

· 临床研究 ·

扩散加权成像鉴别常见实性肝脏局灶性病变的应用研究

张海波¹, 金彪^{2△}, 周柱玉³, 卞柳利², 曾凡勇², 王岩²

(1. 四川省德阳市人民医院放射科 618000; 2. 上海交通大学医学院附属新华医院崇明分院放射科 202150; 3. 上海交通大学医学院附属新华医院崇明分院超声科 202150)

摘要:目的 评价扩散加权成像(DWI)序列及表现扩散系数(ADC)在鉴别实性肝脏局灶性病变(SFLL)的应用价值。方法 采用 GE 公司 Signa 1.5T 磁共振扫描机(MR)对 142 例共 158 个 SFLL 进行屏气磁共振加权成像(DWI), $b=500 \text{ s/mm}^2$, 所有病灶包括未成熟肝脓肿 7 例, 局灶性结节增生(FNH)12 例, 肝细胞肝癌(HCC)74 例, 胆管细胞癌 26 例, 肝转移癌 39 例。分析各类病灶的 DWI 信号强度、ADC 值及其差异。结果 24 个病灶表现为高信号, 132 个病灶表现为稍高信号, 2 个病灶表现为等信号。未成熟肝脓肿、FNH、肝细胞性肝癌、胆管细胞癌、肝转移癌的 ADC 值($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)分别为 (1.48 ± 0.23) 、 (1.75 ± 0.26) 、 (1.23 ± 0.43) 、 (1.47 ± 0.35) 、 (1.36 ± 0.33) 。FNH 与其他 SFLL 的 ADC 值比较, 差异有统计学意义($P < 0.01$), 未成熟肝脓肿与肝细胞性肝癌、胆管癌、转移癌的 ADC 值比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。结论 DWI 信号强度及 ADC 值在一定程度上有助于实性肝脏局灶性病变的鉴别诊断。

关键词: 肝疾病; 磁共振成像; 信号处理, 计算机辅助; 诊断, 鉴别; 扩散加权成像

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.34.009

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2013)34-4128-04

Study on value of diffusion weighted imaging in differentiation of solid focal liver lesions

Zhang Haibing¹, Jin Biao^{2△}, Zhou Zhuyi³, Bian Liuli², Zeng Fanyong², Wang Yan²

(1. Department of Radiology, People's Hospital of Deyang City, Deyang, Sichuan 618000, China; 2. Department of Radiology, Chongming branch of Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 202150, China; 3. Department of Ultrasound, Chongming Branch of Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 202150, China)

Abstract: **Objective** To evaluate diffusion weighted imaging (DWI) sequence and apparent diffusion coefficient (ADC) in differentiation of various solid focal liver lesions (SFLL) commonly encountered. **Methods** 142 cases with 158 SFLLs underwent breath-hold diffusion weighted imaging (DWI) ($b=500 \text{ s/mm}^2$) using a 1.5 Tesla MR scanner. The cases included 7 cases of immature abscesses, 12 cases of FNHs, 74 cases of hepatic cell cancer, 26 cases of cholangiocarcinomas and 39 cases of metastases. The signal intensity on DWI, ADC value and the difference for each type of SFLLs were measured and analyzed. **Results** 24 cases of SFLLs were manifested as high signal intensity, 132 cases of SFLLs manifested as slightly high signal intensity and only 2 cases of SFLLs manifested as iso-signal intensity on DWI sequence. The mean ADC value ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$) for immature abscesses, FNHs, HCCs, cholangiocarcinomas, metastases were (1.48 ± 0.23) , (1.75 ± 0.26) , (1.23 ± 0.43) , (1.47 ± 0.35) , (1.36 ± 0.33) , respectively. The difference in ADC values between FNH patients and other SFLLs patients showed statistically significant ($P < 0.01$), while HCCs immature abscesses and malignant SFLLs showed no statistical significance ($P > 0.05$). **Conclusion** The signal intensity on DWI and ADC values may be helpful for diagnosing solid focal liver lesions.

Key words: liver disease; magnetic resonance imaging; signal processing, computer-assisted; diagnosis, differential; diffusion weighted imaging

实性肝脏局灶性病变(solid focal liver lesion, SFLL)的鉴别诊断是日常工作中最常见和棘手的问题。常规磁共振扫描机(magnetic resonance scanner, MR)凭借病变的形态、信号强度和强化方式来判断 SFLL 的性质, 但仍有相当比例的病变还是难以判断其性质。磁共振扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)扫描速度快, 操作简便, 近年来作为功能成像而应用于肝脏扫描。DWI 信号强度及表现扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)代表组织水分子的扩散受限程度,

在一定程度上能反应病变的性质, 有助于病变的鉴别诊断。国内外采用 ADC 值对 SFLL 鉴别诊断的研究结果存在较大的差异, 这方面值得更深入地研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2010 年 11 月至 2011 年 11 月在四川省德阳市人民医院常规超声、CT 和 MR 诊断为 SFLL 的 142 例患者, 共计 158 例病灶, 其中, 男 83 例, 女 59 例, 年龄 24~78 岁, 平均 57.4 岁。所有病例入选标准: (1) SFLL 经手术病理

表 1 158 个 SFLL 的 DWI 信号强度等级比较 (n)

| 信号等级 | 良性 SFLL(n=19) | | 恶性 SFLL(n=139) | | |
|------|---------------|-----------|----------------|-------------|------------|
| | 未成熟脓肿(n=7) | FNH(n=12) | HCC(n=74) | 胆管细胞癌(n=24) | 肝转移癌(n=39) |
| 1 级 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 级 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 级 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 4 级 | 7 | 10 | 59 | 22 | 34 |
| 5 级 | 0 | 0 | 15 | 4 | 5 |
| 合计 | 7 | 12 | 74 | 26 | 39 |

或活检证实;(2) SFLL 未经病理证实则需符合以下条件:①肝细胞肝癌(hepatic cell cancer, HCC)病例结合临床资料、多种影像资料符合临床诊断标准、 α -FP ≥ 400 ng/mL;②肝转移癌病例均有明确的原发肿瘤,转移灶也有典型的影像学支持;③局灶性结节增生(focal nodular hyperplasia, FNH)、未成熟肝脓肿病例根据临床资料、超声、CT、MR 综合诊断,并经临床及影像随访观察 6 个月以上确诊。本研究组所有病灶包括未成熟肝脓肿 7 例, FNH 12 例, 肝细胞性肝癌 74 例, 胆管细胞癌 26 例, 肝转移癌 39 例, 病灶直径 1.3~11.8 cm, 平均 3.4 cm, 其中左外叶 9 灶, 左内叶 28 灶, 右前叶 67 灶, 右后叶 54 灶。

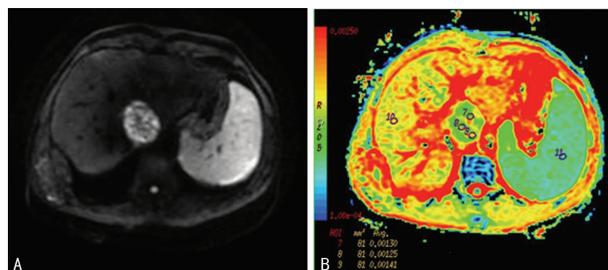
1.2 方法 所有患者均采用 GE Signa 1.5T 超导型磁共振扫描仪, 检查前训练患者良好屏气 20 s 以上。DWI 序列, 轴位扫描, 层厚=8 mm, 间隔=2 mm, 一次采集扫描病灶 8~10 层, 矩阵 128 mm \times 128 mm, NEX=2, TR=2 000 ms, TE= minimum, FOV=38, b 值取 0、500 s/mm² DWI 扫描, 在相互垂直的 X、Y、Z 轴 3 个方向上施加扩散敏感梯度场, 患者深吸未屏气 16 s。常规 MRI 扫描序列, (1)轴位 FRFSE T2WI; TR=2 100 ms, TE=85 ms, 矩阵 320 mm \times 224 mm, ETL=17, 层厚=8 mm, 层距=2 mm, FOV=38, BW=50 kHz, NEX=4; (2)轴位 fs-FRFSE T2WI; 参数同轴位 T2WI 加频率脂肪抑制; (3)冠状位 FRFSE T2WI; 参数同轴位 T2WI; (4)轴位 SPGR T1WI; TR=185 ms TE=1.2 ms, 矩阵 320 mm \times 160 mm, Flip Angle 80°, 层厚=8 mm, 层距=2 mm, FOV=38, BW=50 kHz; (5)增强扫描: SPGR T1WI 加脂肪抑制, 参数同 T1WI。Gd-DTPA(0.1 mmol/kg), 静脉团注后立即启动扫描, 包括动脉、静脉及延迟期。所有病例取 b=500 s/mm² DWI 图像进行分析, 根据 SFLL 信号强度分为 5 个等级, 1 级: 低信号; 2 级: 稍低信号; 3 级: 等信号; 4 级: 稍高信号; 5 级: 高信号。病灶 ADC 值测量方法如下: 以平均面积 10~30 mm² 兴趣区(ROI)测量病灶实质部分的 ADC 值, 同一病例 ROI 采用复制粘贴的方法以保证其形态及面积的一致性; 测量时取病灶最大的 3 个层面分别设置 ROI 测量 ADC 值, 病灶大小不足 3 层面时, 取 3 个不同部位分别测量, 以 3 个 ROI 的 ADC 均值作为该病灶的 ADC 值。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 18.0 软件对数据进行统计分析。所得数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示。SFLL 信号强度等级的比较采用非参数检验; ADC 值组间比较采用非配对 *t* 检验或方差分析, 以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

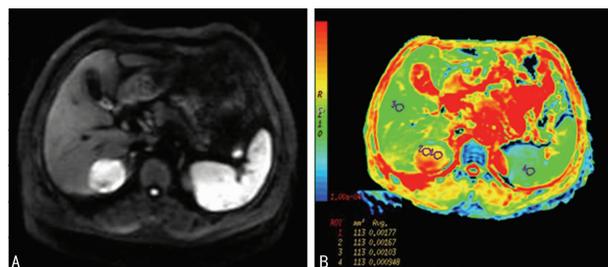
2.1 158 例 SFLL 的 DWI 信号强度等级比较 结果取 b=500 s/mm² DWI 成像, DWI 图像上, 所有 SFLL 中 15.2%(24/158) 病灶表现为高信号, 83.5%(132/158) 病灶表现为稍高信号, 1.2%(2/158) 病灶表现为等信号, 无 1 例表现为稍低或低信号, 见表 1。

2.2 各类 SFLL 的 ADC 值分布情况 各类 SFLL 中, FNH 的 ADC 值最高, HCC 的 ADC 值最低, 其余 SFLL 的 ADC 值中等且有一定的重叠, 良性 SFLL 中, 未成熟脓肿, FNH 的 ADC 值分别为 $(1.48 \pm 0.23) \times 10^3$ mm²/s, $(1.75 \pm 0.26) \times 10^3$ mm²/s; 恶性 SFLL 中, HCC、胆管细胞癌及肝转移癌的 ADC 值分别为 $(1.23 \pm 0.43) \times 10^3$ mm²/s, $(1.47 \pm 0.35) \times 10^3$ mm²/s, $(1.36 \pm 0.33) \times 10^3$ mm²/s。良、恶性 SFLL 的 ADC 均值分别为 $(1.52 \pm 0.25) \times 10^3$ mm²/s, $(1.29 \pm 0.41) \times 10^3$ mm²/s, 两均值比较差异有统计学意义 (*P*<0.05)。



A: DWI 脓肿为稍高信号; B: 脓肿 ADC 值为 1.31×10^{-3} mm²/s。

图 1 患者 1, 男, 56 岁, 肝右后叶未成熟脓肿

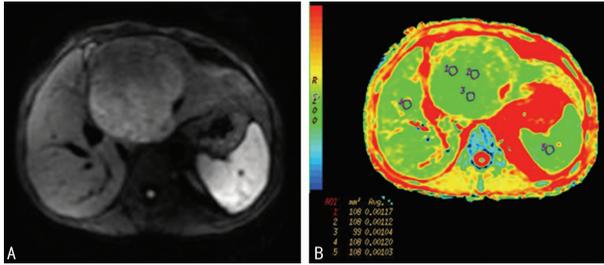


A: DWI 病灶为稍高信号; B: 病灶 ADC 值为 1.72×10^{-3} mm²/s。

图 2 患者 2, 男, 45 岁, 肝右后叶 FNH

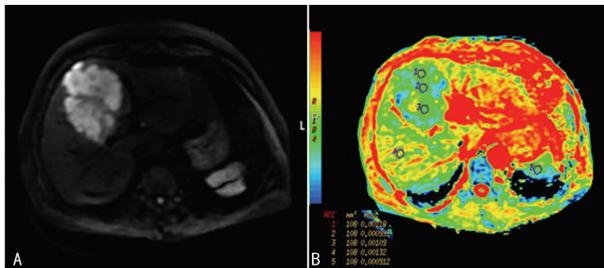
2.3 各类 SFLL 的 ADC 值统计分析 结果如下: (1) 未成熟肝脓肿分别与 HCC、胆管细胞癌、肝转移癌的 ADC 值两两比较, 差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。 (2) FNH 与其他 SFLL 的 ADC 值差异均有统计学意义 (*P*<0.01)。 (3) 恶性 SFLL 的

ADC 值在各亚型间比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。(4) 良性组间比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。(5) 以 $ADC \geq 1.58 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 鉴别 FNH 与其他恶性 SFL 的敏感性和特异性分别为 93.3%、81.3%。本研究组中未成熟肝脓肿的 FNH、HCC、胆管细胞癌、肝转移癌的 DWI 图、ADC 伪彩图及 ADC 测值分别如图 1~5。



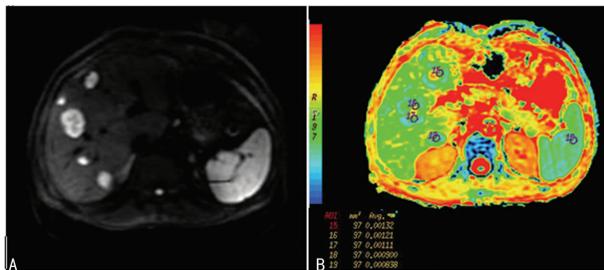
A:DWI 肿瘤为稍高信号;B:肿瘤 ADC 值为 $1.11 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

图 3 患者 3,女,61 岁,肝左内叶 HCC



A:DWI 肿瘤为高信号;B:肿瘤实质区 ADC 值为 $1.09 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

图 4 患者 4,男,58 岁,肝左内叶胆管细胞癌



A:肿瘤 DWI 为高信号;B:肿瘤 ADC 均值均为 $1.14 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

图 5 患者 5,女,74 岁,肝脏多发转移癌

3 讨论

临床常见实性肝脏局灶性病变包括未成熟肝脓肿、FNH 以及 HCC、胆管癌、肝转移癌等,他们之间的鉴别将决定治疗方法的选择以及患者的预后。不同类型肝脏局灶性病变(focal liver lesion, FLL)组织结构的不同,表现为 DWI 信号强度及 ADC 值的大小的差异,对评估 SFL 的性质提供了理论依据。

细胞密集的组织扩散受限,DWI 上显示为高信号,而细胞稀疏的组织 DWI 上显示为低信号^[1]。肝脏恶性 SFL 细胞密集度高,水分子扩散受限,组织信号下降幅度较小,高于肝实质,而良性 SFL 则为等于或稍高于肝实质。Koike 等^[2] 研究认为恶性 FLL 在 DWI 显示信号明显高于良性 FLL。本研究组恶性 SFL 表现为稍高或高信号 100%(139/139),无 1 例表现为等于或低信号,而良性 SFL 表现为等于或稍高信号

100%(19/19),无 1 例表现为高信号。本组所有 158 例 SFL 中,24 个高信号病灶全部为恶性 SFL,2 例等信号为 FNH,说明 SFL 的 DWI 信号强度越高,恶性的可能性越大。

未成熟肝脓肿是肝脓肿的早期阶段,局部肝组织炎性充血,水肿,尚未发生液化坏死,富含炎症细胞,水分子扩散受限。未成熟肝脓肿在常规 MR 表现为长 T1 长 T2 信号肿块,增强后有明显强化,在 DWI 表现为高信号,与肿瘤性 FLL 难以鉴别。Holzapfel 等^[3] 研究发现,早期肝脓肿的 ADC 值为 $1.2 \times 10^{-3} \sim 1.6 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,与肿瘤性病变有重叠,易误诊为肿瘤性病灶。本研究组中未成熟肝脓肿与 HCC、胆管细胞癌及肝转移癌在 DWI 上均呈高信号,前者与后三者间 ADC 值差异均无统计学意义($P>0.05$),说明凭借 ADC 值难以鉴别。

FNH 富含正常肝细胞,组织结构也与正常肝实质相似,DWI 信号等或稍高于正常肝实质。Onur 等^[4] 研究了 1 组肝实质性 FLL,结果表明 FNH 及其他良性实性 FLL 的平均 ADC 值明显高于恶性组。Taouli 等^[5]、Vossen 等^[6] 的研究结果表明 FNH 和腺瘤的 ADC 值中等,与恶性 FLL 有明显差异,但与正常肝实质及恶性 FLL 的 ADC 值存在一定的重叠。本研究组中 FNH 的 ADC 值高于其他实性 FLL,差异无统计学意义($P<0.05$), $ADC \geq 1.58 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 鉴别 FNH 与其他恶性 SFL 的敏感性和特异性分别为 93.3%、81.3%,说明以 ADC 值有助于鉴别 FNH 与其他恶性 SFL。Miller 等^[7]、Bruegel 等^[8] 的研究却认为实性 FNH/腺瘤与恶性 FLL 的 ADC 值差异无统计学意义,认为 ADC 值在鉴别实性 FLL 的性质方面帮助很小。国内文献中良性 FLL 对 FNH 的研究鲜见报道,在这方面值得更深入的研究。

多数研究表明 HCC、胆管细胞癌及肝转移癌之间的 ADC 值差异有统计学意义^[6-7]。本研究恶性组中虽然肝细胞性肝癌 ADC 值最低,胆管癌 ADC 值最高,但三者间 ADC 值差异无统计学意义($P>0.05$),与上述研究结果相同。孙希杰等^[9]、胡奕等^[10] 的研究引入了病灶与肝实质 ADC 的比值(病灶/肝 ADC 值)分析,发现 HCC 病灶/肝 ADC 比值低于肝转移癌,其研究的理论依据为国内 HCC 多伴有肝硬化,而肝转移癌少有肝硬化病史,从而为肝转移癌及 HCC 的鉴别提供了依据,不过这只是一种推测,国外并没有相关文献报道,有待于进一步研究。

良性 FLL 病变组织细胞密度的差异导致其水分子扩散特性的不同,反映其组织来源和其生物侵袭性^[11],在 DWI 上表现为 ADC 值的差异。国内外几乎所有对 FLL 扩散加权成像的研究表明恶性 FLL 的 ADC 值明显低于良性,ADC 值有助于鉴别肝脏良恶性病变。如 Parikh 等^[12] 研究结果为良、恶性 FLL 的 ADC 值分别为 $(2.19 \pm 0.67) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.39 \pm 0.38) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;Taouli 等^[5] 结果分别为 $(2.45 \pm 0.96) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.08 \pm 0.50) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;Kim 等^[13] 的结果分别为 $(2.49 \pm 1.39) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.01 \pm 0.38) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,良恶性组 ADC 值的差异有统计学意义($P<0.05$)。本研究组 SFL 中良、恶性 FLL 的 ADC 值分别为 $(1.52 \pm 0.25) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.29 \pm 0.41) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,差异有统计学意义($P<0.05$),与上述研究结果一致。绝大部分

肝实性局灶性病变在 DWI 上表现为稍高或高信号,根据病灶信号的高低可粗略地判断其良恶性程度。ADC 值能定量评价实性 FLL 中的水分子扩散自由度,有助于 FNH 与其他实性 FLL 的鉴别,但是 ADC 值在未成熟肝脓肿与恶性实性 FLL 之间以及恶性 FLL 组间的鉴别则显示出一定的局限性,还需要结合其他影像特征综合诊断。

参考文献:

- [1] Koh DM, Collins DJ. Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology[J]. *AJR*, 2007, 188(6):1622-1635.
- [2] Koike N, Cho A, Nasu K, et al. Role of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of focal hepatic lesions[J]. *World J Gastroenterol*, 2009, 15(46):5805-5812.
- [3] Holzapfel K, Rummeny E, Gaa J. Diffusion-weighted MR imaging of hepatic abscesses: possibility of different apparent diffusion coefficient (ADC)-values in early and mature abscess formation[J]. *Abdom Imaging*, 2007, 32(4):538-539.
- [4] Onur MR, Çiçekçi M, Kayall A, et al. The role of ADC measurement in differential diagnosis of focal hepatic lesions[J]. *Euro J Radiol*, 2012, 81(3):171-176.
- [5] Taouli B, Vilgrain V, Dumont E, et al. Evaluation of liver diffusion isotropy and characterization of focal hepatic lesions with two single-shot echo-planar MR imaging sequences: prospective study in 66 patients[J]. *Radiology*, 2003, 226(1):71-78.
- [6] Vossen JA, Buijs M, Liapi E, et al. Receiver operating characteristic analysis of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in differentiating hepatic hemangioma from other hypervascular liver lesions[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2008, 32(5):750-756.
- [7] Miller FH, Hammond N, Siddiqi AJ. Utility of diffusion-weighted MRI in distinguishing benign and malignant hepatic lesions[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2010, 32(1):138-147.
- [8] Bruegel M, Holzapfel K, Gaa J, et al. Characterization of focal liver lesions by ADC measurements using a respiratory triggered diffusion-weighted single-shot echo-planar MR imaging technique[J]. *Eur Radiol*, 2008, 18(3):477-485.
- [9] 孙希杰, 金显跃, 梁文, 等. 肝脏病变的磁共振扩散成像的量化研究初探[J]. *实用放射学杂志*, 2003, 19(7):596-599.
- [10] 胡奕, 郭启勇. 背景抑制体部磁共振扩散加权成像在肝内局灶性病变诊断方面的应用价值研究[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2006, 17(10):547-550.
- [11] Blackledge MD, Leach MO, Collins DJ, et al. Computed diffusion-weight MR imaging may improve tumor detection[J]. *Radiology*, 2011, 261(2):573-581.
- [12] Parikh T, Drew SJ, Lee VS, et al. Focal liver lesion detection and characterization with diffusion-weighted MR imaging: comparison with standard breath-hold T2-weighted imaging[J]. *Radiology*, 2008, 246(3):812-822.
- [13] Kim T, Murakami T, Takahashi S, et al. Diffusion weighted single-shot echo planar MR imaging for liver disease[J]. *AJR*, 1999, 173(2):393-398.

(收稿日期:2013-10-15 修回日期:2013-11-22)

(上接第 4127 页)

- [7] Gangat N, Patnaik MM, Tefferi A, et al. Evaluation of revised IPSS cytogenetic risk stratification and prognostic impact of monosomal karyotype in 783 patients with primary myelodysplastic syndromes [J]. *Am J Hematol*, 2013, 88(8):690-693.
- [8] Zhou QB, Hu XM, Liu MR. Progress of cytogenetic detection in myelodysplastic syndromes[J]. *Zhongguo Shi Yan Xue Ye Xue Za Zhi*, 2011, 19(6):1536-1540.
- [9] Valent P, Horny HP, Bennett JM, et al. Definitions and standards in the diagnosis and treatment of the myelodysplastic syndromes; consensus statements and report from a working conference[J]. *Leuk Res*, 2007, 31(6):727-736.
- [10] Costa D, Muñoz C, Nomdedeu B, et al. Reciprocal translocations in myelodysplastic syndromes and chronic myelomonocytic leukemias: review of 5 654 patients with an evaluable karyotype [J]. *Genes Chromosomes Cancer*, 2013, 52(8):753-763.
- [11] Bernasconi P, Klersy C, Zappatore R, et al. Validation of the new comprehensive cytogenetic scoring system (NCCSS) on 630 consecutive de novo MDS patients from a single institution[J]. *Am J Hematol*, 2013, 88(2):120-129.
- [12] Qu S, Xu Z, Xiao Z, et al. Impacts of cytogenetic categories in the Revised International Prognostic Scoring System on the prognosis of primary myelodysplastic syndromes; results of a single-center study[J]. *Leuk Lymphoma*, 2012, 53(5):940-946.

(收稿日期:2013-08-16 修回日期:2013-09-18)