

临床论著

后路病灶清除仿生骨支撑植骨融合内固定术
治疗胸腰椎结核的疗效分析

焦云龙, 潘玉林, 郭小伟, 李宝田, 张 猛

(郑州市骨科医院脊柱二科 450052)

【摘要】目的:评估后路一期病灶清除辅以纳米仿生骨支撑植骨融合内固定术治疗胸腰椎结核的临床疗效。**方法:**回顾性分析 2011 年 1 月~2015 年 5 月收治的 17 例胸腰椎结核患者,其中男性 11 例,女性 6 例,年龄 25~71 岁,平均 41.2 ± 5.6 岁;胸椎(T4~T10)结核 9 例,胸腰段(T11~L2)结核 7 例,下腰椎(L3~L5)结核 1 例;单节段病变 12 例,两节段病变 5 例;脊髓神经损伤情况按照 ASIA 损伤分级:B 级 1 例、C 级 4 例、D 级 6 例、E 级 6 例。本组患者均行后路一期病灶清除纳米仿生骨支撑植骨融合内固定术治疗,从术前 2 周~术后 18 个月规范应用抗结核药物。术后 1 个月、3 个月、6 个月、12 个月、24 个月定时随访,观察植骨区融合情况并比较术前及术后患者疼痛视觉模拟评分(VAS)、脊柱后凸 Cobb 角、神经功能 ASIA 分级变化情况。**结果:**本组 17 例患者均成功完成手术,手术时间 $264\sim 366\text{min}$,平均 $294\pm 88\text{min}$;术中出血量 $457\sim 1350\text{ml}$,平均 $731\pm 78\text{ml}$ 。所有患者均获得随访,随访时间 18~27 个月,平均 23 ± 6 个月,随访期间无结核症状加重及相关并发症,术后切口均 I 期愈合,均未出现切口感染及内固定物松动。1 例患者术中出现胸膜破裂,予以修补并采用胸腔闭式引流后正常出院。术后 6 个月植骨融合率为 88.2%,术后 12 个月时植骨区均可见骨性融合,融合率为 100%。术前 VAS 评分为 8.1 ± 0.6 分,术后 2 周时为 2.1 ± 0.3 分,末次随访时为 1.1 ± 0.2 分;术前 Cobb 角为 $28.3^\circ\pm 9.8^\circ$,术后 2 周时为 $8.1^\circ\pm 1.5^\circ$,末次随访时为 $9.8^\circ\pm 2.1^\circ$,终末矫正率为 65.3%。末次随访时 ASIA 分级 D 级 4 例, E 级 13 例。手术前后 VAS 评分、Cobb 角、ASIA 分级差异比较均有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**在抗结核药物治疗的基础上,一期后路病灶清除结合纳米仿生骨植骨融合内固定手术治疗较局限的胸腰椎结核可取得较为满意的效果。

【关键词】 胸腰椎;结核;后路;仿生骨;内固定

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.08.04

中图分类号:R529.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-08-0692-07

Clinical effects of posterior debridement combined with biomimetic bone graft and internal fixation for thoracic and lumbar spinal tuberculosis/JIAO Yunlong, PAN Yulin, GUO Xiaowei, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(8): 692-698

【Abstract】 Objectives: To explore the clinical effects of one stage single posterior approach for thoracic and lumbar spinal tuberculosis. **Methods:** A total of 17 patients with thoracic and lumbar spinal tuberculosis in our hospital from January 2011 to May 2015 were selected. There were 11 males and 6 females, aged from 25 to 71 years(average, 41.2 ± 5.6 years); 9 cases with thoracic spinal tuberculosis(T4-T10), 7 cases with thoracic lumbar spinal tuberculosis(T11-L2), 1 case with lower lumbar spinal tuberculosis(L3-L5). There were 12 cases in single segment and 5 cases in two segments. According to American Spinal Injury Association(ASIA) grading system, 1 case was in grade B, 4 cases in grade C, 6 cases in grade D and 6 cases in grade E. All patients underwent one stage simple posterior debridement, interbody fusion and internal fixation. Antituberculosis drugs were used from 2 weeks before operation to 18 months after operation. The clinical effects were evaluated according to pain visual analogue scale(VAS), Cobb angle correction, recovery of neurological function which was classified based on the ASIA grading system, and bone graft fusion rate. **Results:** All surgeries were successfully performed, and the average operation time and blood loss during operation were $294\pm 88\text{min}$ ($264\sim 366\text{min}$) and $731\pm 78\text{ml}$ ($457\sim 1350\text{ml}$) respectively. All those patients were followed up, and the

第一作者简介:男(1982-),主治医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(0371)67771706 E-mail:405yunlong@163.com

通讯作者:潘玉林 E-mail:panyulin4107221967@163.com

average follow-up time was 23 ± 6 months (18–27 months). No patients were noted complications such as incision infection and recurrence of tuberculosis. One patient who suffered from pleura rupture during surgery recovered after reparation of pleura and closed drainage. The 6-month and 12-month bone graft fusion rate was 88.2% and 100% respectively. VAS score of preoperation, 2 weeks postoperation and final follow-up was 8.1 ± 0.6 , 2.1 ± 0.3 and 1.1 ± 0.2 respectively; Cobb angle was $28.3^\circ \pm 9.8^\circ$, $8.1^\circ \pm 1.5^\circ$ and $9.1^\circ \pm 3.5^\circ$ respectively. At final follow-up, the final correct rate was 65.3%; ASIA grade was grade D in 4, grade E in 13. The VAS score, Cobb angle and ASIA grade were statistically significant before and after surgery ($P < 0.05$). **Conclusions:** One stage posterior debridement, interbody fusion and internal fixation is a good choice for short segment and circumscribed thoracic and lumbar tuberculosis.

[Key words] Thoracic and lumbar; Tuberculosis; Posterior approach; Biomimetic bone; Internal fixation

[Author's address] Department of Spinal Surgery II, Zhengzhou Orthopaedics Hospital, Zhengzhou, Henan, 450052, China

目前, 结核病发病率在全球仍呈现逐年增加的趋势, 而脊柱结核属于骨关节结核中的常见类型之一, 虽然很多文献也在重申单独应用化疗药物即可治愈大多数脊柱结核患者^[1,2]; 然而, 当患者就诊时已经出现明显的骨质破坏、死骨、脓肿、畸形和脊髓受压等临床表现时, 单纯采用抗结核药物难以控制脊柱结核的进展, 需要联合手术清除病灶、矫正脊柱后凸畸形、解除脊髓神经压迫。近年来, 开展的后路病灶清除、植骨融合内固定术可在同一个手术入路内完成病灶清除、椎管减压、植骨、矫形及内固定, 从而避免了前、后路联合手术的不足^[3-5]。

近年来, 随着细胞生物学和生物材料学的发展, 新型植骨材料取得了很大进展, 其中纳米羟基磷灰石及其复合材料的制备与应用以及表面改性已成为目前的研究热点之一。纳米羟基磷灰石具有良好的生物相容性及生物活性, 而纳米羟基磷灰石与高分子支架材料、无机物及骨诱导活性因子等复合制备的仿生骨材料作为骨缺损修复材料, 具有与人体骨匹配的力学性能及良好的生物相容性、骨传导和骨诱导作用, 能显著提高骨缺损修复能力。

我们回顾性研究了 2011 年 1 月~2015 年 5 月采用一期后路病灶清除纳米仿生骨笼支撑植骨融合内固定治疗的 17 例胸腰椎结核患者的临床疗效及安全性, 总结报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

病例纳入标准: (1) 通过 X 线、CT、MRI 影像学征象, 结合患者临床症状、术前血沉(ESR)、C

反应蛋白(CRP)、结核杆菌 T 细胞检测等实验室结果可以明确诊断为胸腰椎结核的患者; (2) 合并神经症状、脊柱后凸畸形或脊柱不稳定及化疗效果不佳的胸腰椎结核患者; (3) 椎旁脓肿相对局限的患者; (4) 单个椎体破坏 $\geq 50\%$, 或病变范围包括连续 2 个椎体及 1~3 个椎间盘; (5) 矢状位 MRI 提示椎管压迫 $\geq 30\%$ 或后凸畸形 $\geq 20^\circ$ 。

排除标准: (1) 患者合并严重的心肺及脑部疾病, 无法耐受手术者; (2) 病灶范围较大及合并腰大肌脓肿者; (3) 合并精神障碍, 无法配合术后治疗者; (4) 合并重度骨质疏松症者。

本组共纳入符合标准患者 17 例, 男 11 例, 女 6 例。年龄 25~71 岁, 平均 41.2 ± 5.6 岁。病变节段: 胸椎(T4~T10)结核 9 例, 胸腰段(T11~L2)结核 7 例, 下腰椎(L3~L5)结核 1 例; 单节段病变 12 例, 两节段病变 5 例。术前患者疼痛症状按照 VAS 评分为 8.1 ± 0.6 分; 术前测量 Cobb 角 $28.3^\circ \pm 9.8^\circ$; 脊髓神经损伤情况按照 ASIA 损伤分级: B 级 1 例、C 级 4 例、D 级 6 例、E 级 6 例。

1.2 器械及材料

本临床研究所用器械及材料包括胸腰椎后路椎弓根钉棒内固定系统(山东威海威高公司生产)及纳米羟基磷灰石仿生 cage(四川国纳科技有限公司生产, 型号: 块状型-多空圆柱)。

1.3 术前准备

术前嘱患者绝对卧床, 并佩戴胸腰支具限制胸腰部屈伸、旋转活动。术前除进行 X 线、CT、MRI 及常规的心肺功能检查外, 需进行心电图及体感诱发电位检查以便为术中电生理监测提供对照参考依据。术前所有患者常规应用异烟肼注射液(0.3g , ivgtt, qd)、利福平胶囊($0.45 \sim 0.6\text{g}$, 空腹顿

服, qd)、吡嗪酰胺片(15~30mg/kg, 空腹顿服, qd)、乙胺丁醇片(15mg/kg, 空腹顿服, qd)、左氧氟沙星注射液(0.5g, ivgtt, qd)五联抗结核治疗 2 周, 同时给予营养支持积极纠正贫血和低蛋白血症, 应用异甘草酸镁注射液保护肝脏, 待患者 ESR<50mm/h, CRP<30mg/L 且无严重肝肾功能异常及中重度贫血时安排手术治疗。若化疗 2 周 ESR 下降不明显, 则继续化疗 1~2 周后。若在术前化疗过程中, 患者神经症状出现进行性加重, 则尽早进行手术。

1.4 手术方法

采用全身麻醉, 患者取俯卧位。手术全程进行心电图及体感诱发电位监测。C 型臂 X 线机透视确认病椎节段, 以病变节段为中心行后正中切口, 显露病变节段上下各 2~3 节双侧椎板、上下关节突关节和横突。病变为单节段者, 分别于其上下各 2 个椎体置入椎弓根螺钉; 病变累及两节段者, 根据置钉过程中探查椎弓根螺钉把持力情况酌情选择, 于病变节段上下各 2~3 个椎体内置入椎弓根螺钉。病椎置钉情况根据病灶累及范围选择, 当病椎椎体破坏<2/3 且椎弓根及椎体后 1/4 完整时方可在病椎上置入较短椎弓根螺钉, 尽量避开病灶。于椎体骨质破坏程度较轻一侧固定连接棒临时原位稳定病椎, 先行切除病椎对侧横突。胸椎结核要切除相应肋骨头, 可结扎并切断相应肋间神经及节段动脉, 紧贴病椎椎体旁侧充分剥离骨膜, 将骨膜连同胸膜或腹膜壁层向前外侧推开, 显露该侧病变椎间隙、椎体侧前方及椎旁脓肿灶。切除坏死的椎间盘和软骨终板, 刮除死骨、干酪样坏死物及肉芽组织, 清理椎旁脓肿, 尽量保留有活力的骨组织。注意病灶清理过程中避免伤及脊髓及神经根, 若病灶偏于一侧, 则行单侧清理即可。若结核病灶破坏椎体后壁, 则需切除本侧椎板和关节突关节及黄韧带(尽可能保留棘突及其上附属韧带), 显露椎管内硬膜囊, 侧方切断后纵韧带, 自椎体后缘向腹侧清理病灶。若椎体后 1/4 未被结核病灶侵犯, 则无需显露椎管并可完整保留椎体后壁。结合刮除病灶操作的手感、刮出组织的性状及肉眼观察判断病灶彻底清除后, 用骨刀修整出足够的植骨床, 以大量生理盐水反复深部冲洗并用异烟肼注射液局部浸润。根据患者后凸畸形角度, 双侧交替棒分步塑形矫正后凸畸形, 直至 X 线透视可见后凸畸形改善且病变节段脊柱曲度改善至基本正常。将术中切除的肋骨及横突修整为骨粒紧密

填塞于长度合适的纳米仿生骨笼支撑体(四川国纳科技有限公司生产)内, 采用椎弓根钉棒系统适度撑开椎间隙, 锁紧椎体骨质破坏程度较轻一侧连接棒, 去除对侧连接棒, 自对侧置入仿生骨笼, 确认其姿态及位置准确无误后, 重新安装对侧连接棒, 双侧适度纵向合拢加压。胸膜破裂者, 缝合后采用胸腔闭式引流, 其余患者均常规双侧放置引流管, 术中刮出病变组织送检。

1.5 术后处理

术后常规使用抗生素 3~5d, 同时继续标准化抗结核治疗, 同时予以护肝药物治疗。24h 引流量<50ml 时拔除引流管。卧床 2 周后患者佩戴胸腰支具开始下床活动。术后 2 周切口拆线出院, 出院前复查 X 线片、CT。出院后异烟肼剂型由注射液改为片剂(0.3g, 空腹顿服, qd), 利福平胶囊、吡嗪酰胺片、乙胺丁醇片维持术前剂量, 继续口服护肝药物, 出院时常嘱患者抗结核药物治疗 18 个月。术后每月行肝肾功能等检测, 必要时调整抗结核药物种类或剂量。出院后 1 个月复查正侧位 X 线片, 术后 3 个月、6 个月、12 个月、24 个月定期随访复查 X 线片及 CT 各 1 次, 了解患者症状转归、植骨区融合情况及脊柱后凸畸形矫正后变化情况(图 1)。

1.6 评价标准

记录患者手术时间、术中出血量、围手术期并发症及转归; 使用 VAS 评分评价腰背痛缓解程度并于随访时记录; 测量术后随访复查 X 线片病变节段 Cobb 角计算畸形矫正情况, 矫正率=(术前 Cobb 角-术后 Cobb 角)/术前后凸角 $\times 100\%$; 采用 ASIA 脊髓损伤分级标准评价患者术后随访时脊髓神经功能恢复情况, 同时定期随访观察病灶区植骨融合情况。

1.7 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计学软件进行统计学分析, 本研究中术前及术后的 VAS 评分、Cobb 角测量值均为正态分布的计量资料, 组间两两比较采用 LSD-*t* 检验, 以 $P<0.05$ 判定差异具有统计学意义。

2 结果

本组 17 例患者均成功进行了手术, 手术时间为 264~366min, 平均 294 ± 88 min; 术中出血量为 457~1350ml, 平均 731 ± 78 ml。所有患者均获得随

访,随访时间 18~27 个月,平均 23 ± 6 个月,随访期间无结核症状加重及相关并发症,术后切口均 I 期愈合,均未出现切口感染及内固定物松动。1 例患者术中出现胸膜破裂,予以修补并采用胸腔闭式引流后正常出院。术后 6 个月植骨融合率为 88.2%, 术后 12 个月时植骨区均可见骨性融合,融合率为 100%。术前 VAS 评分为 8.1 ± 0.6 分,术后 2 周时为 2.1 ± 0.3 分, 末次随访时为 1.1 ± 0.2 分; 术前 Cobb 角为 $28.3^\circ \pm 9.8^\circ$, 术后 2 周时为 $8.1^\circ \pm 1.5^\circ$, 后凸畸形明显矫正(图 1); 末次随访时为 $9.8^\circ \pm 2.1^\circ$, 终末矫正率为 65.3%。术后神经功能 ASIA 分级: D 级 4 例、E 级 13 例, 手术前后比较

结果见表 1。手术前 VAS 评分、Cobb 角与术后多次复查结果对比差异比较均有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 2)。

3 讨论

3.1 脊柱结核治疗概况

联合抑菌药物和杀菌药物的化学治疗一直在脊柱结核的治疗中占据主导,但是由于化疗药物治疗程漫长,药物的依从性成为了突出的问题。此外,尽管抗结核药物较好地控制了感染的进展,但是前柱的骨缺损依然会继发严重的脊柱后凸畸形,将严重危及神经功能,尤其容易发生在儿童或

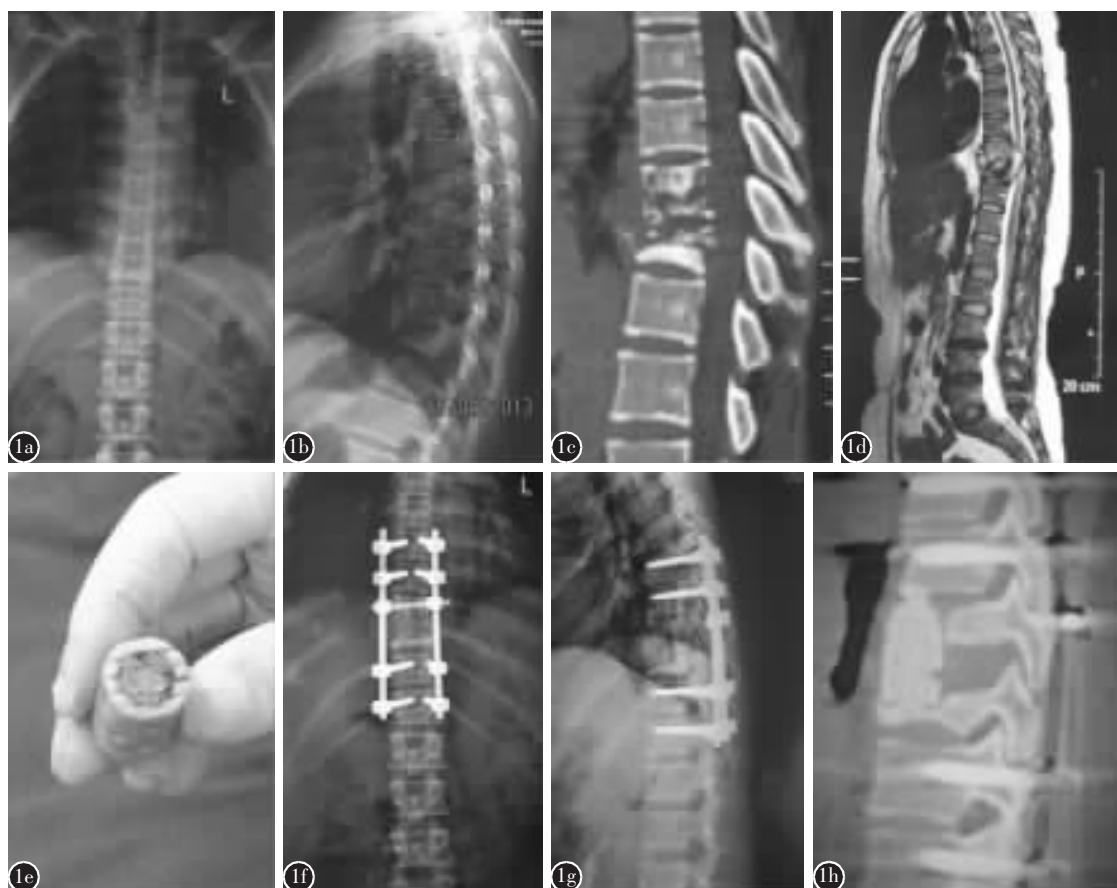


图 1 患者女性,40 岁,T9、T10 椎体结核,一期行后路病灶清除仿生骨支撑植骨融合内固定术 **a、b** 术前胸椎正侧位 X 线片示 T9/T10 正常椎间隙消失,继发局部后凸畸形 **c** 术前 CT 示结核病灶严重侵犯 T9、T10 椎体,并死骨形成 **d** 术前 MRI 示结核病灶严重侵犯 T9、T10 椎体,脊髓受压 **e** 术中填塞自体骨粒的纳米仿生骨支撑体外观 **f、g** 术后 X 线片示脊柱后凸畸形得到矫正 **h** 术后 23 个月复查 CT 示植骨区融合良好

Figure 1 Female patient, 40 years old, T9 and T10 tuberculosis **a, b** Preoperative X-ray showed that the gap between T9 and T10 disappeared complicated with kyphosis deformity **c** Preoperative CT showed that tuberculosis abscess involved T9 and T10 vertebrae seriously with some sequestrums exist **d** Preoperative MRI showed that tuberculosis abscess involved T9 and T10 vertebrae seriously and compressed spinal cord behind it **e** Biomimetic bone support filled with autogenous bone **f, g** Postoperative X-ray showed satisfactory correction of kyphosis deformity **h** Postoperative CT at 23 months showed solid bony fusion

表 1 患者术前、术后 ASIA 分级对照表
Table 1 The comparison between patients' preoperative ASIA grade result and that of postoperative

术前 Preoperative	例数 Amount	术后 Postoperative			
		B	C	D	E
B	1			1	
C	4			2	2
D	6			1	5
E	6				6

表 2 患者术前、术后 2 周及末次随访时的 VAS 评分、Cobb 角 ($\bar{x}\pm s, n=17$)

Table 2 The comparison between patients' preoperative VAS scores and Cobb angles and those of postoperative

评价指标 Index	时间节点 time nodes		
	术前 Preoperative	术后 2 周 2w-postoperative	末次随访 Final follow-up
VAS	8.1±0.6	2.1±0.3 ^①	1.1±0.2 ^①
Cobb	28.3±9.8	8.1±1.5 ^①	9.8±2.1 ^①

注:①与术前比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with preoperative, $P<0.05$

年轻人连续多节段病变的情况^[6,7]。随后出现了脊柱结核的手术干预治疗,早期的病灶清理手术虽然显著改善了患者症状并避免了一些严重后凸畸形的发生,但其仍局限于不能矫正因就诊延迟而遗留的畸形。

随着我们对脊柱内固定的生物力学更深入的研究和内固定技术的不断改进,我们对脊柱结核的治疗目标也越来越高。治疗的金标准除了控制结核感染和保护神经组织功能,还包括矫正及预防脊柱畸形^[8]。本研究通过一期后入路手术实现了前期的病灶清除、椎管减压、坚强固定、前柱支撑以及后期的病变节段曲度的维持、植骨重建区的良好融合,无论是影像学结果还是临床疗效都令人满意。

3.2 脊柱结核的手术入路

一直以来,对于脊柱结核内固定的手术入路,因为不同学者认识的角度和侧重点不同,形成了不同的技术流派,但主要概括为前路、后路和前后路联合入路三种。在此主要针对前路和后路的特点做简要阐述:由于大多数术者对后入路解剖更为熟悉,后路手术方式更为常见。如今广泛采用的椎弓根钉棒内固定能够矫正严重和僵硬的畸形,

同时提供了坚强的内固定。前路固定相对较少采用,主要是在被结核侵犯的椎体尤其是最常见的胸椎椎体,可供置入内固定且同时避开病灶的部位更为有限。最重要的是,如果患者合并多节段脊柱结核病变,前路的长节段固定极为困难甚至不可能实现。前路固定逐渐减少的主要原因还包括:(1)易发生假关节;(2)畸形矫正能力有限;(3)后凸角度大于 40°,前路操作位置较深,手术视野受影响;(4)前路手术入路并发症较后路多。生物力学研究结果证实,在脊柱屈伸活动中,前路的单棒固定强度明显不如后路的双棒固定^[9,10]。因此,前路固定适合于单一节段的脊柱结核而不适合于多节段病变,因为单节段脊柱结核的畸形相对于多节段结核较少且更稳定^[11]。

与单纯侧前方入路手术相比,单纯后路手术有如下优点:(1)对患者创伤更小;(2)脊柱外科医生更易熟练操作;(3)适用范围更广,在某些重症监护水平欠缺的普通医院也能开展;(4)完整保留膈肌,手术对呼吸系统及消化系统的影响小得多,术后能更容易的进行康复治疗;(5)后路的椎弓根螺钉能够在后柱未被结核菌感染的骨质里实现坚强的固定,在生物力学方面显著优于前路固定;(6)可以轻松实现对病变节段及相邻节段的长节段固定,在更好地矫正脊柱畸形的同时分散内固定的应力,术后内固定失效的发生率更低^[12-15]。后路钉棒内固定在防治脊柱畸形和重建脊柱稳定性两个方面都取得了良好疗效^[16,17]。

3.3 纳米羟基磷灰石仿生骨

仿生骨材料通过单独使用或几种材料复合使用来促进骨愈合。其作用原理包括三个方面:(1)骨生成作用;(2)骨传导作用;(3)骨诱导作用。Masi 等^[18]认为理想的仿生骨应近似自体移植骨,其主要性能应达到:(1)组织相容性好;(2)有传导性,能以移植的人工骨为支架,使宿主的血管和细胞进入植骨块中形成新骨,随后移植骨逐渐被降解吸收并被新骨代替。Kim 等^[19]认为人工骨材料,还应具备三维立体多孔结构;良好的材料/细胞界面、可塑性及一定的机械强度。

为了提高纳米羟基磷灰石材料的成骨诱导能力与力学性能,组织工程学者常常将其与高分子材料进行复合。Wei 等^[20]研制的人工生物活性材料(纳米羟基磷灰石/聚酰胺 66, n-HA/PA66),抗压和抗折强度以及弹性模量均与人皮

质骨类似,具有生物相容性好、热稳定性好、安全系数高等特点。由 n-HA/PA66 复合生物材料制备的纳米仿生骨(四川国纳科技有限公司)是一种高性能组织修复与重建材料,其抗弯强度、抗压强度分别为 78.2MPa 及 131.0MPa,弹性模量为 18.8GPa,生物力学研究显示,n-HA/PA66 仿生骨的生物力学性能优于自体髂骨植骨^[21]。

纳米仿生骨的多微孔结构在与骨组织的结合上有着重要的作用。当材料内部贯通的孔径达 150 μm 以上时,能为骨组织的长入提供理想的场所。本研究采用的纳米仿生骨材料最大孔径为 578 μm ,平均孔径为 233 μm ,将这种材料植入体内后,由于其比表面积(表面积/体积)的增大,有利于骨组织、微小血管、纤维结缔组织的长入及营养和代谢产物的输送,引导成骨细胞的爬行;同时也有利于材料本身的降解吸收,使孔径进一步加大,更有利于骨细胞的移行和生长,促进新骨形成。从而使材料引导细胞的能力和生物降解性增加^[22]。

综合来看,纳米羟基磷灰石仿生骨应用于胸腰椎结核病灶清除术后骨缺损的重建具有以下优点:(1)拥有与人体皮质骨近似的抗压、抗弯强度和弹性模量;(2)具有良好的生物相容性与骨传导性;(3)参与基质钙化,促进新骨形成;(4)无致敏性,无热源、无软组织刺激反应;(5)实现良好支撑同时有效增大可与上下支撑骨面接触面积,支撑体下沉率低;(6)对 X 线没有遮挡效应;(7)用量不受限制。

3.4 手术固定节段选择

另外一个需要我们考虑的问题是手术固定节段的长短问题。对于单节段结核,在病变节段上方及下方各延长固定一个椎体足以保持手术节段的稳定。而对于多节段的病变,则需在病变节段上下各固定两个以上椎体才能满足稳定的需要。而这一点很容易通过后路固定手术得以实现^[23]。

3.5 一期后路手术的适应证

我们认为一期后路手术的最佳适应证为:(1)腰痛严重,抗结核保守治疗效果不佳,但死骨不多、脓肿不大、神经压迫症状不严重的患者;(2)抗结核保守治疗效果不佳,全身情况较差不能耐受创伤较大的前路及前后路联合手术的患者;(3)结核病灶累及相邻椎体(需要行病灶清除)的数目不超过 2 个;(4)影像学表现为椎间隙脓肿、少量骨破坏及椎体压缩楔变的有临床症状且抗结核治疗

效果不佳的非典型性胸腰椎结核。

3.6 总结与展望

很多学者通过大量前路手术显示了其对慢性疼痛和神经压迫症状显著的缓解和优良的植骨融合成功率,而同时有很多作者报道通过后路手术获得了同样令人满意的效果^[24-25]。这也说明,只要遵循正确的安全手术原则,脊柱结核手术的不同入路只是通向成功的方式而已,并非至关重要。手术最重要的原则是病灶的清理和前方充分的植骨和支撑,否则任何方式的内固定都可能面临最终的失败。以上讨论内容大多是以单节段病变为假设条件而进行的,对于多节段病变且伴有僵硬的后凸畸形而需长节段固定的脊柱结核,后路内固定甚至前后路联合固定可能是一个更好的选择。

更大样本和更为复杂的脊柱结核病例的治疗经验还有待于我们在以后逐渐积累。且本研究缺少更为长期的随访,纳米仿生骨在体内 5 年甚至经过更长时间后的组织学转归影像资料仍为空白,更长期的工作还有待继续进行。

4 参考文献

1. Luk KD. Commentary: Instrumentation in the treatment of spinal tuberculosis, anterior or posterior[J]. Spine J, 2011, 11(8): 734-736.
2. Saurabh R, Kapil M, Abhay N. Posterior approach in thoracolumbar tuberculosis: a clinical and radiological review of 67 operated cases[J]. Musculoskelet Surg, 2013, 97(1): 67-75.
3. Lee SH, Sung JK, Park YM. Single-stage transpedicular decompression and posterior instrumentation in treatment of thoracic and thoracolumbar spinal tuberculosis: a retrospective case series[J]. Spinal Disord Tech, 2006, 19(8): 595-602.
4. Zhang HQ, Li JS, Zhao SS, et al. Surgical management for thoracic spinal tuberculosis in the elderly: posterior only versus combined posterior and anterior approaches[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2012, 132(12): 1717-1723.
5. 张宏其, 陈筱, 郭虎兵, 等. 单纯后路病灶清除椎体间植骨融合内固定治疗脊柱结核的适应证及疗效评价[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(3): 196-199.
6. Rajasekaran S, Shanmugasundaram TK. Prediction of the angle of gibbus deformity in tuberculosis of the spine [J]. J Bone Joint Surg Am, 1987, 69(4): 503-509.
7. Rajasekaran S. The natural history of post-tubercular kyphosis in children: radiology signs which predict late increase in deformity[J]. J Bone Joint Surg Br, 2001, 83(7): 954-962.
8. Oga M, Arizono T, Takasita M, et al. Evaluation of the risk of instrumentation as a foreign body in spinal tuberculosis [J].

- Spine(Phila Pa 1976), 1993, 18(13): 1890-1894.
9. Moon MS, Woo YK, Lee KS, et al. Posterior instrumentation and anterior interbody fusion for tuberculous kyphosis of dorsal and lumbar spine[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1995, 20(17): 1910-1916.
 10. 王锡阳, 魏伟强, 李伟伟, 等. 一期后路病灶清除植骨融合内固定治疗胸腰椎结核[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(11): 813-817.
 11. Rajasekaran S, Vijay K, Shetty AP. Single-stage closing-opening wedge osteotomy of spine to correct severe post-tubercular kyphotic deformities of the spine: a 3-year follow-up of 7 patients[J]. Eur Spine J, 2010, 19(4): 583-592.
 12. Flamme CH, Hurschler C, Heymann C, et al. Comparative biomechanical testing of anterior and posterior stabilization procedures[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(13): E352-362.
 13. Li M, Du J, Meng H, et al. One-stage surgical management for thoracic tuberculosis by anterior debridement, decompression and autogenous rib grafts, and instrumentation[J]. Spine J, 2011, 11(8): 726-733.
 14. Zeng Y, Chen ZQ, Qi Q, et al. Clinical and radiographic evaluation of posterior surgical correction for the treatment of moderate to severe post-tuberculosis kyphosis in 36 cases with a minimum 2-year follow-up [J]. J Neurosurg Spine, 2012, 16(4): 351-358.
 15. Varatharajah S, Charles YP, Buy X, et al. Update on the surgical management of Pott's disease [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2014, 100(2): 229-235.
 16. 王锡阳, 魏伟强, 李伟伟, 等. 一期后路病灶清除植骨融合内固定治疗胸腰椎结核[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(11): 813-817.
 17. 陈学武, 徐宏光, 王弘, 等. 后路经椎弓根入路病灶清除椎弓根固定术治疗胸腰椎结核的疗效分析[J]. 中国骨与关节外科, 2013, 2(2): 141-144.
 18. Masi L, Brandi ML. Physiopathological basis of bone turnover[J]. J Nucl Med Allied Sci, 2001, 45(1): 2-6.
 19. Kim BS, Mooney DJ. Development of biocompatible synthetic extracellular matrices for tissue engineering [J]. Trends Biotechnol, 1998, 16(5): 224-230.
 20. Wei J, Li YB, He Y. Processing properties of nano apatitepolyamide biocomposites[J]. J Mater Sci, 2005, 40(3): 793-796.
 21. 冯庆玲, 崔福斋, 张伟. 纳米羟基磷灰石/胶原骨修复材料[J]. 中国医学科学院学报, 2002, 24(2): 124-128.
 22. Erbe EM, Marx JG, Clineff TD, et al. Potential of an ultra-porous beta-tricalcium phosphate synthetic cancellous bone void filler and bone marrow aspirate composite graft[J]. Eur Spine J, 2001, 10(Suppl 2): 141-146.
 23. Sudprasert W, Choovongkomol K, piyapromdee U, et al. Impact on neurological recovery of transforaminal debridement and interbody fusion versus transpedicular decompression in combination with pedicle screw instrumentation for treating thoracic and lumbar spinal tuberculosis [J]. Asian Spine J, 2016, 10(3): 543-552.
 24. Tang MX, Zhang HQ, Wang YX, et al. Treatment of spinal tuberculosis by debridement, interbody fusion and internal fixation via posterior approach only [J]. Orthop Surg, 2016, 8(1): 89-93.
 25. 崔旭, 马远征, 陈兴, 等. 非跳跃性胸椎结核外科治疗的术式选择和疗效分析[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(2): 123-128.
- (收稿日期:2017-04-24 修回日期:2017-07-20)
(英文编审 蒋欣/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)