

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.03.005

慢性肾脏病患者 CRRT 后发生血脂异常的影响因素*

白秀秀, 吕红红[△], 胡江涛, 张姣姣, 李思思

空军军医大学唐都医院肾脏内科透析室, 陕西西安 713800

摘要:目的 分析慢性肾脏病(CKD)患者连续性肾脏替代治疗(CRRT)后发生血脂异常的影响因素。方法 选取 2023 年 3 月至 2024 年 12 月在该院接受 CRRT 的 305 例 CKD 患者作为研究对象,依据 CRRT 后是否出现血脂异常分为血脂异常组和血脂正常组。比较 2 组临床资料。采用多因素 Logistic 回归分析 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的影响因素。采用 Pearson 相关分析血脂异常组血脂指标与脂蛋白 a、游离脂肪酸(FFA)、同型半胱氨酸(Hcy)、血尿酸、白细胞介素-1 β (IL-1 β)、清蛋白(Alb)水平的相关性。结果 305 例 CKD 患者经 CRRT 后,有 90 例患者发生血脂异常,有 215 例患者未发生血脂异常,血脂异常发生率为 29.51%。血脂异常组年龄,合并高血压、合并糖尿病、有吸烟史占比及首次透析前血清脂蛋白 a、胱抑素 C(Cys-C)、FFA、Hcy、血尿酸、IL-1 β 水平高于血脂正常组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。血脂异常组肾小球滤过率(eGFR)、血红蛋白(Hb)、血清 Alb 水平低于血脂正常组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,血脂异常组胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平与脂蛋白 a、Hcy 水平呈正相关($P < 0.05$),与 Alb 水平呈负相关($P < 0.05$)。血脂异常组 TC、LDL-C 水平与 FFA、IL-1 β 水平呈正相关($P < 0.05$)。血脂异常组高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平与脂蛋白 a、FFA、Hcy、血尿酸、IL-1 β 水平呈负相关($P < 0.05$),与 Alb 水平呈正相关($P < 0.05$)。血脂异常组 LDL-C 水平与血尿酸水平呈正相关($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,年龄增长、有吸烟史及脂蛋白 a、FFA、Hcy 水平升高为 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的危险因素($P < 0.05$),Alb 水平升高为 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常保护因素($P < 0.05$)。结论 CKD 患者在 CRRT 后血脂异常发生率较高,年龄及吸烟史、脂蛋白 a、FFA、Hcy、Alb 均是 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的影响因素,应在透析前加以监测并采取措施进行纠正。

关键词:慢性肾脏病; 连续性肾脏替代治疗; 血脂异常; 临床特征; 危险因素

中图分类号:R459.5;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)03-0316-07

Influencing factors for the development of dyslipidemia in patients with chronic kidney disease after CRRT*

BAI Xiuxiu, LYU Honghong[△], HU Jiangtao, ZHANG Jiaojiao, LI Sisi

Department of Renal Dialysis, Tangdu Hospital, Air Force Military Medical University, Xi'an, Shaanxi 713800, China

Abstract: Objective To analyze the influencing factors for the development of dyslipidemia in patients with chronic kidney disease (CKD) after continuous renal replacement therapy (CRRT). **Methods** A total of 305 patients with CKD who received CRRT in this hospital from March 2023 to December 2024 were selected as the research objects. According to whether dyslipidemia occurred after CRRT, they were divided into dyslipidemia group and normal blood lipid group. The clinical data of the two groups were compared. Multivariable Logistic regression was used to analyze the influencing factors for the development of dyslipidemia in CKD patients after CRRT. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between blood lipid indexes and lipoprotein a, free fatty acid (FFA), homocysteine (Hcy), serum uric acid, interleukin-1 β (IL-1 β) and albumin (Alb) levels in dyslipidemia group. **Results** Among 305 CKD patients after CRRT, 90 patients had dyslipidemia, 215 patients did not have dyslipidemia, and the incidence of dyslipidemia was 29.51%. The age, proportion of hypertension, diabetes, smoking history and serum lipoprotein a, cystatin C (Cys-C), FFA, Hcy, blood uric acid and IL-1 β levels before the first dialysis in the dyslipidemia group were higher than those in the normal blood lipid group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The levels of glomerular

* 基金项目:国家自然科学基金项目(82174166)。

作者简介:白秀秀,女,主管护师,主要从事连续性肾脏替代治疗、血液透析相关研究。 [△] 通信作者, E-mail:18092658640@163.com。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1167.R.20251210.1344.002\(2025-12-11\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1167.R.20251210.1344.002(2025-12-11))

引用格式:白秀秀,吕红红,胡江涛,等.慢性肾脏病患者 CRRT 后发生血脂异常的影响因素[J].检验医学与临床,2026,23(3):316-321.

filtration rate (eGFR), hemoglobin (Hb) and serum Alb in the dyslipidemia group were lower than those in the normal blood lipid group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that the levels of cholesterol (TC), triglyceride (TG) and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) in the dyslipidemia group were positively correlated with the levels of lipoprotein a and Hcy ($P < 0.05$), and negatively correlated with the level of Alb ($P < 0.05$). TC and LDL-C levels were positively correlated with FFA and IL-1 β levels in dyslipidemia group ($P < 0.05$). The level of high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in dyslipidemia group was negatively correlated with the levels of lipoprotein a, FFA, Hcy, uric acid and IL-1 β ($P < 0.05$), and positively correlated with the level of Alb ($P < 0.05$). LDL-C level was positively correlated with serum uric acid level in dyslipidemia group ($P < 0.05$). Multivariable Logistic regression analysis showed that increased age, smoking history, and increased levels of lipoprotein a, FFA and Hcy were risk factors for the development of dyslipidemia in CKD patients after CRRT ($P < 0.05$), and increased level of Alb was a protective factor for the development of dyslipidemia in CKD patients after CRRT ($P < 0.05$). **Conclusion** The incidence of dyslipidemia in CKD patients after CRRT is high. Age, smoking history, lipoprotein a, FFA, Hcy, Alb are the influencing factors for the development of dyslipidemia in CKD patients after CRRT, which should be monitored before dialysis and take measures to correct.

Key words: chronic kidney disease; continuous renal replacement therapy; dyslipidemia; clinical feature; risk factor

慢性肾脏病(CKD)是指肾脏结构或功能异常持续超过 3 个月的疾病,表现为肾小球滤过率(eGFR)下降或有肾损伤表现,如蛋白尿、血尿、影像学异常等^[1]。CKD 的病因多样,包括原发性肾小球肾炎、糖尿病肾病、高血压肾损害、遗传性肾病等,当肾脏疾病进展至终末期时则需要接受连续性肾脏替代治疗(CRRT),如血液透析、腹膜透析等^[2]。CRRT 是一种通过体外循环净化血液的技术,可连续、缓慢地清除体内多余水分和溶质,主要用于替代受损的肾脏功能。但在 CRRT 过程中,由于肾小管细胞可能因缺血缺氧受损,导致线粒体功能异常,进而影响脂肪酸的氧化代谢,使脂肪酸堆积。此外,CRRT 通过清除循环中的炎症因子和代谢废物,可能间接影响脂质代谢,最终对患者临床转归产生不良影响^[3-4]。终末期肾病患者脂质代谢异常主要源于高密度脂蛋白和富含甘油三酯(TG)的脂蛋白代谢失调及脂蛋白氧化修饰^[5],且 CKD 患者存在高 TG 血症、残余脂蛋白水平升高、高密度脂蛋白水平降低等独特血脂谱^[6];同时,非高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平升高增加 CKD 患者心血管不良事件发生风险,而 CRRT 作为透析治疗方式,其对脂质代谢的影响还与不同透析模式下血脂谱的差异性改变有关^[7-8]。因此,明确 CKD 患者经 CRRT 后发生血脂异常的影响因素,对改善患者脂质代谢及心血管情况具有重要意义。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 3 月至 2024 年 12 月在本院接受 CRRT 的 305 例 CKD 患者作为研究对象。其中男 183 例,女 122 例;年龄 46~63 岁,平均(51.92 \pm 5.77)岁。纳入标准:(1)符合 CKD 的诊断标准^[9],且接受规范化 CRRT,进行血液透析或腹膜透析;(2)透析时间 \geq 6 个月;(3)住院时间 $>$ 24 h;(4)

临床资料完整;(5)未服用降脂药物,透析前血脂水平在正常范围。排除标准:(1)存在外院透析史或急性肾损伤史;(2)合并凝血功能障碍或其他血液系统疾病;(3)合并恶性肿瘤;(4)存在认知功能障碍。本研究经本院医学伦理委员会批准(第 SKT-Y-202502-106 号),符合豁免签署知情同意书的伦理审查要求。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集患者资料,包括性别、年龄、体质量指数(BMI)、基础疾病(高血压、糖尿病、脑血管病)、吸烟史、CRRT 方式、入院收缩压、入院舒张压、首次透析前实验室辅助检查指标[空腹血糖、肌酐、eGFR 及血清脂蛋白 a、胱抑素 C(Cys-C)、游离脂肪酸(FFA)、超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、同型半胱氨酸(Hcy)、尿酸、血钾、血红蛋白(Hb)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)、清蛋白(Alb)]。

1.2.2 CRRT CRRT 采用连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)模式,治疗持续 72 h,选择留置股静脉双腔导管作为血管通路。使用的设备为美国金宝 Prismaflex-113080 型 CRRT 机器,滤器选用 M100 型,灌流器则选择淄博康贝医疗器械有限公司生产的 RA330 型血液吸附灌流器。治疗过程中,使用一次性管路及滤器,在使用前,管路、灌流器及透析器均用肝素盐水预冲。置换液购自成都青山利康药业股份有限公司,根据患者具体情况调整置换液中糖和电解质水平。治疗参数设置:血流速度为 150 mL/min,置换液速度为 2 000 mL/h,其中 70%采用后稀释方式输入。在 CVVH 模式开始的前 2 h 内,串联 RA330 灌流器进行血液灌流。2 h 后,采用 0.9%氯化钠注射液密闭回血法取下灌流器,继续进行 CVVH,直至治疗结束。

1.2.3 血脂指标水平测定及血脂异常的判断标准 在完成 1 次 CRRT 后,测定血脂指标[胆固醇

(TC)、TG、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、HDL-C]水平。参照《中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)》^[10]判断血脂异常:TC \geq 6.2 mmol/L为高TC血症,TG \geq 2.3 mmol/L为高TG血症,HDL-C $<$ 1.0 mmol/L为低HDL-C血症,LDL-C \geq 4.1 mmol/L为高LDL-C血症,符合以上任意一项即被诊断为血脂异常。血脂异常的种类包括高TC血症、高TG血症、低HDL-C血症、高LDL-C血症及混合型血症(同时存在2种或2种以上类型的血脂异常)。根据CRRT后是否发生血脂异常将患者分为血脂异常组和血脂正常组。

1.3 统计学处理 采用SPSS26.0统计软件分析数据。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。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。采用多因素Logistic回归分析CKD患者CRRT后发生血脂异常的影响因素。采用Pearson相关分析血脂异常组血脂指标与脂蛋白a、FFA、Hcy、尿酸、IL-1 β 、Alb水平的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 血脂异常情况 305例CKD患者经CRRT后,有90例患者发生血脂异常,有215例患者未发生血脂异常,血脂异常发生率为29.51%(90/305),其中高TC血症、高TG血症、低HDL-C血症、高LDL-C血症及混合型血症分别有21例(23.33%)、25例(27.78%)、18例(20.00%)、16例(17.78%)、18例(20.00%)。血脂异常组与血脂正常组TC、TG、HDL-C、LDL-C水平比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

2.2 2组临床资料比较 血脂异常组年龄,合并高血压、合并糖尿病、有吸烟史占比及首次透析前血清脂蛋白a、Cys-C、FFA、Hcy、尿酸、IL-1 β 水平高于血脂正常组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。血脂异常组eGFR、Hb、血清Alb水平低于血脂正常组,差异

均有统计学意义($P < 0.05$)。2组其他临床资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

2.3 相关性分析 Pearson相关分析结果显示,血脂异常组TC、TG、LDL-C水平与脂蛋白a、Hcy水平呈正相关($P < 0.05$),与Alb水平呈负相关($P < 0.05$)。血脂异常组TC、LDL-C水平与FFA、IL-1 β 水平呈正相关($P < 0.05$)。血脂异常组HDL-C水平与脂蛋白a、FFA、Hcy、尿酸、IL-1 β 水平呈负相关($P < 0.05$),与Alb水平呈正相关($P < 0.05$)。血脂异常组LDL-C水平与尿酸水平呈正相关($P < 0.05$)。见表3。

2.4 多因素 Logistic 回归分析 CKD患者CRRT后发生血脂异常的影响因素 多重共线性检验结果显示,合并高血压、合并糖尿病、eGFR、Cys-C、尿酸、IL-1 β 、Hb的方差膨胀因子(VIF)分别为17.639、17.522、15.677、17.892、13.259、17.620、18.154,VIF均 $>$ 10,故不作为自变量进行多因素Logistic回归分析。选择VIF $<$ 10的年龄(原值输入)、吸烟史(有=1,无=0)、脂蛋白a(原值输入)、FFA(原值输入)、Hcy(原值输入)、Alb(原值输入)作为自变量,以CKD患者CRRT后是否发生血脂异常作为因变量(是=1,否=0)进行多因素Logistic回归分析。结果显示,年龄增长、有吸烟史及脂蛋白a、FFA、Hcy水平升高为CKD患者CRRT后发生血脂异常的危险因素($P < 0.05$),Alb水平升高为CKD患者CRRT后发生血脂异常的保护因素($P < 0.05$)。见表4。

表1 血脂异常组与血脂正常组血脂指标水平 ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)

组别	n	TC	TG	HDL-C	LDL-C
血脂异常组	90	6.32 \pm 0.68	2.35 \pm 0.22	0.98 \pm 0.12	4.15 \pm 0.40
血脂正常组	215	3.92 \pm 0.43	1.13 \pm 0.15	1.31 \pm 0.28	2.42 \pm 0.26
t		37.036	56.003	10.767	44.768
P		$<$ 0.001	$<$ 0.001	$<$ 0.001	$<$ 0.001

表2 2组临床资料比较[n/n或 $\bar{x} \pm s$ 或n(%)]

组别	n	性别 (男/女)	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	合并高血压	合并糖尿病	合并 脑血管病	有吸烟史
血脂异常组	90	49/41	54.16 \pm 5.39	23.73 \pm 2.35	37(41.11)	35(38.89)	14(15.56)	34(37.78)
血脂正常组	215	134/81	50.98 \pm 5.67	22.18 \pm 2.46	51(23.72)	52(24.19)	43(20.00)	53(24.65)
χ^2/t		1.642	4.532	1.804	9.346	6.727	0.825	5.362
P		0.200	$<$ 0.001	0.072	0.002	0.009	0.364	0.021

组别	n	CRRT 方式 (腹膜透析/血液透析)	入院收缩压 (mmHg)	入院舒张压 (mmHg)	空腹血糖 (mmol/L)	肌酐 (μ mol/L)
血脂异常组	90	50/40	132.45 \pm 14.18	88.14 \pm 8.89	7.06 \pm 0.75	911.43 \pm 93.75
血脂正常组	215	107/108	130.79 \pm 13.67	89.36 \pm 9.13	6.97 \pm 0.78	915.42 \pm 92.67
χ^2/t		0.851	0.957	-1.073	0.929	-0.342
P		0.356	0.339	0.284	0.353	0.733

续表 2 2 组临床资料比较[n/n 或 $\bar{x} \pm s$ 或 n(%)]

组别	n	eGFR [mL/(min·1.73 m ²)]	脂蛋白 a (g/L)	Cys-C (mg/L)	FFA (mmol/L)	hs-CRP (mg/L)
血脂异常组	90	76.35±7.89	0.28±0.04	1.05±0.14	1.03±0.15	8.46±0.85
血脂正常组	215	91.32±9.75	0.19±0.03	0.93±0.12	0.96±0.11	8.25±0.89
χ^2/t		-12.901	21.599	7.574	4.529	1.904
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.058

组别	n	Hcy (μ mol/L)	尿酸 (mmol/L)	血钾 (mmol/L)	Hb (g/L)	IL-1 β (pg/mL)	Alb (g/L)
血脂异常组	90	14.32±1.56	415.33±42.67	4.21±0.43	74.13±7.58	118.96±12.37	35.42±3.67
血脂正常组	215	9.78±1.43	382.75±39.46	4.16±0.47	76.32±7.79	95.63±9.84	38.97±3.95
χ^2/t		24.610	6.419	0.868	-2.257	17.455	-7.307
P		<0.001	<0.001	0.386	0.025	<0.001	<0.001

表 3 相关性分析

指标	TC		TG		HDL-C		LDL-C	
	r	P	r	P	r	P	r	P
脂蛋白 a	0.374	0.023	0.458	0.004	-0.511	0.003	0.395	0.018
FFA	0.415	0.008	0.134	0.065	-0.603	0.001	0.425	0.007
Hcy	0.342	0.031	0.425	0.006	-0.366	0.027	0.516	0.002
尿酸	0.105	0.083	0.098	0.103	-0.418	0.009	0.499	0.003
IL-1 β	0.544	0.001	0.103	0.103	-0.526	0.002	0.387	0.021
Alb	-0.435	0.005	-0.369	0.024	0.411	0.012	-0.526	0.002

表 4 多因素 Logistic 回归分析 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的影响因素

因素	β	SE	Wald χ^2	OR	P	OR 的 95%CI
年龄	0.442	0.211	4.388	1.556	0.036	1.020~2.345
吸烟史	0.546	0.212	6.633	1.726	0.010	1.150~2.561
脂蛋白 a	0.505	0.228	4.906	1.657	0.027	1.069~2.541
FFA	0.632	0.295	4.590	1.881	0.032	1.062~2.826
Hcy	0.440	0.162	7.377	1.553	0.007	1.141~2.090
Alb	-0.735	0.312	5.550	0.480	0.018	0.271~0.875
常数项	-12.406	3.147	15.541	—	<0.001	—

注：—表示无数据。

3 讨 论

CRRT 是治疗 CKD 的主要连续性治疗方式, CRRT 通过延长治疗时间,降低单位时间内的治疗强度,使血液中溶质浓度和容量变化对机体的影响降至最低^[11-12]。脂质代谢异常是指脂类及其代谢产物在合成与分解过程中出现紊乱,进而导致血浆中脂蛋白的结构和功能发生改变。CRRT 可能通过清除血液中的脂质和代谢产物,对血脂指标水平造成影响,引起血脂异常,如维持性血液透析患者体内某些脂蛋白与载脂蛋白被定义为尿毒症毒素,当血脂异常时表现为高 TG 或其他富含 TG 的脂蛋白等^[13-14],明确其影响因素对调整及优化 CRRT 方案有重要意义。

研究发现,CKD 患者脂质异常表现为 HDL-C 水平降低,LDL-C、TG 水平升高^[15]。张红月等^[16]指出,首次透析前血清 TC、TG 为影响终末期免疫球蛋白

(Ig)A 肾病患者远期预后的影响因素[OR = 0.776 (95% CI: 0.713 ~ 0.813)、OR = 0.718 (95% CI: 0.664 ~ 0.754)]。本研究中,CRRT 后患者可伴有血脂代谢或功能异常,血清中小而密的低密度脂蛋白颗粒增加,这种低密度脂蛋白颗粒亚群富含 TG,但缺乏 TC,更容易被氧化修饰,从而在 LDL-C 水平处于正常时仍可能增加动脉粥样硬化的发生风险,而 HDL-C 具有关键的抗氧化与抗炎症特性,可抑制 LDL-C 氧化、活化白细胞与内皮细胞。本研究结果显示,血脂异常组年龄,合并高血压、合并糖尿病、有吸烟史占比及首次透析前血清脂蛋白 a、Cys-C、FFA、Hcy、尿酸、IL-1 β 水平均高于血脂正常组,差异均有统计学意义(P<0.05)。血脂异常组 eGFR、Hb、血清 Alb 水平均低于血脂正常组,差异均有统计学意义(P<0.05),说明这些临床因素可能是 CRRT 后血脂异常

的影响因素。此外,本研究中血尿酸水平升高也值得关注。有研究表明,高尿酸血症可通过激活 NLRP3 炎症小体,促进 IL-1 β 等炎症因子释放,进而干扰脂质代谢关键酶(如脂蛋白脂酶)的活性,导致 TG、LDL-C 水平升高,同时抑制 HDL-C 的逆向转运功能^[17-18]。Cys-C 作为反映肾小球滤过功能的敏感指标,其水平升高不仅提示肾功能损伤程度加重,还可能通过减少脂蛋白的滤过清除,使血液中脂质成分蓄积,尤其是富含 TG 的脂蛋白亚群,从而参与血脂异常的发生^[19]。

Hb 水平降低提示贫血状态,也与血脂异常存在潜在关联。当机体处于贫血、缺氧时,肝脏脂质合成途径被异常激活,同时外周组织对脂质的利用减少,易引发 TG、LDL-C 水平升高;而血脂异常组 eGFR 的降低,进一步印证了肾功能储备与脂代谢的紧密联系。多项针对 CRRT 后患者的研究表明,eGFR 每下降 10 mL/(min \cdot 1.73 m²),血脂异常的发生风险增加约 15%,这可能与肾功能减退后脂质代谢酶(如肝脂酶)活性降低、脂蛋白结构异常改变有关^[20-21]。本研究 Pearson 相关分析结果显示,血脂异常组 TC、TG、LDL-C 水平与脂蛋白 a、Hcy 水平呈正相关($P < 0.05$),与 Alb 水平呈负相关($P < 0.05$)。血脂异常组 TC、LDL-C 水平与 FFA、IL-1 β 水平呈正相关($P < 0.05$),HDL-C 水平与脂蛋白 a、FFA、Hcy、血尿酸、IL-1 β 水平呈负相关($P < 0.05$),与 Alb 水平呈正相关($P < 0.05$)。血脂异常组 LDL-C 水平与血尿酸水平呈正相关($P < 0.05$),说明经 CRRT 患者血脂异常与肾脏功能、炎症反应等密切相关,血脂异常可通过多种机制影响肾脏功能,如高 TC 血症可损伤足细胞,导致肾小球阶段性硬化和肾间质受损;此外,血脂异常还可通过全身炎症反应、氧化应激和血管损伤等途径间接作用于肾脏,这些机制共同参与肾脏损伤发生发展^[22]。

尹艳榕等^[23]研究发现,60 岁及以上、合并高血压、合并糖尿病、血脂异常与 CKD 患病风险升高有关,且合并高 TC 血症、高 LDL-C 血症与 CKD 患病风险升高密切相关($OR = 1.53, 1.39$)。本研究也证实,年龄增长、有吸烟史及脂蛋白 a、FFA、Hcy 水平升高为 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的危险因素($P < 0.05$),Alb 水平升高为 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的保护因素($P < 0.05$)。其中年龄使血脂异常风险增加至 1.556 倍,可能是因为随着年龄增长,人体各系统功能逐渐减退,其中消化功能和肝脏功能下降尤为显著,这些功能减退容易影响到脂蛋白脂酶等酶活性,进而导致脂质代谢紊乱,脂质代谢的紊乱会使 TC 吸收减少,进而导致体内 TC 堆积^[24]。此外,有吸烟史也是 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的重要危险因素,烟草燃烧产生的毒性物质如尼古丁可使血液中 FFA 水平升高,刺激肝脏增加 TG 的

合成,同时降低脂蛋白脂酶活性,从而促使 TG 水平上升,并降低 HDL-C 水平^[25]。脂蛋白 a 是一种在机体脂质代谢中发挥关键作用的蛋白质,它能够与血液中纤溶酶的锚定位点结合,抑制纤溶酶原活性,从而诱导肾脏血栓形成。此外脂蛋白 a 还会在肾血管内皮细胞和平滑肌细胞中被氧化,其氧化产物沉积后会形成脂肪斑块,进而导致肾动脉粥样硬化。既往研究发现,血清脂蛋白 a 预测 CKD 进展的曲线下面积为 0.732,灵敏度、特异度分别为 67.47%、67.27%,最佳截断值为 13.45 mg/dL^[26]。在 CRRT 过程中,肾小管细胞常因缺血缺氧而受损,导致线粒体的结构和功能出现异常,这种异常会阻碍脂肪酸氧化代谢途径,使过量脂肪酸在肾脏内堆积,而 FFA 是脂质代谢的中间产物,由 TG 降解而来,它连接了脂肪储存和脂类氧化供能的全过程,并在维持脂质代谢平衡中发挥关键作用,血清 FFA 可灵敏地反映机体脂质代谢状态,其水平升高可能是肾脏脂质毒性的主要决定性因素^[27]。Hcy 水平升高不仅会对肾血管内皮细胞造成损伤,还会加剧肾小球的机械屏障和电荷屏障损害,进而导致肾小球囊内压升高,损伤肾功能及影响 CRRT 对脂质的清除^[28]。此外,营养不良、低蛋白血症也是患者高脂血症的主要致病因素,CRRT 患者体内存在的全身炎症反应会抑制合成 Alb,毛细血管渗漏将使 Alb 从血管内渗漏至组织间隙,尤其是血脂异常者的营养耐受性,不利于营养状况改善及 Alb 的合成^[29]。本研究发现,Alb 水平升高可使 CKD 患者 CRRT 后血脂异常发生风险降低至 0.480 倍,提示临床对于 CKD 患者在 CRRT 前及时纠正其营养不良、低 Alb 血症对预防血脂异常,提高患者生存质量有积极意义。

综上所述,CRRT 后可能对 CKD 患者血脂水平产生影响,其血脂异常发生率高,年龄及吸烟史、脂蛋白 a、FFA、Hcy、Alb 是 CKD 患者 CRRT 后发生血脂异常的影响因素,应在透析前加以监测并采取措施进行纠正。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 白秀秀:研究构思、资料整理、论文撰写;吕红红:文献查阅、资料汇总;胡江涛:论文修改与审核;张姣姣:思路指导;李思思:研究设计、论文定稿。

参考文献

- [1] 虎璇,赵凡,沈秉正,等.甲基巴多索隆对慢性肾脏病临床效果评价[J].世界临床药物.2025,46(4):411-415.
- [2] ALAM M, MAHAPATRA H S, KAUR R, et al. Short-term renal replacement therapy outcomes of critically ill patients of acute kidney injury and acute on chronic kidney disease[J].

- Cureus, 2025, 17(1):e78183.
- [3] 李玉连, 甘华. 血液透析患者血脂异常与死亡风险的研究进展[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2020, 21(3):259-261.
- [4] 莫曼秋, 潘玲, 杨桢华, 等. 高密度脂蛋白对腹膜透析患者临床转归的影响[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(15):1934-1938.
- [5] LIDGARD B, HOOFNAGLE A N, ZELNICK L R, et al. High-density lipoprotein lipidomics in chronic kidney disease[J]. Clin Chem, 2023, 69(3):273-282.
- [6] 任春霞, 付晓纯, 吴婷婷, 等. 新型口服抗凝药物在晚期慢性肾脏病中的应用进展[J]. 世界临床药物, 2024, 45(2):213-216.
- [7] LIU P, LI J, YANG L, et al. Association between cumulative uric acid to high-density lipoprotein cholesterol ratio and the incidence and progression of chronic kidney disease[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 14:1269580.
- [8] SUH S H, OH T R, CHOI H S, et al. Non-high-density lipoprotein cholesterol and progression of chronic kidney disease: results from the know-CKD study[J]. Nutrients, 2022, 14(21):4704.
- [9] LAMEIRE N H, LEVIN A, KELLUM J A, et al. Harmonizing acute and chronic kidney disease definition and classification: report of a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) consensus conference[J]. Kidney International, 2021, 100(3):516-526.
- [10] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)[J]. 中华全科医师杂志, 2017, 16(1):15-35.
- [11] 陆湛, 陈帅, 黄克刚. 血液灌流串联连续性肾替代治疗血脂异常性重症急性胰腺炎伴腹腔高压患者的作用探究[J]. 临床消化病杂志, 2022, 34(6):474-478.
- [12] THADANI S, FUHRMAN D, HANSON C, et al. Patterns of multiple organ dysfunction and renal recovery in critically ill children and young adults receiving continuous renal replacement therapy[J]. Crit Care Explor, 2024, 6(5):e1084.
- [13] 亢宁苏, 崔俊, 邱宇翔, 等. 血小板变化率联合 KDIGO 分级对慢性肾脏病合并急性肾损伤 CRRT 预后的预测价值[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2023, 18(6):780-783.
- [14] 梁旭栋, 何强. 血脂异常与慢性肾脏病的关系研究进展[J]. 浙江医学, 2021, 43(17):1918-1921.
- [15] 栾仲秋, 张忠绅, 张慧杰. 基于肠道菌群及脂质代谢探讨慢性肾脏病微炎症状态“湿瘀互结”的病机内涵[J]. 中医学报, 2024, 39(5):919-923.
- [16] 张红月, 毛婕妤. 代谢综合征和血脂水平对终末期 IgA 肾病患者远期预后的影响[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2022, 36(7):729-732.
- [17] LIU F, YOU F, YANG L, et al. Nonlinear relationship between oxidative balance score and hyperuricemia: analyses of NHANES 2007 - 2018[J]. Nutr J, 2024, 23(1):48.
- [18] LI D, YUAN S, DENG Y, et al. The dysregulation of immune cells induced by uric acid: mechanisms of inflammation associated with hyperuricemia and its complications[J]. Front Immunol, 2023, 14:1282890.
- [19] INKER L A, ENEANYA N D, CORESH J, et al. New creatinine and cystatin c-based equations to estimate gfr without race[J]. N Engl J Med, 2021, 385(19):1737-1749.
- [20] LEEGWATER E, BAIDJOE L, WILMS E B, et al. Population pharmacokinetics of trimethoprim/sulfamethoxazole: dosage optimization for patients with renal insufficiency or receiving continuous renal replacement therapy[J]. Clin Pharmacol Ther, 2025, 117(1):184-192.
- [21] PIETERS T T, VAN DAM M J, SIKMA M A, et al. Estimation of renal function immediately after cessation of continuous renal replacement therapy at the ICU[J]. Sci Rep, 2024, 14(1):21098.
- [22] 孙钰. 慢性肾脏病患者血脂异常与肾功能关系及其影响因素的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [23] 尹艳榕, 林修全, 陈铁晖, 等. 福建省高血压患者肾损伤患病情况及影响因素分析[J]. 中国卫生统计, 2023, 40(6):865-868.
- [24] 黄绮娴, 温燕婷, 黄俊, 等. 社区老年居民血脂异常患病率及其影响因素研究[J]. 中国全科医学, 2023, 26(28):3520-3525.
- [25] 李佳, 何俊, 朱金妹. 基于中医体质分析老年人群血脂异常的影响因素及其风险预测列线图模型构建[J]. 实用心脑血管病杂志, 2025, 33(3):86-92.
- [26] 马小东, 钟瑜, 郑向红, 等. 血清脂蛋白(a)与慢性肾脏病恶化进展的相关性及危险因素分析[J]. 标记免疫分析与临床, 2024, 31(8):1448-1453.
- [27] 沈洋, 张茜, 王攀. 脂代谢异常对急性心肌梗死伴急性肾损伤患者的影响[J]. 中国心血管病研究, 2023, 21(7):619-625. (下转第 327 页)

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.03.006

基于血栓弹力图参数构建剖宫产产妇发生产后出血的列线图预测模型*

席真艳¹, 宋进进^{1△}, 李艳²

1. 西安交通大学第一附属医院榆林医院输血科, 陕西榆林 719000; 2. 西安市第三医院妇产科, 陕西西安 710082

摘要:目的 分析剖宫产产妇发生产后出血的影响因素, 并基于血栓弹力图参数构建剖宫产产妇发生产后出血的列线图预测模型。方法 选取 2022 年 6 月至 2024 年 6 月在西安交通大学第一附属医院榆林医院进行剖宫产并发生产后出血的 86 例产妇作为观察组, 另选取同期在西安交通大学第一附属医院榆林医院进行剖宫产未发生产后出血的 172 例产妇为对照组。比较 2 组血栓弹力图参数[凝血块形成时间(K)、最大振幅(MA)、凝血指数(CI)、凝血反应时间(R)、 α 角]及基线资料。采用多因素 Logistic 回归分析剖宫产产妇发生产后出血的影响因素。采用 R3.6 软件构建剖宫产产妇发生产后出血的列线图预测模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线及 Hosmer-Lemeshow 法验证列线图的区分度和拟合度。结果 观察组 K、R 长于对照组, MA、CI 低于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。观察组流产次数 ≥ 3 次、合并妊娠期高血压、前置胎盘、巨大儿占比高于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 流产次数 ≥ 3 次、合并妊娠期高血压、前置胎盘、R 延长、K 延长是剖宫产产妇发生产后出血的危险因素($P < 0.05$), MA、CI 升高是剖宫产产妇发生产后出血的保护因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示, 列线图预测模型预测剖宫产产妇发生产后出血的曲线下面积(AUC)为 0.913。结论 R、K 延长是剖宫产产妇发生产后出血的危险因素, MA、CI 升高是剖宫产产妇发生产后出血的保护因素, 基于血栓弹力图参数构建的列线图预测模型具有良好的区分度和准确度, 有一定的临床指导价值。

关键词: 剖宫产; 产后出血; 血栓弹力图; 凝血功能; 列线图

中图分类号: R714.46; R446.11

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2026)03-0322-06

Construction of a nomogram prediction model for postpartum hemorrhage in parturients undergoing cesarean section based on thromboelastography parameters*

XI Zhenyan¹, SONG Jinjin^{1△}, LI Yan²

1. Department of Blood Transfusion, Yulin Hospital of the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Yulin, Shaanxi 719000, China; 2. Department of Obstetrics and Gynecology, the Third Hospital of Xi'an, Xi'an, Shaanxi 710082, China

Abstract: Objective To analyze the influencing factors of postpartum hemorrhage in parturients undergoing cesarean section and to construct a nomogram prediction model for postpartum hemorrhage in parturients undergoing cesarean section based on thromboelastography parameters. **Methods** A total of 86 parturients undergoing cesarean section with postpartum hemorrhage in Yulin Hospital of the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University from June 2022 to June 2024 were selected as the observation group, and 172 parturients undergoing cesarean section without postpartum hemorrhage in the Yulin Hospital of the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University during the same period were selected as the control group. The thromboelastography parameters [blood clot formation time (K), maximum amplitude (MA), coagulation index (CI), coagulation reaction time (R), α angle] and baseline data of the two groups were compared. Multivariable Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of postpartum hemorrhage in parturients undergoing cesarean section. The nomogram prediction model for postpartum hemorrhage in parturients undergoing cesarean section was constructed using R3.6 software. The discrimination and fit of the nomogram prediction model were verified using the receiver operating characteristic (ROC) curve and Hosmer-Lemeshow method. **Results** The K and R in the observation group were longer than those in the control group, and MA and CI were lower than those in the control group, with statistically significant differences

* 基金项目: 陕西省教育厅专项科研项目(21JK0431)。

作者简介: 席真艳, 女, 主管技师, 主要从事临床输血方向的研究。△ 通信作者, E-mail: 461359041@qq.com。

引用格式: 席真艳, 宋进进, 李艳. 基于血栓弹力图参数构建剖宫产产妇发生产后出血的列线图预测模型[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(3): 322-327.