

· 论著 ·

儿童短管状骨及扁平骨骨髓炎的治疗



全文二维码

文玉伟 贾海亭 王春华 刘涛 于嘉智

山东大学附属儿童医院(济南市儿童医院)骨科创伤外科, 济南 250022

文玉伟现在国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院骨科, 北京 100045

通信作者: 贾海亭, Email: 626333674@qq.com

【摘要】目的 探讨儿童短管状骨及扁平骨骨髓炎的临床特点、治疗和预后。**方法** 回顾性分析山东大学附属儿童医院(济南市儿童医院)骨科创伤外科于 2017 年 9 月至 2020 年 7 月收治的 15 例短管状骨及扁平骨骨髓炎患儿临床资料, 其中病变位于短管状骨 12 例、扁平骨 3 例; 男 9 例, 女 6 例; 年龄 1 个月至 9 岁, 平均年龄 42.3 个月。15 例均采用负压辅助愈合系统(vacuum-assisted closure, VAC)治疗, 收集患儿临床症状、体征、体温、炎症指标、影像学检查以及患肢功能等临床资料, 总结其临床特点、疗效及预后。**结果** 本组 15 例中 10 例临床表现为局部红肿热痛, 功能受限, 6 例有发热, 7 例血白细胞计数、血沉、CRP 升高。15 例经切开清创、VAC 负压引流后, 炎症指标均降至正常。11 例短管状骨和 2 例扁平骨骨髓炎恢复良好; 1 例髌骨骨髓炎患儿术后复发, 经再次手术治愈, 膝关节功能正常; 1 例趾骨骨髓炎患儿术后存在足趾短缩。**结论** 儿童短管状骨及扁平骨骨髓炎临床表现以局部症状为主, 全身症状较少, 炎症指标可无明显升高, 诊断主要依靠 MRI 检查, VAC 负压引流治疗有效, 预后较好。

【关键词】 骨髓炎; 短管状骨; 扁平骨; 治疗结果; 儿童

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202109013-012

Treatment of osteomyelitis of short tubular and flat bones in children

Wen Yuwei, Jia Haiting, Wang Chunhua, Liu Tao, Yu Jiazhi

Department of Orthopedic Trauma Surgery, Affiliated Children's Hospital, Shandong University (Municipal Children's Hospital), Jinan 250022, China

Wen Yuwei is currently working at Department of Orthopedics, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China

Corresponding author: Jia Haiting, Email: 626333674@qq.com

【Abstract】Objective To explore the clinical characteristics, treatments and prognoses of osteomyelitis of short tubular and flat bones in children. **Methods** From September 2017 to July 2020, clinical data were retrospectively reviewed for 15 children with short tubular and flat bone osteomyelitis, including short tubular bone ($n=12$) and flat bone ($n=3$). There were 9 boys and 6 girls with an average age of 42.3 (1–108) months. Negative pressure drainage of vacuum-assisted closure (VAC) was applied. Symptoms & signs, body temperature, inflammatory parameters, imaging examinations and functions of affected extremities were recorded. **Results** Clinical manifestations of 10 children were local redness, heat, pain and function limitation, fever ($n=6$) and elevations of leucocyte, erythrocyte sedimentation rate (ESR) and C-reactive protein ($n=7$). All operations were successful. After incision, debridement and VAC negative pressure drainage, inflammatory parameters normalized. Eleven children with short tubular bone and 2 children with flat bone recovered well. One case of patellar osteomyelitis recurred and normalized after reoperation and function of knee joint was restored. Extremity shortening occurred in a child with phalangeal bone osteomyelitis. **Conclusion** Osteomyelitis of short tubular and flat bones in children generally manifest locally with fewer systemic symptoms and no marked elevations of inflammatory parameters. A definite diagnosis is dependent upon magnetic resonance imaging (MRI) examination. mainly depends on MRI. No significant difference exists in the treatment of long tubular bone and clinical prognosis is decent.

【Key words】 Osteomyelitis; Short Tubular Bone; Treatment Outcome; Flat Bone; Child

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202109013-012

骨髓炎(hematogenous osteomyelitis)是骨的化脓性炎症,是小儿常见的感染性疾病之一,好发于12岁以下儿童,根据发病时间可分为急性(2周以内)、亚急性(2周至3个月)和慢性(3个月以上)^[1-3]。常见发病部位包括:长管状骨,如股骨远端和胫骨近端;其次是股骨近端、肱骨近端及桡骨远端。短管状骨及扁平骨骨髓炎较为少见。短管状骨及扁平骨骨髓炎以局部症状为主,容易忽略骨感染的诊断,而使病情迁延不愈,导致慢性骨髓炎,病灶及周围血供被破坏,骨质流失,严重时可致骨缺损。对于骨髓炎治疗,临床多采用早期清创引流的方式。本研究回顾性收集2017年9月至2020年7月山东大学附属儿童医院(济南市儿童医院)骨科创伤外科采用负压辅助愈合系统(vacuum assisted closure, VAC)治疗的15例短管状骨及扁平骨骨髓炎患儿临床资料及随访结果,总结其临床特点、治疗及预后。

资料与方法

一、临床资料

回顾性分析2017年9月至2020年7月本院收治的15例行VAC治疗的短管状骨及扁平骨骨髓炎患儿临床资料,其中男9例,女6例;年龄1个月至9岁,平均年龄42.3个月。发病部位为短管状骨12

例,扁平骨3例。13例有明确局部受伤诱因。入院前病程5~45 d,平均13.7 d。入院时伴全身症状6例,以发热为主(表1)。局部红肿、疼痛、化脓,部分有波动感,患肢活动受限,病程较长者见皮肤破溃、窦道形成。收集患儿术前及术后实验室炎症指标、X线及MRI检查结果。本研究经山东大学附属儿童医院(济南市儿童医院)伦理委员会批准(QLET-IRB/T-2021019),家长均签署知情同意书。

二、治疗方法

采取静脉吸入复合全身麻醉,根据病变部位选择合适体位,将病灶部位逐层切开至骨膜下,清除坏死组织,骨皮质开窗,刮匙清理髓腔,留取髓腔及周围脓液送细菌培养和药敏试验,留取破坏骨质及周围坏死组织送病理学检查。对软组织、骨膜下及髓腔予碘伏、生理盐水冲洗至清洁,将负压敷料装置予油纱包裹后填塞至骨开窗表面,连接机器持续负压吸引,根据患儿年龄及病灶部位选择压力50~100 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)。术前及术后均予静脉抗生素治疗。术后根据药物敏感试验结果选择敏感抗生素,若无细菌生长则常规应用第一代或第二代头孢菌素。治疗期间无需换药、冲洗。术后1周如体温正常,脓液培养无细菌生长,炎症指标控制满意,创面肉芽生长良好,则再次手术清创冲洗,缝合缩小创面,负压敷料装置填塞至皮

表1 15例短管状骨及扁平骨骨髓炎患儿临床资料
Table 1 Clinical data of 15 children with osteomyelitis

序号	年龄	性别	入院前病程(d)	脓液培养结果	发病部位	入院时体温(℃)	明确诱因	入院时白细胞($\times 10^9$)	入院时血沉(mm/h)	入院时CRP(mg/L)
病例1	9岁	女	30	金黄色葡萄球菌	指骨	36.8	有	7.36	3	6.00
病例2	6岁	男	15	无	掌骨	36.0	有	11.62	28	2.16
病例3	8个月11天	女	12	MRSA	指骨	39.3	有	13.04	55	41.68
病例4	6岁	女	30	无	趾骨	36.5	有	9.40	21	5.65
病例5	1岁	男	45	金黄色葡萄球菌+化脓性链球菌	趾骨	36.1	有	10.18	25	12.12
病例6	3岁	男	7	金黄色葡萄球菌	肩胛骨	39.9	无	16.08	87	31.52
病例7	1个月14天	女	23	金黄色葡萄球菌	跖骨	36.9	有	11.04	6	3.11
病例8	1个月9天	女	12	金黄色葡萄球菌	胸骨	38.5	无	29.19	92	45.38
病例9	6岁	女	5	无	跖骨	36.5	有	9.42	22	0.55
病例10	8岁	男	5	金黄色葡萄球菌	髌骨	38.7	有	12.35	82	56.32
病例11	1岁3个月	男	11	无	指骨	36.9	有	11.92	25	23.25
病例12	2岁2个月	男	5	金黄色葡萄球菌	趾骨	37.9	有	14.74	64	25.81
病例13	1岁2个月	男	6	金黄色葡萄球菌	指骨	36.8	有	18.51	56	45.36
病例14	1岁	男	5	肺炎链球菌	趾骨	37.9	有	8.86	60	8.56
病例15	7岁5个月	男	10	金黄色葡萄球菌	趾骨	36.5	有	5.09	70	200.00

注 MRSA:耐甲氧西林金黄色葡萄球菌

肤表面,1 周后拆除负压装置,伤口定期换药至逐渐愈合。抗生素治疗总疗程为 6 周。

结 果

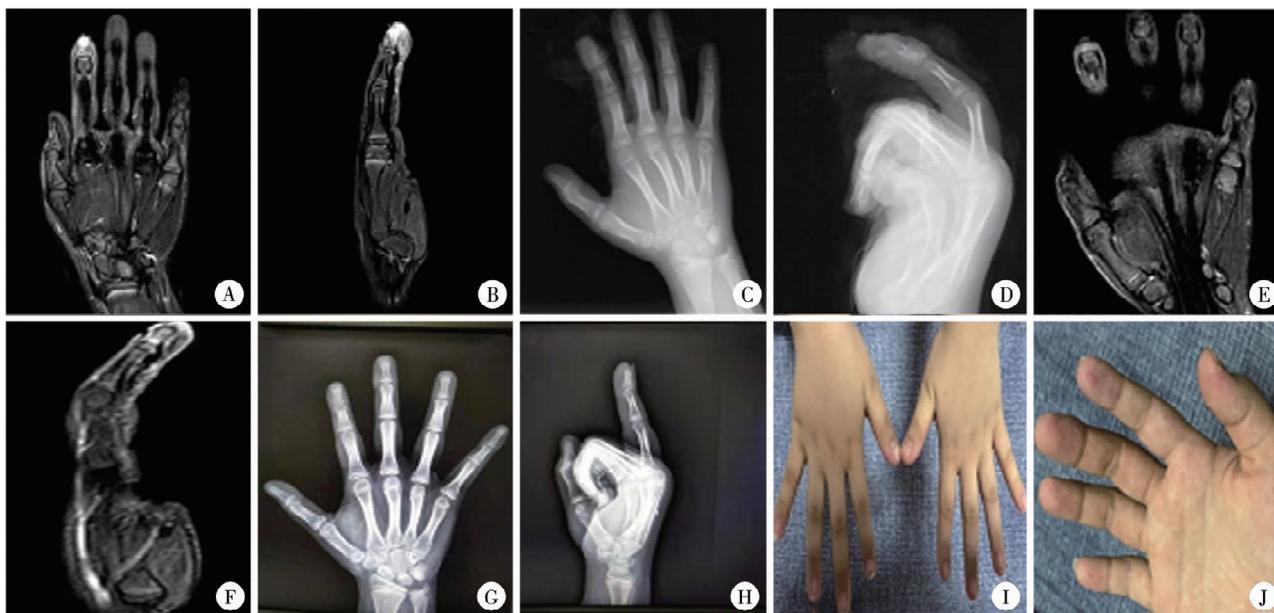
15 例患儿随访 12 ~ 48 个月,平均 27 个月,细菌培养阳性 11 例,其中耐甲氧西林金黄色葡萄球菌(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA)感染 1 例;临床表现以局部症状为主,如局部红肿、触痛、关节活动受限,全身症状较少见。10 例白细胞(white blood cell,WBC)升高(范围: $10.18 \times 10^9/L \sim 29.19 \times 10^9/L$),中位数为 $11.33 \times 10^9/L$;9 例 C 反应蛋白(C-reactive protein,CRP)升高(范围: $12.12 \text{ mg/L} \sim 200.00 \text{ mg/L}$),中位数为 17.69 mg/L ;13 例红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate,ESR)升高($21 \text{ mm/h} \sim 92 \text{ mm/h}$),中位数为 56 mm/h 。

术前 X 线检查多无阳性发现,早期 MRI 有阳性改变。

术后病理结果均证实为急性化脓性骨髓炎。治疗期间无一例发生堵管及漏气现象。手术次数 1 ~ 3 次,平均 2 次;住院时间 15 ~ 33 d,平均 20 d。11 例短管状骨及 2 例扁平骨骨髓炎患儿恢复良好,关节功能恢复正常(图 1);1 例髌骨骨髓炎术后复发,经再次手术治愈,膝关节功能正常(图 2);1 例趾骨骨髓炎患儿趾骨短缩,但足的整体功能无受限。

讨 论

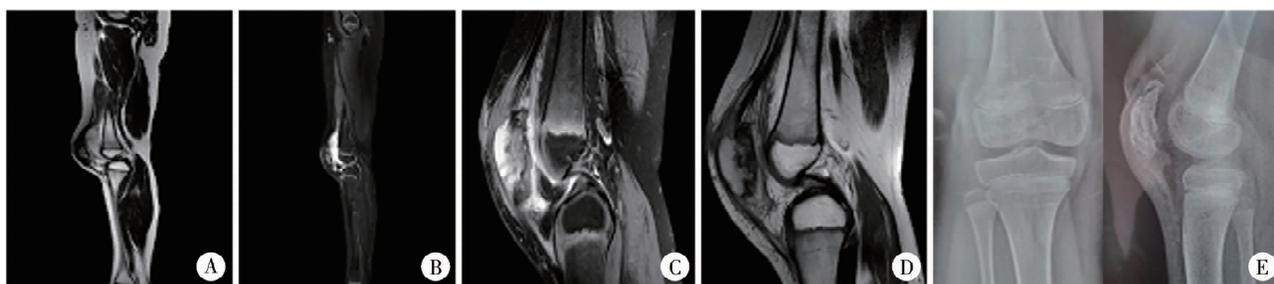
儿童短管状骨或扁平骨骨髓炎临床较少见,诊断主要依靠临床特点、实验室检查及影像学检查。儿童短管状骨骨髓炎全身症状少,多表现为肢端红肿、疼痛、功能受限等局部症状,病史较长者局部可



注 A、B:术前核磁检查提示食指远端 T2 高信号; C、D:术前 X 线检查提示远节指骨局部骨质破坏,骨质缺损; E、F:经 2 次病灶清创负压引流术治疗后,复查核磁提示病变较前好转; G、H:治疗 6 周后复查 X 线,指骨无明显短缩; I、J:术后手指外观无异常,瘢痕小,功能正常

图 1 1 例女性 9 岁右手食指指骨骨髓炎患儿典型影像学检查照片

Fig. 1 A 9-year-old girl with osteomyelitis of right index finger



注 A、B:首次入院核磁检查提示 T1 低信号,T2 高信号,膝关节内积液明显; C、D:术后 2 个月复查核磁提示炎症复发; E:X 线随访显示髌骨骨质不均匀

图 2 1 例男性 8 岁髌骨骨髓炎患儿影像学检查照片

Fig. 2 Imaging examination of an 8-year-old boy with patellar osteomyelitis

见脓性渗出,甚至出现皮肤窦道。患儿大多有明确外伤史。早期诊断相对困难,局部表现与甲沟炎、指头炎、趾骨或指骨骨折相似。甲沟炎病变局限于皮下,全身症状不明显,炎症指标基本正常。脓性指头炎疼痛较剧烈,可有跳痛,容易形成末节指骨骨髓炎。三者均可由局部刺伤引起,但甲沟炎和脓性指头炎病程较短,局部切开引流可获得较好疗效。趾骨或指骨骨折一般发生于外伤后,局部可有畸形,早期可通过 X 线鉴别诊断^[4]。

白细胞计数异常是诊断细菌感染常用指标,有研究发现骨髓炎患者中约 35.9% 出现白细胞计数异常,但该参数的敏感性和特异性有限,尤其是在年幼儿童中^[7]。不同个体在致病微生物种类及化脓性关节炎存在与否上,差异很大。ESR 对于脓肿或合并化脓性关节炎,特别是骨盆骨髓炎的诊断具有较高敏感性。Dartnell 等^[5]强调 CRP 是区分骨髓炎和化脓性关节炎相关疾病最有用的血液标志物,CRP 超过 100 mg/L 常与复杂病程有关,被认为是需要静脉注射抗生素 6 d 以上的最佳预测指标。Taj-Aldeen 等^[6]研究认为 CRP 可用于监测非曲霉菌引起的骨髓炎,但对念珠菌引起的骨髓炎无效。

患儿早期 X 线表现正常,骨性改变需至病程第 10~12 天才会出现,且多始于髓腔和延伸方向。一般至少 30% 的骨质被破坏,才能在常规放射照相术上显示出明显变化^[7]。早期骨改变包括局灶性骨质减少和骨膜新骨形成,而皮质糜烂通常需要 2~3 周才能形成,在疾病晚期,可能会有明显的骨质破坏^[3]。MRI 是诊断骨髓炎的主要参考依据,其对早期病理改变,尤其是 X 线检查无异常的患儿有独特优势。儿童短管状骨骨髓炎在 MRI 检查中可表现为软组织肿胀,骨质改变为片状,T1WI 呈低或稍低信号,T2WI 呈高信号,在脂肪抑制序列更明显。对于存在骨质受累的可疑骨髓炎,MRI 有助于确诊,也有助于区分骨髓炎和神经源性骨关节病^[8-9]。Hara 等^[10]认为核磁共振检查在骨髓炎的早期诊断和治疗反应评价中较 X 线检查更具优势。Warmann 等^[11]指出 CT 能够显示骨皮质破坏和死骨形成,可以区分正在发生的感染及损伤修复过程;但 CT 一般不作为常规检查。

4 岁以下儿童骨髓炎的致病菌约 60% 为链球菌和革兰氏阴性菌,其余为金黄色葡萄球菌;4 岁以上患儿最常见致病菌为金黄色葡萄球菌^[12]。本组 15 例中 8 例为金黄色葡萄球菌,1 例为肺炎链球菌,1 例为金黄色葡萄球菌合并化脓性链球菌,1 例为

MRSA,4 例脓液培养结果为阴性,考虑与手术前期应用抗生素有关。对于骨髓炎可根据经验尽早给予一代或二代头孢类抗生素,后期再根据药敏试验结果调整用药,抗生素治疗总疗程为 6 周^[13]。

Morykwas 等^[14]于 1997 年首先描述了 VAC 在动物实验和临床软组织损伤中的应用及效果。VAC 通过封闭的湿润创面愈合环境,能够刺激细胞增殖,增加局部血流量,促进肉芽组织生长,加速创面愈合^[15-16]。现该技术已广泛应用于四肢开放性骨折、断肢再植、成人骨髓炎等^[17]。长管状骨开窗可采用电钻钻孔,彻底显露髓腔,但对于短管状骨及扁平骨,因骨质较小,采用 20 mL 空针头或克氏针开窗显露髓腔,清除病灶后用碘伏、生理盐水冲洗髓腔,VAC 敷料需用油纱包裹后再填塞,以免敷料与软组织直接接触而发生粘连,使去除较困难。虽然短管状骨及扁平骨清创后创面较小、髓腔空间小,VAC 负压引流装置的放置较长管状骨难,但与传统手术相比,VAC 治疗期间无需换药、冲洗,患儿痛苦少、舒适度高,家长接受度高。此外,大部分患儿在拆除 VAC 负压时创面已基本愈合,出院后也便于家长护理。

儿童扁平骨骨髓炎更少见,本组 3 例扁平骨骨髓炎患儿临床表现均为发热、局部肿胀疼痛,实验室检查炎症指标均高于正常值,术前核磁共振检查提示明显骨骼病变,与长管状骨骨髓炎的临床表现及影像学表现相似。治疗也同长管状骨骨髓炎,以手术清除病灶、负压引流、抗感染为主。但扁平骨无明显髓腔,放置负压引流相对困难。我们采用局部骨质开窗清创后负压引流装置贴附于开窗表面,获得较好的引流效果。髌骨骨髓炎在儿童中较为少见,其原因可能是出生时髌骨完全为透明软骨,可发挥屏障作用;髌骨血供丰富,细菌难以滞留,且髌骨缺乏骨骺板,血源性骨髓炎难以发生^[21]。髌骨骨髓炎的临床症状与化脓性关节炎及髌前滑囊炎等难于鉴别,本例诊断相对容易,首先该患儿有明确外伤史,局部红肿热痛、活动受限;其次血白细胞、CRP 及血沉等炎症指标较高,核磁共振检查显示髌骨异常信号,骨质破坏,脓液培养有金黄色葡萄球菌,手术证实髌骨骨质破坏,病理检查也符合髌骨骨髓炎。髌骨骨髓炎的治疗与身体其他部位骨髓炎的治疗类似,以手术清除病灶、抗感染为主^[18]。

综上所述,儿童短管状骨及扁平骨骨髓炎大多有明确诱因,其中外伤最为常见,发病多从皮肤软

组织感染开始,表现为局部红肿触痛,如治疗不及时则引起骨髓炎。完善炎症指标及核磁共振等影像学检查,有助于早诊断,早治疗。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 文玉伟负责研究的设计、实施和起草文案,王春华、刘涛、于嘉智进行病例数据收集及分析,贾海亭负责研究设计和配酿,并对文章知识性内容进行审阅

参 考 文 献

- [1] Peltola H, Pääkkönen M. Acute osteomyelitis in children[J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(14):1364-1366. DOI: 10.1056/NEJM1402234.
- [2] Keren R, Shah SS, Srivastava R, et al. Comparative effectiveness of intravenous vs oral antibiotics for postdischarge treatment of acute osteomyelitis in children[J]. *JAMA Pediatr*, 2015, 169(2):120-128. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2014.2822.
- [3] Peltola H, Pääkkönen M. Acute osteomyelitis in children[J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(4):352-360. DOI: 10.1056/NEJMr1213956.
- [4] 张晓乐, 赵国强, 赵旭飞. 18 例儿童手和足骨髓炎诊治分析[J]. *临床小儿外科杂志*, 2020, 19(10):921-925. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.10.011.
Zhang XL, Zhao GQ, Zhao XF. Analysis of diagnosis and treatment of hand and foot osteomyelitis in children; a report of 18 cases[J]. *J Clin Ped Sur*, 2020, 19(10):921-925. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.10.011.
- [5] Dartnell J, Ramachandran M, Katchburian M. Haematogenous acute and subacute paediatric osteomyelitis: a systematic review of the literature[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2012, 94(5):584-595. DOI: 10.1302/0301-620X.94B5.28523.
- [6] Taj-Aldeen SJ, Rammaert B, Gamaletsou M, et al. Osteoarticular infections caused by non-Aspergillus filamentous fungi in adult and pediatric patients: a systematic review[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(50):e2078. DOI: 10.1097/MD.0000000000002078.
- [7] Jaramillo D, Treves ST, Kasser JR, et al. Osteomyelitis and septic arthritis in children: appropriate use of imaging to guide treatment[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1995, 165(2):399-403. DOI: 10.2214/ajr.165.2.7618566.
- [8] Beaman FD, von Herrmann PF, et al. Expert Panel on Musculoskeletal Imaging, ACR appropriateness criteria? suspected osteomyelitis, septic arthritis, or soft tissue infection (excluding spine and diabetic foot)[J]. *J Am Coll Radiol*, 2017, 14(5S):S326-S337. DOI: 10.1016/j.jacr.2017.02.008.
- [9] Leone A, Cassar-Pullicino VN, Semprini A, et al. Neuropathic osteoarthropathy with and without superimposed osteomyelitis in patients with a diabetic foot[J]. *Skeletal Radiol*, 2016, 45(6):735-754. DOI: 10.1007/s00256-016-2339-1.
- [10] Hara H, Akisue T, Kawamoto T, et al. Sequential MR images and radiographs of epiphyseal osteomyelitis in the distal femur of an infant[J]. *Case Rep Radiol*, 2013, 2013:672815. DOI: 10.1155/2013/672815.
- [11] Warmann SW, Dittmann H, Seitz G, et al. Follow-up of acute osteomyelitis in children; the possible role of PET/CT in selected cases[J]. *J Pediatr Surg*, 2011, 46(8):1550-1556. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2010.11.037.
- [12] Gigante A, Coppa V, Marinelli M, et al. Acute osteomyelitis and septic arthritis in children: a systematic review of systematic reviews[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2019, 23(2 Suppl):145-158. DOI: 10.26355/eurrev_201904_17484.
- [13] Pendleton A, Kocher MS. Methicillin-resistant staphylococcus aureus bone and joint infections in children[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2015, 23(1):29-37. DOI: 10.5435/JAAOS-23-01-29.
- [14] Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, et al. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment; animal studies and basic foundation[J]. *Ann Plast Surg*, 1997, 38(6):553-562. DOI: 10.1097/00000637-199706000-00001.
- [15] Streubel PN, Stinner DJ, Obremsky WT. Use of negative-pressure wound therapy in orthopaedic trauma[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2012, 20(9):564-574. DOI: 10.5435/JAAOS-20-09-564.
- [16] Orgill DP, Manders EK, Sumpio BE, et al. The mechanisms of action of vacuum assisted closure: more to learn[J]. *Surgery*, 2009, 146(1):40-51. DOI: 10.1016/j.surg.2009.02.002.
- [17] Timmers MS, Graafland N, Bernards AT, et al. Negative pressure wound treatment with polyvinyl alcohol foam and polyhexanide antiseptic solution instillation in posttraumatic osteomyelitis[J]. *Wound Repair Regen*, 2009, 17(2):278-286. DOI: 10.1111/j.1524-475X.2009.00458.x.
- [18] 薛文, 王栓科. 儿童血源性髌骨骨髓炎一例[J]. *中华小儿外科杂志*, 2007, 28(11):615. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2007.11.019.
Xue W, Wang SK. Hematogenous patellar osteomyelitis in children; one case report[J]. *Chin J Pediatr Surg*, 2007, 28(11):615. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3006.2007.11.019.

(收稿日期:2021-09-09)

本文引用格式: 文玉伟, 贾海亭, 王春华, 等. 儿童短管状骨及扁平骨骨髓炎的治疗[J]. *临床小儿外科杂志*, 2023, 22(2):158-162. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202109013-012.

Citing this article as: Wen YW, Jia HT, Wang CH, et al. Treatment of osteomyelitis of short tubular and flat bones in children[J]. *J Clin Ped Sur*, 2023, 22(2):158-162. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202109013-012.