

计算机导航辅助胸椎椎弓根置钉后路病灶清除治疗胸椎布鲁氏菌性脊柱炎

张耀 张强 赵昌松 陈佳敏 马睿

【摘要】目的 探讨一期后路计算机导航辅助下置入椎弓根螺钉、病灶清除、椎间植骨融合内固定手术治疗胸椎布鲁氏菌性脊柱炎的临床疗效。**方法** 回顾性分析2015年9月至2019年10月首都医科大学附属北京地坛医院收治的19例胸椎布鲁氏菌性脊柱炎患者的临床资料,其中男性12例、女性7例,年龄28~66岁,平均年龄(46.8±11.0)岁。入组患者均有胸背部疼痛,13例(68.4%)患者伴有脊髓或神经压迫症状;入组患者均行一期后路计算机导航辅助下置入椎弓根螺钉、病灶清除、椎间植骨融合内固定手术。选择疼痛视觉模拟评分(VAS)、美国脊髓损伤协会(ASIA)分级、红细胞沉降率(ESR)和C-反应蛋白(CRP)等指标评估手术疗效。**结果** 19例患者椎弓根螺钉位置I级112枚,置钉准确率93.3%(112/120)。入组患者随访12~36个月,平均(20.9±6.6)个月。19例患者术后胸背部疼痛均明显减轻,功能明显改善。术后2周、术后3个月及末次随访,入组患者VAS评分与术前差异均有统计学意义($P < 0.001$),而末次随访与术后3个月差异无统计学意义($Z = -1.414, P = 0.157$)。术后2周,ESR、CRP与术前差异均有统计学意义($P < 0.001$),术后3个月ESR和CRP基本降至正常,且术后3个月及末次随访,ESR、CRP与术前及术后2周差异均有统计学意义($P < 0.001$),而末次随访与术后3个月差异均无统计学意义($t = 2.464, P = 0.053, t = 1.711, P = 0.102$)。13例伴脊髓或神经压迫症状患者的ASIA分级由术前B级1例,C级2例,D级10例,恢复至末次随访时D级2例,E级11例,差异有统计学意义($\chi^2 = 11.621, P = 0.009$)。19例患者均获得骨性融合,无内固定松动、移位等情况发生,均未复发。**结论** 计算机导航辅助下手术治疗胸椎布鲁氏菌性脊柱炎具有置入椎弓根置钉准确性高的特点,一期胸椎后路可有效清除病灶组织,改善脊髓神经功能,治愈布鲁氏菌性脊柱炎。

【关键词】 计算机导航; 胸椎; 布鲁氏菌性脊柱炎

Computer navigation-assisted thoracic pedicle screw placement in the treatment of thoracic brucellosis spondylitis Zhang Yao, Zhang Qiang, Zhao Changsong, Chen Jiamin, Ma Rui. Department of Orthopedics and Pathology, Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100015, China
Corresponding author: Zhang Qiang, Email: zhangqwte@sina.com

【Abstract】 Objectives To explore the clinical efficacy of one-stage posterior computer navigation-assisted pedicle screw placement, lesion removal, intervertebral bone graft fusion and internal fixation in the treatment of thoracic brucellosis spondylitis. **Methods** From September 2015 to October 2019, 19 patients with thoracic brucellosis spondylitis were retrospectively analyzed. There were 12 males and 7 females, aged from 28-66 years (average, 46.8±11.0 years old). All patients had chest and back pain, 13 (68.4%) patients had different degrees of sensory and motor dysfunction, and all the patients underwent one-stage posterior computer navigation-assisted pedicle screw placement, lesion removal, intervertebral bone graft fusion and internal fixation. The Visual Analogue Scales (VAS), American Spinal Injury Association (ASIA), Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) and C-reactive protein (CRP) are used for clinical efficacy evaluation. **Results** Postoperatively, 112 pedicle screws were located in Grade I, and the accuracy rate of screw placement was 93.3% (112/120). The follow-up was 12-36 months, with an average (20.9±6.6) months. The chest and back pain of all patients was significantly reduced after surgery, and the sensory motor function was significantly improved. At 2 weeks after

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1358.2024.01.006

基金项目: 北京市中西医结合研究所建设项目

作者单位: 100015 北京, 首都医科大学附属北京地坛医院骨科

通信作者: 张强, Email: zhangqwte@sina.com

operation, 3 months after operation and the last follow-up, the VAS score was statistically different from that before operation (all $P < 0.001$), but there was no statistical difference between the last follow-up and 3 months after operation ($Z = -1.414, P = 0.157$). At 2 weeks after operation, ESR and CRP were statistically different from those before operation (all $P < 0.001$). At 3 months after operation, ESR and CRP basically dropped to normal. At 3 months after operation and the last follow-up, ESR and CRP were statistically different from those before and 2 weeks after operation (all $P < 0.001$), but there was no statistical difference between the last follow-up and 3 months after operation ($t = 2.464, P = 0.053; t = 1.711, P = 0.102$). The ASIA classification of 13 patients with spinal cord or nerve compression symptoms before the operation was 1 case of grade B, 2 cases of grade C and 10 cases of grade D. At the last follow-up, there were 2 cases of grade D and 11 cases of grade E, with statistical difference ($\chi^2 = 11.621, P = 0.009$). In addition, all patients had bone graft fusion at the last follow-up without complications such as recurrence, loosening of internal fixation and displacement. **Conclusions** The treatment of thoracic brucellosis spondylitis with the aid of computer navigation has the characteristics of high accuracy of pedicle screw placement, and can effectively remove the lesion tissue, eliminate chest and back pain, and restore sensory and motor function. The clinical effect is satisfactory.

【Key words】 Computer navigation; Thoracic; Brucellosis spondylitis

布鲁菌病是由布鲁氏菌所致的传染病。布鲁氏菌性脊柱炎是布鲁菌病的常见并发症,发病率为2%~60%^[1-2]。布鲁氏菌性脊柱炎可发生在脊柱的任何位置,以腰椎最为常见,其次为胸椎^[3-4]。因胸椎毗邻主动脉、腔静脉和肺等重要脏器,胸椎前路手术的风险性增加。由于椎弓根横截面积较小,后路椎弓根螺钉置入的难度大大增加,螺钉误置易引起脊髓、神经和血管等损伤,研究发现胸椎徒手置钉的准确率约为90%^[5-6]。近年来,计算机导航技术在脊柱外科置钉方面得到了广泛应用,具有置钉准确率高、辐射暴露少等优点^[7-8]。尽管该技术开展多年^[9],但目前尚无其在胸椎布鲁氏菌性脊柱炎中的临床研究。自2015年9月至2019年10月,首都医科大学附属北京地坛医院骨科采用一期后路计算机导航辅助下手术治疗19例胸椎布鲁氏菌性脊柱炎患者,临床疗效满意,现总结如下。

资料与方法

一、一般资料

19例胸椎布鲁氏菌性脊柱炎患者中男性12例、女性7例;年龄28~66岁,平均(46.8 ± 11.0)岁。除有发热、出汗、乏力等全身症状外,主要表现为严重的胸背部疼痛,活动受限,其中13例伴有不同程度的脊髓或神经压迫症状,肢体感觉运动功能障碍,根据美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)分级: B级1例, C级2例, D级10例, E级6例(表2)。入组患者病变节段: T6~7:

5例, T7~8: 3例, T9~10: 2例, T10~11: 3例, T11~12: 6例,均为单节段。所有患者均自愿签署知情同意书,本研究获得本院伦理委员会的批准[审批号:京地伦科字(2019)第(048)-001号]。

二、胸椎布鲁氏菌性脊柱炎的诊断标准

1. 胸椎X线、CT和MRI表现符合布鲁氏菌感染特征。
2. 无其他病因的脊柱受累(如肿瘤、骨折等)。
3. 布鲁菌病的微生物学证据,如病理学检查等。
4. 从血液或其他体液或组织样本中培养出布鲁氏菌。
5. 布鲁菌病试管凝集试验(standard tube agglutination test, SAT)滴度 $> 1:160$ ^[10]。

三、药物治疗

入组19例患者接受三联或四联抗布病药物治疗:多西环素200 mg/d+利福平600 mg/d+左氧氟沙星500 mg/d,根据情况加用头孢曲松钠2 g/d,1个疗程为2周,治疗2~3个疗程,治疗过程中定期复查红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)及肝肾功能。同时要求患者佩戴胸腰部支具进行制动保护。

四、手术指征和方式

手术指征主要包括:①顽固性胸背部疼痛;②进行性神经功能缺损;③严重椎间盘和(或)椎体破坏引起的脊柱失稳;④椎旁脓肿或硬膜外脓肿不易吸收;⑤保守治疗效果不佳,影像学提示疾病进展。

19例患者治疗2~3个疗程后,胸背部疼痛及脊髓或神经压迫症状改善不明显,经过综合评估

后具有手术指征, 均行计算机导航辅助下置入椎弓根螺钉、一期后路病灶清除、椎间植骨融合内固定手术。患者术前均行俯卧位胸椎CT, 将DICOM影像数据拷贝至系统, 通过Stryker软件进行脊柱三维重建, 选择点注册法, 在虚拟脊柱后柱表面选取适当数量匹配点进行术 midpoint 注册。手术时患者麻醉完成后, 俯卧位, 透视确定并标记目标椎体, 取后正中切口, 依次切开皮肤、皮下及筋膜层, 沿着棘突向两侧分离直至椎板、关节突关节。先在邻近椎体棘突上安装参考架, 注册探针和其他导航器械, 用探针在脊柱后柱表面点出术前所选取的匹配点进行匹配注册, 通过计算机导航系统把获取的位置数据与术前胸椎CT数据进行融合, 通过系统在轴位、矢状位、冠状位及三维立体区域提供的最佳置钉角度及位置, 在导航实时引导下置入椎弓根螺钉(图1)。然后直视下及椎间盘镜辅助下彻底清除椎管内、椎间隙、椎旁炎性组织及破坏的骨质, 直至有鲜血渗出, 冲洗枪反复冲洗, 拭干后安装纵向连杆。将咬碎的自体骨植入椎体间骨缺损处, 然后斜向置入椎间融合器, 适度加压后拧紧固定。冲洗枪再次反复冲洗, 检查无活动性出血后, 常规放置1枚引流管, 逐层缝合切口。术中所取病灶组织送病理学检查和聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)检测布鲁氏菌。

五、术后处理

术后患者常规卧床2~3 d后, 可在佩戴胸腰部支具制动保护下下地活动锻炼。术后需继续口服多

西环素(200 mg/d) + (利福平600 mg/d), 治疗时间6~8周, ESR或CRP偏高者可继续用药到12周, 治疗过程中注意定期复查肝功能和肾功能。

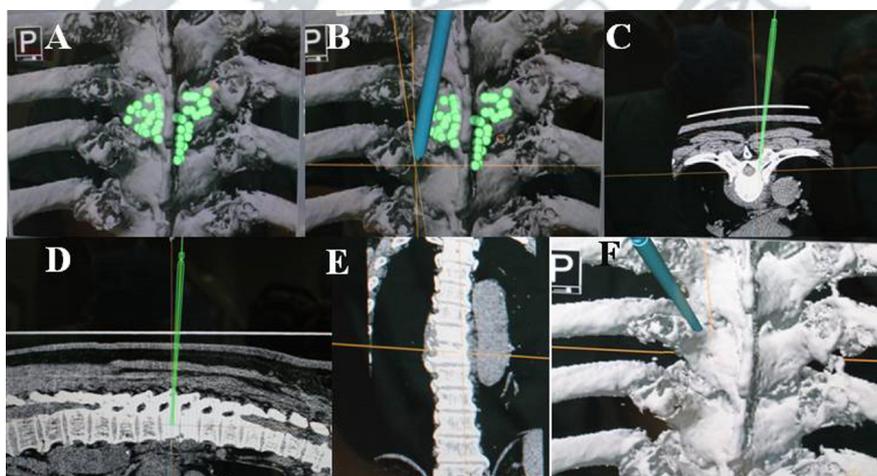
六、疗效评估

记录患者手术时间、术中出血量及并发症。术后2周、1个月、2个月、3个月、6个月、1年以及之后每年定期随访1次。复查X线、CT或MRI用于评估置钉准确率, 骨性融合情况, 内固定是否松动、移位, 是否复发等。根据Andrew分级标准对置入椎弓根螺钉位置进行评价: I级: 椎弓根螺钉未突破椎弓根皮质; II级: 突破皮质但 ≤ 2 mm; III级: 突破皮质且 > 2 mm, 置钉准确率 = (I级螺钉数量/椎弓根螺钉总数量) $\times 100\%$ 。

症状功能评分包括术前术后视觉疼痛评分(visual analogue scale, VAS)、ASIA分级。实验室指标检测: ESR和CRP, 用以评估布鲁菌病的活动性。

七、统计学处理

应用SPSS 25.0软件进行数据统计分析, 呈正态分布的计量资料(ESR和CRP)采用 $\bar{x} \pm s$ 描述, 具备方差齐性时组间比较采用独立样本 t 检验, 方差不齐时采用校正 t 检验。呈偏态分布的计量资料, 如VAS评分, 用中位数(四分位数)[M(P25, P75)]表示, 组间比较采用Mann-Whitney U 检验。ESR和CRP在手术前后不同时间点通过重复测量资料方差分析, 组间两两比较采用LSD- t 检验。手术前后神经功能ASIA分级比较采用Fisher's确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。



注: A、B: 用探针在脊柱后柱点出术前所选定的匹配点进行匹配注册; C~F: 在轴位、矢状位、冠状位及三维立体区域选取最佳置钉角度及位置

图1 术中导航实时引导下置入椎弓根螺钉

结 果

一、入组患者的手术和随访

手术时长2.5~3.5 h, 平均为 (2.9 ± 0.3) h, 出血200~400 ml, 平均为 (330.0 ± 65.3) ml。14例患者手术切口获得 I 期愈合, 并于术后14 d拆线, 3例患者切口因局部延迟愈合。术中无脊髓、马尾或神经根及血管损伤发生。术后病理HE染色可见病灶组织结构内存在很多不同类型炎性细胞, 包括单核细胞、淋巴细胞等 (图2A), 17例患者Gimesa染色可见布鲁氏菌阳性 (图2B), 其他2例PCR结果提示为羊种布鲁氏菌感染 (图2C)。

本研究中19例患者中的11例患者行3节段8椎体固定 (上、下各延长1个节段), 8例患者行椎间固定, 共置入胸椎椎弓根螺钉120枚。椎弓根螺钉位置 I 级112枚, II级8枚, III级0枚, 置钉准确率为93.3%。

19例患者术后均获得完整随访, 随访时间12~36个月, 平均 (20.9 ± 6.6) 个月。末次随访时, 患者均获得骨性融合, 无内固定松动和移位等

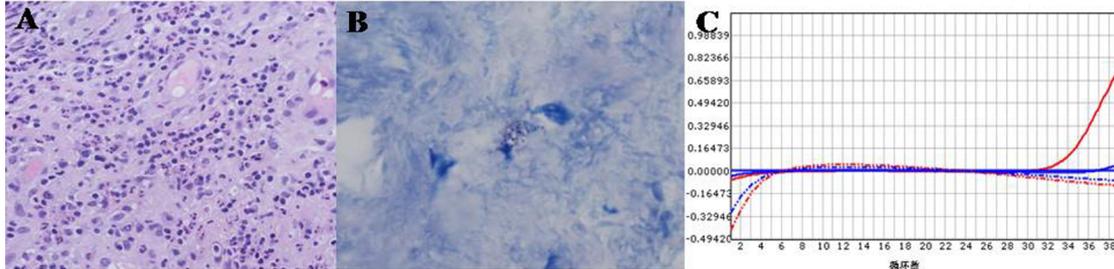
发生, 且均无复发。

二、疗效评估

19例患者术后胸背部疼痛明显减轻, 自功能明显改善。术后2周、术后3个月及末次随访VAS评分与术前差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001); 术后3个月及末次随访VAS评分与术后2周差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001); 而末次随访VAS评分与术后3个月差异无统计学意义 ($Z = -1.414$ 、 $P = 0.157$), 见表1。

术后3个月, ESR和CRP水平基本降至正常。术后2周、术后3个月及末次随访ESR、CRP与术前差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001); 术后3个月及末次随访ESR、CRP与术前及术后2周差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001); 而末次随访ESR、CRP与术后3个月差异均无统计学意义 ($t = 2.464$ 、 $P = 0.053$, $t = 1.711$ 、 $P = 0.102$), 见表1。

13例脊髓或神经压迫症状患者ASIA分级由术前B级1例, C级2例, D级10例, 恢复至末次随访时D级2例, E级11例, 差异有统计学意义 ($P = 0.009$), 见表2。



注: A: HE染色可见病灶组织内存在很多不同类型的炎性细胞 (× 200); B: Gimesa染色可见布鲁氏菌 (× 1 000); C: 多重PCR结果显示检测出布鲁氏菌DNA

图2 患者术后病灶组织病理染色和PCR

表1 入组患者手术前后 VAS 评分、ESR 和 CRP 水平

时间	VAS [M (P25, P75)]	ESR ($\bar{x} \pm s$, mm/h)	CRP ($\bar{x} \pm s$, mg/L)
术前	8.0 (7.5, 8.5)	31.8 ± 12.0	21.5 ± 9.5
术后2周	2.0 (1.0, 2.0)	20.7 ± 4.7	16.4 ± 6.2
术后3个月	0.0 (0.0, 1.0)	9.4 ± 3.7	3.5 ± 1.8
末次随访	0.0 (0.0, 0.5)	7.3 ± 2.5	2.8 ± 1.7
统计量	$\chi^2 = 60.290^a$	$F = 46.079$	$F = 32.052$
P值	< 0.001	< 0.001	< 0.001

注: ^a: Friedman 检验; 组间两两比较: VAS 评分: 术前 vs. 术后2周: $Z = -4.061$ 、 $P < 0.001$, 术前 vs. 术后3个月: $Z = -4.051$ 、 $P < 0.001$, 术前 vs. 末次随访: $Z = -4.047$ 、 $P < 0.001$, 术后2周 vs. 术后3个月: $Z = -3.804$ 、 $P < 0.001$, 术后2周 vs. 末次随访: $Z = -4.005$ 、 $P < 0.001$, 术后3个月 vs. 末次随访: $Z = -1.414$ 、 $P = 0.157$ 。

ESR: 术前 vs. 术后2周: $t = 4.360$ 、 $P < 0.001$, 术前 vs. 术后3个月: $t = 8.869$ 、 $P < 0.001$, 术前 vs. 末次随访: $t = 9.230$ 、 $P < 0.001$, 术后2周 vs. 术后3个月: $t = 8.260$ 、 $P < 0.001$, 术后2周 vs. 末次随访: $t = 10.725$ 、 $P < 0.001$, 术后3个月 vs. 末次随访: $t = 2.464$ 、 $P = 0.053$ 。

CRP: 术前 vs. 术后2周: $t = 2.697$ 、 $P = 0.014$, 术前 vs. 术后3个月: $t = 8.415$ 、 $P < 0.001$, 术前 vs. 末次随访: $t = 8.942$ 、 $P < 0.001$, 术后2周 vs. 术后3个月: $t = 8.115$ 、 $P < 0.001$, 术后2周 vs. 末次随访: $t = 8.044$ 、 $P < 0.001$, 术后3个月 vs. 末次随访: $t = 1.711$ 、 $P = 0.102$

三、典型病例分析

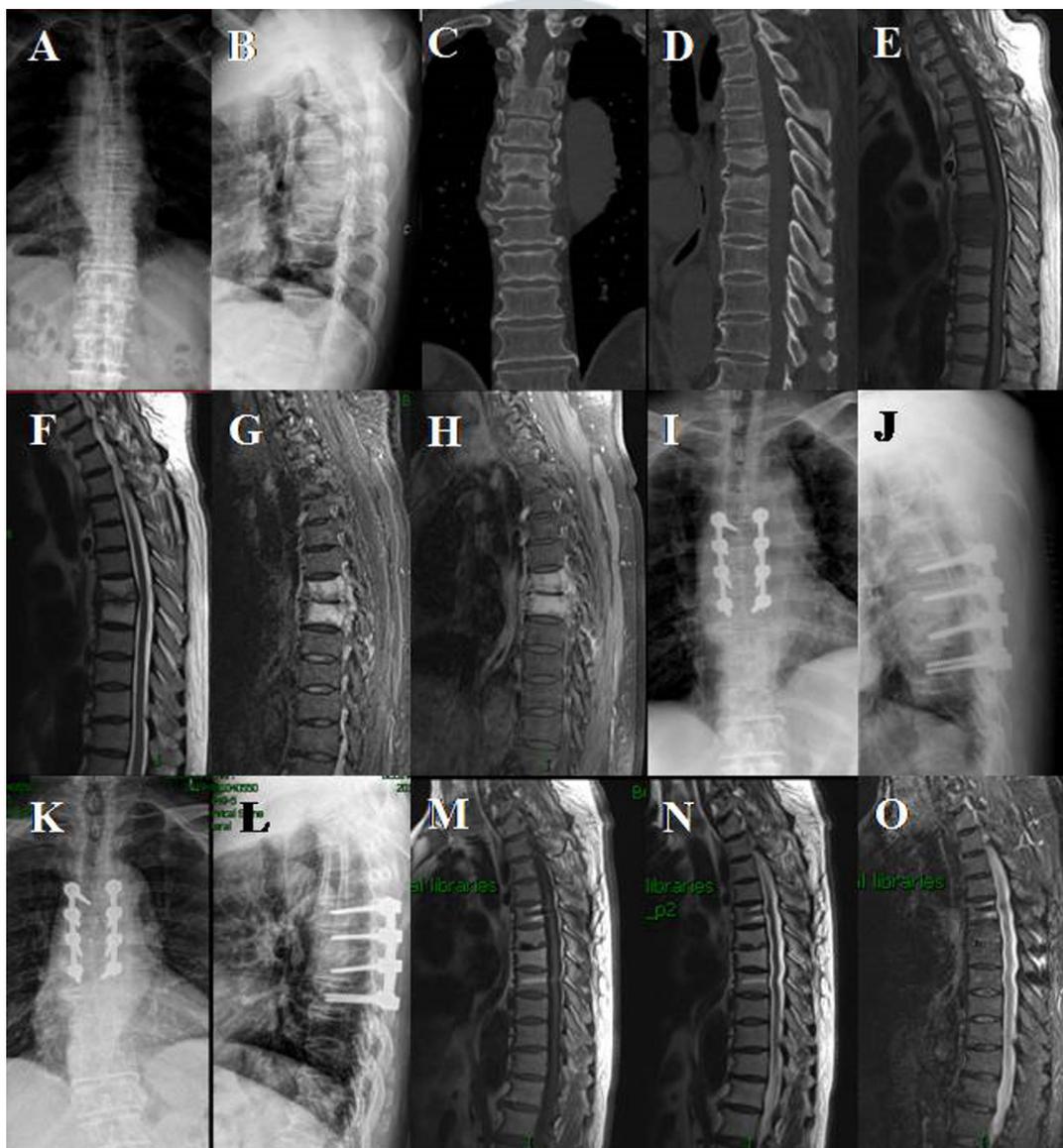
患者，男性、66岁，务农，常年养羊。主诉：发热伴剧烈胸背部疼痛3个月，化验检查显示：虎红平板凝集试验（rose bengal plate agglutination test, RBP）初筛阳性，影像学显示：胸椎感染破坏，临床诊断：胸椎布鲁氏菌性脊柱炎，治疗过程：先行给予抗布鲁菌病及止痛等药物保守治疗后胸背部疼痛症状缓解不佳，后行一期后路计算机导航辅助下置入椎弓根螺钉、病灶清除、椎间植骨融合内固定手术治疗，见图3，术后病理

Gimesa染色可见布鲁氏菌阳性，见图2B。

表 2 13例脊髓或神经压迫症状患者手术前后 ASIA 分级 [例 (%)]

AISA 分级	术前	末次随访
A	0 (0.0)	0 (0.0)
B	1 (5.3)	0 (0.0)
C	2 (10.5)	0 (0.0)
D	10 (52.6)	2 (10.5)
E	6 (31.6)	17 (89.5)
P值	11.621	0.009

注：统计学分析采用 Fisher's 确切概率法



注：A、B：术前X线显示T6~7椎间隙变窄，椎体上下缘骨质破坏；C、D：术前CT显示T6~7椎体骨质破坏；E~H：术前MRI显示T6~7椎间盘及临近椎体T1相呈低信号，T2相呈高信号，压脂T2相呈高信号，增强后可见其强化；I、J：术后2周复查可见T6~7椎间隙恢复，螺钉位置满意，内固定牢固；K、L：术后1年复查X线显示螺钉无松动、断裂，内固定牢固，脊柱稳定，椎间骨性融合；M~O：病灶组织修复良好，未见明显异常信号改变

图3 典型患者手术前后影像学表现

讨 论

布鲁氏菌性脊柱炎是由布鲁氏菌侵袭脊柱所致的感染性椎间盘炎或椎体炎,多累及腰椎,而胸椎少见^[3-4]。随着对布鲁菌病脊柱炎研究的不断深入,大多数研究认为,当药物疗效不佳时,应积极手术,通过手术清除病灶、重建脊柱稳定,进而缓解疼痛、促进神经功能恢复^[11-14]。布鲁氏菌性脊柱炎的手术方式多种多样,有前路、后路、或前后路行病灶清除植骨融合术或内固定术,以及近些年兴起的微创手术^[11-12, 15-16]。布鲁氏菌性脊柱炎的传统手术方式为前后路联合病灶清除、植骨融合、内固定术,此术式的缺点明显,如手术时间长、术中需变换体位、手术难度过大等^[17-18]。近些年,术者更多的选择后路病灶清除、植骨融合、内固定术,避开了传统术式的缺点,可降低复发率^[11-12]。同时考虑到经胸腔解剖结构复杂、对心肺功能影响较大,易发生肺部并发症,因此本研究中胸椎布鲁氏菌性脊柱炎患者均选择后路手术。

目前,绝大多数学者认为,脊柱感染手术成功与否的关键环节在于病灶的彻底清除和脊柱稳定性的重建,因为维护脊柱的稳定性能够改善炎性组织侵犯和脊柱失稳所致的疼痛^[19]。经椎弓根螺钉固定技术是脊柱后路内固定方式中最主要和最有效的方法,能够实现三维固定的效果,临床中常用^[20-21]。传统的椎弓根螺钉置入往往依靠解剖标记,由于解剖异常或某些脊柱疾病的特殊性,如脊柱感染等,可导致螺钉的误置率升高。椎弓根螺钉位置好坏和手术的效果密切相关,螺钉穿出椎弓根不仅可引起脊髓、神经和血管等损伤,且椎弓根结构破坏可降低螺钉的固定效果,出现松动和断裂等情况。以往研究发现椎弓根传统徒手置钉的准确率为75%~89%;近些年,研究发现计算机导航技术辅助置钉能够提高置钉成功率,可达99%^[7-9]。计算机导航技术提高了手术的精确度,在1 mm以内,同时可在术中持续导航,能够精确测定螺钉长度。杨永斌等^[22]通过计算机导航系统及未应用该系统分别对22例患者行椎弓根螺钉固定,结果显示导航组螺钉准确率92.2% (107/116),对照组螺钉准确率78.1% (89/114),认为计算机导航系统能够提高螺钉准确性,降低相关并发症。张冬生等^[23]通过计算机导航辅助下行椎弓根螺钉置入胸腰椎手术66例,并与传统手术66例进行比较,结果显示计

算机导航辅助下椎弓根螺钉置入位置准确率92.2% (330/358),传统手术组椎弓根螺钉置入位置准确率75.4% (260/345),认为计算机导航系统辅助下行椎弓根螺钉置入较传统手术方法更加精准、安全。杨曦等^[24]通过计算机导航技术辅助置入胸腰椎椎弓根螺钉,结果显示一次置钉成功率达95.6% (239/250),而传统徒手置钉一次置钉成功率仅为89.2% (190/213),认为计算机导航辅助能够最大可能地避开椎弓根钉位置偏差、反复拔出重置等情况,从而提高椎弓根螺钉稳定性。李向阳等^[25]在计算机导航辅助下行胸腰椎椎弓根螺钉固定43例,结果显示计算机导航能够大大提高椎弓根螺钉固定的精确度。吴登将等^[26]分别通过计算机导航与普通C臂透视下置入颈椎椎弓根螺钉96枚,结果显示计算机导航辅助下置入螺钉成功率97.9%,普通C臂透视下置入螺钉成功率83.3%,认为计算机导航辅助下置钉较普通C臂透视下置钉准确性有明显提高。张亚峰等^[27]分别通过计算机导航系统和传统后路手术行胸腰椎椎弓根螺钉置入,结果显示计算机导航辅助下置钉准确率为99.1%,传统后路手术组的置钉准确率为87.5%,认为置钉在计算机导航系统辅助下变得更加简单。钱选昆等^[28]通过比较计算机导航辅助下脊柱手术与传统手术置钉准确率,结果显示导航组椎弓根钉位置I级有113枚,置钉准确率为94%,传统手术组101枚,置钉准确率为86%,导航组置钉准确率显著高于传统手术组。秦豪等^[29]通过比较计算机导航辅助定位穿刺和常规定位穿刺,认为计算机导航辅助定位能够减少透视和穿刺的次数,从而缩短手术时间及减少辐射暴露。

由于胸椎椎弓根形态特异,且与重要脏器相邻,导致置入胸椎椎弓根螺钉难度增大、风险增高。临床中,胸椎椎弓根螺钉误置率可高达55%,远高于其他部位^[30]。有关胸椎椎弓根的形态学研究显示:胸椎椎弓根投影内外径比上下径小,胸椎椎弓根周径细小,尤其是T4~9节段最为狭窄,要求椎弓根的平均横径5 mm以内。影响胸椎椎弓根置钉成功与否的因素包括:椎弓根的位置、方向和螺钉的长度、直径等。胸椎椎弓本身个体差异较大,外加合并感染时,需要具有针对性的置钉方案。研究发现,胸椎徒手置钉的准确率约为90%,而计算机导航技术能够降低破壁率^[31-32]。Youkilis等^[31]使用计算机导航置入266枚胸椎椎弓根螺钉,仅8.5%穿透椎弓根皮质。Han等^[32]使用计算机导航置入92

枚胸椎椎弓根螺钉,破壁率仅4.35%。Kakaria等^[33]通过计算机导航辅助在6例患者中共置入37枚胸椎椎弓根螺钉,螺钉破壁距离 $< 2\text{ mm}$ 为16%,螺钉破壁距离 $> 2\text{ mm}$ 的仅为3%。Holly等^[34]通过计算机导航辅助下共置入94枚胸椎椎弓根螺钉,准确率94.7%,显著高于常规置钉组。Allam等^[35]通过对比研究发现计算机导航技术辅助下胸椎椎弓根螺钉置入准确率可达99%,明显高于徒手置钉组的89%。Rajasekaran等^[36]通过对31例患者的242枚胸椎椎弓根螺钉观察发现,计算机导航辅助下置钉的准确率较徒手置钉组明显提高,由84%提升至99.2%。Jeswani等^[37]研究发现计算机导航辅助下胸椎椎弓根置钉的准确率高达90%。在本研究中,19例胸椎布鲁氏菌性脊柱炎患者在计算机导航辅助下共置入胸椎椎弓根螺钉120枚,其中位置I级112枚,置钉准确率为93.3%,与前期研究结果基本相符,体现出计算机导航辅助下置入椎弓根置钉具有准确率高的优势。

本研究中19例胸椎布鲁氏菌性脊柱炎患者在经过手术治疗后,胸背部疼痛均明显减轻,感觉运动功能得到了明显改善,自主生活能力得到了明显提高。研究结果显示:VAS评分在术后2周、术后3个月及末次随访时,与术前差异均具有统计学意义。术后2周,ESR、CRP与术前差异均有统计学意义;术后3个月复查时ESR、CRP基本降至正常,术后3个月及末次随访时ESR和CRP水平与术前及术后2周差异均具有统计学意义。入组患者在术后3个月病情基本稳定,也与临床术后用药时间基本相符。同时,13例脊髓或神经压迫症状患者的ASIA分级由术前B级1例,C级2例,D级10例,恢复至末次随访时D级2例,E级11例,差异有统计学意义。此外,末次随访时患者均获得骨性融合,无内固定松动、移位等发生,未出现复发,临床疗效满意。

尽管计算机导航技术给临床治疗脊柱疾病提供了新的方法,但也存在不足:①计算机导航技术需要一定的学习曲线,需要经过规范的培训和充分的实践才能灵活掌握;②术中需要时刻确保导航参考架的位置稳定,避免因为导航偏移造成严重后果;③技术设备价格昂贵,会增加患者的住院费用和经济负担。

综上,计算机导航辅助下手术治疗胸椎布鲁氏菌性脊柱炎,具有置钉准确率高,并可以

有效清除病灶组织,消除胸背部疼痛,改善脊髓神经功能。但该系统术中需要将影像数据拷贝至系统,进行重建模拟,增加了手术时间,存在操作费时、设备昂贵等缺陷,限制了其临床应用及推广。

参 考 文 献

- [1] 段毓姣,陈勇,孙华丽,等.布鲁菌病研究进展[J/CD].中华实验和临床感染病杂志(电子版),2018,12(2):105-109.
- [2] Liu X, Zheng M, Jiang Z, et al. Computed tomography imaging characteristics help to differentiate pyogenic spondylitis from brucellar spondylitis[J]. *Eur Spine J*,2020,29(7):1490-1498.
- [3] Zhou Y, Xie S, Zheng R, et al. Brucellar reproductive system injury: A retrospective study of 22 cases and review of the literature[J]. *J Int Med Res*,2020,48(6):300060520924548.
- [4] Rizkalla JM, Alhreish K, Syed IY. Spinal brucellosis: A case report and review of the literature [J]. *J Orthop Case Rep*,2021,11(3):1-5.
- [5] Spiegl UJ, Osterhoff G, Bula P, et al. Biomechanics and clinical outcome after posterior stabilization of mid-thoracic vertebral body fractures: a systematic literature review[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*,2021,47(5):1389-1398.
- [6] 王维霖,赵永旭,王琳.胸椎椎弓根螺钉置入技术治疗胸椎骨折患者的准确性和安全性[J].中国医药指南,2020,18(25):97-98.
- [7] 齐鹏,崔赓.导航系统在脊柱微创手术中应用的研究进展[J].中国骨与关节杂志,2018,7(10):767-772.
- [8] 刘正蓬,王雅辉,明颖.计算机设计联合3D打印模板应用于脊柱矫形可提升手术精度与矫正效果[J].中国组织工程研究,2021,25(12):1826-1830.
- [9] 钟晖,陈建明,张成程,等.辅助工具在胸椎椎弓根置钉技术应用的研究进展[J].西南国防医药,2019,29(4):510-513.
- [10] Unuvar GK, Kilic AU, Doganay M. Current therapeutic strategy in osteoarticular brucellosis[J]. *North Clin Istanbul*,2019,6(4):415-420.
- [11] 陈丽星,杨新明,张瑛.布病脊柱炎的诊断及治疗研究进展[J].河北北方学院学报(自然科学版),2020,36(4):57-60.
- [12] Peng Na, Yang Mingzhi, Xinhua Yin, et al. Surgical management for lumbar brucella spondylitis: Posterior versus anterior approaches[J]. *Medicine (Baltimore)*,2021,100(21):e26076.
- [13] Zhao RG, Ding R, Zhang Q. Safety and efficacy of polyetheretherketone (PEEK) cages in combination with one-stage posterior debridement and instrumentation in lumbar Brucella spondylitis[J]. *Clin Neurol Neurosurg*,2020,199:106259.
- [14] 李志琳,杨成伟,窦强,等.布鲁杆菌性脊柱炎的诊断与治疗(附102例病例报告)[J].脊柱外科杂志,2020,18(2):88-92.
- [15] 黄智,辛大奇,肖宇龙,等.后路短节段内固定治疗腰椎布鲁杆菌性脊柱炎[J].中华骨科杂志,2021,41(20):1467-1475.
- [16] 张凯祥,孟宪勇,杨新明,等.前路或前后路联合手术治疗颈椎布鲁杆菌性脊柱炎的临床疗效观察[J].中国现代医学杂志,2021,31(23):72-78.
- [17] Wu H, Cui Y, Gong L, et al. Comparison between single anterior and single posterior approaches of debridement interbody fusion and fixation for the treatment of mono-segment lumbar spine tuberculosis[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*,2022,142(22):3643-3649.
- [18] Talu U, Gogus A, Ozturk C, et al. The role of posterior instrumentation and fusion after anterior radical debridement and fusion in the surgical treatment of spinal tuberculosis:experience of 127 cases[J]. *J Spinal Disord Tech*,2006,19(8):554-559.

- [19] 王杰, 张强. 布鲁氏菌性脊柱炎诊断和治疗研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(14):1304-1307.
- [20] Chang MC, Choo YJ, Lee GW. Pedicle screws versus cortical screws in posterior lumbar interbody fusion surgery for degenerative spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis [J]. Spine J, 2021, 21(7):1126-1134.
- [21] Chung TT, Chu CL, Hueng DY, et al. A parametric investigation on traditional and cortical bone trajectory screws for transpedicular fixation[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23(1):612.
- [22] 杨永竑, 叶虹, 郑杰, 等. 骨科手术导航系统在椎弓根螺钉固定术中的应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2005, 13(1):75-76.
- [23] 张冬生, 袁金涛, 郑杰, 等. 计算机辅助导航系统引导下的椎弓根螺钉置入术[J]. 中国微创外科杂志, 2008, 8(6):544-545, 551.
- [24] 杨曦, 孔清泉, 宋跃明, 等. 计算机导航辅助椎弓根螺钉后路固定在骨质疏松患者中的临床应用[J]. 中国修复重建外科杂志, 2012, 26(1):196-200.
- [25] 李向阳, 雷春芳. 数字化导航模板下胸腰椎椎弓根螺钉内固定术的手术配合[J]. 微创医学, 2017, 12(1):143-144, 150.
- [26] 吴登将, 杨进顺, 陈为坚, 等. 计算机导航与C臂透视下颈椎弓根置钉的实验研究[J]. 骨科医学, 2018, 25(18):64-67.
- [27] 张亚峰, 王建伟, 陈文锦, 等. 计算机导航下经Wiltse人路钉棒内固定治疗胸腰椎骨折的疗效观察[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2018, 15(5):27-30.
- [28] 钱选昆, 黄合飞, 武成聪, 等. 计算机导航微创经椎间孔腰椎椎间融合治疗腰椎滑脱[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(24):3790-3795.
- [29] 秦豪, 黄文华, 杨克勤, 等. 计算机导航技术辅助定位穿刺行经椎间孔入路经皮内窥镜下椎间盘切除术[J]. 脊柱外科杂志, 2020, 18(5):293-299.
- [30] La Rocca G, Mazzucchi E, Pignotti F, et al. Intraoperative CT-guided navigation versus fluoroscopy for percutaneous pedicle screw placement in 192 patients: a comparative analysis[J]. J Orthop Traumatol, 2022, 23(1):44.
- [31] Youkilis AS, Quint DJ, McGillicuddy JE, et al. Stereotactic navigation for placement of pedicle screws in the thoracic spine[J]. Neurosurgery, 2001, 48(4):771-778.
- [32] Han W, Gao ZL, Wang JC, et al. Pedicle screw placement in the thoracic spine: a comparison study of computer-assisted navigation and conventional techniques[J]. Orthopedics, 2010, 33(8):2070-2105.
- [33] Kakarla UK, Little AS, Chang SW, et al. Placement of percutaneous thoracic pedicle screws using neuronavigation[J]. World Neurosurg, 2010, 74(6):606-610.
- [34] Holly LT, Foley KT. Three-dimensional fluoroscopy-guided percutaneous thoracolumbar pedicle screw placement. Technical note[J]. J Neurosurg, 2003, 99(3 Suppl):S324-S329.
- [35] 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]. Eur Spine J, 2013, 22(3):648-653.
- [36] Rajasekaran S, Vidyadhara S, Ramesh P, et al. Randomized clinical study to compare the accuracy of navigated and non-navigated thoracic pedicle screws in deformity correction surgeries[J]. Spine, 2007, 32(2):E56-E64.
- [37] Jeswani S, Drazin D, Hsieh JC, et al. Instrumenting the small thoracic pedicle: the role of intraoperative computed tomography image-guided surgery[J]. Neurosurgical Focus, 2014, 36(3):E6.

(收稿日期: 2023-08-10)

(本文编辑: 孙荣华)

张耀, 张强, 赵昌松, 等. 计算机导航辅助胸腰椎椎弓根置钉后路病灶清除治疗胸椎布鲁氏菌性脊柱炎 [J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2024, 18(1):35-42.

中 華 醫 學 會