DOI:10.16016/j.1000-5404.201506101

两种修复方式对少量缺损的上中切牙应力的影响

陈红莉,史 洋,韩耀伦 (450003 郑州,河南省人民医院口腔科)

[摘要] **目的** 研究上颌中切牙根管治疗后少量缺损时,全冠和加桩全冠两种修复方式对剩余牙本质应力状况的影响。**方法** 采用三维有限元法,用计算机建立上颌中切牙以及根管治疗后全冠和加桩全冠两种修复体的有限元模型,共3个。模拟正中殆加载,选取指标为Von Mises应力、最大主应力,分析两种修复方式对剩余牙本质Von Mises应力和最大主应力的分布和峰值的影响。**结果** 天然牙模型受力比较均匀,全冠修复和加桩全冠修复改变了天然牙的应力分布模式,但两个修复体模型应力分布一致,两种应力均在舌侧颈缘和根尖出现高应力区;两种修复体模型的两种应力峰值均较天然牙明显增大,与全冠修复时剩余牙本质的应力峰值相比,加桩全冠修复时牙本质Von Mises应力峰值降低16.25%,但是最大主应力增加了30.00%。**结论** 根管治疗后上颌中切牙少量缺损全冠修复时桩是不必要的。

[关键词] 上颌中切牙;全冠;有限元分析;牙修复体
[中图法分类号] R318.01;R783.3 [文献标志码] A

Effect of 2 different restorations on stress of maxillary central incisor with small defects

Chen Hongli, Shi Yang, Han Yaolun (Department of Stomatology, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou, Henan Province, 450003, China)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the influence of crown restoration and post & crown restoration on the stress state of residual dentine of endodontically treated maxillary central incisor with small defects. **Methods** The three-dimensional finite element models were established by a computer to simulate the oblique load. The three models were sound maxillary central incisor, endodontically treated maxillary central incisor treated by crown restoration, and endodontically treated maxillary central incisor treated by post & crown restoration, respectively. The distribution and peaks of Von Mises stress and the maximum stress of the residual dentine were analyzed to investigate the effects of 2 different restorations. **Results** The stress distribution showed homogeneous in the sound tooth, while the stress distribution was changed in both restoration models. The Von Mises stress and maximum stress inside dentine showed significant stress concentration at the lingual cervical margin and the root apex. But the stress distribution inside dentine was similar in the 2 restoration models. The peaks of 2 kinds of stress inside dentine were significantly higher in the 2 restoration models than in the sound tooth. Compared with crown restoration, the Von Mises stress peak of post & crown restoration was reduced by 16.25%, but the maximum stress was increased by 30.00%. **Conclusion** The post is not necessary when the crown is used as final restoration for endodontically treated maxillary central incisor with small defects.

[**Key words**] maxillary central incisor; crown; post; finite element analysis

Supported by the Tackling Project of Medical Science and Technology of Henan Province (201203086). Corresponding author: Chen Hongli, E-mail: aaa0881@163.com

上颌中切牙由于龋病、外伤等原因会造成牙体缺损,相关修复问题的研究侧重于牙体缺损较多时的桩核冠修复,内容主要集中在桩核材料、牙本质肩领、黏接剂等方面[1-2],但是对于少量缺损的上颌中切牙根

[基金项目] 河南省医学科技攻关计划(201203086)
[通信作者] 陈红莉,E-mail:aaa0881@163.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20151202.1623.008.html(2015-12-02)

管治疗后如何修复,尚没有统一的标准[3]。目前普遍的方法是冠或加桩冠修复,加桩时桩道的预备会进一步削弱牙本质厚度,根管壁变薄有可能导致牙根受力时易发生折裂[4]。当牙体组织缺损较少时直接冠修复还是加桩冠修复?两种修复方式分别对剩余牙本质应力产生怎样的影响,是医师临床上进行修复方式选择上需要考虑的问题。本实验通过建立上颌中切牙以及根管治疗后(缺损<50%,边缘嵴完整)全冠和加桩全冠两种修复方式的三维有限元模型,分析两种修复方式对剩余牙本质 Von Mises 应力和最大主应力的分布和峰值的影响,从生物力学角度为临床选择提供参考。

1　材料与方法

1.1　三维有限元模型的建立

选择1颗符合标准的上颌中切牙,采用螺旋CT扫描,断面与牙长轴垂直层厚0.625 mm,共37层二维扫描断层图像,保存为DICOM格式,在Imageware中进行边界圆滑和修形转入ANSYS软件,将牙体不同的解剖结构建成实体模型。利用Imageware软件根据临床实际尺寸,对模型进行复杂操作创建修复体模型,再转入ANSYS软件建立修复体的实体模型(图1A)。

1.2　模型设计

建立上颌中切牙以及根管治疗后少量缺损时全冠和加桩全冠两种修复方式的有限元模型,共3个。模型1为天然上颌中切牙,模型2、3为根管治疗牙(ETT),在模型1舌面窝中央开髓,根管内由牙胶充填,开髓处材料由3M复合树脂充填(图1B),牙体缺损<50%,边缘嵴完整。模型2是根管治疗后冠修复(ETT冠修复),模型3是在模型2的根管内加桩后全冠修复(ETT加桩冠修复),在相应的开髓孔及桩道预备后形成的缺损处由3M复合树脂充填。根据口腔修复学[5]要求进行牙体预备,唇、舌、邻面均为宽1.0 mm的肩台,模拟切端磨除2.0 mm,并且使内线角圆钝。桩的形态为末端适当内收的平行桩,桩直径接近根部根径的1/3,根端保留4 mm牙胶封闭区(图1C)。铸瓷全冠根据各层厚度标准建立,预备后牙体外形及大小按真牙牙冠减去铸瓷冠厚度外形获得,冠、桩粘接层的厚度均为0.1 mm。牙槽骨在釉牙骨质界下方2 mm,四周取2 mm厚的牙槽骨包绕(图1B),牙周膜厚度0.2 mm,选用玻璃纤维桩、树脂黏接剂、Empress Ⅱ全瓷冠。

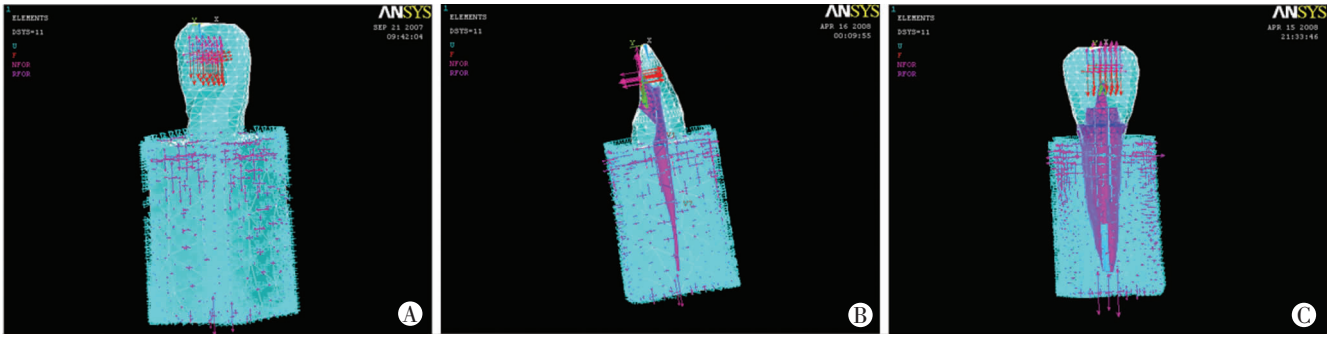
1.3　加载、实验条件假设和边界条件

对有限元模型进行材料赋值,牙本质、牙釉质、牙髓、固有牙槽骨、牙周膜、玻璃纤维桩、树脂水门汀、充填复合树脂、牙胶尖、Empress Ⅱ全瓷的弹性模量分别为18.6、84.1、0.002、13.7、0.068 9、45、2.8、13.0、0.000 69、96.3 GPa,泊松比分别为0.31、0.33、0.45、0.30、0.45、0.32、0.33、0.30、0.45、0.25[6-7]。网格划分采取四面体Solid92单元,力学边界条件加载,模拟临床正常咬合进行计算,加载部位在舌面切1/3与中1/3交界处,方向与牙长轴呈45°夹角,静态加载载荷为118 N(图1A)。模型中假设所有材料均为连续、均质、各向同性的线弹性体,材料受力变形为小变形,边界约束条件为牙槽骨外周固定约束。选取指标为Von Mises应力、最大主应力,分析两种修复方式对剩余牙本质Von Mises应力和最大主应力的峰值和分布的影响,同时对两种修复方式牙本质内的应力峰值进行比较,增加率=(ETT加桩冠修复应力峰值-ETT冠修复应力峰值)/冠修复应力峰值×100%,降低率=(ETT冠修复应力峰值-ETT加桩冠修复应力峰值)/冠修复应力峰值×100%。

2　结果

2.1　牙本质内Von Mises应力及最大主应力的分布规律

如图2所示,在加载下天然牙模型受力比较均匀,在根颈1/3出现应力集中区。两个修复体模型的应力分布一致,Von Mises应力及最大主应力均在舌侧颈缘和根尖出现高应力区。



A:模型受力图;B:充填体与牙髓腔关系;C:桩与牙本质位置关系

图1　上颌中切牙修复体的三维有限元模型

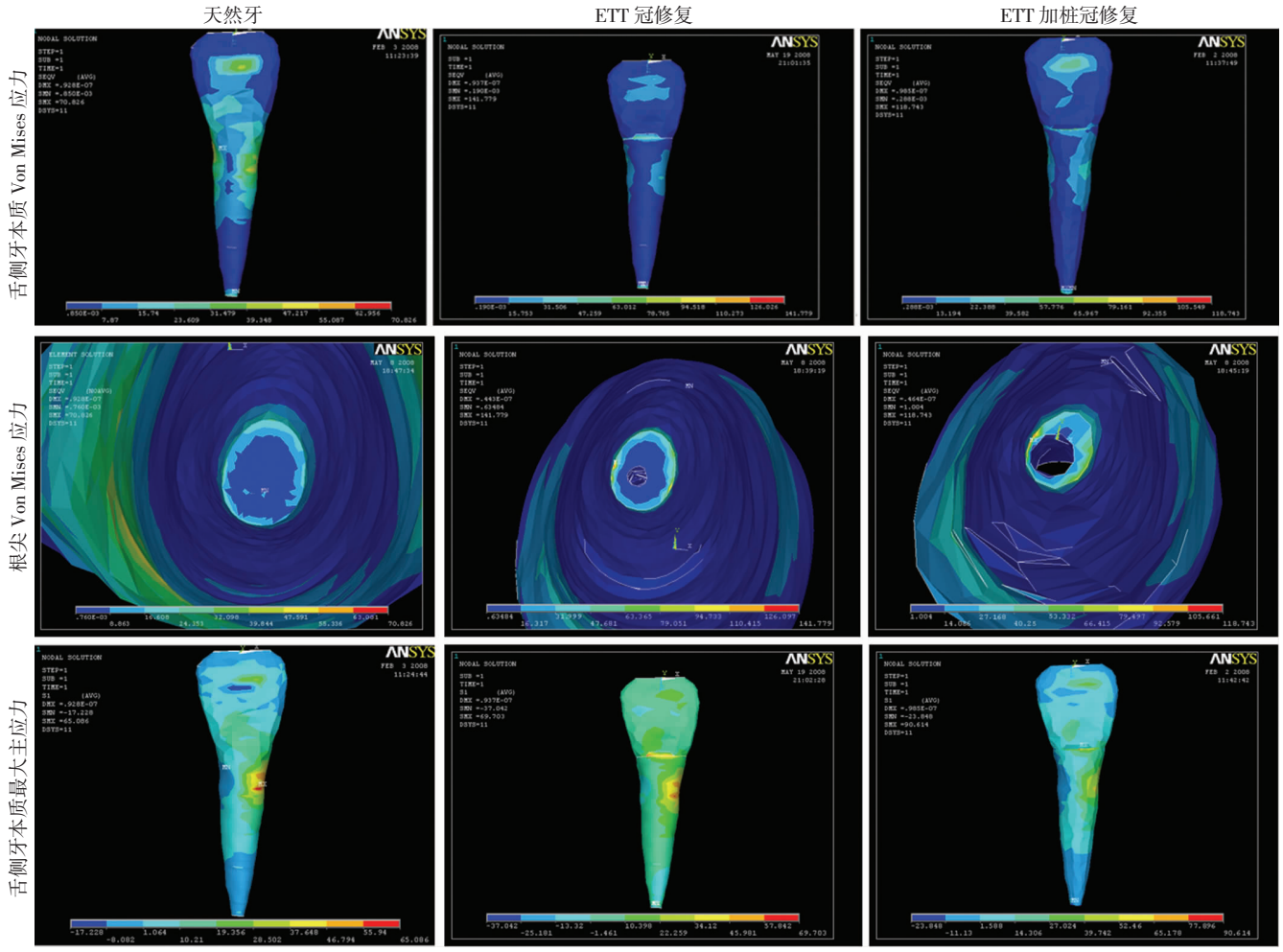


图 2　各模型牙本质 Von Mises 应力与最大主应力分布

2.2　牙本质内 Von Mises 应力及最大主应力的峰值

天然牙的 Von Mises 应力及最大主应力峰值较小,与之相比两个修复体模型的两种应力峰值均明显增大(表 1)。与全冠修复时剩余牙本质的应力峰值相比,加桩全冠修复时牙本质 Von Mises 应力峰值降低 16.25%,但是最大主应力增加了 30.00%(表 2)。

表 1　不同模型上颌中切牙牙本质内应力峰值的比较(MPa)

模型	Von Mises 应力	最大主应力
模型 1(天然牙)	70.826	65.086
模型 2(ETT 冠修复)	141.779	69.703
模型 3(ETT 加桩冠修复)	118.743	90.614

表 2　ETT 冠修复和 ETT 加桩冠修复上颌中切牙牙本质内应力峰值的比较

修复方式	Von Mises 应力(MPa)	降低率(%)	最大主应力(MPa)	增加率(%)
ETT 冠修复	141.779		69.703	
ETT 加桩冠修复	118.743	16.25	90.614	30.00

3　讨论

3.1　牙本质内 Von Mises 应力及最大主应力分布与峰值的比较

天然牙模型受力比较均匀,在根颈 1/3 出现应力集中区,两个修复体模型的两种应力均在舌侧颈缘和根尖出现高应力区。结果与 Zarone 等[8]桩核冠修复后应力改变的结果一致。分析原因是全冠修复后应力在牙本质和修复材料之间重新分布,冠、桩冠将载荷向根尖方向进行了传导,在牙颈部和根尖形成应力集中。颈缘处高应力区还可能由于牙体制备引起的几何形状突变、边缘锐边、高弹性模量材料包绕牙颈部所造成。根尖出现应力集中区可能与冠或桩冠修复后改变了天然牙的应力分布方式,加之根尖部牙体组织较少,使得锥形牙根的楔的作用比较明显对应力的分散作用较小所引起,高应力区转移到根尖孔,使其成为一个较薄弱的区域,根尖也会出现根折的情况。

天然牙的 Von Mises 应力及最大主应力峰值较小,与之相比两种修复体模型的两种应力峰值均明显

增大。Von Mises 应力表示材料承受的总体应力情况,应力集中区意味着该部位发生牙折的可能性较其他部位高,修复后避免牙体内应力的集中是控制牙根折裂的有效办法。模型 3 使用了玻璃纤维桩,桩承担了一些应力,使牙本质内 Von Mises 应力峰值比模型 2 降低 16.25%。但另一方面牙体组织是脆性材料承受拉力的能力较差,最大主应力反映材料内部一点不同方向的最大可能拉应力,牙体内最大拉应力对牙体强度的影响较大,一定程度的最大主应力峰值的降低对于防止牙体折裂有着重要的意义。与模型 2 相比,模型 3 的最大主应力增加了 30.00%,使牙齿在承受过大冲击时易发生折裂。从最大主应力角度分析缺损程度不大时,与加桩加冠相比,冠修复具有一定的优势。

3.2 上颌中切牙根管治疗后少量缺损最佳修复方式的选择

长期以来大多数医生都认为死髓牙脆性增大,抗折力下降[9]。很多临床医师认为根管治疗后需采用桩来提高牙齿强度,但是桩道的过度预备进一步减少了剩余牙本质、桩就位时过大的压力以及在牙本质和桩末端交界处产生应力改变等因素而导致牙根受力时易发生折裂。近年来桩的作用遭到质疑,有研究指出桩并不能增加牙体组织的强度,用桩修复的牙齿随着牙本质厚度的降低而增加牙根纵折发生的可能[10],这些研究提示临床上牙体修复时需慎重考虑是否需要加桩。现在有人认为根管治疗后前牙的抗折性能与活髓牙大致相同,牙髓取出后会削弱感觉神经的反馈机制,可能导致咀嚼过程中对牙体的保护作用减弱,引起根管治疗后受伤的机会增加[11],并不一定是由于牙体脆性的增大导致抗折力降低。研究发现在增强牙根抗折强度方面,剩余的健康牙本质是维持抗折强度的主要因素[12],远比牙根的修复技术重要得多,若牙体组织磨除过多不仅会降低牙体的抗折强度,同时还会降低其牙根的抗折强度[13-14]。过多的牙体预备以及增加固位的方法都可能削弱牙本质的抗折能力,有研究发现缺损很小的上前牙,其抗折力大于桩核修复体的抗折力,如果缺损大冠修复时再考虑桩修复[15]。本实验中模拟的是冠缺损范围较小的情况,当冠缺损较小时,牙体预备后剩余牙体可以满足冠的固位;另一方面通过应力分析提示加桩全冠修复比全冠修复时剩余牙本质的最大主应力增加了 30.00%,提示临床如果加桩再做冠修复会对后期的牙本质抗折有影响,同时还会增加患者治疗的过程和费用。综合上述分析认为根管治疗后上颌中切牙少量缺损全冠修复时桩是不必要的。本研究从生物力学角度为临床提供实验依据,基于理想状态的分析有待今后进一步研究证实。

参考文献:

[1] 孟庆飞, 陈丽娟, 孟箭. 不同桩核材质和牙本质肩领对前牙残根修复效果影响的临床研究[J]. 口腔医学研究, 2014, 30(7): 642-644,648.

[2] 陈红莉, 韩耀伦, 史洋. 粘固剂影响桩核冠修复上颌中切牙的应力分析[J]. 第三军医大学学报, 2013, 35(14): 1485-1488.

[3] 唐哲, 于金华, 张光东. 关于前牙根管治疗后修复问题的探讨[J]. 口腔医学, 2013, 33(3): 198-200.

[4] 袁坤, 李娜, 陈吉华. 根管治疗术后的牙根纵折[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2012, 22(11): 676-680.

[5] 赵铱民. 口腔修复学[M]. 7 版. 北京:人民卫生出版社, 2013: 96-97.

[6] Watanabe M U, Anchieta R B, Rocha E P, *et al*. Influence of crown ferrule heights and dowel material selection on the mechanical behavior of root-filled teeth: a finite element analysis[J]. J Prosthodont, 2012, 21(4): 304-311. DOI:10.1111/j.1532-849X.2011.00832.x

[7] 康成容, 魏素华, 张美超, 等. 纤维桩修复上颌中切牙的三维有限元研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2008, 26(4): 430-434.

[8] Zarone F, Sorrentino R, Apicella D, *et al*. Evaluation of the biomechanical behavior of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth: a 3D static linear finite elements analysis[J]. Dent Mater, 2006, 22(11): 1035-1044. DOI:10.1016/j.dental.2005.11.034

[9] 郑庄, 唐亮, 黎明庆. 活髓牙本质与无髓牙本质的力学性能比较[J]. 实用口腔医学杂志, 2006, 22(6): 755-758. DOI:10.3969/j.issn.1001-3733.2006.06.004

[10] Mireku A S, Romberg E, Fouad A F, *et al*. Vertical fracture of root filled teeth restored with posts: the effects of patient age and dentine thickness[J]. Int Endod J, 2010, 43(3): 218-225. DOI:10.1111/j.1365-2591.2009.01661.x

[11] Kalkan M, Usumez A, Ozturk A N, *et al*. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems[J]. J Prosthet Dent, 2006, 96(1): 41-46. DOI:10.1016/j.prosdent.2006.05.005

[12] Zogheib L V, Saavedra-Gde S, Cardoso P E, *et al*. Resistance to compression of weakened roots subjected to different root reconstruction protocols[J]. J Appl Oral Sci, 2011, 19(6): 648-654. DOI:10.1590/S1678-77572011000600018

[13] 郎小英, 李颂. 根管治疗与牙根抗折强度的关系[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2013, 23(11): 734-737.

[14] Taha N A, Palamara J E, Messer H H. Fracture strength and fracture patterns of root filled teeth restored with direct resin restorations[J]. J Dent, 2011, 39(8): 527-535. DOI:10.2341/13-006-L

[15] 裴延平, 林松杉. 纤维桩的临床应用[J]. 北京口腔医学, 2010, 18(6): 349-351. DOI:10.3969/j.issn.1006-673X.2010.06.019

(**收稿**:2015-06-21;**修回**:2015-07-20)

(编辑 张 维)