

论 著

螺旋CT三维重建辅助胸腰椎骨折椎弓根钉置入的准确性评价

湖北医药学院附属人民医院(湖北省十堰市人民医院)

(湖北 十堰 442000)

熊亮 周霖 曾蕾
曹洪 李云广

【摘要】目的 探讨螺旋CT三维重建辅助胸腰椎骨折椎弓根螺钉置入的准确性。**方法** 选取2015年3月~2018年3月在我院因胸腰椎骨折行椎弓根螺钉置入的患者120例,随机分为三维辅助组($n=60$)和徒手置钉组($n=60$),三维辅助组利用CT三维重建图像辅助置入椎弓根螺钉,徒手置钉组应用解剖标志法结合透视定位下行椎弓根螺钉置入;比较两组置钉准确性、置钉时间、置钉出血量、并发症及术前术后日本骨科协会(JOA)评分。**结果** 120例患者共置钉769枚,优良置钉708枚(92.07%),其中三维辅助组(387枚)置钉优良率为95.09%,明显高于徒手置钉组(382枚)的87.86%($P<0.05$)。与徒手置钉组相比,三维置钉组钉道准备时间、置钉出血量均明显增加($P<0.05$)。三维辅助组并发症发生率明显低于徒手置钉组($P<0.05$),术后3个月及6个月JOA评分均明显高于徒手置钉组($P<0.05$)。**结论** 螺旋CT三维重建辅助胸腰椎骨折椎弓根螺钉置入能够有效提高置钉准确性及安全性,但会增加操作时间及置钉出血量。

【关键词】 胸腰椎骨折;置钉准确性;徒手法;螺旋CT三维重建

【中图分类号】 R683.2; R687.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.09.044

通讯作者: 李云广

Accuracy Evaluation of Spiral CT Three-Dimensional Reconstruction for Pedicle Screw Placement in Thoracolumbar Fractures

XIONG Liang, ZHOU Lin, ZENG Lei, et al., Department of Radiology, People's Hospital Affiliated to Hubei Medical College(Shiyan People's Hospital), Shiyan 442000, Hubei Province, China

[Abstract] Objective To investigate the accuracy of spiral CT three-dimensional reconstruction in assisting pedicle screw placement in thoracolumbar fractures. **Methods** A total of 120 patients underwent pedicle screw placement for thoracolumbar fractures in our hospital from March 2015 to March 2018 were divided into three-dimensional assisted group ($n=60$) and unarmed group ($n=60$) randomly, the three-dimensional auxiliary group used CT three-dimensional reconstruction image to assist the placement of pedicle screws, and the unarmed group applied the method of anatomical landmark combined with fluoroscopy and pedicle screw insertion; the accuracy of nail placement, nailing time, setting Nail bleeding volume, complications, and the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score before and after surgery were compared. **Results** A total of 769 nails were placed from 120 patients, 708 (92.07%) were excellently placed. The excellent rate of the three-dimensional auxiliary group (387) was 95.09%, which was significantly higher than that of the freehand nailing group (382, 87.86%) ($P<0.05$). Compared with the unarmed group, the nail preparation time and the amount of nail placement were significantly increased in the three-dimensional nail group ($P<0.05$). The incidence of complications in the three-dimensional assisted group was significantly lower than that in the unarmed group ($P<0.05$). The JOA scores at 3 and 6 months after surgery were significantly higher than those in the unarmed group ($P<0.05$). **Conclusion** Spiral CT three-dimensional reconstruction assisted thoracolumbar fracture pedicle screw placement can effectively improve the accuracy and safety of nail placement, but it will increase the operation time and the amount of nail placement.

[Key words] Thoracolumbar Fracture; Fixation Accuracy; Freehand Method; Three-dimensional Reconstruction of Spiral CT

胸腰椎骨折是临床常见的脊柱损伤之一,以外界暴力、骨质疏松为主要致伤原因,随着现代工业化发展及社会人口老龄化日益严重,其发生率逐年增高,严重威胁人们身心健康。椎弓根螺钉内固定术是目前治疗胸腰椎骨折的重要手段,但手术操作复杂、对椎弓根螺钉置入准确度有较高要求,稍有不慎易致血管、神经损伤^[1]。传统置入技术依赖解剖标志识别及手术医师主观经验,即使是经验丰富者亦可能出现置钉不良的情形。计算机导航技术是由计算机图像处理技术、立体定位技术、医学影像技术发展而来的一项新型医学生物技术。借助该技术,医师可在三维图像指导下进行手术,使得置钉过程更为微创、准确^[2]。对于胸椎、颈椎等螺钉置入难度大的部位,在计算机导航辅助下也可顺利完成植入^[3-4]。本研究将CT三维重建导航应用于胸腰椎骨折椎弓根置钉术中,并与徒手置钉法进行对比,旨在探讨术前CT三维重建辅助胸腰椎骨折椎弓根螺钉置入的准确性及安全性,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年3月~2018年3月在我院因胸腰椎骨折行椎弓根螺钉置入的患者120例。纳入标准：(1)经CT检查确诊为胸腰椎骨折，有明确手术指征；(2)年龄18~80岁；(3)无脊髓、神经损伤；(4)受伤至手术时间 ≤ 14 d；(5)愿意接受研究。排除标准：(1)由骨质疏松、脊柱结核等因素所致骨折；(2)合并强直性脊柱炎者；(3)伴其他严重系统疾病者；(4)妊娠期或哺乳期女性；(5)恶性肿瘤患者；(6)依从性差者。以随机数字表法对入组患者进行分组：徒手组(n=60)和三维辅助组(n=60)。徒手组：男、女分别32例、28例；年龄(44.25 $\pm$ 12.36)岁；体质量(62.53 $\pm$ 9.46)kg；骨折部位：胸椎骨折、腰椎骨折、胸腰椎连续骨折分别8例、39例、13例；骨折A0分型：A1型、A2型、A3型分别28例、14例、18例；受伤至手术时间(4.87 $\pm$ 1.38)d。三维辅助组：男、女分别34例、26例；年龄(45.78 $\pm$ 10.58)岁；体质量(63.74 $\pm$ 10.25)kg；骨折部位：胸椎骨折、腰椎骨折、胸腰椎连续骨折分别9例、39例、12例；骨折A0分型：A1型、A2型、A3型分别26例、17例、17例；受伤至手术时间(4.74 $\pm$ 1.41)d。两组一般资料满足均衡性(P>0.05)。本研究获得医院伦理委员会批准，所有患者对研究知情并签署同意书。

1.2 设备及方法

1.2.1 设备：C臂透视机(德国西门子公司)、SOMATOM Definition双源64排螺旋CT(德国西门子公司)、脊柱导航系统及CT三维重建导航配套软件(美国Sofarmor公司)。

1.2.2 手术方法

1.2.2.1 三维辅助组：术前

均根据手术体位完成CT扫描，获取数据以DICOM格式保存。将CT数据上传至影像工作站，应用synergy Spine 1.5软件进行CT三维重建，设计出虚拟钉道，制定手术计划。参照CT三维重建数据，于虚拟手术椎体后柱面进行匹配点选取，匹配点选择尽可能为术中易显露的骨性标志，用于术中点注册。于患者脚端放置影像工作站，调整工作站适宜位置，保证其立体定位红外探头覆盖、探查范围。再以同法行胸椎后棘突、椎板等后柱骨性结构暴露，于手术节段上下棘突行参考环安装，注册导航探针及其他器械。手术医师采用探针于脊柱后柱上勾选出术前确定的匹配点，逐一完成匹配注册(精度在3.0以内可被程度通过)，融合匹配工作站获取位置数据与虚拟三维CT

模型数据后，得到三维立体解剖图像，模拟最理想进钉路线(图1-4)。多视角三维图像导航下做好钉道准备，然后根据规划设计置入椎弓根螺钉(图5-8)。术中C型臂X线透视下明确置钉角度、位置。

1.2.2.2 徒手置钉组：充分暴露术野后，结合术前影像资料及术中解剖标志确定进针位置、方向，手术医师凭经验进行钉道准备并置入螺钉。

1.3 观察指标

1.3.1 置钉准确性：术后3d进行X线及CT复查，参照Richter分类标准^[5]，根据螺钉有无穿破椎弓根皮质和穿入深度来评价螺钉置入准确性：①：螺钉完全处于椎弓根内，未穿透皮质，为优；②仅螺钉螺纹刺入椎弓根峡部皮质，但穿出部分<螺钉直径

表1 两组置钉优良率比较[例(%)]

组别	例数	置钉数	优	良	差	优良率
三维辅助组	60	387	337	31	19	368(95.09)
徒手置钉组	60	382	305	35	42	340(87.86)
χ^2						9.747
P						0.002

表2 两组钉道准备时间、置钉出血量比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	置钉时间(min)	置钉出血量(ml)
三维辅助组	60	5.94 $\pm$ 1.74	17.67 $\pm$ 5.41
徒手置钉组	60	4.03 $\pm$ 1.32	10.36 $\pm$ 2.67
t		6.774	9.386
P		0.000	0.000

表3 两组并发症比较[例(%)]

组别	例数	神经损伤	血管损伤	切口感染	切口愈合不良	总发生
三维辅助组	60	0(0.00)	0(0.00)	1(1.67)	2(3.33)	3(5.00)
徒手置钉组	60	4(6.67)	4(6.67)	2(5.00)	2(3.33)	12(20.00)
χ^2						6.171
P						<0.05

表4 两组手术前后JOA评分比较($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	术前	术后3个月	术后6个月
三维辅助组	60	10.42 $\pm$ 1.54	27.58 $\pm$ 3.32	28.38 $\pm$ 2.03
徒手置钉组	60	10.63 $\pm$ 1.86	25.61 $\pm$ 2.86	27.42 $\pm$ 2.21
t		0.674	3.482	2.478
P		0.502	0.001	0.015

1/4, 无周围神经、血管损伤风险, 为良; ③螺钉穿刺入椎弓根峡部皮质部分 $\geq$ 螺钉直径1/4, 有明显周围神经、血管损伤风险。优良率=(优螺钉数+良螺钉数)/置钉总数 $\times 100\%$ 。

1.3.2 置钉时间、置钉出血量:记录术中置钉时间及置钉出血量, 其中三维辅助组从棘突上行参考环安装起计时, 至钉道准备全部完成并成功置入螺钉停止计时, 并测定吸引瓶所收集的术野出血量; 徒手置钉组由后柱骨性充分暴露起计时, 至钉道准备全部完成并成功置入螺钉停止计时, 并测定吸引瓶所收集的术野出血量。

1.3.3 并发症:记录手术并发症, 包括神经损伤、血管损伤、切口感染、切口愈合不良等。

1.3.4 日本骨科协会(japanese orthopaedic association, JOA)评分^[6]:分别于术前及术后3个月、6个月行JOA评分, 包括主观症状、临床体征及日常生活受影响程度三个方面, 评分越高表示恢复越好。

1.4 统计学分析 定性变量以例(%)进行描述, 比较行 χ^2 检验; 定性变量均符合正态分布以 $(\bar{x} \pm s)$ 进行描述, 比较行t检验; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 置钉准确性 120例患者共置钉769枚, 优良置钉708枚(92.07%)。三维辅助组置钉优良率明显高于徒手置钉组($P < 0.05$)。见表1。

2.2 钉道准备时间、置钉出血量 与徒手置钉组相比, 三维置钉组置钉时间、置钉出血量均

明显增加($P < 0.05$)。见表2。

2.3 并发症 三维辅助组并发症发生率明显低于徒手置钉组($P < 0.05$)。见表3。

2.4 手术前后JOA评分 术前, 两组JOA评分无统计学差异($P > 0.05$)。术后3个月及6个月, 三维辅助组JOA评分均明显高于徒手置钉组($P < 0.05$)。见表4。

3 讨 论

椎弓根螺钉置入术为治疗胸腰椎骨折的重要手段, 该技术能够有效恢复胸椎生理曲度, 固定胸椎, 促进胸椎骨性融合^[7]。但椎弓根与脊髓、神经根相邻, 置入螺钉位置不良均可能引起神经损伤及相关并发症。术中准确进针点、进针方向及适宜规格的螺钉是决定椎弓根螺钉置入术成功与否之关键。传统徒手置钉依赖解剖标志识别及手术医师主观经验, 但由于不同患者有着明显个体差异, 使得置钉存在较高风险。因此, 探寻有效措施提高置钉准确性对确保手术成功、减少并发症有重要意义。

与徒手置钉相比, 基于CT三维重建图像的导航模式能够完整而直观地呈现椎体组织形态及其空间方位, 帮助手术医师获取实时三维数据, 尽可能避开危险区, 并应用软件在虚拟椎体上进行生物力学分析及手术设计, 根据规划好的理想路径使内置入物得到精确固定^[8]。CT三维重建导航辅助技术操作简便、易于掌握, 使得置钉实现个体化, 确保置钉安全准确^[9]。本研究显示, 三维辅助组置钉优良率为95.09%, 明显高于徒手置钉组的87.86%, 表明CT三维重建辅助技术能够有效提高胸腰椎骨折椎弓根螺钉置入准确性。余伟等^[10]对

90例颈椎椎弓根置钉患者进行分组研究, 三维导航组应用CT三维图像导航下行椎弓根螺钉置入, 徒手组于X线透视下徒手置入螺钉, 结果显示, 三维导航组置钉128枚, 优良率为95.3%, 徒手组置钉132枚, 优良率为88.6%, 也体现了CT三维重建置钉术中的应用价值, 这与本研究类似。但CT三维导航技术并无法彻底避免不良置钉。因此, 置钉术中应严格遵守操作规范, 并对钉道四壁、底部的完整性进行仔细探查。

关于导航辅助椎弓根内固定术的置钉时间仍无一致意见。有学者认为, 与徒手置钉相比, CT三维导航辅助置钉可缩短置钉时间^[11]。但也有报道显示, C导航辅助置钉相较于徒手置钉虽准确率明显提高, 但其置钉时间无明显优势^[12]。本研究中, 三维辅助组置钉时间及置钉出血量均明显增加, 原因可能是: CT三维重建导航是基于术前CT三维数据并与术中实时数据融合匹配所形成的导航模式, 但术前CT检查体位和手术体位有所不同, 这种体位差别会对导航精确性造成影响; 为消除体位差别所造成的误差, 需进行椎体多层匹配注册, 完成数据重建, 从而使得置钉时间延长, 置钉出血量增加。CT三维重建图像可提供高质量导航影像, 使医生可在直视下进行螺钉置入, 提高置入准确性, 有利于减少并发症及术后恢复^[13]。本研究显示, 三维辅助组较徒手置钉组并发症发生率明显降低, 且术后3个月、6个月JOA评分明显增高, 表明CT三维重建辅助技术能够有效降低并发症发生率, 对术后恢复有积极意义。

综上所述, 螺旋CT三维重建辅助胸腰椎骨折椎弓根螺钉置入能够有效提高置钉准确性, 减少

并发症,促进术后恢复。但会增加置钉时间及出血量,临床应根据患者具体情况选择适宜的置钉方法。

参考文献

- [1] 杨广杰,郭庆功,周炳康,等.改良胸膜外路及植骨结合侧前方减压固定治疗胸腰椎骨折并脊髓损伤的效果[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(7):109-111.
- [2] Zwingmann J, Hauschild O, Bode G, et al. Malposition and revision rates of different imaging modalities for percutaneous iliosacral screw fixation following pelvic fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. Archives of Orthopaedic & Trauma Surgery, 2013, 133(9): 1257-1265.
- [3] Allam Y, Silbermann J, Riese F, et al. Computer tomography assessment of pedicle screw placement in thoracic spine: comparison between free hand and a generic 3D-based navigation techniques. [J]. European Spine Journal, 2013, 22(3): 648-653.
- [4] 靳培浩,田伟,刘亚军,等.计算机导航经后路C_{2/3}椎弓根螺钉内固定术治疗不稳定型Hangman骨折[J].山东医药,2016,56(11):18-20.
- [5] Richter M, Mattes T, Cakir B. Computer-assisted posterior instrumentation of the cervical and cervico-thoracic spine[J]. European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society, 2004, 13(1): 50-59.
- [6] 许益文,郑勇,陈明,等.改良TESSYS椎间孔镜技术治疗腰椎间盘突出症[J].生物骨科材料与临床研究,2017,14(1):29-32.
- [7] 罗鹏刚,金大地,吴增志,等.经皮与开放椎弓根螺钉系统治疗多节段胸腰椎骨折:置钉准确性对比[J].中国组织工程研究,2018,22(7):1050-1055.
- [8] 邹伟民,冯学峰,庞祖才,等.3D打印技术在胸腰椎骨折椎弓根螺钉置入术中的应用[J].广东医学,2016,37(14):2130-2132.
- [9] 盛晓磊,袁峰,李智多,等.3D打印组合式导板辅助下颈椎前路椎弓根螺钉置入与徒手置钉的准确性对比[J].中国组织工程研究,2017,21(3):406-411.
- [10] 余伟,王蕾,何思峰,等.X射线透视辅助徒手法与CT三维图像导航下颈椎椎弓根置钉准确率的对比[J].中国组织工程研究,2017,21(11):1758-1763.
- [11] Gelalis I D, Paschos N K, Pakos E E, et al. Accuracy of pedicle screw placement: a systematic review of prospective in vivo studies comparing free hand, fluoroscopy guidance and navigation techniques[J]. European Spine Journal, 2012, 21(2): 247-255.
- [12] Silbermann J, Riese F, Allam Y, et al. Computer tomography assessment of pedicle screw placement in lumbar and sacral spine: comparison between free-hand and O-arm based navigation techniques. [J]. European Spine Journal, 2011, 20(6): 875-881.
- [13] 牟灿,阳明明.基于CT影像的胸腰椎爆裂骨折治疗临床应用研究[J].基因组学与应用生物学,2018,37(3):1124-1130.

(本文图片见封三)

(本文编辑:谢婷婷)

【收稿日期】2018-11-26

螺旋CT三维重建辅助胸腰椎骨折椎弓根钉置入的准确性评价

(图片正文见第136页)

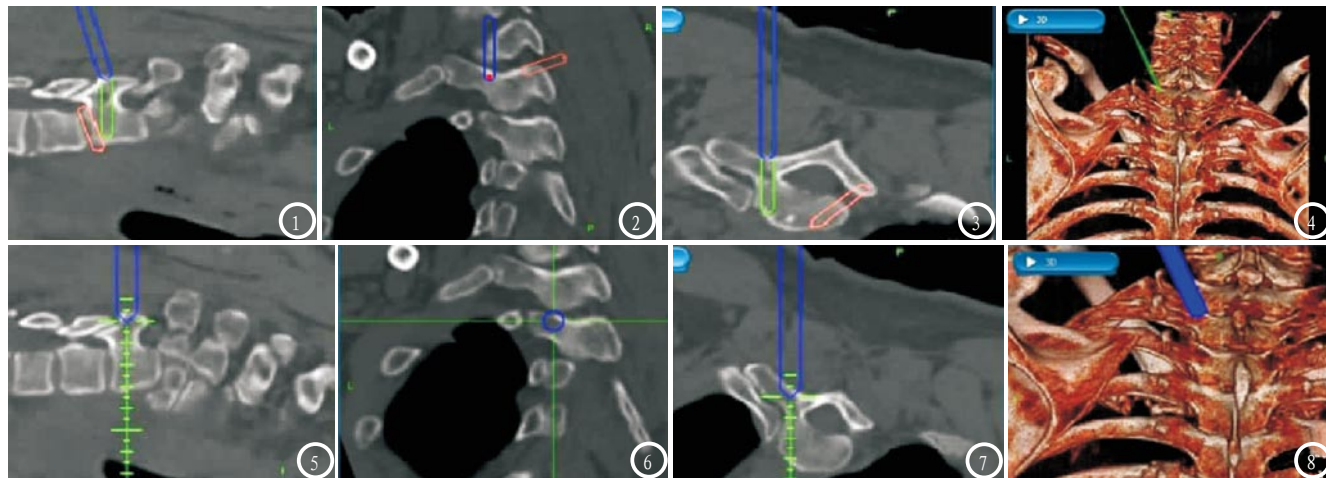


图1-4 三维CT重建辅助胸椎骨折患者制定手术计划。图1 侧位；图2 正位；图3 横断面；图4 手术椎体虚拟进针点、角度及方向。

图5-8 术中在CT三维图像导航下置入椎弓根螺钉。图5 侧位；图6 正位；图7 横断面；图8 三维CT重建图像。