

## · 短篇论著 ·

## 磁共振扩散加权成像在股骨头缺血坏死诊断中的价值

余旭东 黄文才 杨文忠 范光明

**【摘要】 目的** 探讨成人股骨头缺血坏死的磁共振扩散加权成像(DWI)特点以及通过表观扩散系数(ADC)评价股骨头缺血坏死的价值。**方法** 对30例股骨头缺血坏死患者做MRI检查,另选14例(28髌)健康志愿者作对照,均进行了轴、冠状位SE T1WI、FSE T2WI、T2WI/FS及DWI的MRI检查,研究其在常规MR序列和DWI序列上的表现,测量和比较病变及正常股骨头的ADC平均值。**结果** (1)30例患者(共42个病变股骨头)与14例健康志愿者(28个正常股骨头)在 $b = 600 \text{ s/mm}^2$ 时,ADC平均值作比较,分别为: $(1.05 \pm 0.12) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,  $(0.46 \pm 0.09) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ,经 $t$ 检验表明,二组相互之间比较有统计学差异( $P < 0.01$ )。**结论** DWI成像可为评价股骨头缺血坏死提供有价值的信息。ADC值可对股骨头缺血坏死和正常股骨头进行有效地鉴别,ADC值可对股骨头缺血坏死的扩散特性进行有效量化。

**【关键词】** 股骨头; 缺血坏死; 扩散加权成像; 表观扩散系数

股骨头缺血坏死(avascular necrosis of the femoral head, ANFH)是常见的骨病之一,发病有逐渐增多的趋势;其病变可导致关节软骨破坏、股骨头塌陷、关节间隙变窄,最终累及整个髋关节,使关节功能丧失。由于人体中股骨头负重最大,该疾病会严重影响患者的生活和工作。磁共振成像目前已被认为是诊断股骨头坏死最准确的方法,常用的MRI序列反映病变在解剖结构及形态学的变化较为直观、敏感性高;然而随着MRI超快速序列的开发,扩散加权成像得以逐渐应用在肌骨系统中,但临床工作中,对股骨头缺血坏死的扩散加权成像研究,尚处于起步阶段<sup>[1-2]</sup>。

### 一、资料与方法

1. 一般资料:回顾性分析我院2010年4月至2012年4月确诊的30个ANFH患者(单侧发生病变18例,双侧病变12例),总共42个病变股骨头,平均年龄45.6岁。本组30个ANFH病例中,主要临床表现为患侧髋部疼痛及功能障碍、活动受限或跛行等,部分“4字征”(+)、Tomas征(+),30病例均经外科医师和影像科医师联合诊断为ANFH,在MRI上多具有典型征象,其中11例行人工髋关节置换术。另选正常志愿者14例(均无髋部病史及激素使用史,无髋关节疼痛症状),平均年龄47.3岁。全部受检者征得知情同意下,均进行了常规MRI序列及DWI检查,且患者均有X线片资料。30例ANFH组中,依据Steinberg国际分期标准,对42个坏死股骨头,可归类为I~II期12例,III~IV期21例,V~VI期9例。

2. 检查方法:使用东芝Excelart/Atlas 1.5 T超导型磁共振机,体线圈,仰卧位,所有病例均行轴位、冠状位T1WI、T2WI及T2WI/FS(压脂)常规序列成像。另外,所有病例均采用单次激发回旋波平面回波成像技术行扩散加权成像轴位扫描,同时在X、Y、Z三个方向上施加扩散梯度,并对其进行扩散评估。扫描参数:轴位FOV 40 cm × 40 cm, T1WI TR/TE 540 ms/8.3 ms, FSE T2WI TR/TE 3400 ms/100 ms, STIR TR/TE 3400 ms/100 ms,

层厚5 mm,层距1.5 mm,矩阵256 × 256; DWI TR/TE 4000 ms/76 ms,矩阵128 × 128, NEX 1次。冠状位FOV 32 cm × 32 cm, STIR TR/TE 3420 ms/100 ms,层厚5 mm,层距1 mm,矩阵256 × 256,各组资料采集均分2次,扩散敏感系数 $b$ 值分别取0、600  $\text{s/mm}^2$ 。在东芝Excelart/Atlas 1.5 T MR机工作站利用功能软件,进行数据后处理,生成ADC(apparent diffusion coefficient)图。

3. 取得ADC值:在生成的ADC图直接测量感兴趣区(region of interest, ROI)的ADC值,分别测量各个ROI区的ADC平均值。在ADC图上选择缺血侧股骨头的病变部位,可结合病变情况选择3~5个ROI区测量,取其平均值。由于病灶区呈不规则,ROI可以绘制成不同的形状。单一病灶的患者选用病灶最大层面,然后选取病灶中心ROI的80~100像素大小测量ADC值,由于DWI及ADC图空间分辨率不够高,可结合SE及压脂序列定位。勾画ROI及ROI的放置遵循以下原则:尽量沿股骨头轮廓勾画,所选测量区的面积、所包括的像素量应该是一般固定或双侧对称的,选取病灶中心的ROI,尽量选用股骨头显示最大的层面,避免将骨皮质及关节腔内积液划入ROI内<sup>[3]</sup>。

4. 影像学评价:三位有经验的放射科医师双盲法阅读MRI片,观察病变的部位、形态、大小、及信号变化,逐一诊断并记录并分析各种征象;基于MRI诊断ANFH已经成熟,各种典型MRI征象已被公认(如双线征),由两位医师共同讨论后可得出确定诊断结果。股骨头坏死区ADC值则由相同功能软件、相同标准测出,准确可靠。

5. 统计学分析:使用SPSS 13.0统计学软件,对病变组和正常组ADC测得值进行独立样本 $t$ 检验,检验前先对各组数据进行正态分布检验和方差齐性分析。对DWI序列(测量ADC值方法)与其他三种常规MRI序列单独检出ANFH病变率,进行计数资料的 $\chi^2$ 检验比较。各种检验方法均以 $P \leq 0.05$ 为有统计学差异。

### 二、结果

本组30例病例,通过MRI综合诊断出42个缺血坏死股骨头;在 $b = 600 \text{ s/mm}^2$ (相同成像条件)时,ANFH组ADC均值明显高于正常组,差异有统计学意义( $t = 6.256, P < 0.01$ )。见表1。

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2013.09.128

作者单位:430070 武汉,湖北省妇幼保健院放射科(余旭东、杨文忠);广州军区武汉总医院放射科(黄文才);贵阳医学院附属医院放射科(范光明)

通讯作者:余旭东,Email:710527720@qq.com

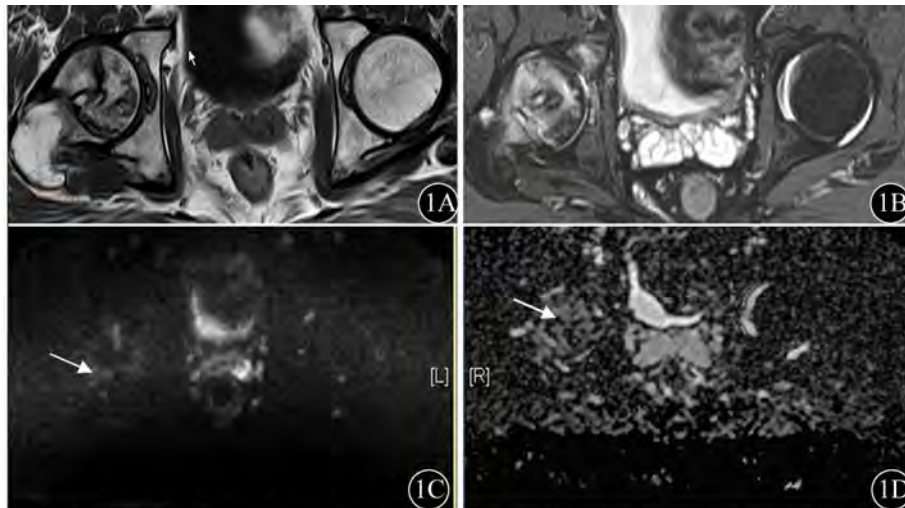


图1 右侧股骨头缺血坏死MRI。1A: T1WI上右侧股骨头内见带状、斑片状T1WI低信号影; 1B: T2WI压脂像上右侧股骨头高信号影; 1C: DWI上病变区为稍高信号; 1D: ADC图, 病灶区ADC均值  $(1.05 \pm 0.13) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

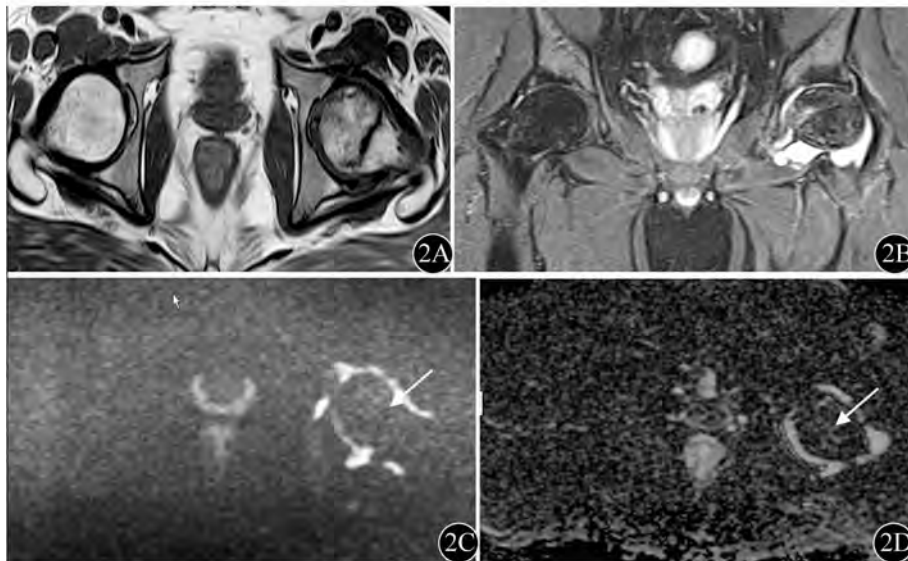


图2 左侧股骨头缺血坏死MRI。2A: 轴位T1WI; 2B: 冠状位T2WI压脂像, 可见左侧股骨头内不规则线状低T1高T2信号影; 2C: DWI图; 2D: ADC图, 左侧股骨头坏死区及关节腔积液均呈高信号, 测得病灶区ADC均值  $(1.12 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

表1 ANFH组与正常组ADC值比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	股骨头数(个)	平均ADC值( $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ )	t值	P值
ANFH组	42	$1.05 \pm 0.12$	6.256	<0.01
正常组	28	$0.46 \pm 0.085$		

ANFH检查中,常规MRI序列及DWI序列比较,本组42个ANFH股骨头中,在DWI上信号增高、ADC值表现明显变化的有40个股骨头,而在T1WI、T2WI、T2WI/FS上,分别有36、34、39个病灶呈现异常信号(图1,2);ADC值检出阳性例多于其他序列。将测量ADC值方法与常规MRI序列比较,差异有统计学意义( $\chi^2 = 76.138, P < 0.05$ ),见表2。再将MRI四个序列对病变检出效率之间作两两比较,T2WI/FS及DWI序列病灶检出率均高于T1WI、T2WI序列,其间的差别有统计学意义( $P < 0.05$ ),

T2WI/FS及DWI序列病灶检出率之间无统计学差异( $P > 0.05$ ),见表3。提示测量ADC值方法检测ANFH,敏感性高于单独采用常规T1WI、T2WI序列,但与T2WI/FS(STIR)序列差异性不显著。

表2 常规MR序列和ADC值法对ANFH病变检出率分析(个)

检查方法	阳性数	阴性数
常规MRI		
T1WI	36	6
T2WI	34	8
T2WI/FS	39	3
ADC值法	40	2

注:ADC值法与常规MRI序列比较, $\chi^2 = 76.138, P = 0.035$



表3 ANFH 四个序列对病变检出率之间两两比较

序列	$\chi^2$ 值	P 值
T1WI-T2WI	2.512	0.625
T1WI-T2WI/FS	14.510	0.043
T1WI-DWI	22.64	0.035
T2WI-DWI	34.23	0.023
T2WI-T2WI/FS	24.38	0.035
T2WI/FS-DWI	3.813	0.581

### 三、讨论

1. ANFH 的 DWI 图像特征分析:病理上,ANFH 过程一般是随着造血干细胞,骨细胞,骨髓脂肪细胞的死亡,基质成分分解,修复开始发生;在疾病发展进程中,缺血与坏死区首先出现细胞毒性水肿,随着骨组织缺血坏死阶段性演变,炎细胞开始浸润,毛细血管进入坏死的骨髓间隙,血管源性水肿增加,骨髓充血水肿,细胞外液增多,骨髓压力增高,骨髓内自由水增加,骨髓水分子扩散更加活跃,灌注明显增加,继之细胞毒性水肿等因素消失,血管源性水肿增加,导致不同阶段的扩散增加,是导致 ANFH 发生扩散增加和 ADC 值升高的主要原因<sup>[3]</sup>。有学者研究认为,在股骨头坏死和增生反应区域,坏死组织、肉芽修复组织替代骨髓成分,其含水量增高,所以导致 DWI 上坏死区信号增高,ADC 值也明显增高<sup>[4]</sup>。

本组检查中,30 例 ANFH 在 DWI 图像上,有 40 个髋的病变区可见呈稍高信号,笔者认为 DWI 上高信号原因在于扩散变化与 T2 透射效应综合因素影响,而后者是 DWI 上信号升高的主要原因。本组 ANFH 中,也有 2 个 ANFH 信号变化不明显,有可能与肌骨系统 DWI 成像质量有关。可见,DWI 成像能为股骨头缺血坏死诊断提供有价值的信息,反映 ANFH 病变的功能状态<sup>[5]</sup>。

2. ANFH 的 ADC 图像价值:临床上影像诊断 ANFH 依靠 MRI 常规序列已经日趋成熟,国内外有学者采用动物模型研究扩散加权成像评价 ANFH,并指出其较常规序列敏感,但对于 ADC 值变化特征仍有待进一步研究。ADC 值可反映活体组织的固有水分子弥散特性,ADC 图上的信号强度与分子扩散运动能力的大小呈正相关,ADC 图可直接反映不同组织的扩散能力,不受 T2 透射效应的影响,ADC 值测量才比较准确反映了缺血坏死区扩散程度变化。当股骨头缺血坏死时,利用缺血区骨组织 ADC 值的改变进行定量分析,较常规 MR 序列仅仅依靠信号强度对组织病变进

行定性诊断更加客观。而且 DWI 序列上,显示病变范围也较常规序列更大。ADC 图与 ADC 值可以量化分析骨缺血坏死扩散特点,受 DWI 图像质量干扰不明显<sup>[6]</sup>。

研究中股骨头缺血坏死不同阶段的 ADC 图上大部分 ANFH 病变呈高信号,反映了 ANFH 扩散明显增加的特征变化。可见,采用单次激发回波平面扩散加权成像序列评价 ANFH 是可行的。ADC 值作为一个量化指标,可对 ANFH 和正常股骨头进行可靠地鉴别,ADC 值可对 ANFH 的扩散特性进行有效量化<sup>[7]</sup>。

本研究作为临床型研究,没能获得组织学标本对比;而且,髋关节 ANFH 的不同分级病变之间由于病变程度不同,ADC 均值仍然有差异,但限于病例样本量还不够大,我们未做进一步详细区分。一些动物模型的研究则可能包括 ANFH 病变各期甚至超急性期的样本,更为全面。另外,DWI 序列的有限的空间分辨率、大的磁化率和化学位移伪影可导致图像几何失真和信号缺失,同时由于髋关节的较大磁化率的改变,使得扩散加权图像应用其中尚处在探索阶段。本研究今后将进一步完善,结合不断使用新的 DWI 检查技术,做一些较为深入和广泛的探讨。

### 参 考 文 献

- [1] Hong N, Du X, Nie Z, et al. Diffusion weighted MR study of femoral head avascular necrosis in severe acute respiratory syndrome patients. J Magn Reson Imaging, 2005, 22:661-664.
- [2] Merlini L, Combescure C, De Rosav, et al. Diffusion-weighted imaging findings in Perthes disease with dynamic gadolinium-enhanced subtracted (DGS) MR correlation: A preliminary study. Pediatr Radiol, 2010, 40:318-325.
- [3] Li X, Qi J, Xia L, et al. Diffusion MRI in ischemic epiphysis of the femoral head: an experimental study. J Magn Reson Imaging, 2008, 28: 471-477.
- [4] Jaramillo D, Connolly SA, Vajapeyam S, et al. Normal and ischemic epiphysis of the femur: diffusion MR imaging study in piglets. Radiology, 2003, 227:825-832.
- [5] 董越,王琰,王绍武,等. MR 弥散加权成像诊断股骨头坏死. 中国医学影像技术, 2012, 28:352-355.
- [6] 韩博,杨广夫,杨小军,等. 膝关节骨髓弥散加权成像的临床应用. 中国临床医学影像学杂志, 2009, 20:222-223.
- [7] 李小明,余斌,彭雯佳,等. MR 线性扫描扩散加权技术在猪股骨头骨髓缺血模型中的初步应用研究. 中华放射学杂志, 2008, 42: 1069-1074.

(收稿日期:2013-03-26)

(本文编辑:吴莹)