

不同树脂核材料影响纤维桩核整体抗折强度的比较

高士军¹, 李 懿², 孙世杰³, 谭 静³, 李 楠³ (1佳木斯大学口腔医院修复科, 黑龙江省佳木斯市 154007; ²伊春市卫生学校口腔教研室, 黑龙江省佳木斯市 153021; ³佳木斯大学, 黑龙江省佳木斯市 154007)

文章亮点:

前纤维桩修复中树脂核材料的选择已经受到越来越多研究者的重视, 但有关纤维桩核修复中核材料对桩核整体强度影响的研究报道较少。实验创新性地比较 MEDENTAL 双重固化树脂水门汀、伊蒂娜双重固化树脂水门汀、Bisco BisCem 树脂水门汀、3M 光固化纳米复合树脂 P60 及 PULPDENT 双重固化树脂水门汀 5 种树脂核材料分别与玻璃纤维桩结合后的整体抗折强度, 发现 Bisco BisCem 树脂水门汀与纤维桩结合后具有较高的抗折强度。

关键词:

生物材料; 口腔生物材料; 纤维桩; 玻璃纤维桩; 树脂黏固剂; 树脂黏结剂; 复合树脂核; 桩核粘接材料; 折裂抗力; 树脂核; 抗折强度测试; 黏结剂

主题词:

生物相容性材料; 树脂粘固剂; 复合树脂类; 玻璃

摘要

背景: 纤维桩修复中树脂核材料的选择可能影响桩核的整体强度。

目的: 比较 5 种树脂核材料分别与玻璃纤维桩结合后的整体抗折强度。

方法: 将 50 个 viva 玻璃纤维桩随机分为 5 组, 分别与 MEDENTAL 双重固化树脂水门汀、伊蒂娜双重固化树脂水门汀、Bisco BisCem 树脂水门汀、3M 光固化纳米复合树脂 P60 及 PULPDENT 双重固化树脂水门汀黏结, 将 5 组桩核的根管部分分别用自凝塑料包埋, 固化后固定于万能试验机上并与牙体长轴成 135°角加载于核部, 加载速度为 1.0 mm/min, 直至断裂, 测得断裂时受力情况。

结果与结论: MEDENTAL 双重固化树脂水门汀组、伊蒂娜双重固化树脂水门汀组、Bisco BisCem 树脂水门汀组、3M 光固化纳米复合树脂 P60 组及 PULPDENT 双重固化树脂水门汀组的抗折强度分别为 (83.248±7.857), (89.230±4.326), (95.188±5.147), (76.646±6.463), (83.064±3.964) N。除 MEDENTAL 双重固化树脂水门汀组与 PULPDENT 双重固化树脂水门汀组抗折强度无差异外, 其余各组间两两比较差异均有显著性意义 ($P < 0.05$)。结果表明 Bisco BisCem 树脂水门汀与纤维桩结合后具有较高的抗折强度。

高士军, 李懿, 孙世杰, 谭静, 李楠. 不同树脂核材料影响纤维桩核整体抗折强度的比较[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(21):3304-3309.

Effects of different resin core materials on the overall flexural strength of fiber posts

Gao Shi-jun¹, Li Yi², Sun Shi-jie³, Tan Jing³, Li Nan³ (¹Department of Prosthodontics, Hospital of Stomatology, Jiamusi University, Jiamusi 154007, Heilongjiang Province, China; ²Department of Stomatology, Yichun Municipal Health School, Jiamusi 153021, Heilongjiang Province, China; ³Jiamusi University, Jiamusi 154007, Heilongjiang Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Selection of resin core materials may affect the overall strength of the fiber posts.

OBJECTIVE: To compare the overall flexural strength of five kinds of resin core materials combined with glass fiber posts.

METHODS: Fifty viva glass fiber posts were randomly divided into five groups respectively binding to five different resin materials for repair: group A, MEDENTAL dual curing resin cement + glass fiber post; Group B, Tina dual curing resin cement + glass fiber post; group C, Bisco BisCem + glass fiber post; group D, 3M nano composite resin curing light P60 + glass fiber post; group E, PULPDENT dual curing resin cement + glass fiber post. The root canals were embedded with self-curing plastic, and fixed in the universal testing machine. The load in tooth length axis was added onto the core at a 135° angle with a loading speed of 1.0 mm/min, until the fracture. Then, the stress at fracture and the fracture mode were measured.

RESULTS AND CONCLUSION: The flexural strength was (83.248±7.857) N in group A, (89.230±4.326) N in group B, (95.188±5.147) N in group C, (76.646±6.463) N in group D, and (83.064±3.964) N in group E. Except groups A and E, there were significant differences between every two groups ($P < 0.05$). These findings indicate that Bisco BisCem resin cement binding to the fiber post can obtain a higher flexural strength.

Subject headings: biocompatible materials; resin cements; composite resins; glass

高士军, 男, 1973 年生, 黑龙江省佳木斯市人, 汉族, 2006 年佳木斯大学毕业, 硕士, 副主任医师, 主要从事口腔修复临床与医教科研工作。

通讯作者: 李懿, 伊春市卫生学校口腔教研室, 黑龙江省佳木斯市 153021

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.21.005
[http://www.crter.org]

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2014)21-03304-06

稿件接受: 2014-02-28

Gao Shi-jun, Master, Associate chief physician, Department of Prosthodontics, Hospital of Stomatology, Jiamusi University, Jiamusi 154007, Heilongjiang Province, China

Corresponding author: Li Yi, Department of Stomatology, Yichun Municipal Health School, Jiamusi 153021, Heilongjiang Province, China

Accepted: 2014-02-28

Gao SJ, Li Y, Sun SJ, Tan J, Li N. Effects of different resin core materials on the overall flexural strength of fiber posts. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2014;18(21):3304-3309.

0 引言 Introduction

经过根管治疗后的牙常伴有牙冠大面积缺损, 为了增加全冠修复体的固位和支持, 常常要对其进行桩核修复。长期以来, 铸造金属桩核一直在临床上占据主要地位, 但其弹性模量比牙本质高, 可在根管内产生应力集中, 从而产生严重根折^[1], 因此, 学者们开始寻找铸造金属桩的替代品。1990年, Duret等^[2]首先提出了碳纤维加强的树脂桩核系统, 它与牙本质的弹性模量相近, 能有效分散应力, 防止应力集中。目前, 纤维桩修复中树脂核材料的选择已经受到越来越多研究者的重视, 但有关纤维桩核修复中核材料对桩核整体强度影响的研究报道较少。有关纤维桩修复中抗折性能的研究多集中于预成桩的比较, 忽略了树脂核的影响, 而且目前仍存在着争议。多数研究认为纤维桩系统与金属桩核系统相比并不能提高修复体的抗折性, 但其折裂方式有利于再修复, 几乎无不可逆性根折^[3-4]。彭国栋^[5]在不同黏结剂抗折性能研究中得出, 不同桩核粘接材料对桩核冠修复后的牙齿抗折强度有影响, 当受到强力冲击时, 抗压性较大的桩核粘接材料较抗压性较小的桩核粘接材料更能提高牙体的抗折能力。有研究则运用CAD/CAM制作一体化玻璃纤维桩, 比较其与预成纤维桩等的抗折力, 发现CAD/CAM一体化玻璃纤维桩核修复上中切牙的抗折力与铸造合金桩核近似, 高于预成玻璃纤维桩。多数有关纤维桩研究注重桩的强度, 然而树脂核材料有很强的技术敏感性, 所以不同实验得出的结论会有所区别, 还有待于进一步在核材料选择上进行临床研究, 使纤维桩修复更加简便, 并且能取得良好的远期效果。

随着现代粘接技术的不断发展, 纤维桩树脂核在桩核冠修复中占有越来越重要的地位, 纤维桩以其弹性模量小, 美学效果好, 临床操作1次成型, 不影响磁共振成像等优点在临床中应用日趋广泛^[6]。然而核树脂的选择可能影响桩核整体的强度, 甚至容易造成折断。通过对不同核材料的对比, 可以指导临床选择更合适的核材料, 以减少纤维桩修复的失败。实验制作下颌单根管前磨牙根管腔, 根管长度不小于13 mm, 内壁涂布分离剂后备用。将50个纤维桩随机分为5组, 分别与5种不同树脂材料进行修复。固化后取出, 将5组桩核的根管部分分别用自凝塑料包埋, 固化后固定于万能试验机上并与牙体长轴成135°角加载于核部, 加载速度为1.0 mm/min, 直至断裂, 测得断裂时受力以及断裂形式。

1 材料和方法 Materials and methods

设计: 对比观察实验。

时间及地点: 实验于2012年5月在佳木斯大学完成。

材料:

离体牙: 离体牙齿均取自佳木斯大学第二附属医院口

腔正畸科拔牙患者, 在征求患者同意后获取, 牙齿均为下颌第一前磨牙, 单根管, 牙根长度为13 mm。牙齿形态完好无龋坏及裂痕。常温下置于NaCl溶液中保存。

不同树脂核材料对纤维桩核整体抗折强度影响实验的材料及仪器:

材料及仪器	来源
直径 1.2 mm 的玻璃纤维桩	VIVA, 美国
PULPDENT 双重固化树脂水门汀	PULPDENT 美国
MEDENTAL 双重固化树脂水门汀	Medental 美国
伊蒂娜双重固化树脂水门汀	伊蒂娜, 法国
Bisco BisCem	美国 BISCO
3M 光固化纳米复合树脂 P60	3M 美国
Spectrum 800 光固化灯	DENSPLY, 美国
AGS-500 万能材料试验机	Shimadzu, 日本
自凝塑料	上海

美国MEDENTAL双重固化树脂水门汀的特点: 是超微粒子, 双重固化树脂水门汀主要用于复合树脂、烤瓷、纤维桩的黏固, 以及嵌体、高嵌体、冠、桥的黏固。

伊蒂娜双重固化树脂水门汀的特点: 可一步到位, 不用其他步骤, 直接粘接; 优良的粘接强度; 双固化系统, 简单去除多余材料, 只须三四秒; 绝不产生术后敏感; 超薄厚度(10 μm)不产生闭塞, 不增加咬合高度; 永久释放氟离子; 绝不产生微渗漏。

Bisco BisCem材料特点: BisCem是一种双固化的自黏树脂黏固剂, 它是专为粘接牙冠, 牙桥, 嵌体, 高嵌体及职位(包括预制金属, non-metal/fiber和铸铁职位的)。BisCem具有出色的操控性能和易于使用。这是一个在一个自动混合的双注射器交付膏/膏配方。BisCem要求所制备的表面没有蚀刻, 底漆或粘接。此外, 它具有氟化物释放性, 且不透射线, 能对大多数牙科材料产生牢固的粘接。

3M光固化纳米复合树脂材料特点: 是区别于传统树脂的真正纳米树脂, 在确保树脂杰出的耐磨性和强度的同时, 具有杰出的抛光和抛光保持性, 使用寿命长久, 可长期保持表面的光亮度, 从而更加美观, 颜色多样, 有牙本质色、牙釉质色、透明色、体部色等, 可以满足不同的需求, 包括变色牙、四环素牙、氟斑牙和漂白牙齿的美容性充填, 套装配有独特设计的选色盘, 使分层充填更加容易, 20 s光固化深度2.5 mm。

PULPDENT双重固化树脂水门汀材料特点: 具有双固化、释放氟元素、X射线阻断、中等或低黏稠度等特点, 可用于粘接金属烤瓷、金、CEREC全瓷和强化瓷的冠、桥和嵌体。可在微湿环境中粘接, 防止微漏。自粘接时无需

底剂, 无需硅烷, 无需粘接剂。对牙本质自酸蚀, 薄厚度只有12 μm 。

方法:

实验分组: 制作下颌单根管前磨牙根管腔, 根管长度不小于13 mm。内壁涂布分离剂后随机将50个纤维桩分为5组, 每组10个, 分别将MEDENTAL双重固化树脂水门汀、伊蒂娜双重固化树脂水门汀、Bisco BisCem树脂水门汀、3M光固化纳米复合树脂P60及PULPDENT双重固化树脂水门汀5种树脂材料配合纤维桩进行修复。

截冠及根管的准备: 制作下颌单根管前磨牙根管腔, 根管长度不小于13 mm。将标本牙从釉牙骨质界上方2 mm处截去牙冠, 修整边缘使界面平整, 并用适合的钻头对标本牙的根管进行根管预备。

桩核的制作和准备: 内壁涂布分离剂后分别将5种树脂材料配合纤维桩进行修复。首先用树脂核材料借助成型片修整成所需的形状, 树脂核总长度为15 mm, 根管口至树脂核顶部为6 mm, 直径与根管口直径一致。然后将树脂核的边缘修整光滑圆钝, 避免尖锐边缘。最后在颊侧边缘嵴处制备一小凹槽, 作为测力机加载头的放置点, 见图1A。

加载底座的制作: 制作一加载底座(底座材料: 自凝塑料), 根管部分分别自凝塑料包埋, 并使牙体长轴与加载头成135°角, 见图1B, 与牙体长轴成135°角垂直加载^[7]。万用测力机能敏感受到牙齿受力后的变化, 如核碎裂、桩脱位、牙体断裂而停载荷, 记录下失败时最大抗折强度和失败类型。

测定桩-核复合体的抗折强度: 采用WDT-10微控制电子万能测力机进行抗折强度测试。加载头为金属棒, 它的横截面积为1 mm×4 mm。加载的部位在颊侧边缘嵴所制备的凹槽内, 以1.0 mm/min的速度, 与牙体长轴成135°角垂直加载。万用测力机能敏感受到桩核受力后的变化, 当核碎裂或桩脱位时万用测力机停止载荷, 并记录下核碎裂或桩脱位时桩核最大抗折强度。

统计学分析: 使用SPSS 18.0软件(SPSS公司, 美国)进行统计数据分析, 单因素方差(one-way ANOVA)分析比较不同组别的抗折强度的平均值, Lsd进行组间两两比较, 以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 桩-核复合体抗折强度 MEDENTAL双重固化树脂水门汀组、伊蒂娜双重固化树脂水门汀组、Bisco BisCem树脂水门汀组、3M光固化纳米复合树脂P60组及PULPDENT双重固化树脂水门汀组分别为(83.248±7.857), (89.230±4.326), (95.188±5.147), (76.646±6.463), (83.064±3.964) N。

方差分析表明5组间比较差异有显著性意义($P=0.001$)。组间两两比较显示, Bisco BisCem树脂水门

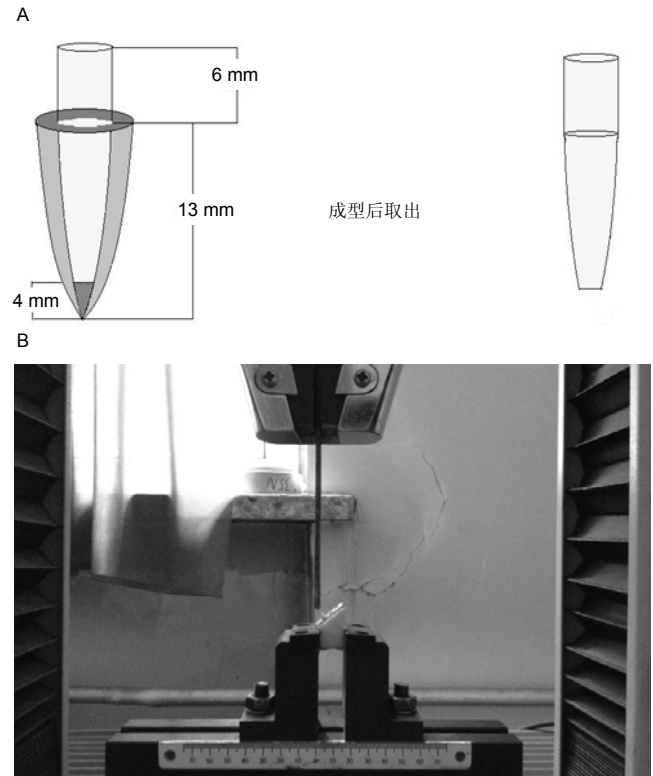


图1 树脂核材料与玻璃纤维桩的黏结过程

Figure 1 Process of resin core materials binding to glass fiber posts

图注: 图中A将树脂核的边缘修整光滑圆钝, 避免尖锐边缘。最后在颊侧边缘嵴处制备一小凹槽, 作为测力机加载头的放置点; B为制作一加载底座, 根管部分分别自凝塑料包埋, 并使牙体长轴与加载头成135°角。

汀组最大抗折强度强于其余4组($P < 0.05$); MEDENTAL双重固化树脂水门汀组与PULPDENT双重固化树脂水门汀组比较差异无显著性意义($P > 0.05$), 但小于伊蒂娜双重固化树脂水门汀组($P < 0.05$), 大于3M光固化纳米复合树脂P60组($P < 0.05$)。

2.2 断裂形式 实验中使用MEDENTAL双重固化树脂水门汀组、伊蒂娜双重固化树脂水门汀组、Bisco BisCem树脂水门汀组、PULPDENT双重固化树脂水门汀组都采用自混“注射头”输送入桩道深部, 可排除操作方法对树脂层气泡率的影响, 并且为双固化树脂操作一次完成, 4组断裂均未见树脂大面积剥脱。由于3M光固化纳米复合树脂P60组需要分层加压堆积, 具有更高的机械强度, 折断后均发生树脂大面积碎裂剥脱。

3 讨论 Discussion

近年来, 伴随着纤维加强树脂研究的进展, 纤维桩在临床上得到了广泛地应用, 它具有单一材料没有的良好性能: ①纤维桩的尺寸变化及线胀系数都很小, 不会因为口腔内的物理及化学因素影响发生过多的形变, 引起修复体的不密合、松动甚至脱落。在口腔环境中存在异种金属修复体相互接触时, 由于不同金属之间的电位不同, 将会出

现电位差, 导致微电流产生。纤维桩不含有金属成分, 因此避免了因为流电现象而给患者带来的不适。口腔修复不仅要恢复软硬组织的形态和功能, 而且对审美的要求更高。掌握色彩的和谐性, 获得美感是非常重要的。纤维桩的颜色更接近于自然牙齿, 其透光性好, 可使冠修复体呈现更自然的外观, 患者的满意度高, 因而其美学性能远好于金属桩。很多弹性模量研究都表明纤维桩的弹性模量最接近牙本质的弹性模量, 有利于保护牙体组织。其应力在基牙根部牙本质上更容易均匀分布, 减少根折的发生。在纤维桩和金属桩的对比观察试验中发现, 用纤维桩的患者发生折裂率明显低于金属桩患者^[9]。纤维桩具有极好的性能, 同时在美观方面, 纤维桩具有近似于天然牙的颜色和半透明, 它的使用能够使修复后的牙齿与天然牙相协调, 纤维桩的这些优点决定了其具有很大的应用前景^[9]。

目前, 最大限度地保存根管治疗后的薄弱残根, 成为口腔修复学发展的必然要求。对于这类余留牙体组织较少的残根, 临床上一直采用金属桩核加全冠的修复方法, 短期临床效果较好^[10]。但是长期观察发现, 金属桩容易腐蚀, 并且导致修复体边缘软组织染色, 长期使用引起牙根折的病例报道逐渐增多^[11]。也正因为如此, 纤维桩等非金属材料也越来越多的应用到临床修复中。如今在黏结材料飞速发展的前提下, 研究者们通过提高纤维桩本身的物理性能和机械性能, 使纤维桩更适宜修复学。核桩冠修复的远期效果需要对残根有足够的保护作用。临床上对于漏斗状的薄弱残根, 为防止桩-牙本质界面应力集中导致根折, 宜选用接近牙本质的低弹性模量桩核材料。实验结果表明, 纤维桩的抗疲劳性能优于金属桩, 生物力学性能与牙本质更加匹配, 对根管治疗牙的保护能力较好。因此, 临床上对于薄弱残根建议采用纤维桩核-全冠系统修复, 其远期成功率还需要更长期的临床观察验证^[12]。Monticelli等^[13]的研究发现, 流动性树脂与纤维桩交界面形成的气泡与空洞最少, 桩/核界面间很少有不连续的现象。流动性树脂较混合型树脂与纤维桩间有更好的密合性。该作者分析后认为, 由于树脂具有润湿性, 低黏滞的树脂单体可以穿透并进入互穿聚合物网状组织, 从而增加了两者的密合性。有研究表明, 流动性树脂与纤维桩之间的粘接强度高于混合型树脂。有学者还发现, 与双重固化树脂相比较, 光固化树脂与纤维桩之间会发生更多的早期破坏(早期破坏即在实验中, 试件加力前已发生断裂。形成原因是在制备时试件受到振动、侧向力等的不利影响, 使试件断裂)。但也有学者分析认为, 流动性树脂含有较高的树脂成分, 会导致材料在聚合时产生显著收缩, 收缩产生的应力会影响纤维桩与流动树脂间的粘接强度, 所以与流动性树脂相比较, 低黏滞、高填料核材料和混合型树脂是最好的选择。高填料核材料聚合时所产生的收缩应力小, 并且收缩力的方向指向纤维桩内部, 聚合产生的应力促进了与收缩相关机械锁合的形成, 而且高填料含量也可改善核材料的机械性能, 这

些都加强了纤维桩与树脂核间的粘接强度^[14]。纤维桩与树脂核间粘接强度的大小受多种因素的影响。目前, 用来增加桩/核间粘接强度的方法较多, 各有其特点。随着研究的进一步深入, 将会有更多的依据来指导临床。

纤维桩-树脂核修复成功的关键有两点: 一是纤维桩与树脂之间存在牢固的黏结力, 二是核材料具有足够的机械强度以承载口腔内的各种功能应力。这些都与复合树脂核材料的种类和性能密切相关。作为核构建材料应该具有好的适应性, 并且和纤维桩结合具有足够的强度。从传统的微填料混合型到流动性树脂, 从光固化组分到化学固化组分, 都可以用于制作核。硬度相对高的自凝树脂可能会给外面的牙冠提供一个稳定的支持, 而更具弹性的树脂如流动性树脂和光固化树脂则有更好的操作性和与纤维桩良好的密合性。在临床工作中预成纤维桩无法随意更改桩的尺寸和形态, 造成在牙颈部根管口敞开的位置与根管壁间的间隙较大, 然而这一部分间隙就需要树脂材料来充填。有文献报道不同桩核黏结材料对桩核冠修复后的牙齿抗折强度有影响。当受到强力冲击时抗压性较大的桩核黏结材料比抗压性较小的桩核黏结材料更能提高牙体的抗折能力^[3]。核树脂与纤维桩的结合力, 以及核树脂的抗压性能会对修复体的强度有影响, 核树脂与纤维桩之间存在黏结界面, 在功能状态下可能会发生树脂核碎裂, 导致全冠脱落, 由此可见纤维桩修复中核材料选择是非常重要的。在实验中根据数据分析可看出Bisco BisCem树脂水门汀组的抗折强度明显高于其他4组, MEDENTAL双重固化树脂水门汀组与PULPDENT双重固化树脂水门汀组没有明显差异, 但小于伊蒂娜双重固化树脂水门汀组和Bisco BisCem树脂水门汀组, 然而大于3M光固化纳米复合树脂P60组。一般说来, 弹性比较大的流动性树脂材料, 如实验中所使用的MEDENTAL双重固化树脂水门汀、伊蒂娜双重固化树脂水门汀、Bisco BisCem树脂水门汀和PULPDENT双重固化树脂水门汀, 与基牙和纤维桩之间都会形成一个具有较少气泡、裂缝相对连续、完整的黏结界面, 从而获得比较理想的黏结强度^[3]。但是流动性树脂比起混合型高黏度树脂产生的聚合收缩也比较大^[15], 因而有形成界面收缩裂缝的隐忧。另一方面, 刚性比较大的高填非流动性材料, 如实验中所使用的3M光固化纳米复合树脂P60, 具有更高的机械强度, 可以给修复冠提供牢固的固位支持。但是非流动性材料在纤维桩表面的润湿作用较差, 因此界面适合性也较差^[16], 并且实验中所使用的3M光固化纳米复合树脂P60需要分层加压堆积, 操作过程中可能因为操作者的原因产生界面裂缝, 这些可能是导致实验中3M光固化纳米复合树脂P60与玻璃纤维桩黏结后抗折强度较低的原因。

另一方面, 复合树脂核材料的固化方式也对其与纤维桩的黏结性能产生影响。光固化材料的可操作性强, 但是其聚合收缩比较大。化学固化材料聚合收缩相对小, 但是操作受材料固化时间的限制, 因而对临床医生的操作技术

有很高的要求。近年来新推出的双固化型材料含有两种引发体系, 兼顾了化学固化材料和光固化材料的优点: 材料光照聚合前有较充裕的操作时间, 光照完成大部分聚合, 化学引发剂确保光照不能到达的部分也获得较高的聚合程度。使用弹性模量较高的黏结剂会造成黏结剂层应力增加, 导致黏结界面长期高应力, 对于远期修复效果是不利的, 因此, 在保证黏结效果的前提下, 选用低弹性模量的黏结剂会提高纤维桩修复长期成功率^[17]。实验中所使用的MEDENTAL双重固化树脂水门汀、伊蒂娜双重固化树脂水门汀、Bisco BisCem树脂水门汀和PULPDENT双重固化树脂水门汀就是这一类的双固化型流动性复合树脂材料。这一类材料的另一个优点是同时用作树脂水门汀和核材料, 纤维桩的黏结和树脂核的制作可以一步完成, 兼具牢固的黏结强度及足够的机械强度, 并使操作更为简捷可行。但是实验结果显示, 虽然为同一类型的材料, Bisco BisCem树脂水门汀与纤维桩结合后的抗折强度高于其他几组, 这可能与它们的基质、填料种类及比例不同有关^[18-49]。

综合实验结果显示, 双固化型流动性复合树脂材料因具有较低的黏度及较强的抗折力, 是临床进行桩核修复核材料的理想选择, 但是几种材料抗折强度有着差异, 临床选择应根据需要而定。

致谢: 感谢伊春卫校口腔教研室韩晓梅主任, 佳木斯大学研究生王雪峰、宗婉乔、裴鹏飞、曹翔等对实验的大力支持。

作者贡献: 高士军、李懿进行实验设计, 实验实施为李懿, 实验评估为高士军、李懿、孙世杰、谭静, 资料收集为李懿、谭静、李楠, 李懿成文, 高士军审校, 李懿、高士军对文章负责。

利益冲突: 文章及内容不涉及相关利益冲突。

伦理要求: 离体牙齿的获取已征得供者知情同意。

学术术语: 纤维桩-是一种新型的非金属复合牙科修复材料, 常与树脂核及冠修复体共同使用来修复大面积牙体缺损。

作者声明: 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

4 参考文献 References

- [1] Heydecke G, Butz F, Hussein A, et al. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restore with different post- and- core systems. J Prosthet Dent. 2002; 87(4):438-445.
- [2] Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronaradicular-reconstruction: the Composipost. Chir Dent Fr. 1990;60(540):131-141.
- [3] Martinez-Insua A, da Silva L, Rilo B, et al. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. J Prosthet Dent. 1998;80(5):527-532.
- [4] Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Micromorphology of the fiber post-resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation. Dent Mater. 2004;20(2):B176-183.
- [5] 彭国栋. 不同桩核粘接材料对牙体抗折性的影响[D]. 河北医科大学, 2012.
- [6] Kremeier K, Fasen L, Klaiber B, et al. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. Dent Mater. 2008;24(5):660-666.
- [7] 顾飞飞, 张保卫. 不同桩核材料抗折强度的比较研究[J]. 上海第二医科大学学报, 2005, 25(4):362-365.
- [8] 郑翔. 纤维桩与树脂核在残根残冠中的临床应用[J]. 医药论坛杂志, 2011, 32(20):57-58.
- [9] 许江. 纤维桩树脂核在残根残冠修复中使用的临床效果[J]. 中国医学工程, 2011, 10(12):44.
- [10] 李秉鸿, 赵雪, 包扬, 等. 3种桩核材料修复薄弱残根的抗疲劳强度比较[J]. 上海口腔医学, 2009, 18(1):69-72.
- [11] De Munck J, Van Landuyt K, Peunlans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res. 2005;84(2):118-132.
- [12] Isidor F, Odman P, Brondum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. Int J Prosthodont. 1996;9(2):131-136.
- [13] Monticelli F, Goracci C, Grandini S, et al. Scanning electron microscopic evaluation of fiber post-resin core units built up with different resin composites. Am J Dent. 2005;18(1):61-65.
- [14] Wrbas KT, Schirmer JF, Ahenburger MJ, et al. Influence of adhesive systems on bond strength between fiber posts and composite resin cores in a pull-out test design. Dent Mater J. 2007;26(3):401-408.
- [15] Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, et al. A characterization of first-generation flowable composites. JADA. 1998;129:B567-577.
- [16] Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, et al. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. Dent Mater. 2007;23(1):95-99.
- [17] 梁猛猛, 何惠明, 孔亮, 等. 纤维桩和黏结剂的弹性模量对纤维桩修复应力的影响[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2008, 18(4):200-203.
- [18] 游欢, 陈吉华, 张凌, 等. 不同复合树脂桩核材料与纤维桩微拉伸强度的对照研究[J]. 口腔医学研究, 2008, 24(2):201-203.
- [19] Rödiger T, Nusime AK, Konietzschke F, et al. Effects of different luting agents on bond strengths of fiber-reinforced composite posts to root canal dentin. J Adhes Dent. 2010;12(3):197-205.
- [20] Rasimick BJ, Wan J, Musikant BL, et al. A review of failure modes in teeth restored with adhesively luted endodontic dowels. J Prosthodont. 2010;19(8):639-646.
- [21] Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effect of acid conditioning of root canal dentin on the retention of adhesively luted glass fiber-reinforced composite (FRC) posts. Am J Dent. 2009; 22(6): 376-380.
- [22] Manso AG, González-Lopez S, Bolaños-Carmona V, et al. Regional bond strength to lateral walls in class I and II ceramic inlays luted with four resin cements and glass-ionomer luting agent. J Adhes Dent. 2011;13(5):455-465.
- [23] Başaran EG, Ayna E, Halifeoğlu M. Microleakage of endodontically treated teeth restored with 3 different adhesive systems and 4 different fiber-reinforced posts. J Prosthet Dent. 2012;107(4):239-251.
- [24] Durmuş G, Oyar P. Effects of post core materials on stress distribution in the restoration of mandibular second premolars: A finite element analysis. J Prosthet Dent. 2014. pii: S0022-3913(14)00044-4. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.12.006. [Epub ahead of print]

- [25] Anche S, Kakarla P, Kadiyala KK, et al. The Comparison of Shear Bond Strength Between Fibre Reinforced Composite Posts with Three Different Composite Core Materials - An In vitro Study. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(1):236-238.
- [26] Bitter K, Gläser C, Neumann K, et al. Analysis of resin-dentin interface morphology and bond strength evaluation of core materials for one stage post-endodontic restorations. *PLoS One.* 2014;9(2):e86294.
- [27] Amin RA, Mandour MH, Abd El-Ghany OS. Fracture Strength and Nanoleakage of Weakened Roots Reconstructed Using Relined Glass Fiber-Reinforced Dowels Combined with a Novel Prefabricated Core System. *J Prosthodont.* 2014. doi: 10.1111/jopr.12139. [Epub ahead of print]
- [28] Jayanthi N, Vinod V. Comparative evaluation of compressive strength and flexural strength of conventional core materials with nanohybrid composite resin core material an in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013;13(3):281-289.
- [29] Yoshida K, Meng X. Microhardness of dual-polymerizing resin cements and foundation composite resins for luting fiber-reinforced posts. *J Prosthet Dent.* 2014. pii: S0022-3913(13)00318-1. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.07.023. [Epub ahead of print]
- [30] Külünk T, Külünk S, Baba S, et al. The effect of alumina and aluminium nitride coating by reactive magnetron sputtering on the resin bond strength to zirconia core. *J Adv Prosthodont.* 2013;5(4):382-387.
- [31] Shori D, Pandey S, Kubde R, et al. To evaluate and compare the effect of different Post Surface treatments on the Tensile Bond Strength between Fiber Posts and Composite Resin. *J Int Oral Health.* 2013;5(5):27-32.
- [32] Nayakar RP, Patil NP, Lekha K. Comparative evaluation of bond strengths of different core materials with various luting agents used for cast crown restorations. *J Indian Prosthodont Soc.* 2012;12(3):168-174.
- [33] Ozcan M, Valandro LF, Pereira SM, et al. Effect of surface conditioning modalities on the repair bond strength of resin composite to the zirconia core/veneering ceramic complex. *J Adhes Dent.* 2013;15(3):207-210.
- [34] Zogheib LV, Vasconcellos LG, Salvia AC, et al. Fracture resistance of bovine incisors restored with different glass fiber posts: effect of the diameter of fiber post. *Indian J Dent Res.* 2012;23(5):623-627.
- [35] Nie EM, Chen XY, Zhang CY, et al. Influence of masticatory fatigue on the fracture resistance of the pulpless teeth restored with quartz-fiber post-core and crown. *Int J Oral Sci.* 2012;4(4):218-220.
- [36] Ambica K, Mahendran K, Talwar S, et al. Comparative evaluation of fracture resistance under static and fatigue loading of endodontically treated teeth restored with carbon fiber posts, glass fiber posts, and an experimental dentin post system: an in vitro study. *J Endod.* 2013;39(1):96-100.
- [37] Sterzenbach G, Franke A, Naumann M. Rigid versus flexible dentine-like endodontic posts--clinical testing of a biomechanical concept: seven-year results of a randomized controlled clinical pilot trial on endodontically treated abutment teeth with severe hard tissue loss. *J Endod.* 2012;38(12):1557-1563.
- [38] Ma HX, Shen LL, Liu K, et al. Scanning electron microscope analysis of the root dentin bonding interface filled with different pastes or bonded by different program in fiber post and resin bonded repair. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2012;47(9):538-541.
- [39] Wang X, Liu J, Liu A, et al. Preparation and evaluation of mesoporous cellular foams coating of solid-phase microextraction fibers by determination of tetrabromobisphenol A, tetrabromobisphenol S and related compounds. *Anal Chim Acta.* 2012;753:1-7.
- [40] Valdivia AD, Raposo LH, Simamoto-Júnior PC, et al. The effect of fiber post presence and restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary incisors: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2012;108(3):147-157.
- [41] El-Askary FS, El-Korashy DI. Influence of shade and light-curing distance on the degree of conversion and flexural strength of a dual-cure core build-up resin composite. *Am J Dent.* 2012;25(2):97-102.
- [42] Tennert C, Jungbäck IL, Wrbas KT. Comparison between two thermoplastic root canal obturation techniques regarding extrusion of root canal filling--a retrospective in vivo study. *Clin Oral Investig.* 2013;17(2):449-454.
- [43] Sunada N, Ishii R, Shiratsuchi K, et al. Ultrasonic measurement of the effects of adhesive application and power density on the polymerization behavior of core build-up resins. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(1):137-143.
- [44] Soares LP, Dias KR, de Vasconcellos AB, et al. Effects of different pretreatments on the bond strength of a dual-cure resin core material to various fiber-reinforced composite posts. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2012;20(1):41-47.
- [45] Novais VR, Simamotos Júnior PC, Rontani RM, et al. Bond strength between fiber posts and composite resin core: influence of temperature on silane coupling agents. *Braz Dent J.* 2012;23(1):8-14.
- [46] Mahmoudi M, Saidi A, Gandjalikhan Nassab SA, et al. A three-dimensional finite element analysis of the effects of restorative materials and post geometry on stress distribution in mandibular molar tooth restored with post-core crown. *Dent Mater J.* 2012;31(2):171-179.
- [47] Kim YH, Lee JH. Influence of modification in core building procedure on fracture strength and failure patterns of premolars restored with fiber post and composite core. *J Adv Prosthodont.* 2012;4(1):37-42.
- [48] Kumar S, Deshpande SJ, Rao AS. Comparison of apical sealing and periapical extrusion of the ThermoFil obturation technique with and without MTA as an apical barrier: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2011;22(5):622-626.
- [49] Marques de Melo R, Bottino MA, Galvão RK, et al. Bond strengths, degree of conversion of the cement and molecular structure of the adhesive-dentine joint in fibre post restorations. *J Dent.* 2012;40(4):286-294.