

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002131

牙本质肩领形态对上颌前磨牙桩核冠的体外抗力研究分析

张珠琦, 尹东青, 李广悦, 崔 丽

(重庆医科大学附属口腔医院修复科、口腔疾病与生物医学重庆市重点实验室、
重庆市高校市级口腔生物医学工程重点实验室, 重庆 401147)

【摘要】目的:运用体外力学测试方法以研究分析上颌前磨牙行桩核冠修复后,不同位置形态的牙本质肩领对患牙抗折性能影响。**方法:**将拔除的 32 颗上颌前磨牙于体外完成根管治疗后,建立 4 组不同牙本质肩领情况的纤维状+金属冠修复模型(A 组:环形牙本质肩领;B 组:腭侧完整牙本质肩领;C 组:颊侧完整牙本质肩领;D 组:邻面完整牙本质肩领),模型固定于万能试验机上,在颊尖舌斜面顶 1/3 处,加载速度 1 mm/min,与牙体长轴呈 45°施加静态载荷直至牙体发生折断,记录对应的断裂载荷及断裂模式。**结果:**各小组的断裂载荷分别为(826.3 ± 183.1)、(587.8 ± 142.4)、(406.1 ± 189.7)、(486.3 ± 317.4) N,单因素方差分析显示各小组之间抗折强度差异具有统计学意义($P < 0.05$)。A 组抗折强度明显高于 B、C 组和 D 组($P = 0.037, P = 0.001, P = 0.004$),而其余小组间未发现统计学差异($P > 0.05$)。各小组模型的主要折断类型为颈三分之一处由腭侧向颊侧延伸的斜行根折,仅 A 组中有一个模型根部三分之一处发生折断。**结论:**保留完整牙本质肩领可有效增强患牙的抗折性;牙体组织缺损较多时,尽量保存腭侧的牙本质肩领可能会避免应力直接作用于牙本质与树脂之间黏结界,提高患牙的抗折能力。

【关键词】牙本质肩领形态;桩核冠;上颌前磨牙;抗折性**【中图分类号】**R783.6;R318.01;R783.3**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2018-10-10Influence of incomplete partial ferrule location on fracture resistance of post-and-core crown: an *in vitro* test

Zhang Zhuyi, Yin Dongqing, Li Guangyue, Cui Li

(Department of Prosthodontics, Stomatological Hospital of Chongqing Medical University;

Chongqing Key Laboratory of Oral Diseases and Biomedical Sciences;

Chongqing Municipal Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering of Higher Education)

【Abstract】Objective: The purpose of this *in vitro* test was to investigate the fracture resistance of post and crowned maxillary premolar with various ferrule configurations. **Methods:** According to the partial ferrule location, thirty two maxillary premolar after endodontical treatment were assigned to four groups: (Group A: with a circumferential ferrule; Group B: with a complete palatal ferrule; Group C: with a complete buccal ferrule; Group D: with a complete proximal ferrule). All specimens were reconstructed with fiber posts, resin cores, and metal crowns, then specimens were mounted and loaded at 45° to the long axis, at the top 1/3 of the lingual surface of the buccal cusp in a universal testing machine until fracture occurred, the speed set at 1.0 mm/min. **Results:** The mean fracture load was (826.3 ± 183.1), (587.8 ± 142.4), (406.1 ± 189.7), (486.3 ± 317.4) N respectively. One-way ANOVA analysis showed statistically significant difference ($P < 0.05$) existed between those groups, the anti-fracture ability of Group A was significantly higher than other groups B, C and Group D ($P = 0.037, 0.001, 0.004$). No significant differences were found between the other groups ($P > 0.05$). The predominant fracture mode was an oblique fracture at cervical one-third observed from palatal to buccal side, while only one specimen fracture line was observed at root one-third in Group A. **Conclusion:** Post and cored crown with a complete ferrule could significantly improve the fracture resistance of the pulpless tooth. When the residual dentinal tissue is not enough, preserve more palatal dentinal

作者介绍: 张珠琦, Email: 815902591@qq.com,

研究方向: 口腔修复学及口腔种植修复学。

通信作者: 尹东青, Email: ymfxy@163.com。

基金项目: 重庆市渝北区科技计划资助项目(编号: 2016[社]08)。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20190510.1453.026.html>

(2019-05-13)

tissue may enhance the fracture resistance by protecting the integrity of the adhesive layer between the dentin and resin.

【Key words】ferrule location; maxillary premolar; post-core crown; anti-fracture ability

根管治疗后,由于缺乏牙髓提供的营养支持及患牙对压力的感知能力下降,可导致无髓患牙折断率较高^[1-2]。对于牙体组织剩余不足时,为了增强患牙的抗折强度以及保证冠方有足够的固位力,最终行修复治疗前常需要植入桩核^[3]。对于桩核冠来说,研究证明,在患牙颈部保留至少 1.5~2.0 mm 高、1.0 mm 厚的 360°环形牙本质肩领所产生‘箍效应’被认为是保障桩核冠修复效果的关键因素^[4-6]。然而,临床实际操作过程中,常由于冠折、龋坏、酸蚀症、磨损以及根管治疗操作等,导致较多的牙体组织丧失,从而难以保障有完整的牙本质肩领存留^[7-8],而对于是否会因为牙本质肩领轴壁的位置变化而影响桩核冠修复后抗折性能,无长期的临床追踪文献报道,体外的力学研究报道也较少,且未见明确的定论。本研究拟对离体牙在体外建立不同形态的牙本质肩领轴壁的桩核冠模型,通过在体外进行力学加载实验,以探讨并分析牙本质肩领形态对桩核冠的抗折性能的影响。

1 材料与方法

1.1 离体牙获取与根管治疗

2017 年 6 至 8 月于重庆医科大学附属口腔医院口腔颌面外科一科门诊部收集因正畸减数而需要拔除的上颌第二前磨牙,在牙科显微镜(OMS2350,ZUMAX)镜下检查(要求无龋坏、缺损、隐裂、牙根吸收等硬组织疾病),用手用牙周刮治器(Gracey 13/14,Hu-Friedy)去除残留的牙周膜、牙结石后,运用电子游标卡尺(8014,SANTO)依次测量根长、颈宽、颈厚(每颗牙测 3 次,取平均值),进行数据汇总后,筛选出 32 颗形态大小相似的离体牙,随机分成 4 组,每组 8 颗,经过单因素方差分析后显示各小组间差异无统计学意义($P>0.05$),各组离体牙各项数据详见表 1。

表 1 各小组根长、颈宽、颈厚比较 (mm)

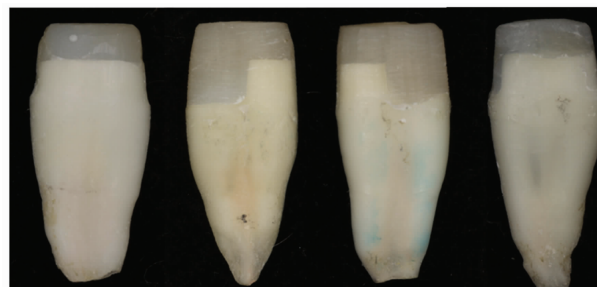
分组	根长	颈宽	颈厚
A 组 (n=8)	13.37 ± 0.33	4.75 ± 0.12	8.54 ± 0.14
B 组 (n=8)	13.26 ± 0.31	4.69 ± 0.08	8.45 ± 0.11
C 组 (n=8)	13.43 ± 0.28	4.68 ± 0.15	8.47 ± 0.13
D 组 (n=8)	13.42 ± 0.38	4.80 ± 0.13	8.50 ± 0.15
F 值	0.433	1.760	0.635
P 值	0.731	0.178	0.599

依次完成开髓、拔髓,手用 K 铗(15#)疏通达尖后,机用根管镍钛成型铗 Wave One(Densply,USA)对样本根管内壁进行成型,所有样本均完成铗均为 25#。使用 3%过氧化氢和 0.9%生理盐水交替冲洗,超声荡洗根管内壁,吸潮纸尖干燥

根管,热牙胶充填技术完成根管充填,保留根尖 5 mm 的牙胶尖,暂封王暂封根管口后置于室温下生理盐水中保存 1 周。

1.2 离体牙分组与模型建立

将已随机分配的 4 组离体牙按照本实验设计依次预备如下。A 组:环形牙本质肩领;B 组:腭侧完整牙本质肩领;C 组:颊侧完整牙本质肩领;D 组:邻面完整牙本质肩领,所有牙本质肩领高约 2.0 mm,厚 1.0 mm。使用纤维桩配套扩孔钻,按扩孔顺序依次预备到桩道直径为 1.6 mm,桩道长度为 13.0 mm(根管内 8.0 mm,根管外 5.0 mm),将纤维桩(RelyX™ Fiber Posts;3M ESPE)植入根管内并用自酸式通用树脂黏结剂(RelyX™ Unicem;3M ESPE)完成黏结,分别从颊侧和腭侧各光固化 40 s,复合树脂(Filtek Z350 XT;3M ESPE)重建 2.0 mm 的树脂核,光固化 40 s。按照金属全冠的预备标准,使用高速金刚砂车针(TF-13 ISO173/018,MANI)进行牙体初步预备,为保证各样本之间聚合度一致,所有样本置于平行研磨仪上(A8 unit Superfresart,ARTIGLIO)进行精修,形成宽约 0.8 mm,聚合度约为 8°的肩台(图 1),镍铬金属全冠完成修复后采用玻璃离子水门汀(Fuji I Capsule,GC)完成黏结。所有样品在于 5℃~55℃水之间交替循环 500 次(交替之间停留时间为 30 s)以模拟口腔内部环境后^[9],将离体牙嵌入甲基丙烯酸树脂(Vertex™ Self-Curing,Vertex Dental),边缘位于釉牙骨质界下 2.0 mm,牙根周围覆盖厚度为 0.2~0.3 mm 的硅橡胶轻体印模材料(Express™ Light Body,3M ESPE)以模仿天然牙周膜。



A. 完整牙本质肩领 B. 腭侧牙本质肩领完整 C. 颊侧牙本质肩领完整 D. 邻面牙本质肩领完整

图 1 各小组牙体组织完成预备后

1.3 离体牙力学测试

所有模型均固定在万能试验机(E43.104,MTS)上进行静态加载实验,加载点位于颊尖舌斜面的 1/3 处,加载角度与牙齿长轴成 45°,速度 1.0 mm/min。当患牙发生断裂时,读取相应的力值为最终的断裂载荷数值。根据 Lu 和 Zhang^[10]分类检查断裂模式,牙颈部三分之一处的桩核折断或者牙颈部三分之一根折为可修复性折断,而根中下三分之一或垂直型根折为不可修复性折断。

1.4 统计学检测

使用统计学软件 SPSS 21.0 对各小组的断裂载荷平均值进行单因素方差分析,并使用 LSD-*t* 法对各小组之间进行两两比较,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

各小组断裂载荷平均值如图 2 所示,各小组平均值为 A 组: $(826.3 \pm 183.1) N$; B 组: $(587.8 \pm 142.4) N$; C 组: $(406.1 \pm 189.7) N$; D 组: $(486.3 \pm 317.4) N$ 。实验结果表明,保留完整牙本质肩领 A 组: $(826.3 \pm 183.1) N$ 的平均抗折强度最高,而仅保留颊壁牙本质肩领 C 组: $(406.1 \pm 189.7) N$ 的抗折性最低。单因素方差分析结果显示各组间差异有统计学意义 ($F=5.580, P=0.004$)。

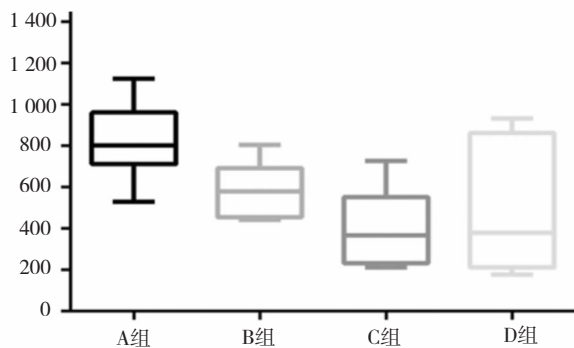


图 2 各小组断裂载荷 (N)

LSD-*t* 法检验结果显示, A 组抗折力明显高于 B、C 组和 D 组 ($P=0.037, P=0.001, P=0.004$), B、C 组和 D 组之间未发现统计学差异 ($P=0.107, P=0.360, P=0.469$)。各组断裂模式如图 3 所示,各小组见折裂模式主要为颈部三分之一由腭侧向颊侧的斜行折断(可修复性根折),而仅有 A 组中一个模型发生根尖三分之一处折断(不可修复性根折)。

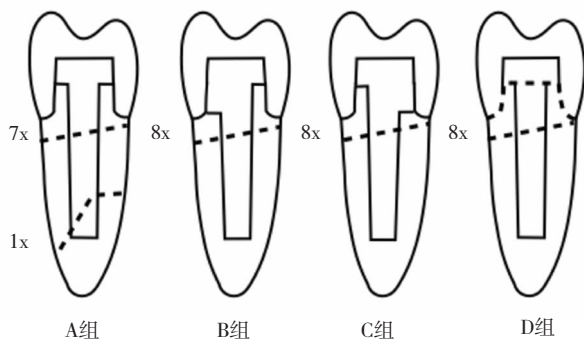


图 3 各小组断裂模式分布

3 讨论

经根管治疗后由于患牙脱水且没有牙髓提供营养支持,牙本质纤维会发生继发的变性,使得患牙在功能负荷状态下易于折断,而对于同时有较多硬组织缺损对患牙,常需要植入桩核恢复冠向方向

的牙体组织后再行修复。文献回顾证明,在牙颈部保留至少 1.5~2.0 mm 高、1.0 mm 厚的环形牙本质肩领可有效地改善垂直向以及侧向的应力在患牙上的分布,从而增加患牙的抗折能力,此外牙本质肩领还可以增强冠方修复固位效果以及冠方的封闭性。本实验研究结果表明,保存完整的牙本质肩领时,与其余小组相比,其抗折能力的差异性具有统计学意义,说明保留完整的牙本质肩领可以有效提高患牙的抗折能力。以往的体外研究表明,保留 1.5~2.0 mm 的牙本质肩领可有效提高患牙的抗折能力,本实验研究结果与其一致^[11-13]。对于不能保存完整的牙本质肩领的患牙,本实验研究结果显示,随着牙体组织的丧失,相较于完整的牙本质肩领组来说,其余 3 个小组的抗折能力明显降低,但 B、C 和 D 组之间的抗折能力差异无统计学意义。Samran^[14]和 Dikbas^[15]等对上颌中切牙行桩核冠后进行体外力学加载实验,其研究表明单壁牙本质肩领轴壁位置对其抗折强度无统计学差异,其研究结果与本实验一致。究其原因,可能是由于纤维桩与牙本质的弹性模量接近,且树脂黏结剂的使用可将纤维状与根管内牙本质两者结合成一体,形成一个整体的抗力系统,当受到功能状态下的载荷时,咬合力可以通过桩核材料有效地分散于根管内的牙本质中,避免在局部形成应力集中而造成折裂。Ng^[16]和 Naumann^[17]等研究结果显示,保留腭侧牙本质肩领与保留完整的环形牙本质肩领的抗折力未见明显统计学差异。Zhang 等^[18]对有不同的牙本质肩领形态组合的上颌中切牙桩核冠进行了抗折性的分析,其研究结果表明,折裂点起始于牙冠方靠近腭侧牙颈部的位置,并沿牙颈部向唇侧延伸,其原因可能是由于在侧方的咬合力作用下,使患牙由腭侧向颊侧运动而发生形变,由于有牙槽骨的约束,使牙体发生形变,所产生的拉应力会集中于腭侧的牙颈部,且牙体硬组织和桩核材料等对拉应力的耐受性较差,最终导致易形成折裂点。尤其是当腭侧无牙体组织时,拉应力直接作用于树脂核与牙本质界面之间,如功能状态下咬合载荷超过黏结层的承受范围或因反复地咀嚼运动引起的咬合疲劳,可使牙本质与树脂之间黏结面发生崩解,最终导致患牙的折裂,建议增加腭侧牙本质轴壁的高度,使牙本质与树脂之间黏结面远离腭侧颈部拉应力集中的区域,可能会有助于增强修复后牙齿的抗折性能。本课题小组亦运用有限元法,建立了不同位置的单壁牙本质肩领的桩核冠修复,结果显示,拉应力在牙根腭侧颈部集中,当失去

腭侧对牙本质时,其拉应力的峰值最大,其应力峰值增幅达 26.79%,而体外力学研究结果显示,相较于其余 2 组,保留腭侧牙本质肩领组患牙的断裂载荷平均值较高,在一定程度上也可能是由于腭侧保留了部分牙本质,对侧向力有一定的直接抵抗作用,避免应力直接作用于树脂与牙本质界面之间,从而增强了患牙的抗折能力。

本实验研究结果显示,采取纤维桩联合树脂核进行桩核冠修复后各小组的牙体折裂的方式以牙根颈部 1/3 以上的根折(可修复性根折)为主,仅在完整牙本质肩领组中有 1 个样本出现牙根尖 1/3 处折断(不可修复性根折)。其原因可能是由于牙本质与纤维桩的弹性模量接近,两者的应力分布相似,而且纤维状抗弯曲的强度较好^[19],相较于氧化锆桩核、金属桩核等弹性模量较高的材料来说,可避免在根尖和牙颈部形成一个两点式的应力集中点,形成一个杠杆作用,从而更容易造成根折。纤维状受力时可与牙体组织可同时发生微弯曲,使应力可以更好地传导在整个牙体组织上,故纤维桩修复后其折断多发生于牙颈部,折断类型多属可修复性折断^[20]。

综上所述,保留完整的牙本质肩领可有效提高患牙抗折能力,而当牙体缺损较多时,保留较多的腭侧牙本质可避免功能载荷直接作用于黏结层界面进而影响其抗折效果。由于本研究仅应用静态载荷进行加载,不能完全地模仿口内咀嚼运动以及颌力变化。此外,对于该领域也缺乏长期性的随机对照临床报道,其长期效果有待更多的临床报道予以验证。

参 考 文 献

- [1] Helfer A. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1972, 34(4): 661-670.
- [2] Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study[J]. Acta Odontol Scand, 1986, 44(5): 271-277.
- [3] Juloski J, Radovic I, Goracci C, et al. Ferrule effect: a literature review[J]. J Endod, 2012, 38(1): 11-19.
- [4] Libman WJ, Nicholls JJ. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns[J]. Int J Prosthodont, 1995, 8(2): 155-161.
- [5] Gegauff AG. Effect of crown lengthening and ferrule placement on static load failure of cemented cast post-cores and crowns[J]. J Prosthet Dent, 2000, 84(2): 169-179.
- [6] Akkayan B. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems[J]. J Prosthet Dent, 2004, 92(2): 155-162.
- [7] Tan PL, Aquilino SA, Gratton DG, et al. In vitro fracture resistance of endodontically treated central incisors with varying ferrule heights and configurations[J]. J Prosthet Dent, 2005, 93: 331-336.
- [8] Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S, et al. Post placement affects survival of endodontically treated premolars[J]. J Dent Res, 2007, 86(8): 729-734.
- [9] Siso SH, Hurmuzlu F, Turgut M, et al. Fracture resistance of the buccal cusps of root filled maxillary premolar teeth restored with various techniques[J]. International Endodontic Journal, 2007, 40: 161-168.
- [10] Lu ZY, Zhang YX. Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors[J]. Journal of Prosthetic Dentistry, 2003, 89: 368-373.
- [11] Zogheib LV, Pereira JR, Do AV, et al. Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post[J]. Brazilian Dental Journal, 2008, 19(4): 329-333.
- [12] Begum TS, Necdet AH, Buket A. Fracture resistance of endodontically treated canines restored with different sizes of fiber post and all-ceramic crowns[J]. Journal of Advanced Prosthodontics, 2016, 8: 158-166.
- [13] Assif D, Bitenski A, Pilo R, et al. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns[J]. Journal of Prosthetic Dentistry, 1993, 69(1): 36-40.
- [14] Samran A, Al-Afandi M, Kadour JA, et al. Effect of ferrule location on the fracture resistance of crowned mandibular premolars: an in vitro study[J]. J Prosthet Dent, 2015, 114(1): 86-91.
- [15] Dikbas I, Tanalp J, Ozel E, et al. Evaluation of the effect of different ferrule designs on the fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors incorporating fiber posts, composite cores and crown restorations[J]. Journal of Contemporary Dental Practice, 2007, 8(7): 62-69.
- [16] Ng CC, Dumbrigue HB, Al-Bayat MI, et al. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth[J]. J Prosthet Dent, 2006, 95(4): 290-296.
- [17] Naumann M, Preuss A, Rosentritt M. Effect of incomplete crown ferrules on load capacity of endodontically treated maxillary incisors restored with fiber posts, composite build-ups, and all-ceramic crowns: an in vitro evaluation after chewing simulation[J]. Acta Odontologica Scandinavica, 2006, 64(1): 31-36.
- [18] Zhang YY, Peng MD, Wang YN, et al. The effects of ferrule configuration on the fracture resistance of fiber post-restored teeth[J]. Journal of Dentistry, 2015, 43(1): 117-125.
- [19] Soares CJ, Valdivia AD, Da SG, et al. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review[J]. Brazilian Dental Journal, 2012, 23(2): 135-140.
- [20] Kumagai N, Komada W, Fukui Y, et al. Influence of the flexural modulus of prefabricated and experimental posts on the fracture strength and failure mode of composite resin cores[J]. Dental Materials Journal, 2012, 31(1): 113-119.

(责任编辑:冉明会)