀窝沟底与洞壁, 诱发牙釉质脱矿^[2]。窝沟龋的发生率高达90%, 影响人们的生活质量, 是临床工作者一直关心的问题^[3]。预防性树脂充填(preventive resin restoration)是由Simonsen于1977年提出的, 是预防和治疗窝沟龋的有效方法^[4]。现阶段预防性树脂充填不采取传统的预防性扩展, 只用小球钻去除龋坏组织, 尽可能多的保留健康牙体组织^[5-6], 以达到微创治疗的目的^[7]。

口腔材料的抗菌、抑菌性能一直是临床医生关注的焦点, 充填材料的菌斑黏附可导致继发龋及充填物脱落等, 因此口腔治疗中选用不易黏附菌斑、性能良好的材料是口腔医生所关心的问题^[8]。某种修复材料在口腔内的保留时间, 取决于材料本身的物理性能及生物效应, 材料的生物效应又与牙菌斑的形成密切相关。继发龋的形成不仅与充填材料的密合性有关, 而且与材料上黏附的细菌种类、数量关系密切。各种充填材料性能各异, 对细菌生长黏附的影响也不尽相同^[9]。

窝沟封闭剂是传统预防性树脂充填常用的封闭材料, 但其边缘封闭效果不佳, 易导致继发龋; 机械性能差, 易导致材料折裂脱落等, 影响了治疗效果。近些年, 口腔材料的不断发展在一定程度上克服了上述缺点, 封闭材料的性能得到了改善, 应用于预防性树脂充填时取得了明显的临床优势^[10-12]。在修复材料的使用中, 流动树脂具有较强的流动性和附着力, 具有释放氟离子功能的树脂材料在临

床应用越来越广泛^[13]。陈淋瑜等^[14-16]研究发现将Z350XT作为封闭剂时, 其抑菌性及远期效果要优于传统的窝沟封闭剂。

SureFil SDR是由登士柏公司研发的一种单组分、含氟、光固化、X射线阻射、具有自流平性的大体积充填树脂材料^[17-18], 弥补了传统复合树脂的不足, 改进了复合树脂的X射线阻射性, 降低了复合树脂的聚合应力, 并能增强材料的性能, 而且具有更好的流动性, 可用注射器针头直接将材料注射到修复部位, 易于充填至不易到达处, 特别是在充填小窝沟时可有效排除气泡, 使充填体与牙体间更为密合, 减小微渗漏。Jafarzadeh等^[19-21]研究发现将SureFil SDR作为衬洞材料时, 相比其他流动树脂具有更好的洞壁适应性及独有的自动找平特性, 但将其用于预防性树脂充填尚未见报道。由于充填后细菌黏附可导致继发龋, 不同树脂材料的细菌黏附量差异较大^[21]。因此, 研究比较窝沟封闭剂、Z350XT、SDR的细菌黏附性, 观察上述材料的细菌黏附程度, 为预防性树脂充填封闭材料的选择提供理论支持。

1 材料和方法 Materials and methods

1.1 设计 对比观察实验。

1.2 时间及地点 实验于2017年12月至2018年2月在华北理工大学生命科学院实验室完成。

1.3 材料

实验材料: 窝沟封闭剂(3M/ESPE, USA); Z350XT流体树脂(3M/ESPE, USA); SureFil SDR(Dentsply International Inc, USA)。

实验细菌: 变形链球菌 *Streptococcus mutans* (ATCC 25175)(江苏省昆山市北纳创联生物技术有限公司)。

实验用主要试剂: 脑心浸液(BHI)培养基(江苏省昆山市北纳创联生物技术有限公司); 琼脂(江苏省昆山市北纳创联生物技术有限公司); PBS(江苏省昆山市北纳创联生物技术有限公司)。

实验用主要仪器: 无菌超净工作台(上海智城分析仪器制造有限公司); 超声清洗机(无锡超声电子设备厂); 电热恒温培养箱(天津市泰斯特仪器有限公司); SW-CJ-1F空气浴振荡器(哈尔滨市东联电子技术开发有限公司); 722S可见分光光度计(郑州南北仪器设备有限公司); 4 °C冰箱(北京福意联); 粗糙度仪(Mar Surf M 300 C + RD 18 C, Mahr GmbH, CHN)。

1.4 实验方法

1.4.1 试件制备 ①将窝沟封闭剂、Z350XT流体树脂、SureFil SDR分别制备成8 mm×2 mm×2 mm的长方体试件, 每种材料5个, 用于粗糙度测试; ②将窝沟封闭剂、Z350XT流体树脂、SureFil SDR分别制备成8 mm×8 mm×2 mm的圆柱体试件, 每种材料5个, 用于细菌黏附性实验。所有试件采用体积分数75%乙醇超声清洗1 h, 紫外线照射各试件正、反两面, 每面4 h, 无菌收存备用^[10]。

1.4.2 粗糙度测试 采用MarSurf 粗糙度仪测量3组试件的表面粗糙度。要求扫描长度为5.6 mm, 截止波长为0.800 mm, 测试力为5 N, 每个标本在3个不同的位置测量粗糙度Ra, 取平均值。

1.4.3 细菌黏附性实验

实验器皿处理: 一次性EP管常规高压消毒灭菌后, 放入60 °C烤箱内烘干后备用。

培养液配制: ①BHI液体培养基: 在100 mL去离子水中加入3.7 g BHI粉, 调整pH值至7.4-7.6, 高压蒸汽灭菌后, 置4 °C冰箱备用; ②BHI固体培养基: 在液体培养基中加入1%-2%琼脂, 搅拌高压蒸汽灭菌后, 置4 °C冰箱备用。

菌种复苏与传代培养: 实验前将超净工作台用紫外线光照20 min, 然后把冻干管放入超净台中。去除标签, 用体积分数75%乙醇擦拭菌种的瓶体进行杀菌, 将冻干管顶部置于火焰灼烧, 后迅速滴加无菌水使得管壁破裂, 镊子轻敲碎玻璃。用无菌吸管将0.3-0.5 mL的液体培养基注入冻干管中, 轻轻吹打, 充分溶解成菌悬液。吸取全部菌悬液, 分别打入2个液体培养基中, 将已接种变形链球菌的BHI液体培养基用封口膜灭菌封闭后, 置于37 °C温箱内复苏48 h。取单个菌落置于BHI液体培养基中, 37 °C厌氧培养48 h, 备用。

细菌黏附实验: 用1 mol/L PBS稀释菌液, 用分光光度计调整细菌浓度至 $A_{540\text{nm}}=1.0$ (即 10^{11} L⁻¹细菌), 取3组样本(每组5块)分别浸泡于15个装有5 mL 10^{11} L⁻¹变形链球菌液的试管中, 放置48 h。取出各组试件后, 用灭菌生理盐水冲洗2遍, 去除未黏附的菌落后, 放入加有2 mL无菌BHI培养液的试管中, 漩涡振荡器上震荡30 s, 将表面细菌洗下形成细菌悬液。然后用10倍系列稀释法将细菌悬液稀

释至原液的 1×10^{-3} 后, 用吸管移取1 mL稀释液于灭菌平皿中, 用无菌刮铲均匀涂匀菌液于培养基上, 将涂抹平皿静置20-30 min。为防止培养基中的水分散失和空气中的微生物污染培养皿, 将培养皿倒置于保温箱中, 使每皿生出20-300个菌落(SN标准要求为25-250个菌落)后取出, 计算平板内菌落数目, 乘以稀释倍数, 即得每毫升样品所含菌落总数(菌落形成单位CFU/mL)。为保证实验准确性, 以上实验步骤在相同条件下重复3遍, 实验结果取平均值。

1.5 主要观察指标 各组材料的粗糙度与细菌黏附性能。

1.6 统计学分析 使用SPSS 17.0统计软件包对上试件的表面粗糙度及细菌黏附量进行单因素方差分析及两两比较, 对表面粗糙度与细菌黏附量之间进行关联性分析。检验水准为 $\alpha=0.05$, $P < 0.05$ 说明差异有显著性意义。

2 结果 Results

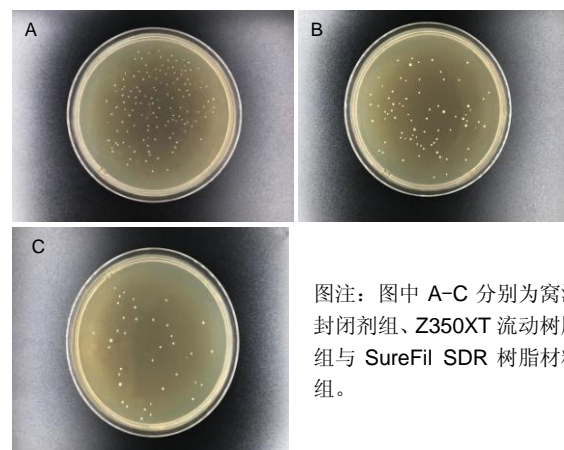
2.1 各组试件粗糙度测试结果 各组试件的粗糙度: SureFil SDR树脂材料<Z350XT流动树脂<窝沟封闭剂, 组间两两比较差异均有显著性意义($P < 0.05$), 见表1。

表1 各组试件的粗糙度、细菌黏附量 ($\bar{x} \pm s$, $n=5$)
Table 1 The roughness of specimens and the amount of bacterial adhesion

组别	粗糙度(μm)	细菌黏附量($\times 10^3$ CFU/mL)
窝沟封闭剂组	1.14±0.13	125.67±14.29
Z350XT 流动树脂组	0.87±0.63 ^a	75.67±7.51 ^a
SureFil SDR 树脂材料组	0.35±0.33 ^{ab}	40.00±2.00 ^{ab}
F值	64.75	62.971
P值	0	0

表注: 与窝沟封闭剂组比较, ^a $P < 0.05$; 与 Z350XT 流动树脂组比较, ^b $P < 0.05$ 。

2.2 各组试件细菌黏附实验结果 各组试件的细菌黏附量: SureFil SDR树脂材料<Z350XT流动树脂<窝沟封闭剂, 组间两两比较差异均有显著性意义($P < 0.05$), 见图1, 表1。



图注: 图中 A-C 分别为窝沟封闭剂组、Z350XT 流动树脂组与 SureFil SDR 树脂材料组。
图1 各组试件表面的细菌黏附
Figure 1 Bacterial adhesion on the surface of specimens in each group

2.3 粗糙度和细菌黏附量的关联性 对粗糙度和细菌黏附量之间进行关联性分析, 得出 $r=0.962$, $P=0.0176$, 相关性显著, 且粗糙度和细菌黏附量之间具有高度正相关性, 即随着材料粗糙度的减小, 细菌黏附量减小。

3 讨论 Discussion

窝沟龋是指磨牙和前磨牙咬合面、磨牙颊面沟及上颌前牙舌面的龋损, 通常呈底部朝牙本质, 尖部朝牙釉质表面的倒三角形, 预防性树脂充填是一种将窝沟封闭与窝沟龋充填相结合的治疗窝沟龋的新方式^[22-24]。

细菌黏附是指细菌与口腔材料表面发生的特异性结合^[25], 其黏附在修复材料表面及材料与洞壁间极易形成继发龋, 因此在临床操作中使用细菌黏附量少的材料是临床医生的首要选择^[26]。细菌定植于牙面主要通过2个方面: 表面自由能与粗糙度, 粗糙度相较于材料的表面电荷、表面能和表面 ζ -电位等物理和化学变量, 对黏附量的影响最大^[27]。长期龋病研究表明龋病是一种细菌感染性疾病, 变形链球菌属 (*Mutans streptococci*) 中的变形链球菌 (*Streptococcus mutans*) 和远缘链球菌 (*Streptococcus sobrinus*), 是龋病最重要的致病因子^[28]。变形链球菌因具有较高的耐酸性和产酸性, 为菌斑中的优势菌种, 是导致龋病发生的主要病原微生物^[29], 故此次实验选取变形链球菌为实验菌种。Bulad等^[30-35]通过实验发现, 变形链球菌等细菌更容易定植于粗糙的表面, 形成的数量更大, 成长的速度更快, 证实菌斑黏附的数量与材料表面粗糙度有关。

树脂材料粗糙度与基质和填料的组成、含量等多种因素有关^[36], 填料含量越高、基质与填料的结合越紧密, 其形成的表面越光滑, 粗糙度越小^[37-38]。窝沟封闭剂的最大粗糙度为 $(1.14\pm 0.13) \mu\text{m}$, 且细菌黏附量最大为 $(125.67\pm 14.29)\times 10^3 \text{CFU/mL}$, 这是由于窝沟封闭剂是由合成有机高分子树脂、双甲基丙烯酸二缩三乙二醇酯、引发剂和一些辅助剂(溶剂、氟化物等)组成, 但不含填料, 造成了其粗糙度、耐磨性等机械性能差, 微孔率高等缺点。在临床上将其选用为封闭材料时, 易黏附细菌, 易破碎, 边缘封闭性不佳, 微渗漏大, 易产生继发龋。Z350XT流动树脂的粗糙度为 $(0.87\pm 0.63) \mu\text{m}$, 细菌黏附量为 $(75.67\pm 7.51)\times 10^3 \text{CFU/mL}$, 是一款纳米流动树脂, 基质为双酚A-甲基丙烯酸缩水甘油酯、双甲基丙烯酸二缩三乙二醇酯和双酚A甲基丙烯酸乙酯, 填料为单相纳米颗粒和纳米集团^[39]。纳米技术可保证树脂中尽可能多的加入填料, 减小树脂粗糙度, 改善其机械性能, 且填料质量比为61%, 体积比为45%, 使其粗糙度降低, 材料表面更加光滑, 细菌黏附量减少, 降低了继发龋的发病率。

SureFil SDR树脂材料的粗糙度为 $(0.35\pm 0.33) \mu\text{m}$, 细菌黏附量为 $(40.00\pm 2.00)\times 10^3 \text{CFU/mL}$, 与传统树脂相比, 它的耐磨性、强度、韧性、延展性等机械性能均大幅度提高。SureFil SDR树脂材料的透明性好, 色彩单一, 所以聚

合程度较高, 固化深度较厚。SureFil SDR树脂材料的基质为改性的二甲基丙烯酸二异氰酸酯、乙氧基双酚A-二甲基丙烯酸酯、双甲基丙烯酸二缩三乙二醇酯^[40], 并在树脂基质中添加了Silorane单元。Silorane是一种含硅的新型牙科复合树脂环氧乙烷单体, 较传统的含碳环氧乙烷单体具有更好的生物相容性和膨胀特性, 在临床操作中发生共聚开环反应, 有效减小了聚合收缩。另外一种命名为“聚合调制器”的化学物质, 被嵌入到可聚合的树脂单体中, 形成一个独有的单体。这个单体与光引发剂樟脑醌有协同作用, 可延长到达凝胶点的时间, 减缓聚合速率, 在保证聚合完全的情况下降低了聚合收缩应力^[41]。

SureFil SDR树脂材料还含有可调节聚合反应速度的聚氨酯二甲基丙烯酸酯, 综合了聚氨酯和丙烯酸酯的优点, 可减缓树脂的固化速度, 减低树脂的收缩应力, 减少树脂与窝洞壁的应变拉力, 增加了边缘封闭性, 降低了细菌微渗漏的发生^[42]。SureFil SDR树脂材料的无机填料为钡-铝氟硼硅酸盐玻璃粉、锶-铝氟硼硅酸盐玻璃粉与使用硅烷偶联剂进行表面改性的纳米颗粒^[43], 改性处理后提高了基质和填料的致密程度, 降低了粗糙度。此外其填料质量比为65%, 体积比为46%, 更高的填料含量使SureFil SDR树脂材料在充填时易形成光滑的表面, 从而降低了细菌黏附量。SureFil SDR是一款超疏水体系的大体积充填流动树脂, 其表面浸润性、电荷、拓扑结构等性质造就了SureFil SDR树脂材料较小的表面接触角, 减小了粗糙度, 降低了细菌黏附量^[44]。由于变形链球菌表面带负电荷, 带相同电荷的SureFil SDR树脂材料会与其相互排斥, 降低了材料表面的细菌黏附量, 这可能与细菌的性质、表面结构(如荚膜等结构)及实验环境等因素有关。因此, SureFil SDR树脂材料相比传统流动树脂粗糙度低且细菌黏附量较小, 同时由于它良好的洞壁适应性及独有的自动找平特性^[45], 能缓慢持续地释放氟离子, 在临床上将其用做封闭材料时可有效预防继发龋的发生, 具有更佳的力学性质、物理性能与机械性能。

实验结果显示, 流动树脂的细菌黏附量与粗糙度有关且呈高度正相关性, 粗糙度越小则细菌黏附量越小。SureFil SDR树脂材料的粗糙度与细菌黏附量相对于其他2种材料(窝沟封闭剂、Z350XT流体树脂)较小, 是相对理想的预防性树脂充填封闭材料。

作者贡献: 全体作者共同进行实验设计, 实验实施为徐群昊, 实验评估为白宇宏, 资料收集为徐群昊、陆钰璞, 成文为徐群昊, 审核为白宇宏。

经费支持: 该文章接受了“国家级大学生创新创业训练项目(201710081032)”的资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

写作指南: 该研究遵守国际医学期刊编辑委员会《学术研究实验与报告和医学期刊编辑与发表的推荐规范》。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学声明: 文章统计学方法已经华北理工大学生物统计学专家审核。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] 黄业翔.对现代口腔预防医学发展的探讨[J].健康必读月, 2010,18(3): 71-72.
- [2] 董树信.加强型流动树脂修复治疗窝沟龋的临床效果观察[J].中国处方药,2018,17(3):128-129.
- [3] 燕铁斌.物理治疗学[M].2版.北京:人民卫生出版社, 2012:219-221.
- [4] 何伟明,江荔.Z-350流动纳米树脂与窝沟封闭剂用于预防性树脂充填3年临床疗效观察[J].江西医药,2014,49(12):1521-1523.
- [5] 金建娟.流体树脂在窝沟龋微创治疗中的应用初探[J].成都医学院学报, 2012,7(2z):109-109.
- [6] 康翠平.流动树脂及流动复合体用于恒牙预防性充填的Meta分析[D].石家庄:河北医科大学,2013.
- [7] 韦明霞,于娜,程景霞.预防性树脂充填术治疗窝沟浅龋的疗效观察[J].疾病监测与控制,2016,10(11):930-931.
- [8] 张祖太.普及口腔材料教学的思考和建议[J].北京口腔医学, 2009, 17(4):233-234.
- [9] 褚敏.牙体充填材料上细菌的生长与粘附[J].口腔疾病防治, 1999, 7(2): 158-159.
- [10] 谢富强.预防性Dyract flow流动复合体和光固化窝沟封闭剂3年效果评价[J].实用口腔医学杂志,2003,19(1):69-70.
- [11] 谢富强.预防性Dyract flow流动复合体充填窝沟龋的临床效果[J].实用口腔医学杂志,2005,21(3):409-411.
- [12] 倪龙兴,姜永,钟玉修.纳米金刚石填料对光固化窝沟封闭剂渗透性的影响[J].牙体牙髓牙周病学杂志,2003,13(8):443-445.
- [13] Acharya M. SDR流动树脂根管口封闭能力的比较研究[D].南宁:广西医科大学,2017.
- [14] 陈淋瑜,刘朝进.3M Filtek ^TMZ350XT复合流动树脂用于前磨牙楔状缺损充填治疗效果观察[J].基层医学论坛, 2018,22(2):284-285.
- [15] 何伟明,江荔.Z-350流动纳米树脂与窝沟封闭剂用于预防性树脂充填3年临床疗效观察[J].江西医药, 2014,49(12):1521-1523.
- [16] 刘景平.Filtek Z350XT流动树脂用于窝沟封闭的临床效果评价[J].医药前沿,2015,5(7):208-209.
- [17] 陈思宇,季于琪,刘健.新型大块充填流体树脂SureFil SDR flow修复牙颈部楔状缺损的临床研究[J].医药前沿, 2017,7(35):127-128.
- [18] 张翠美,魏美荣,白建文.SureFil SDR流动树脂修复乳磨牙(牙合)面洞的临床疗效分析[J].牙体牙髓牙周病学杂志, 2017,27(9):529-531.
- [19] Nakano M.Changes of bacterial flora on inbred mouse strains using experimental dental caries model. Tsurumi Shigaku. 1989;15(1): 235-247.
- [20] Beauchamp J,Caufield PJ,Donly K,et al.Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs.Dent Clin North Am.2009;53(1):131-147.
- [21] Jafarzadeh M, Malekafzali B, Tadayon N, et al. Retention of a Flowable Composite Resin in Comparison to a Conventional Resin-Based Sealant: One-year Follow-up. J Dent. 2010;7(1):1-5.
- [22] 史艳芬,刘伟伟,刘雪.年轻恒牙应用不同窝沟封闭材料临床观察[J].济宁医学院学报,2015,38(2):114-115.
- [23] 王颖,郭晓龄,曹思远,等.两种窝沟封闭剂防龋效果的比较研究[J].中国实用医药,2018,13(3):70-71.
- [24] 李岩,陈硕,董洪宇.窝沟封闭术在儿童口腔防龋中的应用[J].全科口腔医学电子杂志,2018,5(6):15-17.
- [25] Hyde F W,Alberg M,Smith K. Comparison of fluorinated polymers against stainless steel, glass and polypropylene in microbial biofilm adherence and removal. J Ind Microbiol Biotechnol. 1997;19(2): 142-149.
- [26] 丁宁,张祖太,何敏,等.几种常用口腔材料细菌粘附性能比较[J].北京口腔医学,2014,22(5):258-260.
- [27] Truong VK,Rundell S,Lapovok R,et al.Effect of ultrafine-grained titanium surfaces on adhesion of bacteria. Appl Microbiol Biotechnol. 2009;83(5):925-937.
- [28] 陈洁松.龋病预防的研究进展[J].现代医药卫生, 2009,25(22): 3441-3443.
- [29] 魏静静.不同表面处理对全瓷材料表面性状和细菌粘附的影响[D].西安:第四军医大学,2015.
- [30] Siegrist BE. In vivo early human dental plaque formation on different supporting substances. A scanning electron microscopic and bacteriological study. Clin Oral Implants Res. 1991;2(1):38-46.
- [31] 王丽萍,尚针针,孙惠强,等.三种非贵金属合金常规研抛后的超微结构表面特征研究[J].口腔颌面修复学杂志, 2011,12(6):325-329.
- [32] 郝立波,邢庆昌,王继芳,等.人工关节假体不同材料及材料表面粗糙度对表皮葡萄球菌粘附能力的影响[J].中华关节外科杂志, 2008,2(5): 532-536.
- [33] 刘聪,张廷发,陈娜,等.义齿软衬材料表面微生物粘附的实验室观察[J].北京口腔医学,2009, 17(3):146-148.
- [34] Bulad K,Taylor RL,Veolan J,et al.Colonization and penetration of denture soft lining materials by Candida albicans. Dent Mater. 2004;20(2):167-175.
- [35] Eick S,Glockmann E,Brandl B,et al.Adherence of Streptococcus mutans to various restorative materials in a continuous flow system. J Oral Rehabil.2004;31(3):278-285.
- [36] Yap AU,Lye KW,Sau CW.Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. Oper Dent.1997;22(6):260-265.
- [37] Ozgünaltay G,Yazici AR,Görücü J.Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives. J Oral Rehabil. 2003;30(2):218-224.
- [38] Waheeb N,Silikas N,Watts D.Initial polishing time affects gloss retention in resin composites. Am J Dent. 2012;25(5):303-306.
- [39] Silva EM,Miragaya L,Noronhafilho JD,et al.Characterization of an experimental resin composite organic matrix based on a tri-functional methacrylate monomer. Dent Mater J. 2016;35(2):159.
- [40] Orłowski M,Tarczydło B,Chalas R.Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. Scientific World JI. 2015;2015:701262.
- [41] Ilie N,Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. Dent Mater. 2011; 27(4): 348-355.
- [42] 赵恒越,何文娟,周颖,等.3种复合树脂体外充填 I 类洞后的微渗漏研究[J].中国社区医师,2018,34(30):59,61.
- [43] Zaltsman N,Ionescu AC,Weiss EI,et al.Surface-modified nanoparticles as anti-biofilm filler for dental polymers. PLoS One. 2017;12(12):e0189397.
- [44] 张薇.材料的表面改性对细菌粘附的影响[D].无锡:江南大学, 2016.
- [45] Nazari A,Sadr A,Shimada Y,et al.3D assessment of void and gap formation in flowable resin composites using optical coherence tomography. J Adhes Dent.2013;15(3):237-243.