



# 重新认识选择性釉质酸蚀技术：是否优于全酸蚀和自酸蚀？

Selective Enamel Etching Reconsidered: Better than Etch-and-Rinse and Self-etch?

Roland Frankenborger/Ulrich Lohbavor/Matthios J.Regendor /Michael Naumann/Michael Taschner

原载 J Adhes Dent 2008, 10 (5) :339-344 (英文)

杨 媛 赵玉鸣 译 郑树国 审

## 摘要

**目的:**本研究对使用不同粘结方法的直接树脂充填体在热机械负载前后的边缘情况进行了评价。研究主要针对选择性釉质酸蚀,全酸蚀和自酸蚀粘结方法。**材料和方法:**在80颗拔除的人第三磨牙制备近中殆面洞,邻面边缘位于釉牙骨质界下方。分别使用以下方法进行直接树脂充填:四步法选择性釉质酸蚀(Syntac SE),四步法全酸蚀(Syntac ER),两步法全酸蚀(XP Bond, Scotchbond 1 XT/Single Bond Plus),两步法自酸蚀(AdheSE, Clearfil SE Bond),两步法自酸蚀+选择性釉质酸蚀(AdheSE SE, Clearfil SE Bond SE)和两步法自酸蚀+全酸蚀(AdheSE TE, Clearfil SE Bond TE)。使用环氧树脂体在200倍放大的扫描电镜下分析充填体边缘的缝隙。**结果:**在使用热机械负载前,所有粘结方法的树脂充填体无缝隙边缘的比率都很高。负载后的结果如下:A)釉质边缘:使用磷酸处理釉质,其无缝隙边缘的比率(90%)普遍高于两步法自酸蚀粘结(70%; $P<0.05$ )。B)牙本质边缘:全酸蚀和选择性酸蚀方法间没有统计学差异,无缝隙边缘的比率分别是59%和64%( $P>0.05$ )。严格按照说明书进行自酸蚀粘结,其牙本质边缘质量最佳74%~82%( $P<0.05$ )。在全酸蚀条件下使用自酸蚀粘结剂时,牙本质边缘质量显著下降到35%~42%( $P<0.05$ )。**结论:**磷酸酸蚀的釉质粘结效果普遍较好。使用磷酸选择性酸蚀釉质,可以提高两步法自酸蚀的釉质粘结性能。

## 关键词

边缘完整性;缝隙;全酸蚀;自酸蚀;选择性酸蚀



## 专家 点评

**郑树国教授点评:**随着牙色充填材料的临床应用,粘结剂也迅速发展,现在已发展到第七代粘结剂。为了更好地发挥粘结剂的性能,达到最佳的树脂修复效果,粘结剂的正确使用就变得尤为重要。临床的误操作,往往导致临床治疗的失败。这篇文章通过离体牙的研究发现使用磷酸选择性地酸蚀牙釉质,可以提高两步法自酸蚀粘结剂的釉质粘结性能。在牙本质,如果按照说明书操作,两步法自酸蚀的牙本质粘结性能较好;但选择性酸蚀釉质边缘后,可获得更佳的牙釉质和牙本质粘结。使用AdheSE和Clearfil SE Bond时,磷酸酸蚀应该严格限制在牙釉质,否则用磷酸酸蚀牙本质将损害牙本质粘结的长期效果。这些有意义的结论将更好地指导我们的临床工作。

在全世界范围内牙色材料被广泛应用于牙科。大量证据表明,窝沟封闭剂、复合树脂和粘结性陶

瓷可以与牙齿硬组织有效粘结并行良好功能。然而,由于复合树脂的聚合收缩,仍需要材料与牙釉质和牙本质形成持久的粘结,如果粘结失败,形成的缝隙将会影响临床修复效果。

译者 北京大学口腔医学院儿童口腔科  
北京海淀区中关村南大街22号 100081

釉质粘结剂与磷酸处理后的釉质间可以形成持久的临床粘接力,而自酸蚀粘结方法应用于承受抗力的I类洞和II类洞充填时,其粘结的持久性在临床上尚未得到证实,但其在颈部病损的粘结效果是令人满意的。牙本质粘结的结论正好相反,自酸蚀法(至少两步法自酸蚀)似乎是持久粘结的最佳方法。

当然,临床实验是粘结牙医学的最终评价手段;但是临床实验的主要问题是,虽然能够提供数年有价值的临床数据,但有可能使用的粘结剂或树脂已经退出了市场。尽管如此,临床实验可以做出最终判断,例如:如果忽略了粘结步骤,临床效果肯定是失败。

因此,临床前的体外研究很必要,特别是需要明确一些实验问题的时候。研究表明选择性釉质酸蚀可能有助于提高牙颈部病损的边缘适应性,在微创的盒型洞可能产生较少的有害应力,但文献尚无对大面积II类洞的体外研究。

本体外研究的目的是评价各种已被证实的粘结剂和新粘结剂的操作方法。假设的结论是选择性釉质酸蚀和全酸蚀粘结在釉质和牙本质的边缘封闭无差异。

## 材料和方法

选择80颗完整无龋坏、无充填体,由于各种治疗原因被拔除的人第三磨牙,4℃下保存在0.5%氯胺T水溶液中,不超过30d。去除牙齿表面的菌斑和牙石,20倍光镜下检查确保牙齿没有任何缺损。

制备标准II类洞(颊舌向宽度4mm,邻面洞底深度2mm),邻面边缘位于釉牙骨质界下1~2mm。用80 μm粗金刚砂车针在大量水冷却条件下备洞,用25 μm粗金刚砂车针进行最后的修整(一对金刚砂车针制备4个窝洞)。窝洞的线角要圆钝,为了和以往的研究进行对照,窝洞边缘不预备洞斜面。使用不同的粘结剂(表1),采用不同的粘结方法(表2)对窝洞进行修复。

按照产品说明书,使用不同类型的粘结剂充填制备的窝洞( $n=8$ )(表1)。对每种粘结剂随机选用8颗牙齿。使用Translux CL光固化仪器对牙本质粘结剂和复合树脂进行光固化。使用辐射计(Demetron; Danbury, CT, USA)对仪器定期进行校正,以保证实验期间光强达到650mW/cm<sup>2</sup>。

在复合树脂充填前,粘结剂固化时间均为40s。使用Tetric EvoCeram复合树脂充填所有的窝洞。

使用金属成形片包绕窝洞,使用不同的粘结剂,分层充填树脂,每层不超过2mm。每层树脂固化的时间为40s,光固化灯贴近成形片的冠缘。去除成形片后,从充填体的颊舌侧分别再固化20s。抛光前用后牙刮治器去除悬突。用抛光盘修整邻面边缘。

牙齿保存在37℃蒸馏水中21d,然后取牙齿印模,复制第一套环氧树脂体,进行扫描电镜检查。

在人工的口腔环境中进行标本的热机械负载实验。将两个标本以邻面接触的方式置于模拟器中,使两个充填体的边缘嵴处于类似口腔环境的牙尖交错位。相邻两个边缘嵴的对合是一块直径6mm的滑石(一种多组分半孔隙状水晶陶瓷材料),以0.5Hz的频率给予50N的机械负载共100 000个循环。标本同时进行2 500次5℃和55℃热循环,通过将两种温度的水注入模拟器内各30s的方法来实现热循环。定期监测咀嚼模拟器内的负载机械力和水温以保证热机械负载实验的可靠性。

在完成100 000个机械负载和2 500个热循环后,再次取牙齿印模,复制另一套环氧树脂体。将树脂体固定在铝块上,喷金处理,200倍电镜下进行观察。

电镜观察由一名有定量边缘分析经验的操作者完成,操作者不知道充填的过程。以牙釉质和牙本质完整边缘长度的百分率来代表复合树脂和牙本质之间边缘的完整性。按标准将边缘质量分为“连续边缘”,“缝隙/不规则”和“不能评价/人工现象”。计算每个可评价边缘的“连续边缘”百分率作为充填体的边缘完整性。

采用SPSS/PC+14.0进行统计学分析。由于两项研究中(釉质和牙本质边缘完整性)大部分实验组的数据没有显示出常态数据分布,研究采用了非变量检验进行95%显著水平的配对比较。

## 结果

牙釉质边缘质量的结果见表3。在加负载前,各组粘结剂的无缝隙边缘百分率都很高( $P>0.05$ )。加负载后,无缝隙边缘的百分率显著下降( $P<0.05$ );然而磷酸酸蚀组的完好边缘封闭率仍然很高( $P>0.05$ )。AdheSE和Clearfil SE Bond组的无缝隙边缘百分率与其他组比较显著下降( $P<0.05$ ),但两者之间



表1 实验研究中牙本质粘结剂的化学成分、批号、牙本质的预处理、粘结步骤和生产商

粘结剂	组成	批号	化学成分	操作步骤	生产商
Syntac (四步法选择性釉质酸蚀)(四步法全酸蚀)	酸蚀剂 处理剂 底胶(处理剂2) 粘结剂	F51814 E52572 E08386 E10061	36% 磷酸 马来酸, TEG-DMA, 水, 丙酮 PEG-DMA, 戊二醛, 水 Bis-GMA, TEG-DMA, UDMA	酸蚀釉质和牙本质 15s, 冲洗, 干燥 涂布处理剂, 静置 15s, 吹干 涂布粘结剂, 静置 10s, 吹干 涂布Bond, 轻轻吹匀, 光固化	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein
XP Bond (两步法全酸蚀)	酸蚀剂 处理剂 + 粘结剂	0506000765 0503004020	36% 磷酸 TCB树脂, PENTA, UDMA, TEG-DMA, BHT, CQ, 无定形二氧化硅	酸蚀 15s, 冲洗, 轻柔吹干 涂擦 30s, 轻轻吹匀, 光固化	Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany
Single Bond Plus (两步法全酸蚀)	酸蚀剂 处理剂 + 粘结剂	7EJ 1FW	35% 磷酸 Bis-GMA, HEMA, 二甲基丙烯酸, 引发剂, 聚链烷酸共聚物 3-8% 水, 乙醇	酸蚀 15s, 冲洗, 轻柔吹干 涂擦 30s, 轻轻吹匀, 光固化	3M ESPE Seefeld, Germany
AdheSE (两步法自酸蚀)(三步法全酸蚀)	处理剂 粘结剂	E35881 E35881	二甲基丙烯酸, 磷酸丙烯酸树脂, 水, 稳定剂 二甲基丙烯酸, HEMA, 二氧化硅, 引发剂和稳定剂	涂处理剂, 静置 30s, 吹干 涂粘结剂, 轻轻吹匀, 光固化。	Ivoclar Vivadent
Clearfil SE Bond (两步法自酸蚀)(三步法全酸蚀)	自酸蚀处理剂 粘结剂	00191A 00186A	HEMA, 亲水性二甲基丙烯酸, 10-MDP, 甲苯胺, 樟脑醌, 水 经硅烷化处理的二氧化硅, bis-GMA, HEMA, 亲水性二甲基丙烯酸, 10-MDP, 甲苯胺, 樟脑醌	涂处理剂, 静置 20s。 涂粘结剂, 光固化	Kuraray, Tokyo, Japan

表2 研究方法分组

分组	粘结剂	釉质酸蚀	牙本质酸蚀	自酸蚀	扫描电镜	热机械负载	扫描电镜
Syntac SE	Synac	x		x			
Synac ER	Synac	x	x				
XP Bond	XP Bond	x	x				
Single Bond Plus	Single Bond Plus	x	x				
AdheSE	AdheSE			x			
AdheSE SE	AdheSE	x		x			
AdheSE ER	AdheSE	x	x				
Clearfil SE Bond	Clearfil SE Bond			x			
Clearfil SE Bond SE	Clearfil SE Bond	x		x			
Clearfil SE Bond ER	Clearfil SE Bond	x	x				

无显著性差异 ( $P>0.05$ )。

牙本质边缘质量的结果见表4。在加负载前,各组粘结剂都显示100%完好牙本质粘结效果。加负载后,边缘质量显著下降 ( $P<0.05$ ),但研究还表明:Syntac 粘结剂在全酸蚀条件下应用要优于选择性酸蚀 ( $P<0.05$ )。按照说明操作,AdheSE 和 Clearfil SE Bond 组牙本质无缝隙边缘的百分率最高 ( $P<0.05$ )。但如果采用改良全酸蚀法,效果显著下降 ( $P<0.05$ )。

## 讨论

复合树脂必须通过粘结才能获得可接受的临床效果,为了达到良好粘结人们采取了各种方法。对于全酸蚀和自酸蚀粘结这两种主流方法来说,其问题在于临床医师在治疗绝大多数需要粘结修复的窝洞时,必须要使用两种完全不同的粘结系统。本研究的目的是获得临床相关的实验数据以优化粘结操作。由于现代的all-in-one粘结剂在同时进行牙釉质和牙本质粘结时存在许多不足,因此此类型的粘结剂不在本研究范围内。

复合树脂粘结时,如果分别处理釉质和牙本质,问题就会变得比较简单。大家都会对釉质采用全酸蚀技术(比如树脂贴面),对牙本质使用两步法自酸蚀粘结(比如V类洞)。一项无龋V类洞的临床研究证实了这一结论,使用 Clearfil SE Bond 可以获得良好的临床效果和高的充填体保留率。然而在涂布自酸蚀处理剂之前,如果使用磷酸选择性地

酸蚀釉质边缘,充填体边缘将更加持久,不易着色。

另一方面,关于颈部病损的临床前研究和临床研究并不能推广到承受骀力的后牙窝洞。文献中这方面的研究结论并不完全一致:I类洞的临床研究表明全酸蚀在防止边缘缝隙产生和边缘着色的长期效果方面更加优越,而 Clearfil SE Bond 等所有自酸蚀粘结剂的效果差很多。Bortolotto等的临床前实验表明,在微创的盒型洞使用 Clearfil SE Bond 自酸蚀粘结具有优势,作者认为较弱的釉质粘结性可以降低洞缘的应力,从而减少缝隙的产生和边缘釉质的折断。研究认为在评价树脂充填体长期效果时,全酸蚀并非是最好的选择。但是研究采用的方法有明显的不同,如热机械负载时间的延长和微创洞型的制备。这也可能是本研究未发现边缘釉质折断的原因(图1),虽然本研究也未进行釉质边缘的洞斜面预备。

以往的研究证实,在使用 Clearfil SE Bond 自酸蚀粘结时,磷酸酸蚀牙本质将导致形成的混合层形态不充分。在本研究也观察到严重的缝隙产生(图2)。值得注意的是,本研究中在使用两步法自酸蚀粘结剂 AdheSE 和 Clearfil SE Bond 之前,如果使用磷酸酸蚀牙本质,在加负载后牙本质的边缘质量下降约50%。

Frankenberger 和 Tay 对所有的粘结方法进行了体外的研究,评价釉质和牙本质在热机械负载前后的缝隙产生,AdheSE 和 Clearfil SE Bond 组并

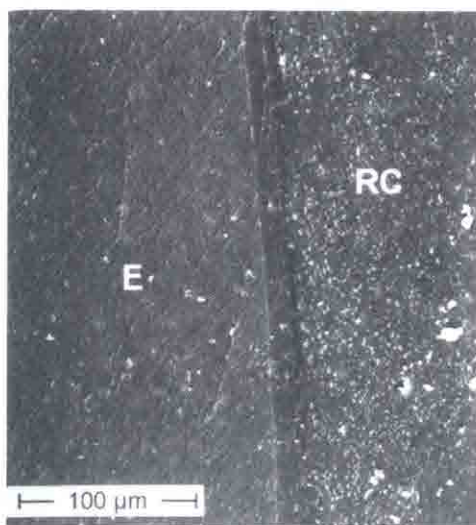


图1 Syntac SE组在热机械负载后显示连续的釉质边缘。没有观察到釉质边缘的折裂。E:釉质。RC:复合树脂

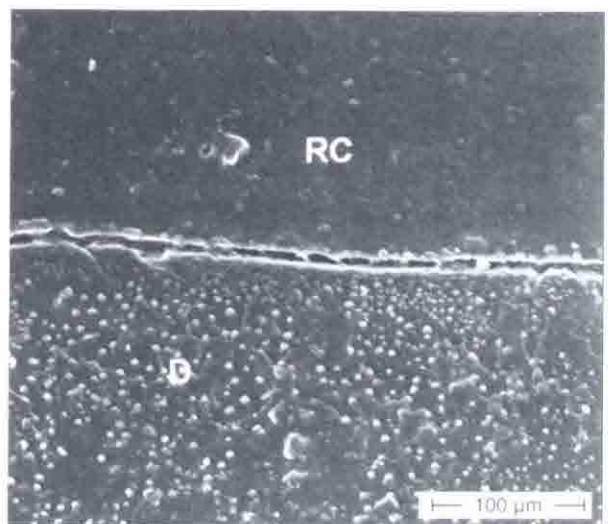


图2 Clearfil SE Bond ER组热机械负载后在相邻的盒状洞型的底部出现严重的缝隙。牙本质出现渗透性小泡(D:牙本质。RC:复合树脂)



表3 热机械负载前后釉质边缘的扫描电镜结果

粘结剂	无缝隙釉质边缘的百分率	
	热机械负载前	热机械负载后
Syntac SEE	100 <sup>A</sup>	91.4(6.7) <sup>A*</sup>
Synac ER	100 <sup>A</sup>	88.7(8.4) <sup>A*</sup>
XP Bond	100 <sup>A</sup>	89.41(8.3) <sup>A*</sup>
Single Bond Plus	99.0(1.9) <sup>A</sup>	87.5(11.9) <sup>A*</sup>
AdheSE	100 <sup>A</sup>	70.3(11.7) <sup>B*</sup>
AdheSE SE	100 <sup>A</sup>	89.2(15.3) <sup>A*</sup>
AdheSE ER	100 <sup>A</sup>	88.9(17.7) <sup>A*</sup>
Clearfil SE Bond	100 <sup>A</sup>	68.6(15.3) <sup>B*</sup>
Clearfil SE Bond SE	100 <sup>A</sup>	88.8(13.4) <sup>A*</sup>
Clearfil SE Bond ER	100 <sup>A</sup>	90.6(12.1) <sup>A*</sup>

每列中相同文字的数据显示结果无统计学差异 ( $P>0.05$ , Mann-Whitney U-test)。星号代表  $P<0.05$  有统计差异的数据, Wilcoxon test。SEE 代表选择性釉质酸蚀, ER 代表全酸蚀

表4 热机械负载前后牙本质边缘的扫描电镜结果

粘结剂	无缝隙釉质边缘的百分率	
	热机械负载前	热机械负载后
Syntac SEE	100 <sup>A</sup>	40.5(13.7) <sup>C*</sup>
Synac ER	100 <sup>A</sup>	62.7(18.7) <sup>B*</sup>
XP Bond	100 <sup>A</sup>	60.0(18.3) <sup>B*</sup>
Single Bond Plus	100 <sup>A</sup>	58.9(16.9) <sup>B*</sup>
AdheSE	100 <sup>A</sup>	74.1(15.3) <sup>AB*</sup>
AdheSE SE	100 <sup>A</sup>	61.6(13.4) <sup>B*</sup>
AdheSE ER	100 <sup>A</sup>	41.8(12.2) <sup>C*</sup>
Clearfil SE Bond	100 <sup>A</sup>	82.0(12.3) <sup>A*</sup>
Clearfil SE Bond SE	100 <sup>A</sup>	63.9(14.0) <sup>B*</sup>
Clearfil SE Bond ER	100 <sup>A</sup>	35.4(16.4) <sup>C*</sup>

每列中相同文字的数据显示结果无统计学差异 ( $P>0.05$ , Mann-Whitney U-test)。星号代表  $P<0.05$  有统计差异的数据, Wilcoxon test。SEE 代表选择性釉质酸蚀, ER 代表全酸蚀

未表现出本研究所显示的优越的牙本质边缘性能。原因可能是与 Frankenberger 和 Tay 使用的瓷化树脂相比, 本研究使用的树脂材料的聚合收缩和收缩应力较小。研究再次表明当使用传统的多步法粘结剂 Syntac 时, 磷酸酸蚀牙本质后其粘结效果更佳, 也就是说在全酸蚀情况下对牙本质进行自酸蚀处理, 其效果不如两步法的 AdheSE 和 Clearfil SE Bond 自酸蚀粘结剂。显而易见的是, 使用这些粘结剂, 在热机械负载后材料与牙本质的粘结要优于釉质的粘结 (表3和表4)。

然而, 关于粘结剂的临床前预测存在一个问题。如果粘结修复体在体外具有良好的边缘质量, 那么可以预测它的临床边缘质量应该没有问题; 但要知道, 我们所研究的粘结剂有一些已经在临床证实是可行的。从另一方面来说, 实验研究结果也不可能定义出边缘质量的最低临界值, 以推测材料是否可应用于临床。对于承受应力的 II 类洞, 包括本试验在内的很多研究都证实, 不考虑其应用步骤, 全酸蚀粘结是行之有效的树脂粘结方法。然而本研究并不能推断两步法自酸蚀的 II 类洞修复体寿命要

短于全酸蚀方法。但可证实的是: ①进行釉质的选择性酸蚀可以改善釉质的边缘封闭。②在使用 AdheSE 和 Clearfil SE Bond 粘结前, 用磷酸酸蚀牙本质将损害牙本质粘结的长期效果。

基于以下两点, 我们的假设被推翻: ①釉质酸蚀有利于釉质边缘的封闭。②对于 II 类洞直接树脂充填, 牙本质酸蚀将对两步法自酸蚀粘结产生有害影响。

## 结论

磷酸酸蚀能增加大面积 II 类洞充填体的釉质粘结性能。

使用磷酸选择性地酸蚀牙釉质, 可以提高两步法自酸蚀粘结剂的釉质粘结性能。

在牙本质, 如果按照说明书操作, 两步法自酸蚀的牙本质粘结性能较好。但选择性酸蚀釉质边缘后, 可获得更佳的牙釉质和牙本质粘结。

使用 AdheSE 和 Clearfil SE Bond 时, 磷酸酸蚀应该严格限制在牙釉质。