

- 2021[J]. CA Cancer J Clin. 2021, 71(1):7-33.
- [12] 王成, 涂琴. 江西省农村妇女对于自取样 HPV 检测的认知与影响因素调查分析[J]. 中国医学创新, 2021, 18(17):75-79.
- [13] 汪秀红, 张汉鑫. 子宫内腺癌骨转移患者放疗前后血清 β -CTX、PINP 变化及意义[J]. 中国卫生工程学, 2021, 20(5):873-874.
- [14] 方虹, 连俊红. 外周血炎症指标在子宫颈癌变进程中的动态变化及临床意义[J]. 解放军医药杂志, 2019, 31(11):32-36.
- [15] 周兴, 王英, 张清, 等. 中性粒细胞在肿瘤进展及治疗中的作用[J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2021, 35(9):194-203.
- [16] 高敏, 王巍, 宋楠, 等. 术前 NLR、PLR 和 CA125 水平对子宫内
膜癌预后的评估价值[J]. 中国生育健康杂志, 2021, 32(6):519-523.
- [17] 游兴文, 王秀琴, 王艳虹, 等. PIK3CA 基因沉默对宫颈癌生物学特性影响及机制[J]. 青岛大学学报(医学版), 2021, 57(6):879-885.
- [18] 尹琦, 胡彦建, 崔普泽. Notch 信号通路调控肿瘤细胞凋亡机制研究进展[J]. 实用肿瘤学杂志, 2021, 35(2):165-169.
- [19] 安红梅, 邓继红, 张雯, 等. p16、C-myc 和 PIK3CA 在宫颈病变组织中的表达研究[J]. 中国妇产科临床杂志, 2021, 22(2):184-185.
- (收稿日期:2021-12-30, 修回日期:2022-02-28)

引用本文:蔡春燕, 杜雳. 老年慢性心力衰竭病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平检测及临床意义[J]. 安徽医药, 2023, 27(4):737-741. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2023.04.023.



◇临床医学◇

老年慢性心力衰竭病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平检测及临床意义

蔡春燕, 杜雳

作者单位:中国人民解放军联勤保障部队第九二〇医院心血管内科, 云南 昆明 650000

基金项目:云南省高校基础研究联合专项项目(202001BA070001-047)

摘要: **目的** 探究老年慢性心力衰竭病人血清高敏肌钙蛋白 T(hs-cTnI)、基质金属蛋白酶-9(MMP-9)、可溶性基质溶素-2(sST2)水平检测及临床意义。**方法** 选取解放军联勤保障部队第九二〇医院 2017 年 5 月至 2021 年 6 月收治的 100 例老年慢性心力衰竭病人作为观察组, 心功能分级为 II ~ IV 级, 其中 II 级 32 例, III 级 34 例, IV 级 34 例;另选取该院同期体检的心功能正常且无心脏病的老年人 60 例作为对照组。比较两组临床资料、血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平, 分析老年慢性心力衰竭影响因素, 评价血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平对老年慢性心力衰竭的诊断价值, 并比较不同心功能分级病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平。**结果** 两组性别、年龄、体质量指数(BMI)、血胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、吸烟史、高血压及糖尿病比例比较, 差异无统计学意义($P>0.05$);观察组血清脑钠肽(BNP)(535.63 ± 60.87)ng/L 水平高于对照组(78.62 ± 25.41)ng/L, 左室射血分数(LVEF)(49.83 ± 5.47)%低于对照组(56.74 ± 6.25)%, 差异有统计学意义($P<0.05$);观察组血清 hs-cTnI 水平(0.59 ± 0.24)ng/L、MMP-9 水平(452.39 ± 35.84)ng/L、sST2 水平(62.85 ± 24.29) μ g/L 高于对照组(0.18 ± 0.08)ng/L、(137.69 ± 21.59)ng/L、(32.49 ± 14.21) μ g/L, 差异有统计学意义($P<0.05$);logistic 回归模型, 结果显示, 调整 BNP、LVEF 等混杂因素后, hs-cTnI、MMP-9、sST2 均仍与老年慢性心力衰竭病人独立相关($P<0.05$);ROC 曲线, 结果显示, 血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平联合诊断老年慢性心力衰竭的 AUC 为 0.91, 较各原始因子单独诊断价值明显提高;Spearman 相关性模型分析可知, 老年慢性心力衰竭病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平与心功能分级呈正相关关系($P<0.05$)。**结论** 老年慢性心力衰竭病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平明显升高, 且均与心功能分级明显相关, 临床可检测其水平, 明确诊断疾病, 掌握病人病情程度, 有助于临床治疗方案的制定。

关键词: 心力衰竭; 高敏肌钙蛋白 T; 基质金属蛋白酶-9; 可溶性基质溶素-2; 心功能分级; 老年人

Detection and clinical significance of serum hs-cTnI, MMP-9, sST2 levels in elderly patients with chronic heart failure

CAI Chunyan, DU Li

Author Affiliation: Department of Cardiovascular Medicine, 920th Hospital of The PLA Joint Logistic Support Force, Kunming, Yunnan 650000, China

Abstract: **Objective** To investigate the detection and clinical significance of serum high-sensitivity troponin T (hs-cTnI), matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) and soluble stromelysin-2 (sST2) levels in elderly patients with chronic heart failure. **Methods** One hun-

dred elderly patients with chronic heart failure admitted to the 920th Hospital of the PLA Joint Logistics and Security Forces from May 2017 to June 2021 were selected as the observation group, with cardiac function graded from grade II to IV, including 32 cases of grade II, 34 cases of grade III, and 34 cases of grade IV; another 60 cases of elderly people with normal cardiac function and no heart disease from the same period of physical examination in the hospital were selected as the control group. We compared the clinical data, serum hs-cTnI, MMP-9 and sST2 levels between the two groups, analyzed the factors affecting chronic heart failure in the elderly, evaluated the diagnostic value of serum hs-cTnI, MMP-9 and sST2 levels on chronic heart failure in the elderly, and compared the serum hs-cTnI, MMP-9 and sST2 levels in patients with different cardiac function grades. **Results** There was no statistically significant difference between the two groups in terms of gender, age, body mass index (BMI), blood cholesterol (TC), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), smoking history, hypertension and diabetes ($P>0.05$); serum brain natriuretic peptide (BNP) level in the observation group (535.63 ± 60.87) ng/L was higher than that in the control group (78.62 ± 25.41) ng/L and left ventricular ejection fraction (LVEF) (49.83 ± 5.47) % was lower than that of the control group (56.74 ± 6.25) %, with statistically significant differences ($P<0.05$). The serum hs-cTnI level (0.59 ± 0.24) ng/L, MMP-9 level (452.39 ± 35.84) ng/L, and sST2 level (62.85 ± 24.29) $\mu\text{g/L}$ in the observation group were higher than those in the control group (0.18 ± 0.08) ng/L, (137.69 ± 21.59) ng/L, ($32.49\pm(14.21)$ $\mu\text{g/L}$, with statistically significant differences ($P<0.05$); the result of logistic regression showed that after adjusting for the confounding factors such as BNP and LVEF, hs-cTnI, MMP-9, and sST2 were all still independently associated with elderly patients with chronic heart failure ($P<0.05$); the result of ROC curve showed that the AUC of serum hs-cTnI, MMP-9, and sST2 levels combined to diagnose elderly patients with chronic heart failure was 0.91, which was significantly higher than the diagnostic value of each original factor alone; Spearman correlation model analysis showed that serum hs-cTnI, MMP-9 and sST2 levels were positively correlated with cardiac function classification in elderly patients with chronic heart failure ($P<0.05$). **Conclusion** The levels of serum hs-cTnI, MMP-9 and sST2 are significantly increased in elderly patients with chronic heart failure, and all of them are significantly correlated with the classification of cardiac function, and their levels can be detected clinically to clearly diagnose the disease, grasp the extent of the patient's condition, and help the formulation of clinical treatment plans.

Key words: Heart failure; hs-cTnI; MMP-9; sST2; Cardiac function classification; Aged

慢性心力衰竭为各种病因所致心脏病的终末阶段,预后较差、病死率高,且近年来,随着人口老龄化趋势发展,该病发病率明显增长,严重影响病人生活质量,目前已成为老年心血管疾病主要死亡原因之一^[1-3]。临床对于此类人群,早期及时诊断疾病、评估病情程度,准确掌握病人病情严重程度,区分高危人群,从而实施针对性临床处理。高敏肌钙蛋白T(hypersensitivity troponin T, hs-cTnI)是一种高精密度的心肌损伤标志物,检测灵敏度较高,更加广泛适用于临床生物学观察^[4-5]。基质金属蛋白酶-9(matrix metalloproteinase-9, MMP-9)作为基质金属蛋白酶家族重要成员之一,在心室重构中发挥重要作用^[6-7]。可溶性基质溶素-2(soluble suppression of tumorigenicity2, sST2)为近年来新发展起来的心血管系统标志分子,已有研究证实其参与心室重构及间质纤维化^[8-9]。目前,国内关于hs-cTnI、MMP-9、sST2对于老年慢性心力衰竭病人诊断及病情评估的研究认识尚不充分,本研究旨在探讨老年慢性心力衰竭病人血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平的临床意义。结果如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取解放军联勤保障部队第九二〇医院2017年5月至2021年6月收治的100例老年慢性心力衰竭病人作为观察组,均符合慢性心力衰

竭相关诊断标准^[10],根据美国纽约心脏病协会心功能分级为II~IV级,其中II级32例,表现为体力活动轻度受限,休息时无自觉症状,活动状态下通常可出现心衰症状;III级34例,表现为体力活动明显受限,低于平时一般活动即可引起心衰症状;IV级34例,表现为无法从事任何体力活动,休息状态下存在心衰,活动时症状加重。排除标准:心肌代谢障碍性疾病者;急性心肌梗死者;急性暴发性心肌炎者;肺源性心脏病造成的左心衰竭者;合并脑血管疾病者;伴有肝肾功能障碍者;合并免疫系统或血液系统疾病者;伴有恶性肿瘤或精神疾病者。另选取我院同期体检的心功能正常且无心脏病的老年人60例作为对照组。病人或其近亲属知情同意,本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求。

1.2 方法 两组受试者均于入院当天,空腹状态下抽取5 mL肘静脉血,置于抗凝管内2 h,3 500 r/min离心处理15 min,离心半径为10.5 cm,分离血清,置于-80℃环境下待检;以电化学发光免疫法测定血清hs-cTnI水平,试剂盒购自罗氏公司;以双抗体夹心法测定血清MMP-9水平,试剂盒购自上海钰博生物科技有限公司;以酶联免疫吸附法测定血清sST2水平,试剂盒购自上海晶抗生物工程有限公司;操作严格遵循试剂盒说明书进行。

1.3 统计学方法 数据采用SPSS 21.0软件处理,计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验,通过Pearson相关性模型进行相关性分析,logistic进行影响因素回归分析,预测价值分析受试者操作特征曲线(ROC曲线),获取曲线下面积(AUC)、95%CI、灵敏度、特异度及截断值,利用Stata 10.0软件中Predict pre1命令,联合预测实施logistic二元回归拟合,返回预测概率logit(P),将其作为独立检验变量, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较 两组性别、年龄、体质指数(BMI)、血胆固醇(cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、吸烟史、高血压及糖尿病比例比较,差异无统计学意义($P>0.05$),观察组脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)水平高于对照组,左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表1。

2.2 两组血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平比较 观察组血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

2.3 老年慢性心力衰竭的多因素分析 将表1, 2中差异有统计学意义的因素作为自变量,构建logistic回归模型,结果显示,调整BNP、LVEF等混杂因素后,hs-cTnI、MMP-9、sST2均仍与老年慢性心力衰竭病人独立相关($P<0.05$),其水平越高,老年慢性心力衰竭发病风险越大,见表3。

2.4 血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平对老年慢性心力衰竭的诊断价值 以观察组作为阳性样本,对照组作为阴性样本,绘制ROC曲线,结果显示,血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平诊断老年慢性心力衰竭

表2 老年慢性心力衰竭100例血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平比较 $\bar{x} \pm s$

组别	例数	hsTnI/(ng/L)	MMP-9/(ng/L)	sST2/(μg/L)
对照组	60	0.18±0.08	137.69±21.59	32.49±14.21
观察组	100	0.59±0.24	452.39±35.84	62.85±24.29
t值		12.80	61.59	8.81
P值		<0.001	<0.001	<0.001

注:hs-cTnI为高敏肌钙蛋白T, MMP-9为基质金属蛋白酶-9, sST2为可溶性基质溶素-2。

表3 老年慢性心力衰竭发生风险的多因素分析

因素	β值	SE值	Wald χ^2 值	OR值	95%CI	P值
常量	-4.12					
Hs-cTnI	2.77	0.41	45.33	16.02	(10.13, 25.34)	<0.001
MMP-9	2.98	0.46	42.87	19.67	(12.84, 30.15)	<0.001
sST2	2.72	0.47	33.68	15.21	(10.01, 23.12)	<0.001

注:hs-cTnI为高敏肌钙蛋白T, MMP-9为基质金属蛋白酶-9, sST2为可溶性基质溶素-2。

的AUC分别为0.78、0.79、0.79,将hs-cTnI、MMP-9、sST2经logistic回归模型拟合生成联合预测因子,列出联合预测因子取不同值时对应的敏感度、特异度和预测准确率,取约登指数为最大值时联合预测因子所对应的数值作为最佳临界值,即0.05, AUC为0.91,较各原始因子单独诊断价值明显提高。见表4,图1。

表4 血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平对老年慢性心力衰竭的诊断价值

指标	AUC	95%CI	P值
Hs-cTnI	0.78	(0.71, 0.85)	<0.001
MMP-9	0.79	(0.72, 0.85)	<0.001
sST2	0.79	(0.72, 0.86)	<0.001
联合诊断	0.91	(0.86, 0.96)	<0.001

注:hs-cTnI为高敏肌钙蛋白T, MMP-9为基质金属蛋白酶-9, sST2为可溶性基质溶素-2。

表1 老年慢性心力衰竭100例临床资料比较

组别	例数	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	男性/例(%)	体质指数/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	TC/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	HDL-C/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)
对照组	60	36(60.00)	67.95±2.37	23.85±5.79	4.98±1.97	1.15±0.27
观察组	100	55(55.00)	68.41±3.25	24.16±5.02	5.14±2.06	1.21±0.50
t(χ^2)值		0.38	0.95	0.36	0.48	0.86
P值		0.536	0.342	0.722	0.483	0.393
组别	LDL-C/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	BNP/(ng/L, $\bar{x} \pm s$)	LVEF/(%, $\bar{x} \pm s$)	吸烟史/例(%)	高血压/例(%)	糖尿病/例(%)
对照组	5.02±0.93	78.62±25.41	56.74±6.25	35(58.33)	27(45.00)	34(56.67)
观察组	4.85±0.74	535.63±60.87	49.83±5.47	43(43.00)	40(40.00)	51(51.00)
t(χ^2)值	1.28	55.28	7.33	3.53	0.39	0.48
P值	0.204	<0.001	<0.001	0.060	0.535	0.487

注: BMI为体质指数, TC为血胆固醇, HDL-C为高密度脂蛋白胆固醇, LDL-C为低密度脂蛋白胆固醇, BNP为脑钠肽, LVEF为左室射血分数。

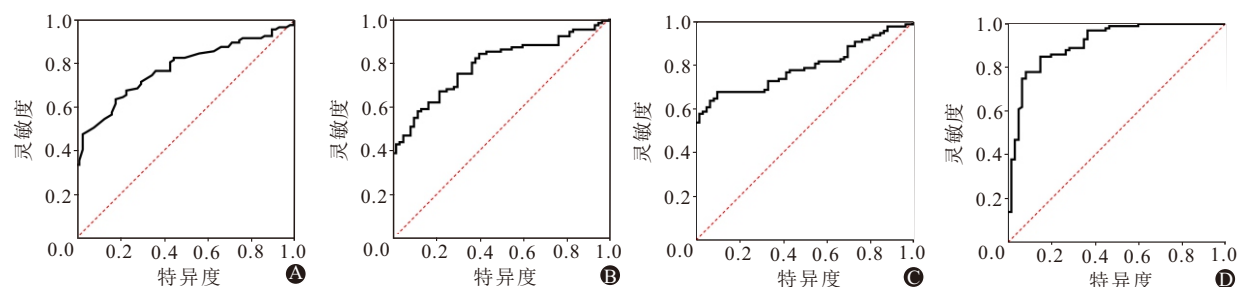


图1 血清高敏肌钙蛋白T(hs-cTnI)、基质金属蛋白酶-9(MMP-9)、可溶性基质溶素-2(sST2)水平联合诊断老年慢性心力衰竭:A为hs-cTnI, B为MMP-9,C为sST2,D为联合

2.5 不同心功能分级病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2水平比较 不同心功能分级病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平比较,差异有统计学意义($P<0.05$),且 Spearman 相关性模型分析可知,老年慢性心力衰竭病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平与心功能分级呈正相关关系($P<0.05$)。见表5。

表5 不同心功能分级病人血清 hs-cTnI、MMP-9、sST2 水平比较 $\bar{x} \pm s$

心功能分级	例数	hsTnI/(ng/L)	MMP-9/(ng/L)	sST2/(μg/L)
Ⅱ级	32	0.41±0.25	378.94±30.14	45.69±20.19
Ⅲ级	34	0.58±0.30	449.81±38.29	63.02±25.06
Ⅳ级	34	0.77±0.32	524.10±40.13	78.83±26.30
F值		12.54	130.03	15.63
r值		0.67	0.61	0.60
P值		<0.001	<0.001	<0.001

注:hs-cTnI 为高敏肌钙蛋白 T,MMP-9 为基质金属蛋白酶-9,sST2 为可溶性基质溶素-2。

3 讨论

hs-cTnI 作为心脏特异性结构蛋白,正常情况下,无法通过心肌细胞膜释放入血,当心肌受损时,hs-cTnI 进入血液循环而被检出^[11]。本研究中观察组 hs-cTnI 水平高于对照组,提示慢性心力衰竭病人血液中 hs-cTnI 水平会出现异常升高,与以往研究^[12]结果基本一致,考虑原因,可能是由于慢性心力衰竭病人心脏前负荷较大,舒张末期充盈压异常增大,致使心肌纤维被拉长,出现移位改变,会一定程度损伤心肌细胞膜,心肌细胞膜通透性及完整性遭到破坏,使得大量游离 hs-cTnI 进入血液中。此外,慢性心力衰竭病人交感神经兴奋性明显提升,肾素-血管紧张素-醛固酮系统被过度激活,进而影响心肌细胞,致使心肌损伤,心肌细胞能量供应不足,造成能量利用障碍,最终出现心肌细胞坏死^[13]。相关研究指出,超过 90% 慢性心力衰竭病人可检测出 hs-cTnI 浓度,而仅 10% 左右病人可检测出常规 cTnI^[14],故本研究采用 hs-cTnI 诊断老年慢性心力衰竭病人,结果显示,其 AUC 值为 0.78,具有一定诊断效

能。从本研究结果可知,不同心功能分级病人血清 hs-cTnI 水平存在明显差异,经相关性分析可知,hs-cTnI 与心功能分级呈正相关关系,证实老年慢性心力衰竭病人血清 hs-cTnI 水平越高,心功能越差,临床检测其水平,有助于临床掌握病人病情严重程度,区分高危人群,从而针对性制定治疗方案。

心室重构是造成心脏结构改变及心力衰竭持续发展的病理基础,主要包括心肌细胞外基质改变、心肌细胞肥大、心肌细胞凋亡或死亡等多种分子与细胞机制,其中细胞外基质主要成分胶原纤维降解不当、大量沉积致使心肌细胞外基质结构改变,是心室重构发生的主要原因^[15]。健康状态下,心肌细胞外基质是一个动态网状平衡状态,由胶原蛋白、蛋白聚糖、糖蛋白等组成,维持心脏结构完整性;心衰状态下,心肌细胞外基质改变,心肌细胞排序杂乱无章,心肌顺应性下降,致使心脏功能受损,引发心力衰竭。MMP-9 是一种需依赖金属离子发挥催化活性的内源性肽链内切酶,可降解心肌细胞外基质形成基质素,引起心肌细胞过分拉长、心室扩大、心室壁变薄,造成心脏泵血功能下降^[16]。已有研究证实,相较于健康人群,慢性心力衰竭病人血清 MMP-9 水平明显升高,提示慢性心力衰竭病人存在血液中 MMP-9 水平异常升高现象^[17]。本研究中观察组血清 MMP-9 水平高于对照组,与上述研究结构一致,考虑原因,可能是由于心力衰竭发生时,MMP-9 水平增高,促进心肌细胞外基质中明胶酶等大量降解,引起生长因子异常表达,促生新的结缔组织,引起心肌细胞纤维化及心室不可逆性扩张,进而加重心力衰竭。进一步相关性分析可知,老年慢性心力衰竭病人血清 MMP-9 水平与心功能呈正相关关系,充分证实上述观点,MMP-9 水平升高,可加重心力衰竭。

ST2 是白细胞介素-1 受体超家族成员之一,以可溶性与跨膜形式存在,在多种炎症免疫调节过程中发挥至关重要作用^[18]。白细胞介素-33 为 sST2 功能配体,可通过抑制白细胞介素-33/sST2 信号转

导通路,对炎症细胞因子/趋化因子表达发挥拮抗作用,从而抑制炎症反应^[19]。sST2是由过负荷心肌细胞及心肌成纤维细胞分泌的血清蛋白,由心肌应力与心肌牵张调节,当心脏受到机械性牵拉刺激时,过负荷心肌细胞及心肌成纤维细胞分泌的sST2增多,而过量的sST2竞争性结合白细胞介素-33结合位点,加速心肌纤维化及心室重构,而心室重构为心力衰竭持续发展的病理基础^[20]。相关研究指出,心力衰竭病人血清sST2水平明显升高,且sST2不受年龄、BMI及肾功能等影响,可作为独立预测慢性心力衰竭的特异性指标^[21]。本研究中观察组血清sST2水平高于对照组,且ROC曲线显示,sST2用于诊断老年慢性心力衰竭的AUC值为0.79,具有一定诊断效能,与上述研究结果相符。此外,相关性分析可知,老年慢性心力衰竭病人血清sST2水平与心功能分级呈正相关关系,提示老年慢性心力衰竭病人血清sST2水平越高,心功能越差,分析原因,可能是由于随着心功能恶化,心室符合进一步加重,神经-内分泌-细胞因子通路被激活,炎症反应加剧,心肌纤维化,进一步形成恶性循环。

此外,本研究绘制ROC曲线,发现将hs-cTnI、MMP-9、sST联合诊断老年慢性心力衰竭的ROC曲线AUC为0.91,较各原始因子单独诊断价值明显提高,且进一步经个体值验证准确度高达84.92%,值得临床推广与应用。

综上所述,老年慢性心力衰竭病人血清hs-cTnI、MMP-9、sST2水平明显升高,且均与心功能分级明显相关,临床可检测其水平,明确诊断疾病,掌握病人病情程度,有助于临床治疗方案的制定。

参考文献

- [1] CUI XN, ZHOU XZ, MA LL, et al. A nurse-led structured education program improves self-management skills and reduces hospital readmissions in patients with chronic heart failure: a randomized and controlled trial in China[J]. Rural Remote Health, 2019, 19(2): 5270.
- [2] 马欣, 付宝, 李秋霞, 等. 芪苈强心胶囊联合沙库巴曲缬沙坦钠片治疗慢性心力衰竭的效果[J]. 安徽医学, 2021, 42(1): 62-66.
- [3] PACKER M, ANKER SD, BUTLER J, et al. Influence of neprilysin inhibition on the efficacy and safety of empagliflozin in patients with chronic heart failure and a reduced ejection fraction: the EMPEROR-Reduced trial [J]. Eur Heart J, 2021, 42(6): 671-680.
- [4] 张清. sST2, NT-proBNP, hs-cTnI水平评估心力衰竭预后及转归的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(16): 2501-2504.
- [5] 张小新, 李华华, 陈善昌, 等. rhBNP对急性前壁心肌梗死患者sST2, hs-cTnI, 心功能的影响及其预后分析[J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(18): 41-45.
- [6] 王芳, 韦迎娜, 尹涛源. sST2 MMP-2 MMP-9与急性心肌梗死并发心力衰竭患者预后的相关性[J]. 安徽医学, 2020, 41(7): 755-759.
- [7] 李小静, 闫卫军. 血清可溶性白介素-6受体, 基质金属蛋白酶-9和白介素-18水平对急性ST段抬高心肌梗死合并心力衰竭患者左心功能的影响[J]. 内科急危重症杂志, 2020, 26(4): 321-324.
- [8] GRUPPER A, ABOUEZZEDDINE OF, MALESZEWSKI JJ, et al. Elevated ST2 levels are associated with antibody-mediated rejection in heart transplant recipients [J/OL]. Clin Transplant, 2018, 32(9): e13349. DOI: 10.1111/ctr.13349.
- [9] 陈鑫龙, 田晶, 张青, 等. 冠心病慢性心力衰竭病人住院前后血清NT-proBNP, cTnI, sST2, GDF-15变化及其影响因素[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(10): 1622-1626.
- [10] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 慢性心力衰竭诊断治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2007, 35(12): 1076-1095.
- [11] 李小莉, 李二亮. 慢性心力衰竭病人hs-CRP、半乳糖凝集素-3与hs-cTnT、Hb水平的相关性[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(14): 2184-2185, 2214.
- [12] 李俐, 肖俊会, 毕建成, 等. 老年慢性心力衰竭患者血浆BNP、TNF- α 和血清cTnI水平与心室重构指标及心功能的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(5): 1031-1034.
- [13] 甄根深, 张奇峰, 刘威, 等. hs-cTnI及NT-proBNP最佳截断值与慢性心力衰竭患者生存期的相关性研究[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2019, 11(4): 484-486, 490.
- [14] 陈国新, 毕卓芳. 超敏肌钙蛋白I和红细胞分布宽度在慢性心力衰竭评价中的作用[J]. 中医临床研究, 2018, 10(13): 107-108.
- [15] 李婉妮. 慢性心力衰竭患者外周血MMP-2、MMP-9、TIMP-1水平及其与预后的关系[J]. 心血管康复医学杂志, 2019, 28(2): 147-152.
- [16] ZILE MR, O'MEARA E, CLAGGETT B, et al. Effects of sacubitril/valsartan on biomarkers of extracellular matrix regulation in patients with HFrEF[J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 73(7): 795-806.
- [17] 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.
- [18] MORROW DA, VELAZQUEZ EJ, DEVORE AD, et al. Cardiovascular biomarkers in patients with acute decompensated heart failure randomized to sacubitril-valsartan or enalapril in the PIONEER-HF trial[J]. Eur Heart J, 2019, 40(40): 3345-3352.
- [19] 吕海珍, 吕云, 周荣, 等. 血清HCY, sST2和NT-proBNP联合检测对慢性心力衰竭诊断及心功能评价的价值[J]. 中国实验诊断学, 2019, 23(6): 1002-1006.
- [20] DE LA ESPRIELLA R, BAYÉS-GENIS A, REVUELTA-LÓPEZ E, et al. Soluble ST2 and diuretic efficiency in acute heart failure and concomitant renal dysfunction[J]. J Card Fail, 2021, 27(4): 427-434.
- [21] 许卓帆, 郑韶欣, 叶贤区, 等. 慢性心力衰竭患者血清sST2, Galectin-3水平变化及临床意义[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2020, 12(1): 47-49, 53.

(收稿日期: 2021-12-31, 修回日期: 2022-03-10)