

Comparison of image quality and T1rho value in liver MRI using MS BLOCK T1rho, MS HS8 T1rho and 3D BLOCK T1rho sequences

LI Jixin, SU Yun, LAI Bingjia, LIANG Biling, YANG Qihua*

(Department of Radiology, Sun Yat-sen Memorial Hospital,
Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China)

[Abstract] **Objective** To compare image quality and T1rho value of liver MRI using MS BLOCK T1rho, MS HS8 T1rho and 3D BLOCK T1rho sequences. **Methods** Totally 40 healthy volunteers were enrolled. MR scanning was performed using MS BLOCK T1rho ($n=33$), MS HS8 T1rho ($n=34$) and 3D BLOCK T1rho ($n=22$) sequences. The image quality and T1rho value were compared among these sequences. The correlation of T1rho value among three sequences were evaluated with *Pearson* correlation analysis. **Results** Statistical differences were found in image quality and T1rho value among three sequences (both $P<0.01$). The image quality and T1rho value of MS HS8 T1rho sequence were higher than those of the other two sequences (all $P<0.05$). T1rho value of MS BLOCK T1rho was positively correlated with MS HS8 T1rho and 3D BLOCK T1rho ($r=0.59, 0.73$, both $P<0.05$), and MS HS8 T1rho was positively correlated with 3D BLOCK T1rho ($r=0.72, P<0.05$). **Conclusion** MS BLOCK T1rho, MS HS8 T1rho and 3D BLOCK T1rho sequences can be used in MR imaging in healthy human. However, different references ranges should be set for diagnosis of liver diseases.

[Keywords] magnetic resonance imaging; liver

DOI:10.13929/j.1003-3289.201810032

对比 MS BLOCK T1rho、MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho 序列肝脏 MR 图像质量及 T1rho 值

黎继昕, 苏 贲, 赖炳佳, 梁碧玲, 杨绮华*

(中山大学孙逸仙纪念医院放射科, 广东 广州 510120)

[摘要] **目的** 对比分析 MS BLOCK T1rho、MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho 序列肝脏 MR 图像质量及 T1rho 值。 **方法** 分别采用 MS BLOCK T1rho ($n=33$)、MS HS8 T1rho ($n=34$) 及 3D BLOCK T1rho ($n=22$) 序列对 40 名成年健康志愿者行腹部 MR 扫描, 比较 3 种序列肝脏图像质量及 T1rho 值, 以 *Pearson* 相关分析观察 3 种序列 T1rho 值的相关性。 **结果** 3 种序列的图像质量评分及 T1rho 值差异均有统计学意义 (P 均 <0.01), 其中 MS HS8 T1rho 图像质量评分及 T1rho 值均高于其他 2 种序列 (P 均 <0.05)。 MS BLOCK T1rho 序列图像的 T1rho 值与 MS HS8 T1rho、3D BLOCK T1rho 均呈正相关 ($r=0.59, 0.73, P$ 均 <0.05), MS HS8 T1rho 的 T1rho 值与 3D BLOCK T1rho 呈正相关 ($r=0.72, P<0.05$)。 **结论** MS BLOCK T1rho、MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho 序列均可应用于健康人肝脏 MR 成像, 但用于诊断肝脏疾病时需设定不同的参考值范围。

[基金项目] 广东省自然科学基金(2018A0303130099)、中山大学临床医学研究 5010 计划(2013004)。

[第一作者] 黎继昕(1986—), 男, 广东广州人, 本科, 技师。研究方向: 磁共振技术。E-mail: stephyokinawa@163.com

[通信作者] 杨绮华, 中山大学孙逸仙纪念医院放射科, 510120。E-mail: yangqih2@mail.sysu.edu.cn

[收稿日期] 2018-10-15 **[修回日期]** 2019-04-04

[关键词] 磁共振成像;肝

[中图分类号] R575.2; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2019)06-0920-05

肝纤维化是肝硬化的前期阶段,其主要病理改变为多种大分子物质沉积形成新的纤维组织,早期无明显临床症状,诊断困难。诊断肝纤维化的金标准为活检后进行病理检查,但其有创,难以应用于常规追踪复查。T1 ρ 或 T1rho 成像对低频运动及稳态过程均较敏感,可检测大分子成分及组织内质子交换,可能应用于诊断肝纤维化。T1rho 成像主要包括连续型脉冲波 BLOCK 及绝热伸展波形射频脉冲 HS8 2 种多层成像序列^[1],以及其与 3D 成像结合的 MS BLOCK T1rho、MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho 3 种序列,而各种序列成像效果有待验证。本研究对比分析 MS BLOCK T1rho、MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho 序列肝脏 MR 图像质量及 T1rho 值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2016 年 3 月 1 日—8 月 31 日我院招募的行腹部 MR 扫描的成年健康志愿者 40 名,男 21 名,女 19 名,年龄 22~64 岁,平均(41.4 \pm 15.0)岁;既往无肝脏相关疾病,肝功能正常,且扫描后 3 个月复查无肝脏疾病或其他严重疾病。本研究经我院伦理委员会批准,受试者检查前均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Achieva TX 3.0T 双源 MR 仪,以 16 通道体部线圈(Sense XL Torso Coil)接收信号,以扫描设备本身的体部线圈(Q-BODY)作为信号发射线圈。扫描前受试者空腹至少 4 h。嘱受试者仰卧,首先行常规序列扫描,包括常规轴位脂肪抑制 T2W、轴位及冠状位 T1W;然后行 T1rho 序列扫描,包括 3 种不同参数的 T1rho 序列,分别为轴位多层成像 MS BLOCK T1rho、轴位 MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho,总扫描时间约 30 min,具体扫描参数见表 1。其中 MS BLOCK T1rho 及 3D BLOCK T1rho 采用传统连续型脉冲波(即 BLOCK 波),MS HS8 T1rho 采用绝热伸展波形射频脉冲波(8 为该射频脉冲波的伸展因子)。

1.3 图像后处理与分析 由 2 名具有 5 年以上 MRI 阅片经验的放射科医师分别阅片并评价 T1rho 图像

质量,有分歧时经协商达成一致。经 Philips MR 工作站导出所有图像的 DICOM 文件,采用 Philips IDL (Research Systems, Inc.)生成 T1rho mapping 图,其中 MS BLOCK T1rho 及 MS HS8 T1rho 序列各生成 3 个 T1rho map 图,3D BLOCK T1rho 序列生成 26 个 T1rho mapping 图。参照文献^[1]方法评估 T1rho 图像质量,评分标准:1 分,图像质量不佳,有显著伪影,难以测量 T1rho 值;2 分,图像质量一般,部分区域有显著伪影,测量 T1rho 值需避开伪影;3 分,图像质量较好,仅有轻度伪影;4 分,图像质量佳,基本无伪影。

采用 Image J 软件(NIH, Bethesda, MD)对 3 种序列的 T1rho mapping 图进行量化分析。参照文献^[2]方法,对于 MS BLOCK T1rho 及 MS HS8 T1rho 序列图像在每层 T1rho mapping 图上肝实质区域手动勾画 5 个椭圆形 ROI(面积 100~200 mm²,避开伪影及大血管),每种序列勾画 15 个 ROI。参照文献^[3]方法,对 3D BLOCK T1rho 序列图像于每层 T1rho mapping 图上根据肝脏面积大小在肝实质区域手动勾画 1~6 个椭圆形 ROI(面积 100~200 mm²,避开伪影及大血管)。测量各序列图像 ROI 内 T1rho 值。由上述 2 名医师分别测量 T1rho 值,测量值差异较大时重新测量,以二者平均值作为最终 T1rho 值。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。3 种序列 T1rho 值比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 法。采用 χ^2 检验比较 3 种序列的图像质量评分。采用 Pearson 相关分析观察 3 种序列 T1rho 值的相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

40 名健康志愿者中,33 名接受 MS BLOCK T1rho 序列扫描,34 名接受 MS HS8 T1rho 序列扫描,22 名接受 3D BLOCK T1rho 序列扫描;30 名先后接受 MS BLOCK T1rho 和 MS HS8 T1rho 序列扫描,18 名先后接受 3 种 T1rho 序列扫描(图 1~3)。3 种序

表 1 3 种 T1rho 序列参数

序列	扫描层数	自旋锁定时间(ms)	扫描时间	屏气次数	自旋锁定频率(Hz)	TR/TE(ms)	翻转角(°)
MS BLOCK T1rho	3	1、10、20、40、60	11.7 s \times 5	5	500	2.10/1.02	10
MS HS8 T1rho	3	1、27、54	11.7 s \times 3	3	500	2.10/1.02	10
3D BLOCK T1rho	26	1、10、20、40、60	2 min 23.2 s \times 5	呼吸触发	500	5.10/2.50	10

列的图像质量评分及 T1rho 值差异均有统计学意义 (P 均 < 0.01), 其中 MS HS8 T1rho 图像质量评分及 T1rho 值均高于其他 2 种序列 (P 均 < 0.05), 见表 2。相关分析结果显示, MS BLOCK T1rho 序列图像的 T1rho 值与 MS HS8 T1rho、3D BLOCK T1rho 均呈正相关 ($r=0.59, 0.73, P$ 均 < 0.05), MS HS8 T1rho 的 T1rho 值与 3D BLOCK T1rho 呈正相关 ($r=0.72, P < 0.05$), 见图 4。

表 2 3 种序列图像质量评分及 T1rho 值比较 ($\bar{x} \pm s$)

序列	质量评分	T1rho 值 (ms)
MS BLOCK T1rho ($n=33$)	3.19 ± 0.61	41.73 ± 2.47
MS HS8 T1rho ($n=34$)	$3.71 \pm 0.40^{* \#}$	$50.13 \pm 3.88^{* \#}$
3D BLOCK T1rho ($n=22$)	3.29 ± 0.75	41.45 ± 4.29
F 值	13.59	22.28
P 值	< 0.01	< 0.01

注: * : 与 MS BLOCK T1rho 比较, $P < 0.05$; #: 与 3D BLOCK T1rho 比较, $P < 0.05$

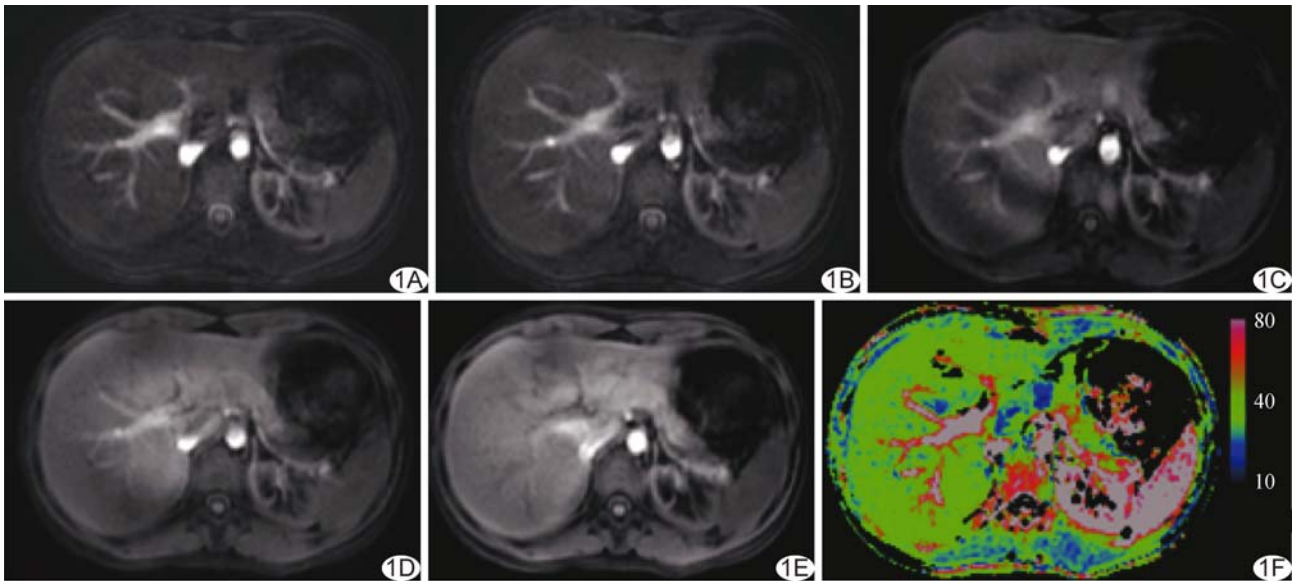


图 1 受试者女, 27 岁 A~E. MS BLOCK T1rho 序列图像, 自旋锁定时间分别为 1、10、20、40、60 ms; F. T1rho mapping 图像, 肝右叶见带状伪影, 以自旋锁定时间 20 ms 时(图 C)较明显

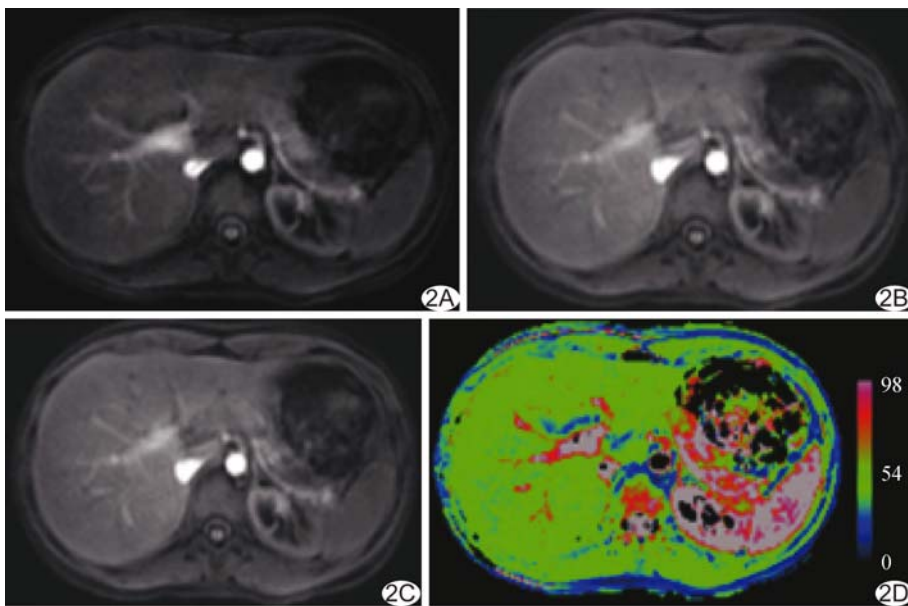


图 2 与图 1 同一受试者 A~C. MS HS8 T1rho 序列图像, 自旋锁定时间分别为 1、27、54 ms; D. T1rho mapping 图像, 图像对比噪声较高, 伪影较少

3 讨论

将 T1rho 成像用于诊断肝脏病变尚处于初级阶段^[4]。Wang 等^[5]将 T1rho 成像用于胆总管结扎致肝纤维化大鼠模型, 发现肝纤维化程度与 T1rho 值呈正相关; Zhao 等^[6-8]采用 T1rho 观察四氯化碳毒性损害大鼠肝纤维化模型, 得到相同结论。Deng 等^[2]以 MS BLOCK T1rho 序列对 15 名健康志愿者行肝脏 MR 扫描, 并测量 T1rho 值 [(43.0 ± 2.2) ms]; 本研究中 MS BLOCK T1rho 序列图像的 T1rho 值测量结果与其相近, 为 (41.73 ± 2.47) ms。自旋锁定时间为 T1rho 序列的主要参数, 其

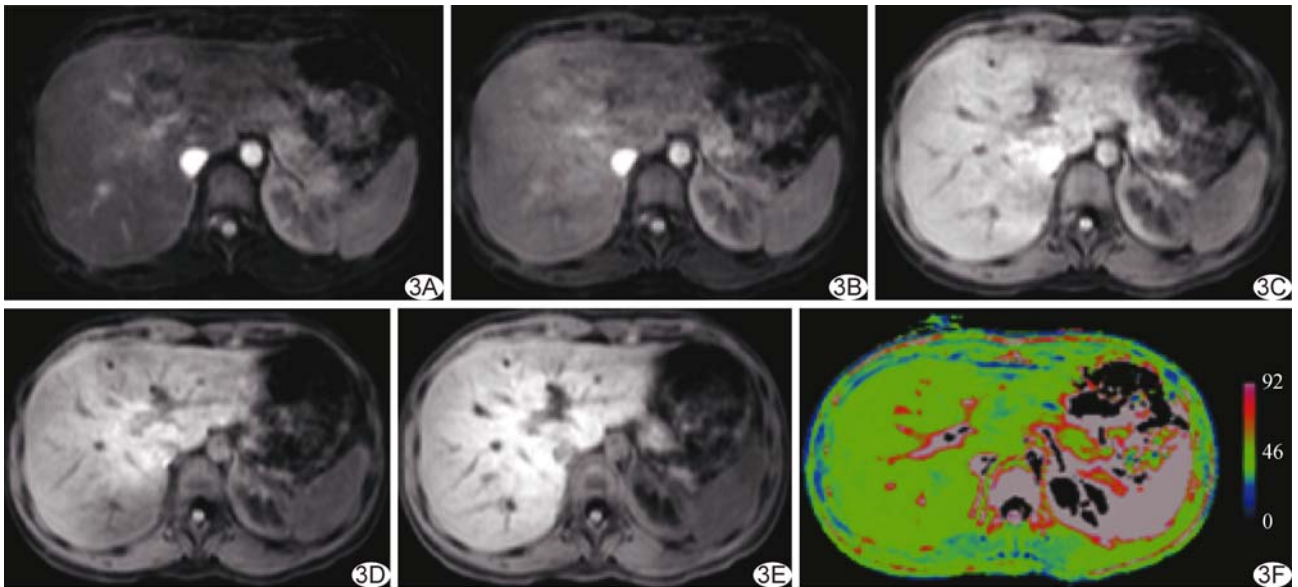


图 3 与图 1 同一受试者 A~E. 3D BLOCK T1rho 序列图像, 自旋锁定时间分别为 1、10、20、40、60 ms; F. T1rho mapping 图像, 伪影较少

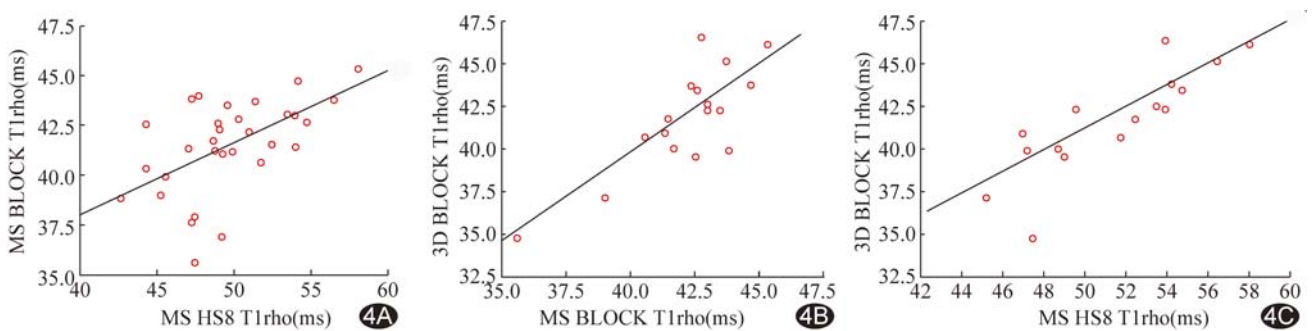


图 4 3 个序列图像的 T1rho 值相关性分析散点图 A. MS BLOCK T1rho 与 MS HS8 T1rho 的 T1rho 值呈正相关; B. MS BLOCK T1rho 与 3D BLOCK T1rho 的 T1rho 值呈正相关; C. MS HS8 T1rho 与 3D BLOCK T1rho 的 T1rho 值呈正相关

时间设定及个数均影响 T1rho 值。Deng 等^[2]所用 6 个自旋锁定时间分别为 1、10、20、30、40、50 ms, 本研究为 1、10、20、40、60 ms, 与之相近。Allkemper 等^[3,9]临床研究证明 T1rho 技术可用于诊断肝硬化, 其中所用 T1rho 序列相当于本研究中的 3D BLOCK T1rho, 但使用 1.5T MR 扫描仪, 测得 T1rho 值为 (40.9 ± 2.9) ms, 本研究结果与之相似。Rauscher 等^[9]所用 T1rho 则与 Deng 等^[2]相似, 但所选自旋锁定时间为 4、8、16、32、48 ms, T1rho 值为 (47.8 ± 4.2) ms, 接近 Allkemper 等^[3]研究中肝硬化患者 T1rho 值 $[(45.4 \pm 1.6)$ ms ~ (54.0 ± 3.7) ms]。上述研究结果存在差异的原因可能与扫描参数不同有关。

本研究对健康志愿者同时采用 MS BLOCK T1rho、MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho 序列扫描, 由于前两个序列扫描时需受试者闭气, 部分受试者配合欠佳, 导致图像质量相对不满意; 此外, MS T1rho

序列严格要求数个自旋锁定时间的解剖位置一致, 故受试者每次屏气的深度需保持一致, 尤其对相对年长的受试者进一步加大了扫描难度。3D BLOCK T1rho 序列为呼吸门控扫描, 更适用于屏气配合不佳者, 但如受试者呼吸不均匀, 亦可影响图像质量。本组 MS HS8 T1rho 序列的图像质量评分最高, 提示该序列获得的图像质量相对最好。在 MS BLOCK T1rho 图像上, 可见部分受检者肝左叶或膈下水平肝组织有伪影, 而 MS HS8 T1rho 图像上此种伪影明显减轻, 原因可能为 MS HS8 T1rho 采用绝热伸展波形射频脉冲波, 而非传统连续型脉冲波, 此种脉冲波可使采集图像时的磁场均匀度更好, 伪影更少。本组中 MS HS8 T1rho 序列图像的 T1rho 值最高, 而其他两种序列的 T1rho 值接近; 相关性分析结果显示, 3 种 T1rho 序列图像的 T1rho 值间均呈正相关, 其中 MS BLOCK T1rho 与 3D BLOCK T1rho 的相关性最强 ($r=0.73$)。

3D BLOCK T1rho 的一个重要优势是其 FOV 比其他两个 MS T1rho 序列大,且扫描时间不受屏气限制,可一次性扫描全肝。通常 26 层 MR 扫描足够覆盖一般正常成人的整个肝脏,测量时可以勾画较多 ROI,本组 22 名受试者每组勾画 44~143 个 ROI;而 MS T1rho 序列仅 3 层图像,只能勾画 15 个 ROI。但本研究结果显示 MS HS8 T1rho 序列的图像质量评分及 T1rho 值均高于 3D BLOCK T1rho,3D BLOCK T1rho 的图像质量评分及 T1rho 值均与 MS BLOCK T1rho 序列差异无统计学意义(P 均 >0.05),并未体现出 MS BLOCK T1rho 序列的优势。本组研究对象为肝脏无病变的健康志愿者,肝脏内部组织学差异性较小,故肝脏各叶、段之间的 T1rho 值差异性亦较小,选取 ROI 的数量对最终结果影响相对小。但在肝脏病变如肝纤维化甚至肝硬化患者,因在不同肝段病变程度可能存在差异,若选取的 ROI 较少、较集中,结果可能存在偏倚,导致最终高估或低估肝脏病变,此时选取多层、多个 ROI 有利于降低结果偏倚。尽管本研究中 MS HS8 T1rho 评分高于其他两种序列,但在实际测量时 MS HS8 T1rho 图像通常不如 3D BLOCK T1rho 稳定,其 T1rho 值的标准差也较大,即使对于健康志愿者,其测量值的覆盖范围也较广,不利于参考值范围的设定。此外,肝纤维化、肝硬化患者一般年龄偏大,部分患者一般情况不佳,难以配合屏气检查,故应用呼吸门控技术的 3D BLOCK T1rho 更为适合,检查成功率更高。

综上所述,MS BLOCK T1rho、MS HS8 T1rho 及 3D BLOCK T1rho 序列均可应用于健康人肝脏 MR 成像,但在用于诊断肝脏疾病时需设定不同的参考值范围。

[参考文献]

- [1] Okuaki T, Takayama Y, Nishie A, et al. T1rho mapping improvement using stretched-type adiabatic locking pulses for assessment of human liver function at 3T. *Magn Reson Imaging*, 2017, 40:17-23.
- [2] Deng M, Zhao F, Yuan J, et al. Liver T1rho MRI measurement in healthy human subjects at 3 T: A preliminary study with a two-dimensional fast-field echo sequence. *Brit J Radiol*, 2012, 85(1017):e590-e595.
- [3] Allkemper T, Sagmeister F, Cicinnati V, et al. Evaluation of fibrotic liver disease with whole-liver T1rho MR imaging: A feasibility study at 1.5 T. *Radiology*, 2014, 271(2):408-415.
- [4] 孟祥虹,王植,万业达. T1 ρ 的基本原理及临床应用新进展. *中国医学影像技术*, 2015, 31(4):626-630.
- [5] Wang YX, Yuan J, Chu ES, et al. T1rho MR imaging is sensitive to evaluate liver fibrosis: An experimental study in a rat biliary duct ligation model. *Radiology*, 2011, 259(3):712-719.
- [6] Zhao F, Wang YX, Yuan J, et al. MR T1rho as an imaging biomarker for monitoring liver injury progression and regression: An experimental study in rats with carbon tetrachloride intoxication. *Eur Radiol*, 2012, 22(8):1709-1716.
- [7] Hu G, Zhang X, Liang W, et al. Assessment of liver fibrosis in rats by MRI with apparent diffusion coefficient and T1 relaxation time in the rotating frame. *J Magn Reson Imaging*, 2016, 43(5): 1082-1089.
- [8] Zhang H, Yang Q, Yu T, et al. Comparison of T2, T1rho, and diffusion metrics in assessment of liver fibrosis in rats. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 45(3):741-750.
- [9] Rauscher I, Eiber M, Ganter C, et al. Evaluation of T1rho as a potential MR biomarker for liver cirrhosis: Comparison of healthy control subjects and patients with liver cirrhosis. *Eur J Radiol*, 2014, 83(6):900-904.

消 息

《中国医学影像技术》作者投稿请登录本刊网站(www. cjmit. com)主页,点击左上角“作者登录”进入,第一次投稿需完成作者注册;专家审稿请点击“审稿登录”进入。

为了便于广大作者、读者查阅本刊文献,本站提供从 1985 年起的过刊和现刊的全文检索。