

小儿长骨骨髓炎的 MRI 表现

施莺燕, 帕米尔, 马瑞雪, 胡培安, 乔中伟

【摘要】 目的:探讨不同年龄组间小儿长骨骨髓炎的 MRI 表现。方法:在我院确诊为血源性骨髓炎并行 MRI 检查者 38 例;按年龄分成 A 组(年龄 \leq 18 个月)和 B 组(年龄 $>$ 18 个月)。分析比较两组患者的临床表现、部位、病灶在长骨中的部位(骨骺、干骺端或骨干)、病灶信号、骨膜下脓肿、关节积液等。采用 SPSS 19.00 软件进行统计学分析。结果:本研究中病变最常累及的部位:A 组为股骨(52.3%),B 组为胫骨(50.0%),两组间差异无统计学意义($P>0.05$)。A 组中累及干骺及骨骺者占 81.0%,在 B 组中累及干骺端及骨骺者占 50.0%,累及干骺端及骨干者占 30.0%,两组间差异无统计学意义($P>0.05$)。低年龄组中炎症累及骨骺的发生率与高年龄组间的差异有统计学意义($P<0.05$)。A 组中合并关节炎者占 81.0%,B 组中为 45.0%,两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。结论:小儿长骨骨髓炎的主要 MRI 表现为病变多位于干骺端,常合并软组织炎症;小于 18 个月的幼儿骨髓炎易向骺侧扩散而并发关节炎,而大于 18 个月的儿童骨髓炎更易于向骨干延伸。

【关键词】 儿童;长骨;骨髓炎;磁共振成像;诊断

【中图分类号】 R445.2; R681.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)08-0880-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2014.08.008

MRI manifestations of long bone osteomyelitis in children SHI Ying-yan, Pa Mi-er, Ma Rui-xue, et al. Department of Radiology, Children's Hospital of Fudan University, Shanghai 201102, P. R. China

【Abstract】 **Objective:** To study the MRI manifestations of long bone osteomyelitis of different age groups in pediatric patients. **Methods:** Thirty-eight patients who were diagnosed as hematogenous osteomyelitis underwent MR examination in our hospital were included in this retrospective study. They were divided into two groups according to age. Group A included children who were less than 18m of age whereas Group B were elder than 18m. The clinical materials, MRI features including anatomic location (epiphysis, metaphysis or diaphysis), signal intensities, sub-periosteal abscess, joint effusion were analyzed. SPSS were used for analysis. **Results:** The most common bone involvement in Group A was femur (52.3%), whereas in Group B was tibia (50.0%), with no significant statistical difference ($P>0.05$). Metaphysis and epiphysis involvement accounted for 81.0% in Group A, while in Group B metaphysis and epiphysis involvement was 50.0%, metaphysis and diaphysis involvement was 30%, with no statistical difference ($P>0.05$). The incidences of epiphysis involvement in the two different groups were statistically significant ($P<0.05$). The incidences of joint involvement in Group A and Group B were 81.0% and 45.0%, respectively, with significant statistical difference ($P<0.05$). **Conclusion:** The MRI manifestations of osteomyelitis of long bone included involvement of metaphysis, usually accompanied with soft tissue inflammation. In patients less than 18m of age, infection inclined to spread to the epiphysis and complicated with arthritis, while in the group $>$ 18m of age, infection inclined to spread to diaphysis.

【Key words】 Children; Long bone; Osteomyelitis, Magnetic Resonance Imaging; Diagnosis

小儿骨髓炎是由各种化脓性细菌引起的骨外膜炎、骨炎和骨髓炎,其临床表现具有多样性的特点,病程上可为急性发病,也可慢性隐匿性发病,因此小儿骨髓炎的诊断颇具挑战性^[1]。急性骨髓炎的诊断中, X 线平片是最常用、最基础的诊断方法。但由于骨髓炎发病初期,平片上无明显骨质密度改变,有时仅见软组织肿胀,易致漏诊或延迟诊断^[2]。而 MRI 具有软组织分辨率高的优势,早期 MRI 即可显示病灶部位、范围,有助于临床制定恰当的治疗方案^[2]。骨髓炎如能得到早期诊断、骨髓炎在早期阶段治疗往往可获得良好的

治疗效果,而延迟诊断和治疗可导致急性骨髓炎继发败血症或转为慢性骨髓炎。骨髓炎近期可并发病理性骨折、脱位,远期可致长骨生长障碍等。

迄今为止国内关于小儿骨髓炎 MRI 表现的报道并不多见。对不同年龄段患儿骨髓炎 MRI 表现的比较,国内外均未见相关报道。本文回顾性分析在我院确诊为小儿长骨骨髓炎并进行 MRI 检查的 38 例患者的病例资料,比较不同年龄组别间 MRI 表现的差异。

材料与方法

1. 研究对象

2009 年 6 月—2014 年 2 月在本院骨科确诊为血源性骨髓炎并进行 MRI 检查的患者 38 例,其中 32 例患者进行病灶清除术并经抗炎治疗后好转出院,6 例

作者单位:201102 上海,复旦大学附属儿科医院放射科(施莺燕、帕米尔、胡培安、乔中伟),骨科(马瑞雪)

作者简介:施莺燕(1976—),女,上海崇明人,博士研究生,主治医师,主要从事小儿骨骼系统疾病的影像学研究工作。

通讯作者:乔中伟, E-mail: qiaozhongwei @163.com

患者经抗炎治疗后症状改善。其中男 29 例,女 9 例,性别比为 3.22 : 1,年龄 1 个月~14 岁,平均年龄 (3.51±4.26)岁。

2. 仪器和方法

采用 Siemens Avanto MRI 扫描仪进行检查。线圈选择因部位而异,使用表面柔线圈、膝线圈或体线圈对受累的肢体部位采用 SE T₁WI、TSE T₂WI 和脂肪抑制 TSE T₂WI 序列进行扫描,层厚 3~5 mm,间隔 10%,视野因患儿的不同部位及年龄而异。各序列扫描参数具体如下。SE T₁WI:TR 550 ms,TE 21 ms;TSE T₂WI:TR 4090 ms,TE 77 ms;精准频率反转恢复抑脂序列 T₂WI:TR 4980 ms,TE 77 ms。其中 25 例患者同时进行了增强扫描,对比剂为欧乃影,剂量 0.1 mmol/kg,所使用序列为脂肪抑制 T₁WI (TR 749 ms,TE 11 ms)和/或 T₁WI 序列 (TR 550 ms,TE 21 ms)。所选用扫描层面因患儿所检查的部位而异,包括横轴面、冠状面和/或矢状面。

3. 分析内容

分组:38 例骨髓炎患者根据其年龄分成两组,A 组年龄≤1.5 岁,共 21 例;B 组年龄>1.5 岁,共有 17 例。上述 38 例患者共有 41 个解剖部位发生了骨髓炎,其中 3 例患者同时累及两个部位的长骨。

分析比较患者的临床表现、病变的解剖部位、在长骨中的部位(骨髓、干骺端或骨干)、病灶信号(以正常肌肉组织为基准,将病灶分为低、高或等信号)、骨膜下脓肿、关节积液、邻近软组织改变(是否存在软组织水肿或脓腔形成)以及是否存在病理性骨折、关节脱位等并发症。在 A、B 组中,分别统计骨髓受累及骨髓未受累(后者包括炎症仅累及干骺端或仅同时累及干骺端与骨干者)的病例数,比较其差异在不同年龄组间是否具有统计学意义。

4. 统计学方法

采用 SPSS 19.00 软件中行×列表资料的卡方检验,比较不同年龄组间影像学表现是否存在差异;采用四格表卡方检验比较骨髓受累与否在不同年龄组间是否存在差异。

结 果

38 例骨髓炎患者分组及临床表现情况见表 1。

表 1 38 例婴幼儿骨髓炎的临床表现

| 临床表现 | A 组 | B 组 | 总计 |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| 性别比(男:女) | 2.50:1 | 4.67:1 | 3.22:1 |
| 平均年龄(岁) | 0.54±0.47 | 7.17±3.97 | 3.51±4.26 |
| 症状 | | | |
| 肿痛 | 9(42.8%) | 15(88.2%) | 23(60.5%) |
| 活动减少 | 11(45.8%) | 2(18.2%) | 13(34.2%) |
| 发热 | 9(42.8%) | 6(35.3%) | 15(39.5%) |

患者就诊的主要原因包括关节肿痛 23 例 (60.5%)、活动减少 13 例 (34.2%) 和发热 15 例 (39.5%)。本组患儿发病至来我院就诊的时间间隔为 3 天~1 年,其中发病时间超过 3 个月者共 5 例,均以反复肿痛或局部包块就诊,其中属于 A 组者 1 例,B 组 4 例。

病变累及部位的分布情况见表 2。以股骨受累最多见,共 15 例 (36.6%),其次为胫骨 14 例 (34.1%)。A 组中股骨受累最常见,达 52.3%;B 组中胫骨受累最常见,占 50.0%。两组间病变部位的差异无统计学意义 ($\chi^2=9.204, P=0.056$)。

表 2 两组骨髓炎患者病变累及部位 (个)

| 部位 | A 组 | B 组 | 总计 |
|----|-----------|-----------|-----------|
| 股骨 | 11(52.3%) | 4(20.0%) | 15(36.6%) |
| 胫骨 | 4(19.4%) | 10(50.0%) | 14(34.1%) |
| 肱骨 | 6(28.6%) | 4(20.0%) | 10(24.4%) |
| 桡骨 | 0 | 1(5.0%) | 1(2.4%) |
| 腓骨 | 0 | 1(5.0%) | 1(2.4%) |

注:括号内为百分比。

长骨内不同部位受累情况及发生率见表 3。干骺端受累见于 38 例患者的 41 根长骨中 (100%),其中同时累及干骺端及骨髓者 27 例 (65.9%),累及干骺端及骨干者 9 例 (22.0%),累及骨髓干骺端及骨干者 2 例 (4.9%),单独干骺端受累者 3 例 (7.3%)。A 组中累及干骺端与骨髓者 (图 1) 发生率达 81.0%,累及干骺端及骨干者达 14.3%;B 组中累及干骺端及骨髓者 (图 2) 达 50.0%,累及干骺端及骨干者 (图 3) 达 30.0%,仅干骺端受累者 15.0%。两组间病变在长骨内分布的差异无统计学意义 ($\chi^2=6.990, P=0.072$),但不同年龄组间骨髓受累的差异有统计学意义 ($P=0.043$, 精确检验法;表 4)。

表 3 不同年龄组骨髓炎累及长骨内不同部位的发生率 (个)

| 长骨内部位 | A 组 | B 组 | 总计 |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 干骺端+骨髓 | 17(81.0%) | 10(50.0%) | 27(65.9%) |
| 干骺端+骨干 | 3(14.3%) | 6(30.0%) | 9(22.0%) |
| 干骺端+髓+干 | 1(4.8%) | 1(5.0%) | 2(4.9%) |
| 干骺端 | 0 | 3(15.0%) | 3(7.3%) |

表 4 骨髓受累与否与在不同年龄组中的比较 (个)

| 组别 | 骨髓受累 | 骨髓未受累 | 合计 |
|-----|------|-------|----|
| A 组 | 18 | 3 | 21 |
| B 组 | 11 | 9 | 20 |

本研究中共有 26 例骨髓炎 (63.4%) 患者累及关节,包括髋关节 9 例 (22.0%)、膝关节 10 例 (24.4%)、肩关节 6 例 (14.6%)、踝关节 1 例 (2.4%)。A 组中 81.0% 的患者累及关节,其中髋关节受累达 33.3%,其后依次为肩关节 (28.6%)、膝关节 (19.0%);B 组中 45.0% 的患者累及关节,膝关节受累达 30.0%,其后为髋关节 10.0%,踝关节 5.0%。两组间关系受累的

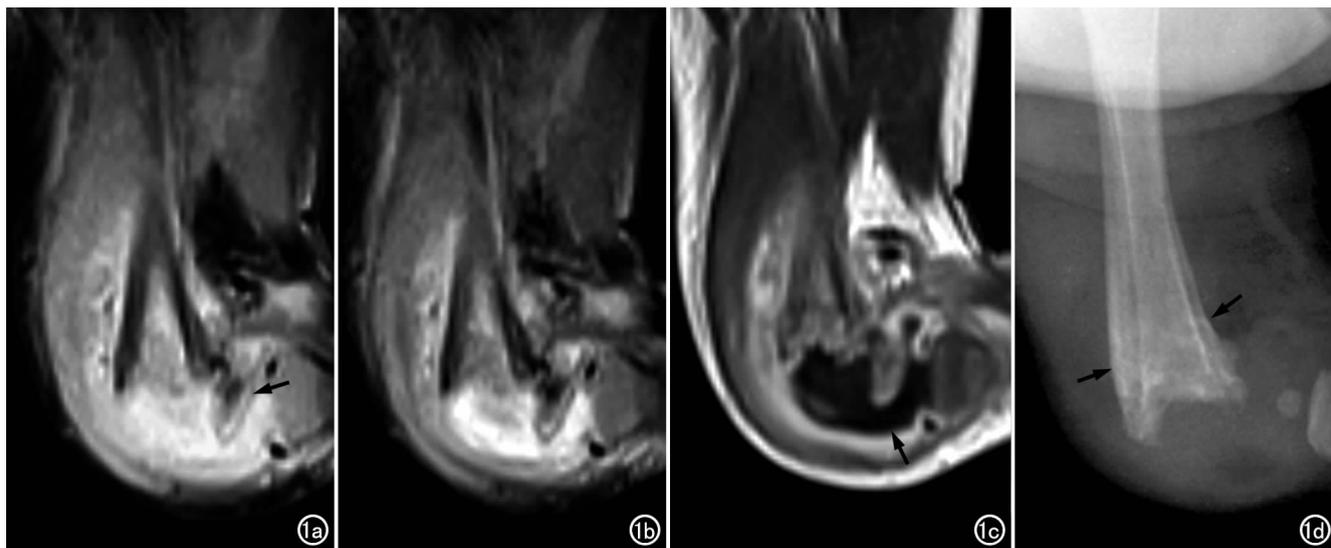


图1 女,2个月,青紫型先心,右股骨远端骨髓炎。a)矢状面压脂质子密度加权成像示股骨远端干骺面完全破坏,先期钙化带消失,远端干骺端骨髓腔内信号不均,骨髓信号失常、翻转、移位(箭);b)矢状面压脂 T_2 WI示股骨远端干骺面完全破坏,髓腔内不均性高信号影,远端脓液积聚,骨髓信号失常并移位;c)矢状面压脂增强 T_1 WI示股骨远端干骺面完全破坏,干骺端不均性强化,骨髓移位,干骺端远端及关节腔脓液积聚(箭);d)治疗2个月后平片示右股骨远端干骺端毛糙,干骺面消失,其内密度不均,股骨周围层状骨膜反应(箭),股骨远端骨髓未显示。

发生率间差异有统计学意义($\chi^2 = 10.547, P = 0.014$)。关节受累主要表现为有关节积液26例(图2),脱位2例(图4),增强后关节周围软组织显著强化,关节腔内脓液无强化。

本组中患者出现症状少于3个月者33例,其主要骨内表现为骨髓腔内异常信号边界模糊, T_1 WI呈低信号, T_2 WI呈高信号,压脂 T_2 WI呈高信号,增强后

为显著不均性强化(图1、2)。上述表现在两组间无显著差异。层状骨膜反应最常见,未见放射状骨膜反应或骨膜中断改变。症状超过3个月的患者共5例,MRI均显示髓腔信号改变, T_1 WI呈低信号, T_2 WI呈高信号内夹杂低信号,可见窦道形成(图3c、e)。骨膜下积液11例(图2),表现为骨膜旁 T_1 WI低信号、 T_2 WI高信号影,外侧缘有条状 T_1 WI低信号、 T_2 WI

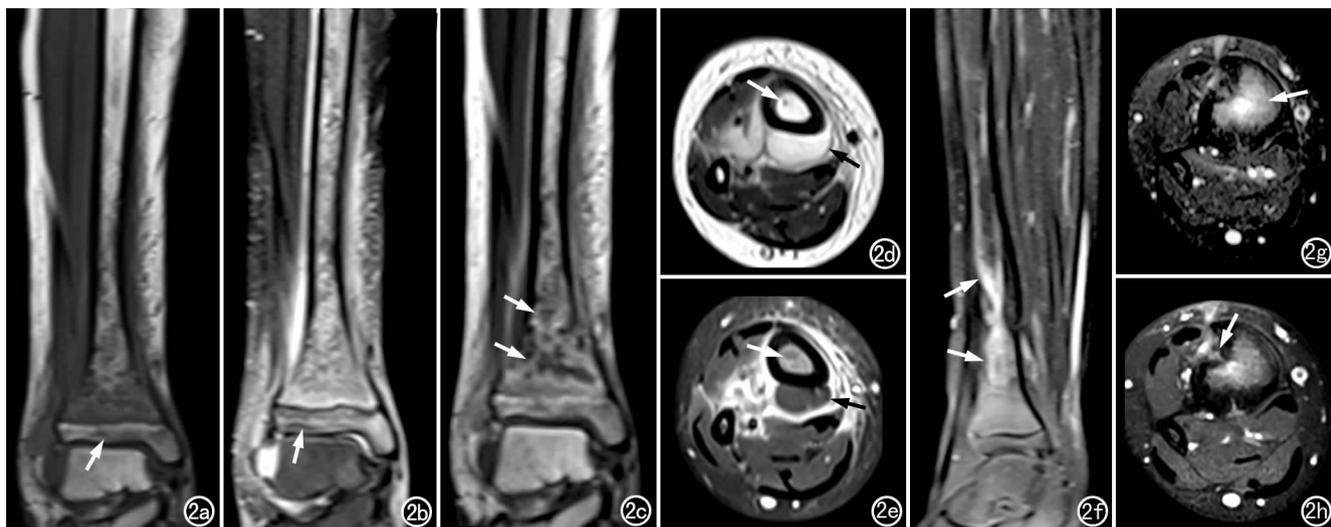


图2 男,11岁,右胫骨远端骨髓炎。a)冠状面 T_1 WI示右胫骨远端干骺端及骨干内信号不均,骨髓亦可见信号异常(箭);b)冠状面压脂 T_2 WI示右胫骨远端干骺端及骨干内高信号影,骨髓亦可见信号异常(箭),胫骨旁软组织水肿;c)冠状面增强 T_1 WI示右胫骨远端干骺端及骨干内骨髓不均匀强化(箭),胫骨周软组织不均性强化;d)横轴面 T_2 WI示右胫骨远端干骺端骨髓腔呈高信号改变(白箭),胫骨背侧骨膜下积液(黑箭),皮下脂肪层水肿;e)横轴面压脂增强 T_1 WI示右胫骨远端骨髓强化(白箭),背侧骨膜下积液不强化(黑箭),周围软组织不均性强化;f~h)两年后局部反复流脓随访复查。f)矢状面压脂 T_2 WI示胫骨远端骨髓腔信号不均性增高(箭);g)横轴面压脂 T_2 WI示胫骨远端骨髓腔信号不均性增高(箭),邻近骨皮质增厚;h)横轴面压脂增强 T_1 WI示胫骨远端骨髓腔不均性强化,窦道形成(箭)。



图3 男,3岁,左上臂反复肿块形成,左肱骨上段慢性炎症。a) 冠状面 T_1 WI 示左肱骨上段髓腔内低信号改变(箭),邻近软组织内混杂信号影; b) 冠状面压脂 T_2 WI 示左肱骨上段髓腔内高信号影(箭),边界模糊,邻近骨皮质增厚,软组织肿胀; c) 横轴面压脂 T_2 WI 示左肱骨上段髓腔内高信号影,局部窦道形成(长箭),背内侧软组织内积脓(短箭),肌层、肌间及皮下脂肪层水肿; d) 横轴面 CT 软组织窗示肱骨背侧软组织影增厚,其内有边缘模糊低密度影夹杂细点状钙化;

e) 斜矢状面 MPR 图像(骨窗)显示窦道形成(箭),邻近髓腔密度偏高,皮质增厚。图4 男,1个月,左侧股骨近端骨髓炎伴腕关节炎、腕关节脱位。a) 压脂 T_2 WI 示左腕关节内大量积液,左股骨头向外侧移位,左股骨头及股骨近端干骺端内呈高信号改变(箭); b) 两年后蛙式位平片,示左股骨头骨骺(箭)小于对侧,骺板间隙不均性增宽,近端干骺端形态失常,局部密度不均性增高。

低信号影,增强后脓液不强化,周边可见环形强化。软组织炎症包括:骨骼旁深部肌肉羽毛样水肿,可见于本组中所有病例(100%);浅表的皮下脂肪间隙内网格样水肿 14 例(34.1%,图2);肌间积脓 5 例(12.2%)。

讨论

骨髓炎的发病率在发达国家可达 $2 \times 10^{-5} \sim 13 \times 10^{-5}$ ^[3],在发展中国家骨髓炎的发病率更高。骨髓炎好发于小儿,本研究中婴幼儿占 63.2%, <5 岁者占 78.9%。骨髓炎可以为急性发病,亦可为隐匿性发病,临床表现因患儿年龄、免疫状况、所感染的细菌及病程的长短而异^[4]。在 Dartnell 等^[5]的系统性综述中,12000 例急性及亚急性骨髓炎中 81% 的患者表现为疼痛,70% 的患者表现为局灶性症状,62% 表现为发

热,50% 为受累肢体动作减少,50% 负重能力下降。本组患儿的临床表现包括局部红肿、疼痛、关节活动减少及发热,婴幼儿组局部症状与全身症状常同时出现,而儿童和青少年组以局部症状多见,可伴发热。

影像学检查对骨髓炎的诊断治疗至关重要。在骨髓炎早期,平片常表现为阴性;同位素敏感度较高而特异度较低;早期 MRI 检查可评估病变范围、程度、脓肿形成与否,为临床进一步处理提供客观依据^[3,4]。MRI T_2 WI 抑脂序列敏感度相当高,在 Kan 等^[6]的研究中,平扫 T_2 WI 抑脂序列和增强检查诊断骨髓炎敏感度相当接近,分别为 89% 和 91%,特异度相似,均为 96%;诊断关节炎敏感度分别为 50% 和 67%,特异度相似,均为 98%,但增强检查可明确是否存在脓肿^[6,7]。

本组患者中受累的解剖部位以股骨最常见,胫骨次之;在各长骨中,干骺端炎症见于所有病例。骨髓炎最好发于干骺端,与干骺端内血管在接近骺板区形成大量血管襻有关,这类血管襻局部扩张、血流缓慢,故细菌易在此停留、繁殖^[4,8]。病理上,急性骨髓炎时骨髓腔血管通透性增加,炎性细胞积聚、浸润,导致骨骼内压力增高,静脉回流受阻,淋巴回流障碍。MRI上骨髓炎早期即可见干骺端骨髓炎,表现为T₁WI上呈低信号,T₂WI抑脂序列呈高信号,增强后病灶显著强化。

过去认为骺板可阻挡细菌、保护骨骺不受感染^[9]。然而本研究中同时累及干骺端和骨骺者达65.9%,此比例在A组中高达81.0%,远高于B组的50%,且不同的年龄组中骨骺受累发生率的差异具有统计学意义。这与18个月前的婴幼儿其骨骺与干骺端间存在丰富的血管沟通有关。这些血管是细菌入侵骨骺、甚至关节的重要桥梁^[4,10]。随着小儿的骨骼生长发育,干骺端与骨骺间的血管逐渐闭塞后,骺板可成为细菌感染的屏障,故大龄儿童及青少年中,骨髓炎更易向骨干及骨周蔓延。

综合相关文献报道,骨髓炎合并关节炎的发生率为17%~33%^[11,12]。关节炎的相应表现为关节积液,关节内液体实验室检查可发现细菌阳性或关节液细胞计数>20,000/mm³,或者关节腔中含有脓性分泌物^[12]。本研究中易受累关节依次为髋、膝、肩及踝关节,与Perlman等^[14]报道的最易受累关节包括膝、髋、肩、踝关节等结果基本一致。本组关节炎的发生率远高于文献报道,可能与本研究中低年龄组患儿偏多、而低年龄组的患儿易合并关节炎有关;此外,髋、肩、踝关节中长骨的干骺端位于关节囊内而易致骨与关节同时感染^[8,13]。

由于小儿骨膜与皮质附着处不紧密,骨髓炎形成脓肿后脓液容易经中央管及穿通管流至骨膜下,形成骨膜下脓肿^[4]。MRI上表现为骨膜局部隆起,其下见T₁WI低信号、T₂WI高信号区,增强后不强化,提示骨膜下积液。骨膜下脓液也可经中央管及穿通管返流入骨髓腔,可使骨破坏范围进一步扩大。部分病例的骨膜下脓液可经骨膜下扩散到关节腔^[6]。MRI显示滑膜反应的敏感性高于CT^[14]。一旦影像学提示骨膜下脓肿形成,临床上需积极引流以减少并发症的发生。

小儿骨髓炎需与以下情况进行鉴别诊断。正常的红骨髓:正常红髓位于干骺端内,含有丰富的水分,正常的红髓在各个干骺端相似,在T₁WI上略高于肌肉信号,T₂加权抑脂图像上信号不及病理性组织高^[4]。一般不伴有其它软组织改变。尤文氏肉瘤:儿童肿瘤发病率居第二,其临床表现有时可与骨髓炎相似,MRI

上尤文氏肉瘤边界相对清晰,而骨髓炎病灶边界模糊,具有较宽的移行带^[15]。骨关节结核:患儿病程相对骨髓炎患者较长,临床表现较轻,MRI可见骨髓水肿、关节积液、滑膜增厚、骨与软骨的破坏,增强后滑膜强化明显,但常为非特异性^[16]。

小儿骨髓炎的MRI表现包括干骺端骨髓炎症及软组织炎症,有时可伴骨膜下积液;年龄小于18个月的婴儿骨髓炎易向骨骺侧发展,导致关节炎,而在大年龄组儿童中,骨髓炎更易向骨干延伸。

参考文献:

- [1] Calhoun JH, Manring MM, Shirtliff M. Osteomyelitis of the long bones[J]. Semin Plast Surg, 2009, 23(2): 59-72.
- [2] Dodwell ER. Osteomyelitis and septic arthritis in children: current concepts[J]. Curr Opin Pediatr, 2013, 25(1): 58-63.
- [3] Gafur OA, Copley LA, Hollmig ST, et al. The impact of the current epidemiology of pediatric musculoskeletal infection on evaluation and treatment guidelines[J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28(7): 777-785.
- [4] Jaramillo D. Infection; musculoskeletal[J]. Pediatr Radiol, 2011, 41(Suppl 1): S127-S134.
- [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.
- [6] Kan JH, Young RS, Yu C, et al. Clinical impact of gadolinium in the MRI diagnosis of musculoskeletal infection in children[J]. Pediatr Radiol, 2010, 40(7): 1197-1205.
- [7] Johnson DP, Hernanz-Schulman M, Martus JE, et al. Significance of epiphyseal cartilage enhancement defects in pediatric osteomyelitis identified by MRI with surgical correlation[J]. Pediatr Radiol, 2011, 41(3): 355-361.
- [8] Dormans JP. Core knowledge in orthopaedics; pediatric orthopaedics[M]. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2005: 337-352.
- [9] 荣独山. X线诊断学(第二版,第三卷)[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2000: 187-199.
- [10] Ogden JA, Lister G. The pathology of neonatal osteomyelitis[J]. Pediatrics, 1975, 55(4): 474-478.
- [11] Song KM, Sloboda JF. Acute hematogenous osteomyelitis in children[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2001, 9(3): 166-175.
- [12] Perlman MH, Patzakakis MJ, Kumar PJ, et al. The incidence of joint involvement with adjacent osteomyelitis in pediatric patients[J]. J Pediatr Orthop, 2000, 20(1): 40-43.
- [13] Trueta J. The three types of acute haematogenous osteomyelitis[J]. J Bone Joint Surg Br, 1959, 41(4): 671-680.
- [14] 杨岷, 夏黎明, 王仁法. 不典型化脓性骨髓炎的CT诊断价值[J]. 放射学实践, 2004, 19(5): 363-366.
- [15] Henninger B, Glodny B, Rudisch A, et al. Ewing sarcoma versus osteomyelitis: differential diagnosis with magnetic resonance imaging[J]. Skeletal Radiol, 2013, 42(8): 1097-1104.
- [16] Teo HE, Peh WC. Skeletal tuberculosis in children[J]. Pediatr Radiol, 2004, 34(11): 853-860.