

· 心力衰竭专题研究 ·

充血性心力衰竭患者支链氨基酸水平及其与心功能、主要不良心血管事件的关系研究



扫描二维码
查看更多

张靖琦¹, 万永伦², 富路¹

【摘要】 目的 分析充血性心力衰竭(CHF)患者支链氨基酸(BCAA)水平及其与心功能、主要不良心血管事件(MACE)的关系。方法 回顾性选取2020年10月至2022年11月哈尔滨医科大学附属第一医院收治的CHF患者144例作为CHF组,其纽约心脏病协会(NYHA)分级:Ⅱ级28例,Ⅲ级72例,Ⅳ级44例。另选取同期于哈尔滨医科大学附属第一医院体检的健康者79例作为对照组。收集研究对象的性别、年龄、BMI,CHF患者冠心病史、高血压史、糖尿病史、PCI史及入院时心率、NYHA分级,CHF患者入院时、体检者体检时BCAA水平、N末端脑钠肽前体(NT-proBNP)水平、左心室射血分数(LVEF),CHF患者MACE发生情况。根据CHF患者住院期间MACE发生情况,将其进一步分为MACE亚组($n=51$)与非MACE亚组($n=93$)。比较CHF组和对照组性别、年龄、BMI、BCAA水平、NT-proBNP水平、LVEF;比较不同入院时NYHA分级CHF患者BCAA、NT-proBNP水平及LVEF;采用Pearson相关分析探讨CHF患者BCAA水平与NT-proBNP水平、LVEF的相关性;采用多因素Logistic回归分析探讨CHF患者发生MACE的影响因素。结果 CHF组BCAA、NT-proBNP水平高于对照组,LVEF低于对照组($P<0.05$)。NYHA分级Ⅲ级的CHF患者NT-proBNP水平高于NYHA分级Ⅱ级的CHF患者,LVEF低于NYHA分级Ⅱ级的CHF患者($P<0.05$);NYHA分级Ⅳ级的CHF患者NT-proBNP水平高于NYHA分级Ⅱ、Ⅲ级的CHF患者,LVEF低于NYHA分级Ⅱ、Ⅲ级的CHF患者($P<0.05$)。Pearson相关分析结果显示,CHF患者BCAA水平与NT-proBNP水平呈正相关($r=0.647, P<0.001$),而与LVEF无直线相关关系($r=0.164, P=0.089$)。MACE亚组有PCI史者占比、BCAA水平、NT-proBNP水平高于非MACE亚组,心率快于非MACE亚组,LVEF低于非MACE亚组($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示,PCI史、入院时心率、BCAA水平、NT-proBNP水平、LVEF是CHF患者发生MACE的影响因素($P<0.05$)。结论 CHF患者BCAA水平升高,其与患者心功能的关系尚不明确,但其与NT-proBNP水平呈正相关,且其升高是CHF患者发生MACE的危险因素。

【关键词】 心力衰竭;氨基酸类,支链;心功能;主要不良心血管事件

【中图分类号】 R 541.62 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2023.00.285

Levels of Branched Chain Amino Acid in Patients with Congestive Heart Failure and Their Relationship with Cardiac Function and Major Adverse Cardiovascular Events ZHANG Jingqi¹, WAN Yonglun², FU Lu¹

1.Development of Cardiovascular Medicine, the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150001, China

2.Development of Cardiovascular Medicine, the Second Hospital of Harbin, Harbin 150001, China

Corresponding author: FU Lu, E-mail: fulkj2016@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the levels of branched chain amino acid (BCAA) in patients with congestive heart failure (CHF) and their relationship with cardiac function and major adverse cardiovascular events (MACE). **Methods** A total of 144 patients with CHF admitted to the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University from October 2020 to November 2022 were retrospectively selected as the CHF group. Their New York Heart Association (NYHA) classifications were as follows: 28 patients with grade II, 72 patients with grade III, and 44 patients with grade IV. Another 79 healthy subjects who underwent physical examination in the First Affiliated Hospital of Harbin Medical University during the same period were selected as the control group. Gender, age and BMI of the subjects, history of coronary heart disease, hypertension, diabetes and PCI, heart rate and NYHA grade at admission of CHF patients, BCAA level, N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) level and left ventricular ejection fraction (LVEF) of CHF patients at admission and examiners during physical examination, the occurrence of MACE in CHF patients were collected. According to the occurrence of MACE during hospitalization, CHF patients were further divided into MACE subgroup ($n=51$) and non-MACE subgroup ($n=93$). Gender, age, BMI, BCAA level, NT-proBNP level and

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(8207021240)

作者单位: 1.150001黑龙江省哈尔滨市, 哈尔滨医科大学附属第一医院心血管内科 2.150001黑龙江省哈尔滨市第二医院心血管内科

通信作者: 富路, E-mail: fulkj2016@163.com

LVEF were compared between CHF group and control group. The levels of BCAA and NT-proBNP and LVEF were compared in CHF patients with different NYHA classification at admission. Pearson correlation analysis was used to investigate the correlation between BCAA level and NT-proBNP level and LVEF in CHF patients. Multivariate Logistic regression analysis was used to investigate the influencing factors of MACE in CHF patients. **Results** The levels of BCAA and NT-proBNP in CHF group were higher than those in control group, and LVEF was lower than that in control group ($P < 0.05$). The level of NT-proBNP in CHF patients with NYHA grade III was higher than that of CHF patients with NYHA grade II, and LVEF was lower than that of CHF patients with NYHA grade II ($P < 0.05$). The level of NT-proBNP in CHF patients with NYHA grade IV was higher than that of CHF patients with NYHA grade II and III, and LVEF was lower than that of CHF patients with NYHA grade II and III ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that the level of BCAA in CHF patients was positively correlated with the level of NT-proBNP ($r=0.647, P < 0.001$), but not linearly correlated with LVEF ($r=0.164, P=0.089$). The proportion of patients with PCI history, BCAA level and NT-proBNP level in MACE subgroup were higher than those in non-MACE subgroup, the heart rate was faster than that in non-MACE subgroup, and LVEF was lower than that in non-MACE subgroup ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that PCI history, heart rate at admission, BCAA level, NT-proBNP level and LVEF were the influencing factors for the occurrence of MACE in CHF patients ($P < 0.05$). **Conclusion** The level of BCAA in CHF patients is elevated and the relationship between BCAA and the cardiac function of patients is not clear, but it is positively correlated with the level of NT-proBNP, and the increased BCAA level is a risk factor for MACE in CHF patients.

【Key words】 Heart failure; Amino acids, branched-chain; Cardiac function; Major adverse cardiac events

目前, 心血管疾病仍是国内外患者死亡的最重要原因之一, 其中充血性心力衰竭 (congestive heart failure, CHF) 是各种心血管疾病发展的终末阶段, 主要由任何原因诱发的初始心脏损伤引起的心肌结构和功能改变导致^[1], 其发病率较高, 患者预后较差, 近期心源性死亡、休克等不良事件发生风险可达35%左右, 已成为严重危害人类生命安全的疾病之一^[2]。既往研究显示, CHF患者多伴有心肌细胞代谢紊乱, 导致心肌能量生成不足, 而人为干预可延缓患者病情进展, 但既往报道主要集中在脂肪酸和葡萄糖代谢上, 目前对于CHF患者氨基酸代谢变化情况研究甚少^[3-4]。支链氨基酸 (branched chain amino acid, BCAA) 代谢主要集中在心肌、神经元、肾脏等非肝脏组织。研究表明, CHF发病过程中BCAA分解代谢过程受损^[5]。但目前关于BACC对CHF患者心功能、主要不良心血管事件 (major adverse cardiac events, MACE) 关系的研究报道鲜见。为此, 本研究旨在分析CHF患者BCAA水平及其与心功能、MACE的关系, 以期对CHF的临床诊治提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 回顾性选取2020年10月至2022年11月哈尔滨医科大学附属第一医院收治的CHF患者144例作为CHF组, 其纽约心脏病协会 (New York Heart Association, NYHA) 分级^[6]: II级28例, III级72例, IV级44例。纳入标准: (1) 无甲状腺疾病、肝炎和肿瘤史; (2) 无心房颤动、期前收缩等心律失常的症状; (3) 非过敏体质。排除标准: (1) 合并认知功能、神经功能障碍者; (2) 有长期药物依赖史者; (3) 伴有内分泌系统疾病、急/慢性感染者; (4) 凝血功能较差者。另选取同期于哈尔滨医科大学附属第一医院体检的健康者79例作为对照组。纳入标准: (1) 年龄 >18 岁; (2) 无沟通、意识障碍者。本研究经哈尔滨医科大学附属第一医院伦理委员会批准。

1.2 临床资料收集 收集研究对象的性别、年龄、BMI,

CHF患者冠心病史、高血压史、糖尿病史、PCI史及入院时心率、NYHA分级, CHF患者入院时、体检者体检时BCAA水平、N末端脑钠肽前体 (N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP) 水平、左心室射血分数 (left ventricular ejection fraction, LVEF), CHF患者MACE发生情况。BCAA、NT-proBNP水平检测方法: 抽取受试者晨起空腹外周静脉血5 ml, 置入乙二胺四乙酸抗凝试管, 以3 000 r/min离心10 min (离心半径10 cm), 取上清液, 采用ELISA检测BCAA、NT-proBNP水平。LVEF检测方法: 采用美国GE彩色多普勒超声仪, 选择S4经胸探头, 频率为2~4 MHz, 采用标准胸骨旁长轴切面测量室间隔、左心室后壁厚度及左心室舒张末期内径、左心房内径, 计算LVEF。MACE的定义为住院期间患者发生再发心绞痛、心肌梗死、急性心力衰竭、心功能恶化、心源性休克与心源性死亡。根据CHF患者住院期间MACE发生情况, 将其进一步分为MACE亚组 ($n=51$) 与非MACE亚组 ($n=93$)。

1.3 观察指标 (1) 比较CHF组和对照组性别、年龄、BMI、BCAA水平、NT-proBNP水平、LVEF; (2) 比较不同NYHA分级CHF患者BCAA、NT-proBNP水平及LVEF; (3) 分析CHF患者BCAA水平与NT-proBNP水平、LVEF的相关性; (4) 分析CHF患者发生MACE的影响因素。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0进行数据分析。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; 计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验, 多组间比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采用LSD- t 检验; 两变量间的相关性分析采用Pearson相关分析; 采用多因素Logistic回归分析探讨CHF患者发生MACE的影响因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CHF组与对照组性别、年龄、BMI、BCAA水平、NT-proBNP水平、LVEF比较 CHF组与对照组性别、年龄、

BMI比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); CHF组BCAA、NT-proBNP水平高于对照组, LVEF低于对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表1。

2.2 不同NYHA分级CHF患者BCAA、NT-proBNP水平及LVEF比较 不同NYHA分级CHF患者BCAA水平比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 不同NYHA分级CHF患者NT-proBNP水平及LVEF比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。NYHA分级Ⅲ级的CHF患者NT-proBNP水平高于NYHA分级Ⅱ级的CHF患者, LVEF低于NYHA分级Ⅱ级的CHF患者, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); NYHA分级Ⅳ级的CHF患者NT-proBNP水平高于NYHA分级Ⅱ、Ⅲ级的CHF患者, LVEF低于NYHA分级Ⅱ、Ⅲ级的CHF患者, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表2。

2.3 CHF患者BCAA水平与NT-proBNP水平、LVEF的相关性 Pearson相关分析结果显示, CHF患者BCAA水平与NT-proBNP水平呈正相关 ($r=0.647, P<0.001$), 而与LVEF无直线相关关系 ($r=0.164, P=0.089$)。

2.4 MACE亚组与非MACE亚组临床资料比较 MACE亚组与非MACE亚组性别、年龄、BMI、冠心病史、高血压史、糖尿病史、入院时NYHA分级比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); MACE亚组有PCI史者占比、BCAA水平、NT-proBNP水平高于非MACE亚组, 入院时心率快于非MACE亚组, LVEF低于非MACE亚组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 见表3。

2.5 CHF患者发生MACE影响因素的多因素Logistic回归分析 以PCI史(赋值: 有=1, 无=0)、入院时心率(实测值)、BCAA水平(实测值)、NT-proBNP水平(实测值)、LVEF(实测值)为自变量, CHF患者MACE发生情况为因变量(赋值: 发生=1, 未发生=0), 进行多因素Logistic回归分析, 结果显示, PCI史、入院时心率、BCAA水平、NT-proBNP水平、LVEF是CHF患者发生MACE的影响因素 ($P<0.05$), 见表4。

3 讨论

随着人口老龄化不断加剧, CHF发病率、死亡率呈不断上升趋势^[7]。CHF患者发病时心肌脂肪酸氧化供能减少, 导致葡萄糖利用增加, 从而出现心脏能量供应不足的情况^[8]。NT-proBNP、LVEF是临床评估CHF患者心功能的重要指标, 对评估心功能状态、指导临床治疗等具有重要意义^[9]。BCAA是一类必需氨基酸^[10-11], 其分解代谢多发生在骨骼、心肌等组织中, 具有多种生物学功能, 如促进蛋白合成、细胞代谢及参与合成肽链等^[12-13]。相关报道指出, BCAA可促进胰岛素分泌, 而高支链氨基酸血症却与血脂异常、胰岛素抵抗等有关^[14-15]。

本研究结果显示, CHF组BCAA、NT-proBNP水平高于对照组, LVEF低于对照组, 究其原因可能是由于CHF发生后, 患者心肌能量供应不足, 导致NT-proBNP升高、LVEF降低; 另一方面, 心肌能量供应不足可导致心脏代偿性富集BCAA, 以提供能量、维持心脏做功, 从而导致BCAA水平升高^[16-17]。由此可见, CHF患者适当补充BCAA可增加心肌能量供应, 改善心功能。然而本研究结果还显示, 不同NYHA分级CHF患者BCAA水平比较, 差异无统计学意义, 分析原因可能是衰竭的心脏通过富集BCAA来提供能量的代偿能力有限, 即在心力衰竭早期, 心肌细胞的各方面功能尚可, 心脏有能力通过代偿性提高BCAA的代谢来产生能量、维持心脏功能; 而随着心力衰竭逐渐发展到失代偿阶段, 心肌细胞内各种代谢相关酶类均处于功能低下状态, 导致心脏不具备维持BCAA高代谢水平的能力。此外, 本研究结果还显示, NYHA分级Ⅲ级的CHF患者NT-proBNP水平高于NYHA分级Ⅱ级的CHF患者, LVEF低于NYHA分级Ⅱ级的CHF患者; NYHA分级Ⅳ级的CHF患者NT-proBNP水平高于NYHA分级Ⅱ、Ⅲ级的CHF患者, LVEF低于NYHA分级Ⅱ、Ⅲ级的CHF患者; 提示随着NYHA分级增加, CHF患者NT-proBNP水平逐渐升高, LVEF逐渐降低, 和既往研究结果^[18]一致, 这进一步印证了NT-proBNP水平和LVEF是评价心功能的客观指标。本研究Pearson相关分析结果显示, CHF患者BCAA水平与NT-proBNP水平呈正相关, 究其原因可能与NT-proBNP、BCAA均与心肌能量代谢异常、心肌重构等有关, 但二者之间是否存在直接相互作用仍需进一步研究。但本研究Pearson相关分析结果还显示, CHF患者BCAA水平与LVEF无直线相关关系, 与既往研究结果相符^[19], 其具体机制有待进一步分析。综上, CHF患者BCAA水平与心功能的关系尚不明确, 尚需进一步研究探讨。

CHF患者住院期间常会发生心律失常、心功能恶化等MACE。当患者出现心力衰竭时, 其体内单核细胞、血管内皮细胞等被激活, 大量炎症递质与细胞因子被释放, 导致心功能进一步恶化, 从而增加MACE发生风险。HIRAIWA等^[20]研究发现, 急性心肌梗死模型小鼠心脏组织中BCAA的分解代谢明显受损, 导致其积聚于心脏。MACE作为CHF的常见并发症, 会明显增加患者死亡率。本研究多因素Logistic回归分析结果显示, BCAA水平、NT-proBNP水平、LVEF是CHF患者发生MACE的影响因素。分析原因, BCAA可能促进胰岛素分泌, 参与调节胰岛素敏感性, 还可通过胰岛素抵抗作用增加内皮素和炎性因子的合成, 引起血管内皮功能障碍, 使斑块破裂堵塞血管, 从而增加MACE发生风险; NT-proBNP具有抑制交感神经兴奋性和促进血管扩张的作用, 当CHF患

表1 CHF组与对照组性别、年龄、BMI、BCAA水平、NT-proBNP水平及LVEF比较

Table 1 Comparison of gender, age, BMI, BCAA level, NT-proBNP level, and LVEF between the CHF group and the control group

组别	例数	性别(男/女)	年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	BCAA($\bar{x} \pm s$, μ mol/L)	NT-proBNP($\bar{x} \pm s$, ng/L)	LVEF($\bar{x} \pm s$, %)
对照组	79	49/30	72.9 \pm 7.0	24.6 \pm 2.6	438.8 \pm 51.3	1 464.4 \pm 107.5	54.4 \pm 4.2
CHF组	144	82/62	71.8 \pm 6.9	25.1 \pm 3.2	522.3 \pm 74.4	5 911.6 \pm 445.1	30.4 \pm 2.4
$t(\chi^2)$ 值		0.543 ^a	1.133	1.190	8.880	87.337	54.335
P值		0.461	0.259	0.236	<0.001	<0.001	<0.001

注: ^a表示 χ^2 值; BCAA=支链氨基酸, NT-proBNP=N末端脑钠肽前体, LVEF=左心室射血分数, CHF=充血性心力衰竭

表2 不同NYHA分级CHF患者BCAA、NT-proBNP水平及LVEF比较 ($\bar{x} \pm s$)**Table 2** Comparison of BCAA and NT-proBNP levels and LVEF in CHF patients with different NYHA grades

NYHA分级	例数	BCAA ($\mu\text{mol/L}$)	NT-proBNP (ng/L)	LVEF (%)
Ⅱ级	28	438.6 ± 26.0	3 785.7 ± 74.4	35.6 ± 5.4
Ⅲ级	72	437.3 ± 23.0	5 266.0 ± 96.2 ^a	30.0 ± 4.3 ^a
Ⅳ级	44	446.6 ± 31.6	8 320.8 ± 108.9 ^{ab}	27.6 ± 3.3 ^{ab}
F值		1.78	22 063.11	30.89
P值		0.172	<0.001	<0.001

注: NYHA=纽约心脏病协会; ^a表示与NYHA Ⅱ级比较, $P<0.05$; ^b表示与NYHA Ⅲ级比较, $P<0.05$

表3 MACE亚组与非MACE亚组临床资料比较**Table 3** Comparison of clinical data between MACE subgroup and non-MACE subgroup

项目	非MACE亚组 (n=93)	MACE亚组 (n=51)	检验统计量值	P值
性别(男/女)	52/41	30/21	0.114 ^a	0.736
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	72.2 ± 6.7	71.2 ± 5.3	0.843 ^b	0.401
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.2 ± 4.7	22.3 ± 3.5	1.120 ^b	0.265
冠心病史[n(%)]	21 (22.6)	10 (19.6)	0.172 ^a	0.678
高血压史[n(%)]	19 (20.4)	12 (23.5)	0.187 ^a	0.665
糖尿病史[n(%)]	31 (33.3)	18 (35.3)	0.056 ^a	0.812
PCI史[n(%)]	29 (31.2)	30 (58.8)	10.405 ^a	0.001
入院时心率($\bar{x} \pm s$, 次/min)	91.1 ± 10.1	100.7 ± 15.5	4.460 ^b	<0.001
入院时NYHA分级[n(%)]			0.137 ^a	0.891
Ⅱ级	17 (18.3)	11 (21.6)		
Ⅲ级	48 (51.6)	24 (47.1)		
Ⅳ级	28 (30.1)	16 (31.4)		
BCAA($\bar{x} \pm s$, $\mu\text{mol/L}$)	323.3 ± 42.6	502.2 ± 54.1	21.838 ^b	<0.001
NT-proBNP($\bar{x} \pm s$, ng/L)	4 850.9 ± 203.1	7 845.7 ± 426.2	57.072 ^b	<0.001
LVEF($\bar{x} \pm s$, %)	35.3 ± 6.1	21.4 ± 3.7	14.693 ^b	<0.001

注: MACE=主要不良心血管事件; ^a表示 χ^2 值, ^b表示t值, ^c表示 u 值

表4 CHF患者发生MACE影响因素的多因素Logistic回归分析**Table 4** Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of MACE in CHF patients

变量	β	SE	Wald χ^2 值	P值	OR (95%CI)
PCI史	0.573	0.252	9.587	<0.001	1.774 (1.082, 2.906)
入院时心率	0.425	0.143	10.654	<0.001	1.530 (1.156, 2.024)
BCAA	0.663	0.211	11.652	<0.001	1.941 (1.283, 2.935)
NT-proBNP	0.402	0.118	12.587	<0.001	1.495 (1.186, 1.884)
LVEF	0.547	0.216	8.623	<0.001	1.728 (1.132, 2.639)

者的心室负荷增大或者室壁张力增大时, 心室肌细胞会加快NT-proBNP的合成与释放, 使得血清NT-proBNP水平明显升高, 从而增加MACE发生风险; LVEF可反映心脏有收缩功能的心肌细胞的数量和收缩能力, LVEF越低表明有收缩功能的心肌细胞越少, 心脏收缩功能越差, 患者发生MACE的风险越高^[21-22]。

综上所述, CHF患者BCAA水平升高, 其与患者心功能的关系尚不明确, 但其与NT-proBNP水平呈正相关, 且其升高是CHF患者发生MACE的危险因素。但本研究样本量较小, 且为单中心研究, 可能存在选择偏倚; 此外, CHF属于较为复杂的疾病, 是由基础心脏病发展而来, 现无法明确BCAA水平是否与NYHA分级有关, 后续有待扩大样本量进行前瞻性研究以进一步证实本研究结论。

作者贡献: 张靖琦进行文章的构思与设计、研究的实施与可行性分析、数据收集与整理、结果的分析与解释、论文撰写与修订; 王永伦进行统计学处理; 富路负责文章的质量控制及审校, 对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 邸亚丽, 纪征, 孙淑娟, 等. 接受利尿剂治疗老年急性充血性心力衰竭患者尿钠水平与肾功能相关性及其预后不良危险因素分析[J]. 临床军医杂志, 2021, 49(12): 1365-1368. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2021.12.23.
- [2] BÖHLER M, VAN DEN BERG E H, ALMANZA M C T, et al. Branched chain amino acids are associated with metabolic complications in liver transplant recipients [J]. Clin Biochem, 2022, 102: 26-33. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2022.01.009.
- [3] 王小平, 惠晓艳, 王建锋. 急诊治疗慢性充血性心力衰竭临床疗效评估[J]. 贵州医药, 2021, 45(12): 1887-1888. DOI: 10.3969/j.issn.1000-744X.2021.12.020.
- [4] 孙媛媛, 余其贵, 鲁朝玉, 等. 心力衰竭超声指数联合血清肌钙蛋白I、脑钠肽对老年舒张性心力衰竭患者不良心血管事件的预测价值分析[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(14): 2753-2757. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.14.033.
- [5] 华晓芳, 沈艳芳. 口服支链氨基酸对心力衰竭合并低蛋白血症患者血清白蛋白水平和心功能的影响[J]. 临床与病理杂志, 2019, 39(9): 1966-1970. DOI: 10.3978/j.issn.2095-6959.2019.09.018.
- [6] FLANAGAN C P, CRAWFORD A S, AROUS E J, et al. Preoperative functional status predicts 2-year mortality in patients undergoing fenestrated/branched endovascular aneurysm repair [J]. J Vasc Surg, 2021, 74(2): 383-395. DOI: 10.1016/j.jvs.2020.12.098.
- [7] 袁齐, 赵萍, 冯家银. 充血性心力衰竭中西医结合治疗的研究进展[J]. 医学综述, 2021, 27(20): 4097-4101. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2021.20.025.
- [8] 张叶, 马博文, 董利洁. 充血性心力衰竭患者血清Hcy、sST2及NT-proBNP表达水平及其与心功能的关系[J]. 海南医学, 2022, 33(20): 2591-2595. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2022.20.002.
- [9] GANCHEVA S, CASPARI D, BIERWAGEN A, et al. Cardiometabolic risk factor clustering in patients with deficient branched-chain amino acid catabolism: a case-control study [J]. J Inher Metab Dis, 2020, 43(5): 981-993. DOI: 10.1002/jimd.12231.
- [10] DOS SANTOS A L S, ANASTÁCIO L R. The impact of L-branched-chain amino acids and L-leucine on malnutrition, sarcopenia, and other outcomes in patients with chronic liver disease [J]. Expert

- Rev Gastroenterol Hepatol, 2021, 15 (2): 181-194.DOI: 10.1080/17474124.2021.1829470.
- [11] 张静, 侯少华, 徐晶华, 等. 冠心病合并充血性心力衰竭患者心率变异、甲状腺激素水平及其与病情的相关性 [J]. 西部医学, 2021, 33 (3): 392-395.DOI: 10.3969/j.issn.1672-3511.2021.03.017.
- [12] CONDE M H, LLOP E, TORMO B, et al. Supplementation with branched-chain amino acids improves muscle mass of cirrhotic patients with sarcopenia [J]. J Hepatol, 2020, 73: S37-38. DOI: 10.1016/S0168-8278(20)30627-9.
- [13] 梁显锋, 张强, 梁显席. 充血性心力衰竭患者血清25-OH-VitD₃水平变化及临床意义 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2019, 11 (5): 578-581.DOI: 10.3969/j.issn.1674-4055.2019.05.17.
- [14] ISLAM M M, WALLIN R, WYNN R M, et al. A novel branched-chain amino acid metabolon. Protein-protein interactions in a supramolecular complex [J]. J Biol Chem, 2007, 282 (16): 11893-11903.DOI: 10.1074/jbc.M700198200.
- [15] 李跃香, 王贵荣, 杨书凤, 等. 围绝经期冠心病患者血清性激素水平与心血管不良事件的相关性 [J]. 中国妇幼保健, 2021, 36 (12): 2882-2885.DOI: 10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2021.12.063.
- [16] KIMURA N, KAWAHARA T, UEMURA Y, et al. Branched chain amino acids in the treatment of polymyositis and dermatomyositis: a phase II/III, multi-centre, randomized controlled trial [J]. Rheumatology, 2022, 61 (11): 4445-4454.DOI: 10.1093/rheumatology/keac101.
- [17] 何莉, 何茵, 杨刚. 血清长链非编码RNA HCG15和微小RNA-24在慢性心力衰竭患者中的表达及临床意义 [J]. 岭南心血管病杂志, 2022, 28 (5): 444-447, 474.DOI: 10.3969/j.issn.1007-9688.2022.05.01.
- [18] 杨瀚晖, 余冬梅, 周世恒, 等. 太极拳康复锻炼对老年充血性心力衰竭患者心功能及血脂水平的影响 [J]. 心血管康复医学杂志, 2021, 30 (4): 382-387.DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2021.04.03.
- [19] 何婧瑜, 赵芯晨, 翟文亮, 等. 血清钠离子在老年女性急性心力衰竭患者30天主要不良心血管事件中的预测价值 [J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2021, 23 (6): 564-567.DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2021.06.002.
- [20] HIRAIWA H, OKUMURA T, KONDO T, et al. Usefulness of the plasma branched-chain amino acid/aromatic amino acid ratio for predicting future cardiac events in patients with heart failure [J]. J Cardiol, 2020, 75 (6): 689-696.DOI: 10.1016/j.jjcc.2019.12.016.
- [21] 韩鹏, 刘浩林, 汪钦, 等. 支链氨基酸水平与充血性心力衰竭患病风险的相关性 [J]. 心脏杂志, 2019, 31 (4): 417-421.
- [22] 付阳, 李梦, 孙小沛, 等. 增强支链氨基酸氧化代谢改善心力衰竭患者心功能 [J]. 临床心血管病杂志, 2020, 36 (3): 219-222.DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2020.03.006.

(收稿日期: 2023-03-23; 修回日期: 2023-05-04)

(本文编辑: 崔丽红)

· 作者 · 读者 · 编者 ·

《实用心脑血管肺血管病杂志》绿色通道投稿须知

为进一步满足广大医务工作者科研、工作需求,《实用心脑血管肺血管病杂志》开通了投稿绿色通道,凡符合以下条件的稿件编辑部将提供优化研究设计方案、优化统计学处理、优化参考文献等编辑深加工服务并由资深编辑负责论文的修改、润色,享受优先审稿、优先外审、优先出版等优惠政策,欢迎您积极踊跃投稿!

- (1) 最新权威指南/指南解读、述评、Meta分析/系统评价类型文章,其中确有重大指导作用者缴费后1~2个月优先出版;
- (2) 国家级及省级以上基金项目支持文章,其中确有重大影响力者缴费后1~2个月内优先出版;
- (3) 省级基金项目支持文章及前瞻性研究、大型临床随机对照试验、大样本量调查研究缴费后2~3个月内优先出版;
- (4) 系统阐释、深入研究某一种/一组疾病规律的专题研究(由4~6篇文章组成)缴费后2~3个月内优先出版;
- (5) 介绍自主研发/研制或具有专利号的医疗技术、仪器、设备等相关文章,缴费后2~3个月内优先出版;
- (6) 优秀或获奖博士生毕业论文(须附导师推荐意见)缴费后2~3个月内优先出版。

凡符合上述条件的稿件请登录本刊官网(www.syxnf.net)“作者投稿系统”进行投稿,并在填写文题信息时标注“绿色通道”、提交基金项目证明文件、论文推荐函以备登记、审核,请务必保证所留信息正确、无误,不符合上述条件而标注“绿色通道”、相关证明材料不全、联系方式不完整或未提交论文推荐函者将直接退稿处理。

凡符合上述条件的稿件审稿时间将控制15~30 d以内,并可申请网络首发,未尽事宜详询电话:18833006545/0310-2067168,微信号: syxnfxbz1993, E-mail: syxnfxbz@chinagp.net.cn。

(本刊编辑部)