

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.02.047

基于锥形束CT的牙槽骨骨开裂和骨开窗的研究进展

叶颖^{1,2}, 徐国强^{1,2}

[1. 新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)口腔修复种植科, 新疆 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆维吾尔自治区口腔医学研究所, 新疆 乌鲁木齐 830054]

[摘要] 牙槽骨由硬骨板、皮质骨和松质骨构成, 健康的牙槽骨有利于维持牙列的完整性, 若牙槽骨的完整性被破坏, 则会导致患者的咀嚼功能下降、咀嚼效率降低, 造成口颌系统稳定性受损。骨开裂和骨开窗也是一种常见的牙槽骨缺损形式, 在行牙科治疗前对牙槽骨缺损的评估具有重要意义。随着影像学技术的发展及锥形束CT(CBCT)的出现, 影像技术实现了从二维平面到三维立体的转变, 可以更加清晰立体地呈现出牙与牙、牙与颌骨间的解剖关系, 有利于提高自然人群中骨开裂骨开窗诊断准确率。本文主要对基于锥形束CT的牙槽骨骨开裂和骨开窗的研究进展作一综述, 以期临床开展更加完善的正畸及种植治疗提供参考及指导。

[关键词] 锥形束CT; 牙槽骨缺损; 骨开裂; 骨开窗

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)02-0195-04

Research Progress of Alveolar Bone Dehiscence and Fenestration Based on Cone Beam CT

YE Ying^{1,2}, XU Guoqiang^{1,2}

[1. Department of Prosthodontics and Implantology, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University (Affiliated Stomatological Hospital), Urumqi 830054, Xinjiang, China;

2. Stomatological Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830054, Xinjiang, China]

[Abstract] The alveolar bone consists of lamina dura, cortical bone and cancellous bone. Healthy alveolar bone is conducive to maintaining the integrity of dentition. If the integrity of alveolar bone is destroyed, it will lead to the decrease of masticatory function and masticatory efficiency, resulting in the damage of oral and maxillofacial system stability. Bone dehiscence and fenestration are common forms of alveolar bone defects, and it is important to evaluate alveolar bone defects before dental treatment. With the development of imaging technology and the emergence of cone beam CT (CBCT), imaging technology has realized the transformation from two-dimensional plane to three-dimensional space, which can more clearly and stereoscopically present the anatomic relationship between teeth and teeth, teeth and jaw, and is conducive to improving the diagnostic accuracy for bone dehiscence and fenestration in natural population. This article mainly reviews the research progress of alveolar bone dehiscence and fenestration based on cone beam CT, in order to provide reference and guidance for more perfect orthodontics and implant treatment in clinic.

[Key words] Cone beam CT; Alveolar bone defects; Bone dehiscence; Bone fenestration

骨开裂(bone dehiscence)和骨开窗(bone fenestration)的病因可能与牙根弯曲度、咬合创伤、牙齿位置、咬合力的方向和咬合运动有

关^[1]。因血流变化导致细胞因子等物质的释放, 最终引起细胞死亡以及破骨细胞对骨组织的重吸收, 从而产生骨缺损, 常发生骨开窗骨开裂的牙

第一作者: 叶颖(1997.12-), 女, 四川绵阳人, 硕士研究生, 主要从事口腔修复种植方面研究

通讯作者: 徐国强(1980.6-), 男, 山东昌邑人, 硕士, 主任医师, 副教授, 主要从事口腔修复种植方面研究

齿是上下颌切牙、上颌尖牙、上颌前磨牙和上颌磨牙。这虽不属于病理性的表现,但牙槽骨缺损最终会影响牙科治疗,如种植手术,牙周手术,正畸治疗等,因此在制定临床治疗计划时必须慎重考虑。常用的二维(2D)模式包括咬合翼片、全景X线摄影,均有各自局限性,受到解剖结构影像重叠、标准化困难及低估骨缺损大小和发生率的限制^[2]。研究表明^[3],CBCT在骨缺损检测和分类方面的灵敏度为80%~100%,CBCT对骨开裂骨开窗的诊断结果优于常规使用的二维X线片。本文通过对影像学技术的发展、牙槽骨缺损的类型及影响、牙槽骨缺损的发生率 and 治疗方法进行综述,旨在为有效预防及控制口腔正畸及修复种植等诊疗过程中牙周疾病的发生风险提供一定参考。

1 影像技术的发展

1982年出现了可以用于口内的X线摄影——第一代DR设备RVG,与传统胶片相比,辐射剂量只有其十分之一。1996年,曲面体层成像问世,其基于数字化投照技术。CBCT机于2001年被正式开始应用于口腔临床的疾病诊疗。口内牙科X线机具有价格低廉和结构简易等特点,但其所反映的牙槽骨的破坏程度往往比实际情况要小,加上拍摄角度、冲洗时间及曝光时间可复性很差,未能准确判断牙槽骨变化情况^[4]。但传统的X线片相比,数字化根尖片在诊断牙周炎方面并无优势。口腔曲面体层X线机具有图像清晰、存储方便、工作效率高等优点,可以一次性获得全口牙齿的2D图像,全面展示出全牙列的咬颌关系,在临床上可用于牙周疾病、牙体牙髓病、牙槽骨缺损等的诊断。有研究表明^[5],由于投影误差或观察者误差,口内X线摄影低估了牙槽骨缺损。漏斗形或舌侧牙槽骨缺损无法检测,颊侧骨板的破坏可能无法诊断或无法与舌侧骨缺损相区分,而CBCT的使用提供了高度的信息价值。CBCT在临床实践中的应用提供了许多潜在的优势,包括更易获得图像、图像精度高、伪影减少及有效辐射剂量较低。

2 牙槽骨缺损的类型及影响

牙槽骨缺损是指完整结构的牙槽骨遭到破

坏,包括轴位、矢状位和冠状方向上的不连续的骨组织结构。骨缺损方式分为水平型骨缺损、垂直型骨缺损、凹坑状骨缺损。根据缺损位置可分为颊舌侧骨缺损、近远中骨缺损和混合型骨缺损^[6]。还有一种常见的牙槽骨缺损形式——骨开裂和骨开窗。骨开裂是指牙齿的唇颊侧或舌腭侧的牙槽骨缺损呈“V”型,直达牙槽嵴顶。骨开窗是指牙齿的唇颊侧或舌腭侧部分牙槽骨缺如^[7]。骨开裂、骨开窗、牙槽骨的高度厚度不足及牙槽骨密度低可产生许多不良临床影响。Alroomy R^[8]发现,出现根尖骨开窗的牙齿根管治疗后可表现为根尖区触诊疼痛或持续疼痛。Nowzari H等^[9]发现当唇颊舌侧牙槽骨厚度低于2 mm或者存在倒凹,可能会造成种植术后立即出现骨开窗骨开裂和软组织退缩的风险。Suteerapongpun P等^[10]研究发现,I类错殆可能影响腭侧牙槽骨骨厚度,在此类人群的腭侧区域放置临时支抗装置或微螺钉种植体时应当更加慎重。Shafizadeh M等^[11]发现,软组织厚度和硬组织厚度之间的相关性,在存在较厚牙周表型的情况下,会出现更厚的牙槽骨,而在出现牙龈退缩的情况下会发现骨厚度较薄。在正畸治疗后易导致牙槽骨骨开窗与骨开裂的患者,通常存在牙根粗大远离牙槽骨中轴线、牙槽突窄、唇颊舌腭侧骨板较薄、牙槽骨进行性缺失等解剖因素^[12]。种植体周围骨开裂与骨开窗的发生率高达7%。牙槽骨缺损通常与附着龈狭窄、系带附着高、牙齿唇颊侧异位有关^[13]。

3 牙槽骨缺损的发生率及治疗方法

Sun L等^[14]使用CBCT观察了732颗上、下前牙,其中牙槽骨开裂发生率为27.46%,骨开窗发生率为26.91%,牙槽骨缺损发生率为48.91%;下颌尖牙骨开裂的患病率最高,上颌侧切牙骨开窗患病率最高;骨缺损以上颌侧切牙患病率最高(71.31%),上颌中切牙最低(16.39%)。Kajan ZD等^[15]对伊朗人群进行流行病学调查,研究共包括216张图像,1189颗牙齿,骨开窗和骨开裂的发生率分别为17.6%和3.9%,其中上颌骨开窗更为普遍。病变在颊侧骨表面更常见(80%~92.5%)。约85.9%的骨开窗发生在顶端根

部1/3处,而骨开裂在颈部1/3处的患病率最高。女性骨开窗和骨开裂的发生率高于男性。这些病变在各年龄组之间无显著差异。Choi JY等^[16]选取了包括56个治疗前CBCT样本,发现成人中后牙反𪙇者骨缺损发生率明显高于非反𪙇者,后牙反𪙇者骨开裂发生率高于非反𪙇者;第一前磨牙的骨开裂率高于其他后牙,上颌后牙的骨开窗率高于下颌后牙;上颌后牙中,第二前磨牙骨开窗最少;与无后牙反𪙇的受试者相比,有后牙反𪙇的成人受试者在后牙区的总体骨缺损和骨开裂的患病率更高。Nalbantoğlu AM等^[17]研究了300颗上颌前牙图像,其中骨开窗率和骨开裂率分别为35.66%和20%;年龄>65岁者骨开窗发生率较高且骨开窗在上颌尖牙中更常见,达到根长2/3者占比为46.76%,达到根长1/3者占比为44.84%,达到整个根长的骨开窗率为8.4%,大多数骨开裂(63.3%)涉及根长的1/3,涉及根长2/3和整个根的裂开率分别为5%和9.95%,骨开窗和骨开裂共存率为8.3%。

当骨开窗、骨开裂为非医源性或者为<3 mm的医源性骨开裂、骨开窗,若无临床症状,且不妨碍口腔治疗,可不予处理,因为其缺损小,骨的负载能力大,骨折的风险小^[18]。对于薄生物型牙龈、牙槽骨骨量少的患者,或存在骨开窗、骨开裂等牙槽骨缺损情况的患者,其牙根与唇颊侧皮质骨距离很近或是紧密贴合或者穿透皮质骨,无法进行常规正畸治疗,影响牙周健康,可行牙槽骨增量骨皮质切开术,扩大正畸治疗的适应证^[19, 20]。选择性牙槽骨皮质切开伴骨移植术,即牙周加速成骨正畸(PAOO)^[21],是指使用口腔颌面外科中的小型微创手术选择性的去除骨缺损牙根周围骨皮质,并将可吸收植骨材料植入骨缺损区,保证牙周组织的完整性、增加牙槽骨骨量,并达到正畸治疗中牙齿快速移动目标的实现。近年来,动物及临床实验证实^[22],混合法植骨(即通过将局部刮取的微量自体骨与无机牛骨基质Bio-Oss混合后植入,并在表面覆盖阻挡细胞长入的生物膜修复骨缺损区)可使人工骨与成骨细胞、间充质细胞充分接触,进而能够促进骨的形成及愈合。临床上常用植骨材料与生物膜联合引导骨再生,最

新的技术还采用骨诱导支架取代当前的生物材料,实现缺损区快速成骨及骨再生^[23]。在1997年Kristiansen TK等^[24]发现低强度非热性脉冲超声波能使桡骨骨折的愈合时间缩短。低强度脉冲超声是一种可以产生高频声压波在人体器官内传递的机械能,能够通过信号转导,使基因表达得到提高,改善血流量,促进骨折愈合,从而缩短治疗时间。杨霁^[25]采用LIPUS技术与Bio-Gide胶原膜联合使用有效促进修复Beagle犬尖牙的牙周骨开窗,结果证明该技术可以增加新生牙槽骨的质与量,LIPUS具有选择性的使人牙龈成纤维细胞分化增强的能力,能够促进牙周组织的生长功能从而使牙周组织的修复时间缩短,进而使牙槽骨缺损修复时间缩短。

4 总结

随着影像学技术的发展,CBCT技术在口腔医学中的应用也越来越广泛,其对骨开裂、骨开窗等牙槽骨缺损的评估的精准性也日益提高。虽然CBCT图像测量结果可能受到软组织、修复体等因素的干扰,在临床应用中,还应考虑到这些潜在因素的影响。大多数研究均支持CBCT测量牙槽骨骨高度和骨厚度的精确性和可靠性,可将CBCT作为评估牙槽骨骨缺损的重要手段,以指导临床工作、确定手术及治疗方案。牙槽骨缺损的发生率因种族、性别、年龄、牙位不同存在一定差异,目前我国,不同性别、民族等人群牙槽骨缺损的差异也有待进一步研究探索。

[参考文献]

- [1]Henneman S,Von den Hoff JW,Maltha JC.Mechanobiology of tooth movement[J].Eur J Orthod,2008,30(3):299-306.
- [2]Li G,Engström PE,Welander U.Measurement accuracy of marginal bone level in digital radiographs with and without color coding[J].Acta Odontol Scand,2007,65:254-258.
- [3]Song D,Shujaat S,de Faria Vasconcelos K,et al.Diagnostic accuracy of CBCT versus intraoral imaging for assessment of peri-implant bone defects[J].BMC Med Imaging,2021,21(1):23.
- [4]张庆.X射线成像技术在口腔临床中的应用[J].中国医疗设备,2019,34(11):161-164.

- [5]Gholampour A,Mollaei M,Ehsani H,et al.Evaluation of the accuracy of cone beam computed tomography (CBCT) in the detection of peri-implant fenestration[J].BMC Oral Health,2024,24(1):922.
- [6]Rugani P,Weingartner K,Jakse N.Influence of the Tube Angle on the Measurement Accuracy of Peri-Implant Bone Defects in Rectangular Intraoral X-ray Imaging[J].J Clin Med,2024,13(2):391.
- [7]李晋蒙,李笑班,张健.复杂牙槽骨缺损临床解决方案的探索与思考.中国口腔种植学杂志,2022,27(5):285-291
- [8]Alroomy R.Apical fenestration in endodontically treated teeth: A report of two cases[J].Niger J Clin Pract,2021,24(7):1092-1095.
- [9]Nowzari H,Molayem S,Chiu CH,et al.Cone beam computed tomographic measurement of maxillary central incisors to determine prevalence of facial alveolar bone width ≥ 2 mm[J].Clin Implant Dent Relat Res,2012,14(4):595-602.
- [10]Suteerapongpun P,Wattanachai T,Janhom A,et al.Quantitative evaluation of palatal bone thickness in patients with normal and open vertical skeletal configurations using cone-beam computed tomography[J].Imaging Sci Dent,2018,48(1):51-57.
- [11]Shafizadeh M,Amid R,Tehranchi A,et al.Evaluation of the association between gingival phenotype and alveolar bone thickness:A systematic review and meta-analysis[J].Arch Oral Biol,2022,133:105287.
- [12]Cha C,Huang D,Kang Q,et al.The effects of dehiscence and fenestration before orthodontic treatment on external apical root resorption in maxillary incisors[J].Am J Orthod Dentofacial Orthop,2021,160(6):814-824.
- [13]Jepsen K,Sculean A,Jepsen S.Complications and treatment errors related to regenerative periodontal surgery[J].Periodontol 2000.2023,92(1):120-134.
- [14]Sun L,Mu C,Chen L,et al.Dehiscence and fenestration of Class I individuals with normality patterns in the anterior region:a CBCT study[J].Clin Oral Investig,2022,26(5):4137-4145.
- [15]Kajan ZD,Seyed Monir SE,Khosravifard N,et al.Fenestration and dehiscence in the alveolar bone of anterior maxillary and mandibular teeth in cone-beam computed tomography of an Iranian population[J].Dent Res J (Isfahan),2020,17(5):380-387.
- [16]Choi JY,Chaudhry K,Parks E,et al.Prevalence of posterior alveolar bony dehiscence and fenestration in adults with posterior crossbite:a CBCT study[J].Prog Orthod,2020,21(1):8.
- [17]Nalbantoğlu AM,Yanik D.Fenestration and dehiscence defects in maxillary anterior teeth using two classification systems[J].Aust Dent J,2023,68(1):48-57.
- [18]Mari R,K R,Valiathan M,et al.Accelerating the Orthodontic Treatment Using Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics (PAOO):A Periodontic-Orthodontic Interrelationship[J].Cureus,2024,16(6):e62216.
- [19]王黎.不同垂直骨面型骨性III类成人患者中切牙牙槽骨形态的CBCT研究[D].兰州:兰州大学,2023.
- [20]朱磊,刘庆成,于洪波.牙槽骨增量骨皮质切开后2种植骨材料成骨的影像学分析[J].中国口腔颌面外科杂志,2021,19(6):525-530.
- [21]陈斌,闫福华.牙周辅助加速成骨正畸治疗:历史、原理、临床应用和展望[J].口腔疾病防治,2023,31(1):2-9.
- [22]van Oirschot B,Mikos AG,Liu Q,et al.Fast Degradable Calcium Phosphate Cement for Maxillofacial Bone Regeneration[J].Tissue Eng Part A,2023,29(5-6):161-171.
- [23]王冰倩.MOF诱导生物矿化高分子支架材料的制备及促进骨再生的应用基础研究[D].武汉:华中科技大学,2021.
- [24]Kristiansen TK,Ryaby JP,McCabe J,et al.Accelerated healing of distal radial fractures with the use of specific,low-intensity ultrasound.A multicenter,prospective,randomized,double-blind,placebo-controlled study[J].J Bone Joint Surg Am,1997,79(7):961-973.
- [25]杨霖.LIPUS联合GBR术促Beagle犬尖牙牙周“骨开窗”模型修复效应初步研究[D].重庆:重庆医科大学,2010.

收稿日期: 2024-12-16 编辑: 扶田