



(OSID 码)

· 论著 ·

老年肥厚型心肌病患者并发肺高血压的影响因素及其预测模型的预测价值研究

姚元滨¹, 李卫², 刘彦民²

【摘要】 背景 老年肥厚型心肌病 (HCM) 并肺高血压患者的病死率高, 预后差, 而目前有关老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素报道较少。**目的** 分析老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素及其预测模型的预测价值。**方法** 选取 2016 年 6 月—2018 年 12 月于青海省人民医院收治的老年 HCM 患者 80 例, 根据是否并发肺高血压分为观察组 (HCM 并肺高血压患者, $n=22$) 和对照组 (单纯性 HCM 患者, $n=58$)。比较两组患者一般资料 {包括性别、年龄、体质指数、病程、收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP)、基础疾病 [包括慢性阻塞性肺疾病 (COPD)、高血压、糖尿病]}、心功能指标 [包括左心室舒张末期内径 (LVEDD)、左心房内径 (LAD)、左心室收缩末期内径 (LVESD)、左心室射血分数 (LVEF)、纽约心脏病协会 (NYHA) 分级]、实验室检查指标 [包括总胆固醇 (TC)、白蛋白 (Alb)、超敏 C 反应蛋白 (hs-CRP)、N 末端脑钠肽前体 (NT-proBNP)、胱抑素 C (Cys-C)]。老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素分析采用多因素 Logistic 回归分析; 绘制受试者特征工作曲线 (ROC 曲线) 以分析预测模型对老年 HCM 并发肺高血压的预测价值。**结果** 两组患者性别、体质指数、病程、SBP、DBP、基础疾病、LVESD、TC 比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 观察组患者年龄、hs-CRP、NT-proBNP、Cys-C 高于对照组, LVEDD、LAD 长于对照组, LVEF、Alb 低于对照组, NYHA 分级劣于对照组 ($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, LVEDD [$OR=1.773$, 95%CI (1.205, 2.609)]、LVEF [$OR=0.716$, 95%CI (0.585, 0.876)]、NYHA 分级 [$OR=1.907$, 95%CI (1.354, 2.686)]、NT-proBNP [$OR=3.117$, 95%CI (1.329, 7.311)] 是老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素 ($P<0.05$)。根据多因素 Logistic 回归分析结果建立预测模型: $P=1/[1+e^{(7.041-0.573X_2+0.334X_4-0.646X_5-1.137X_9)}]$, e 为自然对数, X_2 为 LVEDD, X_4 为 LVEF, X_5 为 NYHA 分级, X_9 为 NT-proBNP。预测模型预测老年 HCM 患者并发肺高血压的 ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.755 [95%CI (0.645, 0.866)], 灵敏度为 0.727, 特异度为 0.603。**结论** LVEDD、LVEF、NYHA 分级、NT-proBNP 是老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素, 且预测模型对患者具有一定预测价值。

【关键词】 心肌病, 肥厚性; 高血压, 肺性; 影响因素分析; 预测模型; 预测价值

【中图分类号】 R 542.2 R 544 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2020.05.009

姚元滨, 李卫, 刘彦民. 老年肥厚型心肌病患者并发肺高血压的影响因素及其预测模型的预测价值研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28 (5): 46-50. [www.syxnf.net]

YAO Y B, LI W, LIU Y M. Influencing factors of pulmonary hypertension in elderly patients with hypertrophic cardiomyopathy and predictive value of its predictive model [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2020, 28 (5): 46-50.

Influencing Factors of Pulmonary Hypertension in Elderly Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy and Predictive Value of Its Predictive Model YAO Yuanbin¹, LI Wei², LIU Yanmin²

1.Department of Emergency Medicine, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining 810007, China

2.Department of Cardiology, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining 810007, China

Corresponding author: LIU Yanmin, E-mail: 13997245699@163.com

【Abstract】 **Background** Elderly patients with hypertrophic cardiomyopathy (HCM) complicated with pulmonary hypertension have high mortality and poor prognosis, but there is few reports about influencing factors on elderly HCM patients complicated with pulmonary hypertension.**Objective** To analyze influencing factors of pulmonary hypertension in elderly patients with HCM and predictive value of its predictive model.**Methods** A total of 80 elderly patients with HCM in Qinghai Provincial People's Hospital from June 2016 to December 2018 were selected, they were divided into observation group (HCM complicated with pulmonary hypertension, $n=22$) and control group (HCM without pulmonary hypertension, $n=58$).

1.810007 青海省西宁市, 青海省人民医院急诊内科 2.810007 青海省西宁市, 青海省人民医院心内科

通信作者: 刘彦民, E-mail: 13997245699@163.com

The general data [including gender, age, BMI, course of disease, SBP, DBP and basic diseases (including COPD, hypertension, diabetes)], cardiac function indexes (including LVEDD, LAD, LVEDS, LVEF, NYHA grade) and laboratory inspection indexes (including TC, Alb, hs-CRP, NT-proBNP and Cys-C) between the two groups were compared. The influencing factors of pulmonary hypertension in elderly patients with HCM were analyzed by multivariate Logistic regression. ROC curve was drawn to evaluate the predictive value of prediction model of pulmonary hypertension in elderly patients with HCM. **Results** There was no statistically significant difference in gender, BMI, course of disease, SBP, DBP, basic diseases, LVEDS or TC between the two groups ($P>0.05$); age, hs-CRP, NT-proBNP and Cys-C in observation group were statistically significantly higher than those in control group, LVEDD and LAD in observation group were statistically significantly longer than those in control group, LVEF and Alb in observation group were statistically significantly lower than those in control group, while NYHA grade in observation group was statistically significantly worse than that in control group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis results showed that, LVEDD [$OR=1.773$, 95%CI (1.205, 2.609)], LVEF [$OR=0.716$, 95%CI (0.585, 0.876)], NYHA grade [$OR=1.907$, 95%CI (1.354, 2.686)] and NT-proBNP [$OR=3.117$, 95%CI (1.329, 7.311)] were influencing factors of pulmonary hypertension in elderly patients with HCM ($P<0.05$). Predictive model was established according to the results of multivariate Logistic regression analysis: $P=1/[1+e^{(7.041-0.573X_2+0.334X_4-0.646X_5-1.137X_9)}]$, e was natural logarithm, X_2 was LVEDD, X_4 was LVEF, X_5 was NYHA grade and X_9 was NT-proBNP. ROC curve showed that, AUC, sensitivity and specificity of predictive model in elderly HCM patients complicated with pulmonary hypertension was 0.755 [95%CI (0.645, 0.866)], 0.727 and 0.603, respectively. **Conclusion**

LVEDD, LVEF, NYHA grade and NT-proBNP are influencing factors of elderly HCM patients complicated with pulmonary hypertension, and prediction model has predictive value on elderly HCM patients complicated with pulmonary hypertension.

【Key words】 Cardiomyopathy, hypertrophic; Hypertension, pulmonary; Root cause analysis; Predictive model; Predictive value

肥厚型心肌病(hypertrophic cardiomyopathy, HCM)属于家族性常染色体显性遗传病,以心室肥厚和腔室缩小为主要病理表现,并伴有心室舒张功能障碍^[1]。其中老年HCM患者因机体功能衰退,病情易进展,发生左心室充盈受限和压力增高,进而诱发肺高血压,增加患者病死率^[2-3]。目前有关老年HCM伴肺高血压的相关因素报道较少见。本研究旨在分析老年HCM患者并发肺高血压的影响因素,并建立预测模型,为临床干预提供依据以改善患者预后,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2016年6月—2018年12月青海省人民医院收治的老年HCM患者80例,符合欧洲心脏病学会(ESC)指南标准中HCM的诊断标准^[4]:超声检查结果示左心室壁出现1个或多个节段厚度 ≥ 13 mm,且无明确病因。排除标准:(1)年龄 <65 岁;(2)既往有精神病史或依从性差不能完成检查者;(3)临床资料不完整者。根据患者是否并发肺高血压[肺动脉收缩压(sPAP) ≥ 40 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)]^[5]将其分为观察组($n=22$, HCM并肺高血压患者)和对照组($n=58$, 单纯性HCM患者)。本研究经青海省人民医院医学伦理委员会审核批准,患者均对本研究内容知情并签署知情同意书。

1.2 观察指标

1.2.1 一般资料 记录所有患者的一般资料,包括性别、年龄、体质指数、病程、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、

基础疾病[包括慢性阻塞性肺疾病(COPD)、高血压、糖尿病]。

1.2.2 心功能指标 所有患者接受超声检查,取左侧卧位,采用飞利浦Affiniti 50超声系统,配5 MHz频率,多角度、多切面扫描,采集超声图像,记录左心室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)、左心房内径(left atrial diameter, LAD)、左心室收缩末期内径(left ventricular end systolic diameter, LVEDS)、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。根据纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)分级^[6]评估患者的心功能。

1.2.3 实验室检查指标 抽取所有患者空腹状态下肘静脉血5 ml,采用全自动血液生化分析仪检测总胆固醇(total cholesterol, TC)、白蛋白(albumin, Alb),采用酶联免疫吸附试验法检测超敏C反应蛋白(high sensitive-C-reactive protein, hs-CRP)、N末端脑钠肽前体(N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP),采用免疫比浊法检测胱抑素C(cystatin C, Cys-C),试剂盒均由基蛋生物科技股份有限公司提供,严格按照试剂盒说明书进行操作。

1.3 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件对数据进行处理。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以相对数表示,组间比较采用 χ^2 检验;等级资料比较采用秩和检验;老年HCM患

者并发肺高血压的影响因素分析采用多因素 Logistic 回归分析; 绘制受试者工作特征曲线 (re-ceiver operative characteristic curve, ROC 曲线) 以分析预测模型对老年 HCM 患者并发肺高血压的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 老年 HCM 患者并发肺高血压影响因素的单因素分析 两组患者性别、体质指数、病程、SBP、DBP、基础疾病、LVEDS、TC 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 观察组患者年龄、hs-CRP、NT-proBNP、Cys-C 高于对照组, LVEDD、LAD 长于对照组, LVEF、Alb 低于对照组, NYHA 分级劣于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$, 见表 1)。

2.2 老年 HCM 患者并发肺高血压影响因素的多因素 Logistic 回归分析 将单因素分析中有统计学意义的指标作为因变量, 将肺高血压作为自变量 (变量赋值见表 2), 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, LVEDD、LVEF、NYHA 分级、NT-proBNP 是老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素 ($P < 0.05$, 见表 3)。根据多因素 Logistic 回归分析结果建立预测模型: $P = 1 / [1 + e^{(7.041 - 0.573X_2 + 0.334X_4 - 0.646X_5 - 1.137X_9)}]$, e 为自然对数, X_2 为 LVEDD, X_4 为 LVEF, X_5 为 NYHA 分级, X_9 为 NT-proBNP。

2.3 预测价值 绘制 ROC 曲线, 预测模型预测老年

表 2 老年 HCM 患者并发肺高血压影响因素多因素 Logistic 回归分析的变量赋值

Table 2 Variable assignment of multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of pulmonary hypertension in elderly patients with HCM

变量	赋值
年龄	<75 岁 =0, ≥ 75 岁 =1
LVEDD	<65 mm=0, ≥ 65 mm=1
LAD	<45 mm=0, ≥ 45 mm=1
LVEF	≥ 55%=0, <55%=1
NYHA 分级	I ~ II 级 =0, III ~ IV 级 =1
Alb	≥ 35 g/L=0, <35 g/L=1
hs-CRP	<5.0 mg/L=0, ≥ 5.0 mg/L=1
NT-proBNP	<1 750 ng/L=0, ≥ 1 750 ng/L=1
Cys-C	<1.5 mg/L=0, ≥ 1.5 mg/L=1
肺高血压	未发生 =0, 发生 =1

HCM 患者并发肺高血压的 ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.755 [95%CI (0.645, 0.866)], 灵敏度为 0.727, 特异度为 0.603, 见图 1。

3 讨论

HCM 以心肌肥厚为主要病理变化, 并逐渐导致血管纤维化和血管硬化狭窄, 进而造成心室正常舒缩功能降低, 使左心室充盈升高和肺血管压力增加, 最终导致肺高血压的发生^[7]。超声斑点追踪等影像学技术在临床的广泛应用使 HCM 心室病理改变更加明确, 也增加

表 1 老年 HCM 患者并发肺高血压影响因素的单因素分析

Table 1 Single factor analysis of elderly HCM patients complicated with pulmonary hypertension

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	体质指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	病程 ($\bar{x} \pm s$, 年)	SBP ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	DBP ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	基础疾病 [n (%)]		
								COPD	高血压	糖尿病
对照组	58	40/18	72.3 ± 5.0	19.9 ± 1.2	2.6 ± 0.7	123 ± 7	79 ± 9	13 (22.4)	11 (19.0)	15 (25.9)
观察组	22	13/9	75.1 ± 4.9	20.4 ± 1.2	2.7 ± 0.9	124 ± 8	80 ± 10	6 (27.3)	5 (22.7)	7 (31.8)
检验统计量值		0.696 ^a	2.249	1.776	0.725	0.621	0.597	0.208 ^a	0.141 ^a	0.284 ^a
<i>P</i> 值		0.404	0.027	0.080	0.471	0.536	0.552	0.648	0.707	0.594

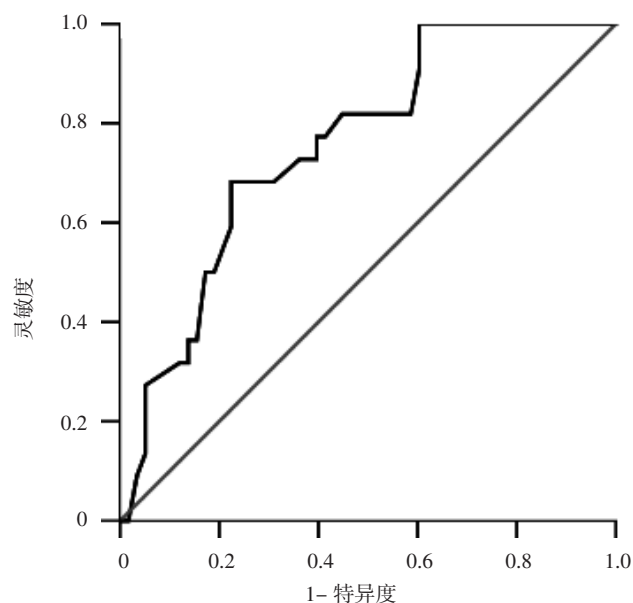
组别	LVEDD ($\bar{x} \pm s$, mm)	LAD ($\bar{x} \pm s$, mm)	LVEDS ($\bar{x} \pm s$, mm)	LVEF ($\bar{x} \pm s$, %)	NYHA 分级 [n (%)]			
					I 级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级
对照组	64 ± 10	45 ± 6	39 ± 3	59.1 ± 2.2	11 (19.0)	30 (51.7)	8 (13.8)	9 (15.5)
观察组	73 ± 8	52 ± 8	39 ± 4	55.8 ± 2.2	2 (9.1)	3 (13.6)	13 (59.1)	4 (18.2)
检验统计量值	3.404	3.714	0.117	6.079			19.104 ^b	
<i>P</i> 值	0.001	<0.001	0.907	<0.001			<0.001	

组别	TC ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	Alb ($\bar{x} \pm s$, g/L)	hs-CRP ($\bar{x} \pm s$, mg/L)	NT-proBNP ($\bar{x} \pm s$, ng/L)	Cys-C ($\bar{x} \pm s$, mg/L)
对照组	3.89 ± 1.08	34.1 ± 3.0	3.93 ± 1.29	1 585 ± 350	1.58 ± 0.75
观察组	4.02 ± 1.25	29.0 ± 3.8	4.79 ± 1.42	1 879 ± 410	2.03 ± 0.84
检验统计量值	0.460	6.423	2.590	3.205	2.318
<i>P</i> 值	0.647	<0.001	0.012	0.002	0.023

注: SBP=收缩压, DBP=舒张压, COPD=慢性阻塞性肺疾病, LVEDD=左心室舒张末期径, LAD=左心房内径, LVEDS=左心室收缩末期径, LVEF=左心室射血分数, NYHA=纽约心脏病协会, TC=总胆固醇, Alb=白蛋白, hs-CRP=超敏 C 反应蛋白, NT-proBNP=N 末端脑钠肽前体, Cys-C=胱抑素 C; ^a 为 χ^2 值, ^b 为 u 值, 余为 t 值

表 3 老年 HCM 患者并发肺高血压影响因素的多因素 Logistic 回归分析**Table 3** Multivariate Logistic regression analysis on influencing factors of pulmonary hypertension in elderly patients with HCM

变量	β	SE	Wald χ^2 值	P 值	OR (95%CI)
年龄	0.640	0.409	2.451	0.117	1.897 (0.851, 4.229)
LVEDD	0.573	0.197	8.447	0.004	1.773 (1.205, 2.609)
LAD	0.728	0.417	3.043	0.081	2.071 (0.914, 4.693)
LVEF	-0.334	0.103	10.500	0.001	0.716 (0.585, 0.876)
NYHA 分级	0.646	0.175	13.649	<0.001	1.907 (1.354, 2.686)
Alb	-0.980	0.577	2.888	0.089	0.375 (0.121, 1.162)
hs-CRP	1.062	0.710	2.236	0.135	2.891 (0.719, 11.624)
NT-proBNP	1.137	0.435	6.833	0.009	3.117 (1.329, 7.311)
Cys-C	0.342	0.215	2.522	0.112	1.408 (0.923, 2.148)

**图 1** 预测模型对老年 HCM 患者并发肺高血压预测价值的 ROC 曲线
Figure 1 ROC curve of predictive value of predictive model for elderly HCM patients complicated with pulmonary hypertension

了老年 HCM 的检出率^[8-9], 这有助于 HCM 并肺高血压患者的早期诊治^[10]。但部分 HCM 患者具有隐匿性和心脏猝死特点, 随着病理发展, 其并发肺高血压后的病死率更高^[11], 因而掌握 HCM 患者并发肺高血压的影响因素有助于指导临床采取防治措施, 降低 HCM 并肺高血压的发生率, 对改善患者预后具有重要意义。

本研究结果显示, LVEDD、LVEF、NYHA 分级、NT-proBNP 是老年 HCM 患者并发肺高血压患者的影响因素, 分析其发生机制可能为: (1) LAD 及心脏压力持续增加是肺高血压的重要诱发因素, 随着老年 HCM 患者 LVEDD 增加, 患者 LVEF 降低, 进而使心功能降低, 最终形成恶性循环, 促进肺淤血和肺高血压的发生、发展^[12]。(2) 研究表明, NT-proBNP 与心功能密切相关, 是衡量心肌功能的良好指标, 而 NT-proBNP 升高

多提示患者病情加重, 肺高血压发生风险升高^[13-14]。既往报道显示, 年龄也是 HCM 患者并发肺高血压的影响因素, 主要是随着年龄增加, 血管逐渐硬化, 心脏左房室瓣反流和心室功能障碍导致血流动力学改变^[15-16], 进而增加肺高血压发生风险。但本研究结果显示年龄并不是老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素, 结果不同的原因可能与本研究样本量较小、患者年龄间差异不大有关。另外, 有学者认为, 因雌激素信号传导和新陈代谢影响, 女性较男性更易发生肺高血压^[17], 但也有研究显示, 雌激素对肺血管有保护作用^[18-19]。但本研究结果显示, 老年 HCM 患者并发肺高血压与老年 HCM 患者性别间无统计学差异, 可能与样本量小有关, 而有关性别对 HCM 患者并发肺高血压的影响和具体机制还有待深入研究。

本研究根据多因素 Logistic 回归分析建立了对老年 HCM 患者并发肺高血压的预测模型, ROC 曲线分析显示 AUC 为 0.755, 提示预测模型对老年 HCM 患者并发肺高血压有一定预测价值, 可为临床干预提供指导, 以降低肺高血压发生风险。但本研究为回顾性分析, 未能全面收集患者临床资料, 且样本量较小, 可能影响结果, 因而有待今后的前瞻性、大样本量研究进行证实并完善。

综上所述, LVEDD、LVEF、NYHA 分级、NT-proBNP 是老年 HCM 患者并发肺高血压的影响因素, 且预测模型对 HCM 患者并发肺高血压具有一定预测价值。

作者贡献: 姚元滨进行文章的构思与设计, 撰写论文, 进行论文的修订; 李卫进行研究的实施与可行性分析, 结果的分析与解释; 姚元滨、李卫进行数据收集、整理并进行统计学处理; 姚元滨、刘彦民负责文章的质量控制及审校, 并对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] NAG S, TRIVEDI D V, SARKAR S S, et al. The myosin mesa and the basis of hypercontractility caused by hypertrophic cardiomyopathy mutations [J]. Nat Struct Mol Biol, 2017, 24 (6): 525-533. DOI: 10.1038/nsmb.3408.
- [2] 伍熙, 崔颢, 肖明虎, 等. 梗阻性肥厚型心肌病患者发生肺高血压的病例对照研究 [J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44 (12): 1010-1014. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2016.12.004.
- [3] MUSUMECI M B, MASTROMARINO V, CASENGHI M, et al. Pulmonary hypertension and clinical correlates in hypertrophic cardiomyopathy [J]. Int J Cardiol, 2017, 248: 326-332. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.07.010.
- [4] RYDÉN L, VAN DE WERF F, ARMSTRONG P W, et al. Corrections needed to 2016 ESC guideline and AHA scientific statement on heart failure [J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2017, 5 (5): 325-326. DOI: 10.1016/S2213-8587 (17) 30102-X.
- [5] 中华医学会心血管病学分会肺血管病学组, 中华心血管病杂

- 志编辑委员会. 中国肺高血压诊断和治疗指南 2018 [J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46 (12): 933-964. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.12.006.
- [6] RICKARD J, BASSIOUNY M, TEDFORD R J, et al. Long-term outcomes in patients with ambulatory New York heart association class III and IV heart failure undergoing cardiac resynchronization therapy [J]. *Am J Cardiol*, 2015, 115 (1): 82-85. DOI: 10.1016/j.amjcard.2014.09.052.
- [7] 宋昌鹏, 黄晓红, 郭颖, 等. 外科手术治疗肥厚型梗阻性心脏病合并主动脉瓣下隔膜 14 例临床特点及疗效 [J]. 中华心力衰竭和心肌病杂志, 2018, 2 (3): 161-164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-3076.2018.09.007.
- SONG C P, HUANG X H, GUO Y, et al. Clinical features and outcomes of surgical therapy in 14 patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy and subaortic membrane [J]. *Chinese Journal of Heart Failure and Cardiomyopathy*, 2018, 2 (3): 161-164. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2096-3076.2018.09.007.
- [8] GHERSIN I, GHERSIN E, ABADI S, et al. Assessment of diastolic function in hypertrophic cardiomyopathy by computed tomography-derived analysis of left ventricular filling [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2017, 41 (3): 339-343. DOI: 10.1097/RCT.0000000000000533.
- [9] 王春梅, 唐琪, 穆玉明, 等. 斑点追踪显像对心尖肥厚型心脏病左室功能的评价分析 [J]. 中国全科医学, 2011, 14 (20): 2308-2310. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2011.20.028.
- WANG C M, TANG Q, MU Y M, et al. Evaluation of left ventricular function in patients with apex-hypertrophy using speckle tracking imaging [J]. *Chinese General Practice*, 2011, 14 (20): 2308-2310. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2011.20.028.
- [10] 陈斌, 郭薇, 周丽英, 等. 实时三维超声心动图联合二维斑点追踪成像评价肥厚型心脏病患者左房功能的研究 [J]. 临床超声医学杂志, 2018, 20 (11): 721-725. DOI: 10.16245/j.cnki.issn1008-6978.2018.11.001.
- CHEN B, GUO W, ZHOU L Y, et al. Evaluation of left atrial function in patients with hypertrophic cardiomyopathy by real-time three-dimensional echocardiography and two-dimensional speckle tracking imaging [J]. *Journal of Clinical Ultrasound in Medicine*, 2018, 20 (11): 721-725. DOI: 10.16245/j.cnki.issn1008-6978.2018.11.001.
- [11] 伍熙, 黄晓红. 梗阻性肥厚型心脏病患者发生肺动脉高压的单一中心病例对照研究 [J]. 中国循环杂志, 2016, 31 (z1): 64.
- [12] MARON M S, MARON B J. Clinical impact of contemporary cardiovascular magnetic resonance imaging in hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Circulation*, 2015, 132 (4): 292-298. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.014283.
- [13] 程亚玲, 陈捷, 陈海燕, 等. 慢性心力衰竭患者血清可溶性 ST2、基质金属蛋白酶 2、基质金属蛋白酶 9 水平变化及其与心血管事件的关系研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27 (7): 27-31, 45. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.07.005.
- CHENG Y L, CHEN J, CHEN H Y, et al. Changes of serum levels of sST2, MMP-2, MMP-9 and their relations to cardiovascular events in patients with chronic heart failure [J]. *Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease*, 2019, 27 (7): 27-31, 45. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.07.005.
- [14] BOWER J K, LAZO M, MATSUSHITA K, et al. N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) and risk of hypertension in the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study [J]. *Am J Hypertens*, 2015, 28 (10): 1262-1266. DOI: 10.1093/ajh/hpv026.
- [15] 梅靖, 龚红萍, 倪雪松, 等. 肥厚型心肌病的超声心动图征象与肺动脉高压关系的探讨 [J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2012, 10 (5): 408-411, I0001.
- MEI J, GONG H P, NI X S, et al. The association between echocardiogram characteristics and pulmonary hypertension in hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Chinese Imaging Journal of Integrated Traditional and Western Medicine*, 2012, 10 (5): 408-411, I0001.
- [16] HINOJAR R, ZAMORANO J L, GONZALEZ GÓMEZ A, et al. ESC sudden-death risk model in hypertrophic cardiomyopathy: Incremental value of quantitative contrast-enhanced CMR in intermediate-risk patients [J]. *Clin Cardiol*, 2017, 40 (10): 853-860. DOI: 10.1002/clc.22735.
- [17] LI L, BAINBRIDGE M N, TAN Y, et al. A potential oligogenic etiology of hypertrophic cardiomyopathy: a classic single-gene disorder [J]. *Circ Res*, 2017, 120 (7): 1084-1090. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.310559.
- [18] 闫丽荣, 段福建, 安硕研, 等. 心尖肥厚型心肌病与非对称性室间隔肥厚型心脏病患者的临床特征及长期预后对比研究 [J]. 中国循环杂志, 2018, 33 (10): 1006-1010. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2018.10.014.
- [19] 马晓海, 赵蕾, 葛海龙, 等. 非对称性肥厚型心肌病与心尖肥厚型心肌病心脏磁共振成像特点分析 [J]. 中国全科医学, 2015, 18 (18): 2166-2169. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2015.18.011.
- MA X H, ZHAO L, GE H L, et al. Magnetic resonance imaging characteristics of asymmetrical septal hypertrophy and apical hypertrophic cardiomyopathy [J]. *Chinese General Practice*, 2015, 18 (18): 2166-2169. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2015.18.011.

(收稿日期: 2019-11-28; 修回日期: 2020-04-02)

(本文编辑: 刘新蒙)