

· 综述 ·

# 桡骨近端骨肿瘤切除重建：2例病例报告并文献复习

李子明<sup>1</sup>，于秀淳<sup>2\*</sup>

(1. 山东中医药大学第一临床医学院，山东济南 250014；2. 解放军第九六零医院骨科，山东济南 250031)

**摘要：**桡骨近端骨肿瘤发病率较低，临床病例少，目前尚没有规范的手术治疗策略和并发症报道，本文报道了本院近年收治的2例桡骨近端骨肿瘤患者，分别采用肿瘤段切除腓骨植骨内固定术和瘤段灭活回植内固定术，术后均取得良好的手术效果，尤其是前臂旋转功能的重建取得了令人满意的效果。结合国内外报道的相关文献进行复习，发现该部位发病肿瘤恶性程度相对较低，手术方式多样，多数患者术后出现了前臂旋转功能受限、腕背伸活动受限、桡神经麻痹、下尺桡关节脱位等并发症。本文总结桡骨近端骨肿瘤不同手术方案的手术疗效及并发症，为临床提供策略。

**关键词：**骨肿瘤，桡骨近端，手术治疗，病例报道，综述

**中图分类号：**R738.1      **文献标志码：**A      **文章编号：**1005-8478 (2022) 17-1577-05

**Resection and reconstruction of proximal radial bone tumors: two case reports and literature review // LI Zi-ming<sup>1</sup>, YU Xiu-chun<sup>2</sup>. 1. The First Clinical Medical College, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China; 2. Department of Orthopedics, 960<sup>th</sup> Hospital of PLA, Jinan 250031, China**

**Abstract:** Due to relatively low incidence, there are no universal surgical treatment strategies for the proximal radial bone tumors, with rare reports about the surgical complications at present. This paper reported 2 patients who had the proximal radial bone tumor curetted or resected, followed by proximal radial reconstruction with fibular segment bone autograft or tumor segment inactivated and reimplantation in our hospital in recent years. Both patients achieved satisfactory results, especially with good forearm rotation function. Combined with the review of relevant literature reported at home and abroad, it was found that the malignant degree of the tumor in this area was relatively low, and the surgical methods were diverse. Most patients have postoperative complications, such as limited forearm rotation function, limited wrist dorsiflexion activity, radial nerve palsy, and inferior radioulnar joint dislocation. This article summarizes the surgical efficacy and complications of different surgical procedures for proximal radial bone tumors, and provides a reference for clinical practice.

**Key words:** bone tumors, proximal radius, surgical treatment, case report, review

桡骨近端不是骨肿瘤的易发部位，发病率低<sup>[1]</sup>，临床病例少，目前尚无大宗病例报告，治疗方法以手术为主，但缺乏切除重建的手术策略。本院近3年内收治了2例桡骨近端骨肿瘤的患者，1例为动脉瘤样骨囊肿，采用肿瘤刮除、腓骨植骨内固定术，另1例为骨肉瘤，采用瘤段切除、酒精灭活回植内固定术，术后分别随访2年、半年，其中动脉瘤样骨囊肿患者在术后4个月出现局部肿瘤复发，行肿瘤穿刺局部药物注射手术，而骨肉瘤患者未出现肿瘤复发，2例患者术后均取得了大致正常的上肢功能，手术效果满意。结合本院收治的2例桡骨近端骨肿瘤患者，对相关文献进行检索复习，探讨桡骨近端良性及恶性骨肿瘤不同的手术策略以指导临床。

## 1 临床资料

病例1：男，6岁，因“发现左桡骨近端骨质异常5个月”于2018年9月18日入院。查体：左前臂近端桡侧触及一大约8 cm×6 cm质硬肿物，边界尚清，活动度差，无明显压痛，左肘关节活动度0°~120°，左前臂旋后功能受限，局部皮温、皮色正常，未见明显静脉怒张，左手握力正常。影像学检查提示左桡骨近端髓腔内可见椭圆形骨质破坏，相应骨皮质膨胀变薄（图1a, 1b）。入院后行穿刺活检术，病理提示部分梭形细胞增生伴多核巨细胞反应，可见骨样基质及骨组织，考虑动脉瘤样骨囊肿。于2018年9

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.17.07

作者简介：李子明，在读研究生，研究方向：骨与软组织治疗的基础和临床研究，(电话)13026591984，(电子信箱)juvenilem@163.com

\* 通信作者：于秀淳，(电话)13969132190，(电子信箱)13969132190@163.com

月28日在全麻下行左桡骨近端肿瘤刮除、腓骨植骨内固定术，取左桡骨前侧入路（Henry切口），切开皮肤、筋膜层，锐性分离肱桡肌与桡侧腕屈肌肌间隙，分离并保护桡血管及桡神经浅支，切开旋后肌，剥离桡骨骨膜，保护桡神经深支，见左桡骨近端明显膨胀，骨皮质变薄，咬开骨皮质，见桡骨近端肿瘤呈质软、灰红色、有囊壁组织。将肿瘤彻底刮除，电刀烧灼瘤壁，彻底冲洗。将自体腓骨置入瘤腔内，近端

将桡骨小头顶起，远端用钛板与桡骨残端固定，见固定牢靠后（图1c），放置引流条1枚，逐层关闭手术切口，无菌辅料包扎。术后4个月出现局部肿瘤复发，于2019年2月12日行肿瘤穿刺甲强龙药物注射术，术后肿瘤无复发。术后2年于2021年1月29日行左桡骨近端内固定取出术（图1d, 1e）。现左肘关节屈伸活动良好，活动度 $0^{\circ}\sim 120^{\circ}$ ，左前臂旋前、旋后功能正常，腕关节背伸、掌屈、外展、内收功能正常。

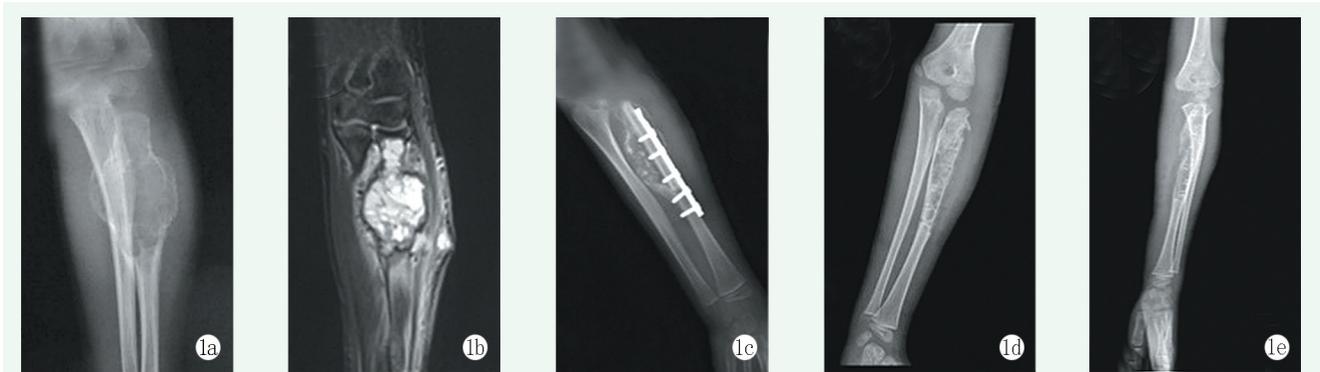


图1 患者，男，6岁 1a: 左桡骨近端X线片可见囊性骨质破坏 1b: MRI见左桡骨近端T1长信号改变 1c: 术后复查正位X线片见内固定位置良好 1d: 术后2年后内固定取出后，正位X线片见骨质膨胀较前明显好转 1e: 内固定取出后侧位X线片见骨质良好，无明显膨胀

病例2: 男，15岁，因“右前臂疼痛半月余，肿瘤切除术后10d”入院，患者因右前臂疼痛于当地医院住院并于2021年1月4日行右前臂肿瘤切除术，术后病理结果示：形态符合骨肉瘤。免疫组化：SATB2 (+)，CDK4 (+)，MDM2 (+)，SMA (+)，Desmin (-)，K167阳性率约60%。考虑右桡骨近端骨肉瘤，遂转入本院，查体：右前臂可见长约7cm手术切口，缝线未拆，局部皮温略高，皮色正常，未见浅表静脉曲张，右肘关节屈伸活动明显受限，活动度 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。MRI见桡骨近端骨及周围软组织T1长信号改变，行2个疗程DIA方案化疗后，MRI见瘤段信号较前减低，且周围软组织有骨性改变。遂于2021年3月17日在本院行右桡骨近端瘤段切除+酒精灭活回植内固定术。术中见肿瘤组织位于旋后肌内，将其连同周围肌肉一并分离。自桡骨头关节面起，向远端量取9cm为截骨面。线锯截断桡骨，切开骨间膜，用持骨器将桡骨逆向提起，分离下方筋膜组织后将瘤段完整切除。将切除的瘤段表面肿瘤组织及软组织剥离。在桡骨粗隆部位预先钻孔，选择合适钢板，将瘤段与钢板一同置于无水酒精中，灭活30min后将瘤段骨回植复位。术后继续行DIA方案新辅助化疗。术后1个月复查见右肘关节屈伸活动、右腕关节背伸、掌屈、外展、内收活动良好，右前臂旋前

活动度良好，旋后有 $60^{\circ}$ 活动受限。

## 2 讨论

### 2.1 桡骨近端骨肿瘤的流行病学

骨肿瘤在桡骨近端的发病率很低，根据刘子君等<sup>[2]</sup>报道，桡骨恶性骨肿瘤的发病率为0.93%，良性骨肿瘤为3.04%，总发病率仅3.97%。本次文献总结共统计病例32例，结合本院收治的2例病例，累计34例，见表1。其中动脉瘤样骨囊肿8例、骨巨细胞瘤5例、骨纤维结构不良4例、骨囊肿3例、韧带样纤维瘤2例、骨软骨瘤2例、血管瘤1例、嗜酸性肉芽肿1例、软骨粘液性纤维瘤1例、纤维组织细胞瘤1例、软骨母细胞瘤1例、尤文肉瘤2例、骨肉瘤1例、软骨肉瘤1例、转移性肾癌1例。发病率居前三的良性骨肿瘤为骨囊肿、骨巨细胞瘤、骨纤维结构不良，恶性骨肿瘤为尤文肉瘤、骨肉瘤、软骨肉瘤。良性骨肿瘤24例，恶性骨肿瘤5例，骨巨细胞瘤5例，肿瘤恶性程度相对较低。发病的年龄、性别、民族目前并无相关研究。目前临床上尚未就桡骨近端骨肿瘤达成手术策略的专家共识<sup>[3]</sup>。与膝关节周围骨肿瘤相比，膝关节周围骨肿瘤的发病率高<sup>[4]</sup>，1988年我国骨肿瘤登记38959例中膝部肿瘤发病率

不低于 25%，发病率前三的良性骨肿瘤依次是骨巨细胞瘤、骨软骨瘤、软骨母细胞瘤，恶性骨肿瘤为骨肉瘤、软骨肉瘤、纤维肉瘤<sup>[5]</sup>，肿瘤恶性程度相对较

高。膝关节周围骨肿瘤的治疗方案相对成熟，但术后出现肿瘤复发、感染、假体松动的并发症较多<sup>[6]</sup>。

表 1 文献报告 32 例和本院收治 2 例患者信息一览表

作者	年份	诊断	桡骨小头是否受累 (<5 mm)	是否保留桡骨小头	治疗方式	术前功能是否受限	术后功能是否受限	其他功能
Nonnenmacher J <sup>[16]</sup>	1993	动脉瘤样骨囊肿	是	否	瘤段切除+带血管蒂腓骨移植术	是	是	下尺桡关节脱位
Sakayama K <sup>[26]</sup>	2006	骨巨细胞瘤	是	否	瘤段切除+双极型桡骨小头假体置换术	否	是	-
Gokaraju K <sup>[11]</sup>	2010	良性纤维组织细胞瘤	否	否	瘤段切除+假体置换+皮质外钢板内固定术	是	是	骨间神经麻痹
		转移性肾癌	否	否	瘤段切除+假体置换术	是	是	腕关节活动受限
		软骨母细胞瘤	否	否	瘤段切除+假体置换术	是	是	-
		尤文肉瘤	否	否	瘤段切除+假体置换术	是	是	-
胡永成 <sup>[9]</sup>	2011	韧带样纤维瘤	是	是	囊内切除+结构性植骨钢板固定术	否	否	-
Song WS <sup>[13]</sup>	2011	骨巨细胞瘤	是	否	瘤段切除+自制聚乙烯桡骨小头螺钉骨水泥固定术	否	是	-
Zhu B <sup>[15]</sup>	2016	动脉瘤样囊肿 6 例	否	是	肿瘤切除+植骨+弹性髓内钉固定术	是	是	-
		纤维结构不良 4 例	否	是	肿瘤切除+植骨+弹性髓内钉固定术	是	是	-
		血管瘤 1 例	否	是	肿瘤切除+植骨+弹性髓内钉固定术	是	是	桡神经麻痹
		嗜酸性肉芽肿 1 例	否	是	肿瘤切除+植骨+弹性髓内钉固定术	是	是	-
		单纯性骨囊肿 3 例	否	是	肿瘤切除+植骨+弹性髓内钉固定术	是	是	-
		软骨粘液样纤维瘤 1 例	否	是	肿瘤切除+植骨+弹性髓内钉固定术	是	是	-
		骨软骨瘤 1 例	否	是	肿瘤切除+植骨+弹性髓内钉固定术	是	是	-
Dahuja A <sup>[12]</sup>	2017	骨巨细胞瘤	否	是	瘤段切除+非血管化腓骨移植髓内针固定术	否	否	-
Sato R <sup>[11]</sup>	2017	尤文肉瘤	否	否	瘤段切除+带血管蒂腓骨移植内固定术	是	是	-
何进文 <sup>[14]</sup>	2018	软骨肉瘤	是	否	瘤段切除+截骨+尺桡骨对接内固定术	否	是	腕关节背伸及外展功能受限
Nayar SK <sup>[17]</sup>	2018	骨巨细胞瘤	是	否	瘤段切除+同种异体骨内固定术	否	是	-
Lans J <sup>[10]</sup>	2019	韧带样纤维瘤	否	是	肿瘤切除+非血管化腓骨移植术	否	是	-
Bartyzel A <sup>[18]</sup>	2019	骨巨细胞瘤	是	否	瘤段切除+旷置术	否	是	-
本院	2018	动脉瘤样骨囊肿	否	是	肿瘤刮除+自体腓骨移植内固定术	否	否	-
	2019	骨肉瘤	否	否	肿瘤切除灭活回植内固定术	否	是	-

## 2.2 桡骨近端骨肿瘤的手术治疗

桡骨近端骨肿瘤发病部位特殊，解剖结构复杂，神经、血管众多<sup>[7]</sup>，因此手术入路的选择很重要。作者建议使用掌侧 Henry 改良入路<sup>[8]</sup>。此手术入路既可以保护桡神经浅支（前臂外侧皮神经）、深支（骨间背神经），避免术后神经麻痹，并减少对旋后肌、肘

肌等肌群的损伤，也可以充分暴露桡骨近端以广泛切除桡骨近端区域的肿瘤，还可以向下延长切口保证内固定稳定。

根据 34 例患者的不同病情，选择了不同的手术方案，其中瘤段刮除植骨内固定术 18 例<sup>[9, 15]</sup>、瘤段切除腓骨移植术 5 例<sup>[10-12, 16]</sup>、瘤段切除假体置换术 5

例<sup>[1, 26]</sup>、瘤段灭活回植钢板内固定术1例、瘤段切除自制聚乙烯桡骨小头内固定术1例<sup>[13]</sup>、瘤段切除同种异体骨内固定术1例<sup>[17]</sup>、瘤段切除尺桡骨对接融合内固定术1例<sup>[14]</sup>、瘤段切除旷置术1例<sup>[18]</sup>。目前尚没有对这几种重建方式优缺点比较的文献研究。

通过文献复习,在治疗良性骨肿瘤时,往往采用肿瘤刮除植骨内固定术,肿瘤刮除适合治疗骨皮质连续的良性骨肿瘤,创伤较小、经济、手术效果较好<sup>[20]</sup>,可以充分刮除瘤壁以减少复发率<sup>[21]</sup>。充填瘤腔首选健康的自体骨,其次选择异体骨,异体骨也是肿瘤切除术后骨缺损的有效重建方法<sup>[22, 23]</sup>。在治疗恶性骨肿瘤时,大部分选择腓骨移植内固定术。腓骨移植内固定术是相对简单、经济、预后较好的手术方式,其中多数采用自体腓骨进行移植<sup>[24]</sup>,自体腓骨又分为非血管化腓骨和带血管蒂的腓骨,Dahju<sup>[12]</sup>认为非血管腓骨移植效果最好,而Nonnenmacher<sup>[16]</sup>认为带血管蒂的腓骨效果最佳,文献报告两者之间并没有明显的疗效差异。因为作者认为是否应用血管化腓骨重建骨缺损,应根据医师个人条件、医院条件进行选择。

## 2.3 术后并发症

### 2.3.1 术后前臂旋转功能受限

通过对本院2例患者及相关文献的学习,发现所纳入的34例中,仅有4例术后的前臂旋转功能正常,余30例均出现旋转功能障碍。前臂旋转功能受限即是旋转轴的运动受限,前臂旋转轴是由桡骨头的中心到达尺骨茎突基底部,由于尺骨的运动变化在前臂旋转中没有临床意义<sup>[25]</sup>,所以可以将前臂的旋转看作是桡骨以“旋后弓”和“旋前弓”沿旋转轴做旋后和旋前运动。此部位手术往往会影响到旋转轴的运动,表现在以下方面:(1)上下尺桡关节紊乱:切除瘤段后,由于失去了骨性结构支持,上下尺桡关节往往会继发一系列病变<sup>[26]</sup>,即使使用自体腓骨、桡骨小头假体等重建桡骨形态,手术过程中对桡骨的提拉、搔刮等都会导致尺桡关节失去原本的生理结构;(2)韧带、肌肉、骨间膜等软组织挛缩:在桡骨近端骨肿瘤手术过程中,由于需要将桡骨近端充分暴露以显露瘤体,所以会旋前圆肌、旋后肌等肌群及切开关节囊及桡骨环状韧带、尺侧副韧带等加强结构,导致骨间膜紧张和肌肉挛缩,影响旋转轴的运动<sup>[27-30]</sup>。因此桡骨近端术后很难避免前臂功能旋转功能受限<sup>[11]</sup>。

前臂的旋转运动依靠桡骨小头围绕尺骨做环绕运动,因此往往认为保留桡骨小头有利于前臂旋转功能重建。但本研究发现34例患者中有22例保留了桡骨小头,但是此22例中有17例在术后出现旋前功能障碍,

19例出现旋后功能障碍,虽然文献显示保留桡骨小头对术后前臂旋转功能的恢复价值不大,但仍提倡尽可能保留桡骨小头,为术后功能恢复提供更多可能性。

### 2.3.2 下尺桡关节脱位

腕关节活动度与下尺桡关节相关<sup>[31]</sup>,文献中有1例报道术后出现下尺桡骨脱位<sup>[16]</sup>,2例报道腕关节活动受限<sup>[1, 14]</sup>,作者认为这与术中操作有关,对桡骨的过度牵拉使下尺桡掌、背侧韧带或三角纤维软骨损伤,进而影响关节的稳定性,导致术后脱位。

### 2.3.3 桡神经麻痹

桡神经在上肢神经系统中占有非常重要的地位,支配着众多手部肌肉<sup>[32]</sup>,一旦受损会产生伸拇、伸指、腕背伸受限等一系列症状<sup>[33]</sup>,本研究纳入的文献中记载有2例患者术后出现桡神经麻痹症状<sup>[1, 15]</sup>,这与术中对桡神经的骚扰及局部肌肉肌腱粘连相关。桡神经分支如“鸭爪样”,且多贴近骨面走行<sup>[34]</sup>,虽然许多学者研究桡神经解剖结构及安全区<sup>[35, 36]</sup>,但术后桡神经麻痹仍难以避免。

## 2.4 小结

针对桡骨近端骨肿瘤,要根据肿瘤部位、大小、性质、是否累及桡骨小头来制定合适的手术方案。良性骨肿瘤:(1)肿瘤未侵犯桡骨小头,且骨皮质连续时,可以选用保留桡骨小头的病灶刮除植骨内固定术;(2)肿瘤未侵犯桡骨小头,但骨皮质不连续时,选择保留桡骨小头的肿瘤切除腓骨移植内固定术;(3)肿瘤已经侵犯桡骨小头,选择不保留桡骨小头的肿瘤切除骨修复重建术。恶性骨肿瘤:病灶往往累及桡骨小头,建议选择保留桡骨小头的肿瘤切除骨修复重建术。

不论选择怎样的手术方式,都应遵循以下手术原则:(1)无瘤原则,充分刮除病灶、广泛切除;(2)减少创伤原则,仔细操作,保护桡神经,尽可能保留桡骨小头及肌肉,避免对肱桡、肱尺关节的骚扰;(3)个性化原则,根据患者病情、工作性质、经济条件制定最合适的手术方式。

## 参考文献

- [1] Gokaraju K, Miles J, Parratt MT, et al. Use of metal proximal radial endoprostheses for treatment of non-traumatic disorders: a case series [J]. J Bone Joint Surg Br, 2010, 92 (12): 1685-1689.
- [2] 刘子君,李瑞宗,刘昌茂,等.骨肿瘤及瘤样病变12,404例病理统计分析[J].中华骨科杂志,1986,6:162.
- [3] 张亚强,杨成伟,陈显侠,等.桡骨骨巨细胞瘤行人工关节置换术后并发感染1例[J].中国矫形外科杂志,2019,27(21):2012-2014.

- [4] Voskuil R, Evenski AJ, Montgomery C, et al. Malignant bone tumors of the knee: how to identify and treat [J]. *J Knee Surg*, 2019, 32 (4) : 305-314.
- [5] 徐万鹏, 冯传汉. 骨科肿瘤学 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2001 : 472.
- [6] Takeuchi A, Yamamoto N, Hayashi K, et al. Joint-preservation surgery for pediatric osteosarcoma of the knee joint [J]. *Cancer Metastasis Rev*, 2019, 38 (4) : 709-722.
- [7] 杨辉. 骨间背侧神经在桡骨近端后外侧入路的解剖学考虑 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2002, 9 (6) : 605.
- [8] 顾航宇, 公茂琪, 黄强, 等. 经 Henry 切口于桡骨外侧放置于髓端钢板治疗近端桡骨干骨折的疗效分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23 (5) : 428-432.
- [9] 胡永成, 万宁军, 王晗. 保留桡骨小头的囊内切除及结构性植骨治疗桡骨近端韧带样纤维瘤一例报告 [J]. *中华骨科杂志*, 2011, 31 (9) : 997-1000.
- [10] Lans J, Chebib IA, Castelein RM, et al. Reconstruction of the proximal aspect of the radius after desmoplastic fibroma resection: a case report [J]. *JBJS Case Connect*, 2019, 9 (1) : e12.
- [11] Sato R, Hamada Y, Hibino N, et al. Restoration of the active forearm rotation using vascularized free fibular graft and radial head arthroplasty for a wide defect of the proximal radius [J]. *J Hand Surg*, 2017, 22 (4) : 531-534.
- [12] Dahuja A, Kaur R, Bhatti S, et al. Giant-cell tumour of proximal radius in a 50-year-old female with wrist drop: a rare case report [J]. *Strategies Trauma Limb Reconstr*, 2017, 12 (3) : 193-196.
- [13] Song WS, Cho WH, Kong CB, et al. Composite reconstruction after proximal radial giant cell tumor resection [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011, 131 (5) : 627-630.
- [14] 何进文, 施建党, 牛宁奎, 等. 远段尺桡骨对接融合重建桡骨近段恶性肿瘤切除后的前臂支撑 (附一例报告并文献复习) [J]. *骨科*, 2018, 9 (4) : 332-336.
- [15] Zhu B, Yang J, Cheng D, et al. Reconstruct the proximal radius with iliac graft and elastic intramedullary nail fixation after tumor resection [J]. *World J Surg Oncol*, 2016, 14 (1) : 210.
- [16] Nonnenmacher J, Bahm J, Laforest P, et al. Aneurysmal cyst of the proximal radius: resection and free vascularized fibular bone graft [J]. *Microsurgery*, 1993, 14 (4) : 280-284.
- [17] Nayar SK, Dein EJ, Spiker AM, et al. Resection of a giant-cell tumor of the proximal aspect of the radius with osteoarticular allograft reconstruction: a case report [J]. *JBJS Case Connect*, 2018, 8 (1) : e7.
- [18] Bartyzel A, Skowronek P, Dutka J, et al. Treatment of massive giant cell tumor of bone of the proximal radius. Case study [J]. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2019, 21 (2) : 141-149.
- [19] Niu XF, Yi JH, Hu J, et al. Chronic radial head dislocation caused by a rare solitary osteochondroma of the proximal radius in a child: a case report and review of the literature [J]. *BMC Res Notes*, 2015, 8 (1) : 131.
- [20] 王林, 吴学建, 王顺利, 等. 肿瘤刮除植骨并可吸收螺钉固定治疗股骨头软骨母细胞瘤 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (1) : 38-42.
- [21] 浦飞飞, 钟彬龙, 王弘刚, 等. 病灶刮除植骨联合近端解剖钢板治疗股骨近端良性肿瘤 46 例 [J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28 (12) : 53-56.
- [22] 张翼, 张岩, 李甲振, 等. 同种异体骨移植重建四肢恶性骨肿瘤切除后骨缺损 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (3) : 225-229.
- [23] 左健, 康建敏, 潘乐. 同种异体骨移植用于骨缺损修复的应用现状 [J]. *中国组织工程研究*, 2012, 16 (18) : 3395-3398.
- [24] 张聘, 樊根涛, 周幸, 等. 自体腓骨移植重建骨肿瘤患者的骨缺损 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2019, 8 (9) : 651-655.
- [25] Yeh GL, Beredjikian PK, Katz MA, et al. Effects of forearm rotation on the clinical evaluation of ulnar variance [J]. *J Hand Surg Am*, 2001, 26 (6) : 1042-1046.
- [26] Sakayama K, Sugawara Y, Kidani T, et al. Bipolar-type floating radial head prosthesis for the treatment of giant cell tumor of the proximal radius: a case report [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2006, 15 (5) : 9-12.
- [27] Kholinne E, Kwak JM, Sun Y, et al. The role of the interosseous ligament in forearm rotation: a biomechanical study [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2020, 28 (3) : 1-6.
- [28] 白晓东, 杨传铎, 邢更彦, 等. 前臂骨间膜在旋转中的作用及成角畸形对旋转功能的影响 [J]. *中华骨科杂志*, 2000, 20 (11) : 28-30.
- [29] 白晓东, 张韶峰. 前臂旋转功能障碍的解剖研究及其临床应用 [J]. *中国临床康复*, 2006, 10 (28) : 138-140.
- [30] 张颖, 庞红垠, 赵琦, 等. 阔筋膜重建环状韧带治疗陈旧性桡骨小头脱位的疗效评价 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2008, 16 (10) : 742-744.
- [31] Lindau T, Hagberg L, Adlercreutz C, et al. Distal radioulnar instability is an independent worsening factor in distal radial fractures [J]. *Clin Orthop*, 2000, 376 (376) : 229-235.
- [32] Wu X, Cong XB, Huang QS, et al. Transposition of branches of radial nerve innervating supinator to posterior interosseous nerve for functional reconstruction of finger and thumb extension in 4 patients with middle and lower trunk root avulsion injuries of brachial plexus [J]. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci*, 2017, 37 (6) : 933-937.
- [33] Akane M, Iwatsuki K, Tatebe M, et al. Anterior interosseous nerve and posterior interosseous nerve involvement in neuralgic amyotrophy [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2016, 151 (1) : 108-112.
- [34] 姜瑞祥, 张建明, 蒋蜀晖, 等. 桡骨近端手术中避免桡神经深支损伤的一种入路 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2021, 12 : 1268-1270.
- [35] Han F, Lim CT, Lim JC, et al. Deep branch of the radial nerve in lateral surgical approaches to the radial head - A cadaveric study. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2016, 102 (4) : 453-458.
- [36] Hackl M, Wegmann K, Lappen S, et al. The course of the posterior interosseous nerve in relation to the proximal radius: is there a reliable landmark [J]. *Injury*, 2015, 46 (4) : 687-692.

(收稿:2021-12-01 修回:2022-05-09)  
(同行评议专家: 郑凯 徐明)  
(本文编辑: 宁桦)