

牙根纵裂导致牙槽骨缺损的数字化模型重建与分析

王 雪^{1,2}, 祁 文², 吴大明², 刘 梅², 吴红梅², 孙志达^{2*}

¹南京医科大学口腔疾病研究江苏省重点实验室, ²南京医科大学附属口腔医院牙体牙髓病科, 江苏 南京 210029

[摘要] 目的:评价根尖周炎(apical periodontitis, AP)与牙根纵裂(vertical root fracture, VRF)导致的根尖周骨缺损形态的差异。方法:选取发生AP、VRF且伴有根尖周骨缺损的上下颌后牙的锥形束CT(cone-beam computed tomography, CBCT)资料,利用交互式医学图像控制系统(materialise's interactive medical image control system, Mimics)软件进行数字化模型重建并对骨缺损区定量分析,比较两组患牙的根尖孔水平面冠方的骨缺损体积占全部骨缺损体积的百分比。结果:两组体积比值有统计学意义($P < 0.05$)。当体积比值趋于1时,VRF的可能性大。结论:VRF导致的根尖周骨缺损主要位于患牙根尖孔水平面的冠方。对根尖周骨缺损的定量测量有助于VRF的正确诊断。

[关键词] 牙根纵裂;根尖周炎;锥形束CT;三维重建

[中图分类号] R783.3

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2018)12-1771-04

doi: 10.7655/NYDXBNS20181229

Digital model reconstruction and analysis of alveolar bone defect caused by vertical root fracture

Wang Xue^{1,2}, Qi Wen², Wu Daming², Liu Mei², Wu Hongmei², Sun Zhida^{2*}

¹Jiangsu Key Laboratory of Oral Diseases, ²Department of Endodontics, the Affiliated Stomatological Hospital of NMU, Nanjing 210029, China

[Abstract] **Objective:** To evaluate the difference of periapical bone defect morphology caused by apical periodontitis (AP) and vertical root fracture (VRF). **Methods:** Cone-beam computed tomography (CBCT) data of the maxillary and mandibular posterior teeth with AP and VRF and peripheral periapical defects were selected and reconstructed by Mimics software and quantitatively analyzed in the defect area. The percentage of bone defect volume above the level of the apical foramen of the two groups was calculated as the volume of the total bone defect. **Results:** The volume ratio between the two groups was statistically significant ($P < 0.05$). When the volume ratio tends to 1, the possibility of vertical root fracture is great. **Conclusion:** VRF-induced periapical bone defect is mainly located above the level of the apical foramen of the tooth. Quantitative measurement of the periapical bone defect contributes to the diagnosis of VRF.

[Key words] vertical root fracture; apical periodontitis; cone-beam CT; 3D reconstruction

[Acta Univ Med Nanjing, 2018, 38(12):1771-1774]

牙根纵裂(vertical root fracture, VRF)是指牙根发生部分或全部折裂,裂隙仅发生于牙根但不累及牙冠,可从牙根任何水平位开始。VRF贯通髓腔和牙周膜间隙,可同时侵犯牙体、牙髓和牙周组织^[1]。

VRF通常发生于前磨牙和磨牙,以下颌第一磨牙多见。VRF是一种病因复杂的非龋性牙体疾病,预后很差,常需要复杂的治疗,甚至拔牙^[2]。VRF的临床表现易与牙髓炎、根尖周炎(apical periodontitis, AP)混淆,因此对VRF的早期准确诊断可减少不必要的治疗。

目前临床上常用的检查VRF的影像学技术包括X线根尖片和锥形束CT(cone-beam computed tomography, CBCT)。早期的纵裂线通常不易被观察

[基金项目] 南京医科大学科技发展基金面上项目(2016 NJMU055)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: sunzhida@njmu.edu.cn

到,当VRF发生时间较长时,折裂片会发生移动^[3]。X线根尖片可观察到折裂影像,牙根周围骨质破坏严重,可出现日晕状透射影、与纵裂线末端相连的台阶状骨缺失、根分叉部位未明原因骨丧失以及牙槽骨弥散性稀疏^[4]。CBCT扫描比常规X线根尖片检查的准确率更高^[5-6],尤其是对根管内无充填物的患牙^[7-8],可以使用CBCT直观地观察到牙根折裂线^[9]。但对于仅有折裂线、无牙体组织明显移位或裂隙宽度小于扫描厚度的也很难确诊。目前,确诊牙根纵裂最可靠的手段是翻瓣检查,但翻瓣手术具有创伤性,临床无法普及。本实验基于CBCT影像学资料,研究VRF与AP导致根尖周组织缺损形态的差异,有望提高临床对VRF的早期诊断率。

1 对象和方法

1.1 对象

选择2015年12月—2017年3月,于南京医科大学附属口腔医院牙体牙髓病科就诊,临床和X线根尖片检查疑似发生VRF或AP的患牙,拍摄CBCT,并获取影像学资料。

纳入研究的VRF患牙必须满足以下条件:①通过拔除或翻瓣手术确诊为VRF;②拍摄的CBCT图像必须清晰。排除X线根尖片中折裂片明显分离移位的病例;排除伴有晚期牙周病、根分叉病变的患牙。牙根无纵裂但发生AP的患牙作为对照,排除伴有晚期牙周病、根分叉病变的患牙。

本实验VRF组及AP组均选取前磨牙和磨牙作为研究对象。VRF组46例,其中男25例,女21例,共48颗VRF患牙;AP组48例,其中男19例,女29例,共49颗AP患牙。经*t*检验,两组人员的性别组成无统计学差异。

1.2 方法

1.2.1 CBCT扫描

通过New Tom 5G(QR srl, Verona, 意大利)对患者进行扫描,扫描条件:电压110 kV,曝光时间为3.6~4.8 s,体素0.300 mm,视野8 cm×12 cm~18 cm×16 cm。所有操作均由专业放射科医生拍摄,数据以DICOM3.0格式保存。

1.2.2 CBCT影像分析

将数据导入交互式医学图像控制系统(materialise's interactive medical image control system, Mimics)软件(mimics medical 17.0×32.0, Materialise, 比利时),利用图像分割(segmentation)工具中的动态区域增长(dynamic region growing)及多层编辑(mul-

tiple slice edit)描绘病变区域轮廓:选取合适的像素值,设置固定的限制像素值,避免标记的区域范围超出病变区域。病变区域不包括牙周膜间隙和牙根。在病变周围皮质骨不连续的情况下,通过一条直线连接缺损的骨质边缘来划定界限。然后基于CBCT图像病变区域限定的边界,重建三维模型,观察VRF患牙和AP患牙病损区域的形状。使用Mimics软件进行体积评估,每个三维模型的体积记为V,由单位体积的体素乘以像素分割数目计算而来。在根尖孔水平面方向将体积分为两个部分,分别为根尖孔水平面冠方和根尖孔水平面根方的体积,而v代表根尖孔水平面冠方的骨缺损体积。由1名经过专业培训的测量人员对每个病例测量3次,取平均值计算v/V值。

1.3 统计学方法

采用SPSS软件(SPSS22.0, IBM Corp, Armonk, 纽约)进行统计分析, Mann-Whitney *U* 检验用来比较VRF组和AP组之间v/V值的统计学差异性。*P* ≤ 0.05为差异有统计学意义

2 结果

2.1 牙位分布特点

下颌第一磨牙最多,占38.2%,其次是上颌第一磨牙,占23.7%(表1)。

表1 VRF和AP组牙位分布
Table 1 Distribution of dental sites in VRF and AP groups

牙位	VRF(颗)	AP(颗)	合计[n(%)]
上颌前磨牙	5	9	14(14.4)
上颌第一磨牙	12	11	23(23.7)
上颌第二磨牙	9	1	10(10.3)
下颌前磨牙	3	3	6(6.2)
下颌第一磨牙	16	21	37(38.2)
下颌第二磨牙	3	4	7(7.2)
合计	48	49	97(100.0)

2.2 VRF的牙根分布

发生纵裂的牙根以上颌磨牙的腭根和下颌磨牙的近中根最为多见,其次是上颌磨牙的近颊根。

2.3 根管治疗情况

VRF组已行根管治疗13颗,占13.4%;AP组已行根管治疗15颗,占15.4%。

2.4 邻牙缺失情况

VRF组邻牙缺失共15颗,占31.25%,AP组邻牙缺失共8颗,占16.33%。

2.5 v/V 值

AP组 v/V 值分布于0.4~0.8, 中位数为0.75; VRF组的 v/V 值分布于0.8~1.0, 中位数为0.95(图1), 两组 v/V 值有统计学差异($P < 0.05$)。

2.6 Mimics 三维模型重建

利用 Mimics 三维重建右上第一前磨牙根尖周骨缺损模型, 患牙已行根管治疗, 外科拔除后显示牙根纵裂线位于牙根腭侧。图2所示为 Mimics 展示的部分 CBCT 数据及三维重建模型截图。在病变周围骨质不连续的情况下, 可以通过一条直线连接缺损的骨质边缘来划定缺损界限(图2A)。图中所示, 发生在患牙牙根中上段的骨缺损主要集中于牙根腭侧及远中邻面(图2B), 而位于根尖段的骨质缺损区, 患根的近远中及颊腭侧均发生骨缺损(图2C、

D)。重建的患牙骨缺损模型显示, 在根尖孔水平面冠方, VRF 造成的骨缺损主要集中于牙根的腭侧, 沿腭侧根折线分布(图2E)。

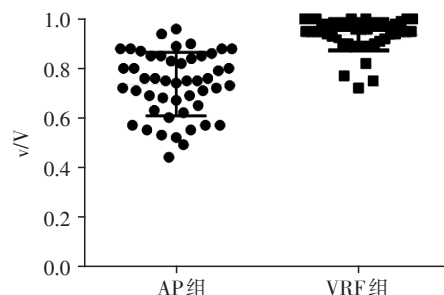
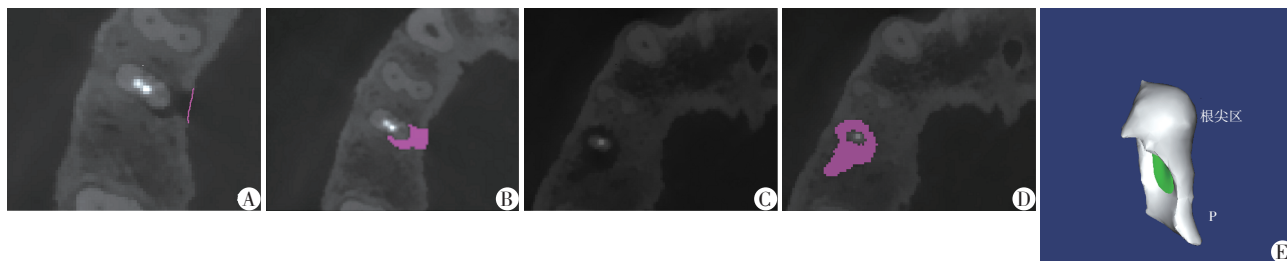


图1 AP组和VRF组 v/V值的分布

Figure 1 Distribution of v/V values for AP and VRF groups



A: 病变区不连续骨缺损的划定示意图; B: 患牙牙根中上段骨缺损示意图; C: 根尖段未划定骨缺损区的CBCT横断面截图; D: 根尖段根周骨缺损示意图(C、D为相同的CBCT横断面截图); E: 右上第一前磨牙 Mimics 三维重建模型图。

图2 Mimics 三维模型重建

Figure 2 Mimics 3D reconstruction model

3 讨论

本实验结果显示 VRF 多发生在承受咬合力最大的第一磨牙, 尤其是下颌第一磨牙的近中根。赵佳丽等^[10]通过对拔除的 27 颗 VRF 患牙研究显示磨牙近中根 VRF 的发生率较高, 分析其原因可能与牙根形态有关。下颌第一磨牙近中根多为颊舌径宽而近远中径窄的扁根, 有限元分析发现近中颊根管壁的应力最大。当受到与牙长轴方向呈 30° 偏纵向力时, 近中根根尖部根管壁出现较大的拉应力, 且集中于其颊舌中线部位^[11]。

目前大多数研究 VRF 的影响因素还是针对殆力因素, 有研究者应用 T-Scan III 咬合分析仪对 VRF 患者进行咬合特征分析显示, 不对称的殆力分布及异常的咬合关系是发生 VRF 的重要影响因素^[12]。邻牙存在对咬合应力有无分担或分散作用的研究较少, 本研究中单侧或双侧邻牙缺失的 VRF 患牙占 VRF 组的 31.25%。由于患牙的邻牙或对侧牙患病

或缺失, 使患侧牙齿咬殆力负担过重, 或者患牙咬殆面不均匀磨损, 形成高陡牙尖, 导致咬殆高点、应力集中, 从而引发 VRF。本研究发现 VRF 的患牙存在邻牙缺失的临床表现, 但邻牙缺失对 VRF 有无影响需进一步研究认证。

研究表明, 根管治疗的患牙发生 VRF 的原因以医源性因素为主, 包括牙体脆性增加、牙根的抗折能力削弱、侧向填压牙胶尖等^[13]。过度的根管预备使牙体组织过多丧失, 抗折能力下降, 发生 VRF 的风险也随之增加, 牙本质残留量与牙体强度直接相关^[14]。目前临床上大锥度的镍钛广泛运用, 根管预备锥度的增加破坏了过多的牙本质壁, 使牙本质产生微裂^[15], 降低了牙根的抗折性。Wilcox 等^[16]报道当根管扩大接近直径的 30% 时将出现隐裂线, 超过 40% 时将导致根折。本研究 VRF 组未行根管治疗的患牙占 71.2%, 大于已行 RCT 的患牙。这可能与本实验的样本量较少有关。

Mimics 作为数字化三维交互式医学影像控制

软件,是一套高度整合、易用的三维图像生成、编辑、处理软件^[17]。Mimics同时具有直接读取DICOM数据、简化的轮廓提取过程、快速精确建模等优点,可以有效地测量出骨缺损的体积。重建的三维模型可平移、缩放、任意平面切割、任意角度旋转,能直接清楚地显示三维立体形态^[18]。实验过程中将扫描的CBCT二维数据利用图像导入(import images)功能导入Mimics软件中,利用图像分割,划定牙槽骨特定区域,重建局部或整体的三维数字模型,并进行分析。可以定量测量划定区域的体积大小,直观、立体地比较牙槽骨特定区域的形态差异。

研究通过Mimics构建VRF导致的牙槽骨缺损的数字化模型,形态学上发现VRF位于根尖孔水平面冠方的骨缺损区主要沿牙根折裂线分布,而AP位于根尖孔水平面冠方的骨缺损呈球形弥散性分布于牙根四周。定量分析VRF和AP导致的根尖周骨缺损区的体积,结果发现VRF组 v/V 值的中位数为0.95,AP组比值的中位数为0.75,两组 v/V 值有统计学差异($P < 0.05$)。Komatsu等^[19]通过研究对32例前牙和前磨牙的研究显示,当 v/V 值 < 0.53 时,可以排除VRF的可能,对疑似VRF的患牙,若 v/V 值 > 0.53 时,需考虑存在VRF。本实验的研究结果显示VRF组的 v/V 值集中分布于0.8~1.0,且当体积比值趋于1时,发生VRF的可能性越大,所以对可疑发生VRF的患牙,若 v/V 值位于0.8~1.0时,需考虑存在VRF,这可能与发生VRF的患牙造成的骨损区主要沿牙根折裂线分布有关。临床上,对疑似VRF的早期患牙,若无明显根尖周骨缺损,由于无法计算 v/V 值,尚不能运用本实验结果来辅助诊断;对疑似VRF且造成明显骨缺损的患牙,利用CBCT数据分析 v/V 值,可以辅助临床诊断。

因VRF导致的根尖周病变的CBCT图像与AP导致的相比形态有不同,通过数字化模型,可以直观观察造成的缺损与牙根的位置关系及形态学特点,对没有明显移位的VRF提供新的诊断依据。

[参考文献]

[1] 王青,苏林旺. 牙根纵裂的临床研究及病因分析[J]. 山东大学学报, 2009, 47(3): 56-62

[2] Koichi Y, Koji I, Masahiko K, et al. Prevalence of vertical root fracture as the reason for tooth extraction in dental clinics[J]. Clin Oral Invest, 2015, 19: 1405-1409

[3] 樊明文. 牙体牙髓病学[M]. 4版. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 154-155

[4] 栾徐岩, 杨巫山. 牙根纵裂的诊治新进展[J]. 滨州医学

院学报, 2013, 36(3): 207-208

[5] 魏婷, 吴友农, 王晶艳, 等. 锥形束CT与数字化牙片诊断牙根纵裂的比较[J]. 口腔医学, 2015, (6): 449-451, 472

[6] 张瑞鑫, 陈永丰. 牙根纵裂的数字化影像学辅助诊断[J]. 中国现代医学杂志, 2015, 25(1): 66-68

[7] Talwar S, Utneja S, Nawal RR, et al. Role of cone-beam computed tomography in diagnosis of vertical root fractures: A systematic review and meta-analysis[J]. J Endod, 2016, 42(1): 12-24

[8] Wilton Mitsunari Takeshita, Lilian Cristina Vessoni Iwaki, Mariliani Chicarelli da Silva, et al. Comparison of periapical radiography with cone beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures in teeth with metallic post[J]. J Conserv Dent, 2014, 17(3): 225-229

[9] Erdogan F, Semanur D, Mehmet I, et al. In vitro detection of dental root fractures with cone beam computed tomography(CBCT)[J]. Iran J Radiol, 2014, 11(1): e11485

[10] 赵佳丽, 孙克勤. 牙根纵裂临床诊治探讨[J]. 全科口腔医学杂志, 2017, 4(1): 38-40

[11] 高国宁, 王国友, 宋继武, 等. 下颌第一磨牙牙合面磨耗近中根受力影响的三维有限元分析[J]. 上海口腔医学, 2016, 25(2): 162-166

[12] 常晓荣, 齐俊丽, 耿瑶, 等. T-Scan III应用于牙根纵裂患者咬合特征分析的初步研究[J]. 口腔医学研究, 2017, 33(2): 202-206

[13] 汤楚华. 根纵裂诊治的思考[J]. 中华老年口腔医学杂志, 2014, 1(12): 59

[14] Lertchirakarn V, Timyam A, Messer HH. Effects of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth[J]. J Endod, 2002, 28(3): 217-219

[15] 王全禹, 薛明. 镍钛器械根管预备对牙本质微裂的影响及预防[J]. 中国实用口腔科杂志, 2017, 10(4): 207-211, 216

[16] Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture[J]. J Endod, 1997, 23(8): 533-534

[17] 刘琦, 魏小二, 邹德荣, 等. Mimics软件在髁突体积和表面积测量中的应用[J]. J Oral Sci Res, 2017, 33(4): 404-408

[18] 王娇, 刘洋, 张晓玲, 等. Mimics软件在医学图像三维重建中的应用[J]. 医疗卫生装备, 2015, 36(2): 115-118

[19] Komatsu K, Abe Y, Yoshioka T, et al. Differential diagnosis of vertical root fractures using reconstructed three-dimensional models of bone defects[J]. Dento Maxillo Facial Radiology, 2014, 43(8): 2014-2056

[收稿日期] 2018-04-03