

· 心血管 MR 影像学专题 ·

基于心脏磁共振组织追踪初步探究左心房功能预测缺血性心脏病患者预后的价值

束晶苇, 李小虎, 胡翀, 赵韧, 王婷婷, 赵玲玲, 俞宏林, 李仁民, 王玉萍, 刘斌, 余永强

【摘要】 目的:初步探究左心房功能预测缺血性心脏病患者出现主要不良心血管事件(MACEs)的价值。**方法:**回顾性搜集 2018 年 10 月—2020 年 7 月共 30 名确诊缺血性心脏病患者,在二腔心、四腔心层面分别勾画左心房储存期、导管期以及泵血期的心内膜、心外膜轮廓,得到各期左心房容积,采用心脏磁共振组织追踪技术自动生成左心房应变-时间曲线以及应变率-时间曲线并得到左心房三期射血分数、应变以及应变率。采用受试者操作特征(ROC)曲线计算左心房功能参数对于缺血性心脏病患者出现 MACEs 的预测价值。采用 Bland-Altman 图评价两位有心脏磁共振诊断经验的医生测量左心房功能参数的一致性。**结果:**MACEs 组左心房储存期射血分数 $[(37.85 \pm 13.86)\% \text{ vs. } (48.40 \pm 10.95)\%, P=0.028]$ 、应变 $[13.40(7.25, 15.80)\% \text{ vs. } 19.20(13.38, 24.68)\%, P=0.011]$ 、导管期应变 $[4.6(2.65, 7.38)\% \text{ vs. } 9.2(6.5, 11.20)\%, P=0.003]$ 以及泵血期应变率 $[-0.65(-1.3, -0.5)/s \text{ vs. } -1.55(-1.83, -1.00)/s, P=0.003]$ 均小于无 MACEs 组,差异均有统计学意义。MACEs 组左心房三期容积标化值 $[(68.54 \pm 19.84) \text{ mL/m}^2 \text{ vs. } (39.22 \pm 11.68) \text{ mL/m}^2, (42.93 \pm 14.84) \text{ mL/m}^2 \text{ vs. } (20.69 \pm 7.75) \text{ mL/m}^2, (54.21 \pm 21.44) \text{ mL/m}^2 \text{ vs. } (29.57 \pm 10.94) \text{ mL/m}^2]$ 均显著大于无 MACEs 组($P < 0.001$)。ROC 曲线提示左心房三期容积标化值、导管期应变、储存期应变以及泵血期应变率曲线下面积较大($AUC > 0.75, P < 0.05$),对预测预后有一定价值。两位医生测量左心房功能参数的组内和组间一致性良好。**结论:**左心房三期容积指数增大、应变降低对预测缺血性心脏病患者出现 MACEs 具有一定的预测价值。

【关键词】 缺血性心脏病; 左心房; 磁共振成像; 组织追踪技术; 心肌形变; 预后

【中图分类号】 R445.2; R542.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2021)03-0288-08

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.03.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The prognostic value of left atrial function assessed by cardiovascular magnetic resonance tissue tracking in ischemic heart disease SHU Jing-wei, LI Xiao-hu, HU Chong, et al. The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China

【Abstract】 Objective: To explore the prognostic value of left atrial (LA) function in major adverse cardiovascular events (MACEs) after ischemic heart disease (IHD). **Methods:** A total of 30 patients with IHD diagnosed in our hospital from October 2018 to July 2020 were consecutively recruited. The LA reservoir, conduit and booster volumes were derived from two-chamber and four-chamber by cardiac magnetic resonance tissue tracking (CMR-TT). The strain-time curve and strain rate-time curve of LA were generated automatically by CVI42, and then ejection fraction (EF), strain and strain rate of three phases were calculated. The prognostic value of LA function parameters were evaluated by curve of receiver operating characteristic (ROC). Bland-Altman methods was used to analyze the repeatability of LA function parameters measured by two radiologists specialized in CMR diagnosis. **Results:** During follow-ups, MACEs always occurred in patients with lower LA reservoir EF $[(37.85 \pm 13.86)\% \text{ vs. } (48.40 \pm 10.95)\%, P=0.028]$ and strain $[13.40(7.25, 15.80)\% \text{ vs. } 19.20(13.38, 24.68)\%, P=0.011]$, conduit strain $[4.6(2.65, 7.38)\% \text{ vs. } 9.2(6.5, 11.20)\%, P=0.003]$, booster strain rate $[-0.65(-1.3, -0.5)/s \text{ vs. } -1.55(-1.83, -1.00)/s, P=0.003]$. The LA volume index

作者单位: 230022 合肥, 安徽医科大学第一附属医院

作者简介: 束晶苇(1995—), 女, 安徽合肥人, 硕士研究生, 主要从事心血管影像诊断研究。

通信作者: 余永强, E-mail: cjr.yuyongqiang@vip.163.com

基金项目: 国家自然科学基金(82071897、81970446), 安徽省自然科学基金科技攻关项目(201904a07020060)

of MACEs $[(68.54 \pm 19.84) \text{ mL/m}^2 \text{ vs. } (39.22 \pm 11.68) \text{ mL/m}^2, (42.93 \pm 14.84) \text{ mL/m}^2 \text{ vs. } (20.69 \pm 7.75) \text{ mL/m}^2, (54.21 \pm 21.44) \text{ mL/m}^2 \text{ vs. } (29.57 \pm 10.94) \text{ mL/m}^2]$ was significantly higher than that of non-MACEs ($P < 0.001$). ROC curves showed LA conduit strain, LA reservoir strain and LA booster strain rate ($\text{AUC} > 0.75, P < 0.05$), which reminded certain value for prognosis. The two doctors who were blinded to patients' information measured LA functional parameters, which showed good intra- and inter-group consistency. **Conclusion:** The increase of LA volume index and decrease of LA strain of three phases provide certain prognostic value for the occurrence of MACEs after IHD.

【Key words】 Ischemic heart disease; Left atrial; Magnetic resonance imaging; Tissue tracking; Myocardial strain; Prognosis

近年来,中国慢性心血管疾病的患病率和死亡率呈上升趋势,缺血性心脏病成为中国居民过早死亡的主要原因之一^[1]。有研究表明左心房容积增大与缺血性心脏病患者出现主要不良心血管事件(major adverse cardiovascular events, MACEs)相关^[2]。相对于心脏彩超,心脏磁共振对左心房壁的显示更加清晰。心脏磁共振特征追踪(cardiac magnetic resonance tissue tracking, CMR-TT)技术可在常规电影序列得到左心房三期功能参数,并可消除体积指数对功能参数的影响。目前对缺血性心脏病与左心房各期功能相关性的研究较少,本研究拟采用 CMR-TT 技术评估左心房功能预测缺血性心脏病患者预后的价值。

材料与方法

1. 一般资料

搜集 2018 年 10 月—2020 年 8 月安徽医科大学第一附属医院确诊的缺血性心脏病患者 30 例,其中男 21 例,女 9 例,年龄 40~76 岁。纳入标准:①行冠脉造影术(coronary angiography, CAG)明确至少有一支病变,且狭窄程度 $\geq 50\%$;②行心脏磁共振检查并提示缺血性心脏病。排除标准:①既往有心肌再灌注手术史;②既往有非缺血性扩心病病史;③图像质量差。本研究为回顾性,医院伦理委员会批准研究免除患者签署知情同意书。

2. 检查方法

采用 Philips Ingenia 3.0T MR 成像仪、16 通道表面相控阵心脏线圈合并心电门控(ECG)技术。患者静息状态仰卧位,依次采集黑血序列、左心室长轴(二腔、三腔、四腔)以及覆盖左心室心尖至二尖瓣口多层短轴电影序列,主要参数:FOV 300 mm $\times$ 300 mm, TR 2.9 ms, TE 1.5 ms, 翻转角 45°, 层厚 8 mm;延迟增强(late gadolinium enhancement, LGE)图像在静脉注入 0.2 mmol/kg 对比剂钆喷酸葡胺后 10~15 min 开始采集,采集层面与电影序列相同,序列采用相位敏感快速反转恢复序列,主要参数:FOV 300 mm $\times$ 300 mm, TR 6.1 ms, TE 3.0 ms, 翻转角 35°, 层厚

8 mm。

采用心脏后处理软件(CVI42, Alberta, Canada, 5.11.4) STRAIN 模块在二腔心、四腔心图像上分析得到左心房应变、应变率,确定左心室舒张末期、收缩末期后,分别于相应期相勾画左心房内膜及外膜,注意避开肺静脉及左心耳,可自动生成左心房纵向应变的时间-应变曲线以及时间-应变率曲线,得到左心房储存期应变(Es)、应变率(SRs),左心房导管期应变(Ee)、左心房导管期应变率(SRe),左心房泵血期应变(Ea)、左心房泵血期应变率(SRa)。其中 $Ee = Es - Ea$ 。

采用 Biplanar Function 模块,在二腔心、四腔心上进行左心房心内膜自动绘制并调整避开肺静脉及左心耳,得到各期容积:左心房最大容积(LA Vmax),左心房最小容积(LA Vmin),计算得到左心房收缩前容积(LA Vpac) $= (0.85 \times A4c \times A2c) / L$, A4c、A2c 分别为左心房收缩前四腔心、二腔心左心房面积, L 取左心房收缩前四腔心及二腔心中较大的左心房长径。由左心房容积计算左心房功能:左心房储存期射血分数(LAEF reservoir) $= [(V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max}] \times 100\%$, 左心房导管期射血分数(LAEF conduit) $= [(V_{\max} - V_{\text{pac}}) / V_{\max}] \times 100\%$, 左心房泵血期射血分数(LAEF booster) $= [(V_{\text{pac}} - V_{\min}) / V_{\text{pac}}] \times 100\%$ 。采用 SAX Function 模块在短轴图像上分析得到左心室心功能。测得所有容积数据均根据体表面积(BSA, Mosteller 公式)进行标化^[3]。

以出现 MACEs 为临床观察终点,以患者入院时间为起始(观察截止时间为 2020 年 10 月 30 日)记录患者在观察时间内出现:①全因性死亡;②心肌再灌注术后再次心肌梗死、严重肺部感染、肾脏衰竭或多脏器衰竭;③室性心律失常、房颤;④保守治疗患者再次入院,记录确诊缺血性心脏病后第一次入院的时间。当同一患者出现两个临床终点,以出现等级更高的临床终点为观察终点,例如一位患者在心肌再灌注术后出现多脏器衰竭后死亡,则以全因性死亡作为观察终点^[4]。

3. 重复性检验

在组内随机抽取 15 例患者,由 2 名有心脏磁共振诊断经验的医师分别同时测量左心房功能参数。为评价组内一致性,由其中 1 名医师在 2 周后再次测量上述患者左心房功能参数。采用 Bland-Altman 图检验分别评价组内及组间一致性。两位医师均对患者的临床信息不知情。

4. 统计学方法

采用 SPSS 20.0 及 Medcalc 19.0 软件进行数据分析。观测的连续性计量资料,服从正态分布者用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验进行比较;非正态分布者用中位数(四分位间距)[$M(Q1, Q3)$]表示,采用 Mann-Whitney U 检验进行比较。由于样本量较小,所有连续性计量资料均采用 Shapiro-Wilk 法检验正态性。双向无序分类资料比较采用 Fisher 确切概率法。采用 Medcalc 19.0 软件绘制受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评价左心房功能参数对于缺血性心脏病患者出现 MACEs 的预测价值,采用 De Long 法计算 ROC 曲线下面积(area under curve, AUC)并根据 Youden J 指数估算最佳截断值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入 30 例患者。观察期间出现 MACEs 患者 12 例,其中 3 例为心肌再灌注术后死亡,2 例为心肌再灌注术后心肌梗死,2 例为心肌再灌注术后出现严重肺部感染,4 例为保守治疗后因充血性心衰再次入院,1 例接受保守治疗后出现室性心律

失常;无 MACEs 患者共 18 例,其中接受心肌再灌注治疗 10 例,保守治疗 8 例。

1. 基本资料

MACEs 组(男 7 例),年龄 61 ± 10 岁,无 MACEs 组(男 15 例),年龄 59 ± 10 岁。两组间性别、年龄以及常见心血管危险因素(吸烟、高血压、高血脂、糖尿病及 BSA)等临床资料的差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 MACE 组与无 MACE 组临床参数对比

参数	MACE 组 (n=12)	无 MACE 组 (n=18)	t 值	P 值*
年龄(岁)	61.18±10.15	59.42±9.97	-0.463	0.647
男性(例)	7(58%)	15(38%)	—	0.210
心率(次/分)	87(72,97)	76(66,86)	—	0.162
心血管危险因素(例)				
吸烟	2(17%)	9(50%)	—	0.121
高血压	14(58%)	7(39%)	—	0.457
高血脂	6(50%)	11(61%)	—	0.711
糖尿病	4(33%)	1(5.6%)	—	0.128
BSA(m ²)	1.66±0.23	1.74±0.12	1.240	0.225
收缩压(mmHg)	129.09±18.95	119.37±18.69	-1.366	0.183
舒张压(mmHg)	79.82±13.47	73.89±11.39	-1.284	0.210

2. 左心室功能比较

MACEs 组左心室射血分数低于无 MACEs 组,差异有统计学意义[(29.51±10.07)% vs. (37.55±11.53)%, $P < 0.05$]。MACEs 组左心室收缩末期容积标化值、舒张末期容积标化值以及 LGE 百分比[(182.00±56.22)mL/m² vs. (137.69±36.20)mL/m², (130.01±43.47)mL/m² vs. (88.70±34.53)mL/m², (47.53±19.09)% vs. (34.39±10.49)%, $P < 0.05$]均高于无 MACEs 组,差异有统计学意义,见表 2。

3. 左心房功能比较

表 2 MACE 组与无 MACE 组患者左心室与左心房功能差异性的分析结果

参数	MACE 组	无 MACE 组	Z/t 值	P 值
左心室功能				
LVEF(%)	29.51±10.07	37.55±11.53	1.965	0.044 ^s
CI[L/(min·m ²)]	4.37±1.93	3.76±1.13	-1.099	0.281
EDV/BSA(mL/m ²)	182.00±56.22	137.69±36.20	-2.634	0.014 ^s
ESV/BSA(mL/m ²)	130.01±43.47	88.70±34.53	-2.895	0.007 ^s
SV/BSA(mL/m ²)	48.2(43.73,107.51)	48.91(39.11,67.17)	-0.042	0.966
MM ED/BSA(g/m ²)	92.33±29.54	76.37±17.02	-1.880	0.071
MM ES/BSA(g/m ²)	115.14±36.87	96.84±23.46	-1.666	0.107
LGE(%)	47.53±19.09	34.39±10.49	-2.176	0.045 ^s
左心房功能				
储容期射血分数(%)	37.85±13.86	48.40±10.95	2.325	0.028 ^s
导管期射血分数(%)	22.93±14.32	25.98±11.97	0.631	0.533
泵血期射血分数(%)	18.82±12.24	30.12±11.73	2.540	0.017 ^s
储容期应变(%)	13.40(7.25,15.80)	19.20(13.38,24.68)	-2.541	0.011 ^s
导管期应变(%)	4.6(2.65,7.38)	9.2(6.5,11.20)	-2.987	0.003 ^s
泵血期应变(%)	7.61±4.78	10.66±4.46	1.786	0.085
储容期应变率(/s)	0.7(0.5,1.0)	0.95(0.75,1.13)	-1.618	0.106
导管期应变率(/s)	-0.61±0.30	-0.89±0.34	-1.987	0.057
泵血期应变率(/s)	-0.65(-1.3,-0.5)	-1.55(-1.83,-1.00)	-3.019	0.003 ^s
Vmax/BSA(mL/m ²)	68.54±19.84	39.22±11.68	-5.103	<0.001 [*]
Vmin/BSA(mL/m ²)	42.93±14.84	20.69±7.75	-5.383	<0.001 [*]
Vpac/BSA(mL/m ²)	54.21±21.44	29.57±10.94	-4.153	<0.001 [*]

注:LVEF 为左心室射血分数,CI 为心指数,EDV/BSA 为左心室舒张末期左心室容积标化值,ESV/BSA 为左心室收缩末期左心室容积标化值,SV/BSA 为左心室每分搏出量标化值,MM ED/BSA 为左心室舒张末期左心室心肌质量标化值,MM ES/BSA 为左心室收缩末期左心室心肌质量标化值,Vmax/BSA 为左心房最大容积标化值,Vmin/BSA 为左心房最小容积标化值,Vpac/BSA 为左心房收缩前容积标化值。^s $P < 0.05$,^{*} $P < 0.001$ 。

MACEs 组左心房储存期射血分数 $[(37.85 \pm 13.86)\% \text{ vs. } (48.40 \pm 10.95)\%, P = 0.028]$ 、应变 $[13.40\% (7.25\%, 15.80\%) \text{ vs. } 19.20\% (13.38\%, 24.68\%), P = 0.011]$ 、导管期应变 $[4.6\% (2.65\%, 7.38\%) \text{ vs. } 9.2\% (6.5\%, 11.20\%), P = 0.003]$ 以及泵血期射血分数 $[(18.82 \pm 12.24)\% \text{ vs. } (30.12 \pm 11.73)\%, P = 0.017]$ 、应变率 $[-0.65/\text{s} (-1.3/\text{s}, -0.5/\text{s}) \text{ vs. } -1.55/\text{s} (-1.83/\text{s}, -1.00/\text{s}), P = 0.003]$ 均小于无 MACEs 组, 差异均有统计学意义。MACEs 组左心房三期容积标化值 $[(68.54 \pm 19.84)\text{mL}/\text{m}^2 \text{ vs. } (39.22 \pm 11.68)\text{mL}/\text{m}^2, (42.93 \pm 14.84)\text{mL}/\text{m}^2 \text{ vs. } (20.69 \pm 7.75)\text{mL}/\text{m}^2, (54.21 \pm 21.44)\text{mL}/\text{m}^2 \text{ vs. } (29.57 \pm 10.94)\text{mL}/\text{m}^2]$ 均显著大于无 MACEs 组 ($P < 0.001$, 图 1、2, 表 2)。

4. 左心房功能对于缺血性心脏病患者出现 MACEs 的预测效能

左心房三期容积指数 AUC 最大 (AUC 为 0.83~0.88, $P < 0.001$), 敏感度 74%~83%, 特异度 93%~100%, 均高于其他功能参数。在其余左心房功能参数中, 导管期、储存期应变以及泵血期应变率 AUC 较大

($\text{AUC} > 0.75, P < 0.05$), 敏感度 67%~92%, 特异度 56%~89% (图 3, 表 3)。

表 3 左心房参数对缺血性心脏病患者出现 MACE 预测价值

参数	截断值	敏感度	特异度	AUC	P 值
储存期射血分数	≤ 44.33	0.75	0.67	0.72	0.03 ^{\$}
导管期射血分数	≤ 18.62	0.50	0.83	0.62	0.28
泵血期射血分数	≤ 21.05	0.67	0.78	0.73	0.01 ^{\$}
储存期应变	≤ 18.6	0.92	0.56	0.78	0.002 ^{\$}
导管期应变	≤ 7.6	0.92	0.72	0.83	$< 0.001^{*+}$
泵血期应变	≤ 5.9	0.50	1.00	0.71	0.06
储存期应变率	≤ 0.7	0.58	0.78	0.68	0.10
导管期应变率	> -0.8	0.75	0.67	0.71	0.04 ^{\$}
泵血期应变率	> -0.8	0.67	0.89	0.83	$< 0.001^{*+}$
Vmax/BSA	> 60.15	0.75	1.00	0.88	$< 0.001^{*+}$
Vmin/BSA	> 32.65	0.83	1.00	0.88	$< 0.001^{*+}$
Vpac/BSA	> 41.06	0.83	0.94	0.85	$< 0.001^{*+}$
LGE	> 34.75	0.75	0.61	0.70	0.05

注: Vmax/BSA 为左心房最大容积标化值, Vmin/BSA 为左心房最小容积标化值, Vpac/BSA 为左心房收缩前容积标化值。^{\$} $P < 0.05$, ⁺ $P < 0.001$, ⁺ $\text{AUC} > 0.75$ 。

5. 重复性检验

绘制左心房各组功能参数组内及组间测量值的 Bland-Altman 散点图, 各组参数位于 95%CI 之外的数据点比例均小于 5%, 提示组内及组间测量值重复性良好 (图 4、5, 表 4)。

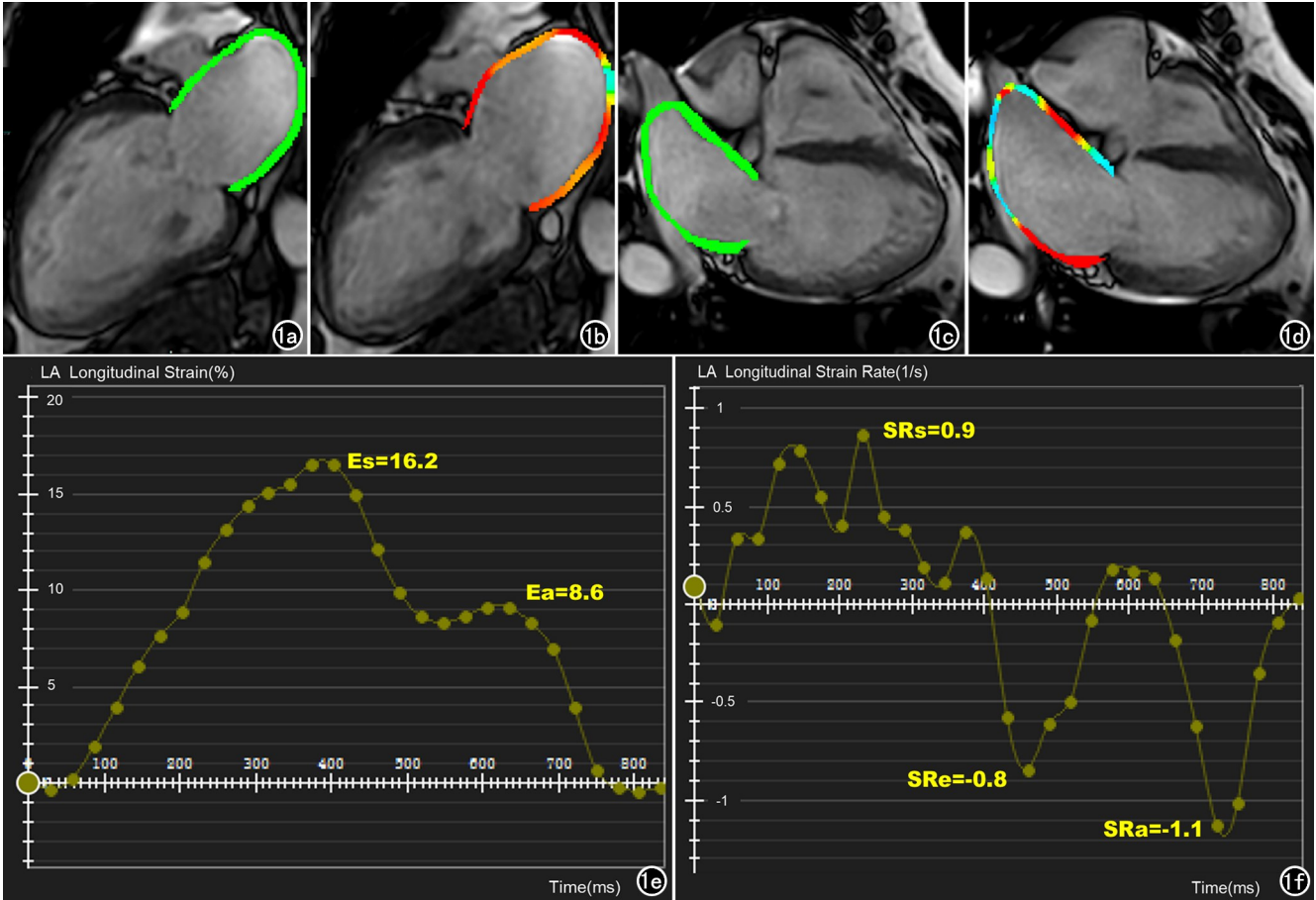


图 1 MACE 组, 女, 68 岁, 心肌再灌注术后 4 天多器官衰竭死亡。a~d 为左心房伪彩轮廓为纵向应变追踪。a) 左心室舒张末期二腔心; b) 左心室收缩末期二腔心; c) 左心室舒张末期四腔心; d) 左心室舒张末期四腔心; e) 左心房应变-时间曲线; f) 左心房应变率-时间曲线。

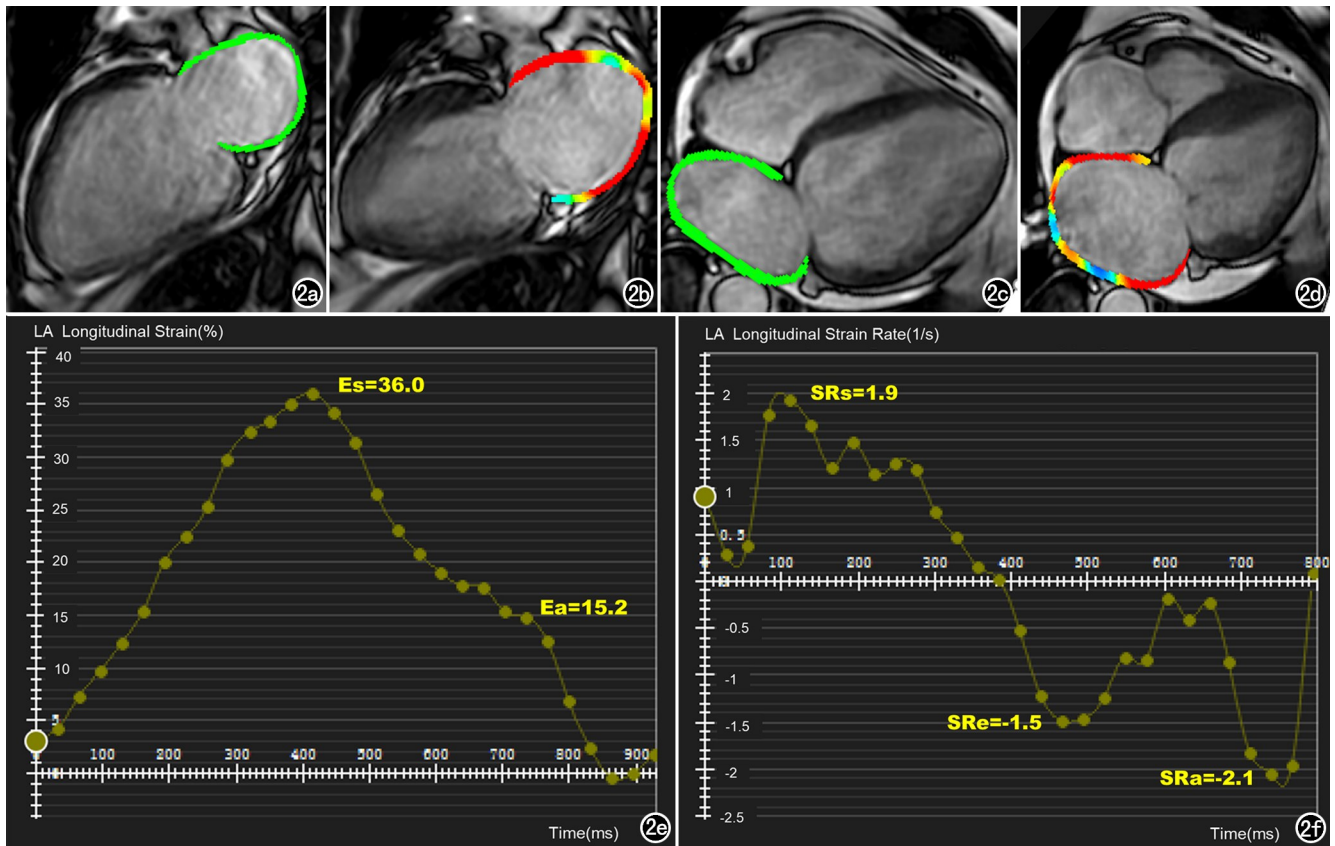


图2 无 MACE 组,男,51 岁,心肌再灌注术后观察期内未出现 MACE。a~d 为左心房伪彩轮廓为纵向应变追踪。a)左心室舒张末期二腔心;b)左心室收缩末期二腔心;c)左心室舒张末期四腔心;d)左心室舒张末期四腔心;e)左心房应变-时间曲线;f)左心房应变率-时间曲线。

表 4 左心房功能参数组内组间一致性评价

参数	组内一致性				组间一致性			
	X	95% CI	95%CI 外数据点	P 值	X	95% CI	95%CI 外数据点	P 值
射血分数(%)								
储存期	-0.40	-2.13~1.33	0	0.10	-0.49	-2.45~1.48	0	0.08
导管期	0.29	-2.73~3.32	0	0.47	-0.44	-2.27~1.39	0	0.09
泵血期	-0.41	-2.55~1.74	0	0.17	-0.15	-1.86~1.56	0	0.52
应变(%)								
储存期	0.06	-1.12~1.24	0	0.71	-0.01	-0.82~0.79	0	0.90
导管期	0.19	-1.18~1.56	0	0.32	0.17	-0.60~0.93	0	0.12
泵血期	-0.13	-0.67~0.42	0	0.10	0.06	-0.42~0.54	0	0.36
应变率 (/s)								
储存期	-0.01	-0.25~0.23	0	0.84	-0.05	-0.25~0.16	0	0.11
导管期	0.02	-0.19~0.23	0	0.49	-0.03	-0.22~0.16	0	0.21
泵血期	-0.03	-0.37~0.30	0	0.46	-0.05	-0.27~0.17	0	0.13

注:X 表示两测量值之差的平均值。

讨 论

缺血性心脏病最常见病因是冠状动脉粥样硬化导致冠状动脉狭窄甚至闭塞并引起缺血性心肌损伤,最终导致左心室收缩功能减低。左心房与左心室不仅在解剖上紧密相连,在生理上也密切相关。储存期时左心房作为储存器在左心室收缩期和等容舒张期储存肺静脉回流的血液;导管期时左心房作为管道在左心室舒张早期将左心房内的血液输送至左心室;泵血期

时左心房作为泵血器在舒张末期主动将心房内的血液泵入心室^[5]。当缺血性心脏病患者出现左心室功能异常时可以直接导致左心房的功能改变,而心肌组织追踪成像不仅可以分析室壁力学改变,并且对定量评估心肌功能改变具有重要价值^[6]。因此左心房应变及应变率对左心房功能改变较敏感并且可以消除左心房容积对左心房功能测量的影响^[7]。

本研究发现 MACEs 组患者的左心房储存期射血分数、应变,导管期应变以及泵血期射血分数、应变率

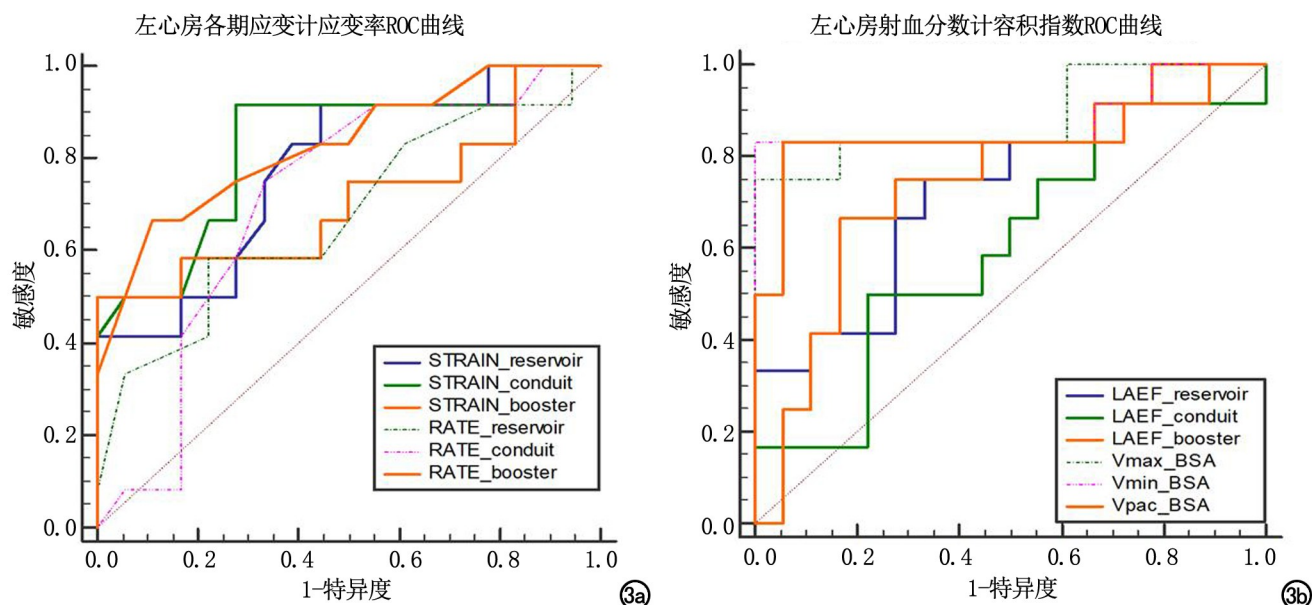


图 3 a)左心房射血分数及容积标准化值对缺血性心脏病患者出现 MACE 预测效能的 ROC 曲线;b)左心房应变及应变率对缺血性心脏病患者出现 MACE 预测效能的 ROC 曲线。LAEF_reservoir 为左心房储存期射血分数,LAEF_conduit 为左心房导管期射血分数,LAEF_booster 为左心房泵血期射血分数;Vmax_BSA 为左心房最大容积标准化值,Vmin_BSA 为左心房最小容积标准化值,Vpac_BSA 为左心房收缩前容积标准化值;STRAIN_reservoir 为左心房储存期应变,STRAIN_conduit 为左心房导管期应变,STRAIN_booster 为左心房泵血期应变;RATE_reservoir 为左心房储存期应变率,RATE_conduit 为左心房导管期应变率,RATE_booster 为左心房泵血期应变率。

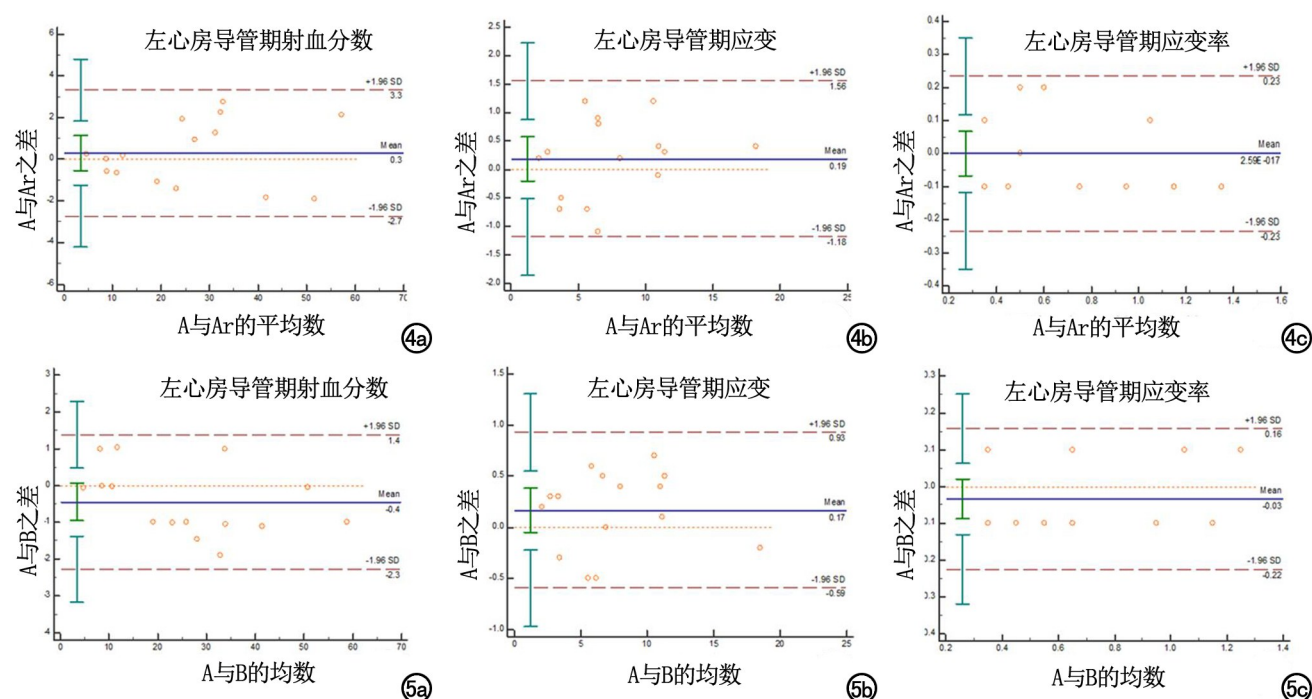


图 4 检验左心房功能参数组内一致性的 Bland-Altman 散点图。A 表示医生 A 第一次测量值,Ar 表示医生 A 两周后的测量值。图 5 检验左心房功能参数组间一致性的 Bland-Altman 散点图。A 表示医生 A 第一次测量值,B 表示医生 B 的测量值。

均低于未出现 MACEs 组患者,这与 Leng 等^[4]的结果有部分重合,其研究结果为 MACEs 组的各期左心房功能均小于未出现 MACEs 组,可能是因其研究对象 LVEF 平均值高于本研究 $[(52 \pm 11)\% \text{ vs. } (34 \pm 11)\%]$,提示本研究纳入对象的左心室功能已有明确受损,这是两组的左心房功能只有部分参数出现了差异的主要原因。本研究中两组间左心房最大容积指数、最小容积指数以及左心房收缩前容积指数均有明显差异($P < 0.001$),在左心房功能对于缺血性心脏病患者出现 MACEs 的预测价值中,左心房三期容积指数 ROC 曲线下面积最大(AUC 为 $0.83 \sim 0.88$, $P < 0.001$),敏感度 $74\% \sim 83\%$,特异度 $93\% \sim 100\%$,均高于其他功能参数,本研究与以往研究发现已证实左心房容积增大是很多心血管疾病出现 MACEs 的可靠预测因子一致。

本研究在左心房功能以及应变的 ROC 曲线观察中,预测效能较好(AUC > 0.75 , $P < 0.05$)的参数有导管期、储存期应变以及泵血期应变率,其中以导管期应变及泵血期应变率 AUC 较大(AUC 均为 0.83 , $P < 0.001$),由此提示以上参数对缺血性心脏病患者出现 MACEs 均有预测价值。对缺血性心脏病患者出现 MACEs 有明确预测价值的 LGE 在本研究中表现的预测效能(AUC 为 0.70 , $P = 0.05$)较左心房功能弱,考虑由于纳入患者心功能严重受损导致 LGE 预测效能降低。Andreas 等^[7]研究结果显示在调整了包括已知的心血管风险等临床因素和心脏磁共振中有预测价值参数等干扰因素之后,左心房储存期应变低于 18.8% 可作为急性心肌梗塞后预测不良心血管事件的独立预测因子。Leng 等^[4]研究结果表明在调整干扰因素后,储存期应变小于 22% 或者导管期应变小于 10% 可作为预测 ST 段抬高的急性心肌梗塞患者出现不良预后的独立预测因子。本研究结果提示当储存期应变低于 18.6% 或导管期应变低于 7.6% 时,对缺血性心脏病患者出现 MACEs 有预测价值,与 Andreas 等^[7]及 Leng 等^[4]研究结果类似,但是截断值低于前两个研究,原因可能与本研究入选对象左心室功能整体低于上述两个研究入选对象有关,并且本研究因病例数较少、随访时间较短以及死亡病例无法追溯首发症状的时间导致无法排除干扰因素,从而出现左心房三期应变及应变率均有预测价值的结果。左心房功能下降与 MACE 的发生相关,对此可能解释的有:①左心房储存期功能可一定程度反映左心房的顺应性。对于缺血性心脏病患者,由于左心室顺应性下降,导致左心房压力上升,良好的储存期功能反映左心房具有良好顺应性,可以承受更大的左心房压力。因此左心房储存期功能良好的患者出现 MACE 的风险较小。②

左心房的导管期功能在左心房重塑初期以及过程中受到持续性影响,且与左心室重塑及顺应性变化无关。因此导管期功能的变化被认为是可以早期反映左心房功能变化的参数。③左心房的泵血期功能可以部分代偿心衰。对于射血分数保留的心衰患者,由于当左心室心肌受损时表现为舒张功能首先受损,此时左心房泵血功能代偿性增加以维持体循环与肺循环之间的压力差。随着心脏功能的进一步受损,左心房泵血功能因出现失代偿而下降^[8-9]。综上所述本研究结果表明左心房应变对于缺血性心脏病患者出现 MACEs 具有一定的预测价值。

本研究存在一定局限性:①由于是回顾性分析,大部分纳入的病例行心脏磁共振检查时间距离首次出现症状的时间不明确,无法确定入组时患者的病程;②入组病例均为住院病人,且无年龄、性别匹配的健康对照组,导致本研究结果有一定的选择性偏倚;③随访时间较短,本次研究平均随访时间为 10 个月,进行时间相关的预测效能分析价值不大,部分可能出现 MACEs 的患者可能因为随访时间不足未出现终点事件;④病例数较少,本研究共纳入 30 例患者,无法进行多因素回归分析以排除临床已证实的心血管危险因素例如急性心肌梗死后的微循环障碍^[10]等因素的干扰。

本研究初步探究了采用心脏磁共振组织追踪技术测量左心房三期射血分数、应变以及应变率对缺血性心脏病患者发生 MACEs 的预测价值,其中左心房三期容积指数增大以及三期应变减小对缺血性心脏病患者出现 MACEs 具有一定的预测价值。左心房功能具有广阔的研究前景^[11],且可为多种心血管疾病的预后提供更多的预测信息^[5,12-13],但是左心房各期射血分数、应变以及应变率的测量方法以及正常参考值仍缺乏统一的标准,还需要长期和大量的临床研究去确定。

参考文献:

- [1] Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Lancet, 2019, 394 (10204): 1145-1158.
- [2] Hoit BD. Left atrial size and function: role in prognosis[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 63(6): 493-505.
- [3] Kowallick JT, Morton G, Lamata P, et al. Quantification of atrial dynamics using cardiovascular magnetic resonance: inter-study reproducibility[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2015, 17(1): 36.
- [4] Leng S, Ge H, He J, et al. Long-term prognostic value of cardiac MRI left atrial strain in ST-segment elevation myocardial infarction[J]. Radiology, 2020, 296(2): 299-309.
- [5] Blume GG, Mcleod CJ, Barnes ME, et al. Left atrial function: physiology, assessment, and clinical implications[J]. Eur J Echocardiogr, 2011, 12(6): 421-430.
- [6] 时园园, 张勇, 程敬亮, 等. 磁共振心肌组织追踪技术定量评估高血

- 压性心脏病左心室心肌形变[J].放射学实践,2020,35(7):873-877.
- [7] Schuster A, Backhaus SJ, Stiermaier T, et al. Left atrial function with MRI enables prediction of cardiovascular events after myocardial infarction: Insights from the AIDA STEMI and TATORT NSTEMI Trials[J]. Radiology, 2019, 293(2): 292-302.
- [8] Antoni ML, Ten Brinke EA, Atary JZ, et al. Left atrial strain is related to adverse events in patients after acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention[J]. Heart, 2011, 97(16): 1332-1337.
- [9] von Roeder M, Rommel KP, Kowallick JT, et al. Influence of left atrial function on exercise capacity and left ventricular function in patients with heart failure and preserved ejection fraction[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2017, 10(4): e005467.
- [10] 晏秉曦, 常莹, 任美吉, 等. 心肌应变力检测急性心肌梗死再灌注术后微循环障碍: 基于特征追踪心脏 MRI[J]. 放射学实践, 2020, 35(8): 1025-1029.
- [11] Kowallick JT, Kutty S, Edelmann F, et al. Quantification of left atrial strain and strain rate using cardiovascular magnetic resonance myocardial feature tracking: A feasibility study[J]. J Cardiovasc Magn Reson, 2014, 16(1): 60.
- [12] Bernardini A, Camporeale A, Pieroni M, et al. Atrial dysfunction assessed by cardiac magnetic resonance as an early marker of fabry cardiomyopathy[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2020, 13(10): 2262-2264.
- [13] Dodson JA, Neilan TG, Shah RV, et al. Left atrial passive emptying function determined by cardiac magnetic resonance predicts atrial fibrillation recurrence after pulmonary vein isolation[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2014, 7(4): 586-592.

(收稿日期: 2020-11-10 修回日期: 2021-01-06)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于2008年3月1号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页→点击“作者投稿”→按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度)→用新注册的用户名和密码登录→点击“作者投稿”进入稿件管理页面→点击“我要投稿”→浏览文件→上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以WORD格式上传,图表粘贴在文章中)→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录→点击“作者查稿”进入稿件管理页面→点击左侧导航栏“我的稿件库”→“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-69378385 15926283035