

临床论著

计算机导航在工作通道下行极外侧入路手术
治疗脊柱结核术中的应用

谭海涛, 江建中, 谢兆林, 李 颖, 韦英婷, 黄圣斌, 陈国平, 甘锋平

(广西贵港市人民医院脊柱关节科 537100)

【摘要】目的:探讨计算机导航在工作通道下行极外侧入路胸腰段及腰椎结核病灶清除植骨内固定术中的作用。方法:2013 年 6 月~2014 年 10 月采用工作通道下行极外侧入路病灶清除植骨内固定术治疗胸腰段或腰椎结核患者 46 例。所有患者随机分为导航组(男 16 例,女 7 例)和对照组(男 14 例,女 9 例),各 23 例。导航组年龄 37.7 ± 16.7 岁,对照组年龄 39.2 ± 18.4 岁。合并神经功能障碍 17 例,导航组 7 例(ASIA 分级 C 级 5 例、D 级 2 例),对照组 10 例(C 级 6 例、D 级 4 例)。术后门诊随访记录植骨融合的时间、VAS 评分、ASIA 分级及脊柱后凸 Cobb 角。术前两组患者的一般资料、ASIA 分级、VAS 评分及脊柱后凸 Cobb 角差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。结果:导航组术中出血量为 447 ± 139.6 ml,对照组为 627 ± 251.3 ml,两组有统计学差异($P<0.05$)。导航组术中 C 型臂 X 线透视累计曝光时间为 31 ± 14.2 s,对照组为 96 ± 44.6 s,两组有统计学差异($P<0.05$)。导航组手术时间为 158 ± 73.6 min,对照组为 213 ± 88.2 min,两组比较有统计学差异($P<0.05$)。对照组切口裂开 1 例,缝合后治愈;导航组 1 例术后 1 个半月切口形成窦道,换药治疗 2 个月后治愈。对照组术前 6 例 C 级患者中,术后 6 个月时恢复至 D 级 3 例、E 级 3 例;4 例术前 D 级患者恢复至 E 级。导航组术前 5 例 C 级患者中,术后 6 个月时恢复至 D 级 3 例、E 级 2 例;2 例术前 D 级患者恢复至 E 级。导航组的 VAS 评分、脊柱后凸 Cobb 角及骨融合时间与对照组比较均无统计学差异($P>0.05$)。结论:在工作通道下极外侧入路胸腰段及腰椎结核病灶清除植骨内固定术中应用计算机导航可获得良好的手术疗效并缩短手术时间,减少患者及医护人员的术中射线暴露。

【关键词】胸腰椎结核;结核病灶清除;计算机导航;极外侧入路椎间融合术

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.02.03

中图分类号:R529.2,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-02-0110-07

Application of computer navigation in the treatment of spinal tuberculosis in the extreme lateral interbody fusion under working channel/TAN Haitao, JIANG Jianzhong, XIE Zhaolin, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(2): 110-116

【Abstract】Objectives: To investigate computer navigation in the extreme lateral interbody fusion(XLIF) under working channel for thoracolumbar and lumbar tuberculosis. Methods: From June 2013 to October 2014, 46 cases of thoracolumbar or lumbar tuberculosis underwent the XLIF under working channel. Patients were randomly divided into navigation group(16 males, 7 females) and control group(14 males, 9 females), 23 cases in each group. The average age of navigation group was 37.7 ± 16.7 years old, and the average age of control group was 39.2 ± 18.4 years old. 17 cases were complicated with nerve dysfunction(7 cases in navigation group, 10 cases in control group), American Spinal Injury Association(ASIA) grade was used to evaluate neurofunction: in navigation group, there were 5 cases of grade C, 2 cases of grade D, while in control group, there were 6 cases of grade C, 4 cases of grade D. Postoperative outpatient follow-up records included erythrocyte sedimentation rate, bone fusion time, visual analogue score(VAS) score, ASIA grade and Cobb angle lesions. Preoperative general information and ASIA classification, VAS score and Cobb angle of spine comparison between two groups were not statistically significant($P>0.05$). Results: The intraoperative bleeding in navigation group was 447 ± 139.6 ml, while 627 ± 251.3 ml in control group, the difference showed statistical significance($P<0.05$). The intraoperative C arm fluoroscopy exposure time was 31 ± 14.2 s in navigation group, and 96 ± 44.6 s in

第一作者简介:男(1969-),医学博士,主任医师,研究方向:脊柱外科

电话:(0775)4200187 E-mail:tanhaitao99@hotmail.com

control group, the difference had statistical significance($P<0.05$). Operation time was 158 ± 73.6 min in navigation group, and 213 ± 88.2 min in control group, the difference had statistical significance($P<0.05$). The VAS score, kyphosis angle(Cobb angle), operation time, bone fusion time showed no significant difference between the two groups. 10 cases in control group had preoperative neurological injury, among 6 cases of grade C, 3 cases recovered to grade D after surgery, 3 cases recovered to grade E. 4 grade D patients recovered to grade E. Neurological injury was noted in 7 cases in navigation group, after operation, among 5 cases of grade C, 3 cases recovered to grade D, 2 cases recovered to grade E. 2 grade D patients recovered to grade E. 1 cases of incision non-healing occurred in control group, and it cured after suture. 1 case of incision sinus occurred in navigation group, and it cured by dressing treatment after 2 months. **Conclusions:** Thoracolumbar and lumbar tuberculosis debridement, internal fixation and bone grafting through XLIF under computer navigation can obtain a good surgical effect and shorten the operation time, reduce intraoperative radiation exposure.

【Key words】 Thoracic and lumbar tuberculosis; Tuberculosis focus clearance; Computer navigation; Extreme lateral interbody fusion

【Author's address】 Department of Spine and Joint Surgery, Guigang People Hospital, Guangxi, 537100, China

近年来计算机辅助导航系统(computer assisted navigation system)逐渐被应用于脊柱手术中,该技术利用X线、CT等数据资料,结合计算机技术、空间立体定位技术,可在术中动态显示手术器械与人体结构的相对位置,起到引导及辅助手术的作用^[1]。在计算机导航的辅助下,术者通过观察手术区域和虚拟手术器械的三维图像来设计和调整手术操作,从而使得脊柱手术的脊髓减压、置钉过程较传统手术更为准确及安全^[2-3]。同时相关文献表明,在脊柱手术中合理使用计算机导航技术可有效减少医护人员的射线暴露,避免频繁在术中摆放调整C型臂,从而节省了手术时间^[4]。颈胸椎的椎弓根较细,周围解剖结构相对复杂,既往被认为置钉难度较高,但是通过计算机导航系统的引导也能高质量地完成置钉^[5]。在工作通道下行极外侧入路手术治疗脊柱结核是近年来出现的手术方式,其在减少手术创伤方面较传统手术有一定优势,但该术式对术中X线透视依赖性大。如何在保证手术效果的同时减少医护人员及患者的辐射暴露、缩短手术时间是手术医生关心的问题。为评价计算机导航下极外侧入路手术治疗脊柱结核的临床疗效,我们使用该方法为23例胸腰段及腰椎结核的患者进行治疗,报道如下

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:(1)影像学检查(X线、CT、MRI)均表现为典型的脊柱结核征象如椎间隙变窄或消

失,相邻的上、下椎体出现不同程度的破坏、塌陷,可伴死骨、椎旁脓肿形成等,并经术后病理学检查确诊为脊柱结核。(2)病变范围小于等于2个节段;(3)经过医院伦理委员会及患者方面的知情同意。排除标准:(1)病变节段有内固定手术史;(2)活动性肺结核患者;(3)复发性脊柱结核患者。

2013年6月~2014年10月在我院脊柱外科住院行手术治疗的胸腰段或腰椎结核患者46例,采用工作通道下结核病灶清除植骨内固定术治疗,术前均行X线片、MRI及64排CT三维重建检查。46例胸腰段或腰椎结核患者,按入科时间顺序每2例为1个随机组,采用随机数字法,按1:1比例进入导航组和对照组,导航组采用计算机导航下极外侧入路结核病灶清除植骨内固定术治疗,对照组采用全程C型臂透视下极外侧入路结核病灶清除植骨内固定术治疗。两组患者一般资料比较均无统计学差异($P>0.05$,表1)。

1.2 术前准备

采用规范的四联化疗方案(异烟肼0.3g/d、利福平0.45g/d、乙胺丁醇1g/d、吡嗪酰胺1g/d)化疗2~3周,并积极营养支持治疗后实施手术。合并神经功能障碍的患者术前至少化疗1周,如有加重表现则尽早实施手术。

1.3 手术方法

1.3.1 导航组 患者全身麻醉后,取侧卧位,在病灶破坏较严重、脓液较多的一侧做手术切口。将手术床中段桥状升高,达到顶起腰椎、暴露手术区域的目的。消毒铺巾后,在髂后上棘上安装参考架,

表 1 两组患者术前情况和术中使用的植骨融合材料的比较

Table 1 Comparison of the two groups of patients with preoperative situation and intraoperative bone graft fusion materials

	导航组 (n=23) Navigation group	对照组 (n=23) Control group	χ^2/t
性别比(男/女) (Male/Female)	16/7	14/9 ^①	0.383
年龄(岁) Age	37.7±16.7	39.2±18.4 ^①	0.290
累及椎间盘节段数 Number of lesion intervertebral disc segments			
1 个节段(1 segment)	18	20 ^①	0.151
2 个节段(2 segments)	5	3 ^①	0.151
病变节段(例) Lesion segment			
T10~L2	9	12 ^①	0.324
L3~S1	14	11 ^①	0.337
身体质量指数 Body mass index	21.8±5.7	20.4±6.3 ^①	0.790
合并疾病(例) Combined underlying diseases			
高血压 Hypertension	2	1 ^①	0.000
糖尿病 Diabete	1	1 ^①	0.000
术中使用的植骨融合材料 Bone graft fusion materials			
钛笼+自体颗粒骨 Titanium cage bone	14	16 ^①	0.383
自体块状骨 Autogenous block bone	9	7 ^①	0.383

注:①与导航组比较 $P>0.05$

Note: ①Compared with navigation group, $P>0.05$

注册探针等导航器械及刮匙等术中器械。使用 C 型臂拍摄以病灶为中心的标准正侧位 X 线片,并将图像数据传入影像工作站。术前按手术体位对手术节段进行三维 CT 扫描,将所采集的数据以 DICOM 格式写入光盘并导入工作站,利用 synergy spine 软件将所有手术节段的二维图像与 CT 图像融合注册,注册完毕后,通过对比骨性标志点检查精度是否满意。

从结核破坏严重或脓肿形成的一侧作手术切口,经胸膜外或经腰大肌入路,在冠状位、矢状位、横断位的三维 CT 图像的引导下,将通用钻套(universal drill guide)自胸膜外或腰大肌中间穿过抵达病变椎间隙。在导航仪屏幕上确认定位满意后拔出通用钻套中的原内芯,插入极外侧入路椎间融合术(extreme lateral interbody fusion, XLIF)套筒导针并用手固定,撤出通用钻套,在导针引导下逐一插入套筒。接着插入扩张器并撑开,

充分暴露病灶,在建立工作通道的同时行神经电生理监测。利用已注册的刮匙、髓核钳等器械在导航引导下精确、彻底地清除病变组织如脓液、结核样肉芽组织、干酪样坏死物、死骨和坏死的椎间盘等,充分解除脊髓、神经根受压。对侧有脓者,通过椎体缺损处将对侧脓液尽量吸净并冲洗脓腔。

清除病灶后,修整上、下椎体的骨质,取得满意植骨床。当椎体破坏不超过 70%时在病椎上置椎体钉,否则在邻近正常椎体上置椎体钉。确定固定上、下椎体螺钉的进钉点:上方距椎体上、后缘 5mm 处,下方距椎体下、后缘 5mm 处,钻孔方向与终板平行,偏离椎管向前倾斜 5°~10°。旋入螺钉并撑开,以恢复椎体高度,矫正后凸畸形。通过测量进钉点到椎体对侧皮质骨内壁的距离选择螺钉长度。用注册过的钻头在导航的引导下钻孔建立钉道,接着将导航探针放入钉道,通过导航探针在三维 CT 图像上的虚拟图形来观察钉道的方向与长度是否满意,如不满意则重新建立钉道。置钉后 C 型臂透视检查螺钉位置。适当撑开主钉,矫正后凸畸形,恢复椎体的高度后,植入一足够长度三面皮质髂骨或切除的肋骨段或将自体骨填充至钛笼植入,植骨块距离椎体后缘约 1cm,植骨块的两端与上、下位椎体紧密接触。植骨后放入钢板固定、置入垫圈、拧紧螺母,加压后攻入 2 枚前侧抗扭转螺钉。伤口内置异烟肼粉针剂 0.2g、链霉素 1.0g,放置引流管以避免窦道形成,最后关闭切口。引流量<20ml/d 时拔除引流管。术后卧床 3~4 周,佩戴胸腰支具下床活动,支具佩戴 3 个月。

1.3.2 对照组 全身麻醉后使用和对照组相同方法调整好手术床、摆好患者体位。消毒铺巾后,切开皮肤、皮下组织,弯钳分离肌肉,在 C 型臂透视全程引导下,插入 XLIF 套筒导针并用手固定。在导针引导下插入套筒、插入扩张器并撑开,建立通道的同时行神经电生理监测。工作通道建立好后直视下行病灶清除。通过 C 型臂透视辅助选择进钉点、置入椎体钉,植入自体骨或钛笼,透视确认位置满意后再放入钢板固定、攻入抗扭转螺钉。伤口内置异烟肼粉针剂 0.2g、链霉素 1.0g,放置引流管。术后处理和导航组相同。

1.4 随访及疗效评价标准

记录术中出血量及手术时间以评价手术创伤,记录术中 C 型臂透视累计曝光时间以评价患者及医护人员的被曝光剂量。术后采用标准的抗

结核药物化疗方案(3HRZE/9HRE),即异烟肼、利福平、吡嗪酰胺、乙胺丁醇口服 3 个月,之后停用吡嗪酰胺,继续口服其他药物至少 9 个月。期间服护肝药物保护肝功能。术后每 3 个月门诊随访,记录植骨融合时间、疼痛视觉模拟评分(visual analogue score,VAS)、美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association,ASIA)分级及脊柱后凸 Cobb 角,化疗期间监测肝、肾功能,拍摄 X 线片和 CT 观察内固定及植骨融合情况。骨融合标准:CT 影像上植骨与椎体接触面有明显的骨小梁通过且无间隙,即为完全融合^[6]。按 Abumi 等^[7]介绍的方法在 X 线片上测量 Cobb 角。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件进行统计学分析,组内术前、术后资料比较选用配对 t 检验,组间资料比较选用四格表 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

对照组患者随访 11 ± 4.5 个月(7~13 个月),导航组随访 10 ± 5.3 个月(7~12 个月),两组随访时间差异无统计学意义($P>0.05$)。导航组所用手术时间、术中出血量、C 型臂透视累计曝光时间均少于对照组($P<0.05$,表 2),说明导航组的手术创伤较对照组少,医患所受的辐射暴露也较少。对照组切口裂开 1 例,缝合后治愈。导航组中 1 例术后 1 个半月切口形成窦道,经 CT 及 MRI 检查无脓肿、死骨,换药治疗 2 个月后治愈。两组术前和术后 6 个月时的 VAS 评分、后凸 Cobb 角和骨融合时间见表 2,两组比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后 6 个月时的 AISIA 分级情况:对照组术前有脊髓神经功能障碍的 10 例患者中,C 级 6 例恢复至 D 级 3 例、E 级 3 例,D 级 4 例恢复至 E

级;导航组 7 例术前有脊髓神经功能障碍患者中,C 级 5 例恢复至 D 级 3 例、E 级 2 例,D 级 2 例恢复至 E 级。随访期间未见窦道形成,未见钛网移位、塌陷,内固定无松动、断裂(图 1)。

3 讨论

胸腰椎结核较为常见,可导致椎体稳定性的破坏。清除结核病灶、矫正后凸畸形、植骨融合内固定对于治愈脊柱结核有重要意义^[8,9]。胸腰椎结核的常见发病部位在前中柱,故经前路手术视野较好、对椎管的减压较充分^[10]、植骨的融合率及结核的治愈率较高^[11,12]。传统的胸腰椎前路手术为经后外侧胸、腹膜外入路,手术创伤相对较大,而近年来出现的工作通道下极外侧入路椎间融合术(XLIF)具有切口较小,术中出血少,术后恢复较快等特点^[13,14]。我们采用工作通道下的极外侧入路进行手术操作,以达到减少显露病灶时的创伤、减少术中出血量的目的。彻底清除病灶和解除坏死组织及脓液对脊髓的压迫是脊柱结核治疗的关键^[15]。由于手术视野的限制,结核病灶清除很多时候需要依靠术者的手感和经验,无法做到精准的清除。计算机导航技术是近 10 余年来快速发展起来的引导、辅助手术操作的技术,在神经外科、骨科等多学科广泛开展,在脊柱外科手术的应用有良好效果^[16]。借助近来快速发展的计算机导航技术,在减少手术创伤的前提下使得精准清除结核病灶成为可能。

本研究中,导航组借助术前三维 CT 影像及术中 C 型臂 X 线片的引导进行工作通道的定位及放置、结核病灶的清除及椎体钉的置入。在通道放置时使用三维加二维导航辅助相对降低了术中对于椎体侧方结构的暴露要求,术者可以通过较

表 2 两组患者手术时间、术中出血量、透视累计曝光时间、VAS 评分、Cobb 角和融合时间的比较

Table 2 Comparison of neuronavigation group and control group in the operation time, amount of bleeding during operation, cumulative perspective time, VAS score, Cobb angle and fusion time

	手术时间 (min) Operation time	术中出血量 (ml) Amount of bleeding during operation	透视累计曝 光时间(s) Cumulative perspective time	VAS评分 VAS score		后凸 Cobb 角 Cobb angle		融合时间(月) Fusion time (months)
				术前 Preoperative	术后 6 个月 6 months after operation	术前 Preoperative	术后 6 个月 6 months after operation	
导航组(n=23) Navigation group	158±73.6	447±139.6	31±14.2	4.3±0.9	2.2±0.7	23.7±11.2	10.7±3.9	5.9±2.4
对照组(n=23) Control group	213±88.2	627±251.3	96±44.6	4.1±0.7	1.8±0.6	21.1±9.7	11.4±5.2	5.6±2.6
t	2.296	3.036	6.660	0.376	2.081	0.842	0.517	0.407
P	0.027	0.004	0.000	0.354	0.268	0.405	0.608	0.686

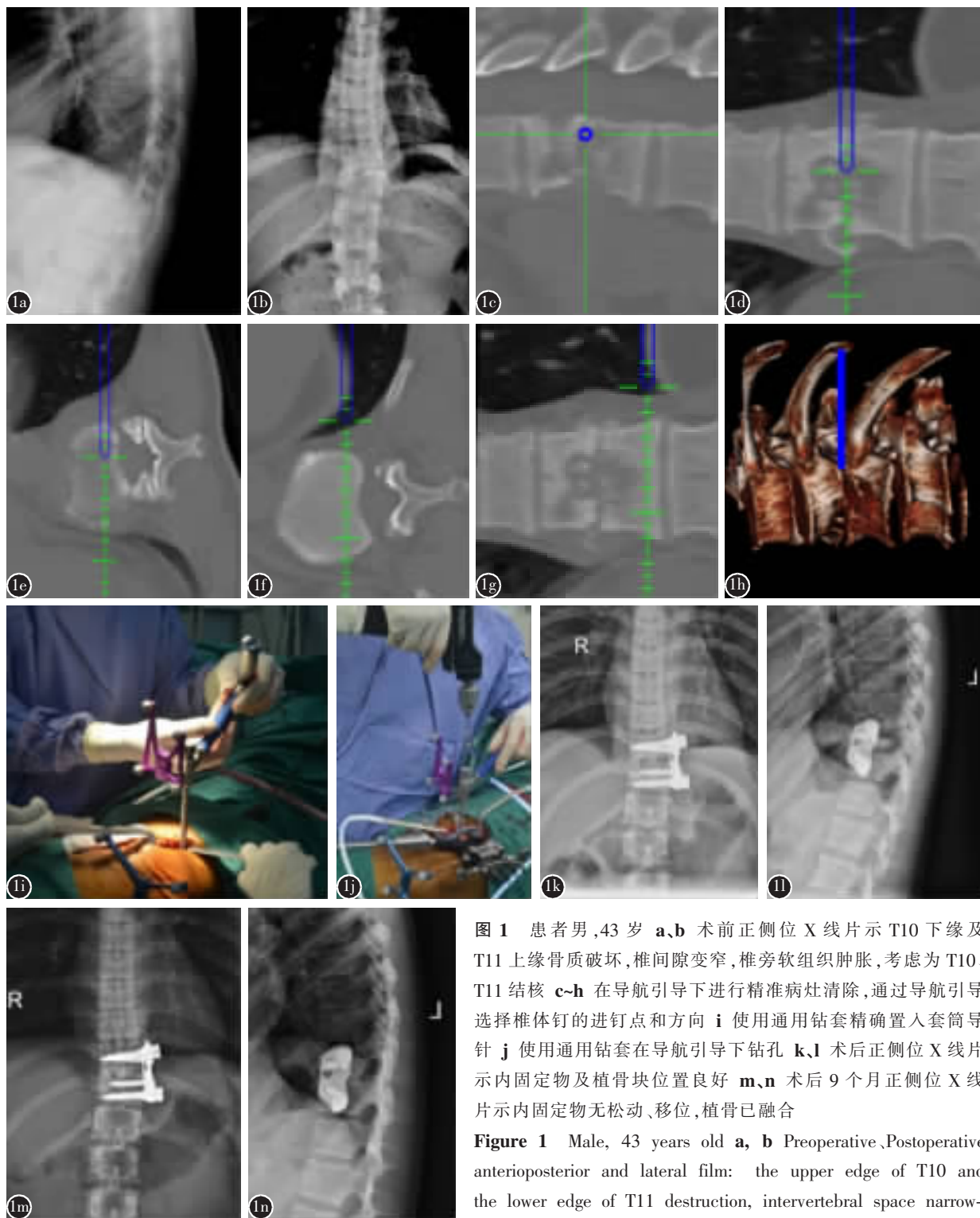


图 1 患者男, 43 岁 a、b 术前正侧位 X 线片示 T10 下缘及 T11 上缘骨质破坏, 椎间隙变窄, 椎旁软组织肿胀, 考虑为 T10、T11 结核 c~h 在导航引导下进行精准病灶清除, 通过导航引导选择椎体钉的进钉点和方向 i 使用通用钻套精确置入套筒导针 j 使用通用钻套在导航引导下钻孔 k、l 术后正侧位 X 线片示内固定物及植骨块位置良好 m、n 术后 9 个月正侧位 X 线片示内固定物无松动、移位, 植骨已融合

Figure 1 Male, 43 years old a, b Preoperative, Postoperative anteroposterior and lateral film: the upper edge of T10 and the lower edge of T11 destruction, intervertebral space narrowing, paravertebral soft tissue swelling, consider the T10, T11 tuberculosis c~h Precise lesion clearance guided by navigation, to select the point and direction of the screw through the guidance of navigation i Precise insertion sleeve guide pin using universal drill sleeve j Drilling hole under the guidance of navigation using universal drill k, l Postoperative anteroposterior and lateral film: the internal fixation and bone graft was in good position m, n Postoperative anteroposterior and lateral film at 6 months after operation: internal fixation without loosening or displacement, fusion of bone graft

Figure 1 shows a series of 14 panels (a-n) illustrating a minimally invasive surgical approach for a thoracic spine lesion. Panels a and b show preoperative anteroposterior and lateral X-rays of the thoracic spine, highlighting a lesion at the T10-T11 level. Panels c through h show intraoperative navigation views (axial, sagittal, and coronal) used for precise lesion clearance and screw placement. Panel i shows the surgical approach with a guide pin. Panel j shows the drilling of a hole under navigation. Panels k and l show postoperative anteroposterior and lateral X-rays, respectively, confirming the position of the internal fixation and bone graft. Panels m and n show postoperative anteroposterior and lateral X-rays at 9 months post-operation, demonstrating stable fixation and bone graft fusion.

传统手术更小的手术切口进行手术操作,且需要分离及破坏的软组织较传统手术更少。XLIF 手术属于微创手术,建立工作通道的过程中易牵拉、挤压腰骶丛神经,故对导针及通道位置的准确性要求较高,需反复使用透视定位,且植骨融合后需置入椎体钉,因手术视野有限,传统方法置钉同样需要多次使用 C 型臂透视。这样就难以避免地需要大量手术时间摆放 C 型臂、拍摄及阅片,而使用计算机导航可以大量节约用于这方面的手术时间。本研究中导航组手术时间为 $158 \pm 73.6 \text{ min}$, 对照组为 $213 \pm 88.2 \text{ min}$, 导航组术中出血量为 $447 \pm 139.6 \text{ ml}$, 对照组为 $627 \pm 251.3 \text{ ml}$, 导航组总体用时更少,术中出血量更小。通过计算机导航系统的引导,可以直观地看到病灶的三维形态及虚拟的手术器械,从而避开手术的危险区域,并且通过软件在术前进行个性化的手术设计,提前选择好内固定器材的型号、大小及理想的安放路径和位置,从而节省手术时间,获得较好的手术效果^[17-19]。

在手术中我们体会到,CT 影像对于判断结核病灶的大小、边界很有帮助,术者通过 CT 图像和虚拟的手术器械的相对关系就可以判断哪些病灶已经被清除,特别是在病灶与正常组织分界不清、病灶解剖学结构较复杂时仍可以精准、彻底清除病灶,同时又可以最大限度地保留健康骨组织,减少不必要的手术创伤。结核杆菌会对椎体产生虫蚀样破坏,形成不规则的孔道,如没有彻底清除椎体深部的病灶与腔隙,可能引起脊柱结核复发。另外空洞的内壁会影响病灶区域化疗药物的浓度。故将结核病灶及周围的亚健康骨彻底的清除对有效治愈结核、降低复发率有重要意义。我们认为 CT 三维导航图像清晰,三维立体化强,可视程度高,它给术者提供了矢状位、冠状位、轴位等多个立体视角的手术导航图像,术者能将手术器械的相对位置、进钉点角度和深度的变化、置入物的长度及直径以虚拟的形式实时显示更新,并能模拟手术器械的前进和后退,引导内固定螺钉准确置入椎体。此种导航模式对脊柱侧凸畸形、椎弓根周径较小的颈、胸椎内置手术具有明显的优越性^[20],对椎体螺钉的置入来说也起到了同样辅助提高精准度的作用。促进脊髓神经功能恢复的同时降低了手术可能带来的副损伤及并发症的发生率。

脊柱及周围组织的解剖结构较复杂、手术视野较狭窄,常需反复进行术中 X 线透视,故脊柱

外科的患者及医护人员接受的射线暴露剂量较高。通过计算机导航的帮助,术者可以看到手术部位和手术器械的相对、实时的位置,故起到了部分替代透视的作用,根据相关文献报道术中导航可有效减少手术时间以及医护人员和患者的射线暴露量^[21]。本研究中,导航组术中 C 型臂透视累计曝光时间为 $31 \pm 14.2 \text{ s}$, 对照组为 $96 \pm 44.6 \text{ s}$, 两组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。导航组相对对照组来说需要使用 C 型臂透视的时间较少,只有术前拍摄手术区域标准正侧位片时、验证导航虚拟图像的准确度时及内固定放置后需要进行术中透视。在建立工作通道之前,需放置套筒引导探针,我们将探针放入通用套钻上,在 CT 图像上直接可观察通用套钻尖端的模拟位置并选择导针的理想固定点,这样既避免了反复使用透视,又可以精确定位。术者通过显示器上的多视角三维图像,可直观、快速地选择较理想进钉点、较好地控制进钉的角度和深度,在置钉结束后拍摄正侧位 X 线片确认螺钉位置即可,不再需要传统置钉时反复透视确认螺钉位置。相关文献报道,在其他脊柱微创领域,导航亦起到了类似减少辐射的作用。Izadpanah 等^[22]研究对比了导航下 PKP 术及传统透视下 PKP 术后发现,导航组在使用与传统透视组相似的手术时间的情况下,累计的透视时间明显减少,同时疗效相同的情况下使用的骨水泥量也较少。Sun 等^[23]也对导航和透视下 PKP 手术进行了研究,相对于透视组,导航组透视次数明显减少、手术时间降低。杨曦等^[24]对计算机三维导航辅助下骨质疏松症患者椎弓根螺钉置入的研究也得到了相似的结论。

导航组和对照组的术前及术后 VAS 评分、后凸 Cobb 角、术后融合时间均无明显差异。神经功能的恢复方面,对照组中 10 例和导航组中 7 例术前有脊髓神经功能障碍的患者,在术后 6 个月时脊髓神经功能 ASIA 分级均有 1~2 级的提高。表明导航辅助手术在降低创伤、减少射线暴露的同时,可以达到和使用传统术中透视相同的治疗效果。

在进行术前三维 CT 引导下手术时,我们总结有以下经验:(1)导航仪的摆放要考虑到手术区域的相对距离和位置。(2)参考架需要选择合适的固定点牢固固定,摆放好后手术操作时应尽量避免触碰,以免引起误差增大。(3)术中正侧位 X 线

片和术前三维 CT 融合后应选择手术区域的标志点验证导航误差大小以及是否能达到手术要求。(4)导航手术曲线较陡峭,操作者在早期开展该手术时有一定的失败率,故导航操作者需要进行必要的培训和模拟手术操作。

本研究的样本量有限,随访时间相对较短,手术的远期疗效也有待进一步的随访观察。

4 参考文献

1. 刘琨, 赵汝岗, 张强, 等. 计算机辅助导航系统在脊柱手术中的应用[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(3): 237-239.
2. Tang J, Zhu Z, Sui T, et al. Position and complications of pedicle screw insertion with or without image-navigation techniques in the thoracolumbar spine: a meta-analysis of comparative studies[J]. J Biomed Res, 2014, 28(3): 228-239.
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]. Eur Spine J, 2013, 22(3): 648-653.
4. Lee CY, Wu MH, Li YY, et al. Intraoperative computed tomography navigation for transpedicular screw fixation to treat unstable thoracic and lumbar spine fractures [J]. Medicine, 2015, 94(20): e757.
5. Lehman RA Jr, Kang DG, Lenke LG, et al. Return to sports after surgery to correct adolescent idiopathic scoliosis: a survey of the Spinal Deformity Study Group[J]. Spine J, 2013, 23(7): 845-849.
6. Lee CH, Park CM, Kim KA, et al. Identification and prediction of transitional vertebrae on imaging studies: anatomical significance of paraspinal structures[J]. Clin Anat, 2007, 20(8): 905-914.
7. Abumi K, Shono Y, Taneichi H, et al. Correction of cervical kyphosis using pedicle screw fixation systems [J]. Spine, 1999, 24(22): 2389-2396.
8. Dvorak MF, Kwon BK, Fisher CG, et al. Effectiveness of titanium mesh cages in anterior column reconstruction after thoracic and lumbar vertebral body resection[J]. Spine, 2003, 28(9): 902-908.
9. Dai LY, Jiang LS, Wang W, et al. Single-stage anterior autogenous bone grafting and instrumentation in the surgical management of spinal tuberculosis[J]. Spine, 2005, 20(13): 2342-2349.
10. Benli T, Acaroglu E, Akalin S, et al. Anterior radical debridement and anterior instrumentation in tuberculosis spondylitis[J]. Eur Spine J, 2003, 12(5): 224-234.
11. 贾连顺. 脊柱结核外科治疗的现状与问题[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 7(9): 516-518.
12. 刘鹏, 赵建华, 李起鸿, 等. 病灶清除植骨融合联合内固定治疗脊柱结核[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2005, 15(9): 417-420.
13. Rodgers WB, Cox CS, Gerber EJ. Early complications of extreme lateral interbody fusion in the obese[J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(6): 393-397.
14. Rodgers WB, Gerber EJ, Patterson J. Intraoperative and early postoperative complications in extreme lateral interbody fusion: an analysis of 600 cases[J]. Spine, 2010, 36(1): 26-32.
15. Tay BK, Deckey J, Hu SS. Spinal infections[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2002, 10(3): 188-197.
16. Faizan A, Kiapour A, Kiapour AM, et al. Biomechanical analysis of various footprints of transforaminal lumbar interbody fusion devices[J]. J Spinal Disord Tech, 2014, 27(4): E118-127.
17. Zang L, DU P, Hai Y, et al. Device related complications of the Coflexinter spinous process implant for the lumbar spine [J]. Chin Med J(Engl), 2013, 126(13): 2517-2522.
18. Paik H, Kang DG, Lehman RA Jr, et al. The biomechanical consequences of rod reduction on pedicle screws: should it be avoided [J]. Spine J, 2013, 23(11): 1617-1626.
19. Joglekar SB, Mehbod AA. Surgeon's view of pedicle screw implantation for the monitoring neurophysiologist[J]. J Clin Neurophysiol, 2012, 29(6): 482-488.
20. Lee MH, Lin MH, Weng HH, et al. Feasibility of Intraoperative computed tomography navigation system for pedicle screw insertion of the thoraco-lumbar spine[J]. J Spinal Disord Tech, 2012, 25(9): 1275-1284.
21. Johnson JP, Drazin D, King WA, et al. Image-guided navigation and video-assisted thoracoscopic spine surgery: the second generation[J]. Neurosurg Focus, 2014, 36(3): E8.
22. Izadpanah K, Konrad G, Stidkamp NP, et al. Computer navigation in balloon kyphoplasty reduces the intraoperative radiation exposure[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(12): 1325-1329.
23. Sun CT, Zhao LL, Zhang QW, et al. Navigation techniques assisted kyphoplasty for the treatment of osteoporotic spinal compression fracture[J]. Chin Med J(Engl), 2009, 122(8): 987-989.
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(2): 196-200.

(收稿日期: 2016-06-30 末次修回日期: 2017-01-16)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)