

血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平与维持性血液透析患者自体动静脉内瘘成熟的关系

陈敏¹ 张珊珊¹ 薛兰芬¹ 张国欣¹

[摘要] **目的:**探讨血清成纤维细胞生长因子 23(FGF-23)、可溶性血管细胞黏附分子 1(sVCAM-1)、单核细胞趋化蛋白-1(MCP-1)表达水平与维持性血液透析(MHD)患者自体动静脉内瘘(AVF)成熟的关系。**方法:**选取 2019 年 10 月—2023 年 3 月于医院首次行 AVF 成形术的 MHD 患者 96 例,根据术后内瘘成熟情况分为成熟组(70 例)与成熟不良组(26 例)。比较 2 组一般资料及血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平。采用多因素 logistic 回归分析 AVF 成熟不良的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 预测 AVF 成熟不良的价值。**结果:**成熟不良组糖尿病肾病比例高于成熟组,头静脉内径、束臂后头静脉内径、桡动脉内径、桡动脉流速均低于成熟组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。成熟不良组血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平均高于成熟组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Logistic 回归分析显示,合并糖尿病肾病($OR = 1.110$, 95% CI 1.027~1.200)、高 FGF-23($OR = 1.156$, 95% CI 1.045~1.325)、高 sVCAM-1($OR = 1.082$, 95% CI 1.001~1.125)、高 MCP-1($OR = 1.127$, 95% CI 1.100~1.285)是 AVF 成熟不良的危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线显示,血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 截断值分别为 566.35 pg/mL、611.05 μ g/L、51.98 pg/mL,预测 AVF 成熟不良的曲线下面积(AUC)分别为 0.700、0.796、0.802;三项联合检测预测 AVF 成熟不良的 AUC 为 0.926,均高于单项指标($P < 0.05$)。**结论:**血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平升高是影响 MHD 患者 AVF 成熟的危险因素,且 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 对 AVF 成熟情况具有一定的预测价值,FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 或可作为预测 AVF 成熟的潜在生物标志物。

[关键词] 维持性血液透析;自体动静脉内瘘;成熟;成纤维细胞生长因子 23;可溶性血管细胞黏附分子 1;单核细胞趋化蛋白-1

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2024.04.007

[中图分类号] R318.6 [文献标志码] A

Relationship between serum levels of FGF-23, sVCAM-1, MCP-1 and maturation of arteriovenous fistula in maintenance hemodialysis

CHEN Min ZHANG Shanshan XUE Lanfen ZHANG Guoxin

(Department of Nephrology, Shijiazhuang People's Hospital, Shijiazhuang, 050031, China)

Corresponding author: CHEN Min, E-mail: chenminm10@163.com

Abstract Objective: To investigate the relationship between the expression levels of serum fibroblast growth factor-23 (FGF-23), soluble vascular cell adhesion molecule-1 (sVCAM-1), monocyte chemotactic protein-1 (MCP-1) and the maturation of arteriovenous fistula (AVF) in patients with maintenance hemodialysis (MHD). **Methods:** 96 MHD patients who underwent AVF plastic surgery for the first time in our Hospital from October 2019 to March 2023 were selected. They were divided into mature group (70 cases) and immature group (26 cases) based on the maturity of internal fistula after surgery. The general information and serum levels of FGF-23, sVCAM-1, and MCP-1 between the two groups were compared. The influencing factors for poor maturation of AVF were analyzed using logistic regression analysis. The value of serum FGF-23, sVCAM-1, and MCP-1 in predicting the poor maturation of AVF was analyzed using ROC curves. **Results:** The proportion of diabetes nephropathy in the immature group was higher than that in the mature group ($P < 0.05$), the diameter of the cephalic vein, the diameter of the posterior cephalic vein, the diameter of the radial artery, and the flow velocity of the radial artery were lower than those in the mature group ($P < 0.05$). The levels of serum FGF-23, sVCAM-1, and MCP-1 in the immature group were higher than those in the mature group ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that the diabetes nephropathy ($OR = 1.110$, 95% CI 1.027-1.200), high FGF-23 ($OR = 1.156$, 95% CI 1.045-1.325), high sVCAM-1 ($OR = 1.082$, 95% CI 1.001-1.125), and high MCP-1 ($OR = 1.127$, 95% CI 1.100-1.285) were risk factors for poor maturation of AVF ($P < 0.05$). The ROC curve showed that, with the cut-off value

¹ 石家庄市人民医院肾内科(石家庄,050031)

通信作者:陈敏,E-mail:chenminm10@163.com

of 566.35 pg/mL, 611.05 μ g/L and 51.98 pg/mL, the AUC of serum FGF-23, sVCAM-1 and MCP-1 in predicting the poor maturation of AVF were 0.700, 0.796, and 0.802. The AUC of the three combined in predicting the poor maturation of AVF was 0.926, which was higher than the single indicator ($P < 0.05$). **Conclusion:** The levels of serum FGF-23, sVCAM-1 and MCP-1 were risk factors for the maturation of AVF in MHD, and FGF-23, sVCAM-1 and MCP-1 might have certain predictive value for the maturation of AVF. FGF-23, sVCAM-1 and MCP-1 might serve as biomarkers in predicting the maturation of AVF.

Key words maintenance hemodialysis; arteriovenous fistula; maturation; fibroblast growth factor-23; soluble vascular cell adhesion molecule-1; monocyte chemoattractant protein-1

慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)是一种不可逆的、进行性肾脏疾病,与心血管风险有直接的关系^[1]。研究显示,自 1990 年以来 CKD 全球患病率增加了 29.3%,其中有 490.2 万~708.3 万人需肾脏代替治疗^[2]。我国为亚洲 CKD 患者数量最高的国家(1.598 亿)^[3],自 2019 年以来,CKD 的患病率、死亡率呈上升趋势,造成了极大的社会医疗负担^[4]。维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)是治疗终末期 CKD 的有效手段^[5],功能良好的血管通路是保证透析效果的前提条件,自体动静脉内瘘(arteriovenous fistula, AVF)因使用周期较长、可反复穿刺且感染率较低成为临床首选^[6]。但有部分患者 AVF 术后成熟不良,导致血液透析不充分,严重影响预后^[7]。研究表明,AVF 成熟不良与多种因素有关,而内皮功能障碍造成的内膜增生和炎症反应是其重要原因^[8]。

血清成纤维细胞生长因子 23 (fibroblast growth factor-23, FGF-23)是机体磷酸盐和钙稳态的重要调节剂^[9]。近年来研究发现,FGF-23 与心血管疾病及 CKD 的发生发展密切相关,FGF-23 可通过多种途径损伤血管内皮功能^[10-11]。可溶性血管细胞黏附分子 1(soluble vascular cell adhesion molecule 1, sVCAM-1)存在于活化的内皮细胞和血管平滑肌细胞中,参与炎症细胞黏附,并迁移到受损组织中^[12];单核细胞趋化蛋白-1(monocyte chemoattractant protein-1, MCP-1)是第一个被发现的 C-C 类趋化因子,能趋化单核细胞、巨噬细胞等多种细胞的迁移和浸润到活性炎症部位^[13];二者已被公认为广泛的促炎标志物,在血管重塑和炎症性疾病中发挥重要作用。本研究主要探讨 MHD 患者血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 表达水平与 AVF 成熟的关系,以期为临床诊疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料

选取 2019 年 10 月—2023 年 3 月于我院首次行 AVF 成形术的 MHD 患者 96 例。纳入标准:①年龄 18~80 岁;②肾小球滤过率 < 15 mL/(min · 1.73 m²);③AVF 均为前臂头静脉—桡动脉端侧吻合;④头静脉内径 ≥ 1.5 mm(束臂后);⑤桡动脉内径 ≥ 1.5 mm;⑥Allen 试验阴性。排除标准:①合并重要器官器质性病变及恶性肿瘤者;②伴有

严重感染性疾病、全身免疫性疾病、神经系统疾病者;③入院前 1 年内使用激素或免疫抑制剂者;④神志异常或有药物、酒精依赖史者。96 例患者中,男 55 例,女 41 例,年龄 21~78 岁,平均(46.35 \pm 10.22)岁。本研究已获得医院伦理委员会批准(批号:20190910),患者对研究内容知情并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平检测 于 AVF 术前采集外周空腹静脉血 4 mL,3 000 r/min 离心 10 min,留取血清保存于 -20℃,使用 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 酶联免疫试剂盒进行检测,对照标准品计算 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 浓度,FGF-23 试剂盒购于武汉迪抗生物科技有限公司,sVCAM-1 与 MCP-1 试剂盒购于杭州联科生物有限公司。

1.2.2 AVF 方法 由同一组医师操作,指导患者采取上肢外展位,常规消毒铺巾,局部浸润麻醉,于桡动脉及头静脉之间做切口并暴露桡动脉和头静脉,阻断血流,结扎头静脉远端,纵行剪开桡动脉侧壁 6~8 mm,以肝素盐水冲洗,修剪外膜,以 7-0 聚丙烯不可吸收线连续外翻缝合桡动脉与头静脉,行端侧吻合。后开放动静脉,观察无明显渗血,血流通畅良好,逐层缝合皮肤,以纱布覆盖包扎。

1.2.3 AVF 成熟判定 参考《中国血液透析用血管通路专家共识》^[14]中相关标准判定 AVF 成熟度:术后 8 周内内有内瘘震颤,内瘘穿刺成功,透析泵控血流量达到 200 mL/min 以上,满足 4 h 透析需求。对于 8 周内未开展透析者使用多普勒超声检查,头静脉内径 ≥ 6 mm、血流量达到 500 mL/min。将符合 AVF 成熟标准的 70 例纳入成熟组,不符合 AVF 成熟标准的 26 例纳入成熟不良组。

1.2.4 一般资料收集 收集患者的一般资料,包括性别、年龄、体质指数(BMI)、合并基础疾病、头静脉和桡动脉相关血流动力学指标(头静脉内径、头静脉血流速度、束臂后头静脉内径、桡动脉内径、桡动脉流速、桡动脉内膜中层厚度)及实验室指标(血糖、血脂、C 反应蛋白、血钙、血磷、全段甲状旁腺激素、血肌酐、尿酸)等。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 24.0 软件进行数据处理,符合正态

分布的计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 描述,采用 t 检验;计数资料以例(%)描述,采用 χ^2 或校正 χ^2 检验;采用多因素 logistic 回归分析 AVF 成熟不良的影响因素;采用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC) 分析血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 预测 AVF 成熟不良的价值;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组一般资料比较

成熟不良组糖尿病肾病比例高于成熟组,头静脉内径、束臂后头静脉内径、桡动脉内径、桡动脉流速均低于成熟组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);2 组性别、年龄、BMI、合并基础疾病(慢性肾炎、高血压肾疾病、其他)、头静脉血流速度、桡动脉内膜中层厚度及空腹血糖、血脂、血钙、血磷、血肌酐、尿酸比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 2 组血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平比较

成熟不良组血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平均高于成熟组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

2.3 多因素 logistic 回归分析 AVF 成熟不良的影响因素

2 组有统计学差异的合并糖尿病肾病(分类变量,是=1,否=0)、头静脉内径、束臂后头静脉内径、桡动脉内径、桡动脉流速及血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平(连续变量,原值输入)作为因变量,以 AVF 是否成熟为自变量(成熟不良=1,成熟=0),纳入 logistic 回归模型,结果显示,合并糖尿病肾病及血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平升高是影响 AVF 成熟不良的危险因素($P < 0.05$)。见表 3。

表 1 2 组一般资料比较

项目	成熟组($n=70$)	成熟不良组($n=26$)	校正 $\chi^2/\chi^2/t$	P
年龄/岁	45.75±8.95	47.97±10.33	1.035	0.303
性别/例(%)			0.002	0.961
男	40(57.14)	15(57.69)		
女	30(42.86)	11(42.31)		
BMI	23.32±2.01	23.12±2.12	0.427	0.670
合并基础疾病/例(%)				
慢性肾炎	35(50.00)	8(30.77)	2.825	0.092
糖尿病肾病	20(28.57)	14(53.85)	5.295	0.021
高血压肾疾病	12(17.14)	4(15.28)	0.011 ^{a)}	0.918
其他	3(4.29)	0	0.170 ^{a)}	0.680
头静脉内径/mm	2.52±0.33	2.20±0.30	4.323	<0.001
头静脉血流速度/(cm/s)	7.42±2.01	6.50±2.35	1.902	0.060
束臂后头静脉内径/mm	3.46±0.42	3.00±0.45	4.678	<0.001
桡动脉内径/mm	2.45±0.30	2.30±0.32	2.138	0.035
桡动脉流速/(cm/s)	55.35±10.33	47.32±8.41	3.547	0.001
桡动脉内膜中层厚度/mm	0.05±0.01	0.05±0.02	<0.001	1.000
收缩压/mmHg ^{b)}	135.62±10.22	137.01±11.20	0.577	0.565
舒张压/mmHg	78.62±8.11	77.12±9.01	0.781	0.437
空腹血糖/(mmol/L)	6.10±1.01	6.58±1.22	1.953	0.054
总胆固醇/(mmol/L)	3.50±0.80	3.67±0.89	0.897	0.372
甘油三酯/(mmol/L)	1.55±0.60	1.65±0.71	0.690	0.492
高密度脂蛋白胆固醇/(mmol/L)	0.90±0.36	0.98±0.28	1.023	0.309
低密度脂蛋白胆固醇/(mmol/L)	1.90±0.45	1.74±0.50	1.502	0.136
血钙/(mmol/L)	1.90±0.50	1.98±0.58	0.667	0.507
血磷/(mmol/L)	1.65±0.40	1.70±0.36	0.559	0.578
全段甲状旁腺激素/(pg/mL)	428.35±125.32	415.32±118.50	0.459	0.647
血肌酐/(μ mol/L)	680.01±22.35	682.01±20.01	0.400	0.690
尿酸/(μ mol/L)	420.33±85.32	430.02±92.01	0.484	0.629

注:^{a)}校正 χ^2 ; ^{b)}1 mmHg=0.133 kPa。

表 2 2 组血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平比较

组别	例数	FGF-23/(pg/mL)	sVCAM-1/(μg/L)	MCP-1/(pg/mL)
成熟组	70	480.12±146.36	485.36±127.01	35.32±8.65
成熟不良组	26	600.35±180.33	650.33±155.32	55.36±10.33
<i>t</i>		3.0353	5.316	9.560
<i>P</i>		0.003	<0.001	<0.001

表 3 多因素 logistic 回归分析 AVF 成熟不良的影响因素

项目	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	95%CI
糖尿病肾病	0.011	0.040	6.918	0.009	1.110	1.027~1.200
头静脉内径	-3.021	1.200	6.612	0.011	0.771	0.668~0.950
束臂后头静脉内径	0.946	0.158	0.355	0.551	2.575	0.115~57.748
桡动脉内径	-1.250	0.564	4.912	0.001	0.754	0.580~0.981
桡动脉流速	-0.234	0.089	7.433	0.006	0.748	0.659~0.934
FGF-23	0.145	0.060	5.840	<0.001	1.156	1.045~1.325
sVCAM-1	0.256	0.119	4.628	0.032	1.082	1.001~1.125
MCP-1	0.012	0.030	16.000	<0.001	1.127	1.100~1.285
常量	7.698	5.305	2.106	0.147		

2.4 血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 预测 AVF 成熟不良的价值

ROC 曲线显示,血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 的截断值分别为 566.35 pg/mL、611.05 μg/L、51.98 pg/mL,预测 AVF 成熟不良

的曲线下面积 (area under curve, AUC) 分别为 0.700、0.796、0.802;三项联合检测预测 AVF 成熟不良的 AUC 为 0.926,均高于单项指标 (*P* < 0.05)。见表 4 及图 1。

表 4 血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 预测 AVF 成熟不良的价值

指标	截断值	灵敏度/%	特异度/%	约登指数	AUC	95%CI
FGF-23	566.35 pg/mL	80.77	62.86	0.436	0.700	0.598~0.789
sVCAM-1	611.05 μg/L	88.46	58.57	0.470	0.796	0.702~0.872
MCP-1	51.98 pg/mL	88.46	65.71	0.542	0.802	0.708~0.876
三项联合		96.15	75.71	0.719	0.926	0.854~0.969

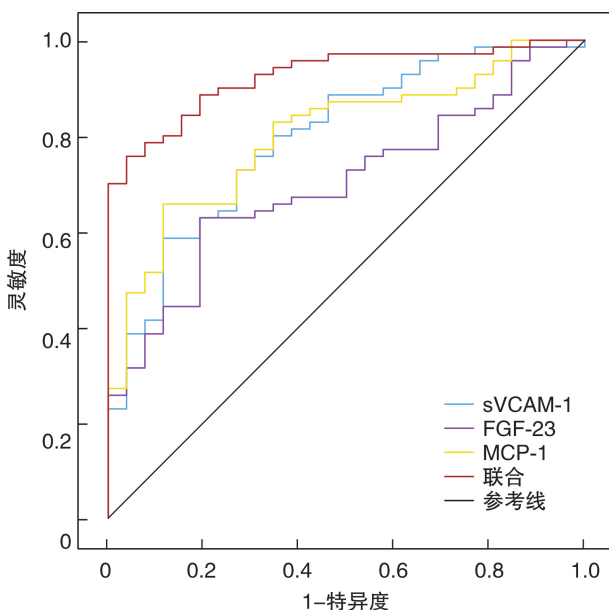


图 1 血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 预测 AVF 成熟不良的 ROC 曲线

3 讨论

血管通路是血液透析治疗开展的前提,其功能良好是保证透析充分的重要条件,是 MHD 患者的生命线^[15]。AVF 通过外科手术吻合供血血管与引流静脉,并通过血管舒张、抑制新生内膜增生、向外重塑及扩张血管管腔使 AVF 成熟^[16-17]。然而随着 AVF 的广泛应用,AVF 成熟不良的情况日益凸显,成为影响透析效果的重要因素。血栓形成是 AVF 成熟不良的常见原因,而血管内皮细胞损伤、炎症浸润、内膜增厚又是血栓形成的重要原因^[18]。有研究显示,人工动静脉内瘘早期的失败率为 28%~53%,且目前尚无有效治疗方案可改善 AVF 的成熟结果^[19]。因此,了解影响 MHD 患者 AVF 成熟的相关因素并制定相关干预措施对改善患者预后至关重要。

FGF-23 是由骨细胞和成骨细胞合成的激素,能与其受体共同作用于肾脏和甲状腺调节磷钙代谢,同时与铁的稳态、炎症和红细胞的生成有

关^[20-21]。有研究显示,FGF-23 与急性肾损伤(AKI)患者血管内皮细胞功能密切相关,FGF-23 可作为早期识别 AKI 和预测 AKI 预后的生物标志物^[22]。另有研究表明,FGF-23 在终末期肾病患者中异常表达,可能与血管内皮细胞损伤、血管重塑及炎症反应有关^[23-24]。但尚未有研究明确阐明 FGF-23 对血管内皮细胞的直接作用,有研究认为 FGF-23 可损伤内皮 NO 的活性,使内皮依赖性血管松弛,造成内皮细胞功能障碍^[25]。sVCAM-1 是一种跨膜蛋白,在血细胞与血管内皮细胞受损后释放,参与炎症反应、免疫应答、凝血与血小板形成及维持正常内皮细胞功能^[26]。sVCAM-1 的异常表达可介导血管内皮细胞与单核细胞黏附,引起内皮细胞损伤,促使血管内皮细胞增生、血小板聚集及血栓形成^[27]。MCP-1 被称为趋化因子配体 2,存在于内皮细胞与平滑肌细胞中,能够诱导或增强其他炎症因子/细胞的表达,促进炎症因子/细胞在炎症部位的迁移和浸润,参与疾病的发生发展^[28]。有研究显示,MCP-1 水平升高可诱发血管内皮细胞功能受损,促进内皮细胞增殖、纤维化及血小板的聚集黏附^[29-30]。

本研究中,成熟不良组血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平均高于成熟组,且血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平升高均是影响 AVF 成熟的危险因素,分析可能与 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 的促炎作用诱导 AVF 的内皮细胞功能障碍有关。本研究进一步采用 ROC 曲线分析发现,血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 预测 AVF 成熟不良的 AUC 分别为 0.700、0.796、0.802,而三项联合检测的 AUC 为 0.926。提示 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 对 AVF 成熟不良均有一定的预测价值,且三项联合检测可提高对 AVF 成熟情况的预测价值。由于 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 均可通过直接释放或间接损伤内皮依赖性血管参与血管内皮功能障碍,今后可考虑将血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 作为评估 MHD 患者 AVF 成熟情况的生物学标志物,以指导临床干预方案的制定。

综上所述,血清 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 水平升高是影响 MHD 患者 AVF 成熟的危险因素,且 FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 对 AVF 成熟情况具有一定的预测价值,FGF-23、sVCAM-1、MCP-1 或可作为预测 AVF 成熟情况的潜在生物标志物。但本研究为单中心研究,且样本量有限,后续仍需开展多中心、大样本研究加以验证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 赵海红,付文强.基于决策曲线分析血清缺氧诱导因子-1 α 、髓糖蛋白 C 与慢性肾衰竭血液透析患者预后

的关系[J].临床血液学杂志,2022,35(6):404-409.

- [2] GBD Chronic Kidney Disease Collaboration. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990-2017; a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *Lancet*, 2020, 395 (10225):709-733.
- [3] Liyanage T, Toyama T, Hockham C, et al. Prevalence of chronic kidney disease in Asia: a systematic review and analysis [J]. *BMJ Glob Health*, 2022, 7 (1): e007525.
- [4] Li Y, Ning YC, Shen B, et al. Temporal trends in prevalence and mortality for chronic kidney disease in China from 1990 to 2019: an analysis of the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *Clin Kidney J*, 2023, 16(2):312-321.
- [5] 倪兆慧,周懿君,陆任华,等.居家血液透析治疗中国终末期肾病患者的初步临床研究[J].中国血液净化,2021,20(4):224-228.
- [6] Bae E, Lee H, Kim DK, et al. Autologous arteriovenous fistula is associated with superior outcomes in elderly hemodialysis patients [J]. *BMC Nephrol*, 2018, 19(1):306.
- [7] Colley E, Simmons A, Varcoe R, et al. Arteriovenous fistula maturation and the influence of fluid dynamics [J]. *Proc Inst Mech Eng H*, 2020, 234 (11): 1197-1208.
- [8] Li CF, Li Q, Ou JY, et al. Relationship between monocytes and Stenosis-related autologous arteriovenous fistula dysfunction [J]. *Blood Purif*, 2022, 51 (3): 226-232.
- [9] 苏东美,朱雪丽,马金燕,等.慢性肾衰竭患者血清成纤维生长因子-23 水平与血管病变的关系探讨[J].实用医院临床杂志,2022,19(6):92-95.
- [10] Lima F, Monier-Faugere MC, Mawad H, et al. FGF-23 and sclerostin in serum and bone of CKD patients [J]. *Clin Nephrol*, 2023, 99(5):209-218.
- [11] Yang Y, Yang K, Xiong YX, et al. Phosphate toxicity and vascular calcification in chronic kidney disease: a closer look utilizing transmission electron microscopy [J]. *Curr Protein Pept Sci*, 2023, 24(8):621-639.
- [12] 吕小波,鄧长江,胡洪磊.外周血 sVCAM-1、miR-126 水平与冠状动脉狭窄病变程度的关系[J].热带医学杂志,2021,21(2):166-170,180.
- [13] 赵师德,鲜利群,崔鹤.缺血性脑卒中患者外周血 TREM-1、MCP-1 水平与血管性痴呆的相关性[J].中南医学科学杂志,2022,50(4):576-579.
- [14] 中国医院协会血液净化中心分会血管通路工作组.中国血液透析用血管通路专家共识(第2版)[J].中国血液净化,2019,18(6):365-381.
- [15] 史珂慧,党喜龙,严森辉,等.日间手术模式开展超声下血液透析血管通路介入治疗效果评价[J].中华肾脏病杂志,2021,37(12):945-950.
- [16] Kubiak RW, Zelnick LR, Hoofnagle AN, et al. Mineral metabolism disturbances and arteriovenous fistula

- maturation[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2019, 57(5):719-728.
- [17] 时明涛. 自体动静脉内瘘和人造血管内瘘在维持性血液透析病人的应用对比及安全性分析[J]. *安徽医药*, 2021, 25(11):2248-2251.
- [18] 姚敏, 王威, 顾蕾怡, 等. 成熟自体动静脉内瘘首次失功潜在危险因素分析[J]. *中国中西医结合肾病杂志*, 2023, 24(3):256-258.
- [19] Resić H, Sahović V, Mesić E. Prediktori adekvatnosti AV fistule kod pacijenata na hemodijalizi Predictors of AV fistula adequacy in haemodialysed patients[J]. *Med Arh*, 2005, 59(3):177-178.
- [20] Kamel MH, Ahmed DH, Mikhael ES, et al. Serum phosphorus, parathyroid hormone, and serum fibroblast growth factor-23 in Egyptian patients six months after undergoing living-donor kidney transplantation[J]. *Saudi J Kidney Dis Transpl*, 2022, 33(3):353-360.
- [21] 史聪, 宋培, 李文静, 等. 血清 HGF、FGF-23 及 CRP 对血液透析患者蛋白质能量消耗的诊断价值[J]. *中国实验诊断学*, 2021, 25(11):1585-1589.
- [22] de Oliveira Neves FM, Araújo CB, de Freitas DF, et al. Fibroblast growth factor 23, endothelium biomarkers and acute kidney injury in critically-ill patients[J]. *J Transl Med*, 2019, 17(1):121.
- [23] 王艺凯, 李世杰, 丁贝贝, 等. 冠心病患者血清 FGF23 水平与血管内皮功能和冠状动脉病变程度相关性分析[J]. *江苏医药*, 2022, 48(1):6-10.
- [24] 费丹峰, 朱鸣, 任凌燕, 等. 不同透析方式对终末期糖尿病肾病肾病患者 Klotho 蛋白、FGF-23 及颈动脉内膜中层厚度的影响[J]. *广东医学*, 2020, 41(21):2192-2195.
- [25] Richter B, Haller J, Haffner D, et al. Klotho modulates FGF23-mediated NO synthesis and oxidative stress in human coronary artery endothelial cells[J]. *Pflugers Arch*, 2016, 468(9):1621-1635.
- [26] 杨潭影. 血清可溶性血管细胞粘附分子 1、微小 RNA-126 水平与维持性血液透析患者动静脉内瘘狭窄的相关性[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2022, 42(3):385-389.
- [27] Sano M, Takahashi R, Ijichi H, et al. Blocking VCAM-1 inhibits pancreatic tumour progression and cancer-associated thrombosis/thromboembolism [J]. *Gut*, 2021, 70(9):1713-1723.
- [28] He SY, Yao L, Li J. Role of MCP-1/CCR2 axis in renal fibrosis: mechanisms and therapeutic targeting [J]. *Medicine*, 2023, 102(42):e35613.
- [29] 汪晨净, 裴淑燕, 南晓东, 等. 内皮素-1 对大鼠血管平滑肌细胞产生 MCP-1 的影响及其机制[J]. *中国应用生理学杂志*, 2018, 34(3):283-288.
- [30] 陈淳, 林建伟, 严建平, 等. 白藜芦醇对 TNF- α 诱导的离体大鼠肺动脉内皮细胞损伤及 MCP-1 表达的影响[J]. *中国病理生理杂志*, 2018, 34(2):346-351.

(收稿日期:2023-10-07)

(上接第 256 页)

- [20] Leaver SK, MacCallum NS, Pingle V, et al. Increased plasma thioredoxin levels in patients with sepsis: positive association with macrophage migration inhibitory factor[J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36(2):336-341.
- [21] Shao R, Yang Y, Zhang Y, et al. The expression of thioredoxin-1 and inflammatory cytokines in patients with sepsis [J]. *Immunopharmacol Immunotoxicol*, 2020, 42(3):280-285.
- [22] 龙邦盛, 王振贤, 林莉嫻, 等. PCT 和乳酸水平对伴心肌损伤脓毒症患者 28 天存活率的预测价值[J]. *中南医学科学杂志*, 2019, 47(6):601-605.
- [23] 秦竹韵, 申世轩, 曲开勇, 等. 浅低温对心肌缺血-再灌注损伤合并脓毒症大鼠模型的心肌保护作用[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(4):399-404.
- [24] Huet O, Kinirons B, Dupic L, et al. Induced mild hypothermia reduces mortality during acute inflammation in rats[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2007, 51(9):1211-1216.

(收稿日期:2023-11-27)