

## 两种不同粘结系统对纤维桩核冠方微渗漏及粘结强度的影响

宋毅<sup>1,2</sup>, 刘梅<sup>1\*</sup>, 章非敏<sup>1\*</sup>, 徐小红<sup>2</sup>, 丁存善<sup>2</sup>, 许少平<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 南京医科大学口腔疾病研究江苏省重点实验室, 南京医科大学附属口腔医院修复科, 江苏 南京 210029; <sup>2</sup> 泰州职业技术学院, 江苏 泰州 225300)

**[摘要]** 目的: 比较全酸蚀和自酸蚀两种粘结系统对纤维桩核冠方微渗漏及粘结强度的影响, 为纤维桩的临床应用及相关研究提供参考。方法: 42 颗完整离体牙, 随机选取其中 2 颗作为对照, 其余随机分为 2 组, 常规处以截冠、根管预备、充填以及桩道预备后, 分别选用全酸蚀粘结剂 Prime&Bond(全酸组)和自酸蚀粘结剂 Xeno<sup>®</sup> V(自酸组)进行纤维桩粘结, 制作试片, 通过染色、扫描电子显微镜(SEM)观察两组试片的冠方微渗漏情况; 通过薄片推出实验, 测试两组试片的粘结强度, 进行统计学分析。结果: 肉眼观察全酸组试片无染色剂渗入, 自酸组试片有染色剂渗入。SEM 观察全酸组的粘结界面无间隙, 可见明显的粘结剂树脂突, 自酸组的粘结界面有间隙存在。薄片推出实验平均推出力值全酸组为(90.27 ± 13.62)N, 自酸组为(81.80 ± 21.68)N; 平均粘结强度全酸组为(14.75 ± 2.00)MPa, 自酸组为(12.71 ± 3.54)MPa, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论: 在显微镜下观察全酸蚀粘结剂比自酸蚀粘结剂发生冠方微渗漏的几率小, 但在粘结强度上, 全酸蚀和自酸蚀两种系统无显著性差异。

**[关键词]** 粘结剂; 纤维桩; 微渗漏; 粘结强度

**[中图分类号]** R783.1

**[文献标志码]** B

**[文章编号]** 1007-4368(2016)10-1254-05

**doi:** 10.7655/NYDXBNS20161024

桩核-冠修复可以保留残根残冠的剩余牙体组织, 有效恢复患牙的形态和功能, 因此被广泛应用于临床。与金属铸造桩相比, 纤维桩凭借与牙本质相近的弹性模量<sup>[1]</sup>、良好的生物相容性、美观和操作便捷等优点更受医生和患者的青睐。随着纤维桩的普遍应用, 其修复失败的病例也随之增多, 大多表现为桩核脱落。桩核脱落主要由粘结失败和咬合力过大造成。很多研究表明, 未良好隔湿、桩道预备时未去净根充材料及粘结后发生冠方微渗漏都会影响粘结强度, 导致粘结失败, 其中隔湿和桩道预备与临床操作相关, 而冠方微渗漏的发生与不同粘结系统密切相关。

目前临床上广泛应用的是第 5 代至第 7 代粘结系统。第 5 代为全酸蚀粘结剂, 第 6 代、第 7 代为自酸蚀粘结剂。第 6 代为双组份, 第 7 代将酸蚀剂、预处理剂和树脂粘结剂合为 1 瓶, 直接涂布, 为单瓶一步法。桩道预备时产生的牙本质碎屑与变性的有机物混合, 黏附于根管壁形成玷污层<sup>[2]</sup>, 全酸蚀和自酸蚀粘结剂的区别主要是对玷污层处理的方式

不同, 全酸蚀粘结系统操作时先酸蚀牙本质表面, 去除玷污层, 打开牙本质小管, 使粘结剂树脂单体渗入牙本质小管内, 形成一个相互缠绕的树脂-牙本质混合层(hybrid layer)。自酸蚀粘结系统是弱酸化的甲基丙烯酸酯, 涂布于牙本质表面后, 弱酸成分溶解玷污层内的羟基磷灰石使之脱钙, 并与分离出来的  $\text{Ca}^{2+}$  形成复合体, 再与渗入的粘结剂树脂共同形成网架<sup>[3]</sup>, 嵌入牙本质内部。使用全酸蚀粘结剂需要单独酸蚀, 步骤较为繁琐, 自酸蚀粘结剂操作方便, 且不易被唾液污染, 很多医师会考虑选用自酸蚀粘结剂, 但其酸蚀成分的酸性弱, 带来牙本质脱矿浅的问题, 很多学者对其粘结强度提出了质疑<sup>[4-5]</sup>。本研究选用同一品牌的全酸蚀(Prime & Bond XP)和自酸蚀(Xeno<sup>®</sup> V PLUS)两种粘结系统, 粘结相同的纤维桩, 通过染色、扫描电子显微镜(SEM)观察和薄片推出实验比较两种系统对纤维桩核与牙本质之间冠方微渗漏及粘结强度的影响。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

离体牙来源为 2015 年 1—8 月泰州职业技术学院口腔门诊部正畸拔除的 42 颗前磨牙。全酸蚀粘结剂 Prime & Bond XP、自酸蚀粘结剂 Xeno<sup>®</sup> V PLUS、纤维桩、双固化流动树脂(DENTSPLY 公司,

**[基金项目]** 国家“863”计划项目子课题(2012AA030309); 江苏高校优势学科建设工程资助项目(2014-37)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: liumei19821117@163.com; fmzhang@njmu.edu.cn

德国),印度墨水染色剂(TALENS,荷兰),精密金相切割机 Accutom-50、碳化矽切割刀片(STRUERS,美国),真空扫描电子显微镜 S-3000N (HITACHI,日本),电子万能试验机 AG-10 kN IS(岛津,日本)、称重仪 XS 225A(PRECISA 公司,瑞士)、水浴机 B401H (FIRSTEK 公司,美国)、酸碱度测量仪 pH510(EU-TECH,新加坡),硅橡胶印模材(金玛克公司,意大利)、牙科亚克力树脂(DENTAURUM 公司,德国),NSK 高速涡轮机、金刚砂车针、NSK 低速打磨机等。

## 1.2 方法

### 1.2.1 实验分组及试片制备

从 42 颗离体牙中随机选取 2 颗作为对照牙,其余离体牙于釉牙骨质界上方 2 mm 处截冠,行根管预备、消毒和充填,人工唾液中浸泡 1 周。1 周后取出晾干,行桩道预备后,随机分为两组,全酸组选用全酸蚀粘结剂 Prime & Bond,自酸组选用自酸蚀粘结剂 Xeno<sup>®</sup> V PLUS,按表 1 的方法粘结相同的纤维桩并完成树脂核。2 颗对照牙截冠后不行根管预备,分别处理后作为阳性对照牙和阴性对照牙。然后将所有离体牙浸泡在人工唾液中 2 周。2 周后取出,自然晾干,然后涂布指甲油,各组处理方法及指甲油涂布见表 2。

表 1 全酸组和自酸组粘结纤维桩的操作方法

操作步骤	全酸组	自酸组
①清洁牙面和纤维桩	冲洗待粘结面,气枪吹干牙本质表面。纤维桩用酒精消毒	冲洗待粘结面,用柔和气流轻吹,使牙本质表面润湿。
②酸蚀	用 36%的磷酸酸蚀根管壁及冠部牙面 15 s	-
③冲洗	冲洗根管及冠部牙面 15 s 以上,根管内用纸捻吸湿,用柔和气流轻吹,使牙本质表面润湿	-
④涂布粘结剂	Prime & Bond 粘结剂与配套的 Self Cure Activator 自固化剂混合 2 s,涂布于待粘结面,静置 20 s 后,用纸捻吸除根管内多余粘结剂,气枪轻吹,使粘结面均匀润湿。纤维桩表面涂布粘结剂混合液,气枪轻吹,不做光固化,注意避光	Xeno <sup>®</sup> V PLUS 涂布待粘结面两次,方法与全酸组相同。然后涂布于纤维桩表面,不做光固化
⑤注入树脂、置入纤维桩和光照	根管内注入流体树脂,树脂充满根管并溢出少量后,立即将纤维桩置入根管内的预备位置,稳定住光照 20 s(光照强度为 550 mW/cm <sup>2</sup> )	同全酸组
⑥树脂核堆塑和固化	用流体树脂包裹住露出根管外的 3~5 mm 纤维桩,从各个面光照 20 s 使树脂充分固化	同全酸组

表 2 各组样本的处理方法

组别	处理方法
全酸组(n=20)	用全酸蚀粘结剂粘结纤维桩,堆砌树脂核,人工唾液中浸泡 2 周。取出、晾干后指甲油涂布粘结界面 1mm 以下的牙根部分,封闭根尖部
自酸组(n=20)	用自酸蚀粘结剂粘结纤维桩,其余步骤同上
阳性对照牙(n=1)	不行根管预备,指甲油涂布粘结界面 1 mm 以下的牙根部分,封闭根尖部,冠部根管口不做充填,直接暴露于染色剂中
阴性对照牙(n=1)	不行根管预备,树脂覆盖根管口,指甲油涂布封闭整个牙体

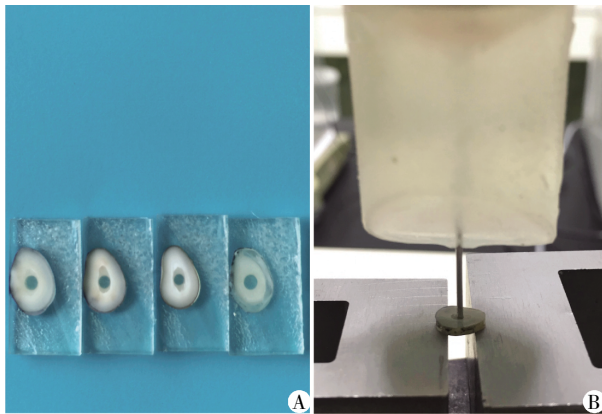
指甲油干燥后,将全部离体牙浸入印度墨水中,放在 37℃水浴 2 周。2 周后从染色剂中取出、晾干,用环氧树脂镶埋,制成块状试件,然后用精密金相切割机以平行于纤维桩长轴的方向从试件中央将纤维桩纵向剖开,制取纵切片;以垂直于纤维桩长轴的方向切割制取横切片(1.5 mm 厚),并在试片的冠面做标记,以确保薄片推出实验的推出方向正确。

### 1.2.2 SEM 观察和薄片推出实验

将试片用双面胶固定在载物台上,镀膜、抽真

空后进行 SEM 观察,选取两组试片中的相似位置,以统一的倍率进行拍摄。

SEM 观察完成后进行薄片推出实验,将试片的冠面朝下置于万能试验机载物台上,载头从上方接触桩的根面(图 1),使桩核的脱落方向与口内一致。加载速度为 0.05 mm/min,记录桩或桩核脱出时的推出力值 F。由电脑自动记录,根据公式  $\sigma = F/A$  计算出各样本的粘结强度( $\sigma$ ,单位 Mpa),其中  $A = \pi(R+r)\sqrt{h^2 + (R-r)^2}$ ; A:试片上纤维桩的粘结面积,



A:待推出的横切片;B:力量加载图。

图 1 薄片推出实验图

单位  $\text{mm}^2$ ;R 和 r: 纤维桩上下两个断面直径, 单位 mm;h: 薄片的厚度,单位 mm; $\pi$  取值 3.14)。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 进行统计学分析, 两组试片的推出力值与粘结强度经正态性检验符合正态分布且方差齐,故采用两独立样本 *t* 检验进行比较, $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

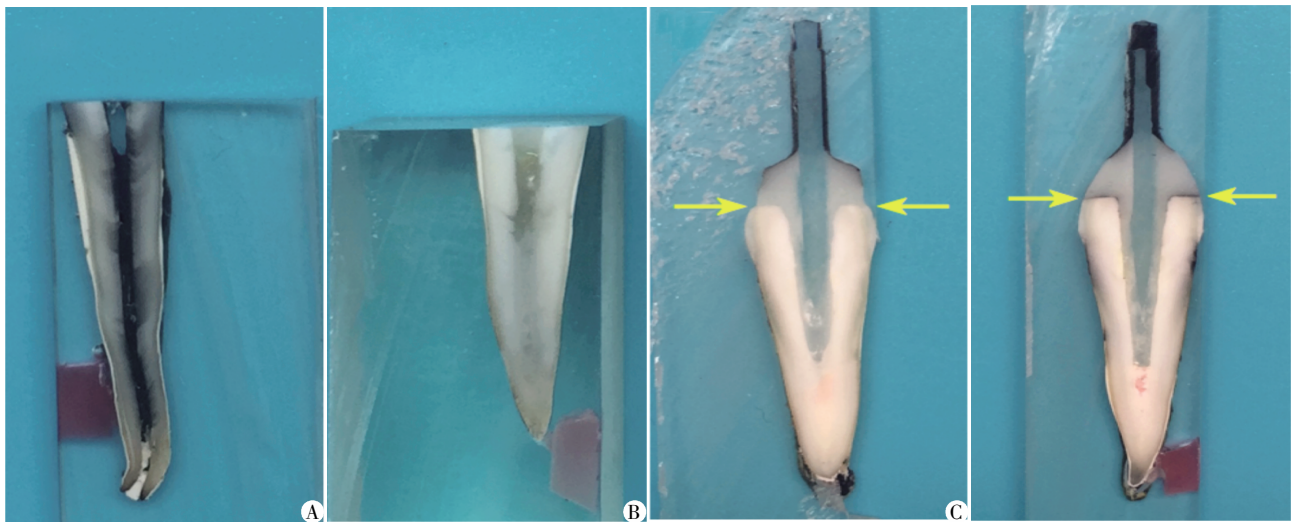
## 2 结果

### 2.1 肉眼观察染色结果

阳性对照牙根管内染色明显(图 2A),说明实验所选染色剂的浸润性良好。阴性对照牙根管内无染色(图 2B),表示指甲油可有效封闭根尖孔,排除了染色剂从根尖孔渗入造成实验组假阳性结果。全酸组的粘结界面无染色剂渗入(图 2C),自酸组的粘结界面有染色剂渗入(图 2D)。

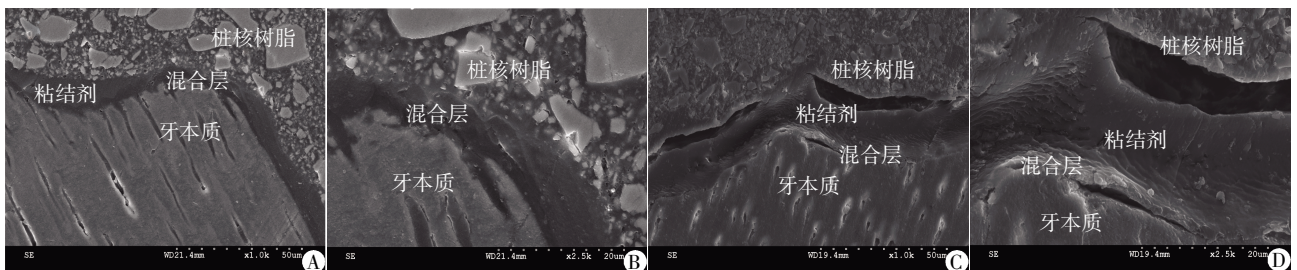
### 2.2 SEM 观察结果

SEM 显示全酸组试片的粘结界面无间隙(图 3A、B),粘结界面有粘结剂树脂突,牙本质与桩核树脂之间以及牙本质小管内充满半透明的物质即粘结剂,粘结剂与牙本质之间形成混合层,约  $2\sim 10\ \mu\text{m}$  厚。自酸组试片的粘结界面处牙本质与桩核树脂之间存在间隙(图 3C、D),粘结剂与牙本质结合形成的混合层裂开,产生间隙,粘结剂与桩核树脂之间也存在间隙,间隙内透射,无物质存在,最宽处约有  $10\ \mu\text{m}$ 。



A:阳性对照牙纵切片;B:阴性对照牙纵切片;C:全酸组纵切片,箭头所指为粘结界面(无染色剂渗入);D:自酸组纵切片,箭头所指为粘结界面(有染色剂渗入)。

图 2 染色结果图



A:全酸组纵切片( $\times 1\ 000$ );B:粘结剂树脂突嵌入牙本质小管内( $\times 2\ 500$ );C:自酸组纵切片( $\times 1\ 000$ );D:粘结剂与牙本质、桩核树脂之间的间隙( $\times 2\ 500$ )。

图 3 扫描电镜图

### 2.3 薄片推出实验结果

两组试片的推出力值具体结果见表 3。对两组试片的推出力值与粘结强度采用两独立样本 *t* 检验,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。

表 3 两组试片的力学性能 ( $n=30$ )

组别	全酸组	自酸组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
推出力值(N)	90.27 ± 13.62	81.80 ± 21.68	0.841	0.420
粘结强度(MPa)	14.75 ± 2.00	12.71 ± 3.54	1.339	0.207

## 3 讨论

冠方微渗漏的主要原因有桩核树脂与牙本质之间未获得理想粘结,细菌和液体侵入,纤维桩核与牙本质之间的结合被破坏<sup>[6]</sup>。粘结剂是连接桩核树脂与牙本质的桥梁,不同的粘结系统发生微渗漏的几率不同。本研究一方面观察两种粘结系统的冠方微渗漏情况,另一方面测试粘结强度的大小,以观察冠方微渗漏是否对粘结强度起决定性作用。为避免不同厂家的材料成分配比造成的误差,选择同一品牌的两种不同系统粘结剂:德国 DENTSPLY 公司的第 5 代全酸蚀粘结剂和第 7 代自酸蚀粘结剂,粘结相同纤维桩后进行粘结效果包括冠方微渗漏和粘结强度的评价。

染色法是评价微渗漏最常用的方法。常用的染液有甲基蓝、印度墨水等<sup>[7]</sup>。本研究样本要切片用于 SEM 观察及推出实验,切片过程中需喷水冷却,故选用不溶于水的印度墨水作为染色剂,印度墨水干燥后不溶于水,理化性质稳定,酸碱度为中性,不会引起蛋白质脱矿。且其炭黑颗粒极细,浸润和渗透性很强,渗漏形式与细菌相似<sup>[8-9]</sup>,能渗入 5~10 μm 的微细间隙。

肉眼观察染色结果,可见自酸组试片的粘结界面有不同程度的染色剂渗入,全酸组试片的粘结界面未见染色。通过 SEM 观察,发现全酸组粘结界面间隙少,自酸组粘结界面有间隙,与肉眼所见染色结果一致。

SEM 显示全酸组和自酸组试片,桩与桩核树脂之间的粘结界面均结合良好,这可能是由于纤维桩本身就是由树脂基质包裹纤维组成<sup>[10]</sup>,树脂基质与粘结剂树脂属同种物质,能形成较好的化学结合。桩核树脂与牙本质之间的界面,全酸组试片中粘结剂与牙本质、桩核树脂之间均结合良好,牙本质小管内充满粘结剂,这可能是由于全酸蚀系统能打开牙本质小管,去除玷污层,使牙本质表面形成直立蓬松状态的胶原纤维网(collagenous network)<sup>[11]</sup>,促进

树脂单体充分渗透其中,形成高质量的混合层<sup>[12]</sup>,在桩核树脂聚合收缩时能抵抗断裂和界面分离。

自酸组试片的粘结剂与牙本质、桩核树脂之间均出现间隙,有 5~10 μm 宽,这个宽度几乎能通过大部分细菌及其他微生物,使微渗漏的发生几率增加。粘结剂与牙本质之间形成的混合层较薄,且发生破裂。这可能是由于自酸蚀粘结剂酸蚀成分的酸性弱,牙本质脱矿浅,酸蚀和单体渗入同步进行,粘结剂未能充分渗入牙本质深层所致。有研究发现混合层的弹性模量低于复合树脂<sup>[13]</sup>,当桩核树脂发生聚合收缩时,混合层易发生断裂。本研究发现自酸组的间隙在靠近牙冠的切片上较明显,可能是由于冠部的桩核树脂量大,聚合收缩更明显。另有研究发现,自酸蚀粘结剂中残留的酸性单体可与双固化树脂中的引发剂发生反应<sup>[14]</sup>,干扰聚合,导致混合层的崩解。

测量粘结强度最常用的方法是微拉伸实验和薄片推出实验。Goracci 等<sup>[15]</sup>认为薄片推出实验的试片制作简便,且受力分布均匀。本研究采用薄片推出实验,能模拟临床上纤维桩脱落的方向和形式,且能够直观地观察到纤维桩核发生破裂的位置。实验用直径 0.8 mm 的不锈钢丝及亚克力树脂自制加载头,考虑到力量传导的问题,设计时将不锈钢丝直接顶到万能试验机的螺钉底部,使力量直接传导至仪器。这样,力量通过不锈钢丝传导到螺钉底部时,树脂不会吸收力量使测得数据变小。但在实验过程中多次推出的动作可能会导致不锈钢丝在树脂内变形。故将推出速率设定较慢,为 0.05 mm/min,以减少不锈钢丝的变形。

薄片推出实验结果显示,虽然自酸蚀粘结剂发生冠方微渗漏的几率较大,但粘结强度与全酸蚀并无显著性差异。这与 SEM 观察到自酸组粘结界面有间隙并不矛盾,表明在相同操作因素影响的情况下,由粘结系统产生的粘结强度不仅与冠方微渗漏有关,还可能与粘结剂本身的强度、粘结剂与牙本质及桩核树脂间的结合力、根管的横截面形态等因素相关。有研究发现,激光照射<sup>[16]</sup>、牙本质的表面处理、根管封闭材料的不同<sup>[17-18]</sup>及唾液污染等因素都会对粘结强度产生影响。口腔是一个温度、酸碱度多变的环境<sup>[19]</sup>,咀嚼运动对于粘结强度的影响以及粘结后的长期效果也有待进一步研究。

### [参考文献]

- [1] 翟家彬,夏阳,章非敏.四种纤维桩的弯曲强度和显微结构的研究[J].口腔医学,2010,30(6):332-335

- [2] Inoue S, vanMeerbeek B, Vagas M, et al. In advanced Adhesive Dentistry 3 rd International Kuraray Symposium[R]. Itd. Osaka, 2000: 131-148
- [3] Francesca Z, Eduardo C, Jan DM, et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber post bonding [J]. Dent Mater, 2008, 24(7): 967-977
- [4] Molla K, Park HJ, Haller B. Bond strength of adhesive/composite combinations to dentin involving total-and self-etch adhesives[J]. J Adhes Dent, 2002, 4(3): 171-180
- [5] Tay FR, San H, Carvalho R, et al. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin [J]. J Adhes Dent, 2000, 2(2): 83-98
- [6] 周 峰, 裴蓉蓉, 陈亚琴, 等. 不同桩核修复系统在长期水储存条件下的根管微渗漏表现[J]. 口腔医学研究, 2011, 27(5): 419-421
- [7] 高士军, 宗婉翘, 王冬霞, 等. 不同树脂粘固剂对纤维桩冠向微渗漏及粘固强度的影响[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(38): 6733-6739
- [8] Chong BS, Pitt Ford TR, Watson TF, et al. Sealing ability of potential retrograde root filling materials[J]. Dent Traumatol, 2006, 11(6): 264-269
- [9] 张文云, 冯 婷, 杨立斗, 等. 根管处理方法对纤维桩核系统冠渗漏影响的初步研究[J]. 西南国防医药, 2009, 19(1): 20-22
- [10] 陈建珊, 刘 梅, 谢海峰, 等. 玻璃纤维的表面预处理对纤维增韧树脂基桩力学性能的影响[J]. 口腔医学, 2014, 34(12): 897
- [11] 姜 婷. 实用口腔粘固修复技术[M]. 北京: 人民军医出版社, 2004
- [12] Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, et al. Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements[J]. Dent Mater, 2008, 24(5): 577-583
- [13] 冯丽君, 陈亚明, 毛海燕. 纤维桩与根管不同处理后剪切粘固强度实验研究及电镜观察[J]. 口腔材料器械, 2010, 19(2): 61-65
- [14] 陈 蕾, 雷慧云, 李继佳, 等. 3 种粘固剂与根管牙本质粘接界面的扫描电镜观察[J]. 华西口腔医学, 2010, 28(2): 132-138
- [15] Goracci C, Grandini S, Bossù M, et al. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: A review [J]. J Dent, 2007, 35(11): 827-835
- [16] Yashida Y, Nagakane K, Fukuda R, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers [J]. J Dent Res, 2004, 83(6): 454-458
- [17] 韩光政, 熊正慧, 陈亚明. 离体牙经不同根管封闭剂充填后纤维桩剪切粘固强度的对比研究[J]. 口腔生物医学, 2011, 2(1): 43-46
- [17] Baldissara P, Zicari F, Valandro LF, et al. Effect of root canal treatments on quartz fiber posts bonding to root dentin[J]. J Endod, 2006, 32(10): 985
- [18] 张 晓, 李津乐, 冯晓伟. 自粘树脂水门汀与全酸蚀粘固系统对 POPO 和 Para Post 玻璃纤维桩在不同桩道深度剪切粘固强度的影响[J]. 郑州大学学报, 2011, 46(5): 729-731
- [19] 刘 梅, 胡 建, 屠 苏, 等. 一种新型合成树脂牙的临床应用研究[J]. 南京医科大学学报(自然科学版), 2016, 36(2): 1101-1104

[收稿日期] 2016-04-07

(下转第 1243 页)

- 2008, 24(2): 175-178
- [9] 杨 敏. 超声检查在女孩性早熟诊断及治疗中的价值 [J]. 中国超声诊断杂志, 2006, 7(10): 747-750
- [10] Marshall WA, Tanner JM. Variations in pattern of pubertal changes in girls [J]. Arch Dis Child, 1969, 44(235): 291-303
- [11] Carel JC, Eugster EA, Rogol A, et al. Consensus statement on the use of gonadotropin-releasing hormone analogs in children[J]. Pediatrics, 2009, 123(4): e752-e762
- [12] Pescovitz OH, Hench KD, Barnes K, et al. Premature thelarche and central precocious puberty: the relationship between clinical presentation and the gonadotropin response to luteinizing hormone-releasing hormone[J]. J Clin Endocrinol Metab, 1988, 67(3): 474-479
- [13] Calcaterra V, Sampaolo P, Klersy C, et al. Utility of breast ultrasonography in the diagnostic work-up of precocious puberty and proposal of a prognostic index for identifying girls with rapidly progressive central precocious puberty [J]. Ultras Obstet Gynecol, 2009, 33(1): 85-91
- [14] Youn I, Park SH, Lim IS, et al. Ultrasound assessment of breast development: distinction between premature thelarche and precocious puberty [J]. AJR Am J Roentgenol, 2015, 204(3): 620-624

[收稿日期] 2016-06-01