窝洞消毒剂对非冲洗性牙本质粘结树脂封闭能力的影响

Effect of cavity disinfectants on the sealing ability of nonrinsing dentin-bonding resins

Murat Türkün, L. Şebnem Türkün, Atakan Kalender

原载 Quintessence Int 2004;35:469~476(英文).

刘洋 译　王嘉德 校

摘要　**目的**　判断3种窝洞消毒剂〔葡萄糖酸洗必泰为基质的制剂(Consepsis);洁尔灭为基质的制剂(Tubulicid red);碘-碘化钾/硫酸铜为基质的制剂(Ora-5)〕对非冲洗性牙本质粘结系统 Clearfil SE Bond 和 Prompt L-Pop 产生微渗漏的影响。

材料和方法　在离体磨牙的颊舌侧牙颈部制备V类洞，洞型的殆缘位于釉质内,而龈缘在牙骨质中。实验组窝洞被3种消毒剂中的一种处理后再用 Clearfil SE Bond 或 Prompt L-Pop 进行粘结。未经消毒的窝洞作为阴性对照组,既未经消毒又未经牙本质粘结性树脂处理的窝洞作为阳性对照组。树脂充填后将标本经温度循环,染色,然后切片以评判染色的渗透程度。染色标本的牙本质-树脂修复体界面在扫描电镜下检测。

结果　葡萄糖酸洗必泰为基质的制剂 Consepsis 和洁尔灭为基质的制剂 Tubulicid red 在影响 Clearfil SE Bond 和 Prompt L-Pop 系统的封闭性方面没有显著性差异。而经碘-碘化钾/硫酸铜为基质的制剂 Ora-5 处理后在牙本质-树脂修复体界面显现出裂隙,形成明显的微渗漏。

结论　当使用 Clearfil SE Bond 和 Prompt L-Pop 系统对窝洞粘结修复时 Consepsis 和 Tubulicid red 可作为窝洞消毒剂而不会对其边缘封闭性产生影响。当使用上述粘结系统时 Ora-5 则不是一种合适的消毒剂。

树脂复合体的聚合反应会导致牙齿-充填体的界面产生裂隙,这种裂隙会成为细菌,唾液或洞壁与树脂修复体间离子的通道,这一过程被称为微渗漏。尽管应用了许多新型粘结系统进行树脂充填后减小或避免了裂隙的产生,但是微渗漏,特别是在牙本质(牙骨质)充填方面仍然是临床上面临的重要问题。微渗漏已经被证明是牙齿敏感症,继发龋和牙髓病的一个影响因素。

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

窝洞制备后消毒不完善可以使微渗漏相关的问题扩大化,从而导致机械去除感染牙体组织的失败。组织学和细菌学的研究发现窝洞制备后只有一小部分的牙齿是无菌的。

许多研究证实，窝洞制备后遗留在牙本质内的细菌可长时间保持其活性。Brännström 指出窝洞制备后残留的细菌可以在玷污层的内部进行繁殖，甚至在具有良好封闭性的殆面洞也存在这种情况。这成为细菌毒素

表 1 实验组

组别	消毒剂	牙本质粘结系统
1	Consepsis	Clearfil SE Bond
2	Tubulicid red	Clearfil SE Bond
3	Ora-5	Clearfil SE Bond
4	无	Clearfil SE Bond
5	Consepsis	Prompt L-Pop
6	Tubulicid red	Prompt L-Pop
7	Ora-5	Prompt L-Pop
8*	无	Prompt L-Pop
9+	无	无

*阴性对照组；+阳性对照组

表 2 消毒剂的成分

产品	活性成分	制造商
Consepsis	2%葡萄糖酸洗必泰	Ultradent
Tubulicid red	0.1%洁尔灭，Dental 0.2%EDTA，1%氟化钠	Therapeutics
Ora-5	0.3%碘，0.15%碘化钾，5.5%硫酸铜	McHenry Laboratories

EDTA=乙二胺四乙酸

的来源，由此可影响甚至引发继发龋的形成。

为了更好地降低由细菌活性所导致的潜在危险性，窝洞制备后牙体修复前消毒制剂的使用正在得到广泛的接受。然而，由于消毒剂可能改变亲水性树脂封闭牙本质的能力，由此便提出了用于牙本质粘结剂的窝洞消毒剂使用的问题。另一方面，粘结湿润的牙体组织时，在涂布牙本质粘结剂前用窝洞消毒剂再湿润窝洞可以提高牙本质粘结剂的封闭能力。

本研究的目的是评价 3 种不同的窝洞消毒剂对目前常用的 2 种非冲洗性牙本质粘结系统 Prompt L-Pop(3M ESPE)和 Clearfil SE Bond(Kuraray)产生微渗漏的影响。

方法和材料

61 颗最近拔除的人类磨牙作为实验标本，要求肉眼观察无缺损、龋坏和充填体。将这些牙齿表面残留的组织附着物刮除干净，置于 2.6%的次氯酸钠溶液中 15 分钟，然后用流动水冲洗 15 分钟。贮存于 4℃的盐水中备用。将这些牙齿用浮石去污磨光后，用柱形金钢砂钻(835KR.314.010，Komet)在高速手机喷水冷却的情况下在每颗牙的颊舌面各制备一个 V 类洞。制备中不做斜面。用不锈钢钻(36.204.010，Komet)通过慢速手机在洞型的殆 面壁上完成对接结合形式。每制备 5 颗牙齿钻针要进行更换。要求每个洞型都要接近 2mm 宽、1.5 mm 深和 4mm 长，平行于釉牙骨质界。洞型的龈半部要低于釉牙骨质界 1mm 以上。每一个洞型制备后都要用蒸馏水冲洗 20 秒，然后用压缩空气吹干 20 秒。处理过的牙齿按表 1 所述随机分成 9 组。除阳性对照组 5 颗牙外每组 7 颗牙(14 个洞型)。第 4 组和第 8 组作为阴性对照组，第 9 组作为阳性对照组。

窝洞消毒剂，牙本质粘结剂和复合树脂如下分配：在测试组中，用消过毒的小毛刷蘸取三种窝洞消毒剂中的一种(表 2)涂于窝洞表面静置 20 秒，轻吹 5 秒以除去多余的消毒剂并防止过度干燥。

将窝洞消毒剂，牙本质粘结系统 Clearfil SE Bond 或 Prompt L-Pop 按照他们的产品说明在各自的试验组中进行处理后，在应用 Clearfil SE Bond 的组中滴入一滴底物覆盖整个窝洞(釉质和牙本质)，静置 20 秒然后轻轻吹干。用毛刷蘸取一层粘结性树脂涂于窝洞内部，轻轻吹匀，然后使用 Optilux 400 可见光固化系统(Demetron)进行固化 10 秒，固化光通过一种固化辐射计(Demetron)在 800mW/cm² 范围内进行检测。在应用 Prompt L-Pop 组中，两种处理液由瓶中挤出后各自混匀，然后用专用毛刷在整个窝洞内(釉质和牙本质)涂擦 10 秒。用 A3 的 Z100 复合树脂(3M ESPE)进行充填，光固化 60 秒。修复体的殆面边缘由碳化钨钻(H133F.314. 010，Komet)和 Sof-Lex 磨盘(3M ESPE)进行调磨抛光处理。所有的牙齿在 37℃的蒸馏水中放置 24 小时，然后在 5℃和 55℃的水浴中进行 1 000 次温度循环，沉浸时间为 30 秒。每组中的 5 颗牙齿(10 个修复体)用于染色渗漏测试，除了阳性对照组外每组剩余的 2 颗牙齿(4 个修复体)被用于扫描电镜(SEM)的观察。

所有用于染色渗漏测试的牙齿用模型蜡(Dentsply

DeTrey）将其根尖孔封闭后，在牙齿-修复体边缘接近 1mm 的范围以外涂以两层指甲油(Lancôme)。将这些标本浸没于盛有墨汁的有间隔的封闭性玻璃瓶中，在 37℃环境下存储 24 小时。

浸染后的牙齿用水冲洗以除去残留的染料，并截除釉牙骨质界下 4.5mm 以下的根端组织。用低速的金钢砂切盘(Isomet，Buehler)将冠部近远中向切开，然后在接近修复体中心的部位颊舌向切开。两位检测者使用立体显微镜（Olympus)放大 16 倍的情况下对殆向(釉质）和龈向(牙骨质)边缘的微渗漏情况进行评价。每位检测者按照如下记分标准独立对染色的深度作出评价：0=没有渗漏；1=染色的深度不足殆(龈）壁长度的一半；2=染色的深度超过殆(龈)壁长度的一半；3=染色深度接近轴壁；4=染色进入髓腔。两位检测者不一致的结果都要进行重新评价直到达成统一。

表 3 微渗漏的二维评价记录

	组																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
记录	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G
0	9	5	8	5	2	2	8	7	8	6	7	5	3	2	7	4	0	0
1	1	5	2	5	4	2	2	3	2	4	3	0	3	0	3	0	0	0
2	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0
3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	4	3	0	2	2	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	8	10

n=每组 20 个(10 个殆向/釉质，10 个龈向/牙骨质)
O=殆向/釉质；G=龈向/牙骨质。
0=没有渗漏；1=染色的深度不足殆(龈)壁长度的一半；2=染色的深度超过殆(龈)壁长度的一半；3=染色深度接近轴壁；4=染色进入髓腔

表 3 微渗漏的三维评价记录

	组																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
记录	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G	O	G
0	8	5	8	5	2	1	8	7	8	7	7	5	3	2	7	4	0	0
1	2	4	2	4	4	2	1	3	1	2	2	0	3	0	3	0	0	0
2	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	2	0	0	0	4	0	0
3	0	0	0	1	3	6	0	0	0	0	0	1	4	2	0	2	2	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	8	10

n=每组 20 个(10 个殆向/釉质，10 个龈向/牙骨质)
O=殆 向/釉质；G=龈向/牙骨质。
0=没有渗漏；1=染色的深度不足殆(龈)壁长度的一半；2=染色的深度超过殆(龈)壁长度的一半；3=染色深度接近轴壁；4=染色进入髓腔

评估完成后，用碳化钨钢球钻(H1.314.006，Komet)在高速手机上小心去除每一个窝洞内的树脂复合体，然后按照 Hilton 等人所描述的进行三维的评价。边缘渗漏的情况按照相同的标准重新分级。

通过方差分析(ANOVA)检测(Kruskal-Wallis)可判断出各组间是否具有显著性差异。而组间的配对比较则采用 Dunn 的非参数多重比较分析法进行。处理组中殆向和龈向边缘的比较采用 Wilcoxon 配对正负等级检测法。在二维和三维评估组间的配对比较采用 Wilcoxon 配对正负等级检测法来完成。所有的检测以 $P < 0.05$ 作为具有显著性差异的基准。

为了显示窝洞消毒剂与牙本质粘结性树脂的相互作用，除了阳性对照组外每组有 2 颗牙齿被制备用于扫描电镜的观察。牙齿如前所述近远中和颊舌向切开，切面用 35%的磷酸(Ultradent)处理 10 秒，然后用水流冲洗 10 秒。标本用高纯度酒精脱水，真空干燥，镀上一层 20nm 的金层，然后在扫描电镜(Jeol/JSM-5200)下观察。

结果

殆向/釉质和龈向/牙骨质微渗漏在二维和三维方面评价的记录显示于表 3 和表 4。几乎所有的阳性对照标本都显示出最大的渗漏(记分 4)，而实验组和阴性对照组则显示出较低的渗漏。Kruskal-Wallis 检测法显示各组间每个边缘的二维和三维评价中所存在的差异具有统计学意义。

二维微渗漏评价

当所有可能的配对比较都进行检验后，无论是实验组间或是实验组与阴性对照组间每个边缘的差别均没有统计学意义。然而，除了第 3 组（Ora-5/Clearfil SE Bond)和第 7 组(Ora-5/Prompt L-Pop)之外，实验组与阳性对照组间每个边缘的差别具有统计学意义。

三维微渗漏评价

第 5 组(Consepsis/Prompt L-Pop)和第 7 组(Ora-5/Prompt L-Pop)间在龈向边缘的差异具有统计学意义,其他实验组间或是实验组与阴性对照组间每个边缘的差别均没有统计学意义。除了第 3 组 (Ora-5/Clearfil SE Bond)和第 7 组(Ora-5/Prompt L-Pop)之外,实验组与阳性对照组间每个边缘的差别具有统计学意义。

尽管殆向边缘的渗漏情况要低于龈向边缘,但是除了第 7 组(Ora-5/Prompt L-Pop)和阴性对照组以外($P<0.05$),无论是二维还是三维的评价中各组间殆向和龈向的记分差异均没有统计学意义($P>0.05$)。

三维评价显示殆缘和龈缘的微渗漏情况趋向于大于二维评价的结果,但是这种增大没有统计学意义($P>0.05$)。

扫描电镜观测结果

经过 Consepsis 和 Tubulicid red 处理过的粘结系统的实验标本和阴性对照组的标本, 树脂复合体与洞壁之间均显示出良好的适应性(图 1~3)。在这些标本中,树脂突的构成也被观察到(图 4~5)。尽管经过扫描电镜的准备过程中的干燥环节, 在一些标本的牙体结构中出现了一些裂缝, 但是牙本质粘结树脂却没有从洞壁上分离(图 6)。经过 Ora-5 处理过的实验标本沿着牙齿-树脂修复体界面出现缝隙(图 7~8)。在这些标本中没有发现树脂突的形成。

讨论

过去认为牙本质在用充填材料充填之前应该进行消毒。许多化学制剂,如用丁香酚还原沉淀的硝酸银、苯酚、麝香草酚和亚铁氰化钾,都是由此目的被应用的。现今人们已认识到这些化学制剂应用于牙本质表面时会对牙髓产生刺激。

Brännström 指出窝洞修复前应进行消毒, 他建议使用洁尔灭为基质的 Tubulicid 作为消毒剂。Brännström 和 Nyborg 报道窝洞修复前用 Tubulicid 进行消毒后,在洞壁没有发现细菌的存在,也没有牙髓的反应发生。目前研究所使用的 Tubulicid red 含有用以除去玷污层的乙二胺四乙酸(EDTA)和在牙本质中起抗菌作用的洁尔灭。同时它还含有高浓度的氟化钠。Brännström 声称由它处理一次可达到 3 种效果:清洁、消毒和浸透。Haller 等人指出经 Tubulicid red 处理 30 秒后可降低牙本质小管 20%的渗透性, 这可能是由于氟化钙的沉淀所致。

目前通用的消毒剂以 2%的葡萄糖酸洗必泰作为主要活性成分,同时加入洁尔灭。葡萄糖酸洗必泰是一种具有广谱活性的杀菌剂,近 20 多年它主要被用于化学性控制菌斑和预防龋齿。本研究所使用的 Consepsis 溶液含有 2%的葡萄糖酸洗必泰。Gultz 等人比较了不同窝洞消毒剂的抗菌活性,发现 Consepsis 溶液要优于其它消毒剂。

本研究所使用的 Ora-5 是一种商业用途的碘-碘化钾/硫酸铜(I_2-KI/$CuSO_4$)基的口腔消毒剂。Schemehorn 等人指出 Ora-5 在抗菌斑性方面要优于葡萄糖酸洗必泰。Meiers 和 Schemehorn 在研究了 Ora-5 在裂缝中渗透和杀灭细菌的能力后发现它可抑制早期龋的进展,并可减少裂缝中变形链球菌的数量。

窝洞制备后牙本质粘结剂处理前应用窝洞消毒剂能够降低残留龋坏的潜在危险性和术后的敏感性。但是,如果消毒液的应用妨碍了粘结剂与牙本质间的相互作用而大大增加了微渗漏的程度, 那么它任何优点都将会被否定。

目前的研究显示,窝洞制备后在用 Clearfil SE Bond 和 Prompt L-Pop 处理前用 Tubulicid red 进行窝洞消毒不会降低牙本质粘结系统的封闭能力。Derhami 等人也证实用 Tubulicid red 代替原始的粘结系统的处理程序对洞壁进行消毒不会对牙本质粘结树脂在 II 类洞修复方面的封闭能力产生负面的影响。

本研究中 Consepsis 溶液没有对 Clearfil SE Bond 和 Prompt L-Pop 的封闭能力产生负面的影响。Meiers 和 Kresin 研究了葡萄糖酸洗必泰对 Tenure (Den-Mat)和 Syntac(Vivadent)封闭能力的影响,结果与本研究的的观点相一致。然而,本研究的结果与 Tulunoğlu 等人的研究结果相矛盾, 他们发现葡萄糖酸洗必泰对 Syntac 和 Prime&Bond(Dentsply Detrey)在乳牙预防微渗漏方面会产生负面的影响。众所周知,树脂修复体与乳牙牙

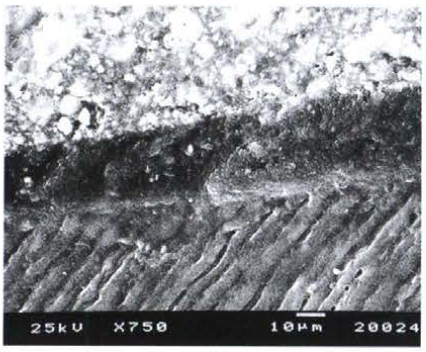


图 1 单纯应用 Clearfil SE Bond 标本的扫描电镜观测图，可观察到沿着牙齿-树脂修复体的界面没有边缘裂隙形成(放大倍数×750)

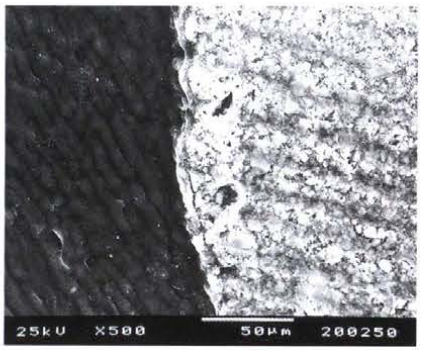


图 2 单纯应用 Prompt L-Pop 标本的扫描电镜观测图。可观察到沿着牙齿-树脂修复体的界面没有边缘裂隙形成(放大倍数×500)

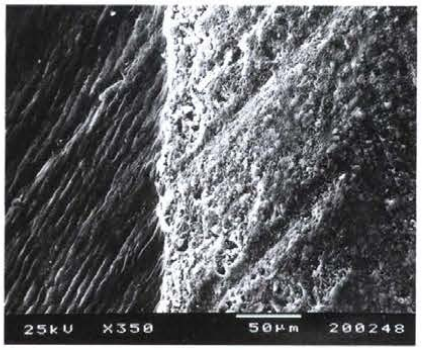


图 3 经 Consepsis 处理后应用 Prompt L-Pop 标本的扫描电镜观测图，观察沿着牙齿-树脂修复体的界面没有边缘裂隙形成(放大倍数×350)

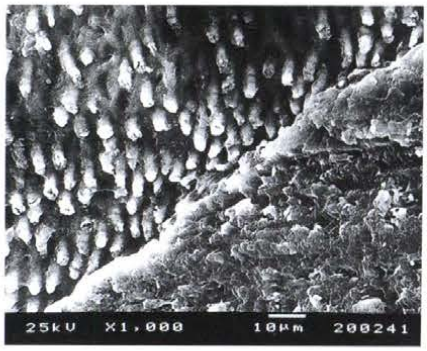


图 4 经 Consepsis 处理后应用 Clearfil SE Bond 标本中树脂突的构成（放大倍数×1000）

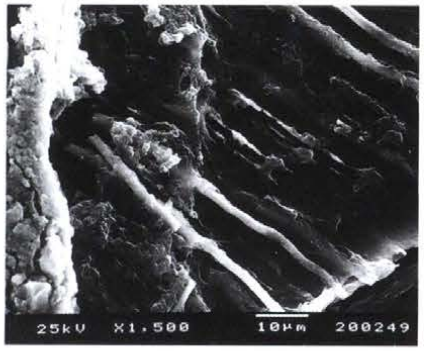


图 5 单纯应用 Prompt L-Pop 标本中树脂突的构成(放大倍数×1500)

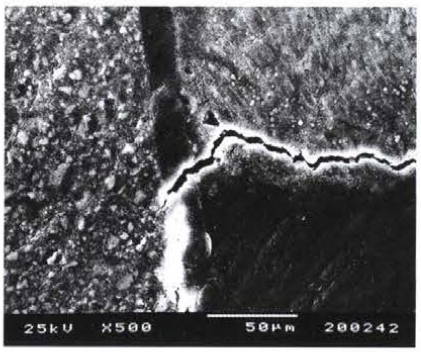


图 6 经 Tubulicid red 处理后用 Clearfil SE Bond 标本中牙体结构内出现了裂缝，沿着牙齿-树脂修复体的界面没有边缘裂隙形成(放大倍数×500)

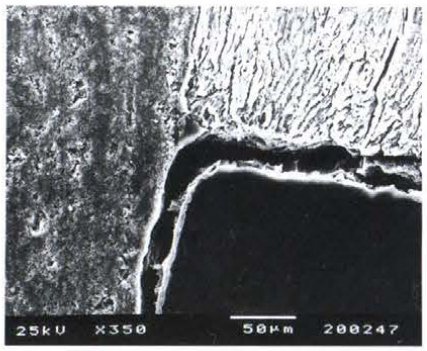
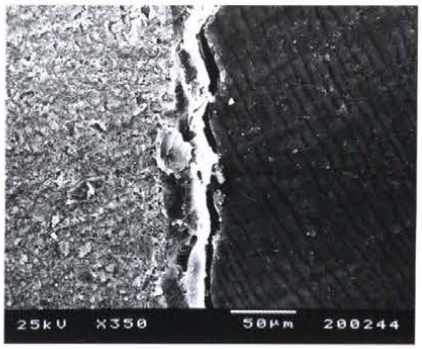


图7(左) 经 Ora-5 处理后应用 Prompt L-Pop 标本的扫描电镜观测图。可观察到沿着牙齿-树脂修复体的界面有边缘裂隙形成(放大倍数×350)

图8(右) 经 Ora-5 处理后应用 Clearfil SE Bond 标本的扫描电镜观测图，可看到沿着牙齿-树脂修复体的界面有边缘裂隙形成(放大倍数×350)



本质表面的粘结强度要低于恒牙的粘结强度。这可能就是这些研究结果产生差异的原因。

本研究所获得的结果也与先前研究的结果相一致，这表明葡萄糖酸洗必泰不会对粘结性树脂修复体与牙本质间的剪切粘接强度产生影响。Cao 等人报道在含有葡萄糖酸洗必泰的各种商业性窝洞消毒剂中，Consepsis 被认为是唯一没有降低粘结性树脂与牙本质间剪切粘接强度的消毒剂。

本研究中阳性对照组和应用粘结系统前由 Ora-5 进行处理的试验组(第 3 组和第 7 组)在殆向和龈向的微渗漏记录差异缺乏统计学意义，表明 Ora-5 降低了 Clearfil SE Bond 和 Prompt L-Pop 的封闭能力。Meiers 和 Kresin 通过一个相似的研究发现，当应用 Syntac 时 Ora-5 会明显产生更大的龈向微渗漏，而应用 Tenure

则不会增加微渗漏的水平。并因而得出结论:用复合树脂进行修复时窝洞消毒剂的使用似乎与消毒剂和不同的牙本质粘结系统牙本质封闭能力间的相互作用有关。

Meiers 和 Shook 指出，当使用 Syntac 作为树脂与牙本质粘结的媒介时,Ora-5 和葡萄糖酸洗必泰都会降低树脂与牙本质间的剪切粘接强度,而用 Tenure 作媒介时则不会产生影响。他们同时也指出，窝洞消毒剂的影响对用牙本质粘结性树脂进行修复的复合树脂与牙本质间的剪切粘接强度来说是一个重要的细节。

本研究中应用 Clearfil SE Bond 组中龈向和殆向的渗漏记录均低于应用 Prompt L-Pop 组,但是在统计学上没有显著性差异。Pradelle-Plasse 等人对包括 Prompt L-Pop 和 Clearfil SE Bond 在内的 4 种牙本质粘结树脂系统的封闭能力进行了研究，发现使用磷酸的单组份粘结剂组(OptiBond Solo 和 Excite)其染料渗入釉质的深度远远低于使用自酸蚀系统 Prompt L-Pop 和 Clearfil SE Bond 组;而在颈部牙本质边缘微渗漏方面与其它 3 种牙本质粘结剂相比较,Prompt L-Pop 显示出最差的结果。然而,Pontes 等人指出,在且种牙本质粘结树脂中 Prompt L-Pop 在釉质边缘显示出最小的微渗漏，但是对于其他牙本质粘结树脂(Prime&Bond 2.1 和 Etch&Prime)来说,在牙本质边缘方面它并不是出众的。Besnault 和 Attal 指出在釉质边缘的微渗漏方面应用 Clearfil SE Bond 要显著高于应用传统的三步法粘结系统(Scotchbond Multipurpose Plus)。他们指出自酸蚀底物中的弱酸对釉质的效果要低于磷酸。然而他们报道在牙本质边缘的微渗漏方面应用 Clearfil SE Bond 要低于应用传统的粘结系统。Kubo 等人通过比较自酸蚀底物系统的封闭能力,发现 Clearfil SE Bond 在釉质边缘的边缘封闭性方面显著优于 Clearfil Liner Bond 2。但是他们没有发现这些粘结系统在牙本质边缘的封闭能力方面有差异。

da Silva Telles 等人报道,用 Prompt L-Pop 粘结的大部分修复体(复合树脂和复合体)在界面处显示出裂隙,但是用单组份粘结剂 Single Bond 粘结的修复体中却没有发现界面处的裂隙。然而本研究中用 Prompt L-Pop 和 Clearfil SE Bond 粘结的树脂修复体并没有发现界面处的裂隙。只有经过 Ora-5 处理过的标本不管应用何种粘结剂在牙齿和树脂修复体的界面均出现裂隙。此外,在这些标本中没有发现树脂突的形成。这可能是由于从 Ora-5 中残留的化学物质减弱了牙本质粘结树脂的可湿性，从而降低了树脂浸渗牙本质表面的能力。在本研究中扫描电镜的观测现象支持染色渗漏试验的结果。

本研究中的染色方法也用在先前的研究中，其具有以下的优点:(1) 它不染色牙本质而只显示渗漏的样式;(2) 染色渗入的范围即使在牙本质小管中也很容易被发现。而且有报道称墨汁所显现的渗漏样式与细菌侵蚀的范围相类似，因此建议将它作为一种临床上显示微生物感染区域的示踪器。

有些研究显示用截成断面的方法来论证标本真实的渗漏样式可能是不恰当的。有证据表明实际上渗漏的样式高度复杂且不规则，一个或几个截面是不能显示出渗入的最深处的。现在的研究方法是用手机除去所有的修复体使窝洞内染色的区域完全暴露出来。Hilton 等人指出这种方法可以对渗漏样式进行卓越的三维评价，但是却不能显露出染色在牙本质小管中向髓腔方向渗入的深度。基于目前的研究,考虑在此后的研究中将两种方法相互补充使用,来评价标本的渗漏样式。

结论

本研究的结果可得出以下结论:

1.应用 Clearfil SE Bond 和 Prompt L-Pop 时,Consepsis 和 Tubulicid red 可以作为窝洞消毒剂使用而不会影响其封闭能力。

2.应用这些牙本质粘结系统时,Ora-5 不是一种合适的消毒剂,因为它会降低其封闭能力。