

骨髓的磁共振成像

陈 王仁法 王承缘

【中图分类号】R445.1, R551.3 【文献标识码】A 【文章编号】1009-0313(2001)04-0218-03

磁共振成像已广泛用于骨髓各种病变如感染、水肿、缺血坏死、代谢性疾病、造血系统疾病等的诊断和监测。近年来已越来越注重侵犯骨髓的肿瘤性疾病的研究。

正常骨髓的功能解剖

骨髓是存在人类骨骼中较大并最重要的器官,它的主要功能是持续供应红细胞、白细胞及血小板,以适应身体对氧、免疫及抗凝的需要。骨髓的细胞包括各发展阶段的红细胞、白细胞及脂肪细胞、网状细胞。造血细胞尽管在生理意义上很重要,但在骨髓成像中的作用却次于脂肪细胞。

依骨髓的造血功能不同,可将它分为红骨髓和黄骨髓。红骨髓是具有造血活性的骨髓,产生红细胞、白细胞及血小板。黄骨髓无造血活性。两种骨髓化学组成成分相同,但各成分所占比例不同。红骨髓包含大约 40% 水、40% 脂肪和 20% 蛋白质。而黄骨髓包含约 15% 水、80% 脂肪和 5% 蛋白质^[1]。

红骨髓和黄骨髓的血供也不相同。红骨髓有丰富的血窦系统,而黄骨髓中血窦被毛细血管、小静脉、薄壁静脉所代替。因此,黄骨髓血供不如红骨髓丰富。

骨髓的转换和反转换

体内红骨髓、黄骨髓的分布因年龄、骨骼组织类型、性别及个人健康状况而有不同。由婴儿至成人,红骨髓向黄骨髓发生生理性转换,即随年龄增长,全身红骨髓量逐渐减少,黄骨髓量逐渐增多,25 岁以后大部分骨骼的骨髓转换已完成,只在脊柱、骨盆、股骨、肱骨、胸骨有残余红骨髓,但在黄骨髓中仍可能存在散在的造血残留区^[2]。

全身不同的骨骼,其骨髓转换的形式不一样。有的部位是宏观的,有的部位是微观的分布形式。如枕骨斜坡的骨髓转换是宏观的,呈不均匀信号。而股骨一般是微观分布,即这种转换是在原有红骨髓基础上出现局灶性脂肪沉积,并随年龄而增多^[3]。骨髓转换通常都是四肢骨早于躯干骨,或按每块骨的骨髓、骨干、远侧干骺端、近侧干骺端顺序进行^[2]。但在男性和女性又有区别。国内外研究结果^[1,4]均显示腰椎 T₁ 值随年龄而缩短。40 岁以前,男女腰椎弛豫时间无显著差异,50 岁以后女性显著高于男性。这是因为女性绝经期后,体内雌激素减少,导致不同程度骨质疏松,进而削弱了骨髓与骨小梁交面处的“磁化效应”,使 T₂ 延长^[5]。骨髓转换也受个人健康状况影响。有报道显示严重吸烟者,尤其过度肥胖严重吸烟女性,骨髓转换较慢,甚至出现反转换^[6]。

如果人体对造血的需求超过现存红骨髓造血能力,为适应这一需求,黄骨髓可反转换为红骨髓。引起反转换的病因包括慢性贫血、骨髓恶性细胞浸润,如白血病、多发性骨髓瘤、骨髓转移性肿瘤、骨髓纤维化等。所以,发现骨髓反转换时,需结合活检进一步明确病因。反转换相反于转换,由脊柱骨开始,其次为胸骨、肋骨,股骨与肋骨几乎同时发生,最后胫骨。这些发生反转换的部位在 T₁ 上表现为弥漫或集中的骨髓信号降低, T₂ 上信号可降低、等于或高于脂肪骨髓。

正常骨髓的磁共振成像

为了认识骨髓在磁共振成像中的异常表现,了解正常骨髓特点是很重要的。

磁共振成像主要根据组织内质子的含量而决定它信号的高低。骨髓内不同的成分含有不同的质子数量,也就造成了不同的信号强度,这就是骨髓的磁共振成像原理^[7]。

1. 常用的磁共振扫描脉冲序列

自旋回波序列(SE):是用两个射频(RF)脉冲激发而得,是基础磁共振影像。在 SE 图像上,不同组织中所含氢质子量和 T₁、T₂ 弛豫时间不同,所显示的信号强度也不同,从而形成磁共振影像基础。

短时间反转回收序列(STIR):可增强长 T₁、T₂ 弛豫时间组织的信号,抑制脂肪信号,提高微小病变的检出率^[8]。

梯度回波序列(GRE):由于使用小角度射频脉冲,纵向磁化矢量较少被饱和,所以能保持较好的信噪比,并可得到多种对比度的图像,用梯度场代替 180° RF 脉冲,从而使 TR 时间大大缩短。

2. 不同磁共振脉冲序列,骨髓信号强度不同

在某一特定骨髓的磁共振影像上反映了红骨髓、黄骨髓及骨小梁的综合作用。

在 T₁WI 上,黄骨髓为高信号,类似皮下脂肪,红骨髓为中等到轻度增高信号,信号强度低于黄骨髓,但比肌肉高。在 T₂WI 上,黄骨髓信号低,红骨髓信号较高,甚至超过黄骨髓,但两者信号均低于皮下脂肪。在 STIR 中,红骨髓信号超过黄骨髓,两者信号均高于皮下脂肪。GRE 序列中,因在松质骨内骨小梁周围骨髓 T₂ 缩短,故可见骨干黄骨髓信号类似皮下脂肪,而骨髓处骨髓信号低于皮下脂肪,干骺端黄骨髓信号介于骨干和骨髓之间^[9]。

T₁WI 是磁共振骨髓成像最常用的方法,它在减少运动伪影和影像一致性上具有优越性,并可作为其他特殊序列的基本对照。传统 T₂ 很少用于骨髓成像,因为它显示骨髓疾病的组织表现不如 STIR^[10] 和脂肪抑制 T₂WI^[11] 充分。STIR 是目前认为最

作者单位: 430030 湖北省,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介: 陈 (1976~), 女, 在读研究生, 主要从事骨关节影像诊断。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

敏感的脉冲序列。骨髓组织成像结构定量测量显示 STIR 表现骨髓疾病比 T_1WI 更显著^[12]。GRE 抑制了正常脂肪骨髓、皮下脂肪的高信号,提高了病变的清晰度,可用于证明或排除病变中的脂肪成分,还可进行动态快速增强扫描和磁共振血管成像,对了解肿瘤组织血管和灌注以及肿瘤与大血管关系均有帮助。

骨髓各种病变的磁共振表现

磁共振骨髓成像是目前唯一能够显示骨髓变化的影像检查。

1. 白血病

白血病是骨髓中髓细胞或淋巴细胞的异常积累。急性淋巴细胞性白血病(ALL)常见于儿童,急性髓细胞性白血病(AML)则常见于成人。慢性淋巴细胞性白血病(CLL)发生于 50 岁以上人群,慢性髓细胞性白血病(CML)易发展成急性白血病。

急性白血病患者脊柱所有椎体骨髓 T_1 信号整个降低, T_1 弛豫时间的变化具有意义。有报道显示急性白血病儿童以 L_1-L_5 椎体的信号强度为基准来测量 T_1 弛豫时间(ms)。急性期为 700~1200ms,在缓解期为 220~500ms,在复发病人 740~750ms,而同年龄正常儿童的 T_1 值范围在 250~580ms。显然, T_1 值有助于说明疾病的发生、缓解及复发。在急性白血病成人患者,脊柱骨髓亦可见类似结果,表明急性白血病病人造血骨髓 T_1 值的改变可反映疾病的活动性,但 T_1 值与细胞学数据之间的联系并无统计学意义^[13]。慢性白血病患者 T_1 值也延长^[14, 15],但很难早期发现弥漫性浸润。

磁共振成像方法不仅是一种无损伤性检查方法,还能为活检无法达到的部位中残留疾病的鉴别提供信息^[13]。

2. 骨髓肿瘤性疾病

骨髓增生异常综合症多发生于 50 岁以上者,其特点是骨髓有红系、粒系或巨核系细胞三系或二系病态造血。患者脊柱 T_1 时间延长,但较急性白血病病人短,且这一差异具统计学显著意义^[16]。多发性骨髓瘤为浆细胞异常增生的恶性疾病,常见于中老年,以 50~60 岁为多,男多于女,脊柱、颅骨、胸廓、骨盆和长骨近端是最常受累部位。在 T_1WI 上呈椒盐状黑白点表现。

骨髓转移瘤在 T_1WI 上呈粗大粒状或块状黑白点表现,易形成膨胀肿物,椎体转移瘤随时间推移会产生病理性塌陷。

疗效监测

骨髓肿瘤性疾病常用的治疗方法包括化疗、放疗和骨髓移植(BMT)。

对经过放疗患者的研究发现,大多数患者在开始放疗后 3 周内骨髓以坏死为主,SE 序列几乎看不到脊柱骨髓的信号变化,而在 STIR 序列可见信号强度增高。3~6 周,骨髓脂肪浸润增加,水肿和坏死程度降低及之后出现的骨髓纤维化,使 T_1WI 显示弥漫的不均匀的信号。6 周后,才会发生弥漫性脂肪浸润,大部分病例 T_1WI 发展成为弥漫均匀的增高信号。仅在部分年轻病人 T_1WI 表现为椎体骨中央高信号灶,周围以中等信号带。它可能反应了中心为骨髓脂肪浸润,周围为红骨髓再

生^[17]。

化疗效应一般也为水肿和坏死以及末期的纤维化为主,但对其出现时间研究不多。Jenson 等报道急性白血病人病人在化疗开始到 1 周内, T_1 时间延长;治疗后 7 周,降至正常范围。化疗后骨髓变化很少出现均匀高信号,而是表现为高低信号中夹杂有不均匀影像。

MRI 观察白血病 BMT 疗效以股骨干、腰椎或股骨干、骨盆为最佳部位^[18]。BMT 早期,造血功能尚处于恢复阶段,造血细胞成分较少,大量脂肪细胞占据髓腔,在 T_1WI 上骨髓信号强度较 BMT 前增高。植入的骨髓由椎体两边慢慢向中间推进, T_1WI 上表现为特征性带状型,周围中等信号密度,中间高密度^[19]。植入成功时,全部椎体会呈中等到低信号强度的红骨髓。但如植入前髓腔内仍残留一定数量髓细胞,当 BMT 失败时, T_1WI 上信号仍保留不正常高信号或不均匀图像。

总之, MRI 能在很广泛的范围内检测局限的或广泛的骨髓病变,不仅可显示肿瘤在骨髓腔内的侵犯范围,而且由于良恶性肿瘤之间、恶性肿瘤的边缘部分和中心部分之间以及恶性肿瘤与组织反应之间有不同的灌注率, MRI 动态增强扫描影像还可应用于肿瘤性质的鉴别,疗效评估和术后复发的监测。

讨论

骨髓穿刺及活检是诊断骨髓疾病的常用方法,但它是一种创伤性检查,有的病人不宜或禁做。而磁共振成像作为一种非创伤性检查方法,不仅对早期发现骨髓病变具有很高的敏感性,而且能监测治疗。随着磁共振技术的进步和经验的积累, MRI 将在骨髓疾病的诊断和治疗中发挥越来越大的作用。

参考文献

- James BV, William AM. Bone marrow imaging[J]. Radiology, 1988, 168: 679-693.
- Shelia GM, Kare LD. Red and yellow marrow in the femur: age-related change in appearance at MR imaging[J]. Radiology, 1990, 175: 219-223.
- Hajok PC, Baker LL, Gnohar JE, et al. Focal fat deposition in axial bone marrow MR characteristics[J]. Radiology, 1987, 162: 245-249.
- 吴振华, 杨本强, 潘诗农, 等. 正常腰椎骨髓的 MRI 分型及定量研究初探[J]. 1995, 29(6): 385-389.
- Hosten N, Schomer W, Neumann K, et al. MR imaging of bone marrow review of the literature and possible indications for contrast-enhanced studies[J]. Advances MRI Contrast, 1993, 1(1): 76.
- Thomas BP, William DM, Jeffery LD, et al. Bone marrow reconversion in adults who are smokers: MR imaging findings[J]. AJR, 1993, 161: 1217-1221.
- 施庭芳. 磁共振骨髓成像的临床应用[J]. 中华放射学杂志, 1993, 17(10): 708-710.
- Golfieri R, Baddeley H, Pringls JS, et al. The role of the STIR sequence in magnetic resonance imaging examination of bone marrow[J]. BJR, 1990, 63: 251.
- Guy HS, Shelia G. Effect of trabecular one on the appearance of marrow in gradient-echo imaging of the appendicular skeleton[J]. Radiology, 1990, 174: 855-859.
- Shuman WP, Paltan RM, Baron RL, et al. Comparison of STIR and spin-echo

- MR imaging at 1.5T in 45 suspected extremity tumors: lesions conspicuity and extent[J]. Radiology, 1991, 179: 241-252.
- 11 Hamed EM, Mitchell DG, Burk DL, et al. Bone marrow finding on magnetic resonance imaging of the knee: accentuation by fat suppression[J]. Magn Reson Imaging, 1990, 8(1): 27-31.
 - 12 Scott AM, Peter A, William RR, et al. MR imaging of bone marrow lesions: relative conspicuousness on T₁-weighted, fat-suppressed T₂-weighted and STIR images[J]. AJR, 1994, 162: 215-221.
 - 13 Jensen KE, Sorensen PG, Thomsen C, et al. Magnetic resonance imaging of the bone marrow in patients with acute leukemia during and after chemotherapy[J]. Acta Radiol, 1990, 31: 361-369.
 - 14 Jensen KE, Sorensen PG, Thomsen C, et al. Magnetic resonance imaging of the bone marrow in patients with chronic leukemia[J]. Acta Radiol, 1990, 31: 445-448.
 - 15 Lecouvet FE. Chronic lymphocytic leukemia: changes in bone marrow composition and distribution assessed with quantitative MRI[J]. Magn Reson Imaging, 1998, 8(3): 733-739.
 - 16 Jensen KE, Nielsen H, Thomsen C, et al. In vivo measurements of the T₁ relaxation progresses in the bone marrow in patients with myelodysplastic syndrome: a magnetic resonance imaging study[J]. Acta Radiol, 1989, 30: 365-368.
 - 17 Yankelevits DF, Henschke CI, Knapp PH, et al. Effect of radiation therapy on thoracic and lumbar bone marrow: evaluation with MR imaging[J]. AJR, 1991, 157(1): 87-89.
 - 18 贺涓, 韩明哲. 白血病骨髓移植的 MRI 研究[J]. 中华放射学杂志, 1999, 33(9): 592.
 - 19 Susan KS, Shelia GM, Michael DA, et al. Repopulation of marrow after transplantation: MR imaging with pathologic correlation[J]. Radiology, 1990, 175(1): 213-218.

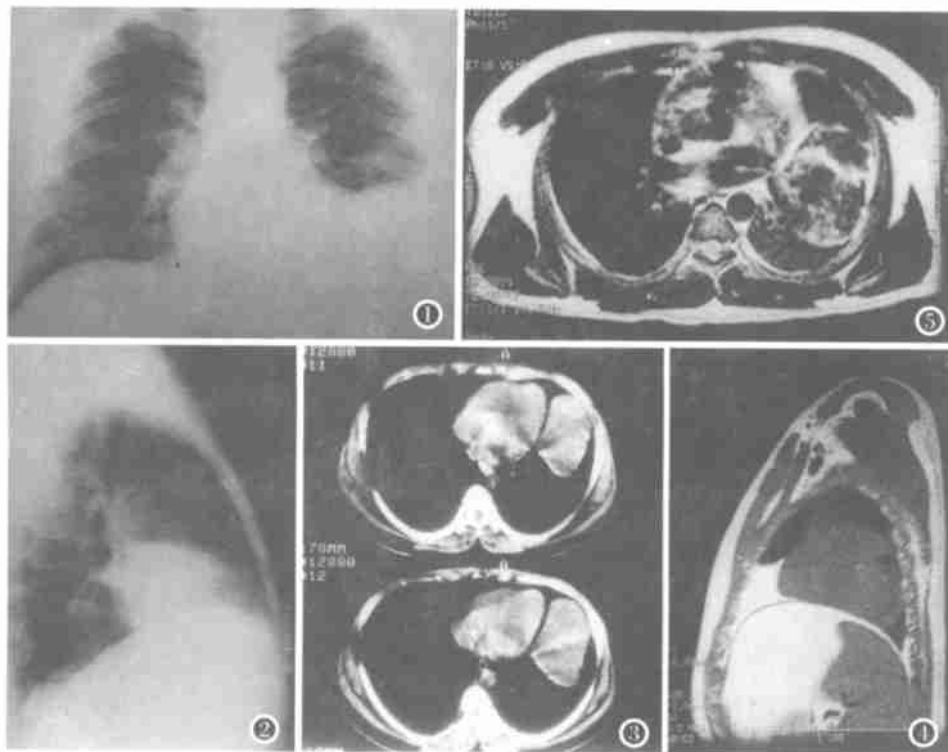
(2000-09-20 收稿)

图片读解

王敏 周燕发

• 读片追踪 •

【中图分类号】R814 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2001)04-0220-01



患者,男,34岁。发现左肺肿块半年,胸闷1个月,不伴咳嗽、咳痰、咯血、心悸、气短等症,起病以来,精神良好,无体力、

体重下降。体检:生命体征稳定,浅表淋巴结无肿大,气管居中,胸廓对称,左下肺呼吸音低,未闻及干湿性罗音,腹平软,肝、脾肋下未触及。

胸部X线片:示左下肺见大片均匀致密影,边缘光滑、锐利,左侧肋膈角、左心缘及左膈面消失,侧位片示左下肺一大块约12.0cm×7.0cm半圆形致密影,边缘光滑,其下缘紧贴左膈面(图1、2)。

胸部CT片:示纵隔窗可见左下肺内一类椭圆形等密度肿块影,大小约11.5cm×7.0cm,内密度均匀,边缘光滑、锐利,未见分叶及毛刺,与心左缘相邻,但可见明显分界,与左前胸壁关系密切,部分无法分离(图3)。

胸部MR片于矢状位T₁WI上见左下肺野肿块呈等T₁信号,横轴位T₂WI上病灶则呈等、稍长T₂混杂信号,边缘光滑、锐利,心包间可见长T₂脂肪间隔,与左侧胸壁有部分粘连。左侧胸壁无改变(图4、5)。

从以上临床资料和影像学表现,请您考虑病变的部位和性质?
(答案在本期内找)

作者单位:430030 湖北省,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:王敏(1977~),女,湖北武汉人,住院医师,学士,主要从事影像学诊断工作。