

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.21.009

急性脑梗死并发脑心综合征患者血清 ANGPTL3、MOTS-c 水平及临床意义*

闫佳佳¹, 石自博², 张万辉³, 张志前¹, 赵伟东^{3△}
河北省沧州中西医结合医院:1. 脑病三科;2. 心内二科;3. 脑病二科, 河北沧州 061000

摘 要:目的 探讨急性脑梗死(ACI)并发脑心综合征(BHS)患者血清血管生成素样蛋白 3(ANGPTL3)、12S 核糖体 RNA 的线粒体开放阅读框-c(MOTS-c)水平及临床意义。方法 选取 2022 年 1 月至 2023 年 6 月该院收治的 104 例 ACI 并发 BHS 患者作为并发组,另选取同期在该院就诊的 110 例单纯 ACI 患者作为未并发组。采用酶联免疫吸附试验检测患者血清 MOTS-c、ANGPTL3 水平。采用 Pearson 相关分析 ACI 并发 BHS 患者血清 ANGPTL3、MOTS-c 水平与左室射血分数(LVEF)、磷酸肌酸激酶同工酶(CK-MB)、N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、心肌肌钙蛋白 I(cTnI)、水平的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 ACI 患者并发 BHS 的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 ANGPTL3、MOTS-c 对 ACI 患者并发 BHS 的诊断价值。结果 并发组血清 CK-MB、NT-proBNP、cTnI、ANGPTL3 水平均高于未并发组,血清 MOTS-c 水平及 LVEF 均低于未并发组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,ACI 并发 BHS 患者血清 MOTS-c 水平与 CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平均呈负相关,与 LVEF 呈正相关($P<0.05$),血清 ANGPTL3 水平与 CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平均呈正相关,与 LVEF 呈负相关($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 ANGPTL3、CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平升高均为 ACI 患者并发 BHS 的危险因素($P<0.05$),血清 MOTS-c 水平及 LVEF 升高均为 ACI 患者并发 BHS 的保护因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 ANGPTL3、MOTS-c 联合诊断 ACI 患者并发 BHS 的曲线下面积(AUC)为 0.927,大于血清 ANGPTL3、MOTS-c 单独诊断的 AUC($Z=3.347, P=0.001; Z=3.548, P<0.001$)。结论 血清 ANGPTL3 在 ACI 并发 BHS 患者中呈高水平,血清 MOTS-c 呈低水平,二者联合检测能提高对 ACI 并发 BHS 的诊断价值。

关键词:脑心综合征; 急性脑梗死; 血管生成素样蛋白 3; 12S 核糖体 RNA 的线粒体开放阅读框-c; 诊断价值

中图法分类号:R446.1;R743.33;R541 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2025)21-2932-05

Serum ANGPTL3 and MOTS-c levels and their clinical significance in patients with acute cerebral infarction complicated with brain-heart syndrome*

YAN Jiajia¹, SHI Zibo², ZHANG Wanhui³, ZHANG Zhiqian¹, ZHAO Weidong^{3△}

1. The Third Department of Encephalopathy; 2. the Second Department of Cardiology; 3. the Second Department of Encephalopathy, Cangzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Cangzhou, Hebei 061000, China

Abstract: Objective To investigate the levels and clinical significance of serum angiopoietin-like protein 3 (ANGPTL3) and mitochondrial open reading frame-c of 12S ribosomal RNA (MOTS-c) in patients with acute cerebral infarction (ACI) complicated with brain-heart syndrome (BHS). **Methods** A total of 104 ACI patients complicated with BHS admitted to this hospital from January 2022 to June 2023 were selected as the complicated group, and 110 ACI patients treated in this hospital during the same period were selected as the non-complicated group. Enzyme-linked immunosorbent assay was used to detect the serum levels of MOTS-c and ANGPTL3. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum ANGPTL3, MOTS-c levels and left ventricular ejection fraction (LVEF), creatine kinase isoenzyme (CK-MB), N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP), cardiac troponin I (cTnI) levels in ACI patients with BHS. Multi-

* 基金项目:河北省中医药类科学研究课题计划项目(2024493)。
作者简介:闫佳佳,女,主治医师,主要从事脑血管病方向的研究。△ 通信作者, E-mail:1594509699@qq.com。
引用格式:闫佳佳,石自博,张万辉,等.急性脑梗死并发脑心综合征患者血清 ANGPTL3、MOTS-c 水平及临床意义[J].检验医学与临床, 2025, 22(21): 2932-2936.

variate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of ACI patients complicated with BHS. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the diagnostic value of serum AN-GPTL3 and MOTS-c for ACI patients complicated with BHS. **Results** The levels of serum CK-MB, NT-proBNP, cTnI and ANGPTL3 in the complicated group were higher than those in the non-complicated group, and the level of serum MOTS-c and LVEF in the complicated group were lower than those in the non-complicated group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that serum MOTS-c levels in ACI patients with BHS were negatively correlated with CK-MB, NT-proBNP and cTnI levels, and positively correlated with LVEF ($P < 0.05$). Serum ANGPTL3 level in ACI patients with BHS was positively correlated with CK-MB, NT-proBNP and cTnI levels, and negatively correlated with LVEF ($P < 0.05$). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that the increased serum levels of ANGPTL3, CK-MB, NT-proBNP, and cTnI were risk factors for ACI patients complicated with BHS ($P < 0.05$), and the increased serum levels of MOTS-c and LVEF were protective factors for ACI patients complicated with BHS ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of the combination of serum ANGPTL3 and MOTS-c in the diagnosis of ACI patients complicated with BHS was 0.927, which was larger than the AUC of serum ANGPTL3 and MOTS-c alone ($Z = 3.347, P = 0.001; Z = 3.548, P < 0.001$). **Conclusion** The serum level of ANGPTL3 is high and the serum level of MOTS-c is low in patients with ACI complicated with BHS. The combined detection of ANGPTL3 and MOTS-C can improve the diagnostic value of ACI complicated with BHS.

Key words: brain-heart syndrome; acute cerebral infarction; angiopoietin-like protein 3; mitochondrial open reading frame-c of 12S ribosomal RNA; diagnostic value

急性脑梗死(ACI)是一种常见脑血管疾病,每年发生 1 030 万例,占全球因病死亡总人数的 10%^[1]。ACI 患者通常并发一系列心、肾、肺等器官相关疾病,其中脑心综合征(BHS)的病死率较高,威胁 ACI 患者的预后^[2]。由于 BHS 缺乏明确的诊断指标,仅依靠患者病史、临床症状和心电图特征诊断容易导致误诊和漏诊,不利于早期诊断和及时治疗^[3]。12S 核糖体 RNA 的线粒体开放阅读框-c(MOTS-c)是一种线粒体衍生肽,存在于多种类型的细胞中,参与调节能量代谢、胰岛素抵抗、炎症反应等^[4]。有研究发现, MOTS-c 可通过多种机制参与心血管疾病的病理生理过程,具有重要的心脏保护作用^[5]。血管生成素样蛋白(ANGPTL)3 是 ANGPTL 家族的成员之一,是一种主要在肝脏中表达的多功能分泌蛋白^[6-7]。有研究表明,ANGPTL3 水平升高可增加冠心病患者主要不良心血管事件的发生风险^[8]。目前,临床关于 AN-GPTL3、MOTS-c 与 ACI 并发 BHS 关系的相关报道有限,基于此,本研究分析了 ACI 并发 BHS 患者血清 ANGPTL3、MOTS-c 水平及临床意义,以期临床早期诊治提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 1 月至 2023 年 6 月本院收治的 104 例 ACI 并发 BHS 患者作为并发组。纳入标准:(1)符合《心脑血管病的诊断与治疗》^[9]中 ACI 的诊断标准,且经颅脑 CT 检查确诊为 ACI;(2)符合 BHS 的诊断标准^[10],经 CT 及 MRI 检查确诊为 BHS。排除标准:(1)合并恶性肿瘤;(2)合并其他严重肝、肾、脑器官疾病;(3)有心肌梗死、心力衰竭等疾病史;(4)合并严

重感染性疾病和电解质紊乱;(5)CT 检查结果显示颅内出血或蛛网膜下腔出血。另选取同期在本院就诊的 110 例单纯 ACI 患者作为未并发组。纳入标准:符合《心脑血管病的诊断与治疗》^[9]中 ACI 的诊断标准,且经颅脑 CT 检查确诊为 ACI。排除标准同并发组。本研究经本医院医学伦理委员会批准[CZX2021128(申)],所有参与者签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集患者性别、年龄、吸烟史、饮酒史、合并症(糖尿病、高血压、高脂血症)资料。

1.2.2 血清指标检测 采集患者入院 24 h 空腹静脉血 5 mL,以 3 000 r/min 离心 15 min,制备血清,置于 -80 ℃ 冰箱中保存备用,使用全自动生化分析仪(上海羽喙生物科技有限公司,型号: Mindray BS-3500)检测患者生化指标[甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、磷酸肌酸激酶同工酶(CK-MB)、N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、心肌肌钙蛋白 I(cTnI)]水平。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 MOTS-c、ANGPTL3 水平。人 MOTS-c、ANGPTL3 ELISA 试剂盒均购自上海酶联生物技术有限公司,具体步骤按照试剂盒说明进行操作。

1.2.3 影像学指标检测 采用高频血管超声仪测量颈动脉内膜中层厚度,患者取仰卧位,选择颈总动脉远端(分叉处前 1.0~1.5 cm)、颈动脉起始段等位置进行测量,多次测量取平均值,结果以 mm 为单位记录;采用心脏 MRI 测量左室射血分数(LVEF),通过 MRI 扫描,获取心脏基底到心尖的多层短轴切面图像,经过专业培训的 2 位影像学医生根据切面图像,

计算 LVEF。

1.3 统计学处理 采用 SPSS21.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 相关分析 ACI 患者并发 BHS 血清 ANGPTL3、MOTS-c 水平与 LVEF、CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析 ACI 患者并发 BHS 的

影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 ANGPTL3、MOTS-c 对 ACI 患者并发 BHS 的诊断价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组临床资料比较 并发组血清 CK-MB、NT-proBNP、cTnI、ANGPTL3 水平均高于未并发组,血清 MOTS-c 水平及 LVEF 均低于未并发组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组临床资料比较[n(%)或 $\bar{x} \pm s$]

指标	并发组(n=104)	未并发组(n=110)	χ^2/t	P
性别			0.608	0.436
男	65(62.50)	63(57.27)		
女	39(37.50)	47(42.73)		
年龄(岁)	65.75±4.52	66.58±4.45	1.353	0.177
吸烟史(有)	51(49.04)	49(44.55)	0.434	0.510
饮酒史(有)	48(46.15)	40(36.36)	2.116	0.146
合并糖尿病(是)	21(20.19)	23(20.91)	0.017	0.897
合并高血压(是)	44(42.31)	43(39.09)	0.983	0.321
合并高脂血症(是)	64(61.54)	67(60.91)	0.009	0.925
颈动脉内膜中层厚度(mm)	0.95±0.12	0.93±0.10	1.327	0.186
CK-MB(U/L)	251.55±70.82	186.39±42.55	8.210	<0.001
NT-proBNP(ng/L)	1 091.44±260.41	801.80±80.52	11.118	<0.001
cTnI(μg/L)	1.52±0.81	0.92±0.33	7.116	<0.001
LVEF(%)	52.82±5.81	58.63±5.65	7.416	<0.001
TC(mmol/L)	4.53±1.01	4.56±1.07	0.211	0.833
TG(mmol/L)	1.43±0.33	1.46±0.38	0.615	0.539
ANGPTL3(mg/L)	68.79±12.49	50.12±8.58	12.805	<0.001
MOTS-c(ng/mL)	116.73±20.37	158.54±25.09	13.338	<0.001

2.2 ACI 并发 BHS 患者血清 ANGPTL3、MOTS-c 水平与 LVEF、CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平的相关性 Pearson 相关分析结果显示,ACI 并发 BHS 患者血清 MOTS-c 水平与 CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平均呈负相关,与 LVEF 呈正相关($P < 0.05$),血清 ANGPTL3 水平与 CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平均呈正相关,与 LVEF 呈负相关($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 ACI 并发 BHS 患者血清 ANGPTL3、MOTS-c 水平与 LVEF、CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平的相关性

指标	MOTS-c		ANGPTL3	
	r	P	r	P
CK-MB	-0.639	<0.001	0.611	<0.001
NT-proBNP	-0.479	<0.001	0.553	<0.001
cTnI	-0.598	<0.001	0.605	<0.001
LVEF	0.557	<0.001	-0.478	<0.001

2.3 多因素 Logistic 回归分析 ACI 患者并发 BHS

的影响因素 以 ACI 患者是否并发 BHS 作为因变量(并发=1,未并发=0),以 ANGPTL3、MOTS-c、CK-MB、NT-proBNP、cTnI、LVEF 作为自变量(均原值输入)进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 ANGPTL3、CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平升高为 ACI 患者并发 BHS 的危险因素($P < 0.05$),血清 MOTS-c 水平及 LVEF 升高为 ACI 患者并发 BHS 的保护因素($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 血清 ANGPTL3、MOTS-c 对 ACI 患者并发 BHS 的诊断价值 以 ACI 患者是否并发 BHS 作为状态变量(并发=1,未并发=0),以血清 ANGPTL3、MOTS-c 单项及联合为检验变量,进行 ROC 曲线分析。结果显示,血清 ANGPTL3、MOTS-c 联合诊断 ACI 患者并发 BHS 的曲线下面积(AUC)为 0.927,大于血清 ANGPTL3、MOTS-c 单独诊断的 AUC($Z=3.347, P=0.001; Z=3.548, P < 0.001$)。见表 4、图 1。

表 3 多因素 Logistic 回归分析 ACI 患者并发 BHS 的影响因素

因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
ANGPTL3	1. 971	0. 344	32. 733	<0. 001	7. 175	3. 653~14. 094
MOTS-c	-2. 120	0. 256	68. 386	<0. 001	0. 120	0. 073~0. 198
CK-MB	1. 107	0. 450	6. 045	0. 014	3. 024	1. 252~7. 305
NT-proBNP	1. 336	0. 478	7. 808	0. 005	3. 804	1. 490~9. 708
cTnI	1. 742	0. 300	33. 840	<0. 001	5. 711	3. 175~10. 273
LVEF	-1. 717	0. 295	33. 970	<0. 001	0. 180	0. 101~0. 320

表 4 血清 ANGPTL3、MOTS-c 对 ACI 患者并发 BHS 的诊断价值

指标	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	最佳截断值	约登指数	P
ANGPTL3	0. 818	0. 760~0. 868	75. 00	83. 64	0. 586	60. 91 mg/L	0. 586	<0. 001
MOTS-c	0. 807	0. 748~0. 858	79. 81	84. 55	0. 644	131. 18 ng/mL	0. 644	<0. 001
二者联合	0. 927	0. 883~0. 958	94. 23	82. 73	0. 770	—	0. 770	<0. 001

注：—表示无数据。

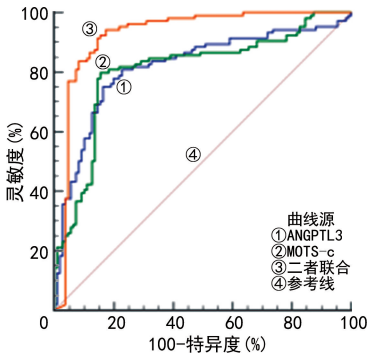


图 1 血清 ANGPTL3、MOTS-c 诊断 ACI 患者并发 BHS 的 ROC 曲线

3 讨 论

ACI 是临床上常见于中老年人的一种脑血管疾病,发病率、致残率和病死率均较高,可损伤全身脏器,其中心脏受累较为常见,因此容易并发 BHS 等疾病^[11-12]。ACI 并发 BHS 会导致住院时间延长、住院费用增加、预后结局不良,甚至导致死亡^[13]。尽管医学知识和技术取得了进步,但 BHS 的诊断和治疗在临床实践中仍然存在重大挑战。

线粒体是细胞能量产生及有氧呼吸的主要场所,一旦发生功能障碍可导致多种病理改变,如氧化应激、代谢失衡、炎症反应及衰老等^[14]。MOTS-c 是线粒体多肽家族的新成员,在脑、肌肉、肾脏等多种组织中均有表达,据相关研究报道,冠状动脉内皮功能障碍患者血清 MOTS-c 水平相比于健康者明显下降,推测血清 MOTS-c 参与心血管疾病的进展^[15-16]。ÇMAK 等^[17]研究报道,MOTS-c 可用作预测急性心肌梗死的预后因子,在急性心肌梗死的发病机制中发挥作用。与上述研究报道结果相似,本研究结果显示,ACI 并发 BHS 患者血清 MOTS-c 水平较单纯 ACI 患者降低,另外 Pearson 相关分析结果显示,ACI 并发 BHS 患者血清 MOTS-c 水平与 CK-MB、NT proBNP、cTnI 水平均呈负相关($P<0.05$),与 LVEF 呈正相关($P<0.05$),表明 MOTS-c 与患者心功能障

碍有关,可能作为评估 ACI 并发 BHS 的潜在指标,推测当 MOTS-c 水平降低时,内皮保护状态削弱,机体动脉粥样硬化程度加重,影响 ACI 患者颅脑血流灌注,参与 BHS 的发生过程^[18]。ROC 曲线分析结果显示,血清 MOTS-c 单独诊断 ACI 并发 BHS 的 AUC 为 0.807,表明血清 MOTS-c 可能是诊断 ACI 并发 BHS 有效的标志物。

ANGPTL 在肝脏、血管系统和造血系统中广泛表达,研究表明,ANGPTL 在内皮功能障碍、炎症反应、血脂异常、钙化和血小板活化中发挥作用,并参与动脉粥样硬化的发生和发展过程^[19-20]。ANGPTL3 在人肝脏中产生,是脂蛋白代谢的重要调节因子,可通过调节内皮脂蛋白脂肪酶来抑制磷脂和 TG 的水解^[21-22]。LV 等^[23]研究表明,ANGPTL3 已成为治疗血脂异常和减少冠状动脉疾病的药理学靶标,与急性冠脉综合征患者心血管事件风险增加独立相关。付子娟等^[24]研究发现,ANGPTL3 与 ACI 患者病情严重程度及预后关系密切。与上述研究报道相似,本研究结果显示,ACI 并发 BHS 患者血清中 ANGPTL3 水平升高,且其水平与患者血清 CK-MB、NT proBNP、cTnI 水平均呈正相关($P<0.05$),与 LVEF 呈负相关($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果进一步证明,血清 ANGPTL 单独诊断 ACI 并发 BHS 的 AUC 为 0.818,表明血清 ANGPTL3 可能是诊断 ACI 并发 BHS 有效的标志物。

多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 ANGPTL3、CK-MB、NT-proBNP、cTnI 水平升高均为 ACI 并发 BHS 的危险因素($P<0.05$),血清 MOTS-c 水平及 LVEF 升高均为 ACI 并发 BHS 的保护因素($P<0.05$),提示医生临床诊断时应及时关注此类因素水平。ROC 曲线进一步分析结果显示,血清 ANGPTL3、MOTS-c 联合诊断 ACI 并发 BHS 的 AUC 为 0.927,灵敏度为 94.23%,特异度为 82.73%,提示二者联合对 ACI 并发 BHS 的诊断价值较高,可作为

一种辅助检测方式广泛用于临床该病症相关诊断。当血清 ANGPTL3 > 60.91 mg/L 或 MOTSc < 131.18 ng/mL 时,提示 ACI 患者并发 BHS 的风险增加,医生应及时调整方案,降低 ACI 患者并发 BHS 风险,提高患者生存率。

综上所述,ACI 并发 BHS 患者血清 ANGPTL3 水平升高,MOTSc 水平降低,二者联合检测对 ACI 患者并发 BHS 具有较高的诊断准确率。但本研究受纳排标准等因素限制,导致入组样本量有限,来自地域单一,存在选择偏倚,且血清 ANGPTL3、MOTSc 水平在 ACI 并发 BHS 患者中具体作用机制尚不明确,后续将增加样本量,扩大地域来源,做进一步的探讨。

参考文献

[1] ZENG Z, WANG Q, YU Y, et al. Assessing electrocardiogram changes after ischemic stroke with artificial intelligence[J]. PLoS One, 2022, 17(12): e0279706.

[2] CHANG Q, LIU H N, ZHANG E M, et al. Relationship between serum HIF-1 α and VEGF levels and prognosis in patients with acute cerebral infarction combined with cerebral-cardiac syndrome[J]. Transl Neurosci, 2023, 14(1): 20220295.

[3] WANG X C, GAO S J, ZHUO S L, et al. Predictive factors for cerebrocardiac syndrome in patients with severe traumatic brain injury: a retrospective cohort study[J]. Front Neurol, 2023, 14(1): 1192756-1192766.

[4] KONG B S, LEE C, CHO Y M. Mitochondrial-encoded peptide MOTSc, diabetes, and aging-related diseases[J]. Diabetes Metab J, 2023, 47(3): 315-324.

[5] 胡婷, 吕云波, 王辉波, 等. 线粒体衍生肽 MOTSc 与心血管疾病相关性的研究进展[J]. 中国现代医生, 2024, 62(14): 124-127.

[6] KRAAIJENHOF J M, TROMP T R, NURMOHAMED N S, et al. ANGPTL3 (Angiopoietin-Like 3) preferentially resides on high-density lipoprotein in the human circulation, affecting its activity[J]. J Am Heart Assoc, 2023, 12(21): e030476.

[7] ZHONG L, TANG L, HE X. Angiopoietin-like 3 (ANGPTL3) drives cell proliferation, migration and angiogenesis in cervical cancer via binding to integrin α v β 3[J]. Bioengineered, 2022, 13(2): 2971-2980.

[8] ZHAO Z, FU Y, LIAN H, et al. Correlation between the serum FABP4, ANGPTL3, and ANGPTL4 levels and coronary artery disease[J]. Clin Cardiol, 2024, 47(3): e24246.

[9] 许振亚. 心脑血管病的诊断与治疗[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 235-237.

[10] LIAN H J, XU X M, SHEN X H, et al. Early prediction of cerebral-cardiac syndrome after ischemic stroke: the PANSCAN scale[J]. BMC Neurol, 2020, 20(1): 272.

[11] BAO H, GAO H R, PAN M L, et al. Comparative study

on the efficacy and safety of alteplase and urokinase in the treatment of acute cerebral infarction[J]. Technol Health Care, 2021, 29(1): 85-90.

[12] 尚鑫, 孙君, 张莉. NT-proBNP、CRP 及心肌酶水平在预测急性脑梗死伴脑心综合征中的应用价值[J]. 哈尔滨医药, 2024, 44(1): 48-51.

[13] 王金航, 韩毅. 急性脑梗塞并发脑心综合征患者血清内源性孤啡肽与血清 S-100 钙结合蛋白 β 水平变化的研究[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(7): 601-606.

[14] WAN W, ZHANG L, LIN Y, et al. Mitochondria-derived peptide MOTSc: effects and mechanisms related to stress, metabolism and aging[J]. J Transl Med, 2023, 21(1): 36-49.

[15] GAO Y, WEI X, WEI P, et al. MOTSc functionally prevents metabolic disorders[J]. Metabolites, 2023, 13(1): 125-139.

[16] YAŞAR E, ÇAKMAK T, BAYRAMOĞLU A, et al. MOTSc as a predictor of coronary lesions and complexity in patients with stable coronary artery disease[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2022, 26(16): 5676-5682.

[17] ÇMAK T, YAŞAR E, ÇAKMAK E, et al. Evaluation of coronary flow level with Mots-C in patients with STEMI undergoing primary PCI[J]. Arq Bras Cardiol, 2023, 120(1): e20220358.

[18] 刘国芬, 李志钊, 郭炜, 等. SOMATOM Force 双源 CT 颅脑灌注联合 sdLDL-C、MOTSc 在急性脑梗死中的诊断价值[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(19): 91-96.

[19] ZHAO Z, LIAN H, LIU Y, et al. Application of systemic inflammation indices and lipid metabolism-related factors in coronary artery disease[J]. Coron Artery Dis, 2023, 34(5): 306-313.

[20] XU F, SHEN L, YANG Y, et al. Association between plasma levels of ANGPTL3, 4, 8 and the most common additional cardiovascular risk factors in patients with hypertension[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2023, 16(1): 1647-1655.

[21] LIAN S H, HSU B G, WANG J H, et al. Positive correlation of serum angiopoietin-like protein 3 levels with metabolic syndrome in patients with coronary artery disease[J]. Tzu Chi Med J, 2022, 34(1): 75-81.

[22] FADAEI R, AZADI S M, LAHER I, et al. Increased levels of ANGPTL3 and CTRP9 in patients with obstructive sleep apnea and their relation to insulin resistance and lipid metabolism and markers of endothelial dysfunction[J]. Lab Med, 2023, 54(1): 83-89.

[23] LV Q, JIAO X, YU H, et al. ANGPTL3 and cardiovascular outcomes in patients with acute coronary syndrome and obstructive sleep apnea[J]. J Am Heart Assoc, 2022, 11(18): e025955.

[24] 付子娟, 李茜, 鲁琳, 等. 血清 ANGPTL3、NFATc1 水平与脑梗死患者病情严重程度、预后的关系[J]. 实用医学杂志, 2024, 40(10): 1407-1411.