



应变结合峰值离散度评价保留射血分数高血压病人左心室收缩功能的研究

徐四娟, 张霞, 谷冰雨

引用本文:

徐四娟,张霞,谷冰雨. 应变结合峰值离散度评价保留射血分数高血压病人左心室收缩功能的研究[J]. 蚌埠医学院学报, 2024, 49(1): 59–62,67.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2024.01.013>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

2D-STI评价亚临床型重度主动脉瓣狭窄病人左心室功能及相关性研究

Application value of 2 D-STI in the evaluation of left ventricular function and its correlation in patients with subclinical severe aortic stenosis

蚌埠医学院学报. 2019, 44(3): 366–369 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2019.03.025>

斑点追踪超声心动图评价冠心病病人左心室收缩功能的研究

Study on speckle tracking imaging echocardiography in the evaluation of systolic function of left ventricle in patients with coronary heart disease

蚌埠医学院学报. 2018, 43(9): 1204–1207 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2018.09.026>

厄贝沙坦片对原发性高血压左心室肥厚的临床疗效研究

Clinical effect of Irbesartan in the treatment of essential hypertension complicated with left ventricular hypertrophy

蚌埠医学院学报. 2017, 42(3): 329–331 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2017.03.014>

超声二尖瓣环位移追踪技术在2型糖尿病病人左心室功能评价中的应用

Application value of ultrasound tracking of mitral annular displacement in evaluating the left ventricular function in patient with type 2 diabetes mellitus

蚌埠医学院学报. 2018, 43(8): 1073–1075 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2018.08.030>

食管超声引导下经胸微创封堵术治疗小儿室间隔缺损的临床疗效及预后分析

Study on the clinical effects and prognosis of minimally invasive transthoracic occlusion guided by esophageal ultrasound in the treatment of ventricular septal defect in children

蚌埠医学院学报. 2021, 46(5): 645–648 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.05.022>

应变结合峰值离散度评价保留射血分数 高血压病人左心室收缩功能的研究

徐四娟, 张霞, 谷冰雨

(皖南医学院弋矶山医院 超声科, 安徽 芜湖, 241000)

[摘要] **目的:** 采用二维斑点追踪技术(2D-STI)评价原发性高血压病人左心室功能。**方法:** 选取左心室射血分数(LVEF) > 52% 的原发性高血压病人 50 例作为高血压组, 根据左心室质量指数(LVMI)分为左心室肥厚组(LVH 组)和非左心室肥厚组(NLVH 组), 同时选取健康体检者 22 名作为对照组。经常规二维超声心动图获得常规超声数据, 2D-STI 获取左心室整体纵向峰值应变(GLS)、整体环周峰值应变(GCS)、整体径向峰值应变(GRS)、左室总旋转角度(LVtor)、纵向应变达峰时间离散度(LPSD)及环周应变达峰时间离散度(CPSD), 比较各组间上述参数并与 LVMI 进行相关性分析。**结果:** 3 组整体径向峰值应变间差异无统计学意义($P > 0.05$); LVH 组 GLS 均明显低于 NLVH 组和对照组($P < 0.01$), NLVH 组 GLS 明显低于对照组($P < 0.01$); LVH 组 GCS、LVtor、LPSD、CPSD 均明显高于 NLVH 组和对照组, NLVH 组 GCS、LVtor、LPSD 亦均明显高于对照组($P < 0.01$)。Pearson 相关分析显示, LVMI 与 GLS 呈负相关关系($P < 0.01$), 与 GCS、LVtor、LPSD、CPSD 均呈正相关关系($P < 0.01$)。**结论:** 保留型射血分数的高血压病人左心室收缩功能已经受损, 而随着左心室收缩功能受损加重, GLS、GCS、LVtor、LPSD 可作为评价原发性高血压病人早期左心室收缩功能改变的可靠指标, 为临床诊断和疗效评估提供帮助。

[关键词] 高血压; 二维斑点追踪技术; 左心室功能

[中图分类号] R 544.1; R 445.1

[文献标志码] A

DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2024.01.013

Assessment of left ventricular systolic function in hypertensive patients with preserved ejection fraction by strain and peak dispersion

XU Sijuan, ZHANG Xia, GU Bingyu

(Department of Ultrasonography, The First Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu Anhui 241000, China)

[Abstract] **Objective:** To evaluate left ventricular function in patients with essential hypertension by two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI). **Methods:** Fifty essential hypertension patients with left ventricular ejection fraction (LVEF) > 52% were selected as the hypertension group, and according to left ventricular mass index (LVMI), they were divided into left ventricular hypertrophy group (LVH group) and non-left ventricular hypertrophy group (NLVH group). Twenty-two healthy subjects were selected as the control group. Conventional ultrasound data were obtained by conventional two-dimensional echocardiography. Global peak longitudinal strain (GLS), global peak circumferential strain (GCS), global peak radial strain (GRS), left ventricular total rotation Angle (LVtor), longitudinal strain peak time dispersion (LPSD) and circumferential strain peak time dispersion (CPSD) were measured by 2D-STI. The above parameters were compared among groups and their correlation with LVMI was analyzed. **Results:** There were significant differences in GLS, GCS, LVtor and LPSD among groups ($P < 0.05$). CPSD: there were significant differences between control group and LVH group, NLVH group and LVH group ($P < 0.05$). GLS was negatively correlated with LVMI ($P < 0.01$), GCS, LVtor and LPSD were positively correlated with LVMI ($P < 0.01$), and CPSD was weakly positively correlated with LVMI ($P < 0.01$). **Conclusions:** Left ventricular systolic function is impaired in essential hypertension patients with preserved ejection fraction, and the damage of left ventricular systolic function is aggravated with the thickening of left ventricular systolic function. GLS, GCS, LVtor and LPSD can be used as reliable indicators to evaluate the early changes of left ventricular systolic function in essential hypertension patients, and provide help for clinical diagnosis and efficacy evaluation.

[Key words] hypertension; two-dimensional speckle tracking imaging; left ventricular function

[收稿日期] 2021-05-26 [修回日期] 2022-12-11

[基金项目] 安徽省芜湖市科技计划项目(2020ms3-5); 皖南医学院弋矶山医院引进人才科研基金项目(YR202010)

[作者简介] 徐四娟(1989-), 女, 硕士, 住院医师。

[通信作者] 张霞, 硕士研究生导师, 主任医师, 副教授。E-mail: yjsusd@163.com

高血压是导致心血管疾病的最常见的慢性病^[1]。原发性高血压病人在持续高血压状态下,外周小动脉管腔痉挛,血管阻力上升,导致心脏收缩的后负荷持续增加,从而引起左心室增厚及重构^[2]。高血压合并左心室肥厚不仅可能通过损害心肌应变影响心脏功能,还可通过干扰心肌收缩的协调,导致收缩效率降低而影响心脏功能。因此,早期、准确地评价原发性高血压病人左心室收缩功能对于临床诊断和治疗方案的制定具有重要价值。二维斑点追踪技术(2D-STI)角度无关且重复性好,可量化左心室应变、应变速率和左心室扭转,可通过测量这些指标来评估左心室功能^[3]。本研究通过 2D-STI 技术早期评价原发性高血压病人左心室心肌各方向应变及同步性的改变,以期早期检出高血压病人左心室功能异常,为临床早期治疗干预提供决策支持。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2020 年 7 月至 2021 年 3 月我院收治的原发性高血压病人 48 例,根据美国 2015 年《新版关于成人超声心动图心腔定量方法的建议》^[4],女性左心室质量指数(LVMI) > 88 g/m²、男性 LVMI > 102 g/m² 定义为心肌肥厚,将入选高血压病人分为心肌肥厚组(LVH 组)和非心肌肥厚组(NLVH 组)。纳入标准:均符合中国高血压防治指南修订委员会制定的诊断标准^[5],年龄 ≥ 18 岁,左心室射血分数(LVEF) > 52%。排除标准:继发性高血压、糖尿病、肝肾疾病、重大瓣膜疾病、先天性心脏病、心肌病和心肌运动异常者,以及图像质量差或不能配合本次检查者。同期选取年龄、性别匹配的健康体检成人 22 名作为对照组。本研究经我院医学伦理委员会批准通过,所有参与研究人员均签署知情同意书。

1.2 方法

采用 Philips EPIQ7C 型彩色多普勒超声成像

仪,S5-1 探头,探头频率 1.5 ~ 5.0 MHz,配备 QLAB10.5 分析软件。所有受试者均取左侧卧位,同步检测心电图,检查时要求屏住呼吸。由同一位经验丰富的超声医生在不知晓研究信息的情况下进行操作取图。根据美国超声心动图学会指南标准测量常规参数并观察有无节段性室壁运动异常;于胸骨旁左心室长轴切面测量左心房内径(LAD)、室间隔厚度(IVSd)、左心室舒张末期后壁厚度(LVPWd)、左心室舒张末期径(LVIDd),采用在机软件测量获得左心室质量,计算 LVMI。嘱受检者平静呼吸后屏气,采集并储存连续 3 个心动周期的标准胸骨旁二尖瓣水平、乳头肌水平和心尖水平左心室短轴切面及心尖三腔心、四腔心、二腔心切面的动态图像。超过 2 个左心室节段且图像质量较差的病人不纳入分析。利用 QLAB 软件中 2D-STI 技术测量获得左心室整体纵向峰值应变(GLS)、整体环周峰值应变(GCS)、整体径向峰值应变(GRS)、左室总旋转角度(LVtor)、纵向应变达峰时间离散度(LPSD)及环周应变达峰时间离散度(CPSD)。使用辛普森双平面法(Simpson's)计算 LVEF。

1.3 统计学方法

采用 *t* 检验、 χ^2 检验和 Pearson 相关分析。

2 结果

2.1 3 组一般资料和 LVMI 比较

受试者中排除 2 名图像质量不佳者,最终纳入 NLVH 组 24 例, LVH 组 24 例,对照组 22 例。3 组年龄、性别、BMI 间差异均无统计学意义($P > 0.05$); 3 组 LVMI 间差异有统计学意义($P < 0.01$),其中 LVH 组均明显高于 NLVH 组和对照组($P < 0.01$), NLVH 组亦高于对照组($P < 0.05$); 3 组舒张压和收缩压间差异亦均有统计学意义($P < 0.01$),其中 NLVH 组和 LVH 组收缩压、舒张压均明显高于对照组($P < 0.01$) (见表 1)。

表 1 各组一般资料和 LVMI 比较($\bar{x} \pm s$)

分组	<i>n</i>	年龄/岁	男	女	收缩压/mmHg	舒张压/mmHg	BMI/(kg/m ²)	LVMI/(g/m ²)
对照组	22	53.8 ± 10.9	9	13	113.8 ± 8.1	83.6 ± 4.9	25.4 ± 2.9	61.0 ± 7.7
NLVH 组	24	59.4 ± 10.3	12	12	144.0 ± 16.7**	93.2 ± 7.6**	25.1 ± 2.7	69.8 ± 15.2*
LVH 组	24	58.1 ± 11.3	13	11	140.4 ± 12.5**	93.0 ± 8.9**	23.4 ± 2.7	107.1 ± 10.7***
<i>F</i>	—	1.66	0.84 [△]		36.26	12.48	0.34	102.27
<i>P</i>	—	>0.05	>0.05		<0.01	<0.01	>0.05	<0.01
<i>MS</i> _{组内}	—	154.72	—		342.31	78.93	0.02	540.19

[△]示 χ^2 值。*q* 检验:与对照组比较 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$;与 NLVH 组比较## $P < 0.01$

2.2 各组常规超声心动图指标比较

3 组 LVEF、舒张早期与晚期充盈期速度比值 (E/A) 间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); LVH 组 LAD、LVIDd、IVSd、LVPWd 均明显高于对照组和 NLVH 组 ($P < 0.01$), NLVH 组 LAD 和 LVIDd 亦均高于对照组 ($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$) (见表 2)。

2.3 各组 2D-STI 指标比较

3 组 GRS 间差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 而

其他各指标间差异均有统计学意义 ($P < 0.05 \sim P < 0.01$), 其中 LVH 组 GLS 均明显低于 NLVH 组和对照组 ($P < 0.01$), NLVH 组 GLS 亦均明显低于对照组 ($P < 0.01$); LVH 组 GCS、LV_{tor}、LPSD、CPSD 均明显高于 NLVH 组和对照组, NLVH 组 GCS、LV_{tor}、LPSD 亦均明显高于对照组 ($P < 0.01$) (见表 3)。高血病人与正常受检者左心室 2D-STI 图像见图 1。

表 2 各组常规超声心动图指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	n	LVEF/%	LAD/mm	LVIDd/mm	IVSd/mm	LVPWd/mm	E/A
对照组	22	64.3 ± 3.0	34.6 ± 1.8	47.9 ± 2.9	8.5 ± 0.9	8.1 ± 0.67	0.90 ± 0.34
NLVH 组	24	63.0 ± 3.3	36.8 ± 2.4 **	50.2 ± 2.9 *	8.8 ± 0.9	8.2 ± 1.1	0.88 ± 0.28
LVH 组	24	64.7 ± 3.6	38.5 ± 1.9 **##	52.9 ± 3.8 **##	11.0 ± 1.2 **##	11.6 ± 1.3 **##	0.85 ± 0.26
F	—	1.71	20.68	13.76	42.70	82.55	0.17
P	—	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	>0.05
MS _{组内}	—	11.008	4.232	10.480	1.026	7.67	0.086

q 检验: 与对照组比较 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与 NLVH 组比较## $P < 0.01$

表 3 各组 2D-STI 指标绝对值比较 ($\bar{x} \pm s$)

分组	n	GLS/%	GRS/%	GCS/%	LV _{tor} /%	LPSD/ms	CPSD/ms
对照组	22	22.3 ± 1.6	42.1 ± 8.0	22.4 ± 3.2	10.7 ± 1.5	27.3 ± 12.4	27.7 ± 11.7
NLVH 组	24	20.7 ± 1.7 **	39.2 ± 6.7	26.4 ± 3.9 **	16.2 ± 2.2 **	36.9 ± 1.7 **	28.3 ± 9.5
LVH 组	24	18.6 ± 2.2 **##	38.0 ± 3.9	33.0 ± 3.2 **##	24.0 ± 1.8 **##	49.5 ± 15.9 **##	38.7 ± 12.2 **##
F	—	22.98	2.48	55.53	291.3	21.03	7.22
P	—	<0.01	>0.05	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01
MS _{组内}	—	3.456	40.691	11.946	3.56	135.971	124.982

q 检验: 与对照组比较 * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与 NLVH 组比较## $P < 0.05$, ### $P < 0.01$

2.4 LVMI 与相关超声指标的相关性分析

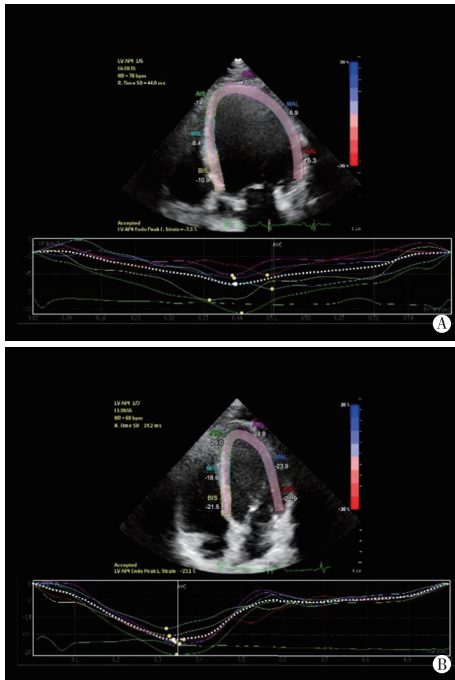
Pearson 相关分析显示, LVMI 与 GLS 呈负相关关系 ($r = -0.577, P < 0.01$), 与 GCS、LV_{tor}、LPSD、CPSD 均呈正相关关系 ($r = 0.682, 0.818, 0.635, 0.393, P < 0.01$)。

3 讨论

原发性高血压病人血压长期处于高水平状态, 心肌后负荷增加, 引起左室壁心肌逐渐增厚。有研究^[6]显示, 心肌肥厚是高血压病人发生心血管事件的重要风险因素之一。本研究结果显示, 与对照组及 NLVH 组比较, LVH 组 LAD、LVIDd、IVSd、LVPWd 均增大, 提示长期高血压导致左心室后负荷增加, 进而引起左心室肥厚、左心腔增大。而各组 LVEF 间差异无统计学意义, 提示此时高血压病人 LVEF 正常, 单纯地使用常规二维超声难以准确评价早期高血压病人左心室收缩功能的改变。

本研究应用 2D-STI 技术发现, 对照组、NLVH 组及 LVH 组的 GLS 依次递减, 差异均有统计学意义, 与既往研究^[2,7]一致; 此外, 对照组、NLVH 组和 LVH 组 GCS、LV_{tor} 依次递增, 差异亦均有统计学意义。左心室心肌可分为内层纵向心肌、中层环周心肌和外层斜形心肌, 纵行心肌引起的 GLS 在整体舒缩功能中起主要作用^[2,8], 由于解剖关系, 心内膜下动脉更容易受到压力过载的影响, 对心肌间质纤维化、微循环障碍更敏感, 易导致血供不足, 影响收缩功能^[9-11], 因此, 尽管 NLVH 组左室构型正常, 但在长期心脏后负荷持续增高的状态下, 冠状动脉痉挛, 心肌局部缺血, 心肌损伤, 导致左心室 GLS 明显降低^[2]; 当原发性高血压病人左室壁增厚时, 细胞内钙离子浓度异常、纤维胶原大量堆积^[12], 心肌灌注进一步减少, 左心室心肌进一步缺血和纤维化^[13-14], 从而导致左室 GLS 进一步降低。本研究结果显示, LVMI 与 GCS、LV_{tor} 均呈正相关关系, 这

可能是由于心内膜心肌损伤,心脏为了弥补因 GLS 减低而受损的收缩功能,继而引起中层和外层心肌收缩力增强,表现为 GCS 及 LVtor 的增大。



A: 高血压合并心室肥厚病人左心室纵向应变;
B: 正常受检者左心室纵向应变。

图1 高血压病人与正常受检者左心室2D-STI图像

2D-STI 另一个参数是达峰时间离散度(PSD),是由软件根据 GLS、GCS 测量自动计算对应的机械离散度 LPSD 及 CPSD,用于评价心肌的同步性^[15]。本研究结果显示, LVMI 与 LPSD 呈正相关关系,与 CPSD 呈弱正相关关系,这可能是由于原发性高血压病人长期动脉血压增大,后负荷增大,导致左室肥厚,心肌电生理特性也发生改变,导致心肌兴奋-收缩偶联机制的失调,从而引起左心室收缩同步性降低。有研究^[16]表明,高血压病人同型半胱氨酸的升高也可导致血管内皮细胞不同程度的受损,进一步加剧收缩的不同步;此外,还有研究^[17]表明高血压与冠心病的发生具有相关关系,这些因素都可引起左心室收缩的不同步。左心室肥厚的病理生理变化又导致心肌组织异质性,最常见的是心肌不对称,肥厚的心肌的不对称性表现出明显的力学分散,从而解释了本研究中 PSD 的改变。除此之外,在左心室非同步化的动物模型中,收缩弥散还与电生理重构引起的心律失常有关^[18]。对于本研究中正常 LVEF 病人,使用 2D-STI 技术可以敏感检出原发性高血压病人 PSD 变化,提示在常规二维超声心动图对左心室收缩同步性改变不敏感情况下,2D-STI 可以检测到正常 LVEF 的原发性高血压病人左心室同步性改

变,且诊断效能较高。

综上,2D-STI 可早期敏感发现原发性高血压病人在 LVEF 正常时左心室应变及机械离散度的改变,从而为临床治疗高血压提供帮助,有助于预防高血压心血管事件的发生。

[参 考 文 献]

- [1] 张亮,石增刚,胡茜.老年高血压患者动态血压与心肌做功指数的关系分析[J].蚌埠医学院学报,2016,41(9):1149.
- [2] 王媛媛,张连仲,刘琳,等.峰值应变离散度评价原发性高血压患者左心室收缩同步性[J].中国超声医学杂志,2019,35(7):608.
- [3] HUANG J, HU HL, YAN ZN, *et al.* Peak systolic longitudinal rotation: a new tool for detecting left ventricular systolic function in patients with type 2 diabetes mellitus by two-dimensional speckle tracking echocardiography [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2019,19(1):137.
- [4] BADANO LP, KOLIAS TJ, MURARU D, *et al.* Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging [J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2018,19(6):591.
- [5] 国家基层高血压防治管理指南 2020 版[J].中国循环杂志,2021,36(3):209.
- [6] CHIEN KL, HSU HC, SUNG FC, *et al.* Incidence of hypertension and risk of cardiovascular events among ethnic Chinese: report from a community-based cohort study in Taiwan [J]. J Hypertens, 2007,25(7):1355.
- [7] 李颖,丁明岩,赵含章,等.三维斑点追踪成像评价射血分数正常的高血压病患者左室收缩功能[J].临床超声医学杂志,2019,21(6):414.
- [8] HUANG J, YAN ZN, FAN L, *et al.* Left ventricular systolic function changes in hypertrophic cardiomyopathy patients detected by the strain of different myocardium layers and longitudinal rotation [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2017,17(1):214.
- [9] XU TY, YANG Y, LI JJ, *et al.* Left ventricular deformation in relation to the geometric pattern in hypertensive patients [J]. Medicine (Baltimore), 2019,98(4):e14257.
- [10] HUANG MS, LEE WH, TSAI HR, *et al.* Value of layer-specific strain distribution patterns in hypertrophied myocardium from different etiologies [J]. Int J Cardiol, 2019,281:69.
- [11] GONZÁLEZ A, RAVASSA S, LÓPEZ B, *et al.* Myocardial remodeling in hypertension [J]. Hypertension, 2018,72(3):549.
- [12] OLDFIELD CJ, DUHAMEL TA, DHALLA NS. Mechanisms for the transition from physiological to pathological cardiac hypertrophy [J]. Can J Physiol Pharmacol, 2020,98(2):74.
- [13] ZHANG W, WANG Q, FENG Y, *et al.* MicroRNA-26a Protects the heart against hypertension-induced myocardial fibrosis [J]. J Am Heart Assoc, 2020,9(18):e017970.

综上所述,应用新活素治疗 CHF 效果确切,可有效改善心功能,且降低血清 GDF11 和 Copeptin,可应用于预测心功能的改善程度。血清 GDF11 和 Copeptin 是 CHF 死亡的独立影响因素,且可通过单独或回归联合诊断提高预测 CHF 病人死亡的诊断效能。

[参 考 文 献]

- [1] 王亚旭,孙林,姜雪梅,等. 心脉隆注射液治疗慢性心力衰竭病人的疗效及近期预后的临床研究[J]. 蚌埠医学院学报, 2021,46(7):862.
- [2] CHEN J, ARONOWITZ P. Congestive heart failure[J]. *Med Clin North Am*, 2022,106(3):447.
- [3] GUO L, GUO X, CHANG Y, *et al.* Prevalence and risk factors of heart failure with preserved ejection fraction; a population-based study in Northeast China[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2016,13(8):770.
- [4] SIONIS A, SIONIS GREEN A, MANITO LORITE N, *et al.* Comments on the 2016 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure[J]. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2016,69(12):1119.
- [5] ZHAO X, ZHANG DQ, SONG R, *et al.* Nesiritide in patients with acute myocardial infarction and heart failure; a meta-analysis[J]. *J Int Med Res*, 2020,48(1):300060519897194.
- [6] ZHANG C, LIN Y, LIU Q, *et al.* Growth differentiation factor 11 promotes differentiation of MSCs into endothelial-like cells for angiogenesis[J]. *J Cell Mol Med*, 2020,24(15):8703.
- [7] CHRIST-CRAIN M, FENSKE WK. Copeptin in the differential diagnosis of hypotonic polyuria[J]. *J Endocrinol Invest*, 2020,43(1):21.
- [8] BALLING L, GOETZE JP, JUNG MH, *et al.* Copeptin levels and invasive hemodynamics in patients with advanced heart failure[J]. *Biomark Med*, 2018,12(8):861.
- [9] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组, 中国医师协会心力衰竭专业委员会中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018[J]. *中华心血管病杂志*, 2018,46(10):30.
- [10] GIUSTINO G, LINDENFELD J, ABRAHAM WT, *et al.* NYHA functional classification and outcomes after transcatheter mitral valve repair in heart failure: The COAPT Trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020,13(20):2317.
- [11] SINNENBERG L, GIVETZ MM. Acute heart failure[J]. *Trends Cardiovasc Med*, 2020,30(2):104.
- [12] WARREN JD, AITKEN-PALMER C, WELDON AD, *et al.* Congestive heart failure associated with pregnancy in okapi (OKAPIA JOHNSTONI) [J]. *J Zoo Wildl Med*, 2017,48(1):179.
- [13] 王丹. 冠心病 PCI 术患者 HMGB1、BNP 水平变化及与发生心力衰竭的关系[J]. *河北医药*, 2019,41(2):199.
- [14] 彭龙希, 李正翔. 脑钠肽相关药物在心力衰竭治疗中的研究进展[J]. *药学与临床研究*, 2019,27(1):61.
- [15] 缪世锋, 钱炜春. 新活素对老年急性心肌梗死伴心力衰竭后心脏纤维化的影响及预后分析[J]. *实用老年医学*, 2021,35(8):852.
- [16] YUAN X, BHAT OM, LOHNER H, *et al.* Inhibitory effects of growth differentiation factor 11 on autophagy deficiency-induced dedifferentiation of arterial smooth muscle cells[J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2019,316(2):H345.
- [17] LU L, BAI X, CAO Y, *et al.* Growth differentiation factor 11 promotes neurovascular recovery after stroke in mice[J]. *Front Cell Neurosci*, 2018,12:205.
- [18] SKVORTSOV AA, NARUSOV OY, MUKSINOVA MD, *et al.* Clinical significance of serial biomarkers activity determination after acute heart failure decompensation; sST2 NT-proBNP role during long-term follow-up [J]. *Kardiologija*, 2018,58(12S):27.
- [19] LATYPOVA GM, BYCHENKOVA MA, KATAYEV VA, *et al.* Composition and cardioprotective effects of *Primula veris* L. solid herbal extract in experimental chronic heart failure [J]. *Phytomedicin*, 2019,54:17.
- (本文编辑 刘畅)
-
- (上接第 62 页)
- [14] YAMADA A, LUIS SA, SATHIANATHAN D, *et al.* Reproducibility of regional and global longitudinal strains derived from two-dimensional speckle-tracking and doppler tissue imaging between expert and novice readers during quantitative dobutamine stress echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2014,27(8):880.
- [15] 周茂松, 孙晓玫, 李莉. 老年高血压病人 Hcy 水平、动态血压变异性与左心室射血分数的关系分析[J]. *蚌埠医学院学报*, 2022,47(7):909.
- [16] AAGAARD EN, KVISVIK B, PERVEZ MO, *et al.* Left ventricular mechanical dispersion in a general population: Data from the Akershus Cardiac Examination 1950 study [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020,21(2):183.
- [17] 陈丽丽, 闻立伟. 老年高血压病人衰弱的危险因素及其与不良预后的关系[J]. *蚌埠医学院学报*, 2020,45(10):1403.
- [18] 陈梓娴, 张莉, 南江, 等. 心脏磁共振评估肥厚型心脏病微循环障碍的研究进展[J]. *中国影像学*, 2023,31(2):180.
- (本文编辑 卢玉清)