

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.02.035

老年射血分数保留型心力衰竭患者血压变异性与颈动脉粥样硬化的相关性

郝晶晶, 冯利娟, 吕长泳

(开封市人民医院 心血管内科一病区, 河南开封 475000)

【摘要】目的 探讨血压变异性(blood pressure variability, BPV)对老年射血分数保留型心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF)患者发生颈动脉粥样硬化(carotid atherosclerosis, CAS)的预测价值。**方法** 纳入开封市人民医院2023年1月至2025年6月收治的198例老年HFpEF患者进行回顾性研究。依据患者是否出现CAS,将其分为发生组($n=37$)与未发生组($n=161$)。比较两组临床资料,分析BPV对老年HFpEF患者发生CAS的预测价值。**结果** 发生组高血压占比、超敏肌钙蛋白T(high-sensitivity cardiac troponin T, hs-cTnT)、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)水平均显著高于未发生组(均 $P < 0.05$)。发生组24 h收缩压标准差(24 h systolic blood pressure standard deviation, 24h SSD)、日间收缩压标准差(daytime systolic blood pressure standard deviation, dSSD)、夜间收缩压标准差(nighttime systolic blood pressure standard deviation, nSSD)均显著高于未发生组(均 $P < 0.05$)。多元回归模型分析结果显示,合并高血压、hs-cTnT高水平、Hcy高水平及24 hSSD、dSSD、nSSD升高均为老年HFpEF患者发生CAS的影响因素(均 $OR > 1$, 均 $P < 0.05$)。受试者操作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线显示,高血压、hs-cTnT、Hcy、24 hSSD、dSSD、nSSD均具备一定预测价值,且联合预测价值更高。**结论** 24 h SSD、dSSD、nSSD与老年HFpEF患者发生CAS存在密切关联,其水平升高提示CAS发生风险增加;合并高血压、hs-cTnT及Hcy水平升高可进一步升高该风险,上述指标联合检测可显著提升CAS的早期预测效能。

【关键词】 射血分数保留型心力衰竭; 老年; 颈动脉粥样硬化; 血压变异性; 预测价值

【中图分类号】 R541.6

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242 (2026) 02-0172-06

Correlation between blood pressure variability and carotid atherosclerosis in elderly patients with heart failure with preserved ejection fraction

HAO Jingjing, FENG Lijuan, LYU Changyong

(of Cardiovascular Medicine, Kaifeng People's Hospital, Kaifeng 475000, Henan, China)

【Abstract】Objective To explore the predictive value of blood pressure variability (BPV) on carotid atherosclerosis (CAS) in elderly patients with heart failure with preserved ejection fraction (HFpEF). **Methods** A retrospective study was conducted on 198 elderly patients with HFpEF admitted to the Kaifeng People's Hospital from January 2023 to June 2025. Patients were divided into the occurrence group ($n=37$) and the non-occurrence group ($n=161$) based on whether they had CAS. The clinical data of the two groups were compared, and the predictive value of BPV on CAS in elderly HFpEF patients was emphatically analyzed. **Results** The proportion of hypertension, as well as the levels of high-sensitivity troponin T (hs-cTnT) and homocysteine (Hcy) were higher in the occurrence group than those in the non-occurrence group (all $P < 0.05$). The 24-hour systolic blood pressure standard deviation (24 h SSD), daytime systolic blood pressure standard deviation (dSSD), and nighttime systolic blood pressure standard deviation (nSSD) were all higher in the occurrence group relative to the non-occurrence group (all $P < 0.05$). Multivariate regression analysis demonstrated that hypertension, elevated hs-cTnT, elevated Hcy, and increased 24 h SSD, dSSD and nSSD were influencing factors for CAS in elderly HFpEF patients (all $OR > 1$, all $P < 0.05$). The receiver operator characteristic (ROC) curve analysis showed that hypertension, hs-cTnT, Hcy, 24 h SSD, dSSD, and nSSD all had certain predictive value, and the combined prediction had a higher value. **Conclusion** 24 h SSD, dSSD, nSSD are closely related to CAS in elderly patients with HFpEF, and their elevated levels suggest an increased risk of CAS. Combined hypertension, elevated hs-cTnT and Hcy levels can further increase the risk. Combined detection of these indicators can significantly

收稿日期: 2025-08-14。

作者简介: 郝晶晶, 研究生, 主治医师, 研究方向: 心力衰竭。E-mail: h17698255269@163.com。

improve the early prediction of CAS.

【Key words】 Heart failure with preserved ejection fraction; Old age; Carotid atherosclerosis; Blood pressure variability; Predictive value

射血分数保留型心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF)是心力衰竭(以下简称心衰)的核心亚型,以左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)正常或接近正常,同时存在心衰症状体征及心脏结构功能异常为主要特征,占我国心衰住院病例近 50%,其中 65 岁以上患者超 60%,具有高再住院率与全因死亡率^[1]。目前,临床针对 HFpEF 的治疗以改善症状、阻断神经内分泌激活为主,缺乏逆转疾病进程的特异性手段。动脉粥样硬化是老年心血管疾病的核心病理基础,颈动脉粥样硬化(carotid atherosclerosis, CAS)斑块可反映全身动脉硬化状态,是心脑血管不良事件的重要预警信号,约 50% 的 HFpEF 患者可伴 CAS^[2]。因此,早期识别 HFpEF 患者 CAS 情况至关重要。

血压变异性(blood pressure variability, BPV)指一定时间内血压波动的幅度,是独立于血压绝对值的心血管疾病危险因素,可动态反映自主神经调节功能失衡与血管弹性损伤程度。临床研究发现,BPV 可通过诱发血管内皮功能障碍、激活炎症反应等机制,直接参与 CAS 的发生、发展^[3]。目前,BPV 与老年 HFpEF 患者 CAS 发生的量化关联及预测价值尚未完全阐明。鉴于此,本研究探讨 BPV 对老年 HFpEF 患者 CAS 发生的预测价值,为该类患者的早期风险筛查提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入开封市人民医院 2023 年 1 月至 2025 年 6 月收治的 198 例老年 HFpEF 患者进行回顾性研究。纳入标准:①符合临床相关诊断标准^[4],经心电图检查、心肌标志物、生化检查等确诊 HFpEF;②年龄 ≥ 60 岁,病程 ≥ 3 个月,基线 LVEF $\geq 50\%$;③美国纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级 II ~ IV 级^[5];④临床资料完整。排除标准:①合并肝肾功能衰竭;②伴有恶性肿瘤、精神疾患、急慢性全身性感染、活动性传染病、凝血功能障碍、免疫功能缺陷;③既往有其他心脏外科手术史、心脏瓣膜疾病或先天性心脏病、溶栓治疗或急诊冠状动脉旁路移植术等;④存在继发性高血压、严重心律失常、

甲状腺功能异常;⑤近 3 个月内频繁调整降压方案或长期使用糖皮质激素、拟交感神经药物、非甾体抗炎药等药物。本研究经开封市人民医院医学伦理委员会批准(批件号:2025-03-109-H01)。

1.2 分组

所有患者均接受飞利浦 IE33 彩色多普勒超声诊断仪检查,采用线阵超声探头,探头频率设置为 5 ~ 10 MHz。受检者静息 20 min 后取仰卧位,头转向检查对侧,充分暴露颈部。于纵切面上测量颈动脉内中膜厚度(carotid intima-media thickness, CIMT),即内膜前缘至外膜前缘之间的垂直距离;分别在左、右颈动脉窦下方 1 cm 处各测量 3 次,取平均值作为最终 CIMT 值。满足下面任一情况则为颈动脉粥样硬化^[6]:①血管 CIMT ≥ 0.9 mm 为 IMT 增厚;②局限性 CIMT ≥ 1.3 mm 为斑块形成。根据患者 CAS 发生情况分为发生组($n = 37$)和未发生组($n = 161$)。

1.3 研究方法

1.3.1 基线资料收集

通过医院电子病历系统,采用双人核对录入法统计患者资料,包括年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症)、NYHA 分级、病程、超声心动图参数[LVEF、左室收缩末期内径(left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、左室舒张末期内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)]、实验室指标[超敏肌钙蛋白 T(high-sensitivity cardiac troponin T, hs-cTnT)、B 型利钠肽(B-type natriuretic peptide, BNP)、血肌酐(serum creatinine, Scr)、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)]、BPV 相关指标等。

1.3.2 BPV 检测

采用 DMS-GABP 型全自动无创袖带式动态血压监测仪,对所有纳入受试者行 24 h 动态血压监测(ambulatory blood pressure monitoring, ABPM)。监测袖带统一固定于受试者右上臂,由经统一培训的医护人员规范完成仪器佩戴、参数校准与设置;连续监测 24 h,设置日间时段(6:00-22:00)每 30 分钟自动测量 1 次,夜间时段(22:00-次日 6:00)每 60 分钟自动测量 1 次。所有患者 24 h ABPM 均在住院期间完

成,监测前由责任护士统一发放佩戴手册并进行一对一指导,监测期间受试者维持常规日常活动,避免剧烈运动、情绪大幅波动,自动测量时保持上臂静止。护士每4 h巡视1次,及时纠正佩戴不当及异常活动,确保数据采集准确。监测结束后由专人审核数据,以24 h有效测量次数占总预设测量次数80%以上为有效监测数据,纳入最终统计分析。监测记录的基础血压参数包括:24 h收缩压、日间收缩压、夜间收缩压、24 h舒张压、日间舒张压、夜间舒张压。本研究以各时段血压值的标准差作为BPV的核心评估指标,涵盖24 h收缩压标准差(24 h systolic blood pressure standard deviation, 24 h SSD)、24 h舒张压标准差(24 h diastolic blood pressure standard deviation, 24 h DSD)、日间收缩压标准差(daytime systolic blood pressure standard deviation, dSSD)、日间舒张压标准差(daytime diastolic blood pressure standard deviation, dDSD)、夜间收缩压标准差(nighttime systolic blood pressure standard deviation, nSSD)、夜间舒张压标准差(nighttime diastolic blood pressure standard deviation, nDSD)。

1.4 统计学方法

采用SPSS 23.0软件分析数据。计量资料符合正态分布以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)描述,二分类资料或样本构成比资料采用 χ^2 检验、连续校正 χ^2 检验;采用多因素二元Logistic回归分析老年HFpEF患者发生CAS的独立影响因素,模型公式为 $\ln[P/(1-P)] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n$,其中 P 为CAS发生概率, β_0 为常数项, $\beta_1 \sim \beta_n$ 为各自变量的回归系数, $X_1 \sim X_n$ 为各自变量;绘制受试者操作特征(receiver operator characteristic, ROC),计算曲线下面积(area under the curve, AUC);将多因素回归分析筛选出的独立影响因素分别纳入分析,并构建联合预测模型,评估各指标及联合模型对CAS的预测价值。计算比值比(odds ratio, OR)和95%置信区间(95% confidence interval, 95%CI)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

发生组高血压占比及hs-cTnT、Hcy水平均显著高于未发生组(均 $P < 0.05$)(表1)。

表1 两组患者一般资料比较

指标	发生组 (n = 37)	未发生组 (n = 161)	$t/\chi^2/Z$	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	69.88±5.53	68.76±5.65	1.092	0.276
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.73±1.69	23.67±1.68	0.196	0.845
性别 [例 (%)]				
男	19 (51.35)	78 (48.45)	0.102	0.750
女	18 (48.65)	83 (51.55)		
吸烟史 [例 (%)]				
有	20 (54.05)	69 (42.86)	1.524	0.217
无	17 (45.95)	92 (57.14)		
饮酒史 [例 (%)]				
有	15 (40.54)	85 (52.80)	1.807	0.179
无	22 (59.46)	76 (47.20)		
高血压 [例 (%)]				
有	23 (62.16)	65 (40.37)	5.785	0.016
无	14 (37.84)	96 (59.63)		
糖尿病 [例 (%)]				
有	19 (51.35)	86 (53.42)	0.052	0.821
无	18 (48.65)	75 (46.58)		
高脂血症 [例 (%)]				
有	14 (37.84)	72 (44.72)	0.580	0.446
无	23 (62.16)	89 (55.28)		
NYHA分级 [例 (%)]				
II级	11 (29.73)	57 (35.40)	0.403	0.687
III级	19 (51.35)	72 (44.72)		
IV级	7 (18.92)	32 (19.88)		
病程($\bar{x} \pm s$, 年)	2.48±1.19	2.33±1.25	0.664	0.508
超声心动图参数				
LVEF (%)	44.59±5.28	43.76±5.54	0.829	0.408
LVESD ($\bar{x} \pm s$, mm)				
LVEDD ($\bar{x} \pm s$, mm)	58.75±6.23	57.82±5.77	0.871	0.385
hs-cTnT ($\bar{x} \pm s$, ng/ml)	3.05±1.83	1.67±0.98	4.435	<0.001
BNP ($\bar{x} \pm s$, pg/L)	336.98±105.23	328.72±111.14	0.412	0.681
Scr ($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	76.65±9.43	74.58±9.86	1.161	0.247
Hcy ($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	16.26±6.67	10.87±4.49	5.955	<0.001

注: BMI为体重指数; NYHA为美国纽约心脏病协会; LVESD为左室收缩末期内径; LVEDD为左室舒张末期内径; hs-cTnT为超敏肌钙蛋白T; BNP为B型利钠肽; Scr为血肌酐; Hcy为同型半胱氨酸。

2.2 两组患者 BPV 指标比较

发生组 24 h SSD、dSSD、nSSD 均显著高于未发

生组(均 $P < 0.05$); 两组 24 h DSD、dDSD、nDSD 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)(表 2)。

表 2 两组患者 BPV 指标比较($\bar{x} \pm s$, mmHg)

组别	24 h SSD	24 h DSD	dSSD	dDSD	nSSD	nDSD
发生组 ($n = 37$)	14.35±3.74	10.29±2.74	13.92±3.55	9.67±2.63	13.97±4.32	9.11±3.74
未发生组 ($n = 161$)	12.25±2.67	9.92±2.55	11.46±3.27	9.52±2.75	11.42±3.54	8.86±3.28
t	3.230	0.785	4.057	0.302	3.353	0.407
P	0.002	0.434	< 0.001	0.763	0.002	0.685

注: BPV 为血压变异性; 24 h SSD 为 24 h 收缩压标准差; 24 h DSD 为 24 h 舒张压标准差; dSSD 为日间收缩压标准差; dDSD 为日间舒张压标准差; nSSD 为夜间收缩压标准差; nDSD 为夜间舒张压标准差。

2.3 老年 HFpEF 患者发生 CAS 的影响因素分析

以老年 HFpEF 患者 CAS 发生情况作为因变量(1 = 发生, 0 = 未发生), 将表 1、表 2 中差异有统计学意义的指标作为自变量(赋值: ①高血压: 合并 = 1, 未合并 = 0; ②其余均为连续变量, 输入实际值), 构

建 Logistic 回归模型分析, 结果显示, 合并高血压、hs-cTnT 高水平、Hey 高水平及 24 h SSD、dSSD、nSSD 升高均为老年 HFpEF 患者发生 CAS 的影响因素(均 $OR > 1$, 均 $P < 0.05$)(表 3)。

表 3 老年 HFpEF 患者发生 CAS 与主要变量关系的回归分析

变量	B	SE	Wald χ^2	P	OR	95% CI
高血压	1.243	0.544	5.228	0.022	3.467	1.194 ~ 10.063
hs-cTnT	0.805	0.190	18.042	< 0.001	2.238	1.543 ~ 3.245
Hey	0.231	0.056	17.048	< 0.001	1.259	1.129 ~ 1.405
24 h SSD	0.219	0.082	7.092	0.008	1.245	1.059 ~ 1.462
dSSD	0.318	0.089	12.830	< 0.001	1.374	1.155 ~ 1.635
nSSD	0.216	0.074	8.421	0.004	1.241	1.073 ~ 1.436

注: HFpEF 为射血分数保留型心力衰竭; CAS 为颈动脉粥样硬化; OR 为比值比; 95% CI 为 95% 置信区间; hs-cTnT 为超敏肌钙蛋白 T; Hey 为同型半胱氨酸; 24 h SSD 为 24 h 收缩压标准差; dSSD 为日间收缩压标准差; nSSD 为夜间收缩压标准差。

2.4 BPV 与临床指标预测老年 HFpEF 患者发生 CAS 的价值

以老年 HFpEF 患者 CAS 发生情况作为状态变量(1 = 发生, 0 = 未发生), 将高血压、hs-cTnT、Hey、24 h SSD、dSSD、nSSD 作为检测变量, 绘制 ROC 曲线

得到对应的 AUC, 见图 1。结果显示, 高血压、hs-cTnT、Hey、24 h SSD、dSSD、nSSD 预测老年 HFpEF 患者发生 CAS 的 AUC 分别为 0.609、0.729、0.747、0.661、0.686、0.665, 联合预测的 AUC 为 0.925, 联合预测的价值更高(表 4)。

表 4 BPV 与临床指标对老年 HFpEF 患者发生 CAS 的预测价值

项目	AUC	95% CI	P	最佳阈值	敏感度	特异度	约登指数
高血压	0.609	0.508 ~ 0.710	0.039	—	0.622	0.596	0.218
hs-cTnT	0.729	0.618 ~ 0.839	< 0.001	1.315 ng/ml	0.811	0.404	0.215
Hey	0.747	0.645 ~ 0.850	< 0.001	13.940 μ mol/L	0.730	0.745	0.475
24 h SSD	0.661	0.555 ~ 0.768	0.002	15.50 mmHg	0.405	0.907	0.312
dSSD	0.686	0.593 ~ 0.779	< 0.001	13.50 mmHg	0.541	0.745	0.286
nSSD	0.665	0.558 ~ 0.771	0.002	14.50 mmHg	0.514	0.820	0.334
联合	0.925	0.876 ~ 0.974	0.025	—	0.838	0.938	0.776

注: BPV 为血压变异性; HFpEF 为射血分数保留型心力衰竭; CAS 为颈动脉粥样硬化; AUC 为曲线下面积; 95% CI 为 95% 置信区间; hs-cTnT 为超敏肌钙蛋白 T; Hey 为同型半胱氨酸; 24 h SSD 为 24 h 收缩压标准差; dSSD 为日间收缩压标准差; nSSD 为夜间收缩压标准差。

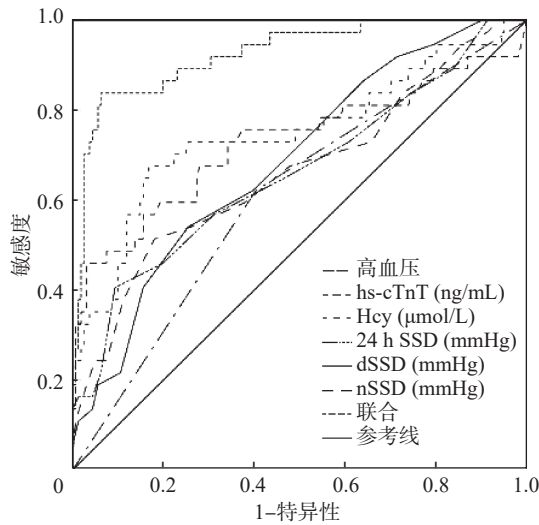


图1 BPV与临床指标预测老年HFpEF患者发生CAS的ROC曲线

注: BPV为血压变异性; HFpEF为射血分数保留型心力衰竭; CAS为颈动脉粥样硬化; ROC为受试者操作特征; hs-cTnT为超敏肌钙蛋白T; Hcy为同型半胱氨酸; 24 h SSD为24 h收缩压标准差; dSSD为日间收缩压标准差; nSSD为夜间收缩压标准差。

3 讨论

CAS的发生、发展以血管内皮功能损伤为始动环节,伴随慢性炎症级联反应、血管平滑肌异常增殖与脂质异常沉积,是老年心血管疾病不良事件发生的核心病理基础。老年HFpEF患者普遍存在交感神经过度激活、慢性低度炎症状态以及心室-血管耦联失衡,属于CAS极高危人群。此类患者并发CAS病变,会加剧心肌灌注异常与心室僵硬,显著增加心衰再住院率及心血管源性死亡率。当前临床实践虽聚焦于血压绝对值控制及血脂管理,但未充分重视BPV相关的血管振荡剪切应力损伤。本研究旨在通过评估多时段BPV指标对老年HFpEF患者CAS的预测效能,为早期识别高危个体及制订靶向干预策略提供循证医学证据。

本研究纳入198例老年HFpEF患者,其中CAS发生率为18.69%,证实该类患者存在CAS易感性,需临床实施风险分层监管策略。比较不同CAS发生情况的老年HFpEF患者的BPV相关指标发现,发生组24 h SSD、dSSD、nSSD均高于未发生组。进一步经多因素回归分析证实,24 h SSD、dSSD及nSSD水平升高均是老年HFpEF患者CAS发生的独立危险因素,提示BPV可能与老年HFpEF患者发生CAS存在关联。BPV升高本质是机体血流动力学持续不稳

定状态,24 h SSD升高反映患者全天收缩压波动幅度异常增大,这种持续性血流动力学紊乱可损伤血管内皮细胞间连接复合体,破坏内皮糖萼层完整性,加速氧化低密度脂蛋白在内皮下蓄积,从而启动CAS斑块形成的核心病理进程;dSSD升高多与患者日常活动中交感神经反复激活相关,由此引发的反复血流动力学应激会加剧血管平滑肌细胞的增殖与迁移,推动血管壁病理性重构;nSSD升高提示血压昼夜节律异常(非杓型/反杓型模式),导致血管内皮生长因子分泌节律紊乱,阻碍内皮祖细胞介导的血管修复机制,同时激活核因子- κ B(nuclear factor kappa B, NF- κ B)炎症通路^[7-8]。老年HFpEF患者固有的内皮依赖性血管舒张功能障碍与慢性微炎症环境,在上述多维度血压波动指标异常的协同作用下,可形成“内皮损伤-单核细胞浸润-泡沫细胞形成”的正反馈循环。因此,整合分析24 h SSD、dSSD及nSSD等多时段参数,可构建血压波动谱特征模型,为老年HFpEF患者的CAS早期风险分层提供量化生物学标志物。

此外,本研究经单因素与多因素分析发现,合并高血压、hs-cTnT高水平、Hcy高水平亦是老年HFpEF患者并发CAS的风险因素。临床研究已证实,高血压作为CAS的经典危险因素,其持续的血管压力负荷会直接损伤血管内皮屏障,增加血管通透性;hs-cTnT升高提示心肌微损伤,通过释放炎症因子和活性氧,加速血管内脂质沉积与斑块形成进程;Hcy升高则通过抑制一碳代谢途径,加重氧化应激与慢性炎症反应,推动血管壁病变进展^[9-10]。上述病理生理改变相互协同,共同构成老年HFpEF患者CAS发生的重要驱动因素。

结合不同CAS发生情况的老年HFpEF患者的高血压合并率及hs-cTnT、Hcy、24 h SSD、dSSD、nSSD水平存在显著差异的结果,考虑上述临床指标均具有CAS风险预测潜力。ROC曲线分析进一步证实,包含上述6项独立风险因素的联合预测模型AUC为0.925,显著高于各单项指标的预测效能,联合预测价值最优。这表明多时段BPV指标与传统心血管危险因素联合检测,可全面反映血管内皮损伤、炎症反应及血压波动的综合效应,有助于早期甄别老年HFpEF患者中的CAS高危人群^[11]。因此建议临床建立动态BPV联合传统危险因素的综合监测体

系,通过持续量化血压波动轨迹并结合血清学指标检测,早期识别高危人群。针对监测中呈现持续性异常 BPV 合并 hs-cTnT、Hcy 升高的患者,应及时启动综合性干预策略,包括强化血管内皮功能修复、优化脂质代谢调控、平稳控制血压波动及靶向抗炎治疗等核心措施,从而有效阻断 CAS 病理进程,改善患者远期心血管结局。

本研究聚焦于老年 HFpEF 这一特殊高危人群,系统阐明了多时段 BPV 与 CAS 发生的内在关联,明确 24 h SSD、dSSD、nSSD 均为老年 HFpEF 患者 CAS 的独立影响因素;进一步构建了包含 BPV 指标与传统心血管危险因素(合并高血压、hs-cTnT、Hcy)的联合预测模型,其预测效能显著优于单项指标,为临床早期识别 CAS 高危患者提供了简便、可量化的评估工具,临床实用价值凸显。该研究结果可指导临床常规开展 24 h ABPM,通过整合血压波动特征与血清学指标进行综合风险分层,有助于提前启动血管保护干预措施,延缓动脉粥样硬化病理进程,降低老年 HFpEF 患者远期心血管不良事件发生风险。然而本研究仍存在一定局限性,受单中心回顾性研究设计、样本量规模有限的影响,研究结论可能存在一定选择偏倚;且本研究核心聚焦于 BPV 与老年 HFpEF 患者 CAS 发生与否的关联,未对粥样硬化斑块的性质、大小及严重程度进行分层分析。未来可进一步扩大样本量,开展多中心、前瞻性队列研究,深入探讨 BPV 与 CAS 不同严重程度剂量-反应关系,为老年 HFpEF 患者血管并发症的精准防控提供更充分的循证依据。

综上,24 h SSD、dSSD、nSSD 与老年 HFpEF 患者发生 CAS 存在密切关联,其表达升高可能提示患者 CAS 发生的高风险;合并高血压、hs-cTnT 及 Hcy 水平升高可进一步增加该风险,联合检测上述指标可

显著提升 CAS 的早期预测效能,应引起临床重视。

参考文献

- [1] 射血分数保留的心力衰竭诊断与治疗中国专家共识制定工作组,周京敏,杨杰孚.射血分数保留的心力衰竭诊断与治疗中国专家共识 2025[J].中国循环杂志,2025,40(11):1041-1060.
- [2] 刘凯,井海云,邢瑞星.射血分数保留心力衰竭合并颈动脉粥样硬化对亚临床左心功能受损的影响[J].航空航天医学杂志,2025,36(6):654-656.
- [3] 付春生,胡小龙,李雪翔.入院时 24h 心率变异性与慢性心力衰竭病人低血压的关系[J].中西医结合心脑血管病杂志,2024,22(10):1835-1840.
- [4] 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,等.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):760-789.
- [5] BREDY C, MINISTERI M, KEMPNY A, *et al.* New York Heart Association (NYHA) classification in adults with congenital heart disease: relation to objective measures of exercise and outcome[J]. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2018, 4(1): 51-58.
- [6] 《老年人颈动脉粥样硬化性疾病诊治中国专家建议》写作,中华医学会老年医学分会,《中华老年医学杂志》编辑委员会.老年人颈动脉粥样硬化性疾病诊治中国专家建议[J].中华老年医学杂志,2013,32(2):113-120.
- [7] 刘圆方,夏海娜,高建步,等.收缩压变异性对射血分数保留的心力衰竭患者的预后影响[J].中国心血管杂志,2022,27(3):279-283.
- [8] 蒋子裕,刘议蔓,周意君.MHR、PLR 及血压变异性与高血压患者颈动脉粥样硬化的相关性分析[J].标记免疫分析与临床,2024,31(5):880-884.
- [9] 郑秀敏,郭长城,马晓琳.血清肌钙蛋白 T、胱抑素 C 联合 N 末端 B 型脑钠肽前体诊断心力衰竭患者的临床价值[J].生物医学工程学进展,2025,46(3):342-347.
- [10] 金玉霞,马莉,苏玉虹,等.H 型高血压患者内皮功能损伤与炎症反应及动脉粥样硬化的关系[J].西部医学,2024,36(1):103-107.
- [11] 林从娟,郑建清,蔡川奇,等.血压变异性与血浆同型半胱氨酸对高血压患者颈动脉粥样硬化的影响[J].中华高血压杂志,2021,29(12):1238-1244.