

肥厚型心肌病患者心肌血流储备降低 诱发左心室重构^{*}

李蔚 胥卉苹 赵津艺 刘婷 张文军^{*} 谭静

成都市温江区人民医院超声医学科,四川成都 611130

摘要 目的:研究心肌血流储备与肥厚型心肌病(HCM)患者左心室重构指数(LVRI)及左心室质量指数(LVMI)的关系。方法:收集98例HCM患者为研究组,另选取98例同期体检健康者为对照组。收集2组受试者基本资料和临床资料,采集静息状态常规心动图和心肌超声造影(MCE)图像,采集运动状态常规超声心动图及峰值期MCE图像,计算并分析2组受试者运动负荷后与静息状态的 $A \times \beta$ 的比值,即心肌血流储备值。采用Pearson法分析心肌血流储备与LVRI及LVMI的关系。结果:研究组患者室间隔490个节段中显影清晰有478个,其中非肥厚节段143个,肥厚节段335个。对照组室间隔490个节段中显影清晰有479个。研究组患者中纽约心功能分级(NYHA)为Ⅱ级、伴有胸闷、有药物治疗、有钙通道阻滞剂、有 β 受体阻滞剂治疗的患者数显著多于对照组(P 均 <0.05)。研究组左心室收缩末期内径(LVESD)、左心室收缩末期容积(LVESV)、左心室舒张末期内径(LVEDD)、左心室舒张末期容积(LVEDV)、左心室射血分数(LVEF)、每搏输出量(SV)、二尖瓣舒张期血流E峰和A峰的比值(E/A)水平显著低于对照组;左心室后壁厚度(LVPWD)、舒张末期室间隔厚度(IVST)、LVMI及LVRI水平显著高于对照组(P 均 <0.05)。研究组静息状态和负荷状态下MCE参数A值、 β 值和 $A \times \beta$ 值显著低于对照组;负荷状态下,研究组肥厚节段的MCE参数A值、 β 值和 $A \times \beta$ 值显著低于非肥厚节段(P 均 <0.05)。运动负荷状态心肌灌注异常患者48例,静息状态心肌灌注异常患者32例,组间比较差异有统计学意义($t=5.407, P=0.020$)。研究组患者的心肌血流储备显著低于对照组[(2.69 ± 0.12) vs (3.07 ± 0.22), $t=15.011, P<0.001$]。研究组患者心肌血流储备与LVRI及LVMI呈负相关(P 均 <0.05)。结论:HCM患者心肌血流储备的降低会导致LVMI及LVRI增加,诱发左心室重构。

关键词 心肌血流储备;肥厚型心肌病;左心室质量指数;左心室重构指数

中图分类号 R542.2

文献标识码 A

DOI 10.11768/nkjjwzzz20230608

Left ventricular remodeling induced by myocardial blood flow reserve in patients with hypertrophic cardiomyopathy

LI Wei, XU Hui-ping, ZHAO Jin-yi, LIU Ting, ZHANG Wen-jun^{*}, TAN Jing. Wenjiang District People's Hospital of Chengdu Ultrasound Medicine, Sichuan Chengdu 611130, China

Corresponding author: ZHANG Wen-jun, E-mail: liwei051606@163.com

Abstract Objective: To study the relationship between myocardial blood flow reserve and left ventricular remodeling index (LVRI) and left ventricular mass index (LVMI) in patients with hypertrophic cardiomyopathy (HCM). Methods: A total of 98 patients with HCM were collected as the study group, and 98 healthy people were selected as the control group. The basic data and clinical data of two groups were collected, the resting conventional echocardiography and myocardial contrast echocardiography (MCE) images and the exercise conventional echocardiography and peak MCE images were obtained, and the ratio of $A \times \beta$ after exercise load to $A \times \beta$ at rest (the myocardial blood flow reserve value) was calculated and analyzed. Pearson method was used to analyze the relationship between myocardial blood flow reserve and LVRI and LVMI. Results: In the study group, 478 of 490 segments of interventricular septum were clearly developed, including 143 non-hypertrophic segments and 335 hypertrophic segments. In the control group, 479 of 490 segments of interventricular septum were clearly developed. In the study group, the number of patients with New York Heart Function Classification (NY-HA) grade II, chest tightness, medication, calcium channel blockers and beta blockers was significantly greater than that in the control group (all $P < 0.05$). The left ventricular end-systolic diameter (LVESD), left ventricular end-systolic volume (LVESV), left ventricular end-diastolic diameter (LVEDD), left ventricular output end-diastolic volume (LVEDV), left ventricular ejection fraction (LVEF), stroke output (SV) and the ratio of E peak to A peak of mitral diastolic blood flow (E/A) in the study group were significantly lower than those in the control group. The left ventricular posterior wall thickness (LVPWD), end-diastolic interventricular septum thickness (IVST), LVMI and LVRI levels in the study group were

^{*}基金项目:四川省科技计划项目(No:2018SZ0231)

^{*}通信作者:张文军, E-mail: liwei051606@163.com, 四川省成都市温江区康泰路86号

significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$). The values of MCE parameters A , β and $A \times \beta$ in the study group were significantly lower than those in the control group at rest and under load. Under load, the MCE parameters A , β and $A \times \beta$ of the hypertrophic segment in the study group were significantly lower than those in the non-hypertrophic segment ($P < 0.05$). There were 48 patients with abnormal myocardial perfusion in exercise load state and 32 patients with abnormal myocardial perfusion in rest state, and the difference between the two groups was statistically significant ($t = 5.407$, $P = 0.020$). The myocardial blood flow reserve in the study group was significantly lower than that in the control group [(2.69 ± 0.12) vs (3.07 ± 0.22) , $t = 15.011$, $P < 0.001$]. The myocardial blood flow reserve in the study group was negatively correlated with LVRI and LVMI ($P < 0.05$). Conclusion: The decrease of myocardial blood flow reserve in patients with hypertrophic cardiomyopathy will lead to the increase of LVMI and LVRI and induce left ventricular remodeling.

Keywords Myocardial blood flow reserve; Hypertrophic cardiomyopathy; Left ventricular mass index; Left ventricular remodeling index

肥厚型心肌病 (hypertrophic cardiomyopathy, HCM) 主要表现为心肌肥厚, 猝死率较高, 是常见的遗传性疾病^[1]。HCM 的典型病理变化为心肌微循环的障碍, 其严重程度可作为 HCM 患者预后不良的独立危险因素^[2,3]。心肌冠状动脉微循环异常会降低心肌血流储备^[4]。左心室质量指数 (left ventricular mass index, LVMI) 和左心室重构指数 (left ventricular remodeling index, LVRI) 与微血管的密度呈负相关, 且微血管密度降低会加速 HCM 向重度左室重构发展^[5,6]。本研究分析心肌血流储备与 HCM 患者 LVMI 及 LVRI 的关系, 报道如下。

资料与方法

一般资料 选取 2020 年 3 月-2021 年 8 月成都市温江区人民医院收治的非对称性 HCM 患者 98 例为研究组, 男 50 例, 女 48 例; 平均年龄 (50.3 ± 9.6) 岁。纳入标准: ①所有患者均符合 2017 年《中国成人肥厚型心肌病诊断与治疗指南》^[7]; ②左心室非对称性肥厚, 室间隔厚度 ≥ 13 mm 且有 HCM 家族史或室间隔厚度 ≥ 15 mm; ③室间隔厚度与左心室游离壁的厚度比值 > 1.3 。排除标准: ①合并高血压; ②心尖肥厚型心肌病; ③合并支气管哮喘; ④肢体功能障碍; ⑤合并先天性心脏病或瓣膜病等增加心脏负荷的疾病; ⑥患有影响心肌循环疾病如糖尿病或冠心病; ⑦患有运动诱发恶性心律失常相关疾病。本研究经医院伦理委员会批准, 患者或家属均知情并签署同意书。

另选取同期在我院体检的健康者 98 例为对照组, 男 48 例, 女 50 例, 平均年龄 (50.5 ± 8.6) 岁, 2 组受试者性别、年龄等基本资料比较, 差异无统计学意义 (P 均 > 0.05)。对照组患者心电图、血常规、常规超声心动图等检查均正常, 且无糖尿病、高血压及心脑血管系统疾病等病史。

方法

1. 一般资料收集。收集 2 组受试者的性别、年龄、体表面积 (body surface area, BSA)、身高、心率、舒张压和收缩压、甘油三酯、总胆固醇、空腹血糖、用药情况、家族史及临床症状等资料。2 组受试者均进行运动负荷心肌超声造影 (myocardial contrast echocardiography, MCE) 检查, 检查前停用钙离子拮抗剂、 β 受体阻滞剂至少 24 h。仪器为 Philips Epiq 7C 超声诊断仪 (南京恒腾电子科技有限公司), X5-1 相控阵探头, 频率 1 ~ 5 MHz, 具有 QLab 定量分析软件和 MCE 功能, MCE 参数: 机械指数 (mechanical index, MI) 0.18, Flash 帧频为 15 帧/s。

2. 静息状态常规心动图和 MCE 图像采集。2 组受试者采取左侧卧位, 检查静息状态下常规超声心动图, 测量左心室收缩末期内径 (left ventricular end systolic diameter, LVESD) 和左心室收缩末期容积 (left ventricular end systolic volume, LVESV)、左心室舒张末期内径 (left ventricular end diastolic diameter, LVEDD) 和左心室舒张末期容积 (left ventricular end diastolic volume, LVEDV)、左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF)、每搏输出量 (stroke output, SV)、左心室后壁厚度 (left ventricular posterior wall thickness, LVPWD)、舒张末期室间隔厚度 (end diastolic ventricular septal thickness, IVST)。脉冲多普勒测量二尖瓣舒张期血流 E 峰和 A 峰的比值 (ratio of E peak to A peak, E/A) 和左心室流出道压差, 然后根据下式计算左心室质量 (left ventricular mass, LVM) 和 LVMI, $LVM(g) = 0.8 \times 1.04 \times [(IVST + LVPWD + LVEDD)^3 - LVEDD^3] + 0.6$, $LVMI(g/m^2) = LVM/BSA$, $LVRI = LVM/LVEDV$ 。所测值均为 3 个心动周期测量值的平均值。

3. 运动状态常规超声心动图及峰值期 MCE 图像采集。2 组受试者休息 15 min 后, 连接 12 导联心

动图,将半仰卧倾斜式踏车的初始运动阻力调节至 25 W,并以 25 W/3 min 速度递增至最大运动耐量,记录受试者各个运动阶段常规超声心动图。运动峰值期再次检查 MCE,采集和静息状态相同切面的 MCE 图像。

4. MCE 图像分析。MCE 图像分析采用 QLab 软件。将室间隔分为 5 个节段,分别于各阶段选取大小相同的感兴趣区,大小为 5 mm×5 mm,采用 $y(t) = A(1 - e^{-\beta t}) + B$ 的标准公式进行拟合,得到相应节段的时间-强度曲线。A 为峰值强度,代表局部心肌血容量,β 为曲线上升斜率,代表局部心肌血流速度,A×β 表示局部心肌灌注血流量。各指标均取 3 次测定结果的平均值。根据舒张末期心肌厚度,将研究组分为非肥厚节段(<12 mm)和肥厚节段(≥12 mm)。计算 2 组运动负荷后与静息状态的 A×β 的比值,即心肌血流储备值,分析其与 LVRI 和 LVMI 的相关性。

统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计学软件,符

合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间两样本比较采用 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析;计数资料以百分数(%)表示,采用 χ^2 检验;相关性分析采用 Pearson 分析。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

负荷前后心肌显影情况 研究组患者室间隔 490 个节段中显影清晰有 478 个,其中非肥厚节段 143 个,肥厚节段 335 个。对照组室间隔 490 个节段中显影清晰有 479 个,非肥厚节段 412 个,肥厚节段 67 个。

基本资料 研究组患者中纽约心功能分级(New York Heart Association, NYHA)为Ⅱ级、伴有胸闷、有药物治疗、有钙通道阻滞剂、有 β 受体阻滞剂治疗的患者例数显著多于对照组(*P* 均 < 0.05)。研究组患者 LVESD、LVESV、LVEDD、LVEDV、LVEF、SV、E/A 水平显著低于对照组(*P* 均 < 0.05);LVPWD、IVST、LVRI、LVMI 水平显著高于对照组(*P* 均 < 0.05),见表 1。

表 1 2 组基本资料比较

项目	对照组(<i>n</i> = 98)	研究组(<i>n</i> = 98)	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	50.21 ± 8.33	50.41 ± 9.10	0.160	0.873
身高(cm, $\bar{x} \pm s$)	167.59 ± 9.21	168.47 ± 8.22	0.706	0.481
性别(男/女)	50/48	48/50	0.082	0.7751
体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	73.12 ± 5.28	74.02 ± 6.71	1.043	0.298
舒张压(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	75.49 ± 5.44	74.28 ± 6.18	1.455	0.147
收缩压(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	116.58 ± 14.22	117.86 ± 9.57	0.739	0.461
NYHA 心功能Ⅰ级(例)	98	40	82.377	<0.001
NYHA 心功能Ⅱ级(例)	0	58		
总胆固醇(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	3.96 ± 0.43	3.95 ± 0.38	0.173	0.863
空腹血糖(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.81 ± 0.36	4.86 ± 0.55	0.753	0.453
甘油三酯(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.15 ± 0.22	1.12 ± 0.34	0.733	0.464
低密度脂蛋白胆固醇(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	2.60 ± 0.34	2.61 ± 0.28	0.225	0.822
高密度脂蛋白胆固醇(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.49 ± 0.22	1.53 ± 0.27	1.137	0.257
有胸闷(例)	0	69	106.488	<0.001
有药物治疗(例)	0	58	82.377	<0.001
有钙通道阻滞剂(例)	0	21	23.520	<0.001
有 β 受体阻滞剂(例)	0	58	82.377	<0.001
LVESD(mm, $\bar{x} \pm s$)	30.88 ± 4.35	26.82 ± 3.21	7.434	<0.001
LVESV(mL, $\bar{x} \pm s$)	37.29 ± 6.55	27.32 ± 6.83	10.430	<0.001
LVEDD(mm, $\bar{x} \pm s$)	46.37 ± 2.17	42.27 ± 3.18	10.543	<0.001
LVEDV(mL, $\bar{x} \pm s$)	100.49 ± 10.23	85.23 ± 2.22	14.431	<0.001
LVEF(% , $\bar{x} \pm s$)	66.21 ± 4.29	63.64 ± 6.21	3.371	0.001
SV(mL, $\bar{x} \pm s$)	64.01 ± 7.44	56.32 ± 9.88	6.155	<0.001
LVPWD(mm, $\bar{x} \pm s$)	10.12 ± 1.02	13.21 ± 2.75	10.429	<0.001
IVST(mm, $\bar{x} \pm s$)	10.21 ± 1.11	20.42 ± 4.76	20.679	<0.001
E/A($\bar{x} \pm s$)	1.25 ± 0.22	1.02 ± 0.18	8.010	<0.001
LVMI(g/m ² , $\bar{x} \pm s$)	76.33 ± 8.39	144.58 ± 31.39	20.794	<0.001
LVRI(g/mL, $\bar{x} \pm s$)	1.17 ± 0.29	2.55 ± 0.37	29.060	<0.001

MCE 参数 研究组总计静息和负荷状态下 MCE 参数 A 值、 β 值和 $A \times \beta$ 值显著低于对照组 (P 均 < 0.05)。负荷状态下研究组肥厚节段 MCE 参数 A 值、 β 值和 $A \times \beta$ 值显著低于非肥厚节段(P 均 < 0.05),见表 2。

表 2 2 组受试者 MCE 参数 ($\bar{x} \pm s$)

状态	对照组 (节段数=490)	研究组			F 值	P 值
		总计 (节段数=478)	非肥厚节段 (节段数=143)	肥厚节段 (节段数=335)		
静息状态						
A 值	12.81 ± 1.22	10.52 ± 1.53 *	10.58 ± 1.33	10.49 ± 2.01	263.816	<0.001
β 值	7.29 ± 2.11	5.18 ± 1.14 *	5.34 ± 0.99	5.11 ± 1.32	180.427	<0.001
A × β	94.77 ± 12.23	55.42 ± 14.76 *	60.12 ± 13.21	53.42 ± 15.54	1024.22	<0.001
负荷状态						
A 值	18.12 ± 1.82	11.99 ± 1.18 *	12.01 ± 1.23	11.98 ± 0.89 [#]	2090.60	<0.001
β 值	16.78 ± 2.11	11.89 ± 1.68 *	12.38 ± 1.67	11.68 ± 1.74 [#]	785.653	<0.001
A × β	281.29 ± 22.19	146.09 ± 25.48 *	152.18 ± 22.33	143.49 ± 32.19 [#]	3250.36	<0.001

注:与对照组比较,* $P < 0.05$;与研究组非肥厚节段比较,[#] $P < 0.05$

心肌血流储备与 LVRI 及 LVMI 的关系 运动负荷状态下心肌灌注异常患者 48 例,静息状态下心肌灌注异常患者 32 例,组间比较差异有统计学意义 ($t = 5.407, P = 0.020$)。研究组患者的心肌血流储备显著低于对照组 [(2.69 $\pm$ 0.12) *vs* (3.07 $\pm$ 0.22), $t = 15.011, P < 0.001$]。研究组患者心肌血流储备与 LVRI 及 LVMI 呈负相关(P 均 < 0.05),见表 3。

表 3 2 组心肌血流储备与 LVRI 和 LVMI 的关系

组别	LVRI		LVMI	
	r 值	P 值	r 值	P 值
研究组	-0.758	< 0.001	-0.843	< 0.001
对照组	-0.016	0.876	-0.011	0.914

讨 论

HCM 主要的临床特征为心肌缺血,心肌缺血会加速猝死,反复及慢性心肌缺血会引起心肌纤维化,致使左心室功能障碍和心室重构^[8]。微循环障碍是造成 HCM 患者心肌缺血的主要原因,其主要机制是心肌细胞的变化引起的心肌组织微血管密度降低,致微血管内中膜异常增厚,使管腔变得更狭窄,最终引起微循环障碍,引发心肌缺血^[9,10]。心肌血流储备是负荷状态下与静息状态下心肌血流量的比值,常用于评估微血管的形态和功能,因此早期评价心肌血流储备可发现微血管的异常变化^[11]。

本研究显示,研究组患者 LVESD、LVESV、LVEDD、LVEDV、LVEF、SV、E/A 水平均显著低于对照组;LVPWD、IVST 水平均显著高于对照组。HCM 患者由于心肌变性、坏死及间质纤维化形成,心肌舒张功能和收缩功能降低,心腔残余血量增加,左心室

结构改变。HCM 患者室壁厚度的增加会降低心肌微血管密度,增加心肌耗氧量,加重心肌纤维化,降低血流灌注,加重微循环障碍。

MCE 可用于评价心肌微循环灌注情况,是一种无创技术,可以便捷、实时、准确的评价患者的射血分数、心腔容积和室壁运动^[12,13],还可用于评价心肌循环灌注情况^[14]。本研究显示,研究组静息和负荷状态下 MCE 参数 A 值、 β 值和 $A \times \beta$ 值显著低于对照组;负荷状态下,研究组肥厚节段的 MCE 参数 A 值、 β 值和 $A \times \beta$ 值显著低于非肥厚节段(P 均 < 0.05)。提示 HCM 患者心肌血流较低且存在微循环障碍,心肌微血管功能障碍可以用于评估早期 HCM,且通过负荷运动提高 MCE 检测的灵敏度^[15]。冠状动脉微循环异常会降低心肌血流储备值,心肌血流储备可用于综合评价冠状动脉微血管的形态和功能^[16,17]。有研究显示,微血管密度与患者的 LVRI 和 LVMI 呈负相关,且心肌微血管密度降低会显著增加 HCM 发展为重度左室重构的概率^[18],与本研究结论一致。

参 考 文 献

1 Ommen SR,Semsarian C. Hypertrophic cardiomyopathy: a practical approach to guideline directed management [J]. Lancet, 2021 , 398 (10316) : 2102-2108.

2 Ranjbarvaziri S,Kooiker KB,Ellenberger M,et al. Altered cardiac energetics and mitochondrial dysfunction in hypertrophic cardiomyopathy [J]. Circulation, 2021 , 144 (21) : 1714-1731.

3 Horowitz BN. Hypertrophic Cardiomyopathy: A Species-Spanning Pathology [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2021 , 35 (9) : 2815-2817.

4 党丹,张欢,魏伏,等. 微小核糖核酸 21 通过负性调控 TLR4/NF- κ B 信号通路减轻脓毒症性心肌损伤 [J]. 内科急危重症杂志, 2022 , 28 (1) : 68-71.

- 6 Khatri P, Kleindorfer DO, Devlin T, et al. Effect of alteplase vs aspirin on functional outcome for patients with acute ischemic stroke and minor nondisabling neurologic deficits: the PRISMS randomized clinical trial[J]. JAMA, 2018, 320(2):156-166.
- 7 郝玉青, 刘艳丽, 王芳芳, 等. 老年急性缺血性脑卒中患者血清 miR-150-5p 及 miR-148b-3p 的表达及其临床意义[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2020, 47(2):116-120.
- 8 唐蕾, 肖巨雄, 曾飞跃. 血清音猬因子和 miR-199a 与缺血性脑卒中患者侧支循环形成的关系[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2021, 35(2):176-180.
- 9 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9):666-684.
- 10 张磊, 刘建民. 美国国立卫生研究院卒中量表[J]. 中华神经外科杂志, 2014, 30(1):79.
- 11 陈清棠. 脑卒中患者临床神经功能缺损程度评分标准(1995)[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6):381-383.
- 12 吴炜, 倪波业, 施加加. 扩展 Barthel 指数在脑卒中患者中的信度与效度[J]. 中国康复理论与实践, 2021, 27(3):261-268.
- 13 李宏建. 发病前改良 Rankin 量表评分 3 分和 4 分的卒中患者血栓切除术后的临床转归[J]. 国际脑血管病杂志, 2019, 27(3):186.
- 14 Amalia L, Dalimonthe NZ. Clinical significance of platelet-to-white blood cell ratio (PWR) and national institute of health stroke scale (NIHSS) in acute ischemic stroke[J]. Heliyon, 2020, 6(10):e05033.
- 15 李晗, 王希明. 基于多模态 MRI 评估缺血性脑卒中侧支循环的研究进展[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(4):444-447.
- 16 李吉博, 刘文萍, 蒋佩琴, 等. 血清 miRNA-124、miRNA-221 在缺血性脑卒中患者中的临床应用价值分析[J]. 中国实用医药, 2020, 15(24):39-41.
- 17 He QW, Li Q, Jin HJ, et al. MiR-150 regulates poststroke cerebral angiogenesis via vascular endothelial growth factor in rats[J]. CNS Neurosci Ther, 2016, 22(6):507-517.
- 18 Thomalla G, Boutitie F, Ma H, et al. Intravenous alteplase for stroke with unknown time of onset guided by advanced imaging: systematic review and meta-analysis of individual patient data[J]. Lancet, 2020, 396(10262):1574-1584.
- 19 王嘉晶, 况杰, 涂江龙, 等. 氯吡格雷联合阿司匹林精准用药与脑卒中患者短期预后的关系[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(13):1737-1741.
- 20 彭伟, 汪慧, 乔向亮. 替罗非班可减少脑梗死静脉溶栓后进展性脑梗死的发生率[J]. 内科急危重症杂志, 2023, 29(2):137-140.
- 21 苏俊, 李鑫海. 肢体缺血预适应联合超早期静脉溶栓减轻急性脑梗死患者神经功能缺损并改善预后[J]. 内科急危重症杂志, 2021, 27(6):493-496.
- 22 杨涛, 田月婷. 拜阿司匹林联合氯吡格雷治疗急性脑梗死的临床疗效及安全性[J]. 血栓与止血学, 2021, 27(3):402-403.
- 23 谢涛波, 钟纯正, 符尧天, 等. 丁苯酞联合阿司匹林肠溶片治疗对老年缺血性脑卒中患者神经功能及神经递质水平的影响[J]. 中国医药, 2021, 16(4):554-557.

(2021-08-27 收稿 2023-08-10 修回)

(上接第 479 页)

- 5 Omar M, Jensen J, Ali M, et al. Associations of empagliflozin with left ventricular volumes mass and function in patients with heart failure and reduced ejection fraction: a substudy of the empire HF randomized clinical trial[J]. JAMA Cardiol, 2021, 6(7):836-840.
- 6 Docherty KF, Campbell RT, Brooksbank KJM, et al. Effect of neprilysin inhibition on left ventricular remodeling in patients with asymptomatic left ventricular systolic dysfunction late after myocardial infarction[J]. Circulation, 2021, 144(3):199-209.
- 8 Walsh R, Offerhaus JA, Tadros R, et al. Minor hypertrophic cardiomyopathy genes, major insights into the genetics of cardiomyopathies[J]. Nat Rev Cardiol, 2022, 19(3):151-167.
- 9 Abozenah M, Kadado AJ, Aljamal A, et al. Concurring hypertrophic cardiomyopathy and takotsubo cardiomyopathy: assessment and management[J]. Heart Lung, 2021, 50(4):546-557.
- 10 Bonaventura J, Polakova E, Vejtasova V, et al. Genetic testing in patients with hypertrophic cardiomyopathy[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(19):10401.
- 11 Kittleson MD, Côté E. The feline cardiomyopathies: 2. Hypertrophic cardiomyopathy[J]. J Feline Med Surg, 2021, 23(11):1028-1051.
- 12 Maron BJ, Desai MY, Nishimura RA, et al. Management of hypertrophic cardiomyopathy: JACC state-of-the-art review[J]. J Am Coll Cardiol, 2022, 79(4):390-414.
- 13 关正宇, 洪林巍, 张光华, 等. 心肌声学造影超声心动图评估经皮冠状动脉介入治疗后合并 2 型糖尿病 ST 段抬高心肌梗死患者心肌功能及微循环[J]. 中国医学影像技术, 2023, 39(1):32-36.
- 14 梁萌萌, 吕伟扬, 田家玮, 等. MCE 评估不同时机植入支架对急性 STEMI 患者微循环灌注的影响[J]. 中国超声医学杂志, 2021, 37(5):527-530.
- 15 刘天宇, 张力维, 安娜. 心肌超声造影在急性心肌梗死大鼠心功能和心肌血流灌注中的评估价值分析[J]. 临床和实验医学杂志, 2021, 20(17):1815-1818.
- 16 Ma S, Jiang W, Liu X, et al. Efficient correction of a hypertrophic cardiomyopathy mutation by ABEmax-NG[J]. Circ Res, 2021, 129(10):895-908.
- 17 Dybro AM, Rasmussen TB, Nielsen RR, et al. Randomized trial of metoprolol in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy[J]. J Am Coll Cardiol, 2021, 78(25):2505-2517.
- 18 Chou C, Chin MT. Pathogenic mechanisms of hypertrophic cardiomyopathy beyond sarcomere dysfunction[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(16):8933.

(2022-09-05 收稿 2023-08-05 修回)