本文引用:霍永红,刘党利,赵艳英. 桩冠修复后牙根组织抗折强度研究[J]. 新乡医学院学报,2017,34(6):513-516. DOI:10.7683/xxyxyxb.2017.06.016.

【临床研究】

桩冠修复后牙根组织抗折强度研究

霍永红, 刘党利, 赵艳英
(郑州市口腔医院,河南 郑州 450000)

摘要: 目的 评价不同桩系统和剩余牙根组织量对根管治疗后牙根抗折强度的影响。**方法** 选择 2014 年 5 月至 2015 年 5 月于郑州市口腔医院因牙周病拔除的 70 颗新鲜上颌尖牙分为对照组、实验组 1、实验组 2、实验组 3、实验组 4、实验组 5 和实验组 6,每组 10 颗。对照组牙根壁厚度为全厚,实验组 1、实验组 2、实验组 3 牙根壁厚度为 2 mm,实验组 4、实验组 5、实验组 6 牙根壁厚度为 1 mm。对照组不做任何处理,实验组 1、实验组 4 采用纤维桩(FP)进行修复;实验组 2、实验组 5 采用纤维桩外衬复合树脂(FPC)进行修复;实验组 3、实验组 6 采用镍铬合金铸造桩核(CPC)进行修复。所有牙齿均用金属冠修复并置于咀嚼模拟器上循环 250 000 次,然后用万能试验机测试所有样本的抗折裂强度。**结果** 实验组 2、实验组 5 和对照组牙齿的平均折裂强度两两比较差异均无统计学意义($P>0.05$);实验组 1、实验组 3、实验组 4 和实验组 6 牙齿的平均折裂强度低于对照组、实验组 2 和实验组 5($P<0.05$);实验组 1、实验组 3、实验组 4 和实验组 6 牙齿的断裂强度两两比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。各组折裂模式显示,CPC 修复的牙齿主要表现为不可修复性折裂,而 FP 和 FPC 修复的牙齿主要表现为可修复性折裂。**结论** 采用不同的桩系统对牙根的抗折强度影响很大,而剩余牙根壁的厚度对牙根的抗折强度影响很小。

关键词: 纤维桩;铸造桩核;根管治疗;抗折强度;牙根折裂
中图分类号: R783 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-7239(2017)06-0513-04

Fracture resistance of teeth restored with intra-radicular post

HUO Yong-hong, LIU Dang-li, ZHAO Yan-ying
(*Zhengzhou Stomatologic Hospital, Zhengzhou* 450000, *Henan Province, China*)

Abstract: Objective To investigate the influence of post system and the amount of remaining teeth root tissue on the fracture resistance of teeth after root canal therapy. **Methods** Seventy upper canine teeth which were pulled out because of periodontal disease in Zhengzhou Stomatologic Hospital from May 2014 to May 2015 were selected and divided into control group, experimental group 1, experimental group 2, experimental group 3, experimental group 4, experimental group 5, experimental group 6, with ten teeth in each group. The thickness of teeth root wall in the control group was complete; the thickness of teeth root wall in experimental group 1, experimental group 2 and experimental group 3 was 2 mm; the thickness of teeth root wall in experimental group 4, experimental group 5 and experimental group 6 was 1 mm. The teeth in the control group were not given any treatment; the teeth in experimental group 1 and experimental group 4 were repaired with fiber post(FP); the teeth in experimental group 2 and experimental group 5 were repaired with fiber post relined with resin composite(FPC); the teeth in experimental group 3 and experimental group 6 were repaired with cast Ni-Cr alloy post and core(CPC). All teeth were restored with metal crowns and placed on a chewing simulator for 250 000 cycles. The fracture resistance of all teeth were tested in a universal testing machine. **Results** There was no statistic difference in the average fracture resistance of teeth among the control group, experimental group 2 and experimental group 5 ($P>0.05$). The average fracture resistance of teeth in experimental group 1, experimental group 3, experimental group 4, experimental group 6 was significantly lower than that in the control group, experimental group 2 and experimental group 5($P<0.05$). There was no statistic difference in the average fracture resistance of teeth among the experimental group 1, experimental group 3, experimental group 4 and experimental group 6 ($P>0.05$). The fracture mode of teeth in each group showed that the teeth repaired with CPC were mainly non repairable failure, while the teeth repaired with FP and FPC were mainly repairable failure. **Conclusion** The post system has a significant influence on fracture resistance. However, the remaining thickness of root canal of teeth has little effect on fracture resistance.

Key words: fiber post; cast post and core; root canal therapy; fracture resistance; dental root fracture

经根管治疗的牙齿往往需要特殊的修复方法恢复牙齿的形态和功能。牙体解剖结构如牙尖和牙髓

DOI:10.7683/xxyxyxb.2017.06.016
收稿日期:2017-03-13
作者简介:霍永红(1980-),女,河北遵化人,硕士,主治医师,研究方向:口腔修复学。

腔的拱形髓室顶的缺失,容易造成永久修复后牙体组织的折裂。有学者建议利用根管桩提高永久修复的成功率[1]。桩的主要功能是提高修复体存留率,并使合力沿剩余牙体组织分散。有研究证实,桩本身并不能增强牙体组织的抗力[2]。桩修复的牙齿发生折裂与多种因素有关,比如剩余牙体组织的多少及桩的特性如桩的组成成分、弹性模量、直径和长度等[3-4]。牙根折裂是桩修复牙齿最常见的折裂形式,保持桩与牙本质有相似的弹性模量有利于咬合负载的应力分散,能够避免牙根折裂。

铸造金属桩核的高弹性模量一直被认为能够提高根管强度,但是高弹性模量不利于应力分散,更容易造成剩余牙根组织不可逆的折裂。预成玻璃纤维桩(fiber post,FP)有较高的抗弯强度,弹性模量接近牙本质,可减小根管壁应力传导,从而降低牙根折裂风险。此外,玻璃 FP 具有透光性,能恢复天然牙的色彩美学,并且其化学成分与粘接系统和树脂水门汀里的甲基丙烯酸甲酯单体成分有相容性。然而,临床上大部分 FP 修复失败病例是因为桩和粗大锥形根管壁之间的剥离[5]。纤维桩外衬复合树脂(fiber post relined with resin composite,FPC)修复方法能形成个性化根管桩,更适合根管形态。因此,本研究旨在评价桩系统和剩余牙根组织壁的厚度对经根管治疗的牙根组织抗折性能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2014 年 5 月至 2015 年 5 月于郑州市口腔医院因牙周病拔除的 70 颗新鲜上颌尖牙,均保存于 37 ℃蒸馏水中,6 个月内使用。纳入标准:无龋、无根裂、无桩冠,且未行根管治疗。此外,牙根尺寸以毫米计算,选择的牙齿大小和形态相似,允许牙根长度、颊舌径和近远中径的最大偏差在均值的 10% 以内。

1.2 根管治疗 所有牙根的根管治疗均由同一位专业医师完成。在水雾冷却下用 Isomet 低速锯沿垂直牙体长轴方向于釉牙本质界下方截除牙冠,剩余牙根从根尖到截断端均为 15 mm。牙根冠端用氧化锌暂封。根管治疗采用 K3 系统的镍钛器械按标准的 crown-down(国际通用的冠-根向牙根管预备技术)技术进行根管预备并预备到 50 号。冲洗方法:预备前将根管内注入质量分数 2% 氯己定凝胶,预备后用 5 mL 的注射器和长度 3 mm 的注射针头抽取 5 mL 蒸馏水进行冲洗,最后用 2 mL 质量分数 17% 的乙二胺四乙酸(ethylenediaminetetraacetic acid,EDTA)连续冲洗 3 min,以去除玷污层。然后,用吸潮纸尖将根管吸干,用侧压法在根管内充填糊剂和牙胶尖,充填完成后去除多余的糊剂和牙胶尖,根管口以玻璃离子暂封。所有牙根储存在 37 ℃蒸馏水中 1 周,待根充物完全凝固备用。

1.3 样本制备 70 颗牙齿分为对照组、实验组 1、实验组 2、实验组 3、实验组 4、实验组 5、实验组 6,每组 10 颗。对照组的牙根壁厚度为全厚,实验组 1、实验组 2、实验组 3 的牙根壁厚度为 2 mm,实验组 4、实验组 5、实验组 6 的牙根壁厚度为 1 mm。对照组不做任何处理,实验组 1、实验组 4 采用 FP 进行修复;实验组 2、实验组 5 采用 FPC 进行修复;实验组 3、实验组 6 采用镍铬合金铸造桩核(cast Ni-Cr alloy post and core,CPC)进行修复。

1.4 桩道预备 所有牙根均保留 5 mm 根尖封闭,预备形成 9 mm 的标准化桩道。低速弯机配 3 号 P 钻去除根管内暂封物和牙胶至 9 mm,再用高速手机配球形金刚砂钻低速磨除根管壁牙本质形成喇叭口状根管深达 9 mm,再用 4 号 P 钻标记工作长度 9 mm 进行制备,用卡尺不断测量,最终获得根管壁厚 2 mm 和 1 mm 的牙根各 30 例。制备过程中以氯己定凝胶做根管润滑剂,蒸馏水冲洗。

1.5 修复步骤 (1)FP 修复:质量分数 2% 氯己定冲洗根管,气枪吹干,3.7 mol·L^{-1} 磷酸酸蚀牙本质,按产品说明书涂布黏接剂,光照 40 s。直径 1.1 mm 的玻璃 FP 用乙醇清洁消毒,表面涂布黏接剂,光照 20 s。(2)FPC 修复:根管粘接步骤同上,然后用水溶性凝胶润滑根管壁,FP 表面涂布复合树脂 Z250 置入根管桩道,去除多余树脂,光固化头对准 FP 照射 20 s,待树脂固化后用止血钳夹持 FP 从根管内去除。根管外将 FP 和树脂再光照 40 s 待完全固化。(3)CPC 修复:根管粘接步骤同上,根管内注射润滑剂,用自凝树脂直接法制取桩核模型,铸造机铸造 CPC 修复。

1.6 桩的粘接 反复冲洗根管去除根管内润滑剂,然后用吸潮纸尖吸干根管。小毛刷蘸黏接剂反复涂布根管壁,多余黏接剂用吸潮纸尖吸干,光照 40 s。美国 3M 公司的双固化黏接树脂 RelyX ARC 注入根管,3 种桩分别置入根管就位,去除多余黏接剂,每个角度光照 20 s,2 min 后备用。

1.7 冠预备和循环载荷 用美国 3M 公司的复合树脂 Z250 堆塑桩的上部核的部分,核的大小形态标

化一致,均形成高 7 mm 和直径 4 mm 的核部分,高速手机预备,所有实验牙根均制备 1.5 ~ 2.0 mm 高的牙本质肩领,排龈,取印模,铸造金属冠,最终用 3M 公司的 RelyX ARC 粘冠。所有牙齿包埋固定于环氧树脂里,颈部以上露出 2 mm,72 h 后备用。所有样本在咀嚼模拟器中循环 250 000 次,加力点设置在距离冠的切嵴下方 3 mm 的腭侧面,频率设置为 2.6 Hz,加力 30 N[6]。此机械加载模式相当于 1 a 的临床功能。

1.8　断裂性能试验　样本在设备上的位置使用特殊夹具进行标准化,施加负载与根长轴的夹角设置为 13.5°[7],不断增加的斜向载荷施加到牙齿的腭侧面(距切缘 3 mm),使用尖端圆形的圆柱形装置(直径 2.7 mm)作加载头并以 0.5 mm · min^{-1} 的速度直至样本断裂,记录测力计显示的峰值(N)。从丙烯酸树脂里去除根桩碎片并在体视显微镜下观察,放大 20 倍分析折裂模式。然后将折裂试样用体积分数 6% 的盐酸处理 10 s、体积分数 5% 的次氯酸钠处理 5 min[8],干燥、喷金,进行扫描电镜观察,放大 18 倍。依据折裂位置分类如下:1 类:冠折(折裂线位于冠边缘的粘接线之上);2 类:根管颈 1/3 处横向折裂;3 类:根管中 1/3 处横向折裂;4 类:根管的根尖 1/3 处横向折裂;5 类:纵折。失败分类如下:“a”代表位于模拟骨水平面以上的可修复性折裂(类型 1 和 2),“b”代表位于模拟骨水平面以下的不可修复的折裂(类型 3、4、5)。

1.9　统计学处理　应用 SPSS 13.0 软件对试验数据进行统计学分析,数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示;采用双因素方差分析和 t 检验分析 3 个桩系统及 2 种根管壁厚度的差异性,检验水准 $\alpha = 0.05$。

2　结果

实验组 2、实验组 5 和对照组牙齿的平均断裂强度两两比较差异均无统计学意义($P > 0.05$);实验组 1、实验组 3、实验组 4 和实验组 6 牙齿的折裂强度低于对照组、实验组 2 和实验组 5,差异均有统计学意义($P < 0.05$);实验组 1、实验组 3、实验组 4 和实验组 6 牙齿的断裂强度两两比较差异均无统计学意义($P > 0.05$);同一桩系统内,根管壁 2 mm 和 1 mm 组间断裂强度比较差异无统计学意义($P > 0.05$);见表 1。各组观察到的失败模式显示,采用 CPC 修复的牙齿主要表现为不可修复的折裂,而采用 FP 和 FPC 修复的牙齿主要表现为可修复的折裂;见表 2。

表 1　各组牙齿平均折裂强度比较

Tab. 1　Comparison of average fracture resistance of teeth in the groups　($\bar{x} \pm s$)

组别	n	牙根壁厚度情况	桩类别	平均折裂强度/N
对照组	10	全厚	无	401.25 ± 108.65
实验组 1	10	2 mm	FP	262.24 ± 68.55[abc]
实验组 2	10	2 mm	FPC	421.39 ± 82.06
实验组 3	10	2 mm	CPC	240.35 ± 67.27[abc]
实验组 4	10	1 mm	FP	253.69 ± 91.87[abc]
实验组 5	10	1 mm	FPC	379.97 ± 75.84
实验组 6	10	1 mm	CPC	262.45 ± 94.37[abc]

注:与对照组比较[a] $P < 0.05$;与实验组 2 比较[b] $P < 0.05$;与实验组 5 比较[c] $P < 0.05$。

表 2　各组牙根折裂模式分布

Tab. 2　Distribution of fracture mode of teeth root in each group

组别	n	折裂模式分布						
		1 类/颗	2 类/颗	3 类/颗	4 类/颗	5 类/颗	可修复/颗	不可修复/颗
对照组	10	5	5	0	0	0	10	0
实验组 1	10	0	7	1	1	1	7	3
实验组 2	10	0	10	0	0	0	10	0
实验组 3	10	0	4	1	0	5	4	6
实验组 4	10	0	8	2	0	0	8	2
实验组 5	10	0	6	3	1	1	6	5
实验组 6	10	0	0	2	0	8	0	10

3　讨论

本实验中,FPC 修复较 CPC 修复和 FP 修复表现出更高的折裂强度。个性化的桩增加了桩本身的根管适合度,相应减小了黏接剂的厚度。减小黏接剂和牙本质之间的间隙对提高桩的摩擦力同样重要[9]。摩擦力与接触面积成正相关,接触面积越大,摩擦力越大。此外,桩与根管的高度适合性也增加了黏接过程中的正压力,持续的压力使桩和黏接剂与牙本质之间更好地接触,从而减少黏接剂中气泡的形成。这也进一步证实了采用 FPC 修复组为什么表现出更高的折裂强度,且几乎接近对照组。MACEDO 等[9]认为,通过衬里来改善树脂和黏接剂之间的接触比降低混合层的粘接缺陷更能提高 FP 的强度。

FP 组和 CPC 组抗折裂强度接近,均低于 FPC 组。这可能归因于桩道直径和 FP 直径的不匹配。预成 FP 很难适合由于继发龋、创伤、牙髓病变或医源性事故所形成的椭圆形和漏斗状根管形态[10]。

这种情况下,桩的适合性差,树脂黏接剂的混合层就会很厚,容易形成气泡和诱发桩脱落。而采用 CPC 修复的牙齿表现出低的抗折裂强度可以用金属桩本身的机械性能来解释。这种差异可能是因为桩具有不同的弹性模量。相较于根管牙本质的低弹性模量,金属桩核的高弹性模量在受到咬合力时更容易造成牙根的折裂。

有学者建议桩修复的根牙本质厚度为 1.00 ~ 1.75 mm[11]。根管治疗可能导致粗大根管和周围的牙本质壁菲薄。本实验中,标准化预备形成剩余根管壁 1 mm 和 2 mm,实验结果显示,剩余根牙本质厚度不影响牙根抗折裂强度。这与 MARCHI 等[12]研究结论不一致,在 MARCHI 等的实验中,牙根薄弱部位是颈部 0.5 mm 的牙本质,而本实验最小厚度是 1 mm。折裂模式的分布是桩系统间比较的重要分析参数。玻璃 FP 和玻璃 FPC 较铸造桩核更利于牙根的可复性修复。桩修复的牙根的应力分布受桩材料成分的性能影响。2009 年 COELHO 等[13]研究证实,牙本质的弹性模量(15 ~25 GPa)接近玻璃纤维(30 ~40 GPa)及复合树脂 (20 GPa)。材料的弹性模量越接近牙本质,其挠曲强度越接近于自然牙。这一特性降低了界面间的应力集中,从而更大程度地恢复并模拟健全牙齿的生物力学行为,大大减少了不可修复性的牙根折裂[5]。CPC 组主要表现为不可修复性失败,特别是当剩余根牙本质壁为 1 mm 时。因此,保留健康牙体组织对根管治疗牙的修复至关重要。当桩系统有较高的弹性模量,比如铸造桩核 (镍弹性模量为 200 GPa),随着加力,在桩-黏接剂-根牙本质之间会产生不断增长的裂纹,最终导致连续性粘接失败。当粘接失败,桩在根管内存在或多或少的移动,就会产生像楔子一样的楔力,桩内部积累的应力转移到牙本质,从而造成牙根的劈裂[13]。

修复经根管充填的牙齿,临床医生更倾向于选择应力分布均匀并可减少不可复性牙根折裂的材料。这很大程度上促进了 FP 和自粘接复合树脂的应用。此外,FP 置入根管的长度不必大于或等于临床冠的长度[14],这也增加了牙根的抗折裂能力,同时有利于短根和正常长度的牙根表现出高曲变率。因此,无需将桩更深长度的插入根管来加强根的强度。本研究表明,FP 具有与铸造桩核相似的断裂抗力,这与 DA SILVA 等[15]研究结果一致。

综上所述,采用 FPC 可以有效提高根的抗折裂强度,减少根管治疗牙不可修复性折裂风险,但仍需进一步的临床研究,以探查更好的技术和材料来指导临床应用。

参考文献:

[1] SOARES C J, SOARES P V, SANTOS-FILHO P C F, *et al*. The influence of cavity design and glass fiber posts on biomechanical behavior of endodontically treated premolars[J]. *J Endod*, 2008, 34(8): 1015-1019.

[2] TROPE M, MALTZ D O, TRONSTAD L. Resistance to fracture of restored endodontically-treated teeth[J]. *Dent Traumatol*, 1985, 1(3): 108-111.

[3] NG C C, DUMBRIGUE H B, AL-BAYAT M I, *et al*. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth[J]. *J Prosthetic Dent*, 2006, 95(4): 290-296.

[4] FOKKINGA W A, KREULEN C M, LE BELL-RÖNNLÖF A M, *et al*. *In vitro* fracture behavior of maxillary premolars with metal crowns and several post-and-core systems[J]. *Eur J Oral Sci*, 2006, 114(3): 250-256.

[5] FERRARI M, VICHI A, GARCIA-GODOY F. Clinical evaluation of fiber reinforced epoxy resin posts and cast post and cores[J]. *Am J Dent*, 2000, 13(1): 15B-18B.

[6] LAURELL L, LUNDGREN D. A standardized programme for studying the occlusal force pattern during chewing and biting in prosthetically restored dentitions[J]. *J Oral Rehabil*, 1984, 11(1): 39-44.

[7] CECCHIN D, FARINA A P, GUERREIRO C A M, *et al*. Fracture resistance of roots prosthetically restored with intraradicular posts of different lengths[J]. *J Oral Rehabil*, 2010, 37(3): 116-122.

[8] 黄翠,程祥荣,郑铁丽,等. 脱矿牙本质与四种粘接剂的粘接强度测试及粘接界面观察[J]. 中华口腔医学杂志, 2006, 41(6): 323-326.

[9] MACEDO V C, FARIA E SILVA A L, MARTINS L R. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts[J]. *J Endod*, 2010, 36(9): 1543-1546.

[10] ARCANGELO C, DE ANGELIS F, VADINI M, *et al*. *In vitro* fracture resistance and deflection of pulpless teeth restored with fiber posts and prepared for veneers[J]. *J Endod*, 2008, 34(1): 838-841.

[11] LLOYD P M, PALIK J F. The philosophies of dowel diameter preparation: a literature review[J]. *J Prosthet Dent*, 1993, 69(1): 32-36.

[12] MARCHI G M, MITSUI F H, CAVALCANTI A N. Effect of remaining dentine structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems[J]. *Int Endod J*, 2008, 41(11): 969-976.

[13] COELHO C S, BIFFI J C, SILVA G R, *et al*. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts[J]. *Dent Mater*, 2009, 28(6): 671-678.

[14] SANTOS-FILHO P C, CASTRO C G, SILVA G R, *et al*. Effects of post system and length on the strain and fracture resistance of root filled bovine teeth[J]. *Int Endod J*, 2008, 41(6): 493-501.

[15] DA SILVA N R, RAPOSO L H, VERSLUIS A, *et al*. The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth[J]. *J Prosthet Dent*, 2010, 104(5): 306-317.

(本文编辑:孟 月 英文编辑:孟 月)