

心脏磁共振 T₂-mapping 技术在急性心肌炎中的应用价值

牟俊,王颀,刘新峰,杨艳,王荣品,刘江勇

【摘要】 目的:通过比较急性心肌炎患者与健康志愿者的心肌 T₂ 值,探讨心脏磁共振(CMR)T₂-mapping 对急性心肌炎的诊断价值。**方法:**选择 2017 年 1 月—2019 年 3 月在贵州省人民医院临床诊断为心肌炎的 36 例患者,招募 20 名健康志愿者,分别行 CMR 常规检查、延迟增强和 T₂-mapping 序列成像。根据延迟强化(LGE)结果将心肌炎患者分为 LGE 阳性组和 LGE 阴性组,测量对照组、LGE 阳性组和 LGE 阴性组 T₂ 值,在 LGE 阳性组强化区域同一层面测量强化区域和远离强化区域的 T₂ 值。对照组与 LGE 阳性组和 LGE 阴性组均值比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 Dunnett T3 检验,采用独立样本 *t* 检验比较心肌炎组和对照组、LGE 阳性组强化区域和远离强化区心肌的 T₂ 值,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。**结果:**心肌炎组 T₂ 值 $[(75.46 \pm 8.05) \text{ ms}]$ 明显高于对照组 $[(65.21 \pm 11.78) \text{ ms}]$,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。LGE 阳性组 $[(76.96 \pm 8.41) \text{ ms}]$ 、LGE 阴性组 $[(70.23 \pm 3.71) \text{ ms}]$ 平均 T₂ 值均大于对照组 $[(65.21 \pm 11.78) \text{ ms}]$,LGE 阳性组平均 T₂ 值大于 LGE 阴性组,LGE 阳性组同一层面强化区平均 T₂ 值 $[(78.00 \pm 3.44) \text{ ms}]$ 高于 LGE 阳性组非强化区平均 T₂ 值 $[(72.03 \pm 4.89) \text{ ms}]$,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:**急性心肌炎患者 T₂ 值升高,CMR T₂-mapping 能够通过测量心肌组织的 T₂ 值来定量评价心肌水肿的范围和损伤程度,具有良好的临床前景。

【关键词】 心肌炎; 心脏磁共振; T₂-mapping

【中图分类号】 R445.2; R542.21 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)11-1424-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.11.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The application value of T₂-mapping sequence of cardiovascular magnetic resonance imaging to monitor myocardial inflammation in acute myocarditis MOU Jun, WANG Di, LIU Xin-feng, et al. Department of Radiology, Guizhou Provincial People's Hospital, Key Laboratory of Intelligence Imaging Analysis and Precision Diagnosis, Guiyang 550002, China

【Abstract】 Objective: This study is aiming at evaluating the performance of T₂-mapping sequence of cardiovascular magnetic resonance (CMR) for detecting acute myocarditis by comparing the T₂ values of myocardium between patients with acute myocarditis and healthy volunteers. **Methods:** 36 patients with clinically diagnosed myocarditis and 20 healthy volunteers were selected in the Guizhou People's Hospital from January 2017 to March 2019. All subjects from the two groups underwent regular CMR and T₂-mapping sequence scan respectively. According to LGE results, patients with myocarditis were divided into LGE positive group and LGE negative group. The T₂ values of control group, LGE-positive group and LGE-negative group were measured, and the T₂ values of enhancement area and normal area (non-enhanced) were measured at the same level in LGE-positive group. The mean value of control group was compared with LGE positive group and LGE negative group by one-way ANOVA, and the pairwise comparison between the groups was performed by Dunnett T3 test. The independent sample *t*-test were used to compare the T₂ values of myocardium in myocarditis group and control group, LGE-positive group in the enhanced area and normal area. $P < 0.05$ was statistically significant. **Results:** The T₂ value of myocarditis group was significantly higher than that of control group, $(75.46 \pm 8.05) \text{ ms}$ vs $(65.21 \pm 11.78) \text{ ms}$, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The av-

作者单位: 550002 贵阳, 贵州省人民医院医学影像科, 贵州省智能医学影像分析与精准诊断重点实验室

作者简介: 牟俊(1989—), 男, 湖北利川人, 硕士研究生, 主治医师, 主要从事心胸影像诊断工作。

通讯作者: 刘新峰, E-mail: 379771752@qq.com

基金项目: 贵州省人民医院青年基金项目(GZSYQN[2017]15号); 贵州省科技支撑计划(黔科合支撑[2019]2810号); 省卫生计生委科学技术基金项目(gzwjkj2017-1-067)

average T_2 value of LGE positive group (76.96 ± 8.41 ms) and LGE negative group (70.23 ± 3.71 ms) was higher than that of control group (65.21 ± 11.78 ms). The average T_2 value of LGE positive group was higher than that of LGE negative group, the average T_2 value of the enhanced area in the LGE positive group (78.00 ± 3.44 ms) was higher than that of the non-enhanced area in the LGE positive group (72.03 ± 4.89 ms), the difference were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** Elevated T_2 value is found in the patients with acute myocarditis. CMR T_2 -mapping sequence can quantitatively evaluate the range and damage degree of myocardial edema by measuring the T_2 value of myocardial tissue, which shows great prospect in clinical application.

【Key words】 Myocarditis; Cardiovascular magnetic resonance; T_2 -mapping

心脏磁共振(cardiovascular magnetic resonance, CMR)具有分辨率高、无创、功能丰富、重复性高等优点,特别是延迟强化检查技术能评价心肌的活性、预测相关疾病危险发生率,有助于临床对相关疾病的评估和预后分析。随着 CMR 技术的发展,MR 心肌定量技术已经开始应用于临床研究,纵向弛豫时间定量成像(T_1 -mapping)技术和细胞外容积(extracellular volume, ECV)可以通过测量心肌 T_1 值、ECV 值,来定量评价心肌早期纤维化病变^[1-2]。而近期的研究表明 T_2 -mapping 可通过测量心肌梗死患者的心肌的 T_2 值,评估其损伤的范围和程度^[3],但在定量分析急性心肌炎心肌水肿方面报道较少^[4],本研究旨在探讨 T_2 -mapping 定量分析急性心肌炎心肌水肿的可行性及其价值。

材料与方法

1. 临床资料

选择 2017 年 1 月—2019 年 3 月在本院行 CMR 检查,并经临床诊断为心肌炎的 36 例患者作为研究组,男 19 例,女 17 例,年龄 4~54 岁,所有心肌炎患者依据中华医学会^[5]并结合欧洲心脏病学会制定的诊断标准诊断:主要临床诊断依据 ≥ 3 条,或主要临床诊断依据 2 条加次要临床诊断依据 ≥ 3 条,并除外其他疾病,可以临床诊断心肌炎,主要临床诊断依据包括心脏功能改变、心电图、心肌标记物及 MR 诊断等。选择 20 名性别和年龄与研究组相匹配的健康志愿者作为对照组,男 12 例,女 8 例,年龄 10~64 岁。对照组经询问、体格检查、心电图和超声检查,排除心脏器质性病变、贫血、肝肾功能异常等。本研究经本院伦理学委员会批准,对入选志愿者,均详细告知本研究的目的及检查注意事项,取得志愿者本人或监护人同意并签字确认。所有 MR 检查均在临床诊断急性心肌炎后一周内完成。

2. MRI 扫描方案

采用 Siemens 1.5T Aera(MAGNETOM Aera)磁共振扫描仪和 18 通道体线圈。扫描前对所有受试者

行屏气训练并告知扫描过程中的注意事项。成像序列包括:常规心脏形态学扫描、短轴 T_2 -mapping 及延迟增强扫描。先采集常规定位像,再以此逐步定位为标准两腔及四腔层面,进而行心脏短轴位扫描,短轴位主要采集心底、中、心尖部层面。 T_2 -mapping 成像,通过标准两腔、四腔心定位为短轴位,于对比剂增强前对左室短轴位诸层面复制扫描,主要参数:TE 1.12 ms, TR 239.69 ms,层间距 1.6 mm,层厚 8.0 mm, FOV $360 \text{ mm} \times 288 \text{ mm}$, 翻转角 12° , 体素 $1.9 \text{ mm} \times 1.9 \text{ mm} \times 8.0 \text{ mm}$, 带宽 1184 Hz/pixel, 采集窗口 562 ms, 触发延迟 322 ms。对比剂延迟扫描:对比剂采用 Gd-DTPA,注射流率 1.5 mL/s,剂量 0.2 mL/kg,延迟 8~10 min 采集两腔心、四腔心和短轴层面。主要参数:FOV $289 \text{ mm} \times 356 \text{ mm}$, 矩阵 192×256 , TR 604 ms, TE 3.22 ms, 翻转角 25° , 层厚 8 mm, TI 280 ms。

3. 图像分析

图像的分析、测量由两位从事心血管磁共振诊断 3 年以上经验的医师在不知道临床诊断结果的情况下对图像进行分析,意见不一致时请负责心脏 MR 诊断的主任医师讨论决定,根据有无延迟强化(LGE)将心肌炎患者分为 LGE 阳性组和 LGE 阴性组,勾画测量时,取两者测量的均值为最终结果。扫描完成后将数据传入 Siemens 后处理工作站 syngo MR D13,首先测量心肌炎组及对照组 T_2 值,采用勾画兴趣区及半自动校正方法对心肌内外膜进行勾画,勾画左心室短轴不同层面心内外膜,软件自动计算相应层面平均 T_2 值(图 1、2),取左心室诸层心肌的均值作为心肌的 T_2 值,勾画时注意不要把心腔血池和心外膜脂肪组织包裹进来;对于 LGE 阳性组,测量同一层面强化区中心区域及远离强化区域 T_2 值,取约 0.1 cm^2 兴趣区测量。

4. 统计学分析

采用 IBM SPSS 19.0 进行统计学分析。计量资料采用均数 $\pm$ 标准差表示;采用卡方检验比较心肌炎组和对照组性别差异;采用独立样本 t 检验比较心肌炎组和对照组年龄、BMI、 T_2 值以及 LGE 阳性组同一层

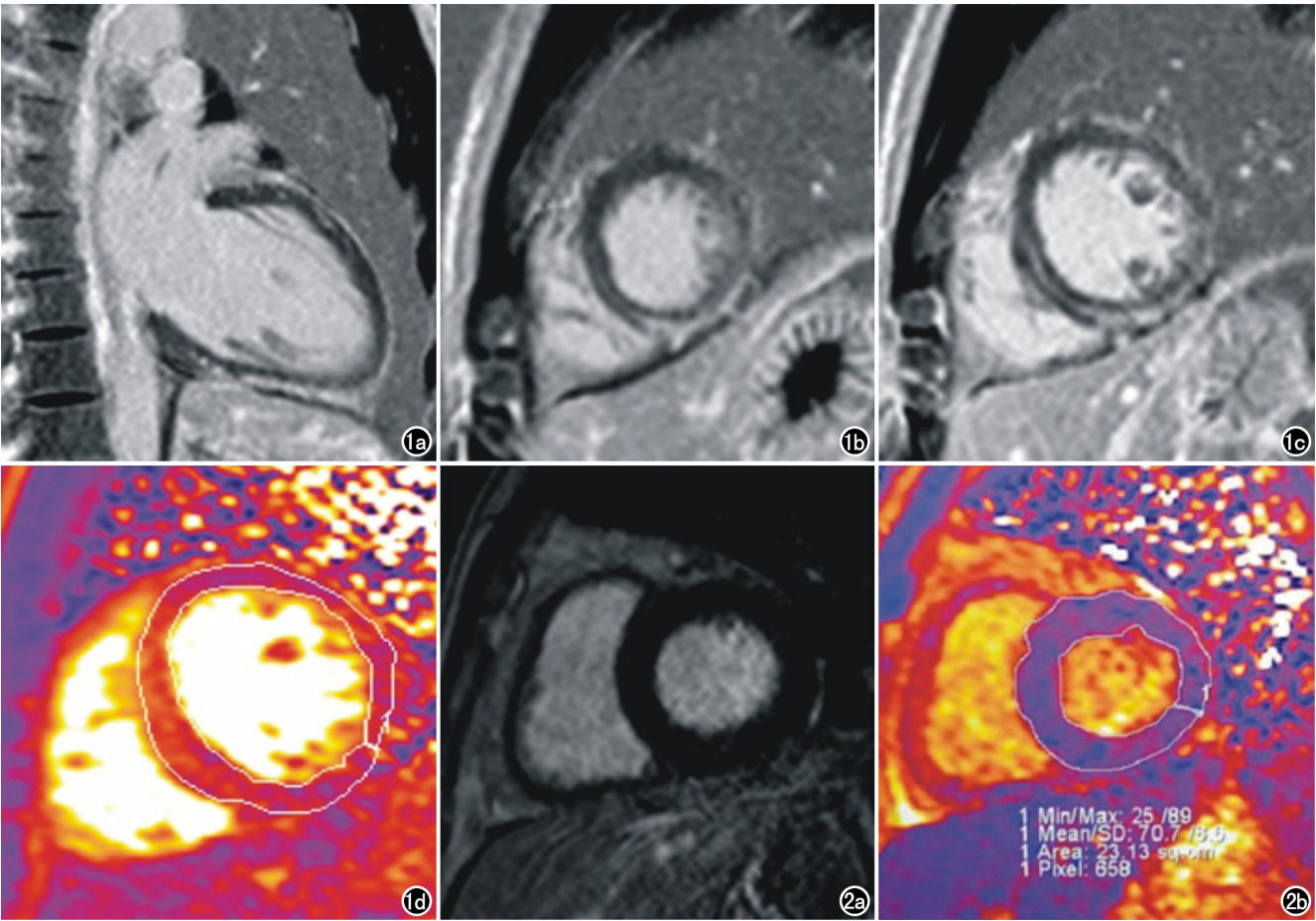


图 1 男,29 岁,急性心肌炎,延迟强化显示心中部下间壁、下壁、下侧壁见条片延迟强化,局部边缘模糊,未累及心内膜;a)二腔心长轴位 LGE 图像;b、c)二腔心短轴位 LGE 图像;d)对应图 c 层面 T₂-mapping 测量示意图。图 2 男,51 岁,心肌炎,肌钙蛋白 I 0.869 μg/L。a)二腔心短轴位心中部层面延迟强化未见异常;b)对应于图 a 层面 T₂-mapping 测量示意图。

面强化区 T₂ 值与远离强化区的非强化区 T₂ 值差异,如方差不齐,则用校正 *t* 检验;采用单因素方差分析比较对照组与 LGE 阳性组和 LGE 阴性组均值,组间两两比较采用 Dunnett T3 检验,以 *P* < 0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

心肌炎组与对照组患者年龄、性别、体质量指数 (body mass index, BMI) 差异均无统计学意义 (*P* > 0.05, 表 1)。

心脏 MR 结果节段分析:心肌炎组 28 例患者 (共 37 个节段) 有延迟强化,8 例患者无延迟强化,延迟强

表 1 心肌炎组和对照组基本信息对比

项目	心肌炎组	对照组	χ ² / <i>t</i>	<i>P</i>
性别 (男/女)	19/17	12/8	0.27	0.60
年龄 (岁)	31±14	26±14	1.46	0.15
BMI(kg/m ²)	22.38±4.33	22.16±4.55	0.18	0.86

化主要位于前间壁、下间壁、下侧壁、下壁等,强化较淡,均未累及心内膜。对照组节段延迟强化无明显异常。

心肌 T₂ 值比较:心肌炎组平均 T₂ 值 [(75.46 ± 8.05)ms] 明显高于对照组 [(65.21 ± 11.78)ms], 差异具有统计学意义 (*t* = -6.01, *P* < 0.01); 对照组与 LGE 阳性组、LGE 阴性组左心室平均 T₂ 值差异具有统计学意义 (*F* = 28.31, *P* < 0.01), 三组间两两比较,

表 2 对照组与 LGE 阳性组、LGE 阴性组左心室平均 T₂ 值比较

参数	对照组	LGE 阳性组	LGE 阴性组	<i>F</i>	<i>P</i>
例数	20	28	8		
T ₂ 值 (ms)	65.21±11.78	76.96±8.41	70.23±3.71	28.31	<0.01

注:两两比较差异均具有统计学意义, *P* < 0.05。

差异均具有统计学意义(P 均 <0.05), LGE 阳性组、LGE 阴性组平均 T_2 值均大于对照组, LGE 阳性组平均 T_2 值大于 LGE 阴性组(表 2)。LGE 阳性组同一层面强化区平均 T_2 值 $[(78.00 \pm 3.44) \text{ms}]$ 高于 LGE 阳性组远离强化区平均 T_2 值 $[(72.03 \pm 4.89) \text{ms}]$, 差异具有统计学意义($t = 6.08, P < 0.01$)。

讨 论

T_2 -mapping 作为磁共振的一种新的定量评价技术已经用于全身多系统的应用研究, 可用来探索腰椎退变病理生理方面微观变化, 也可以定量分析关节软骨的损伤和退变程度, 在心脏病变中可用于心肌梗死和心肌炎等的诊断和定量分析, 主要表现为心肌 T_2 值升高, 部分水肿严重的患者 T_2 -mapping 伪彩图色阶也会出现差异^[6-7], 因此, 本研究利用 T_2 -mapping 技术测量急性心肌炎 T_2 值对心肌水肿进行定量分析。

T_2 -mapping 成像原理为采用多回波快速自旋回波序列, 即通过采集相同 TR、不同 TE 的一系列加权图像, 测量不同回波时间的 MR 信号强度, 计算每个体素的 T_2 值, 从而使研究者可以在体素水平上对组织的 T_2 值进行定量分析, 并且通过后处理工作站可得到有不同色彩组成的伪彩图。 T_2 -mapping 伪彩图反映了通过生物组织的横向磁化衰减而反映组织结构的 T_2 值空间分布的特征。常规 T_2 WI 仅能显示心肌的水肿但不能完全定量, T_2 -mapping 不仅可以定量分析心肌水肿的程度, 还能减轻由心肌与血池分界欠清晰、轻度的呼吸伪影等造成图像模糊程度, 同时加入伪彩图像, 更能清晰显示心肌的形态与信号变化^[4], 另外, T_2 -mapping 成像序列无需使用对比剂, 可重复性高。

急性心肌炎指的是心肌组织的局限或弥散性炎症病变, 青壮年好发。根据 1996 年 WHO 及国际心脏病联合会制定的诊断标准^[8]: 心内膜活检当炎性细胞浸润 >14 个/ mm^2 即可明确诊断, 但临床开展心肌活检有一定的风险, 为有创检查, 因此开展较少, 主要是以流行病史及实验室检查等综合资料排除诊断。急性心肌炎患者临床表现各异, 症状重者可迅速发展为急性心衰和心源性休克, 甚至猝死, 故早期诊断及评估对于临床治疗及预后具有重要作用。CMR 近年来发展迅速, 可以通过测量心肌 T_2 值对其组织学特性进行分析。人体组织 T_2 值主要反映自由水分子之间能量交换的能力, 其大小与胶原含量、排列方式、水含量及蛋白多糖有关^[9], 本研究结果表明心肌炎组 T_2 值明显高于对照组 T_2 值($P < 0.05$)。这是因为当患者发生心肌炎性损伤时, 细胞内外离子重新分布, 进而引起心肌组

织水分含量增加, 故心肌炎患者 T_2 值较对照组 T_2 升高。国外学者的研究也得到了一样的结论, Spieker 等^[2] 和 Radunski 等^[10] 的研究显示, 心肌炎患者 T_2 值较正常值明显升高; 同时该研究还提示 T_2 值的初步评估有助于对急性心肌炎患者的危险程度分级, 还能动态监测急性心肌炎的损伤变化。但本研究测量心肌组织 T_2 值略高于刘钢等^[4] 研究的测量值, 可能与所采用的扫描仪器及纳入的受试者年龄、病情程度有所差异有关。

此外, 本研究对心肌炎组根据延迟强化分为 LGE 阳性组和 LGE 阴性组, 发现 LGE 阳性组 T_2 值大于 LGE 阴性组($P < 0.05$), 同时 LGE 阳性组和 LGE 阴性组 T_2 值均大于对照组($P < 0.05$), 与 Mayr 等^[11] 研究结果一致。当心肌组织炎性损伤时, 心肌细胞膜的通透性增加, 钠离子内流增加, 细胞含水量增多, 所以心肌炎组的 LGE 阳性组和 LGE 阴性组 T_2 值均高于对照组, 心肌组织持续损伤数天, 可引起细胞的溶解坏死, 心肌间质对细胞的坏死作出反应进行修复性纤维化^[12-13], 心肌炎发生纤维化时, 造成毛细血管密度下降, 当静脉注入对比剂后, 钆剂在病变组织中代谢减慢, 纤维化区域显示阳性。由于纤维化区域(延迟强化区域)的含水量高于非强化区域, 所以 LGE 阳性组同一层面强化区平均 T_2 值高于远离强化区平均 T_2 值。

心脏磁共振 T_2 -mapping 技术对急性心肌炎具有较高的应用价值, 能通过定量分析心肌 T_2 值, 评价心肌水肿的范围和损伤程度, 同时扫描无需对比剂, 重复性高, 具有良好的临床应用前景, 推荐对疑似急性心肌炎患者在常规扫描序列上加扫 T_2 -mapping 成像序列。临床疑似急性心肌炎而又对对比剂过敏患者, T_2 -mapping 可能对其鉴别诊断价值更大。但本研究尚存在以下局限性: ①样本量较小, 未根据病因学进行分组; ②未对急性心肌炎损伤程度细致划分; ③未进行病理学检查与对照。笔者将在后续的研究中进一步完善和规范。

参考文献:

- [1] Radunski UK, Bohnen S, Lund G, et al. T_1 and T_2 -mapping CMR to quantify focal myocardial injury in patients with myocarditis [J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2015, 17(1): 90.
- [2] Spieker M, Haberkorn S, Gastl M, et al. Abnormal T_2 -mapping cardiovascular magnetic resonance correlates with adverse clinical outcome in patients with suspected acute myocarditis [J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2017, 19(1): 38.
- [3] Naßenstein K, Nensa F, Chlosser T, et al. Cardiac MRI: T_2 -mapping versus T_2 -weighted dark-blood TSE imaging for myocardial edema visualization in acute myocardial infarction [J]. Rofo, 2014, 186(2): 166-172.
- [4] 刘钢, 张兴梅, 温兆赢, 等. 心脏磁共振定量组织标记技术对急性心肌炎的诊断价值 [J]. 中国医药, 2017, 12(1): 41-45.

- [5] 中华医学会儿科学分会心血管学组. 儿童心肌炎诊断建议(2018 年版)[J]. 中华儿科杂志, 2019, 57(2): 87-89.
- [6] 王淑荔, 赵世华, 陆敏杰. 心脏 T₁-mapping 和 T₂-mapping 技术及其在心肌梗死中的应用[J]. 放射学实践, 2019, 34(6): 694-697.
- [7] Cornicelli MD, Rigsby CK, Rychlik K, et al. Diagnostic performance of cardiovascular magnetic resonance native T₁ and T₂-mapping in pediatric patients with acute myocarditis[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2019, 21(1): 40.
- [8] Richardson P, McKenna W, Bristow M, et al. Report of the 1995 World Health organization/international society and federation of cardiology task force on the definition and classification of cardiomyopathies[J]. Circulation, 1996, 93: 841-842.
- [9] Dardzinski BJ, Laor T, Schmithorst VJ, et al. Mapping T₂ relaxation time in the pediatric knee: feasibility with a clinical 1.5T MR imaging system[J]. Radiology, 2002, 225(1): 233-239.
- [10] Radunski UK, Lund GK, Säring D, et al. T₁ and T₂-mapping cardiovascular magnetic resonance imaging techniques reveal unapparent myocardial injury in patients with myocarditis[J]. Clin Res Cardiol, 2017, 106(1): 10-17.
- [11] Mayr A, Klug G, Feistritz HJ, et al. Myocardial edema in acute myocarditis: relationship of T₂ relaxometry and late enhancement burden by using dual-contrast turbo spin-echo MRI[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2017, 33(11): 1789-1794.
- [12] 叶春华, 程志清. 心肌纤维化与病毒性心肌炎[J]. 浙江中医学院学报, 2004, 28(4): 85-87.
- [13] 袁尉峰, 赵新湘. 心肌炎 CMRI 左心室功能参数分析及与 LGE 相关性研究[J]. 放射学实践, 2018, 33(11): 1137-1142.
- (收稿日期: 2019-10-08 修回日期: 2020-06-26)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目, 该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材, 杂志在刊载答案的同时配发专家点评, 以帮助影像医生更好地理解相关影像知识, 提高诊断水平。栏目开办 13 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿, 并积极参与《请您诊断》有奖活动, 稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求: ①来稿分两部分刊出, 第一部分为病例资料和图片; 第二部分为全文, 即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等); ②来稿应提供详细的病例资料, 包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料; ③来稿应提供具有典型性、代表性的图片, 包括横向图片(X 线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料, 或某一检查方法的详细图片, 如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料, 最好附上病理图片), 每帧图片均需详细的图片说明, 包括扫描参数、序列、征象等, 病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页, 第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页, 如第一部分问题在 1 期杂志正文首页, 第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持: 石鹤 联系电话: 027-69378385 15926283035