# 可充压复合树脂修复II类洞微渗漏的体外研究

In vitro microleakage of packable composites in Class II restorations Alessandro Dourado Loguercio, Jose Roberto de Oliveira Bauer, Alessandra Reis, Rosa Helena Miranda Grande

原载 Quintessence Int 2004;35:29~34(英文).

田福聪 译 姬爱平 校

**摘要** 目的 评价龈壁位于不同位置时 Ⅱ 类洞树脂修复体的边缘微渗漏及不同树脂的聚合收缩性。

材料与方法 在 32 颗离体磨牙上制备 4 种标准 II 类洞洞型(3mm×5mm×2mm), 龈壁边缘分别位于釉质牙骨质界(CEJ)上 1mm 或下 1mm,然后将离体牙分组并分别用以下 4 种树脂与粘接剂的组合修复:(1 组)Single Bond+P60;(2 组)Prime & Bond NT+Surefil;(3 组)Bond-1+Alert; (4 组)Prime & Bond2.1 +TPH。7 天之后,将样本循环加热(5℃~55℃,500 次,每次 15 秒),然后浸于 0.5%亚甲蓝溶液中 24 小时,切开,由 2 位检查者采用 0~3 记分系统评估龈缘微渗漏的水平(双面)。 树脂的聚合收缩(n=6)则采用偏转片法评估。微渗漏的数据采用非参数重复性测量的方差分析进行统计学分析,聚合收缩的百分比采用方差分析与 tukey 检验评估。结果 只有第 3 组的釉质边缘与牙骨质边缘微渗漏存在显著差异;各组之间的釉质边缘微渗漏没有显著差异;仅第 1 组在牙骨质边缘提供了良好的边缘封闭。所有可充压复合树脂的聚合收缩都比混和填料树脂低。结论 所有组合在釉质边缘都能有效防止微渗漏,但只有第 1 组可以更好地减少牙骨质边缘的微渗漏;可充压复合树脂比混合填料树脂有较低的聚合收缩。

临床相关性 复合树脂与粘接剂的联合应用能够有效地防止 II 类洞修复体釉质边缘的微渗漏;尽管用于本研究的可充压复合树脂有较低的聚合收缩性,但对于牙骨质边缘仍难以获得良好的边缘封闭。本研究中只有 SB+P60 组可以减少牙骨质边缘的微渗漏。

牙科复合树脂修复材料的临床应用已有40余年,其

译者 北京大学口腔医学院 北京海淀区中关村南大街 22 号 100081 间,材料的配方不断改进以满足临床所需。 然而复合树脂材料应用于后牙修复时仍然存在很多问题,如磨耗、技术敏感性以及微渗漏等。近些年的临床研究显示,许多品牌的后牙复合树脂的磨耗率已接近银汞合金。因此,美国牙科协会(ADA)推荐在较小及中等大的 I 类和 II 类洞修复时可应用此类材料。

树脂修复的技术要求高于银汞合金充填术,树脂修复的技术难点是不易恢复良好的邻面外形及紧密的接触点,操作时需要使用特殊的楔牙技术和器械。此外,复

合树脂的聚合收缩可引起术后 敏感并增加边缘微渗漏,而边缘 微渗漏易造成继发龋坏的发生, 最终导致临床修复的失败。

鉴于树脂修复技术的操作复杂性,一些生产厂商研制了更易操作的可充压复合树脂,此类产品较传统的复合树脂硬度更大,且粘性较小,可以更好地压紧边缘。而前后牙共用的混合填料复合树脂粘性较大,操作时易粘器械,影响边缘封闭。据产品说明书介绍,最新的可充压树脂对无机填料和有机基质都进行了改

良,材料的聚合收缩性有所减小,可使修复体边缘的封闭性更好。

众所周知,如果 II 类洞直接修复体的龈缘位于健康的釉质上,临床上可以获得良好的边缘封闭,但如果窝洞的边缘位于釉牙骨质界下方,边缘封闭就会更加难以获得。

本研究的目的是评估 II 类洞龈壁分别位于釉质或牙骨质/牙本质上时,可充压复合树脂粘接修复体的边缘微渗漏,并与混合填料树脂相比较。同时评价本研究所使用的复合树脂的聚合收缩性。

### 材料与方法

## 微渗漏的评估

将 32 颗完整离体磨牙清洗后,用 0.5%氯亚明消毒,然 后保存于生理盐水中,所有牙齿的咬合面在水冷却下 用 180 目的碳化硅车针磨平。

用柱形金刚砂钻(No.3145, Kg Sorensen)在每个牙齿的邻面、颊面、舌面预备出 4 个标准的 II 类洞, 窝洞的宽度为 3mm,高 5mm,深 2mm,一半样本的龈壁位于 CEJ 以上 1mm,而另一半位于 CEJ 以下 1mm,然后将牙齿置于一个可以模拟邻接关系(Inodon)的特殊装置中,在修复之前安放金属成形片和木楔子。

表 1 本研究所采用的复合树脂

产品(厂商)	填料	填料尺寸 (μm)*	填料比重/ 体积%	单体(基质)	批号	
P-60 硅酸锆 (3M ESPE)		0.6(0.01~3.5)	83/61	Bis-GMA, UDMA, bis-EMA	9AG	
Surefil Si-Bo-Al Ba glass, Dentsply) SiO <sub>2</sub> 及纳米填料		0.8	77~86/ 58~66	UDMA	990216	
Alert(Jeneric- Pentron)	Ba-Al-Si glass,SiO <sub>2</sub> 和纤维玻璃填料	0.7(丝状玻璃 填料 60~80)	80~84/ 62~70	bis-GMA, ethoxilate	860960	
TPH**Spectr- um(Dentsply)	硅酸钡	0.8	57	bis-GMA, UDMA	28632/2	

<sup>\*</sup>厂商提供数据

Bis-GMA;二甲基丙烯酸酯; UDMA;聚氨二甲基丙烯酸酯; bis-EMA;双酚聚乙烯乙二醇二甲基丙烯酸酯 Si-Bo-Al-F;硼铝氟硅酸盐; Ba-Al-Si;铝钡硅酸盐; SiO2;二氧化硅

粘接剂与复合树脂的组合方案是:1 组:Single Bond (SB)+P-60(P6);2 组:Prime & Bond NT(PT)+Surefil (SU);3 组:Bond-1 (B1)+Alert (AL);4 组:Prime & Bond 2.1(PB)+TPH(TP)。表 1、表 2 中所提及的树脂均采用 A3 或相似的颜色。

每颗牙齿的 4 个 II 类洞分别用上述 4 种组合方案修复,每种组合方案修复位于不同牙面的 32 个修复体,其中,16 个修复体的龈缘在釉质上,16 个修复体的龈缘在牙骨质上。

每个窝洞分三层充填,每层约 2mm 厚,采用输出功率为 600mW/cm²的 Optilux400 固化机固化 40 秒。在37℃的蒸馏水中保存 7 天后,用带有氧化铝表层的软磨盘(Soft Lex Pop-On,3M Dental)对修复体进行修整抛光。

牙齿的根尖孔用丙烯酸树脂封闭,在距充填体龈缘下方约 1mm 的牙齿表面涂布两层染甲水。然后根据 ISO-TR11405 标准(5℃~55℃,500 次,每次 15 秒) 对样本进行循环加热,再置入 0.5%亚甲蓝溶液染色,24小时后取出,清洁,用金刚砂锯 (LABCUT 1010 machine,Extec)从充填体中间切开,得到 2 个断面。由两位事先进行过标准一致性检验的检查者在立体显微镜(Olympus SZ 40)下对修复体龈边缘的染色渗透进行评估。

每位评估者对每个修复体两断面的微渗漏情况分别评

<sup>\*\*</sup>非厂商提供的数据

表 2 粘接系统名称、组成及产品说明

产品/生产商	复合树脂(批号)	说明
Single Bond(SB) /3M ESPE	1. 磷酸:37%(7JA) 2. 粘接剂:马来酸,HEMA, 甲基丙烯酸改性的聚丙 烯酸,氟化物,引发剂, 稳定剂,丙酮(8BX)	1.酸蚀 15 秒 2.冲洗 15 秒 3.吸干(湿粘接) 4.涂两层粘接剂(15 秒) 5.吹干 3 秒 6.光固化 10 秒
Prime & Bond NT (PT)/Dentsply	1. 磷酸;36%(971202) 2. 粘接剂:PENTA,二甲基丙烯 酸酯,引发剂,稳定剂, 丙酮 (9806001075)	1.酸蚀 15 秒 2.冲洗 20 秒 3. 吸于(湿粘接) 4. 涂两层粘接剂(15 秒) 5. 吹干 5 秒 6. 光固化 10 秒
Bond-1(B1) /Jeneric-Pentron	1. 磷酸;37%(780962) 2. 粘接剂;PMGDM, HEMA, 光固化引发剂,丙酮 (790980)	1.酸蚀 20 秒 2.冲洗 20 秒 3. 吸于(湿粘接) 4. 涂两层粘接剂(15 秒) 5. 吹干(>5 秒) 6. 光固化 10 秒
Prime & Bond 2.1 (PB)/Dentsply	1. 磷酸;36%(971202) 2. 粘接剂:PENTA,二甲基丙烯酸 酯,引发剂,稳定剂,丙酮 (970500001)	1.酸蚀 15 秒 2.冲洗 20 秒 3. 吸干(湿粘接) 4.涂布第一层粘接剂(10 秒) 5.吹干 5 秒 6.光固化 10 秒 7.涂布第二层粘接剂 8.吹干 5 秒 9.光固化 10 秒

HEMA=羟乙基甲基丙烯酸酯; PENTA=五磷酸丙烯酸酯; PMGDM=均苯四酸乙二醇二甲基丙烯酸酯

分,这样每个修复体经过两位评估者共 4 次评分,取每个修复体 4 个评分中的最高分进行统计分析,并采用Cohen's Kappa 统计来衡量评估者的一致性。

染色的严重程度根据 0~3 的评分系统来分析(0=没有 染色渗透;1=染色渗透达到龈壁的一半;2=染色渗透 超过龈壁的一半;3=染色渗透达到轴壁)。

#### 聚合收缩

树脂聚合收缩的检验方法与 Watts 和 Cash 提出的方法相似,即用偏转片进行测量。 每种复合树脂制作 6 个样本,每个样本约 0.6g 重,将受试树脂置于内径为 18mm,高为 1.4mm 的铜圈内,用粘接剂将其粘接在表面经喷砂粗化处理过的显微镜载玻片上。将一柔软可弯曲的盖玻片(0.1mm 厚)放置在树脂表面,与树脂接触,并为铜圈所支撑。载玻片位于测量仪器的玻璃板

上,将一个线性垂直位移传感器 (Sylvac 80) 轻轻接触在盖玻片的上 表面。

检测所有样本时,玻璃板需保持24℃、相对湿度50%的恒定环境。将Optilux400固化机 (Demetron)固定在样本的下面光照固化40秒(光照强度600mW/cm²)。5分钟后,用测微计测量盖玻片的收缩偏差(SD)。根据以下公式计算样本聚合收缩(PS)的百分比;PS=SD×100/1500

## 统计学分析

根据微渗漏的试验数据排序的特点,应用非参数重复性测量的方差分析来评估各实验组及邻面的测试结果。通过对材料和边缘 2 个因素的综合评定,计算得出此排序变量的中位数,即相对疗效,通过数据比较得出结果。这种方法可以使观察者从某种治疗方法中随机抽取样本比从总体中抽取样本得出较准确的结果。因此,这种方法的较高数值对

应相对评分较高的治疗方案。如同 Rosa 的研究所示,有平均分布数据的平衡试验的分析与参数性及非参数性分析会得出相似的结果。因此应用了参数重复性测量的方差分析

单因素方差分析和 Tukey's 检验被用来分析聚合收缩 所得的数据。

#### 结果

本实验中检查者之间的一致性很好 (Cohen's Kappa=0.94)。各材料组每个修复体边缘微渗漏的评分情况及据此计算得出的相对疗效评估值见表 3;聚合收缩的实验结果见表 4。

结果显示材料与龈边缘位置显著相关(P=0.01),每个因素单独分析可能会使结果出现偏差,本研究应用的

是多因素综合分析。只有第3组在釉质与牙骨质边缘表现出显著的统计学差异。不同材料组的釉质边缘微渗漏没有显著性差异(P=0.05)。而当边缘位于牙骨质时,第1组表现出较低的边缘微渗漏,与其他组之间有显著差异(P<0.05)。

这些结果通过参数重复性测量的方差分析和 Bonferroni 配对比较对数据进行再分析得到了证实。

对于聚合收缩,测试结果显示混合填料树脂(TPH Spectrum)收缩最明显(*P*<0.01),可充压复合树脂的聚合收缩较小,而且各可充压复合树脂之间无显著差异(*P*>0.001)。

## 讨论

龈边缘位于釉质时,所有修复组均表现出较低的渗漏, 这些结果与以往文献报道一致。本研究的结果和其他 学者关于可充压树脂微渗漏研究的结论证实,酸蚀釉 质并应用粘接剂可有效地减少边缘微渗漏。

牙本质被认为是磷灰石微晶填料与胶原基质形成的生物性复合体,其间有充满液体的管状结构连接牙髓与釉质牙本质界。与牙本质一样,牙骨质也是一种结构复杂的组织。Bosshardt和 Selvig 研究发现,牙骨质的外层矿化度低,胶原成分高,即使酸蚀也不能为粘接材料提供所需的微固位结构。历代粘接剂的研发都是以牙本质为粘接对象而进行的,如果修复体的固位只靠釉质粘接即可获得,那么应用第一代的粘接剂就足够了。

本研究的结果表明,单纯以牙骨质/牙本质为粘接面很难获得良好的粘接效果。当窝洞龈壁边缘由牙骨质/牙本质构成时,只有第1组(SB+P6)可以获得与釉质边缘同样的良好边缘封闭性,且显著优于其他三组。

这种差异可能是由于试验用粘接剂中的溶剂不同。 Single Bond 是以水/酒精为溶剂,而其他粘接剂是以 丙酮为溶剂。以丙酮为溶剂的粘接剂对于脱矿后的牙 本质表面的湿度变化更为敏感。

牙本质中的水分可使脱矿后的胶原纤维网络处于一种 膨松状态,保持了粘接树脂渗透所需的多孔性。如果牙

表 3 微渗漏评分及相对疗效评估值

方案		3	舶质	Í	牙骨质					
	()	1	2	3	*	0	1	2	3	*
1 P6+SB	3	7	4	2	0.40	4	9	0	3	0.36
2 SU+PB NT	3	4	5	4	0.47	2	1	2	11	0.66
3 AL+B1	4	7	5	0	0.34	1	1	3	11	0.69
4 TP+PB21	5	4	2	5	0.44	3	0	3	10	0.63

\*对于每种材料和不同边缘的治疗效果的估计值(非参数性的方法)

0=没有染色渗透; 1=染色渗透达到龈壁的一半; 2=染色渗透超过 龈壁的一半; 3=染色渗透达到轴壁

表 4 复合树脂聚合收缩的平均值和标准差

复合树脂	平均值(标准差)		
P-60	2.0(0.05)		
Surefil	2.1(0.06)		
Alert	2.2(0.09)		
TPH Spectrum	3.1(0.10)		

本质被过度吹干,使支撑胶原纤维网络的水分蒸发,胶原纤维由于表面张力而塌陷,其间的间隙会大大减少,降低了管间牙本质对粘接树脂的可渗透性。而当以两酮为溶剂的粘接剂涂布到胶原塌陷的牙本质表面时,树脂单体不能有效渗透,从而影响混合层的形成。

相反,以水为溶剂的粘接剂应用于过度吹干的牙本质时,粘接剂中的水分可使已塌陷的胶原纤维重新伸展,树脂单体得以渗入。

Single Bond 粘接剂的优势是聚链烯酸共聚物,它源于玻璃离子的化学粘接理念。据报道聚链烯酸共聚物可以在混合层的表浅部位及牙本质小管的表面 3mm 形成 Ca-聚烯酸复合体,这种复合体可能会通过提供水稳定性和一种应力释放来稳定粘接界面。

对以上结论以往文献中存在一些争论。Pilo 和 Ben-Amar 对 V 类洞修复体加载负荷试验的研究显示, Single Bond 粘接剂对釉质边缘的微渗漏较低;而以丙酮 为溶剂的 One Step 粘接剂和以酒精为溶剂的 Optibond FL 粘接剂在龈边缘同样可以获得较好的封闭。Al-Ehaideb 和 Mohammed 研究显示用 Z-100 树脂充填 V 类洞,无论龈边缘位于釉质还是牙骨质,微渗漏都没有差异。他们在研究中所应用的粘接剂有三种与本研究的相同(B1、SB、PB)。

研究结果的差异可能与试验方法有关。有些学者认为复合树脂的聚合收缩在粘接界面的松解中起到很大作用,从而增加了微渗漏。表 4 中可以看到所有可充压复合树脂较测试的混合填料树脂(TPH Spectrum)均表现出较低的聚合收缩,此结果与生产厂商及 Farah 和Power 的研究数据一致。虽然本研究所测试的可充压树脂聚合收缩较低,但并不代表所有可充压树脂修复体都优于混合填料树脂修复体。因此,据以往的研究提示,在粘接修复中,选择何种树脂不是主要问题,重要的是选择合适的粘接剂。确切的结论需要进一步的研究证实。

一些研究显示,可充压树脂的机械性能与混合填料树脂迥然不同,但可充压树脂并非总体优于混合填料树脂,这些结论的不同是由于他们所使用的作为对照的混合填料树脂种类不同。例如,Choi等和 Chen 等的研究结果就与本研究的结论正好相反,他们发现可充压复合树脂比混合填料树脂 (Tetric Ceram,Z-100 和Heliomolar RO)表现出更大的聚合收缩力。

既然可充压树脂不粘牙科器械,那它们也较难与窝洞壁紧密适合。Leevailoj等认为这种材料的较高硬度是造成微渗漏的一个重要因素,在他们的研究中发现较

低硬度的材料其微渗漏也较低。此结论同样也为本研究所证实,本研究所采用的 P-60 树脂硬度较低,在牙骨质/牙本质边缘表现出了较好的封闭性。

Meiers 等的研究发现,当可充压树脂充填较大体积的 窝洞时,比传统的前后牙通用树脂更易造成洞缘处的 釉质裂纹,但此现象在本研究中并未出现。Meiers 与本研究结果的差异可能是由于充填物体积及材料的充填 方式不同所致,本研究的充填物体积较小。

为证明上述假设须作进一步的研究。本试验仅针对复合树脂和粘接剂的联合应用进行了研究,新材料相关的性能尚需临床试验进一步评估。

#### 结论

在本研究中无论 II 类洞修复体的边缘位于釉质或牙骨质/牙本质,都可以发现微渗漏的存在。当窝洞龈边缘位于釉质时,可充压复合树脂或混合填料树脂与粘接剂的联合应用都能提供良好的边缘封闭;而当龈边缘位于牙骨质/牙本质时,只有 P-60+Single Bond 组可以较好地减少微渗漏。可充压复合树脂均比混合填料树脂表现出较低的聚合收缩。

## 《中国口腔医学实用信息 2005》正式出版发行

《中国口腔医学实用信息 2005》一书由卫生部统计信息中心与中华口腔医学会联合编著,卫生部统计信息中心饶克勤主任、中华口腔医学会张震康会长出任本书主编,由中华口腔医学会、卫生部统计信息中心以及全国口腔医学院系等的领导和有关部门负责人组成编委会。卫生部马晓伟副部长亲自为本书作序。人民军医出版社出版发行。

全书分中国口腔医学论坛、口腔医学人力资源信息、口腔医疗机构信息、口腔器材生产经销企业信息、口腔医学社团组织,共5章,近120万字。

口腔医学论坛对中国口腔医学事业的发展现状与趋势进行全面的分析报道,是编委会邀请了10余位专家就中国的口腔医学事业、口腔医学教育、牙病防治、老年口腔医学、儿童口腔医学、军队口腔医学、口腔医疗及健康保健行业、保健用品、器材及设备、口腔材料与技术,以及民营口腔医疗机构等若干个领域进行了详尽的论述。

口腔医学人力资源和口腔医疗机构信息主要来源于卫生部统计信息中心 2002-2003 年全国卫生统计调查资料。口腔医师的数据主要包括属于卫生系统编制的教授、主任医师、副教授、副主任医师、主治医师的数据;口腔医疗机构的数据主要包括口腔专科医院、口腔门诊部、口腔病防治院所、设有口腔科的综合性医院的数据。本书对在口腔医学院系工作的 200 余位正高职称专家做详细的介绍外,还提供了其中的 600 余位正高职称医师、3500 余位副高职称医师、1 2000 余位中级职称医师的信息。另外,对 30 余家院校附属口腔医院及150 余家口腔专科医院做了详细介绍。

可以说《中国口腔医学实用信息 2005》是目前国内口腔医学科学领域最具权威性、信息量最大、内容最全面、最实用的工具图书。本书的编辑出版,必将对中国的口腔医学事业的发展产生积极的推动作用。

如您需购买《中国口腔医学实用信息 2005》,请与中国口腔医学网编辑部联系,联系电话:010 58995149;或到中国口腔医学网网上书城查询。

编辑部