

· 综述 ·

腓骨近端切除术相关并发症的研究进展

吴啸波 许博文

【摘要】 腓骨近端切除术多被应用于四肢骨缺损的植骨重建手术治疗,腓骨参与构成膝关节及踝关节,为下肢部分韧带、肌肉及骨间膜的附着部位。腓骨近端切除术后可能会伴有膝关节不稳、腓总神经损伤、踝关节不稳、腓骨截骨远端骨质疏松、腓骨截骨远端再生及足趾肌力减弱等并发症的发生。术中重建附着于腓骨头的韧带及肌腱,规范手术操作,可避免相关并发症的发生。现对腓骨近端切除术相关并发症的研究现状作一综述,以期为并发症的预防提供参考。

【关键词】 腓骨; 截骨术; 术后并发症

Complications related to resection of the proximal fibula: a systematic review Wu Xiaobo, Xu Bowen.

Department of Orthopedics and Traumatology, Affiliated Orthopaedic Hospital of North China University of Science and Technology, Tangshan 063000, China

Corresponding author: Wu Xiaobo, Email: drwuxiaobo@foxmail.com

【Abstract】 The proximal fibula resection is used for bony reconstruction of extremities. The fibula is an integral part of the knee and ankle joints and serves as an attachment for lower extremity ligaments, interosseous membrane and muscles. The proximal fibula resection may cause knee instability, peroneal nerve injury, ankle instability, osteoporosis of the distal fibular remnant, regeneration of the resected fibular shaft and muscle weakness. Precise surgical techniques in proximal fibula resection and reconstruction of soft tissue attachments of the fibular head are critical to avoid those complications. This article aims to provide a solid understanding of the safety of proximal fibula resection by assessing articles about harvest or resection of the proximal fibula.

【Key words】 Fibula; Osteotomy; Postoperative complications

自1945年Starr学者首次将腓骨近端切除、植骨重建术运用于先天性桡骨缺如修复重建术后^[1],腓骨近端切除术逐渐被广大临床医师认可,并广泛应用于下颌部、头颈部、四肢、脊柱和骨盆等部位骨缺损或骨肿瘤切除的植骨重建及股骨头缺血性坏死的手术治疗中^[2-5]。2014年,张英泽教授首次提出“不均匀沉降理论”,并在该理论指导下采用腓骨近端截骨术治疗膝关节与踝关节骨关节炎,取得了满意疗效^[6-8]。但是由于腓骨近端与腓总神经、胫前动脉毗邻,且周围有外侧副韧带、股二头肌肌腱附着,腓骨近端截骨术后可能会伴有膝关节不稳,腓总神经损伤,踝关节不稳,腓骨截骨远端骨质疏松,腓骨截骨远端再生及相关足趾肌力减弱等并发症的发生^[9-12],目前尚无相关文献报道。现就近年来腓骨近端切除术后相关并发症的研究现状作一综述,以期为创伤骨科医师临床工作提供参考。

一、膝关节不稳

腓骨近端是维持膝关节稳定的重要组成部分^[13-14]。外侧副韧带起于股骨外上髁,止于腓骨头前缘后方8 mm处,是限

制膝关节内翻应力,维持膝关节稳定的主要因素^[15]。腘肌起始于股骨外侧髁的外侧,止于胫骨比目鱼肌线以上的骨面。腘肌腱为多个肌腱的附着处,其中腘腓韧带为一梯形结缔组织束,起自腘肌肌肉-肌腱移行处,止于外侧副韧带在腓骨头附着点后上方的腓骨茎突,对于维持膝关节后外侧稳定有较为重要的作用^[15]。股二头肌同样止于腓骨头,是限制膝关节内翻应力,维持膝关节稳定的重要动力因素。腓骨近端切除后,重建其软组织附着点对于减少膝关节不稳的发生至关重要。临幊上,腓骨近端切除术后膝关节不稳主要为膝关节外侧直向不稳,故多采用膝关节内翻应力位X线检查评估膝关节稳定性^[16]。因相关疾病所采用术式不同,腓骨近端切除术后膝关节不稳的发生率为0%~50%^[12,17]。

1990年Lee等^[18]回顾性分析10例25~60岁行腓骨近端切除术的患者,随访2~7年后,查体及影像学检查均未检出膝关节不稳的存在,但该文献中未提及是否行腓骨近端软组织附着点重建。1991年Draganich等^[19]将6例腓骨近端切除术后患者的股二头肌肌腱和外侧副韧带的附着点固定于毗邻的关节囊及韧带,平均随访61个月,结果显示该重建方式可有效维持膝关节的稳定性。2012年Agarwal等^[20]对14例腓骨近端切除术的安全性进行了研究,采用与Draganich相同的手术方式重建股二头肌及外侧副韧带止点,平均随访11年,发现9例存在2度膝关节不稳,年长患者易发生膝关节不

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2018.03.013

基金项目:河北省医学科学研究重点课题计划(20140332)

作者单位:063000 唐山,华北理工大学附属骨科医院创伤骨科

通信作者:吴啸波,Email: drwuxiaobo@foxmail.com

稳。2007年Bickels等^[21]对24例腓骨近端骨肿瘤术后膝关节稳定性进行了研究,在屈膝30°,胫骨旋转中立体位对患者行膝关节内翻应力位X线检查,将膝关节不稳分为3度。1度为关节外侧间隙增宽1~5 mm;2度为关节外侧间隙增宽6~10 mm;3度为关节外侧间隙增宽>11 mm,采用U形钉将外侧副韧带重建固定于胫骨干骺端的外侧,平均随访44个月,1度膝关节不稳3例,2度膝关节不稳1例。2008年Hayashi等^[22]报道腓骨近端骨肿瘤切除术后行股二头肌及外侧副韧带止点重建于胫骨近端,平均随访97个月,无膝关节不稳的发生。2010年Levy等^[14]对121例腓骨近端良性骨肿瘤切除术后进行了回顾性研究,早期采用不可吸收线将股二头肌及外侧副韧带止点缝合于前外侧关节囊及周围软组织进行重建,近年采用U形钉或缝合锚将外侧副韧带及股二头肌重建固定于胫骨近端,平均随访9年,发现无2度以上膝关节外侧不稳发生,患者均无膝关节不稳症状。Dieckmann等^[23]指出如骨肿瘤切除术操作中,应保留腓骨近端长度不少于3~4 cm,可保持外侧副韧带的完整性,避免术后发生膝关节不稳。2013年Zhao等^[24]的研究也证实采用缝合锚将外侧副韧带及股二头肌重建固定于胫骨干骺端的外侧可有效维持膝关节的稳定性。2014年Ben等^[12]对腓骨近端切除术后发生并发症的15篇研究论文进行Meta分析,15篇研究论文均为IV级证据的临床研究,共280例术后发生膝关节不稳,280例中有症状膝关节不稳的发生率仅为3.9%;其中249例患者通过查体诊断是否存在膝关节不稳,阳性率为10.0%;33例患者行应力位X线检查评估有无膝关节不稳,阳性率达27.3%。2015年Innocenti等^[17]对8例4~11岁患者行桡骨远端骨肿瘤切除术,腓骨中上段植骨重建术后进行了回顾性研究,平均随访13.2年,该组患者切取腓骨后均行股二头肌及外侧副韧带止点重建于胫骨近端外侧,无膝关节不稳发生。

膝关节不稳是腓骨近端切除术后较为严重的并发症,规范的软组织附着点重建可防止膝关节不稳的发生^[17],从而避免膝关节退变的加速^[25-26]。目前重建腓骨近端软组织附着点的最佳方式尚未取得共识,多数学者仍主张切取腓骨近端时,应同时行股二头肌肌腱和外侧副韧带的附着点重建于胫骨干骺端的外侧。如能保留腓骨近端长度不少于4 cm,可维持外侧副韧带及股二头肌的完整性,避免术后膝关节不稳的发生^[12,23-24]。因张英泽教授推荐的腓骨截骨位置位于腓骨头下方6~10 cm处,膝关节外侧副韧带及股二头肌保持良好的完整性,故其腓骨近端截骨术可避免膝关节不稳的发生^[6-8]。

二、腓总神经损伤

腓总神经为坐骨神经外侧的一个分支,起自腘窝上角后外侧,沿着股二头肌肌腱内侧缘向下外侧走行,绕过腓骨颈,进入小腿前外侧部位,分为腓浅神经、腓深神经和关节支或称为神经返支3个分支^[27]。腓总神经分出腓浅神经和腓深神经的位置存在差异,约80%的腓总神经分出的位置为腓骨颈下方^[12]。因腓总神经贴近腓骨颈表面,仅有薄层的脂肪组织保护,手术操作过程中极易损伤腓总神经及其分支。因相关疾病采纳的术式各异,评价标准尚未统一,腓骨近端切除术

后腓总神经损伤的发生率为0%~10%^[12,28-33]。

Lee等^[18]报道的10例腓骨近端切除术后患者,2例发生部分腓总神经损伤,1例数月内完全恢复,另1例遗留踇趾麻木症状。Agarwal等^[20]报道14例腓骨近端切除术后患者,仅1例患者存在腓浅神经支配区麻木。El-Sherbiny^[34]对16例患者行胫骨骨肿瘤切除并行带腓血管蒂的腓骨瓣移植重建胫骨手术治疗,2例患者发生腓总神经损伤,1例5月内恢复正常,另1例遗留永久性腓总神经损伤。Innocenti等^[17]指出带血管蒂腓骨瓣移位手术分离操作过程中,因该区域腓总神经及毗邻血管解剖学的复杂结构,腓总神经肌支的损伤通常是不可避免,该组8例4~11岁桡骨远端恶性肿瘤患者行肿瘤切除,带血管蒂腓骨瓣移位重建桡骨远端,患者术后均发生暂时性足下垂,除1例经过行肌腱转移术恢复踝足背伸功能以外,其他患者腓总神经症状均自行恢复。Abdel等^[35]对121例腓骨近端良性骨肿瘤切除术后进行了回顾性研究,9例患者术后发生腓总神经损伤,其中6例术后1年内恢复腓总神经功能,3例遗留永久性腓总神经损伤。Ben Amotz等^[12]学者对腓骨近端切除术后发生腓总神经损伤的标准定义为运动功能障碍的腓总神经,且随访时仍存在运动功能障碍,该研究269例行腓骨近端切除术的患者中,术后发生腓总神经损伤的有7例,发生率为2.6%。

综上所述,腓骨近端骨肿瘤及带血管蒂腓骨瓣移植修复重建骨缺损手术导致的腓总神经损伤发生率高于游离腓骨近端切除、植骨重建手术。张英泽教授推荐的腓骨近端截骨术入路为腓骨后外侧入路,该入路均为间室外操作,精细的手术操作可防止腓总神经损伤的发生^[6-8]。

三、腓骨截骨远端上移与踝关节不稳

腓骨近端切除术后发生腓骨截骨远端上移及踝关节不稳的报道较为少见,腓骨截骨远端上移后,踝关节的正常解剖结构发生改变,可导致踝关节不稳的发生。踝关节不稳的评估包括踝关节前抽屉试验及侧方应力试验、踝关节活动范围及踝关节X线检查,其中踝关节X线检查可评估胫距关节倾斜度及距骨外移等状况^[36]。Lee等^[18]报道了10例腓骨近端切除术的患者,术后无踝关节不稳发生。Babulkar等^[16]对104例腓骨切除术后患者的踝关节功能进行了研究,将腓骨全长等分为6个区域,自近端至远端依次为A~E区,6例行腓骨中下段(D~E区)切除术的患者术后存在踝关节不稳,X线检查显示大约2 mm(平均4 mm)距骨外移,腓骨远端上移,采用腓骨滑动植骨术治疗均治愈,腓骨中上段(A~C区)切除术的患者术后无踝关节不稳发生。Uchiyama等^[37]对腓骨切除后踝关节的稳定性进行生物力学研究,自腓骨头远端3 cm至外踝尖近端3 cm多个点位截断后,分别进行稳定性研究,研究证实不少于6 cm长度的腓骨远端是维持踝关节稳定性的重要条件。Agarwal等^[20]的研究也发现腓骨近端切除术后无腓骨截骨远端上移与踝关节外翻畸形的发生。Sulaiman等^[38]对带血管蒂腓骨瓣移位手术的8例儿童患者术后2~3年踝足部功能进行了回顾性研究,年龄3~12岁的患者保留腓骨远端长度不少于5 cm,结果显示,6岁以下的儿童患者保留腓

骨远端长度6 cm可导致胫骨远端骨骼异常生长,踝关节外翻畸形,6岁儿童患者近端腓骨切除可导致后足外翻畸形。

目前尚未发现成年人腓骨近端切除术后发生腓骨截骨远端上移及踝关节不稳的报道,儿童患者近端腓骨切除术可导致肢体畸形的发生原因,仍有待于进一步探讨研究。因张英泽教授推荐腓骨近端截骨术治疗膝关节骨关节炎的纳入患者均为成年患者,且截骨位置位于腓骨近端,可避免腓骨截骨远端上移及踝关节不稳的发生^[6-8]。

四、腓骨截骨远端骨质疏松

目前关于术后移植腓骨段骨质疏松和应力骨折的相关报道较多^[35,39],但腓骨截骨远端骨质疏松的报道较少, Lee等^[18]报道的10例成年腓骨近端切除术后患者,9例存在腓骨截骨远端骨质疏松,腓骨远端残留长度越短,骨质疏松越重。Goh等^[40]的研究认为将腓骨截骨远端固定于胫骨,可部分提高腓骨所承受的载荷,有助于改善腓骨截骨远端骨质疏松。Babulkar等^[16]报道的104例腓骨切除术后患者,6例腓骨中下段切除(腓骨远端断面距离外踝尖的距离少于8 cm)患者存在腓骨截骨远端骨质疏松,经腓骨滑动植骨重建腓骨手术治疗后,骨质疏松逐渐恢复正常,但腓骨近端切除术后患者未发现腓骨截骨远端骨质疏松。

目前研究显示成年人腓骨近端切除术后可能会发生腓骨截骨远端骨质疏松,究其原因是由于腓骨近端切除术后腓骨承载负荷传导减少所致。腓骨近端截骨术后是否发生腓骨截骨远端骨质疏松目前尚未见文献报道,仍有待于进一步探讨研究。

五、腓骨截骨远端再生

目前关于腓骨切除术后腓骨截骨远端再生的报道较少, Grzegorzewski等^[41]对159例4~28岁肱骨良性骨肿瘤患者行肿瘤切除,腓骨移植重建术,切除腓骨长度8~20 cm,术中注意保护骨膜并骨膜下切取腓骨,平均随访时间11.8年,6例12岁以下患者腓骨截骨远端腓骨完全再生,恢复正常骨小梁结构及髓腔,其余患者均有不同程度截骨远端腓骨再生。在Agarwal等^[20]学者的研究中,8例行骨膜下切取腓骨患者中,仅1例20岁患者腓骨截骨远端腓骨近于完全再生,其余7例患者无腓骨再生迹象。Mostafa^[42]对12例6~18岁腓骨动脉瘤样骨囊肿患者行骨膜下肿瘤切除术,8例位于腓骨近端,1例位于腓骨干,2例位于腓骨远端,腓骨截骨远端腓骨再生结果为优6例,良3例,可及差各1例。

腓骨截骨远端腓骨再生多发生于少年儿童,其发生与腓骨切除术中保护骨膜组织及少年儿童所特有的肥厚骨膜具备的较高再生能力密切相关,该现象对于腓骨切除作为植骨重建手术治疗的患者可能是有益的,但对于腓骨骨肿瘤切除术患者的利弊,仍有待于进一步研究。膝关节骨关节炎行腓骨近端截骨术后,截骨间隙骨性愈合的病例早期偶有发生,张英泽教授推荐术中截除腓骨段长度约2 cm,断端用骨蜡封堵,可防止截骨间隙骨性愈合^[7]。

六、受累肌肉肌力减弱及步态改变

腓骨近端切除术后,部分深部肌肉在腓骨及毗邻骨间膜的起止点受到破坏,可导致支配踝足部活动相关肌肉的肌力发生改变。Lee等^[18]报道10例腓骨近端切除术后患者,1例

患者行带肌肉蒂腓骨瓣移位术后发生跨长伸肌、跨长屈肌,趾长伸肌和趾长屈肌肌力减弱,随着时间推移,肌力由0级转变为IV级,1例患者跨长伸肌、跨长屈肌肌力IV级,另1例患者跨长伸肌肌力IV级。该组4例患者行测力平板水平位步态分析,其中3例双下肢运动学参数及生物力学参数均存在差异,并伴踝关节背伸与跖屈功能减弱,足底压力中心内移;8例患者行测力平板侧方斜率20°步态分析,同样显示双下肢运动学参数及生物力学参数存在差异,当患肢承受外翻应力时,足底压力中心位置显著改变。Babulkar等^[16]报道104例腓骨切除术后患者,35例患者仅存在跨长伸肌肌力减弱,13例患者同时伴有跨长屈肌、趾长伸肌或趾长屈肌肌力减弱。Agarwal等^[20]报道14例腓骨近端切除术,股二头肌及外侧副韧带止点重建患者,术后足跟行走及足外侧缘行走时无任何不适症状,测力平板侧方斜率20°步态分析检查显示,患者均无膝、踝关节不稳发生。

综上所述,尽管腓骨近端切除术可能产生膝关节不稳、腓总神经损伤、腓骨截骨远端骨质疏松及受累肌肉肌力减弱等并发症,但充分的术前规划及术中悉心操作,可减少或避免相关并发症的发生。腓骨近端截骨术与常规的腓骨近端切除术比较,是极为安全的术式,可避免膝、踝关节不稳的发生。如严格按照推荐的操作规范进行手术治疗,可防止腓总神经损伤及截骨间隙骨性愈合并发症的发生^[7]。关于腓骨截骨远端骨质疏松及受累肌肉肌力减弱等并发症,因相关研究尚不充分,仍有待于进一步研究探讨。

参 考 文 献

- 1 Bassiony AA. Giant cell tumour of the distal radius: wide resection and reconstruction by non-vascularised proximal fibular autograft [J]. Ann Acad Med Singapore, 2009, 38(10): 900-904.
- 2 Lin S, Zhang CQ, Jin DX. Combination of modified freevascularized fibular grafting and reverse Less Invasive Stabilization System (LISS)for the management of femoral neck nonunion in patients thirty years of age or younger [J]. Injury, 2015, 46(8): 1551-1556.
- 3 Woodhouse AG, Drake ML, Lee GC, et al. Free vascularized fibular grafts for femoral head osteonecrosis: alternative technique utilizing a buttress plate for graft fixation [J]. J Surg Orthop Adv, 2015, 24(2): 144-146.
- 4 Sinha AK, Goyal S. Myoarchitectonic advancement of the C2 spinous process for C1-C2 posterior fusion: A novel technique [J]. J Neurosci Rural Pract, 2015, 6(2): 267-271.
- 5 Ogura K, Sakuraba M, Miyamoto S, et al. Pelvic ring Reconstruction with a double-barreled free vascularized fibula graft after resection of malignant pelvic bone tumor [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2015, 135(5): 619-625.
- 6 张英泽,李存祥,李冀东,等.不均匀沉降在膝关节退变及内翻过程中机制的研究 [J].河北医科大学学报,2014,35(2): 218-219.
- 7 Yang ZY, Chen W, Li CX, et al. Medial compartment decompression by fibular osteotomy to treat medial compartment knee osteoarthritis: a pilot study [J]. Orthopedics, 2015, 38(12): e1110-e1114.
- 8 刘月驹,秦士吉,李升,等.不均匀沉降理论在踝关节骨性关节炎中的应用 [J].河北医科大学学报,2015,36(4): 490-490.

- 9 Ling XF, Peng X. What is the price to pay for a free fibula flap? A systematic review of donor-site morbidity following free fibula flap surgery [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2012, 129(3): 657-674.
- 10 Markiewicz MR, Bell RB, Bui TG, et al. Survival of microvascular free flaps in mandibular Reconstruction: A systematic review and meta-analysis [J]. *Microsurgery*, 2015, 35(7): 576-587.
- 11 Devireddy SK, Senthil Murugan M, Kishore Kumar RV, et al. Evaluation of Non-vascular Fibula Graft for Mandibular Reconstruction [J]. *J Maxillofac Oral Surg*, 2015, 14(2): 299-307.
- 12 Ben Amotz O, Ramirez R, Husain T, et al. Complications related to harvest of the proximal end of the fibula: a systematic review [J]. *Microsurgery*, 2014, 34(8): 666-669.
- 13 Schweller EW, Ward PJ. Posterolateral corner knee injuries: review of anatomy and clinical evaluation [J]. *J Am Osteopath Assoc*, 2015, 115(12): 725-731.
- 14 Levy BA, Stuart MJ, Whelan DB. Posterolateral instability of the knee: evaluation, treatment, results [J]. *Sports Med Arthrosc*, 2010, 18(4): 254-262.
- 15 Brinkman JM, Schwering PJ, Blankevoort L, et al. The insertion geometry of the posterolateral corner of the knee [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87(10): 1364-1368.
- 16 Babhulkar SS, Pande KC, Babhulkar S. Ankle instability after fibular resection [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1995, 77(2): 258-261.
- 17 Innocenti M, Baldrihi C, Menichini G. Long term results of epiphyseal transplant in distal radius Reconstruction in children [J]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2015, 47(2): 83-89.
- 18 Lee EH, Goh JC, Helm R, et al. Donor site morbidity following resection of the fibula [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1990, 72(1): 129-131.
- 19 Draganich LF, Nicholas RW, Shuster JK, et al. The effects of resection of the proximal part of the fibula on stability of the knee and on gait [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1991, 73(4): 575-583.
- 20 Agarwal DK, Saseendar S, Patro DK, et al. Outcomes and complications of fibular head resection [J]. *Strategies Trauma Limb Reconstr*, 2012, 7(1): 27-32.
- 21 Bickels J, Kollender Y, Pritsch T, et al. Knee stability after resection of the proximal fibula [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2007, 454: 198-201.
- 22 Hayashi K, Tsuchiya H, Yamamoto N, et al. Functional outcome in patients with osteosarcoma around the knee joint treated by minimised surgery [J]. *Int Orthop*, 2008, 32(1): 63-68.
- 23 Dieckmann R, Gebert C, Streitbürger A, et al. Proximal fibula resection in the treatment of bone tumours [J]. *Int Orthop*, 2011, 35(11): 1689-1694.
- 24 Zhao SC, Zhang CQ, Zhang CL. Reconstruction of lateral knee joint stability following resection of proximal fibula tumors [J]. *Exp Ther Med*, 2014, 7(2): 405-410.
- 25 Sharma L, Chmiel JS, Almagor O, et al. Knee instability and basic and advanced function decline in knee osteoarthritis [J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2015, 67(8): 1095-1102.
- 26 Meuffels DE, Favejee MM, Vissers MM, et al. Ten year follow-up study comparing conservative versus operative treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A matched-pair analysis of high level athletes [J]. *Br J Sports Med*, 2009, 43(5): 347-351.
- 27 Van Den Bergh FR, Vanhoenacker FM, De Smet E, et al. Peroneal nerve: Normal anatomy and pathologic findings on routine MRI of the knee [J]. *Insights Imaging*, 2013, 4(3): 287-299.
- 28 Yajima H, Tamai S, Mizumoto S, et al. Vascularised fibular grafts for Reconstruction of the femur [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1993, 75(1): 123-128.
- 29 Scaglioni MF, Chang EI, Gur E, et al. The role of the fibula head flap for joint Reconstruction after osteoarticular resections [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2014, 67(5): 617-623.
- 30 Humail SM, Ghulam MK, Zaidi IH. Reconstruction of the distal radius with non-vascularised fibular graft after resection of giant cell tumour of bone [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2014, 22(3): 356-359.
- 31 Jamshidi K, Najd Mazhar F, Jafari D. Chondromyxoid fibroma of pelvis, surgical management of 8 cases [J]. *Arch Iran Med*, 2015, 18(6): 367-370.
- 32 Ejiri S, Tajino T, Kawakami R, et al. Long-term follow-up of free vascularized fibular head graft for reconstruction of the proximal humerus after wide resection for bone sarcoma [J]. *Fukushima J Med Sci*, 2015, 61(1): 58-65.
- 33 Mimata Y, Nishida J, Sato K, et al. Glenohumeral arthrodesis for malignant tumor of the shoulder girdle [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2015, 24(2): 174-178.
- 34 El-Sherbiny E. Long term behavior of pedicled vascularized fibular grafts in Reconstruction of middle and distal tibia after resection of malignant bone tumors [J]. *J Egypt Natl Canc Inst*, 2008, 20(2): 187-195.
- 35 Abdel MP, Papagelopoulos PJ, Morrey ME, et al. Surgical management of 121 benign proximal fibula tumors [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2010, 468(11): 3056-3062.
- 36 Monson DK, Vojdani S, Dean TJ, et al. Lateral ankle stabilization after distal fibular resection using a novel approach: a surgical technique [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(4): 1262-1270.
- 37 Uchiyama E, Suzuki D, Kura H, et al. Distal fibular length needed for ankle stability [J]. *Foot Ankle Int*, 2006, 27(3): 185-189.
- 38 Sulaiman AR, Wan Z, Awang S, et al. Long-term effect on foot and ankle donor site following vascularized fibular graft resection in children [J]. *J Pediatr Orthop B*, 2015, 24(5): 450-455.
- 39 Enneking WF, Eady JL, Burchardt H. Autogenous cortical bone grafts in the Reconstruction of segmental skeletal defects [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1980, 62(7): 1039-1058.
- 40 Goh JC, Mech AM, Lee EH, et al. Biomechanical study on the load-bearing characteristics of the fibula and the effects of fibular resection [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1992 (279): 223-228.
- 41 Grzegorzewski A, Pogonowicz E, Sibinski M, et al. Treatment of benign lesions of humerus with resection and non-vascularised, autologous fibular graft [J]. *Int Orthop*, 2010, 34(8): 1267-1272.
- 42 Mostafa MF. Subperiosteal resection of fibular aneurysmal bone cyst [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2015, 25(3): 443-450.

(收稿日期:2016-02-13)

(本文编辑:吕红芝)