

个案报道

多节段胸椎软骨母细胞瘤整块切除后定制化
3D 打印人工椎体重建 1 例报道Customized 3D printed artificial vertebral reconstruction after en bloc
spondylectomy of a multiple thoracic chondroblastoma: a case report

韦 峰

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.09.13

中图分类号: R738.1, R687.3

文献标识码: B

文章编号: 1004-406X(2020)-09-0852-06

整块全椎切除是治疗脊柱良性侵袭性和恶性肿瘤的最佳方法^[1,2]。整块切除,特别是多节段整块全椎切除对脊柱的稳定性重建提出了严峻的考验。文献报道整块切除术后内固定的失败率可高达 40%^[2-6]。3D 打印人工椎体因其增大的接触面积和独特的人工骨小梁结构,明显降低了人工假体的塌陷率,提高了骨融合率^[7-9]。定制化 3D 打印椎体更提高了假体与上下终板的贴合性,并且可以通过椎弓根螺钉将假体和后方钉棒系统连接,从而获得即刻稳定性,最终提高了假体与相邻椎体的融合。笔者就 1 例多节段胸椎软骨母细胞瘤病例详细讲解整块全椎切除以及定制化假体从设计到术中安装的过程。

患者女性,18 岁,主因胸背部疼痛半年在当地医院检查发现 T4 和 T5 椎体破坏性病变于 2019 年 11 月 5 日收入我院。体格检查显示下肢神经功能正常。入院前行穿刺活检提示“软骨母细胞瘤”。胸椎 X 线片显示 T3~T6 右侧高密度影,T4 和 T5 椎体骨质破坏;胸椎 CT 显示 T4、T5 椎体和右侧附件溶骨性破坏病变,肿瘤累及第 4、5、6 肋骨近端,在 T3~T6 椎体右侧形成巨大软组织肿块,挤压肺脏和支气管;胸椎 MRI 显示肿瘤在椎旁形成的软组织肿块巨大,但尚未累及硬膜外腔(图 1)。

根据 WBB 分期,肿瘤累及 5~12 区,A~C 层。拟实施一期前路肿瘤边缘游离、后路 T3~T6 椎体及肿瘤整块全椎切除术(图 2)。肿瘤切除后从后方在 T2~T7 椎体之间放置 3D 打印假体,假体用椎弓根螺钉与后方钉棒系统连接。术前对患者胸椎病变部位进行薄层 CT 扫描。将 DICOM 数据导入 MIMICS 15.0 软件(Materialise,Leuven,比利时)进行设计。基于计算机辅助设计(CAD)模型,由爱康公司使用电子熔融技术打印出假体成品。假体高度与患者椎体间

实际高度相同者定义为中号(M),上下浮动 3mm 各打印出小号(S)和大号(L),共打印 3 枚假体以供术中选择。定制假体的终板前后径和左右径与相邻健椎相应径线比例为 3/4,假体上下终板的夹角与相邻健椎终板夹角一致。假体中部设计 2 对钉孔,插入聚乙烯膨胀模块后可通过拧入的椎弓根螺钉与后方钉棒系统连接达到自稳(图 3)。术前 1d 行动脉造影及栓塞,术中见肿瘤血供较为丰富,未探及双侧 T3 节段动脉,遂用弹簧栓(MWCF-18S-4/2-TORNADO,COOK,US.)栓塞双侧 T4~T6 节段动脉,瘤床用明胶海绵栓塞。手术当天早晨留置胃管。

患者行双腔管气管插管全身麻醉。麻醉完成后,患者取左侧卧位,胸下垫枕,右侧臂尽量向头端牵拉,并妥善固定。用体位固定器前方顶住耻骨联合,后方顶住臀部,确保身体中立位。C 型臂 X 线机透视确定 T3~T6 的体表位置。消毒铺巾后取斜行皮肤切口,切开皮肤、皮下组织、切开斜方肌、背阔肌、前锯肌和大圆肌。用肩胛骨拉钩掀开肩胛骨,可见肋骨。在 T3 和 T4 肋间切开肋间肌和壁层胸膜进入胸腔。此时实施单肺通气,使右肺萎陷。分离肺叶与肿瘤的粘连。显露肿瘤在胸椎侧方的边界,切开壁层胸膜,寻找并确定 T2/3 和 T6/7 椎间隙。逐渐向肿瘤腹侧分离,切开壁层胸膜后,逐一寻找并结扎 T4、5、6 节段血管。在肿瘤与椎体前方交界处可见奇静脉。奇静脉在肿瘤表面的张力较高,无法充分游离,予以结扎。随后可分离至椎体的对侧。在椎体、肿瘤腹侧塞入纱布保护。切除 T2/3 和 T6/7 椎间盘的前 2/3 以及前纵韧带。另外沿着肿瘤与肋骨的交界处,用电刀切开壁层胸膜,在肿瘤的边界外切除第 4、5、6 肋骨 1cm 作为边界。放置胸腔闭式引流管后关闭切口。改换体位成俯卧位,头部用马鞍形头枕固定,颈椎呈中立位。消毒铺巾后,取 C6~T10 后正中切口。切开皮肤、皮下组织,剥离双侧椎旁肌,显露 C7~T9 椎板、横突,并向外剥离 T3~T5 双侧肋骨至横突外 5~6cm。拧入 C7、T1、T2 和 T7、T8、T9 双侧椎弓根螺钉。切除左侧 T3~T6 横突和肋骨近端 3cm,于胸膜外分离至椎体侧方。切除右侧 T3 肋骨近端 3cm,右

基金项目:科技部国家重点研发计划重点“增材制造和激光制造”专项(项目编号:2016YFB1101501)

作者简介:男(1973-),主任医师,医学博士,研究方向:脊柱肿瘤,脊柱外科

电话:(010)82267368 E-mail:weifeng@bjmu.edu.cn

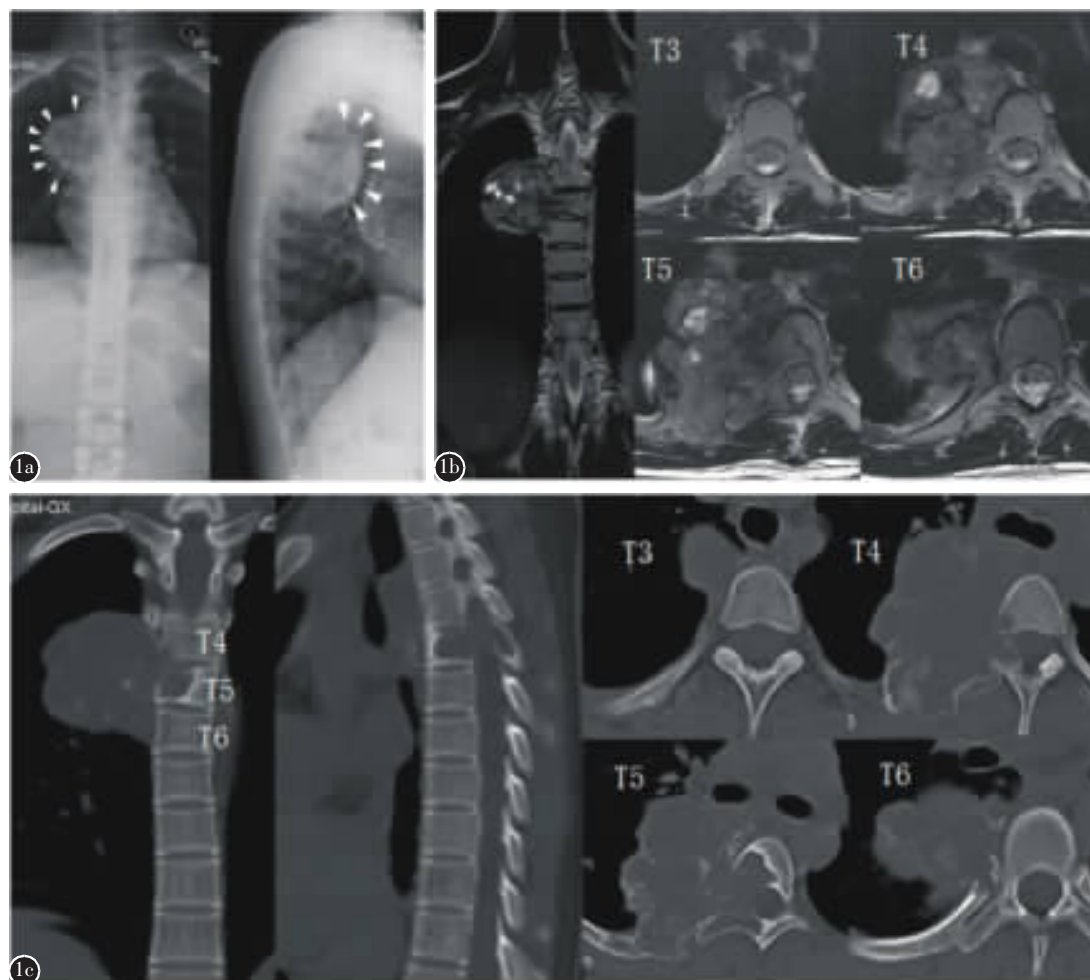


图 1 术前影像学检查 **a** 胸椎正侧位 X 线片示 T4、T5 椎体及 T5 右侧附件、右侧第 6 肋后段骨质破坏, T3~T6 椎旁软组织肿块形成 **b** MRI 显示 T5 椎体及右侧附件、右侧第 5 肋后段膨胀性骨质破坏区, 病灶向后纵隔及右侧胸腔突入, 部分侵袭后胸壁 **c** CT 显示 T4、T5 椎体及右侧附件、右侧第 5、6 肋后段膨胀性骨质破坏, T3~T6 椎旁软组织肿块形成, 病灶向后纵隔及右侧胸腔突入, 气管及右侧支气管受压前移

Figure 1 Preoperative images **a** X-ray anterior-positive and lateral films showed bone destruction of T4, T5 vertebrae and T5 right posterior element, and right posterior segment of the 6th rib. Soft tissue mass formation in T3-6 paravertebral area **b** Coronal and transverse images of MRI showed expansive bone destruction lesion of T5 vertebra and right posterior element, and right posterior segment of the 5th rib. The tumor protruded into the posterior mediastinum and right thorax, and partially invaded the posterior chest wall **c** Coronal, sagittal and transverse images of CT showed expansion bone destruction of T4, T5 vertebrae and right posterior element, and the 5th and 6th posterior costal. Soft tissue mass formation was found in T3-T6 paravertebral area. The tumor protruded into the mediastinum and right chest, and the trachea and right bronchus were compressed and moved forward

侧 T4~T6 肋骨在前路时已经在肿瘤外缘切除 1cm, 此时再扩大切除 T4~T6 远端肋骨缘, 右侧进入前路已经显露好的右侧胸腔。左右手可在椎体前方会师。插入“S”形挡板保护肺、胸膜和腹侧血管、食道等结构。用超声骨刀切除 T2 棘突椎板下缘和下关节突显露硬膜。切除 T3 和 T6 全部附件结构及 T7 双侧上关节突。切除 T4、T5 棘突和左侧椎板、上下关节突和椎弓根(保留 T4~T5 右侧椎板和附件结构)。切断左侧 T3~T6 神经根和右侧 T3 和 T6 神经根。轮流安装双侧连接棒作为临时固定。从双侧分别切除 T2/3 和 T6/7 椎间盘, 使 T3~T6 椎体完全离断。剥离 T3~T6 水平硬膜腹

侧与后纵韧带的粘连。逐渐旋出 T3~T6 椎体及肿瘤, 最后切断右侧 T4 和 T5 神经根, 将肿瘤整块切除(图 4)。用大量无菌盐水冲洗伤口。刮除 T2 和 T7 椎体终板软骨。根据术中测量最终选择小号 (S)3D 打印假体置入 T2~T7 椎体间(图 5), 透视证实假体位置良好。在假体的钉孔内拧入 2 枚椎弓根螺钉使聚乙烯模块膨胀, 用预弯好的连接棒与 T2、T3、T4 和 T7、T8、T9 椎弓根螺钉相连。先锁紧假体上的 2 枚椎弓根螺钉, 然后分别和头、尾端相邻螺钉之间加压。取下对侧的临时固定棒, 同法在假体内拧入椎弓根螺钉, 用连接棒与相邻椎弓根螺钉相连, 加压固定。再次透视确

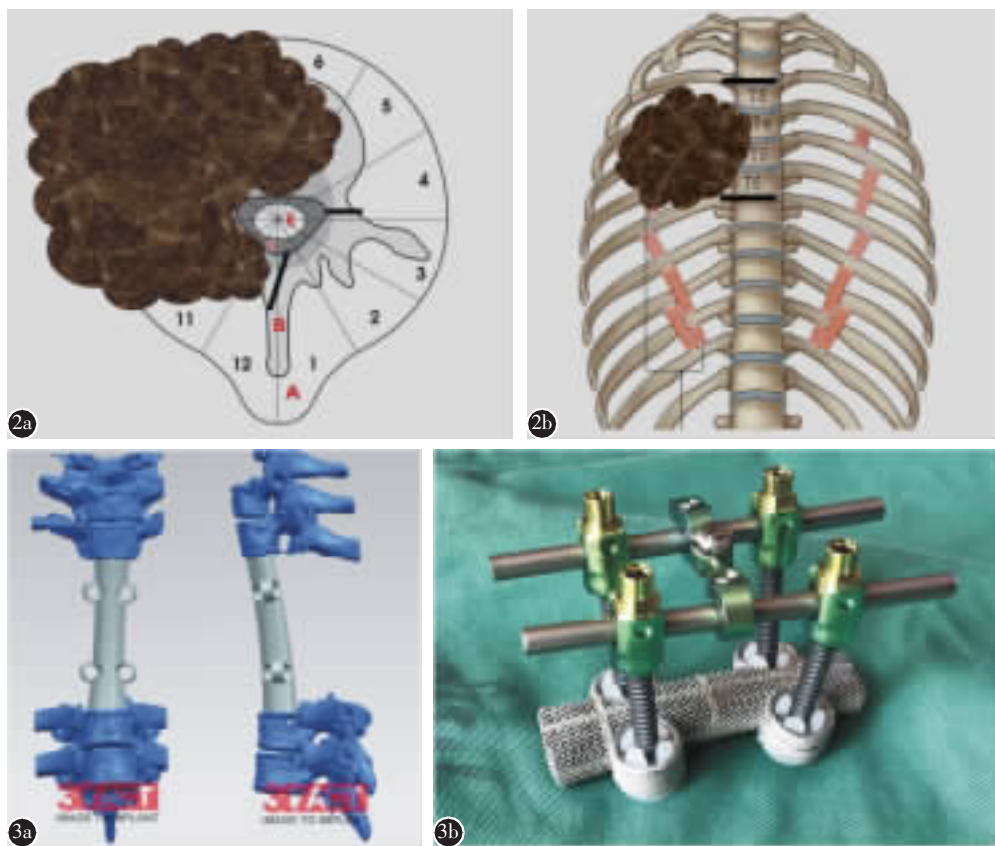


图 2 肿瘤累及范围及整块切除的截骨部位 **a** WBB 分期,肿瘤累及 5~12 区。首先前路分离肿瘤与周围组织结构,确保肿瘤包膜完整;再后路手术,在 1~4 区没有被肿瘤累及的部位进行截骨,在肿瘤彻底松解后,将肿瘤整块切除 **b** 肿瘤在冠状面累及的范围,在 T2/3 和 T6/7 椎间盘水平截断与相邻节段的连接,整块切除 T3~T6 椎体及椎旁肿瘤 **图 3** 3D 打印人工椎体的设计与制作 **a** 将术前患者胸椎薄层 CT 扫描的 DICOM 数据导入 MIMICS 15.0 软件(Materialise,Leuven,比利时)和 Unigraphics 软件(NX10.0)进行设计的假体示意图 **b** 3D 打印假体成品。假体中部设计 2 对钉孔,插入聚乙烯膨胀模块后通过拧入的椎弓根螺钉与后方钉棒系统连接

Figure 2 Tumor involvement range and the site of osteotomy **a** Tumor involved in sectors from 5 to 12 in WBB stage. In the first stage, the tumor was separated from the surrounding structure by anterior approach; then in the second stage, piecemeal excision of the posterior arch not involved by the tumor was undertaken from 1 to 4 sector. After the tumor was completely released, the whole tumor was excised in one piece **b** The coronal view of the tumor involvement. The connection with adjacent segments was cut off at T2-T3 and T6-T7 disc space. The tumor involving 4 vertebral bodies was excised in one piece **Figure 3** Design and fabrication of 3D printed-artificial vertebral body **a** Schematic diagram of the prosthesis designed by Mimics 15.0 (Materialise, Leuven, Belgium) and Unigraphics(NX10.0) software according to the DICOM data of thin-slice CT scan of patient's thoracic spine before the surgery **b** The printed prosthesis. Two pairs of screw holes were designed in the middle of the prosthesis. After inserting the polyethylene expansion module, the screw could be connected with the posterior screw rod system

认假体位置以及相邻椎体终板的贴附性良好后,撤出保护胸膜和大血管的挡板。大量无菌盐水冲洗伤口。在假体腹侧放置明胶海绵。伤口内留置负压吸引管。逐层关闭伤口。手术时间 667min,术中出血 560ml,输悬浮红细胞 800ml。

术后第 5 天时胸腔闭式引流管引流量小于 50ml/d 予以夹闭,复查胸片显示肺膨胀良好,患者无不适主诉,拔除胸腔闭式引流管。术后第 7 天,引流管引流量小于 50ml/d 后拔除。患者于术后第 3 天在支具保护下起床短时间活动。术后病理检查结果证实为软骨母细胞瘤,切缘无肿瘤。

术后复查胸椎 X 线片和 CT 证实假体位置良好(图 6)。患者于术后第 8 天出院,术后佩戴支具 3 个月。至今随访 4 个月,术后 4 个月随访时仅有轻微背痛和胸壁麻木感,下肢感觉肌力正常,复查 X 线片、CT 和 MRI 显示 3D 打印假体与上下终板贴附良好,无假体下陷,内固定稳固,肿瘤无复发(图 7)。

讨论 软骨母细胞瘤是一种少见的软骨性骨肿瘤,约占所有原发性骨肿瘤的 1%~1.45%^[10,11]。通常累及长骨骨骺。脊柱受累较少,约占软骨母细胞瘤病例的 1.4%^[12,13]。根据世界卫生组织(WHO)的最新分类,软骨母细胞瘤是

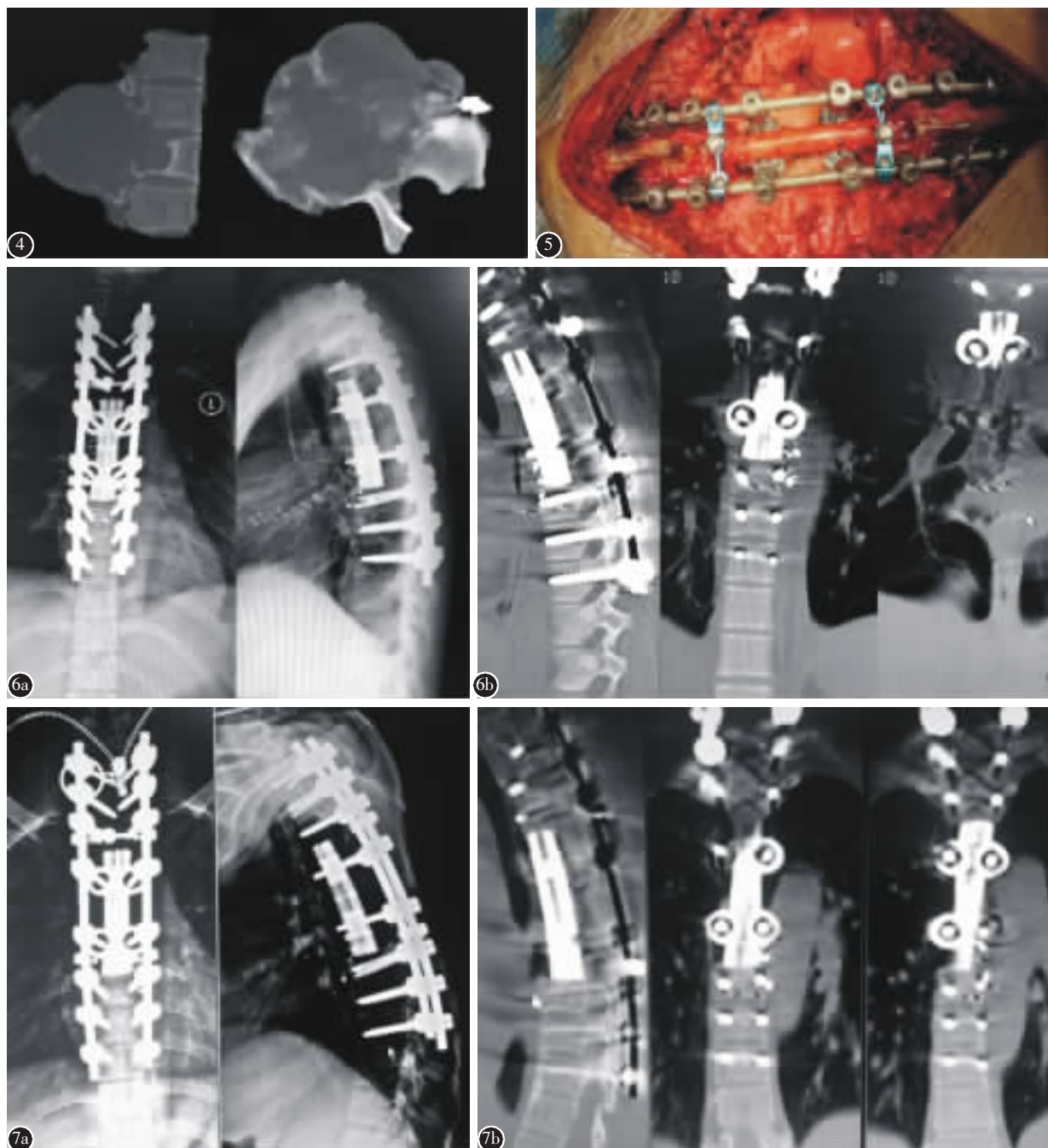


图 4 标本的 CT 冠状面和横断面扫描,显示肿瘤切除的边界 图 5 肿瘤切除后,将 3D 打印人工椎体放置于 T2~T7 椎体间,用椎弓根螺钉将假体与后方钉棒系统连接 图 6 术后影像学检查(a 正侧位 X 线片 b CT 矢状面和冠状面扫描),显示脊柱序列良好,假体与头尾相邻节段椎体贴附良好 图 7 术后 4 个月随访影像学检查(a 正侧位 X 线片 b CT 矢状面和冠状面扫描),显示脊柱序列良好,假体与头尾相邻节段椎体贴附良好,3D 打印假体无下陷,内固定稳固

Figure 4 Coronal and transverse CT scan of the specimen showed the margin of resected tumor **Figure 5** After the tumor resection, the 3D printed artificial vertebral body was placed between T2 and T7 vertebral body. The prosthesis was connected with the posterior screw-rod system with the pedicle screws **Figure 6** Postoperative images(a Anterior-posterior X-ray films b Sagittal and coronal view of CT scan), which showed good alignment of the spine and good attachment of prosthesis to adjacent vertebral bodies **Figure 7** Images of 4-month follow-up(a Anterior-posterior X-ray films b Sagittal and coronal view of CT scan), which showed good alignment of the spine and good attachment of prosthesis to adjacent vertebral bodies, 3D printed prosthesis has no subsidence, and internal fixation was stable

一种局部侵袭性、很少转移(<2%)的中间肿瘤,而不是良性病变^[14]。累及脊柱的软骨母细胞瘤比累及四肢的更具侵袭性^[10,15]。据报道局部复发率高达 38%,肺转移发生率为 2%^[10,13]。刮除或减瘤手术一直以来是脊柱软骨母细胞瘤的主要治疗方法,但经常导致高复发率^[16-18]。整块切除是治疗侵袭性良性肿瘤或恶性肿瘤的最佳方式,Jia 等^[19]报告了 1 组 13 例脊柱软骨母细胞瘤,结果显示整块切除的复发率(0%)明显低于经瘤全椎切除(16.7%)和刮除手术(100%)。

根据 WBB 分期,肿瘤累及 5~12 区,A~C 层。肿瘤在椎体前方形成巨大的肿瘤包块,向前推挤气管、肺和上腔静脉等结构。为能直视下将肿瘤和这些重要的器官分离,保证肿瘤包膜完整,选择先行前路再后路的手术方式^[20]。右侧前方入路中,将壁层胸膜保留在肿瘤表面确保了肿瘤边界的充分。分离肿瘤与肺的粘连,结扎奇静脉和节段血管,从而将肿瘤与周围的重要脏器分离,确保手术安全。在后路手术中,分块切除未被肿瘤累及的 1~4 区附件结构,充分将硬膜分离,结扎并切断 T3~T6 双侧的神经根。在切断 T2/3 和 T6/7 椎间盘后,将包含整个节段椎体的肿瘤整块切除。术后病理证实肿瘤边界充分。

多节段胸椎椎体肿瘤整块切除给稳定性重建提出了巨大挑战。目前最常用于前方椎体间支撑的方式是填塞自体骨或异体骨的钛网和可撑开钛网^[21,22]。巨大的骨缺损高度给钛网的选择造成困难。钛网内填充大量的自体骨会增加取骨区疼痛和并发症;填充异体会增加治疗费用、感染风险,且融合率降低。相比传统前路支撑方法,3D 打印假体的优势包括,较大的接触面积减少假体塌陷,人工骨小梁的微孔设计增加界面融合率,只需发生界面融合就可以保证假体的长久稳固;可根据肿瘤切除的节段、和相邻椎体终板的角设计出最为匹配的假体,并且可以设计与后方钉棒系统连接的装置获得即刻稳定性^[7,9,23]。本病例 4 个节段的全椎切除根据术前 CT 测量需要设计的假体高度为 75mm,设计 2 对钉孔,插入聚乙烯膨胀模块后可通过椎弓根螺钉与后方钉棒系统连接,从而获得良好的即刻稳定性,不会发生假体的滑移。而且定制假体上下终板的角与相邻椎体终板匹配度好,安装方便,大大节省了手术时间。因此,3D 打印假体可以应用于胸椎和腰椎 1 个和多个节段全椎切除术后的稳定性重建。当然 3D 打印假体也有一定的缺陷,假体比常规钛网或可撑开钛网的体积大,从后路绕过硬膜放置假体时有一定难度。胸椎全椎切除可以结扎双侧神经根,不仅方便旋出整块的椎体,也方便假体的放置。但是在腰椎保留神经根的情况下,这种设计可能会增加假体放置的难度,特别对于带钉孔的定制化假体,因此下腰椎在保留神经根的全椎切除手术中,从后路放置 3D 打印假体需要仔细设计或使用常规的钛网,或选择设计前路置入的 3D 打印假体。另外需要注意的是,3D 定制假体是根据患者术前仰卧位 CT 设计制作的。手术时是俯卧位安装假体,因此由于体位的变化会造成假体与头

尾端健椎椎板的贴合出现偏差,这种情况在腰椎更为明显,因此需要打印 2 个有 3mm 高度差的假体以备术中根据实际情况调整。3D 假体另外一个缺点是术后行 MRI 检查时会形成巨大的金属伪影,对于早期发现肿瘤复发有较大的干扰。我们也在和影像科探索可以减轻金属伪影的扫描方法,希望将来可以克服这一缺陷。

本例患者术前通过 CT 引导下穿刺活检明确肿瘤病理类型,根据 WBB 分期确定整块切除的截骨部位和设计手术入路,根据术前 CT 设计 3D 打印假体,术中谨慎操作,完成术前的手术设计,患者术后神经功能正常,可以早期下地活动。随访可见 3D 打印假体和内固定稳固。

参考文献

1. Harrop JS, Schmidt MH, Boriani S, et al. Aggressive "Benign" Primary Spine Neoplasms[J]. Spine, 2009, 34(22 Suppl): S39-S47.
2. Sciubba DM, De la Garza Ramos R, Goodwin CR, et al. Total en bloc spondylectomy for locally aggressive and primary malignant tumors of the lumbar spine[J]. Eur Spine J, 2016, 25(12): 4080-4087.
3. Glennie RA, Rampersaud YR, Boriani S. A systematic review with consensus expert opinion of best reconstructive techniques after osseous en bloc spinal column tumor resection[J]. Spine, 2016, 41(20 Suppl): S205-S211.
4. Park SJ, Lee CS, Chang BS, et al. Rod fracture and related factors after total en bloc spondylectomy[J]. Spine J, 2019, 19(10): 1613-1619.
5. Matsumoto M, Watanabe K, Tsuji T, et al. Late instrumentation failure after total en bloc spondylectomy[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(3): 320-327.
6. Li Z, Wei F, Liu Z, et al. Risk Factors for Instrumentation failure after total en bloc spondylectomy of thoracic and lumbar spine tumors using titanium mesh cage for anterior reconstruction[J]. World Neurosurg, 2020, 135: e106-e115.
7. Yang J, Cai H, Lv J, et al. Biomechanical and histological evaluation of roughened surface titanium screws fabricated by electron beam melting[J]. PLoS One, 2014, 9(4): e96179.
8. Xu N, Wei F, Liu X, et al. Reconstruction of the upper cervical spine using a personalized 3D-printed vertebral body in an adolescent with ewing sarcoma[J]. Spine, 2016, 41(1): E50-54.
9. Wei F, Li Z, Liu Z, et al. Upper cervical spine reconstruction using customized 3D-printed vertebral body in 9 patients with primary tumors involving C2[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(6): 332.
10. Konishi E, Nakashima Y, Mano M, et al. Chondroblastoma of extra-craniofacial bones: clinicopathological analyses of 103 cases[J]. Pathol Int, 2017, 67(10): 495-502.
11. Bloem JL, Mulder JD. Chondroblastoma: a clinical and radiological study of 104 cases[J]. Skeletal Radiol, 1985, 14(1): 1-9.

经导管髂内动脉栓塞术治疗腰椎后路手术延迟性 髂血管分支破裂 1 例报道

Intervention in the iliac artery embolization in treatment of lumbar posterior surgery delay branch of iliac blood vessels rupture: a case report

韩公斌¹, 孙寅², 徐永清¹, 张虎¹, 魏蛟¹, 苏踊跃¹, 王先聪¹, 刁进真¹

(1 中国人民解放军联勤保障部队第九二〇医院全军创伤骨科研究所 650032 昆明市;

2 云南省新昆华医院缓和医学科 650000 昆明市)

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2020.09.14

中图分类号:R619 文献标识码:B 文章编号:1004-406X(2020)-09-0857-04

腰椎后路手术引起的椎体前方腹膜后动脉血管损伤十分罕见,致死率高,即使是早期发现,如果没有足够的经验和及时有效的处理措施,也是非常凶险的并发症。我院近期成功救治了 1 例腰椎后路减压融合术并发髂内动脉分支损伤的患者,现总结报道如下。

患者女性,58 岁,因“腰痛伴双臀大腿外侧疼痛 2 年,

加重伴左小腿麻木、间歇性跛行 2 个月”入院。患者既往高血压病史 5 年,最高血压 180/100mmHg,口服苯磺酸氨氯地平片、马来酸依那普利片治疗,自诉血压控制尚可,入院时测血压 132/84mmHg。入院时患者自诉腰背部疼痛,疼痛向臀部及大腿外侧放射,左小腿麻木,行走约 50m 即出现双下肢麻木疼痛,蹲下休息数分钟后方可缓解。专科查体:脊柱无畸形,L4-S1 棘突体表投影处压痛,脊旁叩击痛阳性,腰部活动受限。左下肢股四头肌、胫前肌、趾屈肌肌力 4 级,踇长伸肌 3 级。右下肢股四头肌、胫前肌、踇长伸肌、趾屈肌肌力 4 级。左小腿外侧、足背外侧及足底感觉较

第一作者简介:男(1986-),主治医师,研究方向:创伤骨科
电话:(0871)64774660 E-mail:88253378@qq.com
通讯作者:苏踊跃 E-mail:43885300@qq.com

12. Venkatasamy A, Chenard MP, Massard G, et al. Chondroblastoma of the thoracic spine: a rare location: case report with radiologic-pathologic correlation [J]. Skeletal Radiol, 2017, 46(3): 367-372.
13. Ilaslan H, Sundaram M, Unni KK. Vertebral chondroblastoma [J]. Skeletal Radiol, 2003, 32(2): 66-71.
14. Fletcher CDM, Bridge JA, Hogendoorn, et al. (2013) WHO classification of tumors of soft tissue and bone[M]. 4th edn. Lyon: IARC, 262-263.
15. Vialle R, Feydy A, Rillardon L, et al. Chondroblastoma of the lumbar spine: report of two cases and review of the literature[J]. J Neurosurg, 2005, 2(5): 596-600.
16. Wisniewski M, Toker C, Anderson PJ, et al. Chondroblastoma of the cervical spine: case report[J]. J Neurosurg, 1973, 38(6): 763-766.
17. Akai M, Tateishi A, Machinami R, et al. Chondroblastoma of the sacrum: case report[J]. Acta Orthop Scand, 1986, 57(4): 378-381.
18. Leung LY, Shu SJ, Chan MK, et al. Chondroblastoma of the lumbar vertebra[J]. Skelet Radiol, 2001, 30(12): 710-713.
19. Jia Q, Liu C, Yang J, et al. Clinical features, treatments and long-term follow-up outcomes of spinal chondroblastoma: report of 13 clinical cases in a single center[J]. Neurooncol, 2018, 140(1): 99-106.
20. Boriani S, Gasbarrini A, Bandiera S, et al. En bloc resections in the spine: the experience of 220 patients during 25 years[J]. World Neurosurg, 2017, 98: 217-229.
21. Dvorak MF, Kwon BK, Fisher CG, et al. Effectiveness of titanium mesh cylindrical cages in anterior column reconstruction after thoracic and lumbar vertebral body resection [J]. Spine, 2003, 28(9): 902-908.
22. Viswanathan A, Abd-El-Barr MM, Dopperberg E, et al. Initial experience with the use of an expandable titanium cage as a vertebral body replacement in patients with tumors of the spinal column: a report of 95 patients[J]. Eur Spine J, 2012, 21(1): 84-92.
23. Girolami M, Boriani S, Bandiera S, et al. Biomimetic 3D-printed custom-made prosthesis for anterior column reconstruction in the thoracolumbar spine: a tailored option following en bloc resection for spinal tumors: preliminary results on a case-series of 13 patients[J]. Eur Spine J, 2018, 27(12): 3073-3083.

(收稿日期:2020-05-19 修回日期:2020-07-10)

(本文编辑 李伟霞)