

## 不同桩核抗折强度与修复后牙根抗折性的实验研究

李琳, 宋兵, 黄靖婕, 韩晶

(山海关人民医院口腔科, 河北 秦皇岛 066200)

**【摘要】** 目的 比较4种不同桩核材料的抗折强度以及修复上前牙后牙根的抗折性。方法 实验一:将四组不同桩核固定于树脂块中,每组各8根,A1组钴铬合金铸造桩、B1组玻璃纤维桩、C1组石英纤维桩、D1组CAD/CAM一体化氧化锆桩,在万能力学试验机上加载至弯曲或折裂,记录加载力值,计算抗折强度。实验二:32颗上前牙经根管治疗后随机分为四组,分别应用不同桩核修复,A2组钴铬合金铸造桩核、B2组玻璃纤维桩树脂核、C2组石英纤维桩树脂核、D2组CAD/CAM一体化氧化锆桩核,再分别以烤瓷全冠修复。实验样本包埋于树脂块中,在万能力学试验机上加载直至试件断裂,记录加载力值,观察破坏模式。结果 实验一:桩核的抗折强度依次为A1组>D1组>C1组>B1组,4组之间的差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。实验二:桩核修复后牙根的抗折力A2组>D2组>B2组>C2组,B2组与C2组之间的差异无统计学意义( $P>0.05$ ),各组间差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。A2组的破坏模式多为不可修复性破坏,B2组全部为可修复性破坏,C2与D2组多为可修复性破坏,A2组与B2组、A2组与C2组之间的差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),其他各组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。结论 钴铬合金铸造桩核可承受较高的咬合力,而玻璃纤维桩与石英纤维桩修复后破坏性根折的发生几率最小,CAD/CAM一体化氧化锆桩则介于二者之间,临床使用时应综合参考材料的机械性能和临床需求选择适合的材料。

**【关键词】** 桩核;抗折强度;牙根抗折性;纤维桩;氧化锆桩

**【中图分类号】** R783.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2014)24-3596-04

**Experiment research on fracture resistance of different post-cores and fracture strength of roots restored with different post-cores.** LI Lin, SONG Bing, HUANG Jing-jie, HAN Jing. Department of Stomatology, Shanhaiguan People's Hospital, Qinhuangdao 066200, Hebei, CHINA

**【Abstract】 Objective** To compare the fracture resistance of four different post-core materials and fracture strength of maxillary anterior tooth roots restored with these four different materials. **Methods** Test one: 4 different post-core systems were embedded in the resin blocks, with 8 blocks in each group. Material in Group A1 was Cr-Co alloy, glass fiber in Group B1, quartz fiber in Group C1, and CAD/CAM zirconium in Group D1. The loads were fixed on the universal testing machine and loaded until bending or fracture, instantaneous force was recorded, then fracture resistance was calculated. Test two: 32 maxillary anterior teeth which accepted root canal therapy were divided into 4 groups with different post-cores: Group A2 Cr-Co alloy post-core, Group B2 glass fiber post resin core, Group C2 quartz fiber post resin core, and Group D2 CAD/CAM zirconium post-core, which were then restored with porcelain full crown. The experimental samples were embedded in the resin blocks. The loads were fixed on the universal testing machine and loaded until fracture. The instantaneous force was recorded and failure patterns were observed. **Results** Test one: the fracture resistance of post-cores were Group A1>Group D1>Group C1>Group B1, and the differences between four groups were all statistically significant ( $P<0.05$ ). Test two: The fracture strength of roots restored with post-cores were Group A2>Group D2>Group B2>Group C2. The difference between Group B2 and Group C2 was not statistically significant ( $P>0.05$ ), but differences between the other groups were all significant ( $P<0.05$ ). The failure patterns in Group A2 were mostly irreparable, in Group B2 were all repairable, in Group C2 and D2 were mostly repairable. The differences between Group A2 and Group B2, Group A2 and Group C2 were both statistically significant ( $P<0.05$ ), while differences between the other groups were not statistically significant ( $P>0.05$ ). **Conclusion** Cr-Co alloy post-core can bear a higher bite, but the risk of destructive root fracture in repaired glass fiber post and quartz fiber post are the lowest, and CAD/CAM zirconium post is between the two. The mechanical properties and clinical needs should be taken into consideration when choosing a suitable material in clinical use.

**【Key words】** Post-core; Fracture resistance; Fracture strength of roots; Fiber post; Zirconium post

在临床上常见大面积的牙体缺损,当其剩余牙体组织过少难以用常规的充填或单纯冠修复的方法修复时,通常选择核桩冠修复。桩核修复作为保存残根残冠最主要的修复方式,近年来在临床上得到了非常广泛的应用。桩核种类较多,分类没有统一标准,其中铸造桩核与纤维桩是比较常用的桩核系统,在不同方面各有优劣。近年来计算机辅助设计与制作(CAD/CAM)一体化氧化锆桩因其优良的生物相容性和美学特性开始应用于临床,但它过高的弹性模量与脆性、拆除困难等缺点亦影响了应用与推广。随着各种桩核系统应用的日益广泛,桩核修复失败病例亦随之增加。临床上桩核折断和根折都是导致桩核修复失败的常见原因,而且后果通常比较严重,部分患牙因此无法再继续保存。而桩核折断和根折的发生,除了与剩余牙体本身的抗折力有关,还分别受桩核材料的抗折强度和弹性模量的影响。因此,本研究选择了钴铬合金铸造桩、玻璃纤维桩、石英纤维桩、CAD/CAM一体化氧化锆桩共4组桩核,通过力学实验测试桩核材料的抗折强度和修复后牙根的抗折力,目的是评价4组桩核的机械性能并加以比较,为临床医师的选择提供实验上的依据。

## 1 材料与方法

1.1 实验对象 选择3个月之内拔除的上前牙32颗,纳入标准:牙根完整无龋坏,无充填体或修复体,无裂纹,牙根长度和形态基本一致,根管没有明显弯曲或闭锁,未做过根管治疗,在10倍显微镜下观察牙根无隐裂,浸泡在0.9%的盐水中备用。

1.2 实验材料 根充糊剂(Septodont,法国);牙胶尖(Densply,美国);Contax两步法自酸粘结剂(DMG,德国);LuxaCore树脂核材料(DMG,德国);PermaCem树脂粘结剂(DMG,德国);钴铬铸造合金(Bego,德国);CAD/CAM一体化氧化锆(西诺德,德国);玻璃离子水门汀(美卡,德国);ParaPost Fiber Lux玻璃纤维桩(康特,瑞士);MACRO-LOCK石英纤维桩(RTD,法国);自凝树脂(上海齿科材料公司)。

## 1.3 实验方法

1.3.1 实验一 测试四组桩核的抗折强度,分组为A1组钴铬合金铸造桩、B1组玻璃纤维桩、C1组石英纤维桩、D1组CAD/CAM一体化氧化锆桩。实验步骤:①自制32个直径20mm的正方形树脂模块并于中央备直径约5mm深约12mm的洞形。②选取康特1.5mm的玻璃纤维桩和RTD<sup>#</sup>石英纤维桩8

根,再以RTD<sup>#</sup>石英纤维桩为模板,包埋铸造制作钴铬合金铸造桩和一体化氧化锆桩各8根,用自凝塑料分别粘结于模块中央,固定深度为9mm。③力学加载实验:将试件模块底座固定于力学实验机上,加载头贴紧模块表面垂直于桩核长轴的方向加载,加载速度为1mm/min,持续加载直至桩核折断或弯曲,记录试样破坏时最大载荷值,同时根据桩核直径计算其抗折强度。

1.3.2 实验二 32颗上前牙经根管治疗后随机分为四组,分别应用不同桩核修复:A2组钴铬合金铸造桩核、B2组玻璃纤维桩树脂核、C2组石英纤维桩树脂核、D2组CAD/CAM一体化氧化锆桩核,测试四组桩核修复后的牙根抗折力。①牙体制备:将准备好的离体牙在釉牙本质界处垂直于牙体长轴方向截冠,拔髓,常规预备根管,冲洗,干燥,根充糊剂加牙胶尖进行根管充填,牙胶暂封,在0.9%盐水中保存备用。②桩核与全冠的制作:将离体牙随机分为4组,每组8颗。A2组钴铬铸造桩核:首先应用4<sup>#</sup>P钴预备根管,限制深度为8mm,取模制作钴铬合金铸造桩核8根,应用玻璃离子水门汀粘固于根管内,要求桩核的核部分高度为4mm,近远中及唇舌径为4.5mm。然后制作镍铬合金烤瓷冠,玻璃离子水门汀粘结。B2组玻璃纤维桩树脂核与C2组石英纤维桩树脂核:分别选取康特1.5mm的玻璃纤维桩和RTD<sup>#</sup>石英纤维桩8根,应用配套的麻花钻制备根管,限制深度为8mm,应用Contax自酸粘结剂和LuxaCore树脂核材料将纤维桩粘固于根管内,常规堆核,核的大小同A组,再行全瓷冠牙体预备,硅橡胶取模制作全瓷冠,PermaCem树脂粘结剂粘结。D2组CAD/CAM一体化氧化锆桩核:应用4<sup>#</sup>P钴预备根管,限制深度为8mm,常规取模制作CAD/CAM一体化氧化锆桩核,制作完成后应用PermaCem树脂粘结剂粘结,桩核尺寸同上,然后制作全瓷冠,树脂粘结剂粘结。③试件制作完成:在牙根外周包裹一层医用胶布,用自凝树脂将样本包埋,包埋平面位于冠缘下2mm,待自凝塑料凝固后取下试件,去掉胶布,然后在窝洞内注入硅橡胶用以模拟牙周膜,再次放入试件直至印模材完全凝固。④力学加载实验:将试件底座固定于力学实验机上加载,加载位置为样本牙舌侧切中1/3交界处,加载方向与样本牙长轴呈45°角,加载速度为1mm/min,持续加载至试件断裂,记录试件发生断裂时的加载力,然后去除样本外自凝树脂,观察试件的破坏模式。样本破坏

模式分为可修复性破坏和不可修复性破坏,牙根纵裂和发生在根尖 1/3 和根中 1/3 的折裂为不可修复性破坏,发生在根颈 1/3 的折裂以及桩核松动脱落或折断均为可修复性破坏。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 13.0 软件,对实验一样本抗折强度与实验二样本抗折力的计量数据进行单因素方差分析,并以独立样本  $t$  检验法进行组间比较;对实验二样本的破坏模式采用  $\chi^2$  检验,并以 Fisher 确切概率法进行组间比较,各项分析的检验水准均为  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

2.1 实验一四组桩核抗折强度的比较 A1 组抗折强度为(274.6±32.9) MPa, B1 组为(173.5±21.5) MPa, C1 组为(202.9±26.3) MPa, D1 组为(239.7±24.8) MPa, 各组抗折强度 A1 组>D1 组>C1 组>B1 组,方差分析结果显示差异有统计学意义( $F=37.212, P<0.05$ )。进一步行独立样本  $t$  检验,组间两两比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。

2.2 实验二四组桩核修复后牙根抗折力的比较 A2 组抗折力为(1009.5±102.0) N, B2 组为(431.3±56.9) N, C2 组为(404.9±60.5) N, D2 组为(807.8±68.0) N, 各组抗折力 A2 组>D2 组>B2 组>C2 组,方差分析结果显示差异有统计学意义( $F=21.228, P<0.05$ )。进一步行独立样本  $t$  检验显示, A2 组与 D2 组、D2 组与 B2 组比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ ), 但 B2 组与 C2 组比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

2.3 实验二四组桩核修复后样本破坏模式的比较 A2 组牙根折裂都发生在根尖及根中部,多为不可修复性破坏;D2 组桩核多发生在牙根颈部,折裂多为可修复性破坏;B2、C2 两组纤维桩的根折全部发生在牙根颈部,除石英纤维桩出现 1 例纵裂外均为可修复性破坏,见表 1。A2 组可修复性破坏率为 12.5%、B2 组为 100.0%、C2 组为 87.5%、D2 组为 62.5%,多组间卡方检验指出可修复破坏率差异有统计学意义( $\chi^2=15.931, P<0.05$ )。组间进一步行 Fisher 确切概率法分析显示, A2 组与 B2、A2 组与 C2 组比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。

表 1 四组桩核修复后样本折裂的破坏模式(根)

组别	根尖、中 1/3 折断、纵裂	根颈 1/3 折断	桩核折断 或弯曲	桩或冠松 动脱落
A2	7	0	0	1
B2	0	5	2	1
C2	1	6	1	0
D2	3	3	2	0

## 3 讨论

3.1 关于不同桩核材料的抗折强度 在桩核修复中桩核折断的发生会直接导致修复的失败,而桩核弯曲会使核出现微动,进而破坏粘结剂的粘结作用,造成微渗漏的发生<sup>[1]</sup>,最终也会导致修复失败。桩核材料的抗折强度则是影响桩核折断和弯曲的决定性因素。本实验一中 4 组桩核材料的抗折强度钴铬合金桩最高,其次依次为一体化氧化锆桩、石英纤维桩、玻璃纤维桩,4 组的抗折强度经统计学分析差异均有统计学意义,表明钴铬桩和氧化锆桩能够承受更大的咬合力。而两组纤维桩抗折性能较弱,因此,虽然玻璃纤维桩的抗折强度值也可满足一般临床要求,临床使用纤维桩尤其是玻璃纤维桩应避免应用于有异常咬合力的患牙。此外值得一提的是,实验中氧化锆桩组全部发生断裂,没有桩核出现弯曲,而其他各组都有桩的弯曲现象出现,这一结果提示氧化锆桩的弹性限度较小,脆性较大,受力时容易折断,在临床应用中也应该注意避免过大的侧向咬合力。同时也因这一特性,氧化锆桩不易出现弯曲,所以发生微渗漏的可能性比较小。由于桩核材料抗折强度在修复中的重要性,近年来很多学者致力于研究提高桩核材料的抗折性能,一些实验结果表明桩的直径越大,抗折强度越高,修复牙抗折力越大<sup>[2-3]</sup>,所以在不影响牙根抗折力的前提下,应尽量增加桩的直径以提高其抗折强度。

3.2 关于不同桩核材料对根折的影响 根折是桩核修复中最严重的并发症之一,根折的发生导致很多患牙被拔除,而桩核材料的正确选择能够大大减少根折的发生率。在 Raygot 等<sup>[4]</sup>的研究中倾向于选择更坚硬不易折断的桩核系统,这样即使桩的直径较小也能够达到所需强度,牙体组织可以得到更多的保留,牙根的抗折力更强。而近年来的大量研究则认为,如果桩的弹性模量比牙本质的弹性模量高出许多,桩核修复体承受较大咬合力时,应力集中在桩的末端,根尖区的牙体首先发生折裂,弹性模量与牙本质相接近的桩因在牙根内应力分布比较均匀,受力时应力较分散,根尖区牙体发生折裂的可能性会相应降低<sup>[5-7]</sup>。目前认为桩的弹性模量不超过牙本质弹性模量值的 2 倍时根折发生概率较小<sup>[8]</sup>。本实验二的结果也证实了这一点。本实验中弹性模量最高的钴铬合金桩修复后牙根抗折力也最高,但牙根折裂全部发生在根尖及根中 1/3,为不可修复性破坏,完全无法进行再次修复。氧化锆桩弹性模量接近钴铬合金,但因它脆性较大,承受较大咬合力时桩易首先发生折断,牙

根反而受到保护,本实验中其修复后的抗折力低于钴铬桩组高于两组纤维桩,出现了2例桩的折断,牙根折裂多发生在牙根颈部,多为可修复性破坏,但氧化锆桩的折断预后较差,因氧化锆桩几乎无法用钻针拆除<sup>[9]</sup>,所以氧化锆桩折断后患牙很难能够再次修复。而弹性模量最接近牙本质的玻璃纤维桩和石英纤维桩虽然修复后牙根抗折力相对较小,但折裂全部发生在牙根颈部,除石英纤维桩组出现1例纵裂外均为可修复性破坏,此外,玻璃纤维桩组亦出现2例桩的折断,石英纤维桩组出现1例桩的折断,由于纤维桩可用专用的工具拆除,所以在拆除后还可以再次修复。综合以上实验结果显示,玻璃纤维桩和石英纤维桩修复后不易发生根中和根尖区的折裂,在相同的牙体条件下比钴铬桩和氧化锆桩更利于保护牙根,与一些学者研究的结果相一致<sup>[10-12]</sup>,所以在临床上修复比较薄弱的根管时,应该倾向于选择纤维桩修复。此外,实验中钴铬桩组出现了1例桩的脱落,分析原因可能与金属桩的粘结剂选择有关,玻璃纤维桩组中还出现1例纤维桩与树脂核之间的破坏导致的核冠脱落,分析可能是由于纤维桩与核之间的粘结界面比较薄弱,在临床工作中应注意增强这些薄弱界面的粘结力。

**3.3 缺陷与不足** 本研究因实验条件有限,没有进行疲劳加载和温度循环实验,虽然在现有的实验条件下,已尽量反映临床情况,但并不能准确模拟口腔的温度、湿度、酸碱度等条件以及牙齿复杂的受力情况,因此,本实验的研究结果还需要通过长期的临床观察来加以验证。

综上所述,钴铬合金铸造桩核可承受较高的咬合力,修复后牙根抗折力最大,但发生根折的几率也最大,且多数没有再修复的可能。而玻璃纤维桩与石英纤维桩修复后破坏性根折的发生概率最小,修复失败后再次修复的可能性最大,氧化锆桩则介于二者之

间,桩的折断比较常见。临床使用时应综合参考材料的机械性能和临床需求选择适合的材料。

#### 参考文献

- [1] Stricker EJ, Gfähring TN. Influence of different posts and cores on marginal adaptation, fracture resistance, and fracture mode of corn-posite resin crowns on human mandibular premolars. An *in vitro* study [J]. J Dent, 2006, 34(5): 326-335.
- [2] Santini MF, Wandscher V, Amaral M, et al. Mechanical fatigue-cycling on teeth restored with fiber posts: impact of coronal grooves and diameter of glass fiber post on fracture resistance [J]. Minerva Stomatol, 2011, 60(10): 485-493.
- [3] Pfeiffer P, Schulz A, Nergiz I, et al. Yield strength of zirconia and glass fibre-reinforced posts [J]. J Oral Rehabil, 2006, 33(1): 70-74.
- [4] Raygot CG, Chai J, Jameson DL. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-resin-forced resin post system *in vitro* [J]. Int J Prosthodont, 2001, 14(2): 141-145.
- [5] 唐高妍,巢永烈,文志红,等. 桩影响前牙烤瓷冠修复后牙本质应力分布的三维有限元分析[J]. 华西口腔医学杂志, 1998, 16(3): 256-258.
- [6] 张文云,施长溪,陈吉华,等. 两种材料桩钉对牙根应力分布影响的三维光弹应力分析[J]. 口腔医学研究, 2003, 19(2): 122-124.
- [7] 谭建国,冯敏. 两种桩系统修复对根管治疗牙强度的影响[J]. 现代口腔医学杂志, 2005, 19(1): 10-12.
- [8] 王新知,杨茜. 不同类型桩核修复牙体重度缺损的回顾与进展[J]. 北京大学学报(医学版), 2011, 43(1): 6-12.
- [9] Ricketts DN, Tait CM, Higsins J. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation [J]. Br Dent J, 2005, 198(9): 533-541.
- [10] 吴红霞,吴友农,陈培生. 纤维桩外形和深度对牙根应力分布影响的三维有限元分析[J]. 口腔医学研究, 2004, 20(4): 382-385.
- [11] 李智,王新知,高承志,等. 计算机辅助设计与制作一体化玻璃纤维桩核修复漏斗状根管的抗疲劳和抗折性能[J]. 北京大学学报(医学版), 2013, 45(1): 59-63.
- [12] 刘翠玲,高旭,蓝菁,等. 不同桩核系统及根管重塑对漏斗形根管下颌前磨牙抗折特性的研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2010, 28(3): 286-289.

(收稿日期:2014-07-2)