

论 著

MRI对儿童血友病性关节炎病情严重程度评估价值及影像特点分析*

1. 深圳市儿童医院血液肿瘤科

(广东 深圳 518038)

2. 深圳市儿童医院放射科

(广东 深圳 518038)

刘仕林¹ 王 纓¹ 曾伟彬²
李长钢¹ 曾洪武² 方希敏¹

【摘要】目的 探讨MRI对儿童血友病性关节炎(HA)病情严重程度评估价值及影像特点。**方法** 选取2013年05月-2014年05月来我院经临床确诊的HA患者30例为观察组,并选取同期入院检查的年龄相仿的正常健康儿童30例作为对照组,采用Denver评分法分别对软组织及软骨的影像征象进行评估和量化监测,评价受检关节改变的严重程度,并比较两组受检儿童关节功能Fugl-Meyer评定,并将Denver评分与Fugl-Meyer评定量表做相关分析。**结果** 对照组软骨在常规序列上显示信号均匀一致,无明显异常信号,软骨表面光滑,每层软骨线条显示清晰,表面呈中高信号,中间为等低信号。观察组患儿常规序列显示软骨信号异常,呈明显高信号,软骨分层不清,部分软骨表面毛躁,软骨信号异常可伴有滑膜增生。根据Denver评分结果将关节分为0分组7个关节,1-6分组10个关节和7-10分组13个关节。对照组儿童Fugl-Meyer评分(99.84±0.12)显著高于观察组(70.25±6.81)(P<0.05),观察组患儿中随着Denver评分越高,Fugl-Meyer评分逐渐降低,差异具有统计学意义(P<0.05)。HA患儿Denver评分与Fugl-Meyer评分呈负相关(r=-0.741,P<0.001)。**结论** Denver评分能够将MRI图像异常征象量化,且能够从关节软组织及软骨方面评价关节受损严重程度并进行分级,Denver评分和Fugl-Meyer评分能够提示病变发展程度及关节预后情况。

【关键词】 MRI; 儿童; 血友病; 骨关节炎

【中图分类号】 R554+.1

【文献标识码】 A

【基金项目】 深圳市科创委项目(项目编号JCYJ20150403100317054)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.09.040

通讯作者: 王 纓

Value and Imaging Characteristics of MRI in Assessing the Severity of Hemophilia Arthropathy in Children*

LIU Shi-lin, WANG Ying, ZENG Wei-bin, et al., Department of Hematology and Oncology, Shenzhen Children's Hospital, Shenzhen 518038, Guangdong Province, China

[Abstract] *Objective* To explore the value and imaging characteristics of MRI in assessing the severity of hemophilia arthropathy(HA) in children. *Methods* 30 patients diagnosed clinically with HA in our hospital from May 2013 to May 2014 were selected as the observation group, and 30 normal healthy children of the same age hospitalized for the same period were selected as the control group. The imaging signs of soft tissue and bone cartilage were evaluated and quantitatively monitored by the Denver scoring method. The severity of examined joints changes were evaluated and the Fugl-Meyer assessment of joint function in examined children of two groups were compared. And then the Denver scores and Fugl-Meyer rating scales were made correlation analysis. *Results* Uniform signals without obvious abnormal signals, smooth cartilage surface, clear cartilage lines of each layer, middle-high signal in the surface and low signal in the middle were shown in the conventional sequence in cartilages in the control group. Abnormal cartilage signals with significantly high signals, unclear cartilage layers, rough surface in part of the cartilages, abnormal cartilage signals accompanied by synovial hyperplasia were shown in the conventional sequence of cartilages in the observation group. According to the Denver score, the joints were divided into 0 groups of 7 joints, 1 to 6 groups of 10 joints and 7 to 10 groups of 13 joints. The Fugl-Meyer scores (99.84±0.12) in the control group were significantly higher than those in the observation group(70.25±6.81)(P<0.05). The Fugl-Meyer scores decreased gradually with the higher Denver score in the observation group, therefore the difference was statistically significant (P<0.05). The Denver score was negatively correlated with the Fugl-Meyer score in patients with HA (r = -0.741, P <0.001). *Conclusion* The Denver scoring method can quantify be abnormal signs in MRI images and evaluate and classify the joint damage severity from soft tissue and cartilage of the joint. The Denver scores and Fugl-Meyer scores can indicate the development degree of lesion and the prognosis of joint.

[Key words] MRI; Children; Hemophilia; Osteoarthopathy

血友病是一组罕见的、遗传性、凝血功能障碍性疾病,主要表现为创伤性或自发性出血,其中血友病A和血友病B分别由凝血因子VIII和IX基因缺陷导致相应的因子活性缺乏所引起的性连锁X染色体隐性遗传性疾病^[1]。研究显示,临床上血友病A较为常见,约占80%~85%,而血友病B较为少见,约占15%~50%。

关节出血是血友病常见的并发症之一,其中以膝关节、肘关节、踝关节最为常见^[2]。关节内反复出血导致血友病性关节炎(HA),主要由多种破坏性酶类、含铁血黄素和细胞因子积聚,导致关节退化和毁损,HA致残率较高,严重影响血友病患者的身心健康和生活质量^[3]。因此,对血友病性关节炎的诊断和病情的正确评估,并选择合适的治疗方法来避免关节出血或减少出血次数,避免或减缓关节畸形的发生就显得尤为重要^[4]。磁共振检查时诊断评价HA的重要工具,是目前公认发现关节病变的金标准, MRI功能成像序列能够从分子水平上显示软骨形态学异常前的组织病变,能够清晰显示关节内各个组织的解剖结构,对关节内出血、积血、滑膜增生、含铁血黄素沉积、软骨缺损等病变能够清晰显示,使早期检测HA发生和进展成为可能^[5]。本研究

运用MRI技术结合Denver评分法对血友病患者靶关节进行影像学动态监测,以期能够对血友病患者的骨关节损伤做到早期诊断和评估,为血友病综合治疗的调整,避免或延缓关节畸形的发生提供重要的影像学诊断依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2013年05月~2014年05月来我院经临床确诊的HA患者30例为观察组,年龄5~14岁,平均年龄(9.59±2.36)岁,男18例,女12例,受检关节为30个,其中膝关节19个、踝关节11个,所有患儿关节均有关节出血经历,出血次数等,纳入标准:符合血友病A患儿诊断标准^[6]:无家族史,自幼起病,自发性或者轻度外伤后出血不止,测定FVIII活性明显减低,出院诊断结果明确为血友病A;患者临床资料完整;获得患者监护人同意,签署书面知情同意书。排除标准:合并心、肝、肾等脏器受损或患有内分泌、血液系统等严重躯体疾病;其它类型的血友病如血管性血友病,未能确定为血友病A患者。同时选取同期入院检查的年龄相仿的正常健康儿童30例作为对照组,男20例,女10例,年龄5~13岁,平均年龄(10.12±2.24)岁,两组受检儿童在性别组成和年龄上无显著性差异,不具有统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

1.2 方法 MRI扫描采用Siemens Skyra 3.0T超导核磁共振成像仪,膝关节扫描采用膝关节专用线圈,踝关节采用头线圈,分别采用梯度回波序列的T1加权像(T1WI)、快速梯度回波序列的T2加权像(T2WI)和质子密度加权像(PDWI)扫描,

膝关节、肘关节、踝关节分别进行矢状位、冠状位或轴位扫描。踝关节扫描参数:T1WI:TR 650ms、TE 15 ms,矩阵:384×307,T2WI:TR 4000ms、TE 76ms,矩阵:512×410,PDWI:TR 3000ms、TE 32ms,矩阵:512×410;视野:15cm×15cm,层厚4mm,层间距0.4mm。膝关节扫描参数:T1WI:TR 765ms、TE 17ms,矩阵:384×288,T2WI:TR 4000 ms、TE 72ms,矩阵:384×288,PDWI:TR 3000ms、TE 32ms,矩阵:320×272,视野:16cm×16cm,层厚4mm,层间距0.4mm。

1.3 图像分析 血友病A患儿的关节MRI的Denver评分由两位高年资放射科医生采用Denver评分方法将受累关节进行病变严重程度的评价,根据每个关节的MRI表现,参考Denver评分^[7]表对各项进行评定,关节最严重的病变作为最后的分值,其中:0分表示关节正常,1分表示少量关节渗出/积血位于关节囊褶皱处;2分表示中量关节渗出/积血位于关节囊褶皱处;3分表示关节囊内充满大量渗血/积血。4分表示少量增生滑膜,无或伴少量含铁血黄素沉积;5分表示中量增生滑膜,中等含铁血黄素沉积;6分表示滑膜增厚 >5 mm,伴大量含铁血黄素沉积;7分表示单个囊或部分表面侵蚀;8分表示至少1个囊或全部表面侵蚀;9分软骨丢失 $<50%$;10分表示软骨丢失 $\geq 50%$,评分不一致时协商解决。

1.4 观察指标 观察比较两组儿童受检关节影像学特征,对HA患儿关节MRI的Denver评分:对关节病变的不同时期进行分级,最后结果以最重病变为准,比较两组儿童躯体功能Fugl-Meyer评分,并将Denver评分与Fugl-

Meyer评定量表做相关分析。

1.5 评价标准 关节活动度Fugl-Meyer量表^[8],包括肩关节、肘关节、腕关节、指关节、前臂、髋关节、膝关节、踝关节和足,0分表示活动度只有几度,且在关节活动范围内或整个活动过程中疼痛,1分表示被动关节活动受限,患者有些疼痛;2分表示被动关节活动度正常,无痛。I级:Fugl-Meyer评分 <50 分,患者严重运动障碍;II级:Fugl-Meyer评分在50~84分,患者明显运动障碍;III级:Fugl-Meyer评分85~95分,患者中度运动障碍;IV级:Fugl-Meyer评分96~99分,患者轻度运动障碍。

1.6 数据分析 将数据资料录入统计软件SPSS19.0进行数据分析,对一般临床资料进行描述性分析及频数统计分析,计数数据采用均数±标准差进行表示,组间比较采用独立样本t检验,使用等级相关系数Spearman相关性分析Denver评分与关节功能状态Fugl-Meyer评分的相关性,以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组受检儿童关节影像学表现 对照组软骨在常规序列上显示信号均匀一致,无明显异常信号,软骨表面光滑,T1显示软骨呈中等信号强度,T2显示软骨呈灰黑信号,PD压脂序列显示软骨分层,每层软骨线条显示清晰,表面呈中高信号,中间为等低信号。观察组患儿常规序列显示软骨信号异常,部分软骨信号增高,呈明显高信号,软骨分层不清,部分软骨表面毛躁,软骨信号异常可伴有滑膜增生。根据Denver评分结果将关节分为0分

组, 1~6分组和7~10分组, 其中0分组共有7个关节, MRI表现均为正常, 1~6分组10个关节, 其中关节积液关节5个, T1和T2均呈均匀长信号, 关节积血2个, 均为混杂长T1长T2信号; 滑膜增生伴含铁血黄素沉积关节5个, 关节周围组织肿胀和关节软骨增厚各2个; 7~10分组13个关节, 影像学显示软骨下侵蚀、软骨下囊变和软骨缺失关节数分别为3、6和4。其中3个关节呈长T1长T2信号, 5个关节呈混杂长T1长T2信号。见图1-5。

2.2 两组受检儿童关节Fugl-Meyer评分比较 对照组儿童Fugl-Meyer评分为(99.84±0.12)分, 观察组患儿Fugl-Meyer评分为(70.25±6.81)分, 观察组根据Denver评分结果将关节分为0分组, 1~6分组和7~10分组, 其中0分组Fugl-Meyer评分为(97.25±2.36)分, 1~6分组Fugl-Meyer评分(68.25±5.68)分, 7~10分组Fugl-Meyer评分为(51.24±6.95)分, 对照组儿童Fugl-Meyer评分显著高于观察组(P<0.05), 观察组患儿中随着Denver评分越高, Fugl-Meyer评分逐渐降低, 差异具有统计学意义(P<0.05)。

2.3 HA患儿Denver评分与关节功能状态Fugl-Meyer评分相关性分析 经Spearman相关性分析结果显示, HA患儿Denver评分与Fugl-Meyer评分呈负相关, 相关系数r=-0.741, P<0.001, Denver评分越高, 而患儿Fugl-Meyer评分越低。

3 讨论

HA病理过程较为复杂, 发病机制不完全清楚, 但是出血和滑膜炎是公认存在HA的两条相互独

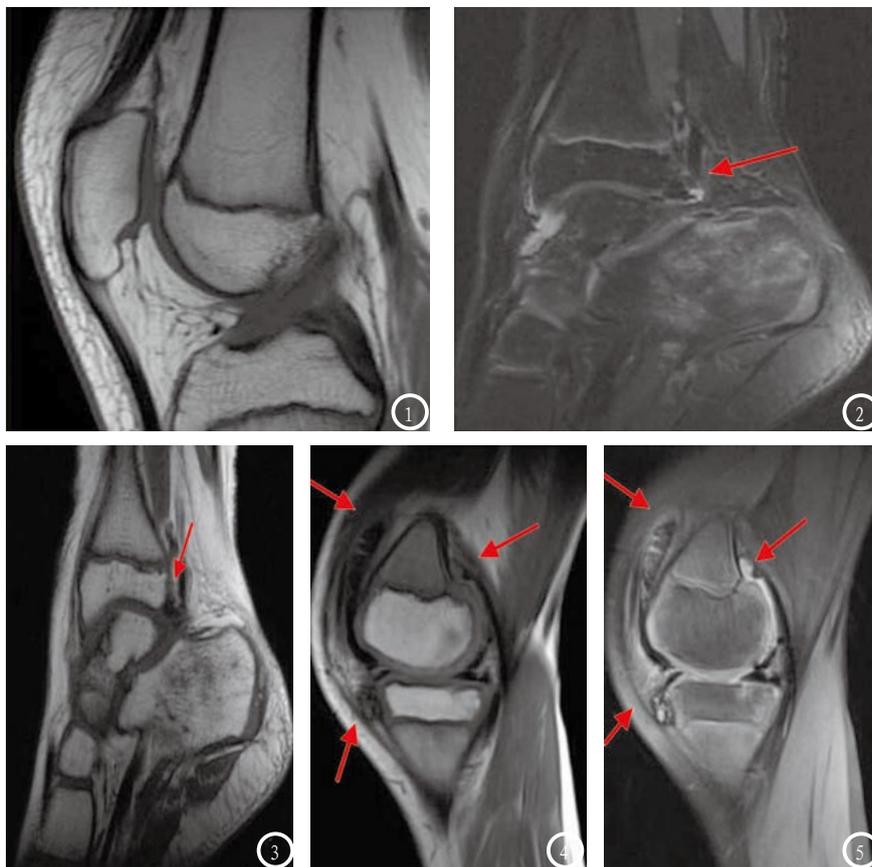


图1-5 两组受检儿童MRI表现。图1 正常对照组, 男12岁, 常规序列T2WI显示股骨可见软骨信号均匀, 表面光滑。图2-3 左踝HA患儿, 男, 11岁, MRI见关节腔积液, PDWI呈高信号(图2), T1WI呈低信号, 滑膜轻微增生并伴含铁血黄素沉积(红色箭头)。图4-5为左膝HA患儿, 女, 13岁, MRI见关节腔积液, 滑膜明显增厚并伴大量含铁血黄素沉积(红色箭头), T1WI呈混杂低信号, T2WI呈混杂高信号。

立和影响的途径^[9]。出血造成软骨损伤途径: 关节内出血, 少量血液代谢产物如含铁黄素能够被巨噬细胞吞噬, 回到循环中, 反复出血破坏了这种机制, 导致关节内含铁血黄素大量沉积, 过多含铁血黄素导致关节软骨受到侵蚀, 绒毛窦道形成, 含铁代谢产物不仅能够诱导细胞凋亡而且还可以阻止软骨细胞形成, 加速软骨破坏^[10]。滑膜炎造成软骨损伤途径: 反复出血刺激滑膜增生充血, 增厚滑膜容易引起更多出血, 特别是在儿童时期, 骨髓的正常生长对四肢发育具有重要作用, 滑膜血管增多导致骨髓不对称生长, 长期下肢不对称生长, 导致关节生物力学发生变化, 导致骨骼生长畸形。出血与滑膜炎两种机制相互影响, 形成关节出血-滑膜炎-关节出血的恶性循

环, 最终导致关节致残^[11]。

随着影像学技术和检查设备的发展, 影像学在HA疾病诊断中具有重要作用, 而且在HA的预防和治疗评估方面优势明显, 特别是MRI检查^[12]。研究报道显示, X线和MRI显示HA病症征象差异及病情轻重的评估进行比较研究, 显示MRI明显优于X线^[13]。MRI检查时HA临床评价主要部分, 常规磁共振检查对进展HA的诊断具有较高的准确性^[14]。国外学者提出Denver评分方法, 通过结合MRI影像学特点结合进展性病变特征, 以最严重的病变的级别为最后得分, 通过量化关节软组织及软骨改变观测指标可早期发现关节面的微小病灶, 通过量化数据的比较来判断治疗前后的疗效^[15]。HA不同病变的MRI特点: 关节渗血/关节积血: 关节出血因出血时间

长短而导致信号不同, 早期出血在T1WI、T2WI上表现为高信号, 而陈旧性出血沉积在滑膜表面新层铁血黄素时, T1WI、T2WI表现为低信号。而关节积液的MRI信号T1WI表现为低信号, T2WI表现为高信号, 其与水信号的不同之处在于T1WI和T2WI均表现为高信号^[16]。滑膜增生/含铁血黄素沉积: 虽然MRI可以通过划分兴趣区来对滑膜增生进行定量评价, 但是方法复杂, 而Denver评分可以根据MRI显示的滑膜增生和铁血黄素的严重层面进行测算, 仅看到少量增生滑膜, 无或伴少量含铁血黄素沉积为轻微, 滑膜增厚>5mm, 且伴大量含铁血黄素沉积为大量, 介于两者之间为中等, 提高对滑膜增生的认识^[17]。边缘侵蚀/软骨下囊: 虽然这种病变与类风湿关节炎相似, 但滑膜的侵蚀穿越关节软骨的裂隙导致关节下囊的出现, 若囊内含有液体时会出现不规则低信号。关节软骨丢失/关节退行性变: 早期关节软骨丢失在MRI上很难显示, 但采用T2WI图像, 具有较好的分辨率, 能够显示含铁血黄素和关节软骨的情况, 且容易被患者所接受^[18]。

本研究中正常儿童软骨在常规序列上显示信号均匀一致, 无明显异常信号, 软骨表面光滑, T1显示软骨呈中等信号强度, T2显示软骨呈灰黑信号, PD压脂序列显示软骨分层, 每层软骨线条显示清晰, 表面呈中高信号, 中间为等低信号。HA患儿常规序列显示软骨信号异常, 部分软骨信号增高, 呈明显高信号, 软骨分层不清, 部分软骨表面毛躁, 软骨信号异常可伴有滑膜增生。这说明MRI对于关节细微结构变化、对于关节腔积血、滑膜增生、含铁血黄素沉积、软骨的病变具有

较好显示效果。同时根据Denver评分结果将关节分为0分组, 1~6分组和7~10分组, 其中0分组共有7个关节, MRI表现均为正常, 1~6分组10个关节, 其中关节积液关节5个, T1和T2均呈均匀长信号, 关节积血2个, 均为混杂长T1长T2信号; 滑膜增生伴含铁血黄素沉积关节5个, 关节周围组织肿胀和关节软骨增厚各2个; 这可能与早期关节内出血有关, 出现关节侵蚀和软骨破坏, 滑膜侵蚀穿越关节软骨的裂隙导致关节下囊出现, 而部分囊内含液体, 其MRI图像呈现长T1长T2信号, 而其让他不规则区域呈混杂信号, 可能含有滑膜。张宁宁等研究发现, 通过MRI评分结果表明滑膜增厚与含铁血黄素沉积呈高度相关($r=0.966$, $P<0.001$), 说明滑膜增厚同时常伴随含铁血黄素的沉积, 在T2WI呈现低信号。7~10分组13个关节, 影像学显示软骨下侵蚀、软骨下囊变和软骨缺失关节数分别为3、6和4。其中3个关节呈长T1长T2信号, 5个关节呈混杂长T1长T2信号。这可能与关节内反复出血刺激, 滑膜的恶性循环, 不仅引起骨质及软骨病变, 同时增厚的滑膜进一步引起关节内出血, 形成恶性循环, 最终导致关节骨质形态的改变。Fugl-Meyer躯体运动功能评定量表是在Brunnstrom评定量表的基础上制定的量化评定量表, 其主要优点为评定内容详细并对每部分进行了量化, 提高对肢体运动功能评定的效度和信度, 且评分与步态、姿势、日常生活活动能力有明显的相关性。陈瑞全等^[19]研究发现, 患者上肢运动和协调性的关系较患侧的下肢活动运动功能和协调性更为密切, 证明了下肢运动功能同平衡和关节活动度存在密切关系。

而关于Fugl-Meyer运动功能评定量表在HA患者运动功能关系的研究报道较少, 本研究通过比较正常儿童和HA患儿关节功能Fugl-Meyer评分, 结果显示正常儿童Fugl-Meyer评分(99.84 ± 0.12)分显著高于观察组患儿Fugl-Meyer评分(70.25 ± 6.81)分, 差异具有统计学意义($P<0.05$), 且按Denver评分分为0分组, 1~6分组和7~10分组, 0分组Fugl-Meyer评分为(97.25 ± 2.36)分, 1~6分组Fugl-Meyer评分为(68.25 ± 5.68)分, 7~10分组Fugl-Meyer评分为(51.24 ± 6.95)分, 观察组患儿中随着Denver评分越高, Fugl-Meyer评分逐渐降低, 差异具有统计学意义($P<0.05$), 且经Spearman相关性分析结果显示, HA患儿Denver评分与Fugl-Meyer评分呈负相关, 相关系数 $r=-0.741$, $P<0.001$, 说明患者MRI显示Denver评分越高, 患者关节内损伤越严重, 患者关节活动度受限越严重, 躯体运动功能受到限制, Fugl-Meyer评分越低, Fugl-Meyer评分能够作为儿童治疗前后关节功能的预后的指标。

综上所述, MRI能够清楚显示软组织及软骨早期病变, Denver评分可向临床反馈关节病变的细节及病变程度, 为患儿治疗后随访建立详细的基础影像学资料, 同时根据评估患儿Denver评分和Fugl-Meyer评分能够提示病变发展程度及关节预后情况。

参考文献

- [1] 兰霞, 苏庸春. 血友病性骨关节病的诊断与治疗进展[J]. 儿科药学杂志, 2015, 21(8): 62-64.
- [2] 马菲, 李颖嘉, 肖莉玲, 等. 超声与磁共振成像对血友病骨关节病变诊断及评分的价值探讨[J]. 中华超声影像学杂志, 2016, 25(6): 525-529.
- [3] 成晓玲, 霍爱华, 彭芸, 等. 血友病儿

- 童骨代谢及骨密度变化与临床相关性研究[J]. 中国实用儿科杂志, 2016, 31(8): 594-597.
- [4] 李军, 丁小玲, 吕冰梅, 等. 血友病性膝关节病的超声特征[J]. 中华血液学杂志, 2014, 35(5): 434-437.
- [5] 李美霞, 葛英辉, 王玲, 等. 血友病性关节病的多种影像对照研究[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46(10): 912-916.
- [6] 中华医学会血液学分会血栓与止血学组, 中国血友病协作组. 血友病诊断与治疗中国专家共识(2013年版)[J]. 中华血液学杂志, 2013, 34(5): 461-463.
- [7] 王臻, 张茵, 葛英辉等. 32P-胶体滑膜切除术治疗血友病性关节炎326例疗效观察[J]. 中华血液学杂志, 2017, 38(1): 39-43.
- [8] 陈晓玲. 康复护理对脑卒中患者运动功能及日常生活活动能力的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(12): 1175-1177.
- [9] 张宁宁, 彭芸, 吴润晖, 等. IPSPG评分系统在评价儿童血友病性骨关节病的应用[J]. 首都医科大学学报, 2013, 34(3): 342-347.
- [10] 翟吉良, 翁习生, 彭慧明, 等. 血友病性关节炎及骨关节炎患者膝关节置换术后出血量的比较[J]. 中国医学科学院学报, 2012, 34(6): 613-616.
- [11] 郭文娟, 赵永强. 血友病关节病的发病机制及危险因素[J]. 血栓与止血学, 2012, 18(1): 42-44.
- [12] 李美霞, 葛英辉, 张玉霞, 等. 血友病性关节炎病的MRI表现及其与出血和病程的相关性[J]. 中国医学影像学杂志, 2012, 20(11): 819-822.
- [13] 张宁宁, 吴润晖, 彭芸. 高频超声评估儿童血友病性骨关节病的初步研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2014, 23(8): 701-704.
- [14] 王勇朋, 邓晓光. 血友病性关节炎影像学表现分析[J]. 贵州医药, 2009, 33(1): 71-72.
- [15] 张鹏. 儿童关节滑膜增生病变的MRI影像表现[J]. 山东医药, 2015, 55(15): 102-104.
- [16] 吕艳秋, 程华, 张宁宁, 等. 三维水选择性激励序列在儿童血友病性骨关节病软骨显示应用价值研究[J]. 中国实用儿科杂志, 2017, 32(1): 55-58.
- [17] 徐威. 核磁共振影像在血友病性关节炎中的应用价值探讨[J]. 中国医学创新, 2014, 11(20): 44-46.
- [18] 杨敏. 核磁共振影像在血友病性关节炎中的应用价值[J]. 中国基层医药, 2013, 20(13): 2017-2018.
- [19] 陈瑞全, 吴建贤, 沈显山. 中文版Fugl-Meyer运动功能评定量表的最小临床意义变化值的研究[J]. 安徽医科大学学报, 2015, 50(4): 519-522.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2017-08-08

(上接第 63 页)

- [9] Madsen C, Andersen KF, Zerahn B. High coronary artery calcium score affects clinical outcome despite normal stress myocardial perfusion imaging and normal left ventricular ejection fraction[J]. Coronary Artery Disease, 2013, 24(2): 142-147.
- [10] 李建龙, 张虹, 张变花, 等. 冠状动脉CT血管成像对冠心病等危症患者诊断心肌缺血的价值[J]. 心脏杂志, 2016, 28(5): 568-572.
- [11] 王浩, 陈宏伟, 方向明, 等. 双源CT冠状动脉及心肌灌注一站式成像对冠心病的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(4): 251-256.
- [12] Azevedo JC, Ferreira JDS, Vieira FC, et al. Correlation between myocardial scintigraphy and CT angiography in the evaluation of coronary disease[J]. Arquivos Brasileiros De Cardiologia, 2013, 100(3): 238-245.
- [13] George RT, Arbab-Zadeh A, Miller JM, et al. Computed tomography myocardial perfusion imaging with 320-row detector computed tomography accurately detects myocardial ischemia in patients with obstructive coronary artery disease[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2012, 5(3): 333-340.
- [14] 黄晶, 李淑美, 段文元, 等. 动态心电图对冠心病无症状性心肌缺血的临床诊断价值[J]. 广西医学, 2015, 37(3): 388-389.
- [15] 于洋, 田俊萍, 杜凤和. 动态心电图在冠心病中的应用价值[J]. 心血管病学进展, 2015, 36(6): 695-699.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2017-08-08