

· 医学循证 ·

延迟钆增强 - 心脏磁共振成像对慢性心力衰竭患者心血管事件预测价值的 Meta 分析

杨健, 王涛, 庞占琪, 李世军

【摘要】 目的 评价延迟钆增强 - 心脏磁共振成像 (LGE-CMR) 对慢性心力衰竭患者心血管事件的预测价值。方法 计算机检索 PubMed、EMBASE、The Cochrane Library、中国知网 (CNKI)、万方数据知识服务平台、维普网 (VIP) 等数据库, 检索有关行 LGE-CMR 检查的慢性心力衰竭患者预后的研究, 检索时间为建库至 2018 年 1 月。根据 LGE-CMR 检查结果是否存在心肌延迟强化分为 LGE (+) 组与 LGE (-) 组, 比较两组患者心源性死亡、室性心律失常、心力衰竭再入院等心血管事件发生率; 采用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。结果 最终纳入 10 篇文献, 包括 1 509 例患者, 其中缺血性心脏病患者 414 例、非缺血性心脏病患者 1 095 例。Meta 分析结果显示, LGE (+) 组患者心源性死亡率 [OR=4.26, 95%CI (2.59, 7.01)] 和室性心律失常发生率 [OR=5.61, 95%CI (3.91, 8.04)] 高于 LGE (-) 组 ($P<0.05$); 亚组分析结果显示, LGE (+) 组缺血性心脏病患者、非缺血性心脏病患者、植入埋藏式心律转复除颤器 (ICD) 患者室性心律失常发生率分别高于 LGE (-) 组缺血性心脏病患者、非缺血性心脏病患者、植入 ICD 患者 ($P<0.05$)。两组患者心力衰竭再入院率比较, 差异无统计学意义 [OR=1.71, 95%CI (0.69, 4.28), $P=0.25$]。敏感性分析结果显示, 10 篇文献的估计值均在总效应值可信区间内, 提示结果较为稳定; Begg's test 检验结果显示, 报道心源性死亡率、室性心律失常发生率及心力衰竭再入院率的文献间无发表偏倚 ($P>0.05$)。结论 基于现有文献, LGE-CMR 结果显示存在心肌延迟强化的慢性心力衰竭患者心源性死亡、室性心律失常发生率较高, 但对心力衰竭再入院率预测价值有限。

【关键词】 慢性心力衰竭; 延迟钆增强; 心脏磁共振成像; 心血管事件; Meta 分析

【中图分类号】 R 541.6 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2018.05.002

杨健, 王涛, 庞占琪, 等. 延迟钆增强 - 心脏磁共振成像对慢性心力衰竭患者心血管事件预测价值的 Meta 分析 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2018, 26 (5): 7-11. [www.syxnf.net]

YANG J, WANG T, PANG Z Q, et al. Predictive value of late gadolinium enhancement-cardiac magnetic resonance imaging on cardiovascular events in patients with chronic heart failure: a Meta-analysis [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2018, 26 (5): 7-11.

Predictive Value of Late Gadolinium Enhancement-Cardiac Magnetic Resonance Imaging on Cardiovascular Events in Patients with Chronic Heart Failure: a Meta-analysis YANG Jian, WANG Tao, PANG Zhan-qi, LI Shi-jun

Department of Cardiology, Dalian Central Hospital Affiliated to Dalian Medical University, Dalian 116041, China

Corresponding author: LI Shi-jun, E-mail: 535530515@qq.com

【Abstract】 Objective To evaluate the predictive value of late gadolinium enhancement-cardiac magnetic resonance imaging (LGE-CMR) on cardiovascular events in patients with chronic heart failure. **Methods** From creating database to January 2018, databases such as PubMed, EMBASE, The Cochrane Library, CNKI, Wanfang Data Knowledge Service Platform and VIP were searched by computer to collect related studies about prognosis in chronic heart failure patients undergoing LGE-CMR examination. According to LGE-CMR examination results, patients were divided into LGE (+) group (with myocardial late enhancement) and LGE (-) group (without myocardial late enhancement), incidence of cardiovascular events such as cardiac death, ventricular arrhythmia and heart failure-induced re-hospitalization rate were compared between the two group; RevMan 5.3 software was used to carry out the Meta-analysis. **Results** A total of 10 literatures were involved eventually, including 1 509 patients, thereinto 414 were ischemic heart disease, the other 1 095 were non ischemic heart disease. Meta-analysis results showed that, cardiac mortality [OR=4.26, 95%CI (2.59, 7.01)] and incidence of ventricular arrhythmia [OR=5.61, 95%CI (3.91, 8.04)] in LGE (+) group were statistically significantly higher than

those in LGE (-) group ($P < 0.05$); subgroup analysis results showed that, incidence of ventricular arrhythmia in patients with ischemic heart disease, with non ischemic heart disease, with implantation of ICD in LGE (+) group was statistically significantly higher than that in patients with ischemic heart disease, with non ischemic heart disease, with implantation of ICD in LGE (-) group ($P < 0.05$). No statistically significant differences of heart failure-induced re-hospitalization rate was found between the two groups [$OR = 1.71$, $95\%CI (0.69, 4.28)$, $P = 0.25$]. Sensitivity analysis results showed that, estimation value of the 10 involved literatures was belong to confidence interval of the total effect value, verified that the Meta-analysis results are relatively stable; Begg's test results showed that, there was no publication bias in the literatures that reported cardiac mortality, incidence of ventricular arrhythmia and heart failure-induced re-hospitalization rate ($P > 0.05$). **Conclusion** Based on existing literatures, risk of cardiac death and ventricular arrhythmias in chronic heart failure patients with LGE-CMR showed myocardial late enhancement is relatively high, but LGE-CMR has limit predictive value on heart failure-induced re-hospitalization.

【 Key words 】 Chronic heart failure; Late gadolinium enhancement; Cardiac magnetic resonance imaging; Cardiovascular events; Meta-analysis

心力衰竭是由于心脏结构或功能异常导致心室充盈或射血功能异常的一组临床综合征,分为急性心力衰竭和慢性心力衰竭,后者是各种心脏疾病的终末阶段。目前,除常规抗心力衰竭药物治疗外,部分慢性心力衰竭患者需植入埋藏式心律转复除颤器(implanted cardioverter-defibrillator, ICD),以预防恶性心律失常、猝死等心血管事件的发生^[1-2]。左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)是评价ICD适应证的重要参考指标,但近年来随着研究深入,人们逐渐认识到LVEF对心力衰竭患者心血管事件的预测价值有限^[3]。而应用延迟钆增强-心脏磁共振成像(LGE-CMR)检出心肌瘢痕可识别高危心力衰竭患者,进而指导患者使用ICD^[4],但目前尚缺乏多中心、大样本量研究证实其对心力衰竭患者心血管事件的预测价值。本研究采用Meta分析方法评价LGE-CMR对慢性心力衰竭患者心血管事件的预测价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 检索策略 计算机检索PubMed、EMBASE、The Cochrane Library、中国知网(CNKI)、万方数据知识服务平台、维普网(VIP)等数据库,检索行LGE-CMR检查的慢性心力衰竭患者的预后,并手动检索其参考文献,检索时间为建库至2018年1月。中文检索词为“慢性心力衰竭”“心脏磁共振成像”“室性心动过速”“埋藏式心律转复除颤器”“猝死”;英文检索词为“chronic heart failure”“cardiac magnetic resonance imaging”“cardioversion”“ventricular tachycardia”“implantable cardioverter defibrillator”“death”。

1.2 文献纳入与排除标准

1.2.1 文献纳入标准 (1)研究类型:队列研究和随机对照研究,语种为中英文,盲法不限;(2)研究对象:行LGE-CMR检查的慢性心力衰竭患者,均符合《2016年欧洲心脏病学会(ESC)急慢性心力衰竭诊断和治疗指南》^[5]中的慢性心力衰竭诊断标准;(3)暴露因素:根据LGE-CMR检查结果是否存在心肌延迟强化分为LGE(+)组与LGE(-)组,心肌延迟强化定义为增强扫描后信号强度大于远处参考区域心肌信号强度的2倍标准差;(4)结局指标:心源性死亡、

室性心律失常、心力衰竭再入院等心血管事件。

1.2.2 文献排除标准 (1)重复文献;(2)同一机构报道了相似随访区间及研究结果的2篇文献中的低质量文献;(3)研究数据不完整且联系作者不能获取有效数据。

1.3 数据提取 由2位研究者独立筛选文献,采用自制资料提取表提取资料,并交叉核对,如遇分歧则咨询第三方协商解决,缺乏资料尽量与作者联系予以补充,提取内容包括:纳入文献的基本特征[包括第一作者、发表年份、例数、年龄、高血压、糖尿病、纽约心脏病协会(NYHA)分级、射血分数(EF)及结局指标]和文献质量评价指标(包括组间的选择偏倚、组间的可比性、结果的确定)。

1.4 文献质量评价标准 采用纽卡斯尔-渥太华量表(NOS)评价纳入文献的质量,该量表由组间的选择偏倚(0~4分)、组间的可比性(0~2分)、结果的确定(0~3分)组成,满分9分,NOS评分5~9分判定为文献质量较高。

1.5 统计学方法 采用RevMan 5.3软件进行Meta分析,计数资料采用OR及其95%CI表示,文献间的异质性分析采用 χ^2 检验(检验水准 $\alpha = 0.1$),若 $I^2 < 50\%$ 且 $P > 0.1$,表明各文献间无统计学异质性,采用固定效应模型进行Meta分析;若 $I^2 \geq 50\%$ 且 $P \leq 0.1$,表明各文献间有统计学异质性,分析异质性来源,排除临床异质性后采用随机效应模型进行Meta分析。文献的发表偏倚采用Begg's test检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果 初检898篇文献,根据文献纳入与排除标准最终纳入10篇文献^[4, 6-14],均为队列研究及英文文献;包括1509例患者,其中缺血性心脏病患者414例、非缺血性心脏病患者1095例。文献筛选流程图见图1。

2.2 纳入文献的基本特征及质量评价结果 10篇文献均为高质量文献,纳入文献的基本特征及质量评价结果见表1~2。

2.3 Meta分析结果

2.3.1 心源性死亡率 5篇文献^[6-7, 9, 11, 13]报道了心源性死亡率,均为非缺血性心力衰竭患者,各文献间无统计学异质性($I^2 = 23\%$, $P = 0.27$),采用固定效应模型进行Meta分析;结果显示,LGE(+)组患者心源性死亡率高于LGE(-)

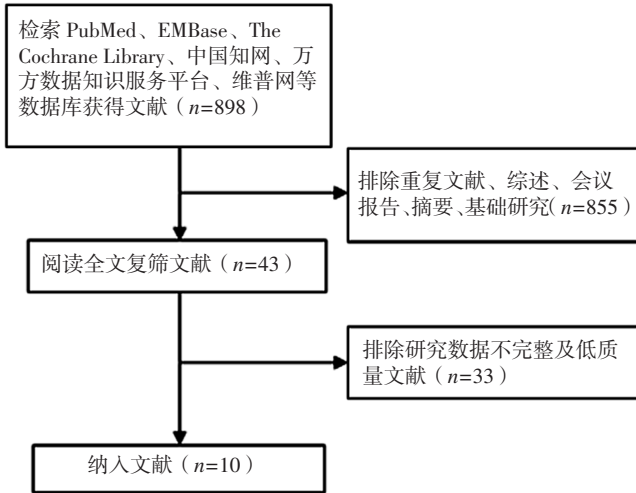


图1 文献筛选流程

Figure 1 Flow chart for literature screening

表2 纳入文献的基本特征及质量评价结果 (缺血性心脏病患者)

Table 2 General characteristics and quality evaluation results of the involved literatures (ischemic heart disease patients)

第一作者	发表年份	例数	年龄 (岁)	高血压 [n(%)]	糖尿病 [n(%)]	NYHA 分 级 (级)	EF (%)	结局 指标	NOS 评 分 (分)
ROES ^[4]	2009	91	65±11	36(40)	23(25)	2.5±0.7	28±9	②	7
SCOTT ^[10]	2013	257	66±11	100(39)	70(27)	-	22-39	②	6
ALEXANDRE ^[12]	2013	66	63±11	28(42)	16(24)	1.98±0.7	23±8	②	6

注: “-”表示无相关数据

组, 差异有统计学意义 [OR=4.26, 95%CI (2.59, 7.01), P<0.000 01, 见图2]。

2.3.2 室性心律失常发生率 10 篇文献^[4, 6-14]报道了室性心律失常发生率, 各文献间无统计学异质性 (I²=2%, P=0.42), 采用固定效应模型进行 Meta 分析; 结果显示, LGE (+) 组患者室性心律失常发生率高于 LGE (-) 组, 差异有统计学意义 [OR=5.61, 95%CI (3.91, 8.04), P<0.000 01, 见图3]。

2.3.2.1 非缺血性心力衰竭 7 篇文献^[6-8, 11, 13-14]研究对象为非缺血性心力衰竭患者, 各文献间无统计学异质性 (I²=27%, P=0.23), 采用固定效应模型进行 Meta 分析; 结果显示, LGE (+) 组非缺血性心力衰竭患者室性心律失常发生率高于 LGE (-)

组非缺血性心力衰竭患者, 差异有统计学意义 [OR=5.93, 95%CI (3.93, 8.96), P<0.000 01, 见图3]。

2.3.2.2 缺血性心力衰竭 3 篇文献^[4, 10, 12]研究对象为缺血性心力衰竭患者, 各文献间无统计学异质性 (I²=0, P=0.65), 采用固定效应模型进行 Meta 分析; 结果显示, LGE (+) 组缺血性心力衰竭患者室性心律失常发生率高于 LGE (-) 组缺血性心力衰竭患者, 差异有统计学意义 [OR=4.68, 95%CI (2.23, 9.81), P<0.000 1, 见图3]。

2.3.2.3 植入 ICD 患者 7 篇文献^[4, 7-12]研究对象为植入 ICD 患者, 各文献间无统计学异质性 (I²=24%, P=0.24), 采用固定效应模型进行 Meta 分析; 结果显示, LGE (+) 组植入 ICD 患者室性心律失常 (包括无须 ICD 干预的短阵室性心动过速和 ICD 干预的持续性室性心动过速) 发生率高于 LGE (-)

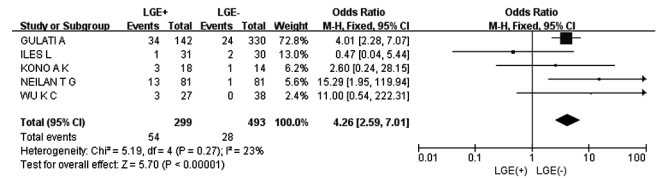


图2 LGE (+) 组与 LGE (-) 组患者心源性死亡率比较的森林图
Figure 2 Forest plot for comparison of cardiac mortality between LGE (+) group and LGE (-) group

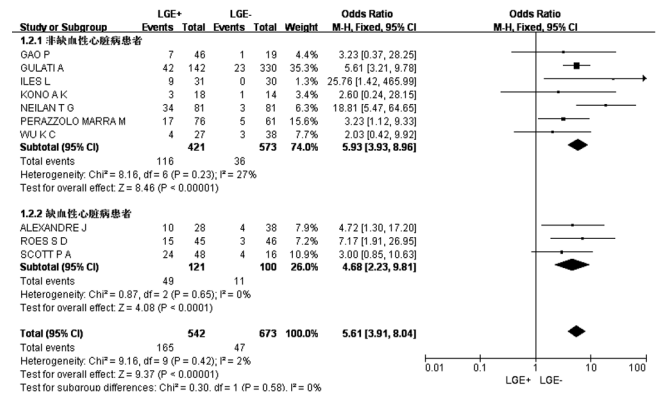


图3 LGE (+) 组与 LGE (-) 组患者室性心律失常发生率比较的森林图
Figure 3 Forest plot for comparison of incidence of ventricular arrhythmia between LGE (+) group and LGE (-) group

表1 纳入文献的基本特征及质量评价结果 (非缺血性心脏病患者)

Table 1 General characteristics and quality evaluation results of the involved literatures (non-ischemic heart disease patients)

第一作者	发表年份	例数	年龄 (岁)	高血压 [n(%)]	糖尿病 [n(%)]	NYHA 分 级 (级)	EF (%)	结局 指标	NOS 评 分 (分)
KONO ^[6]	2010	32	61±12	8 (25)	12 (38)	-	21±12	①②③	8
ILES ^[7]	2011	103	54±13	-	-	(2, 3) ^a	26±9	①②	9
GAO ^[8]	2012	124	61±11	64 (52)	30 (24)	2.5±0.9	26±7	②	7
WU ^[9]	2013	65	55±11	-	-	2.2±0.7	24±9	①②③	7
NEILAN ^[11]	2013	162	55±14	63 (39)	41 (25)	2.4±0.5	26±8	①②	9
GULATI ^[13]	2013	472	51±11	-	35 (7)	2.0±0.5	37±8	①②③	8
PERAZZOLO MARRA ^[14]	2014	137	(37, 70) ^a	-	-	2.2±0.8	(28, 40) ^a	②③	7

注: “-”表示无相关数据; NYHA=纽约心脏病协会, EF=射血分数, NOS=纽卡斯尔-渥太华量表; ^a为以(上四分位数, 下四分位数)表示; ①为心源性死亡率, ②为室性心律失常发生率, ③为心力衰竭再入院率

组植入 ICD 患者, 差异有统计学意义 [OR=6.65, 95%CI (3.38, 11.37), P<0.000 01, 见图 4]。

2.3.3 心力衰竭再入院率 4 篇文献 [6, 9, 13-14] 报道了心力衰竭再入院率, 均为非缺血性心力衰竭患者, 各文献间有统计学异质性 (I²=65%, P=0.04), 采用随机效应模型进行 Meta 分析; 结果显示, 两组患者心力衰竭再入院率比较, 差异无统计学意义 [OR=1.71, 95%CI (0.69, 4.28), P=0.25, 见图 5]。

2.4 敏感性分析 敏感性分析结果显示, 10 篇文献的估计值均在总效应值可信区间内, 提示结果较为稳定, 见图 6。

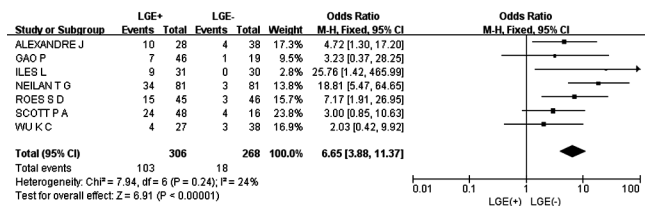


图 4 LGE (+) 组与 LGE (-) 组植入 ICD 患者室性心律失常发生率比较的森林图

Figure 4 Forest plot for comparison of incidence ventricular arrhythmia in patients with implantation of ICD between LGE (+) group and LGE (-) group

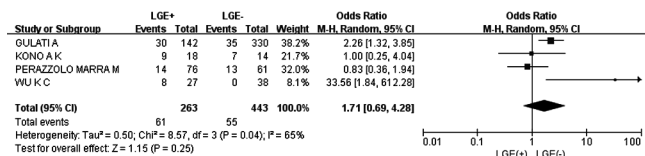


图 5 LGE (+) 组与 LGE (-) 组患者心力衰竭再入院率比较的森林图
Figure 5 Forest plot for comparison of heart failure-induced re-hospitalization rate between LGE (+) group and LGE (-) group

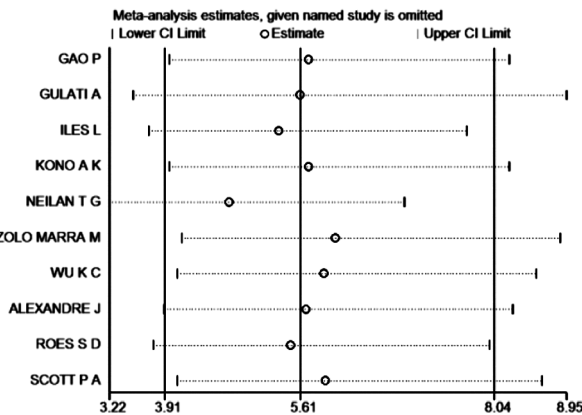


图 6 敏感性分析结果
Figure 6 Sensitivity analysis results

2.5 发表偏倚 Begg's test 检验结果显示, 报道心源性死亡率 ($t=3.28, P=0.73$)、室性心律失常发生率 ($t=3.73, P=0.47$) 及心力衰竭再入院率 ($t=5.92, P=0.30$) 的文献间无发表偏倚。

3 讨论

慢性心力衰竭是各种心脏疾病发展的终末阶段, 其中

50% 以上中度慢性心力衰竭患者死于严重室性心律失常所致的心源性猝死 (SCD) [1], 而 ICD 能降低心力衰竭患者 SCD 发生率, 故目前推荐将 ICD 用于心力衰竭患者一级及二级预防。尽管目前有指南推荐植入 ICD 的适应证主要依据 LVEF 和 NYHA 分级, 但许多 LVEF>35% 的患者仍发生 SCD, 许多 LVEF<35% 的患者却是 SCD 低危人群 [3]。既往有循证证据显示, ICD 的不适宜放电可增加心力衰竭患者病死率, 甚至 ICD 适宜放电、抗心动过速起搏也会增加患者病死率 [15-16], 故临床亟须寻找能有效评价心力衰竭患者预后的方法。

目前, 心内膜组织活检被认为是检测心肌纤维化的“金标准”, 但其属于有创操作, 且钳夹部位可能影响检测结果, 故临床应用受限。近年来随着影像技术发展, LGE-CMR 可作为检测心肌纤维化的一个可行的无创检查方法。多个研究结果显示, CMR 延迟增强范围与心肌纤维化范围几乎完全吻合; 此外, LGE 与心肌纤维化组织学标志物及异常强化区明显相关 [17]。一项采用 LGE-CMR 评估 349 例缺血性心脏病患者心肌纤维化程度的研究显示, 心肌瘢痕超过心肌组织 30% 可作为 SCD 的独立预测因子及心脏移植的明确指征 [18]。ASSOMULL 等 [19] 研究对症状性扩张型心肌病患者行 CMR 检查, 结果显示, 35% 的患者存在室壁中层纤维化, 且室壁中层纤维化与全因病死率及心血管事件住院率高度相关, 提示室壁中层纤维化可作为症状性扩张型心肌病患者病死率及住院率的有效预测因子。

本 Meta 分析结果显示, LGE (+) 组患者心源性死亡率和室性心律失常发生率高于 LGE (-) 组, 与 SUJITH 等 [20] 研究结果一致, 提示 LGE-CMR 结果显示存在心肌延迟强化患者心源性死亡、室性心律失常发生率较高, 为了减少病因不同导致的异质性, 本研究进行亚组分析, 结果仍支持上述结论; 但两组患者心力衰竭再入院率间无差异, 与 MULLER 等 [21] 研究结果不符, 但两篇 Meta 分析纳入文献数量均较少, 可靠性较差, 故 LGE-CMR 对心力衰竭再入院率的预测价值仍需进一步探讨。

基于现有文献, LGE-CMR 结果显示存在心肌延迟强化患者心源性死亡、室性心律失常发生率较高, 但对心力衰竭再入院率的预测价值有限。本 Meta 分析存在以下局限: (1) 本研究仅纳入英文文献, 可能带来一定偏倚; (2) LGE-CMR 评价心肌瘢痕的量化指标尚未统一, 可能导致纳入文献间存在一定异质性。因此, 本 Meta 分析结果仍需更多高质量、大样本量、多中心随机对照研究进一步证实。

参考文献

[1] GREENBERG H, CASE R B, MOSS A J, et al. Analysis of mortality events in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial MADIT- II [J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 43(8): 1459-1465. DOI: 10.1016/j.jacc.2003.11.038.

[2] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断及治疗指南 2014 [J]. 中华心血管病杂志, 2014, 42(2): 98-122. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2014.02.004.

[3] KLEM I, WEINSAFT J W, BAHNSON T D, et al. Assessment of

- myocardial scarring improves risk stratification in patients evaluated for cardiac defibrillator implantation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60 (5): 408-420. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.02.070.
- [4] ROES S D, BORLEFFS C J, VAN DER GEEST R J, et al. Infarct tissue heterogeneity assessed with contrast-enhanced MRI predicts spontaneous ventricular arrhythmia in patients with ischemic cardiomyopathy and implantable cardioverter-defibrillator [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2009, 2 (3): 183-190. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.108.826529.
- [5] PONIKOWSKI P, VOORS A A, ANKER S D, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37 (27): 2129-2200. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw128.
- [6] KONO A K, ISHII K, KUMAGAI H, et al. Late gadolinium enhancement on cardiac magnetic resonance imaging: is it associated with a higher incidence of nonsustained ventricular tachycardia in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy? [J]. *Jpn J Radiol*, 2010, 28 (5): 355-361. DOI: 10.1007/s11660-010-0433-1.
- [7] ILES L, PFLUGER H, LEFKOVITS L, et al. Myocardial fibrosis predicts appropriate device therapy in patients with implantable cardioverter-defibrillators for primary prevention of sudden cardiac death [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 57 (7): 821-828. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.06.062.
- [8] GAO P, YEE R, GULA L, et al. Prediction of arrhythmic events in ischemic and dilated cardiomyopathy patients referred for implantable cardiac defibrillator: evaluation of multiple scar quantification measures for late gadolinium enhancement magnetic resonance imaging [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2012, 5 (4): 448-456. DOI: 10.1161/circimaging.111.971549.
- [9] WU K C, GERSTENBLITH G, GUALLAR E, et al. Combined cardiac magnetic resonance imaging and C-reactive protein levels identify a cohort at low risk for defibrillator firings and death [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2012, 5 (2): 178-186. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.111.968024.
- [10] SCOTT P A, ROSENGARTEN J A, MURDAY D C, et al. Left ventricular scar burden specifies the potential for ventricular arrhythmogenesis: an LGE-CMR study [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2013, 24 (4): 430-436. DOI: 10.1111/jce.12035.
- [11] NEILAN T G, COELHO-FILHO O R, DANIK S B, et al. CMR quantification of myocardial scar provides additive prognostic information in nonischemic cardiomyopathy [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2013, 6 (9): 944-954. DOI: 10.1016/j.jcmg.2013.05.013.
- [12] ALEXANDRE J, SALOUX E, DUGUE A E, et al. Scar extent evaluated by late gadolinium enhancement CMR: a powerful predictor of long term appropriate ICD therapy in patients with coronary artery disease [J]. *J Cardiovasc Magn Reson*, 2013, 15 (1): 1-11. DOI: 10.1186/1532-429x-15-12.
- [13] GULATI A, JABBOUR A, ISMAIL T F, et al. Association of fibrosis with mortality and sudden cardiac death in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy [J]. *JAMA*, 2013, 309 (9): 896-908. DOI: 10.1001/jama.2013.1363.
- [14] PERAZZOLO MARRA M, DE LAZZARI M, ZORZI A, et al. Impact of the presence and amount of myocardial fibrosis by cardiac magnetic resonance on arrhythmic outcome and sudden cardiac death in nonischemic dilated cardiomyopathy [J]. *Heart Rhythm*, 2014, 11 (5): 856-863. DOI: 10.1016/j.hrthm.2014.01.014.
- [15] KLEEMANN T, STRAUSS M, KOURAKI K, et al. Clinical course and prognostic relevance of antitachycardia pacing-terminated ventricular tachyarrhythmias in implantable cardioverterdefibrillator patients [J]. *Europace*, 2015, 17 (7): 1068-1075. DOI: 10.1093/europace/euv007.
- [16] POOLE J E, JOHNSON G W, HELLKAMP A S, et al. Prognostic importance of defibrillator shocks in patients with heart failure [J]. *N Engl J Med*, 2008, 359 (10): 1009-1017. DOI: 10.1056/NEJMoa071098.
- [17] PAPAVALSILIU T, SCHNABEL P, SCHRODER M, et al. CMR scarring in a patient with hypertrophic cardiomyopathy correlates well with histological findings of fibrosis [J]. *Eur Heart J*, 2005, 26 (22): 2395. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi518.
- [18] KWON D H, HALLEY C M, CARRIGAN T P, et al. Extent of left ventricular scar predicts outcomes in ischemic cardiomyopathy patients with significantly reduced systolic function: a delayed hyperenhancement cardiac magnetic resonance study [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2009, 2 (1): 34-44. DOI: 10.1016/j.jcmg.2008.09.010.
- [19] ASSOMULL R G, PRASAD S K, LYNE J, et al. Cardiovascular magnetic resonance, fibrosis, and prognosis in dilated cardiomyopathy [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 48 (10): 1977-1985. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.07.049.
- [20] SUJITH K, NEBIYU A, ARABINDRA B K, et al. Late Gadolinium Enhancement on CMR Predicts Adverse Cardiovascular Outcomes in Non-ischemic Cardiomyopathy: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2014, 7 (2): 250-258. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.113.001144.
- [21] MULLER K A, MULLER I, KRAMER U, et al. Prognostic value of contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging in patients with newly diagnosed non-ischemic cardiomyopathy: Cohort Study [J]. *PLoS One*, 2013, 8 (2): e57077. DOI: 10.1371/journal.pone.0057077.

(收稿日期: 2018-02-20; 修回日期: 2018-05-16)

(本文编辑: 谢武英)