



# 应用可靠性分析方法比较自酸蚀粘结剂和全酸蚀粘结剂与人牙本质的粘结性能

Comparison of Bonding Performance of Self-etching and Etch-and-Rinse Adhesives on Human Dentin Using Reliability Analysis

Pavel Bradna/Radka Vrbova/Michal Dudek/Adela Roubickova/Devana Housova

原载 J Adhes Dent 2008;10(6):423-429(英文)

陈瑞雪 梁宇红 译 岳林 审

## 摘要

**目的:**对各种不同的操作方法的典型自酸蚀粘结剂和全酸蚀粘结剂的粘结可靠性进行体外评价。**材料和方法:**在223颗人离体牙牙本质平面上分别应用下列牙本质粘结剂:自酸蚀两步法粘结剂:AdheSE(AH), Clearfil SE Bond(CL), OptiBond SE(OS);自酸蚀一步法粘结剂:Adper Prompt L-Pop(ADP), Adper Prompt(AD), Xeno III(XE);自酸蚀多合一粘结剂:iBond(IB);全酸蚀三步法粘结剂:OptiBond FL(OF);全酸蚀两步法粘结剂:Gluma Comfort Bond(G), Excite(E), Prime & Bond NT(PB)。之后,用微填料复合树脂 Opticor New 堆塑树脂块,在37°C的蒸馏水中放置24h后检测剪切强度。应用方差分析处理测量结果(统计因素为粘结剂和粘结剂类型),随后通过组间一致性的Fisher分析( $\alpha=0.05$ )进行比较。采用二参数韦伯分布法计算临界剪切强度,系统可靠性取值为失败率5%。**结果:**方差分析显示各粘结系统呈现以下三组剪切强度的差异,各组平均剪切强度间的差异有统计学意义( $P<0.001$ ):AH=CL=OS=G=E=OF > AD=IB=XE > PB=ADP,但各组之内的全酸蚀粘结剂与自酸蚀粘结剂之间的差异无显著性( $P>0.48$ )。韦伯分布显示的对应粘结强度范围为12.1~24.1MPa,韦伯模量在2.1~8.3之间,临界剪切强度为3.0~16.0MPa。**结论:**临界剪切强度的显著不同提示所检测粘结系统可靠性的变异,这是源于粘结剂的化学成分不同,而非粘结剂的类型。

## 关键词

粘结强度;牙本质粘结系统;可靠性;韦伯分析

复合树脂修复体的长期成功主要取决于对牙体硬组织的粘结是否可靠。对釉质的粘结是通过磷酸酸蚀釉质表面后形成柱间孔隙,粘结的树脂填入其

中而实现的,而对牙本质的粘结则要复杂得多。由于牙本质中含有大量水分和有机成分,其表面存在一层玷污层,使牙本质粘结的操作程序由三个步骤组成:第一步用酸酸蚀牙本质表面,这对于去除或改性玷污层并使牙本质表层下脱矿是必需的;第二步是用

译者 北京大学口腔医学院牙体牙髓科  
北京海淀区中关村南大街22号 100081

亲水性单体预处理脱矿的牙本质表面;第三步是提供疏水的粘结树脂。操作步骤复杂,费时,易出现失误,并受很多因素的影响。因此研究者不断努力改进技术,期望获得操作简便,粘结性能可靠的牙本质粘结剂。全酸蚀粘结剂的目标是将预处理与粘结合成一步,采用高压有机溶剂降低粘结剂对牙本质内水分的敏感性,但确定牙本质的湿润程度是非常困难的。即便是两步法全酸蚀粘结剂在吹干脱矿牙本质的过程中,也不能完全消除胶原纤维塌陷的危险,从而降低粘结强度。由于粘结剂不能完全渗入胶原纤维中,还需防止其在口腔环境中的降解,因而研发出同步实现牙本质脱矿与预处理的自酸蚀粘结系统(SE System)。理论上讲,这一过程保证了单体渗入脱矿牙本质全深。自酸蚀粘结剂有两步法系统,即处理剂与粘结剂分步使用;也有一步法系统,先将自酸蚀处理剂与粘结剂混合,再使用。最近,又出现了多合一一步法粘结系统,是将自酸蚀处理剂与粘结剂混装于一瓶中。尽管粘结剂制造厂家宣称自酸蚀粘结剂由于操作步骤简化,技术敏感性较低,可以获得更可靠的粘结效果,但是迄今为止,尚未得到临床和实验室研究的证实。

粘结剂的可靠性可用美国牙科协会(ADA)的标准进行临床评估,要求修复6个月的V类洞失败率不超过5%,评为“可以接受”,18个月的失败率不超过10%,评为“完全接受”。此标准无体外评估程序。评价粘结剂系统的常用体外研究方法是测量牙体硬组织与树脂材料之间的平均粘结强度。实验主要检测粘结界面断裂时的拉伸强度、微拉伸强度和剪切强度。尽管这些实验结果受样本形状、实验设计、粘结面积、制样工具、操作者的经验以及其他各种因素的影响,经常存在不同实验室和临床研究结果不一致的情况,但上述试验仍成为目前评价粘结剂的常规方法。对结果的评价通常基于用统计学方法比较平均粘结强度,其标准差为30%,许多情况甚至高达100%。如此高的离散程度会掩盖不同粘结系统之间的差异,数据分布的不理想,会进一步使得以平均值来描述粘结性能的做法更为不合适。在这种情况下,可采用不同的处理办法。粘结剂聚合后表现出易碎的材料特性,决定其强度的因素是样本以前存在的缺陷或瑕疵,而非材料本身的强度。材料本身的强度取决于其结构中存在的严重缺陷。因此,用韦伯分布法计算材料在一定压力下可能存在的失败率,

这种描述材料性能的方法是更合理的。这种方法常为ISO/TS 11405标准推荐应用在机械领域,用于预测技术系统的寿命,在牙科领域用于评估瓷、复合树脂材料的性能、正畸托槽与牙釉质或与牙体组织的粘结强度。

由粘结剂粘结强度导致的失败概率同样可以用二参数韦伯分布曲线来评价,失败概率Pf值与施加在标本上导致失败的压力 $\sigma$ 存在如下关系:

$$Pf=1-\exp[-(\sigma/\sigma_0)^m]$$

公式中 $\sigma_0$ 亦称范围参数或特征性粘结强度,它是指当63.3%的样本失败时的粘结强度。另一方面,韦伯模量m或称形状参数可以反映引发折裂的瑕疵分布情况。m值越大显示缺陷分布带越窄,可预测的失败表现越多;而m值越小,缺陷分布带越宽,可预测的粘结失败概率越小。因此,m值是测量粘结强度变异性的一个参数。在一定的压力下,通过 $Pf=i/(N+1)$ 可以计算出失败概率,其中i是一个等级数,随着N个样本粘结强度数据的增加而增加。韦伯分布参数可以从 $\ln[\ln(1-Pf)]$ 相对于 $\ln\sigma$ 的斜率和截距获得,也可以通过其它的数学方法获得。使用特征性粘结强度和韦伯模量可以计算出在选定失败率条件下的粘结强度,用于描述粘结系统的可靠性。

本研究的目的是应用韦伯可靠性分析法比较不同操作步骤的典型自酸蚀(SE)和全酸蚀粘结系统与牙本质粘结的剪切强度,评价其应用24h后的粘结性能。本研究的无效假设是与多步法的全酸蚀粘结剂相比,简化操作步骤的自酸蚀粘结剂可提高粘结的可靠性。

## 材料和方法

采用的粘结系统包括(表1):

全酸蚀粘结剂:使用厂家推荐的酸蚀凝胶。

三步法:OptiBond FL

两步法:Gluma Comfort Bond, Excite, Prime & Bond NT

自酸蚀粘结系统包括:

两步法SE粘结剂:AdheSE, Clearfil SE Bond, OptiBond SE

一步法SE粘结剂:Adper Prompt L-Pop, Adper Prompt, Xeno III

多合一SE粘结剂:iBond

配合粘结剂一起使用的是Opticor New的微填

表1 粘结剂及其成分和操作步骤

粘结系统	成分	批号	方法
<b>全酸蚀粘结系统</b>			
OptiBond FL (Kerr, Orange, CA, 美国)	酸蚀剂: 37.5% 磷酸蚀凝胶 Kerr 处理剂: HEMA, GPDM, PAMM, 乙醇、水、光引发剂 粘结剂: TEG-DAM, UDMA, GPDM, HEMA, BIS-GMA, 钨玻璃填料、光引发剂	434362	e(15s), r(15~30s), d, p(15s), d(5s), b, c(30s)
Excite (Ivoclar-Vivadent, Schaan, 列支敦士登)	酸蚀剂: 37% 磷酸全酸 粘结剂: HEMA, 二甲基丙烯酸盐, 磷酸丙酸盐, 二氧化硅、引发剂、稳定剂、酒精	E31825 D57223	e(10~15s), r(5s), d, b(10s), d(1~3s), c(10s)
Gluma Comfort Bond (Heraeus Kulzer, Hanau, 德国)	酸蚀剂: 20% 磷酸凝胶 (Gluma 酸蚀 20) 粘结剂: HEMA, 4META, 多元酸, 乙醇、光引发剂、多聚丙烯酸	175091 010054	e(20s), r, d(1~2s), b(15s)次, w(15s), d, c(20s)
prime & Bond NT (Dentsply DeTrey, Konstanz, 德国)	酸蚀剂: 36% 的 36- 磷酸 粘结剂: 二甲基丙烯酸树脂和三甲基丙烯酸树脂, 无定形二氧化硅, PENTA, 光引发剂、稳定剂、十六烷胺氢氟酸、丙酮	209000319 206000202	e(15s), r(15s), d, b(20s), d(5s), c(≥10s)
<b>自酸蚀粘结系统</b>			
AdheSE (Ivoclar Vivadent)	处理剂: 磷酸丙酸盐、双酚丙烯酸酯、水、引发剂、稳定剂 粘结剂: 二甲基丙酸盐、HEMA、二氧化硅、引发剂、稳定剂	H19794	p(≥30s), d, b, 1, d, c(10s)
Adper Prompt L-Pop /Adper Prompt (3M ESPE, Seefeld, 德国)	A: 红色液体1: 甲基丙烯酸磷酸酯, bis-GMA, 引发剂、稳定剂 B: 黄色液体2: 水、HEMA、多烷基油酸、稳定剂	153454/ 162938	m(A+B), a(15s), d, a, d, c(10s)
Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, 日本)	处理剂: MDP, HEMA, 亲水的二甲基丙酸盐, 樟脑醌, N, N- 二乙基 -P- 甲苯胺、水 粘结剂: MDP, bis-GMA, HEMA, 疏水的二甲基丙酸盐, 樟脑醌, N, N- 二乙基 -P- 甲苯胺, 硅烷化的胶体二氧化硅	41265	p(20s), d, b, d, c(10s)
OptiBond Solo Plus SE (Kerr)	自酸蚀处理剂: 酒精、水、烷基二甲基丙烯酸酯树脂、稳定剂、催化剂 粘结剂: 酒精, 烷基二甲基丙烯酸酯树脂、铝硼硅酸钡玻璃、火焰水解法二氧化硅(白炭黑)、氟硅酸钠	430870	p(15s), d(3s), b(15s), d(3s), b(15s), d(3s), c(20s)
Xeno III (Dentsply DeTrey)	A 液: HEMA、水、酒精、BHT、高度分散二氧化硅 B 液: Pyro-EMA、水、酒精、BHT、樟脑醌、对二甲氨基苯甲酸乙酯	0305001039	m(A+B, 5s), a(≥20s), d(≥2s), c(≥10s)
iBond (Heraeus Kulzer)	4-META, UDMA, 戊二醛, 丙酮、水、光引发剂、稳定剂	010062	a, w(30s)3次, d, c(20s)
<b>复合树脂</b>			
Opticor New (Spofa-Dental, Jicin, 捷克斯洛伐克共和国)	Bis-GMA, TEG-DMA, UDMA, 氟化硅玻璃, 二氧化硅, 引发剂、稳定剂、天然色素	862616-2/A2	c(20s)

BHT: 丁基化羟基甲苯; bis-GMA: 双酚 A 二甲基丙烯酸缩水甘油酯; GPDM: 二甲基丙烯酸甘油磷酸酯; HEMA: 甲基丙烯酸 β-羟乙酯; MDP: 10- 甲基丙烯酰氧乙基磷酸二氢; 4-META: 4- 甲基丙烯酰氧乙基偏苯三酸酐酯; PAMM: 邻苯二甲酸一甲基丙烯酸酯; PEM-F: 单氟磷改性甲基丙烯酸酯; PENTA: 二季戊四醇五丙烯酸磷酸酯; pyro-EMA: 磷酸聚甲基丙烯酸乙酯; TEG-DMA: 四甘醇-二甲基乙酰胺; UDMA: 尿烷二甲基丙烯酸酯

a- 涂擦, b- 粘结, c- 固化, d- 干燥/ 铺展, e- 酸蚀, m- 混合, p- 预处理, r- 冲洗, w- 等待

料复合树脂,含双酚-二甲基丙烯酸缩水甘油酯(bis-GMA)、四甘醇-二甲基乙酰胺(TEG-DMA)的混合物以及平均粒子直径为 $0.7\ \mu\text{m}$ 的硅酸钡玻璃填料。

**样本制备** 各试验组随机选择20颗人离体磨牙和前磨牙,其中Adper Prompt L-Pop组多用3颗牙齿,用以补充在制备样本过程中发生脱粘结的样本。所有样本均按如下方法制备,去除离体牙上的软组织,储存于0.5%氯胺T溶液中1周,然后放置于4℃的蒸馏水中。6个月后,将截去牙根的样本放入不锈钢环模具中,用自凝塑料Spofacly(Spofa-Dental; Jicin, Czech Republic)包埋,用低速锯(Isomet Buehler; Lake Bluff, IL, USA)金刚砂切盘在水冷却下去除样本咬合面或颊面的釉质层,牙本质表面用湿的P 1200(Buehler)碳化硅砂纸抛光。之后,由一名有经验的操作者按使用说明在牙本质表面使用粘结剂。Adper Prompt和Xeno III粘结剂分别在用于每个样本之前混合;每个标本使用的Adper Prompt L-Pop均为新包装。为使牙本质表面达到使用说明中要求的光泽度,需将粘结剂涂抹2~3次。在牙本质表面放置内径3.5mm、深2mm的圆形透明聚乙烯模具,将复合树脂以单层充填方式填入其中,用输出功率强度为 $850\text{mW}/\text{cm}^2$ 的卤素灯光照20s(An lipar Light, 3M ESPE),使复合树脂和粘结剂聚合。定期使用辐射计校正表检测光固化灯的输出功率。

**剪切粘结强度的测量** 样本在37℃水浴24h后,用通用试验机(Shimadzu AGS-G, Shimadzu; 东京; 日本)测定剪切粘结强度(SBS),此设备的加载力率为 $0.75\text{mm}/\text{min}$ 。不锈钢环固定在Bencor Multi T装置上(Danville, CA, 美国),装置上有扁平状剪切刀,距粘结表面0.5mm以内。施加在样本上导致粘结界面分离的力量计为SBS。使用放大20~30倍的尼康SMZ 2T体式显微镜(日本)对断面进行分析。采用公认的断面分型对断裂的模式进行分类:一种是断裂位于粘结剂层,裂道见于复合树脂和牙本质之间;另一种呈混合裂面,裂道在粘结界面区和牙本质或复合树脂区均可见到。

**统计学分析** 在制备样本过程中失败的标本由新试样取代并记录为0,在韦伯分析中自动排除0值。应用方差分析和组间一致性的Fisher分析( $\alpha=0.05$ ),比较各个粘结系统、自酸蚀与全酸蚀粘结系统的粘结强度。韦伯分布参数使用95%的可信区间,应用

STATISTICA 7.1软件(StatSoft; Tulsa, OK, USA)进行计算,包括5%失败概率的临界剪切强度,即 $\sigma_{0.05}$ 。

## 结果

方差分析和组间一致性的Fisher多重分析比较显示各个粘结系统平均SBS显著不同( $P<0.001$ ),但全酸蚀和自酸蚀粘结系统间差异无统计学意义( $P>0.48$ ),从表2可以看出SBS最高的组包括全酸蚀三步法粘结剂OptiBond FL、两步法粘结剂Excite、Gluma Comfort Bond和自酸蚀两步粘结剂AdheSE、Clearfil SE Bond、OptiBond Solo Plus SE系统。混合断裂大部分发生于与牙本质有很强粘结力的粘结剂。一步法自酸蚀粘结剂Adper Prompt, Xeno III and iBond(表2)的SBS明显低。Adper Prompt组的部分样本为混合断裂,其他均仅观察到粘结界面断裂。两步法全酸蚀粘结剂Prime & Bond NT和一步法自酸蚀粘结剂Adper Prompt L-Pop的SBS最低,均只发生于粘结界面断裂,在这两组中还出现了一些试验前的断裂(表2)。

韦伯分布的参数、95%可信区间和相关系数总结于表3中,韦伯参数相关系数 $r>0.920$ ,显示试验数据(图1~3)可以接受。不同粘结系统的韦伯分布参数有所变异,粘结强度范围为 $24.1\sim 12.1\text{Mpa}$ ,韦伯模量值为 $2.1\sim 8.3$ (表3), $\sigma_{0.05}$ 也有明显不同,从 $3.0\sim 16.0\text{Mpa}$ 。

## 讨论

本研究主要是对一些操作步骤不同的有代表性的粘结系统进行体外粘结性能的评价。与其他研究相似,基于平均粘结强度的统计学分析结果显示,所测试的各粘结系统表现出的粘结性能显著不同,但全酸蚀和自酸蚀粘结剂在使用简化的操作步骤时粘结强度无显著性差异。从临床角度看,粘结系统的平均粘结强度值高并不意味着临床一定可以获得好的粘结效果,甚而临床会发生粘结强度低、粘结失败率高的相反情况。用韦伯分布计算临界剪切强度 $\sigma_{0.05}$ (5%样本失败的强度),使评价粘结性能的概率性方法成为可能。在全酸蚀两步法粘结剂Gluma Comfort Bond和自酸蚀两步法粘结剂AdheSE、Clearfil SE Bond、OptiBond Solo Plus SE粘结系统中, $\sigma_{0.05}$ 的最高值范围从 $14.8\sim 16.0\text{Mpa}$ (表3),粘结

表2 粘结剂剪切粘结强度由高到低排序的统计学结果和标本的断裂方式

粘结剂	均值±SD (MPa)	区间 (MPa)	断裂方式 混合型/粘结剂型(%)
Clearfil SE Bond	22.8 <sup>a</sup> ± 3.6	14.7~29.0	75/25
OptiBond Solo Plus SE	22.6 <sup>a</sup> ± 3.5	15.0~29.1	65/35
AdheSE	21.8 <sup>a</sup> ± 3.0	17.7~28.0	35/65
Gluma Comfort Bond	21.2 <sup>a</sup> ± 3.0	15.0~26.4	65/35
OptiBond FL	20.5 <sup>a</sup> ± 5.4	12.5~29.7	35/65
Excite	20.2 <sup>a</sup> ± 4.9	9.8~27.6	45/55
Adper Prompt	17.1 <sup>b</sup> ± 2.7	11.2~22.5	40/60
Xeno III	16.1 <sup>b</sup> ± 4.5	6.1~23.0	10/90
iBond	16.0 <sup>b</sup> ± 3.4	8.4~19.7	0/100
prime & Bond NT	12.0 <sup>b</sup> ± 3.1	5.7~18.8	0/100
Adper Prompt L-Pop	11.1 <sup>c</sup> ± 5.6	2.3~20.6	0/100

标有相同字母的数值无显著性差异 ( $P > 0.05$ )

表3 临界粘结强度  $\sigma_{0.05}$  (相当于5%的失败概率) 和特征性粘结强度

粘结剂	$\sigma_{0.05}$ (MPa)	$\sigma_{\bar{v}}$ (MPa)	cl <sup>[1]</sup> (MPa)	m	cl <sup>[1]</sup>	r <sup>[2]</sup>
OptiBond Solo Plus SE	16.0	24.1	22.6~25.7	7.2	5.2~10.1	0.960
Gluma CB	15.7	22.4	21.2~23.7	8.3	5.9~11.2	0.989
AdheSE	15.7	24.1	21.7~24.7	7.6	5.5~10.6	0.947
Clearfil SE Bond	14.8	23.3	21.7~25.0	6.5	4.7~9.1	0.920
Excite	12.4	22.2	20.3~24.2	5.1	3.6~7.3	0.960
Adper Prompt	12.2	18.2	17.1~19.7	7.5	5.4~10.4	0.974
OptiBond FL	11.4	22.5	20.2~25.0	4.4	3.1~6.2	0.990
iBond	10.9	17.3	16.1~18.6	6.4	4.4~9.4	0.977
Xeno III	8.9	17.7	15.9~19.7	4.3	3.0~6.2	0.984
prime & Bond NT	6.6	13.1	11.8~14.6	4.3	3.1~6.1	0.988
Adper Prompt L-Pop	3.0	12.1	10.7~14.9	2.1	1.5~2.9	0.985

[1]. cl—有效区间±95%。[2]. r—相关性。

强度高不仅表现在这些高的临界值上,还表现在高韦伯模量值(8.3~6.5)。这些韦伯参数值显示随着失败应力的增加,失败的可能性形成陡坡式上升(图1),且呈现离散低的粘结强度。因此,可以大胆推测这些粘结系统与牙体组织之间可以产生可靠的粘结。

在自酸蚀一步法粘结剂 Adper Prompt 组和 iBond 组以及全酸蚀两步法粘结剂 Excite 组和三步

法粘结剂 OptiBond FL 组,  $\sigma_{0.05}$  值较低,范围是 10.9~12.4MPa。Excite 和 OptiBond FL 粘结剂的特征性粘结强度值分别是 22.2 MPa 和 22.5MPa,与前一系统具有可比性,较低的临界粘结强度是由较低的韦伯模量所致,两者的韦伯模量值分别为 5.1 和 4.4(表3,图2)。反之,Adper Prompt 组和 iBond 组的粘结强度更低,分别是 18.2 Mpa 和 17.3Mpa,

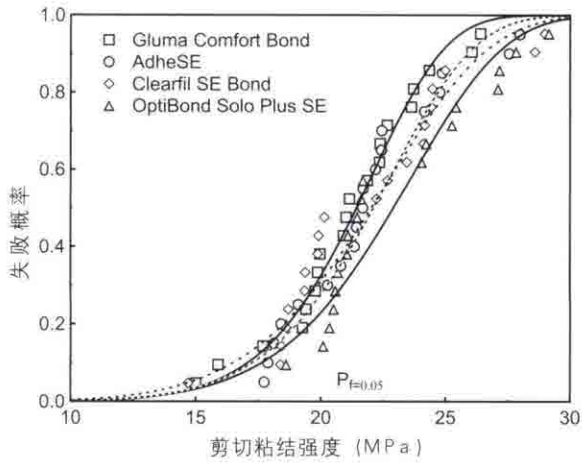


图1 AdheSE, Clearfil SE Bond, Gluma Comfort Bond 和 OptiBond Solo Plus SE 的失败概率与剪切粘结强度。虚线表示5%的失败概率

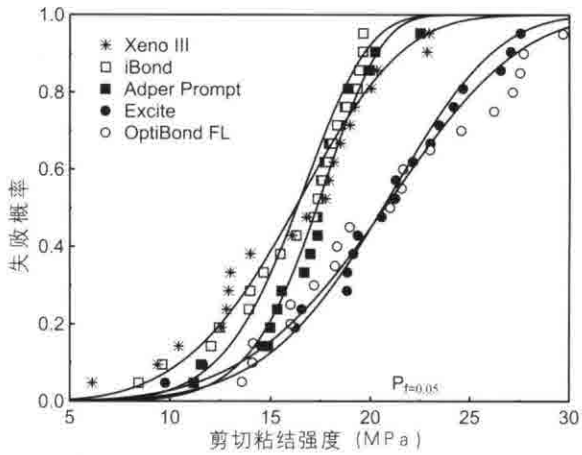


图2 Adper Prompt, Gluma Comfort Bond, iBond, Xeno III 和 OptiBond FL 的失败概率与剪切粘结强度。虚线表示5%的失败概率

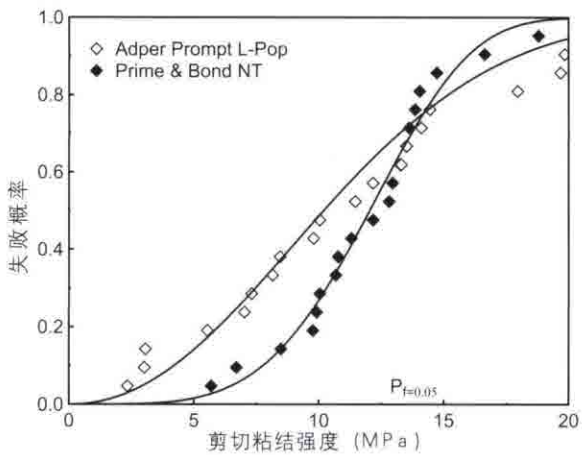


图3 Adper Prompt L-Pop 和 prime & Bond NT 的失败概率与剪切粘结强度。虚线表示5%的失败可能

但韦伯模量值却较高,分别是7.5和6.4。该结果表明,Excite和Optibond FL 粘结剂粘结可靠性较低的原因可能是由于粘结强度值的离散性较高,进而增加了对缺陷的易感性。对粘结强度的评价应在24h后进行,此时粘结缺陷才可被引出,例如:牙本质脱矿不全,粘结剂渗入胶原纤维和牙本质表层下不全,粘结剂聚合不完全,导致在粘结层残留有机溶剂,或该层内单体-溶剂两相分离。然而,Adper Prompt 和 iBond 特征性粘结强度值低只表明其粘结强度较低而不是对缺陷敏感。与此系统不同的是,自酸蚀一步法粘结剂 Xeno III 的特征性粘结强度(17.7MPa)和韦伯模量(4.3)均处于较低水平,该系统也显示较低的临界粘结强度(8.9MPa),导致粘结不良和粘结强度变异较大。最后一组包括 Prime & Bond NT 和 Adper prompt L-Pop,其粘结强度和粘结断裂方式证实粘结性能较低。这两种粘结剂的特征性粘结强度分别是13.1和12.1,方差分析和比较显示差异无统计学意义。另一方面,两者的韦伯模量值显著不同,与许多其他系统一样,Prime & Bond NT 的韦伯模量值为4.3,Adper Prompt L-Pop 的韦伯模量值为2.1,说明粘结强度的离散度相当大,因此可预测性低(图3)。如试验前存在失败样本证实的那样,Adper Prompt L-Pop 与牙本质粘结强度低、对缺陷敏感性高,因此提供可靠牙本质粘结的可能性明显降低。

从临床角度看,多数情况下当粘结强度大于粘结层的聚合收缩应力、咀嚼力和温度膨胀变化时,粘结强度就足够了。但在牙本质和复合树脂修复材料之间需要的最小粘结强度并不确定。比较两种在临床上获得成功粘结系统 Optibond FL 和 Clearfil SE Bond 在给定测试条件下的试验结果,能够推论出临界粘结强度应不低于11~14MPa,符合剪切粘结强度10~12MPa 的要求。

在本研究条件下,所测试的粘结系统24h后的粘结强度是不同的,差异是由各系统所含化学成分不同所致。本研究否定了关于简化操作步骤的自酸蚀粘结系统比全酸蚀粘结系统更可靠的无效假设。