论　著

螺旋CT及三维重建技术诊断颌面部骨折的价值观察*

赵　媛*　林　楠　钟克涛
叶克强
郑州大学附属郑州中心医院(郑州市中心医院)口腔颌面外科 (河南 郑州 450000)

【摘要】**目的** 探究螺旋CT及三维重建技术诊断颌面部骨折的价值观察。**方法** 回顾性分析2021年6月至2023年12月收治的109例疑似颌面部骨折患者的临床资料。将手术检查结果作为诊断“金标准”，统计分析螺旋CT及三维重建技术诊断颌面部骨折以及骨折部位的检出率及诊断效能。**结果** 手术检查结果显示，此次109例疑似颌面部骨折患者中确诊患者89例；以手术检查结果为“金标准”，CT平扫常规轴位阅片以及螺旋CT三维重建技术诊断颌面部骨折的Kappa值分别为0.528、0.730；经手术结果发现，89例确诊患者，单发骨折42例，多发骨折47例，共有201处骨折，其中下颌骨骨折、上颌骨骨折、颧骨骨折最为常见，螺旋CT三维重建技术对于骨折部位的检出率为92.54(186/201)，CT平扫常规轴位阅片的检出率为82.09(165/201)。**结论** 螺旋CT及三维重建技术对颌面部骨折的诊断及治疗有较高的指导意义，术前应用三维重建值得临床推广。

【关键词】颌面部骨折；螺旋CT；三维重建技术；诊断效能
【中图分类号】R683
【文献标识码】A
【基金项目】河南省医学科技攻关计划项目(LHGJ20220871)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.056

Value of Spiral CT and Three-dimensional Reconstruction Technology in Diagnosing Maxillofacial Fractures*

ZHAO Yuan*, LIN Nan, ZHONG Ke-tao, YE Ke-qiang.
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the value of spiral CT and three-dimensional reconstruction technology in the diagnosis of maxillofacial fractures. ***Methods*** The clinical data of 109 patients with suspected maxillofacial fractures admitted from June 2021 to December 2023 were retrospectively analyzed. The surgical examination result was used as the gold standard for diagnosis, and the detection rate and diagnostic efficiency of spiral CT and three-dimensional reconstruction technology in the diagnosis of maxillofacial fractures and fracture sites were statistically analyzed. ***Results*** Surgical examination showed that 89 cases were confirmed among the 109 patients with suspected maxillofacial fractures. With surgical examination result as the gold standard, the Kappa values of conventional CT plain scan and spiral CT three-dimensional reconstruction in diagnosing maxillofacial fractures were 0.528 and 0.730 respectively. The surgical results found that among the 89 confirmed patients, there were 42 cases of single fractures and 47 cases of multiple fractures, with a total of 201 fractures, among which mandibular fractures, maxillary fractures and cheekbone fractures were the most common. The detection rate of spiral CT three-dimensional reconstruction technology for fracture sites was 92.54% (186/201), and the detection rate of conventional axial reading of CT plain scan was 82.09% (165/201). ***Conclusion*** Spiral CT and three-dimensional reconstruction technology can have high guiding significance for the diagnosis and treatment of maxillofacial fractures. Preoperative application of three-dimensional reconstruction is worthy of clinical promotion.

Keywords: Maxillofacial Fractures; Spiral CT; Three-dimensional Reconstruction Technology; Diagnostic Efficiency

颌面部解剖结构复杂，颌面部骨折是创伤患者最常见的损伤之一，占面部骨折的56.9%，常见原因是摩托车事故、人际暴力、高空坠落、运动、工业/工作相关事故等[1]。颌面部骨折伴随不同程度的物理、结构和美观损伤，受骨折部位形态异常、重叠作用影响，其诊断和治疗是一项挑战[2]，治疗的目的是稳定和恢复三维面部骨骼解剖结构，并为正常的咀嚼功能以及上覆面部软组织的功能和外观提供骨骼支持，未经治疗的下颌骨骨折可能导致面部畸形并影响咀嚼功能[3]。因此影像学可视化关键解剖结构的受累对于分类创伤和随后应用差异化治疗策略至关重要。计算机断层扫描(CT)成像消除了传统放射成像中可能出现的图像叠加现象，为诊断和治疗计划提供了特定区域的详细信息，但是常规CT只能依靠间接征象来判断骨髓及软组织损伤，临床检出率较差[4]。多层螺旋CT(MSCT)具有操作简便、临床诊断准确率高的优点，是目前诊断隐匿性骨折的常用影像学检查方法[5]。随着CT硬件仪器的不断进步，CT图像重建理论也经历了一系列的革命，三维重建技术的进步，可以帮助临床医生更快、更准确地在CT图像中检测骨折疾病，以便进行早期管理，降低治疗成本[6]。本研究主要分析使用螺旋CT及三维重建技术对颌面部骨折的诊断效能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年6月至2023年12月收治的109例疑似颌面部骨折患者的临床资料。其中男性68例，女性41例，年龄22~61岁，平均年龄(46.58±5.24)岁，病程1~5 d，平均病程(1.51±0.24)d，致伤原因：道路交通事故68例、摔伤29例、高空坠落5例，打击伤7例。

纳入标准：临床表现为颌面部疼痛、肿胀、张口困难；均进行手术检查；均进行螺旋CT及三维重建技术；年龄≥18岁；临床资料完整。排除标准：有相关影像学检查禁忌证；合并其他严重器质性疾病；身体其他部位多发骨折；既往有颌面部手术史。

1.2 检查方式 采用飞利浦MSCT扫描仪(国药准字20183303600)，扫描范围确定为颅顶至颌下，设定层厚2.5 mm，重建间隔0.5 mm，管电压120 KV，管电流220 mA。扫描结束后原始数据重建层距0.3 mm，层厚0.5 mm，矩阵512×512，扫描时间1.0 s，间距1.5 mm。将采集的原始横断面CT图像传输至飞利浦Brilliance Workspace 2.0工作站进行三维重建，包括多平面重建(MPR)、表面阴影法重建(SSD)和容积成像法(VR)、最大密度投影(MIP)，重建参数设置如下：软组织窗宽和窗位分别为240 Hu~300 Hu，30 Hu~40 Hu；骨窗窗宽为1000 Hu~1500 Hu。

1.3 观察指标 以手术检查结果作为“金标准”，计算螺旋CT平扫、螺旋CT三维重建技术对骨折及骨折部位的诊断性能：特异性=真阴性/(真阴性+假阳性)×100%。敏感度=真

【第一作者】赵　媛，女，副主任医师，主要研究方向：唾液腺肿瘤的临床研究。E-mail：15903646190@163.com
【通讯作者】赵　媛

阳性/(真阳性+假阴性)×100%。阴性预测值=真阴性/(真阴性+假阴性)×100%。阳性预测值=真阳性/(真阳性+假阳性)×100%。

1.4 统计学方法 使用SPSS 26.0进行分析，计量资料以($\bar{x}\pm s$)的形式说明，行t检验；计数资料以[例(n)]的形式说明，行χ^2检验，根据贝叶斯定律计算敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值，通过Kappa检验来衡量螺旋CT及三维重建技术与手术检查结果的一致性，$P<0.05$表示差异显著。

2 结 果

2.1 螺旋CT三维重建技术诊断结果 手术检查结果显示，此次109例疑似颌面部骨折患者中确诊患者89例，20例非颌面部骨折。以手术检查结果为“金标准”，CT平扫常规轴位阅片以及螺旋CT三维重建技术诊断颌面部骨折的Kappa值分别为0.528、0.730，见表1、2。

表1 螺旋CT平扫及螺旋CT三维重建技术诊断结果[例(n)]

		手术检查结果		合计
		阳性	阴性	
CT平扫常规轴位阅片	阳性	80	7	87
	阴性	9	13	22
	合计	89	20	109
螺旋CT三维重建技术	阳性	84	4	88
	阴性	5	16	21
	合计	89	20	109

表2 螺旋CT平扫及螺旋CT三维重建技术在颌面部骨折诊断中的效能分析[例(n/m)]

诊断方法	敏感度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
CT平扫常规轴位阅片	89.89(80/89)	65.00(13/20)	85.32(93/109)	91.95(80/87)	59.09(13/22)
螺旋CT三维重建技术	94.38(84/89)	80.00(16/20)	91.74(100/109)	95.45(84/88)	76.19(16/21)

2.2 螺旋CT平扫及螺旋CT三维重建技术在颌面部骨折部位诊断 经手术结果发现，89例确诊患者，单发骨折42例，多发骨折47例，共有201处骨折，其中下颌骨骨折、上颌骨骨折、颧骨骨折最为常见，螺旋CT三维重建技术对于颌面部骨折部位的检出率为92.54(186/201)，CT平扫常规轴位阅片的检出率为82.09(165/201)，见表3。

2.3 典型病例 见图1A-1D。

表3 不同技术在颌面部骨折扫描的骨折部位[(n)%]

骨折部位	手术结果	CT平扫常规轴位阅片	螺旋CT三维重建技术
下颌骨骨折	55(27.36)	47(28.48)	51(27.42)
上颌骨骨折	46(22.89)	38(23.03)	42(22.58)
颧骨骨折	37(18.41)	29(17.58)	33(17.74)
眼眶壁骨折	25(12.44)	17(10.30)	22(11.83)
鼻骨骨折	17(8.46)	15(9.09)	15(8.06)
筛骨骨折	11(5.47)	9(5.45)	12(6.45)
眉骨骨折	7(3.48)	6(3.64)	6(3.23)
蝶骨骨折	3(1.49)	4(2.42)	5(2.69)
合计	201	165	186

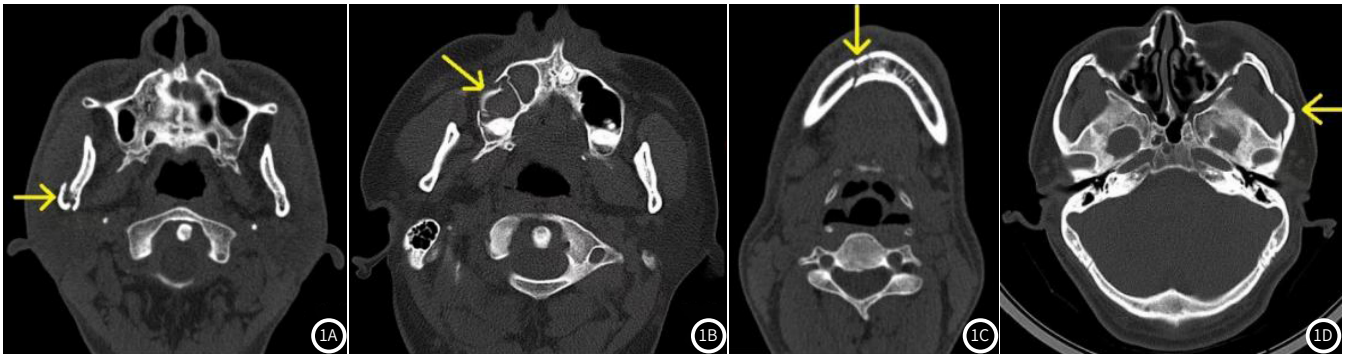

图1A-图1D 螺旋CT及三维重建技术的影像学图像。1A 髁突骨折；1B 上颌骨骨折；1C 下颌骨骨折；1D 颧骨颧弓骨折。

3 讨　论

颌面骨是一种复杂的结构，与视觉、嗅觉、呼吸、咀嚼等多种功能有关，面部骨骼极易受到创伤，包括下颌骨、上颌骨、颧弓、鼻骨和眼眶，所有这些骨骼都与颅骨结构紧密相邻，延迟诊断可能会耽误手术治疗时机，未经治疗的骨折可能引发感染、严重并发症，在某些情况下甚至会导致死亡[7]。手术结果作为颌面部骨折的“金标准”，虽然具有较高的准确性，但属于有创检查，临床应用存在一定局限性[8]。因此，寻找更清晰、更高效的影像学诊断方式，对于准确诊断骨折，减少因误诊、漏诊造成的医疗纠纷至关重要[9]。

本研究结果显示，螺旋CT三维重建技术与手术结果具有较高的一致性，其敏感度、特异度、准确率等均高于CT平扫常规轴位阅片，分析原因，首先，螺旋CT采用容积采集方式，不仅可以扫描薄层，而且可以大大增加单次检查的范围，具有较高的空间分辨率。其次，螺旋CT扫描范围广，具有较高的密度分辨率，没有重叠图像，可以全面观察和分析骨折的类型和形态，可以准确判断关节面受累程度，还可以发现隐匿性骨折，为骨折类型、骨质形态、关节对应关系的评估提供更有效的依据。最后，CT平扫常规轴位阅片不能显示骨折的立体结构和周围组织关系，而螺旋CT具有独立的后处理工作站，三维重建技术包括MPR、SSD、VR、MIP[10]，能够将二维的CT图像通过后处理软件转变为三维立体图像，仅凭CT的横断面数据即可获得骨与关节结构的三维图像，处理速度较快且重建图像质量较高，医生可以通过螺旋CT的三维重建观察骨折的整体情况，可以清晰观察骨折的三维空间，能够清晰显示骨折面立体形态及周围软组织血管损伤情况，分析损伤部位与邻近结构的解剖关系，避免常规CT对微小骨折损伤部位的遗漏。

本研究结果显示，螺旋CT三维重建技术对于骨折部位的检出率较高，此类患者骨折部位主要集中在下颌骨、上颌骨、颧骨等处，这与许尔长等[11]研究结果一致。原因在于，颧骨颧弓作为中面部两侧最突出的部分，在车祸、面部重击等情况下极易受伤，颧弓是由颧骨突和颞骨突组成的一个细长而脆弱的拱形结构，创伤后易发生骨折。相较于CT平扫常规轴位阅片，螺旋CT三维重建技术可以从不同角度显示骨折位置、移位、骨折线走向等情况，从而详细观察颌面部相邻结构间的相关性及各部位骨折情况，不仅可以提高单次检查范围，而且可以高效地进行薄层扫描，利用体数据可以得到任意角度、任意层次多种尺寸的图像，便于多方位观察和辨别损伤部位及细微裂纹[12]。三维重建技术中使用了多种技术进行图像处理，如MPR是诊断微小骨折的重要依据，可精确测量骨折断端移位距离，并且还能观察骨折周围软组织的损伤情况，但是缺乏立体感和整体观；VR则在容积数据基础上显像，可弥补MPR图像的不足，任意旋转能够全面观察骨折情况，应用旋转、切割技术减少重叠骨的干扰[13]；SSD同样具有较强的立体感，能够保留物体表面数据重建出表面轮廓，并显示其解剖关系[14]；黄洪等[15]研究也证实，螺旋CT三维重建技术下颌骨髁突骨折类型和骨骼移位情况方面具有较高的诊断效能。

综上所述，在复杂的颌面骨区域，螺旋CT三维重建技术为疑似异常提供了极好的临床相关性，从而提高了临床医生准确诊断颌面骨折的能力，具有较高的临床应用价值。

参考文献

[1]Warin K, Limprasert W, Suebnukarn S, et al. Assessment of deep convolutional neural network models for mandibular fracture detection in panoramic radiographs[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2022, 51(11): 1488-1494.

[2]班明辉, 陶晓飞, 李亚新. 颅面部联合外伤患者不同剂量CT影像学表现及诊断效能[J]. 医学影像学杂志, 2024, 34(5): 38-42.

[3]Ogunbowale A, Costello L, McCormack D, et al. Maxillofacial fractures in females: a 5-year retrospective review[J]. Ir J Med Sci, 2022, 191(1): 367-374.

[4]Xin D, Lei L. Diagnostic value of magnetic resonance imaging scan, multislice spiral computed tomography three-dimensional reconstruction combined with plain film x-ray in spinal injuries[J]. Contrast Media Mol Imaging, 2022, 2022: 8998231.

[5]Huang JG, Zhang ZY, Li L, et al. Multi-slice spiral computed tomography in diagnosing unstable pelvic fractures in elderly and effect of less invasive stabilization[J]. World J Clin Cases, 2022, 10(14): 4470-4479.

[6]熊剪, 曹永杰, 马永刚, 等. 基于机器学习和CT三维重建技术的成人耻骨联合年龄推断[J]. 复旦学报(医学版), 2023, 50(5): 731-742.

[7]Sandeep Reddy B, Naik D, et al. Role of multidetector computed tomography in the evaluation of maxillofacial trauma[J]. Cureus, 2023, 15(2): e35008.

[8]张学军, 陈亚明, 李猛, 等. 高场强MRI联合128层CT三维重建技术在诊断膝关节外伤中的应用效果[J]. 局解手术学杂志, 2023, 32(2): 165-169.

[9]张庭庭, 白曼莫, 吉思璇, 等. CT三维重建及薄层扫描联合磁共振表观扩散系数定量诊断良性和恶性脊柱骨折的价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(2): 161-163.

[10]周文才, 王世奎, 宣拓. DR片与多层螺旋CT三维重建技术在肋骨隐匿性骨折诊断中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(8): 94-96.

[11]许尔长, 田超, 张兰芳, 等. 低剂量螺旋CT在颌面部骨折美容修复中的应用价值探讨[J]. 中国美容医学, 2021, 30(4): 61-63.

[12]丁海涛, 文国. X片和CT三维重建诊断老年人踝关节骨折的价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(9): 173-174.

[13]唐大军, 余建翔. 多层螺旋CT三维重建技术对跟骨粉碎性骨折的临床诊治价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(6): 159-161.

[14]任泽元. 髋臼骨折的X线平片与多层螺旋CT三维重建技术表现分析及诊断[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(8): 174-176.

[15]黄洪, 徐旭, 严钦, 等. MSCT三维重建与MRI对下颌骨髁突骨折的诊断效果比较[J]. 中华全科医学, 2022, 20(3): 461-463, 510.

(收稿日期：2024-09-03)
(校对编辑：赵望淇)