

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.34.017

[http://www.crter.org]

袁佳, 王萍, 吴新中, 张东霞. 纳米树脂与自酸蚀黏结剂黏结修复活髓前牙缺损2年随访[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(34):6173-6178.

纳米树脂与自酸蚀黏结剂黏结修复活髓前牙缺损2年随访**

袁佳, 王萍, 吴新中, 张东霞(中山大学附属第三医院口腔科, 广东省广州市 510630)

文章亮点:

1 树脂黏结修复技术的成功与否不仅需要好的充填材料, 更需要有效可靠的牙体-修复体黏结界面。试验比较 Adper Easy One 自酸蚀黏结剂与 Single Bond 2 全酸蚀黏结剂用于活髓前牙牙体缺损复合树脂修复的临床效果。

2 试验纳入的病例均为活髓前牙, 可以更好地评定两种黏结剂对牙髓的刺激, 并且通过2年的追踪随访比较, 发现自酸蚀黏结剂与 3M Z350 纳米树脂黏结修复活髓前牙可达到较理想的临床效果, 但其远期性能的评价有待长期的临床观察和验证。

3 创新: 从多个角度综合评价了自酸蚀系统与 Z350 树脂进行活髓前牙美容修复的疗效, 追踪时间较长, 具有临床参考价值; 将深龋纳入评价, 有利于判断黏结剂对各种牙体缺损牙髓的刺激。不足: 研究还不够细化。

关键词:

生物材料; 纳米生物材料; 纳米树脂; 黏结修复; 自酸蚀黏结剂; 全酸蚀黏结剂; 修复体; 省级基金

摘要

背景: 与传统复合树脂相比, 3M Z350 纳米树脂具有良好的耐磨性、物理机械特性、抛光性, 对牙髓刺激小。但成功的树脂黏结修复技术不仅需要好的充填材料, 更需要有效可靠的牙体-修复体黏结界面。

目的: 比较自酸蚀黏结剂 Adper Easy One 与全酸蚀黏结剂 Single Bond 2 在前牙纳米树脂黏结修复中的临床效果。

方法: 将需要行 3M Z350 纳米树脂修复的 120 颗活髓前牙完全随机分为 2 组, 分别采用自酸蚀黏结剂 Adper Easy One 和全酸蚀黏结剂 Single Bond 2 行黏结修复。于修复后即刻、6 个月、1 年、2 年对患者进行回访, 检查修复体与牙体之间色泽是否协调, 修复体与牙体之间是否密合, 修复体表面是否完整, 无松动, 有无染色及继发龋, 牙体的牙髓状况及有无冷热刺激痛。

结果与结论: 两组修复后即刻、6 个月、1 年的充填效果比较差异无显著性意义($P > 0.05$); 自酸蚀黏结剂组修复后 2 年的牙髓病变率小于全酸蚀黏结剂组($P < 0.05$), 在色泽不协调、边缘不密合、修复体不完整、继发龋方面, 自酸蚀黏结剂组分别出现 1, 6, 0, 2 例, 全酸蚀黏结剂组分别出现 0, 2, 1, 2 例, 两组 4 个方面的发生率差异无显著性意义($P > 0.05$)。结果表明 3M Z350 纳米树脂与自酸蚀黏结系统 Adper Easy One 在活髓前牙黏结修复 2 年复诊期内牙髓病变率低, 均可达到较好的临床效果。

Nano-resin and self-etching adhesive for bonding repair of anterior tooth defects with vital pulp: A 2-year follow-up

Yuan Jia, Wang Ping, Wu Xin-zhong, Zhang Dong-xia (Department of Stomatology, Third Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Compared with the conventional composite resin, the 3M Z350 nano-resin has good wear resistance, physical mechanical properties, and polishing, and exerts a lower irritation to the dental pulp. Besides filling materials, a reliable tooth-prosthesis bonding interface is necessary for resin bonded repairs.

OBJECTIVE: To compare the clinical effects of self-etch bonding Adper Easy One and total-etch bonding Single Bond 2 on nano-resin bonding restoration of the anterior teeth.

METHODS: 120 anterior teeth with vital pulp, which had defects at the incisal ends and were to be restored with nano resins, were divided into two groups randomly. Two kinds of adhesives, self-etch adhesive and total-etch adhesive, combined with nano-resin were used to restore the teeth. The patients were re-examined immediately, 6 months, 1 year and 2 years after the treatment. The fillings, teeth and pulps of patients were examined, including whether the prosthesis and tooth color were coordinated, whether the gap between the prosthesis and the teeth were sealed, whether the surface of the prosthesis was intact with no loose, whether the prosthesis and teeth had no staining and secondary caries, whether the condition of the tooth pulp had hot or cold stimulation-induced pain.

RESULTS AND CONCLUSION: No significant difference in the filling effects was found between the two groups when the patients were re-examined immediately, 6 months and 1 year after the treatment ($P > 0.05$). The pulp

袁佳★, 女, 1982 年生, 江西省九江市人, 汉族, 2008 年中山大学毕业, 硕士, 医师, 主要从事口腔种植学、口腔美容修复学研究。

billie_5@163.com

通讯作者: 王萍, 主治医师, 中山大学附属第三医院口腔科, 广东省广州市 510630

中图分类号: R318

文献标识码: B

文章编号: 2095-4344

(2013)34-06173-06

收稿日期: 2013-05-07

修回日期: 2013-05-16

(201303096/GW-W)

Yuan Jia★, Master, Physician, Department of Stomatology, Third Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China
billie_5@163.com

Corresponding author: Wang Ping, Attending physician, Department of Stomatology, Third Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China

Supported by: the Scientific and Technological Plan of Guangdong Province, No. 2011B031800270*

Received: 2013-05-07

Accepted: 2013-05-16

lesions of the self-etching group were fewer than those of the total-etch group 2 years after the treatment ($P < 0.05$). Self-etching group had 1, 6, 0, 2 cases and total-etch group had 0, 2, 1, 2 cases in uncoordinated color, edge seal, incomplete restoration and secondary caries, respectively. No statistically significant differences were found in these four aspects between the two groups ($P > 0.05$). The 2-year follow up showed a low incidence of pulp lesions and satisfactory clinical performance after 3M Z350 nano-resin working with self-etching bonding system in the nano-resin filling of anterior teeth with vital pulp.

Key Words: biomaterials; nanobiomaterials; nano-resin; bonding restoration; self-etching adhesive; total-etch adhesive; prosthesis; provincial grants-supported paper

Yuan J, Wang P, Wu XZ, Zhang DX. Nano-resin and self-etching adhesive for bonding repair of anterior tooth defects with vital pulp: A 2-year follow-up. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2013;17(34):6173-6178.

0 引言

临床上经常见到前牙缺损患者掩唇而笑,急切要求恢复美观。传统的治疗方法有瓷冠类及复合树脂修复。对于活髓牙而言,固定修复需要磨除较多牙体组织,而且容易造成牙髓损伤。随着复合树脂及黏结技术的发展,树脂黏结修复技术以磨牙少、黏结性好、色泽美观及操作简便等优点^[1-14],在前牙美容中占有重要的一席。试验比较 Adper Easy One 自酸蚀黏结剂与 Single Bond 2 全酸蚀黏结剂用于活髓前牙牙体缺损复合树脂修复的临床效果。

1 对象和方法

设计: 随机分组对比观察实验。

时间及地点: 病例来自2008年7月至2012年7月中山大学附属第三医院口腔科。

对象: 选择上前牙缺损患者95例,其中男45例56颗,女50例64颗;年龄18-60岁,平均年龄35.4岁。根据国务院《医疗机构管理条例》规定,在治疗前对患者进行治疗方法的详细解释,并征得同意签字^[15]。

患牙纳入标准: 牙齿为活髓,冷热诊阴性。探诊阳性而无牙髓炎症状,X射线显示牙体根尖组织健康无阴影,需要行前牙美容修复者。

排除标准: 有牙髓症状者;牙龈炎、牙周炎患牙;不能按时复诊者。

材料:

纳米树脂与自酸蚀黏结剂黏结修复活髓前牙缺损试验的试剂与仪器:

试剂及仪器	来源
Filtek Z 350 通用型纳米树脂、Adper Easy One 自酸蚀黏结剂、Single Bond 2 全酸蚀黏结剂	3M 公司, 美国
35%的磷酸蚀剂	上海第二医科大学, 中国
QHY75 型光固化机	Dentsply, 美国

方法:

试验分组: 用完全随机方法将95例患者分为两组,自酸蚀黏结剂组45例使用Adper Easy One黏结剂行纳米树脂充填,全酸蚀黏结剂组50例使用Single Bond 2黏结剂行纳米树脂充填,每组60颗患牙。同一例患者如果有多颗牙缺失采用同种黏结剂黏结。

黏结修复方式: ①预备牙面: 用金刚砂车针轻轻打磨邻面牙釉质,打磨厚度不超过0.1 mm,打磨宽度不超过唇舌面的邻轴线角。②全酸蚀黏结剂组酸蚀牙面: 以35%的磷酸酸蚀剂将打磨区酸蚀20 s,水枪喷射冲洗15 s,隔湿,吹干牙面。③涂布黏结剂: 使用小毛刷蘸黏结剂涂布术区的牙体表面,持续轻擦15 s,压缩空气轻吹5 s,光固化照射10 s。④树脂修复: 使用Filtek Z 350树脂分层充填,每层光照20-40 s,修整外形,调整咬合;使用3M复合树脂抛光系统由粗至细对修复体进行抛光处理。嘱患者平时避免切割、撕扯硬度高、韧性强的食物,修复后即刻、6个月、1年、2年进行临床评价,根据患者自述和临床检查记录修复效果^[16]。

疗效评价: 参考改良的USPHS评价标准制定临床修复成功评价指标^[17-18],即: ①修复体与牙体之间色泽协调或者在正常牙色范围内。②修复体与牙体之间边缘密合,未见边缘裂隙。③修复体表面完整,无松动。④无染色及继发龋。⑤未出现牙髓症状,冷热诊在正常范围。实验将修复后敏感纳入指标⑤。

主要观察指标: 两组修复后不同时间点临床修复效果。

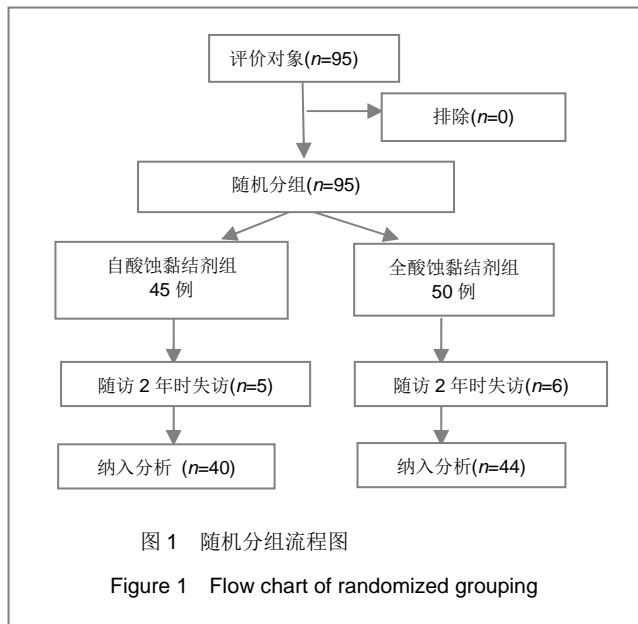
统计学分析: 应用SPSS 19.0软件对试验数据进行统计学处理。

2 结果

2.1 参与者数量分析 试验纳入95例患者,其中自酸蚀黏结剂组45例,随访2年间失访5例;全酸蚀黏结剂组50例,随访2年间失访6例;但95例患者临床资料均进入结果分析。

2.2 两组基线资料比较 两组年龄、性别比例差异无显著性意义,具有可比性。

2.3 随机分组流程图 见图1。



2.4 两组修复即刻疗效比较 自酸蚀黏结剂组45例均未发生色泽不协调性、边缘不密合、修复体不完整及继发龋，但术后敏感发生率为1.7%；全酸蚀黏结剂组50例均未发生色泽不协调性、边缘不密合、修复体不完整及继发龋，但术后敏感发生率为3.3%，两组修复体术后即刻敏感发生率差异无显著性意义($P > 0.05$)，见表1。

表 1 采用自酸蚀黏结剂 Adper Easy One 或全酸蚀黏结剂 Single Bond 2 黏结树脂修复前牙缺损的即刻修复疗效比较

Table 1 Comparison of the clinical effects of the two groups immediately after treatment (teeth)

项目	自酸蚀黏结剂组(60 颗患牙)	全酸蚀黏结剂组(60 颗患牙)
色泽不协调	0	0
边缘不密合	0	0
修复体不完整	0	0
继发龋	0	0
术后敏感	1	2

注：自酸蚀黏结剂组与全酸蚀黏结剂组均为 60 颗患牙，两组术后即刻敏感发生率差异无显著性意义($P > 0.05$)。

2.5 两组修复后半年疗效比较 两组复查率100%，均未发生色泽不协调性、边缘不密合、修复体不完整、继发龋及术后敏感，两组在各方面表现优秀。

2.6 两组修复后1年疗效比较 1年复诊率100%，自酸蚀黏结剂组未发生色泽不协调性、继发龋及术后敏感，边缘不密合及修复体不完整各1颗，发生率分别为1.7%，1.7%；全酸蚀黏结剂组未发生色泽不协调性、修复体不

完整及继发龋，边缘不密合及术后敏感各1颗，发生率分别为1.7%，1.7%，两组之间5个方面的差异无显著性意义($P > 0.05$)。

采用自酸蚀黏结剂行树脂黏结修复上前牙缺损患者的临床资料：

病例序号	性别	年龄(岁)	上前牙 缺损(颗)	随访 2 年内修复效果及 不良反应
1	女	26	1	优
2	女	32	1	优
3	女	18	2	优
4	男	53	1	色泽不协调、边缘不密合
5	男	22	1	优
6	女	24	1	优
7	男	33	2	优
8	女	30	1	优
9	男	29	2	优
10	男	36	2	优
11	男	39	2	优
12	女	35	2	优
13	男	60	1	优
14	女	25	2	牙髓病变、边缘不密合
15	女	30	1	优
16	男	27	1	优
17	男	45	2	优
18	男	36	2	边缘不密合 1 颗
19	男	19	1	优
20	女	36	1	优
21	女	28	1	修复体不完整
22	男	25	2	优
23	女	36	1	优
24	女	38	1	优
25	男	34	1	优
26	女	26	1	边缘不密合
27	女	34	1	优
28	女	30	2	优
29	男	37	1	优
30	女	49	1	优
31	男	32	1	牙髓病变、边缘不密合
32	女	31	1	继发龋、边缘不密合
33	男	32	2	优
34	女	35	1	优
35	女	22	1	优
36	男	30	3	优
37	女	42	2	优
38	女	36	1	优
39	男	46	1	优
40	女	39	1	优
41	男	42	1	优
42	女	39	1	继发龋、边缘不密合
43	男	35	1	优
44	女	21	1	优
45	女	33	1	优

2.7 两组修复后2年疗效比较 自酸蚀黏结剂组失访5例，全酸蚀黏结剂组失访6例。自酸蚀黏结剂组修复体均完整，继发龋、色泽不协调、边缘不密合及牙髓病变比率分别为分别为3.6%，1.8%，10.0%及3.6%；全酸蚀黏结剂组色泽均协调，边缘不密合、继发龋、修复体

不完整、牙髓病变发生率分别为3.7%, 3.7%, 1.9%及16.7%。两组间色泽协调性、边缘密合度、修复体完整度、继发龋发生率差异无显著性意义($P > 0.05$)。在牙髓病变对比分析中, 自酸蚀黏结剂组牙髓病变率明显小于全酸蚀黏结剂组($\chi^2=5.099$, $P < 0.05$), 见表2。

采用全酸蚀黏结剂行树脂黏结修复上前牙缺损患者的临床资料:

病例序号	性别	年龄(岁)	上前牙缺失(颗)	随访 2 年内修复效果及不良反应
1	男	30	1	优
2	女	32	1	修复体不完整
3	男	31	1	优
4	男	25	2	牙髓病变 1 颗
5	女	39	1	边缘不密合
6	男	27	1	优
7	女	49	1	优
8	男	36	1	优
9	男	35	1	术后敏感、牙髓病变
10	女	30	1	优
11	女	29	1	优
12	男	33	1	优
13	女	32	2	优
14	男	29	1	优
15	男	35	1	继发龋、边缘不密合
16	男	43	1	优
17	女	31	1	优
18	女	41	1	优
19	男	24	1	优
20	女	26	1	继发龋、边缘不密合
21	女	30	2	优
22	女	40	1	优
23	男	22	1	术后敏感、牙髓病变
24	男	47	1	优
25	女	39	1	优
26	男	27	1	牙髓病变
27	女	44	3	优
28	男	37	1	优
29	男	38	1	牙髓病变
30	男	42	1	优
31	女	44	1	优
32	女	28	4	优
33	女	23	1	牙髓病变
34	男	39	1	优
35	女	26	1	优
36	男	34	1	优
37	女	21	1	术后敏感
38	女	48	1	优
39	男	32	1	优
40	女	29	1	优
41	女	33	3	牙髓病变 1 颗
42	男	33	1	优
43	男	30	1	优
44	女	36	1	优
45	女	33	1	优
46	男	40	1	牙髓病变
47	女	37	1	优
48	男	25	1	优
49	女	39	1	优
50	男	26	1	牙髓病变

表 2 采用自酸蚀黏结剂 Adper Easy One 或全酸蚀黏结剂 Single Bond 2 黏结树脂修复前牙缺损 2 年的疗效比较

Table 2 Comparison of the clinical effects of the two groups at 2 yr after treatment (teeth)

项目	自酸蚀组(55 颗患牙)	全酸蚀组(54 颗患牙)
色泽不协调	1*	0
边缘不密合	6*	2*
修复体不完整	0	1
继发龋	2*	2*
牙髓病变	2*	9

注: *表示有部分修复体同时伴有 2 种或以上症状。自酸蚀黏结剂组牙髓病变率明显小于全酸蚀黏结剂组($\chi^2 = 5.099$, $P < 0.05$), 表明 3M Z350 纳米树脂与自酸蚀黏结系统 Adper Easy One 在活髓前牙黏结修复 2 年复诊期内牙髓病变率低。

3 讨论

尽可能少磨除天然牙体组织是现代前牙美容修复的原则和趋势, 而复合树脂黏结修复是实现这种原则的有效手段。

复合树脂是一种填料增强型聚合物基复合材料。填料的种类、粒度、分布和硬度等均会对复合树脂的性能及其临床表现产生很大影响^[19]。美国 3M 公司的 Filtek Z 350 通用型纳米树脂, 采用粒径为 20 nm 的二氧化硅粒子和 75 nm 的二氧化锆与二氧化硅复合粒子为填料, 使其在耐磨性、物理机械特性、抛光性上比普通复合树脂更胜一筹^[20-25], 在前牙修复中获得了满意疗效。与传统树脂相比, 纳米树脂体积收缩率降低 35%, 拉伸强度提高 31%, 断裂伸长率提高 47%, 冲击强度提高 36%, 热稳定性也有所提高^[26]。不仅如此, Filtek Z 350 纳米树脂对牙髓细胞刺激小, 生物相容性好, 几乎无毒^[27]。

树脂黏结修复技术的成功与否不仅需要好的充填材料, 更需要有效可靠的牙体-修复体黏结界面。黏结界面是否无缝连接, 直接影响术后敏感乃至牙髓病变的发生。而从远期疗效看, 边缘不密合、微渗漏将导致修复体松动、脱落、继发龋、牙髓炎等一系列并发症, 降低黏结修复的成功率^[28-30]。

全酸蚀黏结是通过酸蚀去除玷污层, 使管间牙本质脱矿, 形成胶原纤维的微孔支架多孔带, 使黏结剂易于渗入胶原纤维网中, 形成相互扣锁的混合层, 全层封闭脱矿的牙本质小管。但全酸蚀黏结过程中要求保持牙本质一定的湿润, 而这个湿润的“度”较难把握, 过干和过湿都会影响黏结剂的渗透。而且全酸蚀黏结操作时间长, 步骤繁琐, 操作过程中牙体容易被唾液污染, 影响黏结效果。理想的牙本质表面处理应仅仅去除牙本质表

面的玷污层,不去除管塞,不扩大牙本质小管,维持表面结构的完整性,以利于黏结和避免对牙髓的刺激,自酸蚀黏结剂能达到这样的要求,有学者利用扫描电镜观察各种黏结剂黏结界面的超微形态,结果显示自酸蚀黏结系统形成的混合层较薄且均匀一致,树脂突与管周牙本质结合紧密,无裂隙出现,牙本质小管管口封闭良好^[31]。韦曦等^[32]临床观察Adper Easy one自酸蚀黏结剂临床疗效,发现自酸蚀黏结剂组一步法自酸蚀黏结剂组1年复诊期内术后敏感发生率低,临床效果保持良好。Unemori等^[33]发现自酸蚀黏结剂术后敏感发生率明显低于全酸蚀牙本质黏结剂。

试验中自酸蚀黏结剂组术后即刻敏感率小于全酸蚀黏结剂组,但差异无显著性意义;自酸蚀黏结剂组术后1年敏感率小于全酸蚀黏结剂组,但差异无显著性意义;术后2年两组牙髓病变率差异有显著性意义($P < 0.05$)。两组各1例牙髓炎,全酸蚀组2例根尖炎,出现牙髓炎和根尖炎的患牙均为深龋近髓者,考虑充填后残余在牙本质小管内的细菌继续侵入牙髓,累积一定时间引发其病理改变。Cox等^[34]研究复合树脂等多种材料活体修复后的牙髓反应,发现没有因材料微渗漏而致牙髓反应增大,发生严重反应的患牙窝洞中均存在细菌,故认为细菌是刺激牙髓的主要因素。全酸蚀黏结剂组出现根尖病变者考虑由多种因素协同作用所致。酸蚀提高了牙本质小管通透性,牙本质小管通透性的提高使细菌及树脂材料释放的有毒成分更容易入侵至髓,如果剩余牙本质的厚度不足更促进了这一点,从而对牙髓产生长期慢性刺激,以致引起牙髓无症状坏死甚至根尖病变。试验2年回访表明,自酸蚀黏结剂对牙髓的刺激小于全酸蚀黏结剂,但长期疗效有待进一步观察;而且在临床上进行树脂黏结修复时要严格选择适应证并做好牙髓保护措施^[35]。

牙体-修复体的边缘密合是修复体长期成功的关键。边缘裂隙、微渗漏将直接导致修复体染色、继发龋、松动及牙髓病变等并发症。黏结剂强度对边缘密合的维持有重要意义。既往研究表明,通常情况下14-21 MPa的黏结强度可满足临床应用要求^[36]。有学者发现Adper Easy Bond可与釉质及牙本质形成紧密结合的界面,对牙釉质的微拉伸强度为(12.7±8.8) MPa,对牙本质的微拉伸强度为(27.7±9.0) MPa^[37],因此自酸蚀黏结剂的强度可满足其临床黏结的长久性。试验中出现边缘裂隙者由咬合干扰、操作时血液或唾液污染、树脂固化不全、无机釉未去尽导致,提示在临床操作中应尽量避免以上因素,提高修复体成功率。

试验通过2年的追踪随访比较两组的临床疗效,结果表明,自酸蚀黏结剂与3M Z350纳米树脂黏结修复活髓前牙可达到较理想的临床效果,但其远期性能的评价有待长期的临床观察和验证。

致谢: 感谢中山大学附属第三医院蒋立坚、李卫国教授在实验数据处理中给予的指导和帮助!

基金资助: 广东省科技计划项目(2011B031800270)。

作者贡献: 第一作者进行实验设计,实验实施为第一、二、三作者,实验评估为第四作者,资料收集为第一、三作者,第一作者成文,第五作者审校,第三作者(通讯作者)对文章负责。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求:

知情同意: 参与试验的患病个体及其家属自愿参加,对试验过程完全知情同意,在充分了解本治疗方案的前提下签署“知情同意书”;干预及治疗方案获医院伦理委员会批准。

医生资质: 临床试验参研人员应具有临床口腔医师职称,有从事此领域工作的经验。课题的实施者是临床医师,经过相关培训,具有从事临床口腔工作所要求的资质。

学术术语: 复合树脂-是在丙烯酸酯基础上发展起来的一种新型修复材料,是目前临床上应用最多的牙色修复材料,它主要是由树脂和无机物填料构成。组成:①树脂基质可分为两类,一类以双酚A-甲基丙烯酸缩水甘油为主要成分,一类以甲基丙烯酸甲酯为主要成分。②无机填料,如玻璃粉、二氧化硅、锡硅酸盐或硼酸盐;其含量为树脂重量的70%-80%,树脂内加入无机填料,可增加树脂的抗压强度和硬度,降低共聚合体的膨胀系数和体积收缩。无机填料需经有机硅烷处理,使其容易与树脂化学结合。③引发剂、交联剂、活性稀释剂,加入引发体系,能使共聚体在常温下同化。交联剂的作用使树脂基质间的分子结构相互交联,呈网状,以增加材料的硬度与强度;活性稀释剂可以增加材料的流动性和可塑性,减少黏度,才能容许树脂中加入大量的填料,改进单一树脂的性能。

作者声明: 文章为原创作品,数据准确,内容不涉及泄密,无一稿两投,无抄袭,无内容剽窃,无作者署名争议,无与他人课题以及专利技术的争执,内容真实,文责自负。

4 参考文献

- [1] Perdigão J, Dutra-Corrêa M, Saraceni S, et al. Randomized Clinical Trial of Two Resin-Modified Glass Ionomer Materials: 1-year Results. *Oper Dent*. 2012;37(6):591-601.
- [2] Maserejian NN, Trachtenberg FL, Hauser R, et al. Dental composite restorations and neuropsychological development in children: treatment level analysis from a randomized clinical trial. *Neurotoxicology*. 2012;33(5):1291-1297.
- [3] Popoff DA, Gonçalves FS, Magalhães CS, et al. Repair of amalgam restorations with composite resin and bonded amalgam: a microleakage study. *J Dent Res*. 2011;22(6):799-803.
- [4] Kubo S, Kawasaki A, Hayashi Y. Factors associated with the longevity of resin composite restorations. *Dent Mater J*. 2011;30(3):374-383.
- [5] Gonçalves FS, Castro CD, Bueno AC, et al. The short-term clinical performance of a silorane-based resin composite in the proximal contacts of class II restorations. *J Contemp Dent Pract*. 2012;13(3):251-256.

- [6] Van Dijken JWV, Pallesen U. Clinical performance of a hybrid resin composite with and without an intermediate layer of flowable resin composite: a 7 years evaluation. *Dent Mater.* 2011;27:150-156.
- [7] Garoushi S, Vallittu P, Lassila LVJ. Fracture toughness, compressive strength and load-bearing capacity of short glass fiber-reinforced composite resin. *Chin J Dent Res.* 2011;14:15-19.
- [8] Burke FJ, Crisp RJ, James A. Two year clinical evaluation of a low-shrink resin composite material in UK general dental practices. *Dent Mater.* 2011; 27(7):622-630.
- [9] de Azevedo Miranda D, dos Santos Bertoldo CE, Ambrosano GM. Effect of curing light distance and different mouthwashes on the sorption and solubility of a nanofilled composite. *Eur J Esthet Dent.* 2013;8(1):88-102.
- [10] Lee DS, Jeong TS, Kim S, et al. Effect of dual-peak LED unit on the polymerization of coinitiator-containing composite resins. *Dent Mater J.* 2012;31(4):656-661.
- [11] Rosa RS, Balbinot CE, Blando E, et al. Evaluation of mechanical properties on three nanofilled composites. *Stomatologija.* 2012;14(4):126-130.
- [12] Harleen N, Ramakrishna Y, Munshi AK. Enamel deproteinization before acid etching and its effect on the shear bond strength—an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent.* 2011;36(1):19-23.
- [13] Joulaei M, Bahari M, Ahmadi A, et al. Effect of Different Surface Treatments on Repair Micro-shear Bond Strength of Silica- and Zirconia-filled Composite Resins. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2012;6(4):131-137.
- [14] Yun DI, Ku RM, Son SA, et al. Influence of a blue DPSS laser on specimen thickness of composite resins. *Photomed Laser Surg.* 2012;30(9):536-542.
- [15] 中华人民共和国国务院. 医疗机构管理条例. 1994-09-01.
- [16] 刘强, 葛绍群, 高文达, 等. 3M纳米树脂用于前牙美容修复的临床研究[J]. *临床医药实践*, 2010, 9(19):1313-1314.
- [17] 吴胜, 张华, 劳文茵. Z350纳米复合树脂修复前牙间隙的效果观察[J]. *右江民族医学院学报*, 2011, 33(2):197-198.
- [18] Ryge G. Clinical criteria. *Int Dent J.* 1980;30(4):347-358.
- [19] 马福军, 王占红. 复合树脂充填材料修复牙体缺损的应用价值及临床评价[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2011, 15(16):2957-2960.
- [20] 罗娟, 王新知, 刘学恒. 纳米增韧牙科复合树脂的研究[J]. *临床口腔医学杂志*, 2007, 23(7):394-396.
- [21] Palaniappan S, Elsen L, Lijnen I, et al. Nanohybrid and microfilled hybrid versus conventional hybrid composite restorations: 5-year clinical wear performance. *Clin Oral Investig.* 2012;16(1):181-190.
- [22] Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003;134(10):1382-1390.
- [23] 邱自力. 3种材料修复楔状缺损的疗效观察[J]. *南昌大学学报:医学版*, 2011, 51(6):49-51.
- [24] 赵泓霖. P60树脂、Z350纳米树脂与“P60树脂加涂窝沟封闭剂”对后牙I类洞修复效果比较[J]. *昆明医学院学报*, 2011, 32(6):133-135.
- [25] 陈曦, 陈作良, 陈芳. 纳米复合树脂的研究进展[J]. *临床口腔医学杂志*, 2003, 12(30):754-755.
- [26] 昭荣, 徐国财. 立体光造型纳米复合树脂的制备[J]. *塑料工业*, 2005, 33(4):67-69.
- [27] 陈维旭, 苏怡. Z350纳米树脂和Z100复合树脂牙体充填术后的敏感性评价[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2007, 11(44):8926-8927.
- [28] 王喆, 邱建平, 杭东跃. 四种复合树脂材料与牙体间边缘密合度的研究[J]. *临床口腔医学杂志*, 2012, 28(6):355-357.
- [29] 孙丽华, 袁杰, 张志慧, 等. 影响复合树脂微渗漏的多因素分析[J]. *口腔医学研究*, 2010, 26(1):89-91.
- [30] Kasraie S, Azarsina M, Khamverdi Z, et al. Microleakage of dual-cured adhesive systems in class V composite resin restorations. *J Dent (Tehran).* 2012;9(2):99-106.
- [31] 师保江, 张琛, 侯本祥. 自酸蚀和全酸蚀粘接系统粘接界面的形态学观察[J]. *首都医科大学学报*, 2006, 27(2):257-260.
- [32] 韦曦, 何庆银, 凌均荣, 等. 自酸蚀粘接剂Adper Easy One的临床研究[J]. *中华口腔医学研究杂志:电子版*, 2012, 6(4):348-352.
- [33] Unemori M, Matsuya Y, Akashi A, et al. Composite resin restoration and postoperative sensitivity: clinical follow-up in an undergraduate program. *J Dent.* 2001;29(1):7-13.
- [34] Cox CF, White KC, Ramus DL, et al. Reparative dentin: factors affecting its deposition. *Quintessence Int.* 1992;23(4):257-270.
- [35] 王梁, 汲平, 王明臻, 等. 光固化复合树脂修复后致牙髓无炎症坏死的初步研究[J]. *口腔颌面修复学杂志*, 2004, 5(4):286-287.
- [36] Schüpbach P, Krejci I, Lutz F. Dentin bonding: effect of tubule orientation on hybrid-layer formation. *Eur J Oral Sci.* 1997;105(4):344-352.
- [37] Mine A, De Munck J, Cardoso MV, et al. Bonding effectiveness of two contemporary self-etch adhesives to enamel and dentin. *J Dent.* 2009;37(11):872-883.