

临床论著

胸腰椎肿瘤整块切除后应用 3D 打印人工椎体重建的安全性和有效性研究

韦 峰, 刘杉杉, 刘忠军, 刘晓光, 姜 亮, 李柘黄, 李梓赫, 许南方

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:评估胸腰椎肿瘤整块切除后应用 3D 打印人工椎体重建脊柱稳定性的安全性和有效性。**方法:**回顾性分析我院 2016 年 5 月~2020 年 1 月胸腰椎肿瘤整块切除术后应用 3D 打印人工椎体重建脊柱稳定性的 42 例患者。原发性骨肿瘤 37 例;转移性肿瘤 5 例。肿瘤均累及胸腰椎。手术实施整块切除,均使用 3D 打印人工椎体作为前方支撑结构。根据随访超过 6 个月患者的 X 线片、CT 片评估 3D 打印假体与相邻椎体融合情况、有无内固定失败。**结果:**全脊椎切除者 39 例,矢状切除者 3 例。使用标准化 3D 打印人工椎体 19 例,其中 1 节段者 15 例,2 节段者 3 例,3 节段者 1 例;从后路放置 15 例,从前方放置 4 例。使用定制化假体 23 例,其中单节段者 7 例,2 节段者 3 例,3 节段者 10 例,4 节段者 2 例,5 节段者 1 例;通过椎弓根螺钉拧入假体内置钉孔与后方钉棒系统连接达到自稳 19 例,从前路放置并通过内置钉孔用螺钉固定于相邻椎体者 4 例。40 例患者获得随访,随访时间 3~47 个月,中位随访时间 22 个月。影像学随访超过 6 个月的患者 36 例,包含确定融合者 9 例,可能融合者 19 例,可能不融合者 8 例;均无螺钉断裂或拔出、连接棒断裂和假体断裂移位情况;总体融合率为 77.8%(28/36)。2 例假体下陷超过 2mm,但症状轻微未行内固定翻修手术。**结论:**3D 打印人工椎体较大的终板面积有利于防止假体塌陷;微孔结构能促进骨长入增加骨融合;定制化设计能使其与内固定系统连接或直接固定于相邻椎体从而获得更好的即刻稳定性。

【关键词】脊柱肿瘤;胸腰椎;3D 打印假体;整块切除;全脊椎切除

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2020.09.02

中图分类号:R738.1,R318.1 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2020)-09-0774-08

Study on the safety and effectiveness of 3D printed artificial vertebral body reconstruction after en bloc resection of thoracolumbar tumor/WEI Feng, LIU Shanshan, LIU Zhongjun, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2020, 30(9): 774-781

【Abstract】Objectives: To evaluate the safety and stability of 3D printed artificial vertebrae in reconstruction of thoracolumbar tumor after total en bloc resection on the early and middle follow-up results. **Methods:** Between May 2016 and January 2019, 42 cases (19 males and 23 females) aged from 10 to 71 years old (39.7 ± 16.2) were analyzed retrospectively. 37 cases were with primary bone tumors and 5 cases with metastatic tumors. There were 10 cases of recurrent tumor. All the tumors involved thoracolumbar spine, including 22 cases of single segment, 6 cases of 2 segments, 11 cases of 3 segments, 2 cases of 4 segments and 1 case of 5 segments. The en bloc resection was performed in all cases. All of them used 3D printed artificial vertebral body as the anterior support structure. According to X-ray and CT images of patients who were followed up for more than 6 months, the fusion of prosthesis and adjacent vertebral body was evaluated. **Results:** There were 39 cases of total spondylectomy and 3 cases of sagittal resection. In this group, 19 cases were treated with standard 3D printed prosthesis. Among them, 15 cases were in 1 segment, 3 in 2 segments and 1 in 3 segments. The prostheses were placed from the posterior approach in 15 cases, and the anterior approach in 4 cases. 23 cases were treated with customized prosthesis. Among them, 7 cases were single segment, 3 cases were 2 segments, 10 cases were 3 segments, 2 cases were 4 segments, and 1 case was 5

基金项目:科技部国家重点研发计划(项目编号:2016YFB1101500)

第一作者简介: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

通讯作者:刘忠军 E-mail:zjliu@bjmu.edu.cn

segments. In 19 cases, the pedicle screw was used to screw into the internal screw hole of the prosthesis to connect with the posterior screw-rod system to achieve self-stabilization; in 4 cases, the screws were placed from the anterior approach and fixed to the adjacent vertebral body through the internal screw hole. Except one died of cardiovascular disease 4 months after operation without follow-up and 1 case lost follow-up, the rest 40 patients were followed up between 3 and 47 months, with a median follow-up period of 22 months. 36 patients were followed up for more than 6 months. There were 9 cases of fusion, 19 cases of probable fusion and 8 cases of probable non-fusion. There was no screw breakage or pull-out, no rod breakage, no prosthesis breakage or displacement. The overall fusion rate was 77.8%(28/36). In 2 cases, the prostheses subsided more than 2 mm, but the pains were mild without internal fixation. **Conclusions:** 3D printed prosthesis is conducive to prevent collapse because of its large end plate area. Microporous structure can promote bone growth and increase bone fusion. Customized design can make it connect with internal fixation system or directly fix in adjacent vertebral body to obtain better immediate stability. Therefore, 3D printed prosthesis can reduce the failure rate of internal fixation after thoracolumbar en bloc resection.

[Key words] Spinal tumor; Thoracolumbar; 3D printing prosthesis; En bloc resection; Spondylectomy

[Author's address] Orthopedics Department, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

良性侵袭性和恶性的原发脊柱肿瘤,以及原发病灶控制良好的孤立性转移瘤均适宜行整块切除手术^[1,2]。整块切除技术使得患者生存期延长,因此内固定能否持久成为值得关注的问题。整块全脊椎切除会导致最不稳定的力学结构,除应用椎弓根螺钉固定外,还需应用支撑材料来重建前柱的稳定性。临床上常用的材料包括钛网、带蒂或不带蒂的自体骨块、组合碳素 cage 系统、骨水泥等。文献中报道的上述支撑材料的内固定失败率为 0%~40%^[2-5]。内固定的失败严重影响患者的生活质量。

作为国际上最早一批应用 3D 打印技术的团队,我院已有相关的基础研究以及将其成功用于上颈椎手术的个案报道^[6,7],尚缺乏大样本的临床研究。本研究回顾性分析我院 2016 年 5 月~2020 年 1 月胸腰椎肿瘤整块切除术后应用 3D 打印人工椎体重建脊柱稳定性的 42 例患者,旨在评估其安全性和有效性。

1 资料方法

1.1 一般资料

整块切除的手术指征为:(1)良性侵袭性肿瘤(Enneking S3 期);(2)恶性原发性肿瘤(Enneking I 和 II 期);(3)原发病灶控制良好的孤立性转移性肿瘤。使用 3D 打印假体的指征为:(1)单节段或多节段全椎体切除;(2)单节段或多节段椎体附件矢状切除。共纳入 42 例患者,男 19 例,女 23 例;年龄 10~71 岁(39.7±16.2 岁)。原发性骨肿瘤 37 例,含良性 20 例,恶性 17 例;转移性肿瘤 5 例

(详见表 1)。复发性肿瘤 10 例。肿瘤均累及胸腰椎,其中累及单节段 22 例,2 节段 6 例,3 节段 11 例,4 节段 2 例,5 节段 1 例。

1.2 整块切除方式

根据 WBB 分期,确定肿瘤切除的范围和手术入路。分为以下几种情况:(1)胸椎和中上腰椎(L1~L3),当肿瘤累及 1~9 或 4~12 区,椎体前方没有软组织肿块或软组织肿块较小时,行单纯后路手术。具体操作方法简述如下,后方正中切口,显露病椎及相邻健椎的附件结构,并沿椎体侧方向前分离直至椎体前方。切除附件结构中无肿瘤的部分,切断病椎和相邻健椎的椎间盘,从而将病变的椎体作为一整块地切除。(2)椎体前方软组织巨大后路取出困难或累及下腰椎(L4 和 L5)的肿瘤,行先后路再前路的联合入路手术。即先从后路将无肿瘤破坏的附件结构切除,充分分离神经结构,并尽可能切断病椎和相邻健椎的连接,然后从前路继续做肿瘤的分离,继而将肿瘤及病椎作为一整块地从前方取出。(3)肿瘤在椎体前方形成的软组织肿块较大而且和前方重要结构关系密切者,行前路松解后再后路整块切除。即先从前路经胸入路或经腹膜、腹膜后入路将肿瘤和正常组织分离,然后再从后路完成肿瘤的分离,从而将肿瘤一整块地取出。(4)肿瘤累及椎体 5~8 区骨浅层者,行单纯前路手术。

整块切除是指在肿瘤的包膜之外将肿瘤作为一整块地切除。有时为了保护周围重要的血管和神经结构、减少并发症而有意经瘤将肿瘤分块切除,如椎弓根被肿瘤累及而有所计划的经瘤将椎弓

表 1 42 例患者肿瘤类型
Table 1 Type of tumor of 42 patients

肿瘤类型 Type of tumor	n
原发性肿瘤 Primary bone tumor	合计 37 Total 37
良性侵袭性肿瘤 Aggressive benign tumor	合计 20 Total 20
骨巨细胞瘤 Giant cell tumor of bone	16
骨母细胞瘤 Osteoblastoma	2
软骨母细胞瘤 Chondroblastoma	2
恶性原发性肿瘤 Malignant primary tumor	合计 17 Total 17
脊索瘤 Chordoma	5
骨肉瘤 Chondrosarcoma	4
平滑肌肉瘤 Leiomyosarcoma	4
骨肉瘤 Osteosarcoma	1
横纹肌肉瘤 Rhabdomyosarcoma	1
血管肉瘤 Angiosarcoma	1
骨巨细胞瘤肉瘤变 Secondary malignant giant cell tumor of bone	1
转移性肿瘤 Metastatic tumor	合计 5 Total 5
肾癌 Renal cancer	2
肺癌 Lung cancer	1
肝癌 Liver cancer	1
乳腺癌 Breast cancer	1

根切断;或椎管内和硬膜囊粘连紧密的肿瘤部分分块切除,其余部分仍然在肿瘤包膜外切除。目前专家共识将这种情况也称之为整块切除,有别于完全不经瘤的整块切除,则将其称为经瘤的整块切除。于是,术后对肿瘤切除范围的描述可分为以下三种:(1)广泛整块切除;(2)边缘整块切除;(3)经瘤整块切除,包括计划的经瘤和在切除过程中肿瘤包膜破损造成的经瘤。

1.3 3D 打印假体重建方式

本组病例均使用爱康公司生产的 3D 打印人工椎体作为前方的支撑结构。3D 打印假体是通过电子熔融技术将 TC4 钛合金粉末加工成孔隙率 50%~80%,孔径 $600\pm 200\mu\text{m}$,丝径 $550\pm 200\mu\text{m}$ 的柱状体,有标准化成品和个性定制两种规格。

标准化假体高度 25~120mm,每 2.5mm 递增;直径有 15×21/18×24/24×30/30×36mm 四种规格;终板为弧形,角度有 0°、4°和 8°三种规格。根据术中测量选择合适高度和最大终板接触面积的假体,多用于单节段全椎切除术后重建。另一种为定制化假体。术前对患者脊柱进行薄层 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,使用电子熔融打印出假体成品。定制化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。多应用于多节段全椎或矢状切除术后重建。根据放置入路不同设计相应的自稳固固定方式。可分为:(1)从后路放置,通过椎弓根螺钉拧入假体内置钉孔与后方钉棒系统连接达到自稳;(2)从前路放置,通过内置钉孔用螺钉固定于相邻椎体。

除前方 3D 打印假体的支撑系统外,所有患者均行病椎头尾端椎弓根螺钉固定。一个节段全椎切除,头尾端各固定 2 个节段;2 个节段以上的全椎切除,头尾端各固定 3 个节段。

1.4 术后处理

常规引流管在引流量小于 50~100ml/d 后拔除,胸腔闭式引流管在引流量小于 50ml/d 后予以夹闭,复查胸片如肺膨胀良好、患者无不舒适诉则拔除。患者可以在术后第 2~3 天下地活动,短时间活动可不戴支具,长时间活动需支具保护直至术后 3 个月。

1.5 影像学评价

患者于术后第一年每 3 个月,第二年每 6 个月,随后每年复查。影像学检查包含胸腰椎 X 线片、CT、MRI,其中恶性肿瘤患者增加胸部 CT 检查。通过影像学资料评估肿瘤有无复发、转移。根据随访超过 6 个月患者的 X 线片、CT 评估 3D 打印假体与相邻椎体融合情况:I,确定融合,定义为融合,有重塑和小梁穿过;II,可能融合,内置物完整,未完全重塑和整合,无透亮带;III,可能不融合,内置物完整,顶部或底部有明显透亮带;IV,确定不融合,植骨吸收与塌陷(详见表 2)^[8]。评估有无假体断裂、移位或下陷、椎弓根螺钉断裂或拔出,连接棒断裂。螺钉松动、断裂、连接棒断裂以及假体断裂作为内固定失败的证据。

1.6 统计方法

本研究采用 SPSS 22.0(IBM 公司,美国)进行统计学分析。对于计量资料,使用 Kolmogorov-Smirnov 检验是否符合正态分布。对于符合正态分布的计量资料采用平均数±标准差进行描述;对于不符合正态分布的计量资料采用中位数和最大值、最小值进行描述。对于计数资料,采用百分数进行描述。

表 2 3D 打印假体与相邻椎体融合的判断指标和结果统计

Table 2 Criteria for determination of fusion status

分级 Grade	分类 Classification	融合标准描述 Fusion criteria	n(%)
I	确定融合 Definite fusion	融合,有重塑和小梁穿过 Fused with remodeling and trabeculae	9(25%)
II	可能融合 Probable fusion	内置物完整,未完全重塑和整合,无透亮带 Graft intact, not fully remodeled and incorporated through; no lucencies	19(53%)
III	可能不融合 Probable nonunion	内置物完整,顶部或底部有明显透亮带 Graft intact, but definite lucency at top or bottom	8(22%)
IV	确定不融合 Definite nonunion	植骨吸收与塌陷 Resorption of bone graft and collapse	0

2 结果

根据 WBB 分期行全椎切除者 39 例,矢状切除者 3 例。单纯后路整块切除 17 例,先后路再前路 9 例,前路松解再后路整块切除 15 例,单纯前路手术 1 例。手术出血量 260~3800ml (1514±988ml),手术时间 241~886min (497.2±195.8min)。根据术中操作和术后病理证实获得广泛整块切除者 17 例,边缘切除者 8 例,经瘤切除者 17 例。

本组使用标准化 3D 打印人工椎体 19 例。其中,1 节段者 15 例,2 节段者 3 例,3 节段者 1 例。从后路放置 15 例,从前方放置 4 例。根据患者影像资料和手术需要定制安放的假体 23 例。其中单节段者 7 例,2 节段者 3 例,3 节段者 10 例,4 节段者 2 例,5 节段者 1 例。通过椎弓根螺钉植入入假体内置钉孔与后方钉棒系统连接达到自稳 19 例;从前路放置并通过内置钉孔用螺钉固定于相邻椎体者 4 例。

手术并发症包括:腹主动脉破裂 1 例,喉返神经损伤 1 例,硬膜撕裂术后脑脊液漏 7 例,胸膜破裂术后胸腔积液 4 例,伤口愈合不良 2 例。

42 例患者中 1 例术后 4 个月死于心血管疾病,1 例失访,其余 40 例均获得随访,随访时间 3~47 个月,中位随访时间 22 个月。骨巨细胞瘤肉瘤变 1 例因局部复发、肺转移,于术后 12 个月死亡。局部复发同时肺转移目前带瘤生存者 2 例。局部复发但无转移目前带瘤生存 2 例。局部无复发但发生其他部位转移目前带瘤生存 3 例。无复发无转移 32 例。

影像学随访超过 6 个月的患者 36 例。确定融合者 9 例(图 1~3);可能融合者 19 例;可能不融合者 8 例。无螺钉断裂或拔出,无连接棒断裂,无假体断裂移位病例。本组病例总体融合率为 77.8%(28/36)。2 例患者假体下陷,并且下陷超过

2mm,但患者仅有轻微的腰背部疼痛,不影响正常生活,此 2 例患者现分别随访 47 个月和 26 个月,均未发现内固定失败,未行内固定翻修手术。

3 讨论

整块切除是以治愈为目的的肿瘤切除手术,即把肿瘤作为一整块切除,肿瘤周围有完整的正常组织包绕,肿瘤切除范围广泛、切除过程不经瘤,因此术后肿瘤复发和转移率较分块经瘤切除低^[9]。患者生存期延长对整块切除术后脊柱重建的稳定性和持久性提出了更高的要求。

整块全椎切除需切除椎体、椎间盘和所有的附件结构,造成了最不稳定的力学结构。除了需要头尾端坚强的椎弓根螺钉固定,前柱支撑功能重建也是维持脊柱稳定的重要因素。为了使整个支撑体系获得长时间的稳定,通常前方不仅使用钛网、骨水泥等支撑物,还要联合使用自体骨或异体骨来获得支撑体系与相邻正常椎体的生物融合。但经常因为肿瘤患者需要放疗和化疗以及患者体质的原因造成植骨不融合;或者因为前方钛网直径较小、终板被切割等因素造成钛网下沉。这些因素往往造成整个内固定系统的失败,导致内固定断裂或移位,文献报道的整块全椎切除术后内固定失败翻修率为 0%~40%^[3]。Park 等报告 32 例全椎或矢状切除术后 12 例发生连接棒断裂(37.5%,发生在平均 29.2 个月,8~93 个月)^[4]。Matsumoto 等报告 15 例整块全椎切除术后的患者 6 例发生内固定失败(40%,发生在平均 28.3 个月,6~42 个月)^[5]。Sciubba 等报告 23 例全椎切除术后 9 例内固定失败(39.1%,发生在平均 23 个月,16~48 个月)^[2]。

目前改善全椎切除后脊柱稳定性的方法包括增加后方椎弓根螺钉的固定节段,增加连接棒的

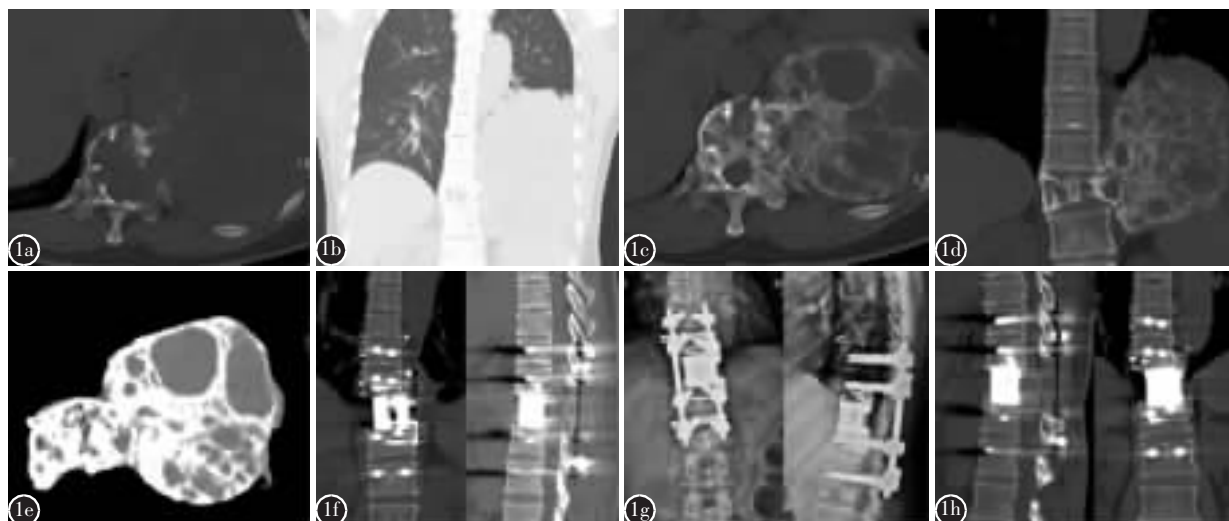


图 1 患者女性,50岁,T11椎体骨巨细胞瘤,行后路-前路T11椎体及肿瘤整块切除,定制3D打印假体从前方放置并用螺钉固定于相邻椎体。随访36个月,肿瘤无复发 **a** T11椎体破坏性病变及椎旁巨大肿块 **b** 椎旁肿块侵占胸腔 **c、d** 使用地舒单抗3个月后肿瘤边缘明显硬化 **e** 整块切除的T11椎体及椎旁肿瘤的CT扫描 **f** 术后CT片示3D假体与上下终板贴附良好 **g** 术后36个月随访X线片示3D假体位置良好,内固定稳固 **h** 术后36个月CT示3D假体和相邻椎体界线消失,有骨小梁长入

Figure 1 A 50-year-old female patient with giant cell tumor of T11 vertebral body underwent T11 en bloc spondylectomy resection via posterior-anterior approach. The customized 3D printing prosthesis was placed from the front and fixed to the adjacent vertebral body with screws. After 36 months of follow-up, there was no recurrence of the tumor **a** T11 vertebral destructive lesion and a huge paravertebral mass were found **b** Paravertebral mass invaded the thoracic cavity **c, d** After 3 months of Denosumab treatment, the tumor was obviously sclerosis **e** CT scan of the specimen of T11 which showed the vertebral body and paravertebral tumor was excised in one piece **f** Postoperative CT scan showed that the 3D prosthesis was well attached to the upper and lower end plates **g** 36 months after surgery, X-ray showed that the 3D prosthesis was in good position and the internal fixation was stable **h** At 36 months after surgery, CT showed that the gap between the 3D prosthesis and the adjacent vertebral body disappeared and trabeculae grew in

直径^[3]。相比增加后方固定强度的方法,加强前柱支撑更加重要,因为脊柱的前柱承担更多的压力,只有前方植骨与相邻椎体获得骨性融合才能获得持久的稳定性。前柱支撑塌陷往往会增加后方内固定的应力从而导致内固定失败^[4]。Park等的研究显示,尽管尚未达到统计学差异,但前方使用结构骨块填充自体骨或脱钙骨基质的失败率(16.7%)要小于使用钛网(46.2%)和可伸缩钛网(38.5%),说明大的终板接触面积有助于达到坚强的骨性融合^[4]。3D打印人工椎体具有比钛网和结构植骨块更大的接触面积,提供更可靠的支撑,本组仅2例在随访中发生假体下陷,而且没有严重的疼痛,没有导致内固定失败。

另一种增加前方生物融合的方法是使用带血管蒂的自体腓骨或肋骨。Yanamadala等报告了16例使用带血管蒂腓骨用于重建全椎切除后骨缺损

的病例。13例患者获得平均32个月的随访,其中9例(69%)在6个月的CT随访中有融合迹象,4例(31%)发生植骨不融合^[10]。带蒂自体腓骨移植虽然提高了融合率,但无疑增加了手术创伤、手术时间和术后去骨部位的并发症。3D打印假体粗糙的接触面以及微孔设计不仅增加了成骨细胞的粘附,而且会刺激细胞分化,促进骨长入^[6]。不同于生物假体的整个假体全程成骨,3D打印假体只要在界面有骨长入,界面融合牢固,即可维持长久的稳定性^[6]。本组有9例患者可见界面明显的骨小梁长入,而且有骨包绕现象;19例患者骨包绕或骨小梁长入不完全。总体的融合率达到77.8%。其余8例患者界面融合不明确,其中的2例假体下陷超过2mm,但疼痛轻微,没有发生内固定失败的病例。

3D打印假体最大的优势是可以根据肿瘤切

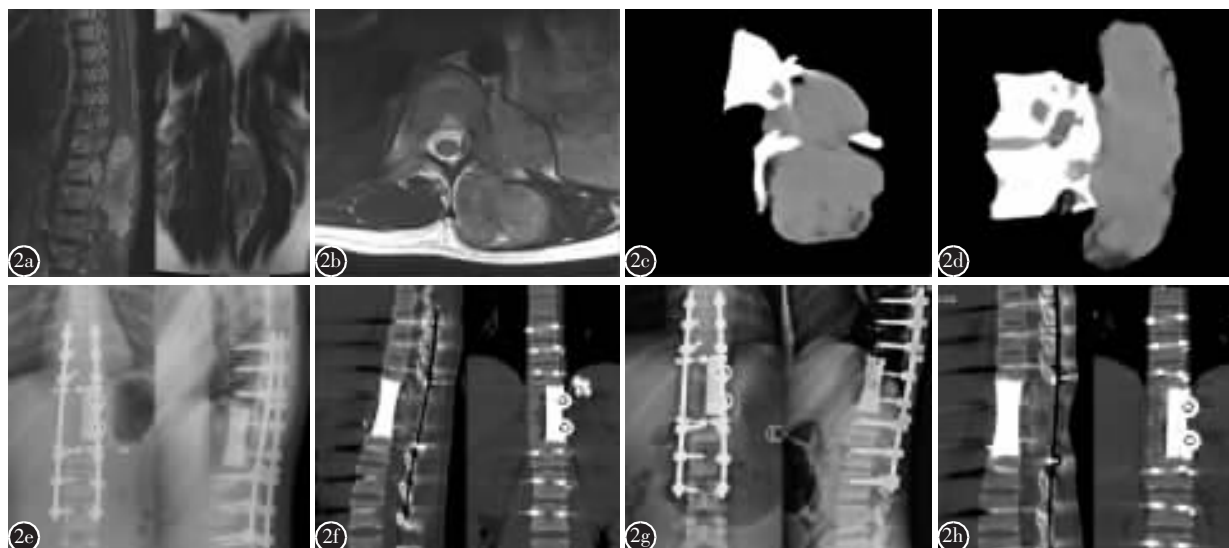


图 2 患者女性,17岁,T11~T12平滑肌肉瘤,行前路-后路T11~T12椎体矢状整块切除,定制3D打印假体从后方放置并用椎弓根螺钉固定于后方钉棒系统。随访25个月,肿瘤无复发 **a** 术前MRI示肿瘤累及T11~T12椎体并在左侧椎旁肌内形成巨大软组织肿块 **b** 术前MRI示肿瘤累及T11~T12椎间孔并在椎间孔前放以及椎旁肌内形成软组织肿块 **c,d** 整块切除的T11~T12椎体及椎旁肿瘤的CT扫描 **e** 术后X线片显示3D假体位置良好 **f** 术后CT片示3D假体与上下终板贴附良好 **g** 术后25个月随访X线片示3D假体位置良好,内固定稳固 **h** 术后25个月CT示3D假体和相邻椎体界线消失,有骨小梁长入

Figure 2 A 17-year-old female patient with T11-T12 leiomyosarcoma underwent sagittal resection of T11-T12 vertebral body via anterior-posterior approach. The customized 3D printing prosthesis was placed from the posterior approach and fixed to the posterior screw-rod system with pedicle screws. After 25 months follow-up, there was no recurrence of the tumor **a** Preoperative MRI showed that the tumor involved the T11-T12 vertebral body and formed a huge soft tissue mass in the left paravertebral muscle **b** Preoperative MRI showed that the tumor involved the T11-T12 intervertebral foramen and formed a soft tissue mass in the intervertebral foramen and paravertebral muscle **c, d** CT scan of the specimen of the T11-T12 vertebral body and paravertebral tumor **e** Postoperative X-ray film showed good position of 3D prosthesis **f** Postoperative CT scan showed good attachment of 3D prosthesis to upper and lower end-plates **g** X-ray film of 25-month follow-up showed good position of 3D prosthesis **h** CT scan of 25-month follow-up showed that the internal fixation was intact and the gap between 3D prosthesis and adjacent vertebral body disappeared, with trabecula growing in

除的节段、和相邻椎体终板的角设计出最为匹配的假体^[7]。还可以根据肿瘤切除入路的需要,设计从相应入路放置的假体,并且设计与后方钉棒系统连接的装置,或者直接通过前方螺钉固定于相邻椎体。本组定制化假体23例,节段大于2个椎体的多达16例,通过椎弓根螺钉连接后方钉棒系统的19例;通过前路螺钉固定于相邻椎体者4例。由于和相邻椎体接触的匹配程度高,假体和相邻椎体直接固定,因此均获得良好的即刻稳定性,术后患者可以在2~3d内下地活动,无1例出现内固定失败。

整块切除是对脊柱原发性骨肿瘤和孤立性转移瘤最为理想的手术切除方式,能明显提高患者的

生存时间。3D打印假体为整块切除术后脊柱稳定性重建提供了坚强的支撑。术中和术后短期没有发生与内固定相关的手术并发症。本研究随访患者3~47个月(中位22个月),假体融合率77.8%,仅2例发生假体下陷超过2mm,无1例发生内固定失败,其固定效果优于文献中使用钛网和结构植骨块者。无论标准化还是定制化假体,均使用方便,缩短手术时间,明显优于使用带血管蒂的腓骨移植,更加适合我国国情。因此,3D打印人工椎体在重建胸腰椎肿瘤整块切除后安全性和稳定性方面具有较高的优势。但本研究纳入的病例数量有限,随访时间尚短,对3D打印假体稳定性的持久性还需更长时间的随访。而且对于3D打印假体

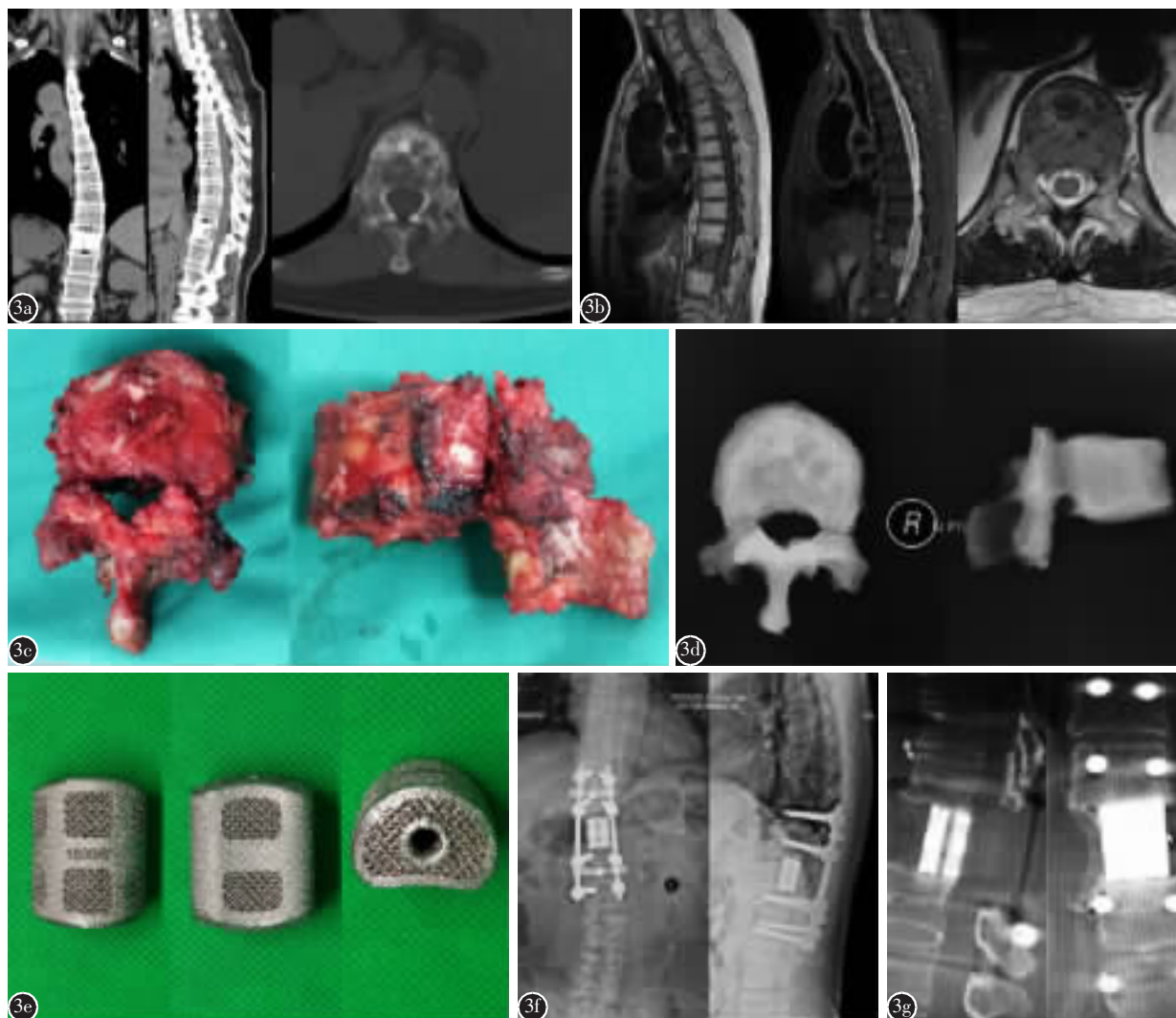


图 3 患者女性,61 岁,右肺低分化腺癌术后 2 年,查体发现 T12 破坏性病变。PET/CT 提示 T12 孤立性病变。诊断为肺癌 T12 孤立转移。行后路 T12 整块全椎切除,标准化假体重建。术后放疗及靶向药物治疗。随访 36 个月,肿瘤无复发,无新发转移灶 **a** CT 冠状面、矢状面和横断面片显示 T12 椎体骨质破坏,椎弓结构正常 **b** MRI T1 和 T2 压脂像矢状面片和 T2 横断面片显示肿瘤累及 T12 椎体,椎弓未收累及 **c** 应用线锯锯断双侧椎弓根,分两部分切除的 T12 全椎体标本 **d** 标本的 X 线轴位片和侧位片 **e** 标准化单节段 3D 打印假体的腹侧面、背侧面和上表面观 **f** 术后 X 线正侧位片示假体及内固定位置良好 **g** 术后 3 年 CT 片示 3D 假体与上下终板贴附良好,无假体下陷,无螺钉松动,无内固定断裂

Figure 3 A 61-year old female patient with poorly differentiated adenocarcinoma of the right lung was found to have destructive T12 lesions in physical examination 2 years after her lung lobectomy. PET/CT showed T12 solitary lesions. The diagnosis was T12 vertebral solitary metastasis of lung cancer. Total en bloc spondylectomy and reconstruction with standard 3D prosthesis was undertaken via single posterior approach. Postoperative radiotherapy and targeted drug therapy were undertaken standardly. There was no recurrence or new metastasis for 36 months follow-up **a** CT coronal, sagittal and transverse sections showed bone destruction of T12 vertebral body **b** MRI T1 and T2 fat compression images showed tumor involvement of T12 vertebral body in sagittal and T2 weighted cross sections **c** Axial and lateral views of T12 total vertebral body in two parts which were cut with wire saw **d** Axial and lateral X-ray films of the specimen **e** Neventral, dorsal and the upper surface of the standardized single segment 3D prosthesis **f** Postoperative X-ray films showed 3D prosthesis and internal fixation in good position **g** Three years after surgery, CT showed that the 3D prosthesis was well attached to the upper and lower end plates, and there was no prosthesis subsidence, screw loosening or internal fixation fracture

的设计和安装也有许多优化的空间。

4 参考文献

1. Harrop JS, Schmidt MH, Boriani S, et al. Aggressive "benign" primary spine neoplasms[J]. Spine, 2009, 34(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): 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. 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: e96179.
7. 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.
8. Eck KR, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Radiographic assessment of anterior titanium mesh cages [J]. J Spinal Disord, 2000, 13(6): 501-509.
9. 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.
10. Yanamadala V, Rozman PA, Kumar JJ, et al. Vascularized fibular strut autografts in spinal reconstruction after resection of vertebral chordoma or chondrosarcoma: a retrospective series[J]. Neurosurgery, 2017, 81(1): 156-164.

(收稿日期:2020-05-15 修回日期:2020-07-20)

(英文摘要 谭 啸)

(本文编辑 彭向峰)

消息

欢迎订阅 2021 年《中国脊柱脊髓杂志》

《中国脊柱脊髓杂志》是由国家卫生健康委员会主管,中国康复医学会与中日友好医院主办,目前国内唯一以脊柱脊髓为内容的国家级医学核心期刊。及时反映国内外脊柱脊髓领域的科研动态、发展方向、技术水平,为临床医疗、康复及基础研究工作者提供学术交流场所。读者对象为从事脊柱外科、骨科、神经科、康复科、肿瘤科、泌尿科、放射科、基础研究及生物医学工程等及相关学科的专业人员。

本刊为中国科技信息中心“中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)”,中科院中国科学计量评价研究中心“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”,“中国精品科技期刊”,入选北京大学“中文核心期刊要目总览”,已分别入编 Chinainfo(中国信息)网络资源系统(万方数据)及以中国学术期刊光盘版为基础的中国期刊网(中国知网),影响因子名列前茅。

2021 年本刊仍为月刊,大 16 开,正文 96 页,每月 25 日出版。全册铜版纸彩色印刷。每册定价 30 元,全年 360 元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号 82-457;网上订阅:中国邮政网上营业厅,网址:<http://bk.11185.cn/index.do>,扫右侧二维码即可上网订阅。国外读者订阅请与中国国际图书贸易集团有限公司中文报刊科联系(100044,北京市车公庄西路 35 号),代号:BM6688。

本刊经理部可随时为国内读者代办邮购(免邮寄费)。

地址:北京市朝阳区樱花园东街中日友好医院内,邮编:100029。

电话:(010)64284923;E-mail 地址:cspine@263.net.cn。

