

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.03.021

## 尿毒症血液透析患者血清 Lp-PLA2、FGF-23 与自体动静脉内瘘成熟不良的关系研究\*

余燕燕 左君秋 周红霞 邹鑫 刘秀娟<sup>△</sup>  
(联勤保障部队第九〇八医院肾脏内科 江西南昌 330000)

**摘要 目的:**探讨尿毒症血液透析患者血清脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)、成纤维细胞生长因子-23(FGF-23)与自体动静脉内瘘(AVF)成熟不良的关系。**方法:**选取 2021 年 2 月~2022 年 12 月联勤保障部队第 908 医院肾内科收治的 170 例接受血液透析的尿毒症患者,根据 AVF 成熟情况分为成熟不良组 57 例和成熟组 113 例。采用酶联免疫吸附法检测血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平。通过多因素 Logistic 回归分析尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的影响因素,受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平对尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的预测效能。**结果:**成熟不良组血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平高于成熟组( $P<0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析显示,血磷、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、Lp-PLA2、FGF-23 升高为尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的独立危险因素( $P<0.05$ )。ROC 曲线分析显示,血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平单独和联合预测尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的曲线下面积(AUC)分别为 0.725、0.763、0.822,血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平联合预测的 AUC 最大。**结论:**尿毒症血液透析患者血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平升高与 AVF 成熟不良独立相关,血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平联合对 AVF 成熟不良的预测效能良好。

**关键词:**尿毒症;血液透析;脂蛋白相关磷脂酶 A2;成纤维细胞生长因子-23;自体动静脉内瘘  
**中图分类号:**R692 **文献标识码:**A **文章编号:**1637-6273(2024)03-512-05

## Study on the Relationship between Serum Lp-PLA2, FGF-23 and Poor Maturation of Autologous Arteriovenous Fistula in Uremic Hemodialysis Patients\*

YU Yan-yan, ZUO Jun-qi, ZHOU Hong-xia, ZOU Xin, LIU Xiu-juan<sup>△</sup>

(Department of Nephrology, 908 Hospital of Joint Logistics Support Force, Nanchang, Jiangxi, 330000, China)

**ABSTRACT Objective:** To investigate the relationship between serum lipoprotein-associated phospholipase A2 (Lp-PLA2), fibroblast growth factor-23 (FGF-23) and poor maturation of autologous arteriovenous fistula (AVF) in uremic hemodialysis patients. **Methods:** 170 uremia patients who were received hemodialysis in the Nephrology Department of 908 Hospital of Joint Logistics Support Force from February 2021 to December 2022 were selected, patients were divided into 57 cases of poor maturity group and 113 cases of maturity group according to the maturity of AVF. Serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. The influencing factors of poor AVF maturation in uremic hemodialysis patients were analyzed by multivariate Logistic regression. The predictive efficacy of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels on poor AVF maturation in uremic hemodialysis patients were analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** The levels of serum Lp-PLA2 and FGF-23 in poor maturity group were higher than those in maturity group ( $P<0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that, increased serum phosphorus, low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), Lp-PLA2 and FGF-23 were independent risk factors for poor AVF maturation in uremic hemodialysis patients ( $P<0.05$ ). ROC curve analysis showed that, the area under the curve (AUC) of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels alone and in combination to predict poor AVF maturation in uremic hemodialysis patients was 0.725, 0.763 and 0.822 respectively, and the AUC of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels combined prediction was the largest. **Conclusion:** The increase of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels in uremic hemodialysis patients were independently relate to the poor maturation of AVF, the combination of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels had a good predictive effect on the poor maturation of AVF.

**Key words:** Uremia; Hemodialysis; Lipoprotein-associated phospholipase A2; Fibroblast growth factor-23; Autologous arteriovenous fistula

**Chinese Library Classification(CLC):** R692 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2024)03-512-05

\* 基金项目:江西省卫生健康委科技计划项目(202131118)

作者简介:余燕燕(1984-),本科,主治医师,主要从事肾脏内科方向的研究,E-mail: 15870691101@163.com

<sup>△</sup> 通讯作者:刘秀娟(1975-),女,博士,副主任医师,主要从事肾脏病学和血液净化方向的研究,E-mail: liuxinfanjian@126.com

(收稿日期:2023-06-29 接受日期:2023-07-25)

## 前言

血液透析是尿毒症患者肾脏替代治疗的首选方式,自体动静脉内瘘(autogenous arteriovenous fistula, AVF)是目前理想的血管通路,相比中心静脉导管、移植动静脉内瘘等血管通路,血栓形成、感染率、住院率、死亡率更低,长期通畅率更高<sup>[1,2]</sup>。但 AVF 也存在成熟率较低的特点,近年来随着血液透析患者数量的增加,AVF 成熟不良也愈发常见,已成为尿毒症血液透析患者住院和死亡的一个重要原因<sup>[3,4]</sup>。准确预测尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良对改善其预后非常重要。研究表明,炎症反应和血管钙化参与 AVF 发生发展<sup>[5,6]</sup>。脂蛋白相关磷脂酶 A2 (lipoprotein-associated phospholipase A2, Lp-PLA2)是一种水解酶,能通过生成脂类促炎物质促进炎症发生发展<sup>[7]</sup>。成纤维细胞生长因子 (fibroblast growth factor, FGF)-23 是一种内分泌激素,能通过调节多种机制促进血管钙化发生发展<sup>[8]</sup>。研究报道, Lp-PLA2、FGF-23 与血液透析患者微炎症反应和钙磷代谢紊乱有关<sup>[9]</sup>。基于此本研究就探讨尿毒症血液透析患者血清 Lp-PLA2、FGF-23 与 AVF 成熟不良的关系,旨在为降低 AVF 成熟不良提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 2 月~2022 年 12 月联勤保障部队第 908 医院肾内科收治的 170 例接受血液透析的尿毒症患者,女 76 例、男 94 例;年龄范围 23~81 岁,平均(53.75±13.35)岁;体质指数范围 17.23~30.81 kg/m<sup>2</sup>,平均(23.38±2.56)kg/m<sup>2</sup>;尿毒症病因:54 例慢性肾小球肾炎、37 例高血压肾病、38 例糖尿病肾病、14 例狼疮性肾炎、27 例梗阻性肾病。纳入标准:(1)患者或家属签署同意书;(2)尿毒症符合 2012 年改善全球肾脏病预后组织<sup>[10]</sup>诊断标准;(3)接受血液透析,血管通路为 AVF。排除标准:(1)同时接受腹膜透析;(2)临床资料缺失;(3)既往内瘘切除重建或重造;(4)合并急慢性感染;(5)妊娠及哺乳期妇女;(6)恶性肿瘤;(7)精神状况异常;(8)近 3 个月内心脏手术史;(9)血液系统疾病。本研究经联勤保障部队第 908 医院伦理委员会批准进行。

### 1.2 方法

1.2.1 血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平检测 收集所有患者入院次日 3 mL 空腹静脉血,乙二胺四乙酸抗凝,15 cm 离心半径,3000 r/min 离心 15 min,收集血清置于 -80℃ 冰箱中保存。采用酶联免疫吸附法检测血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平(试剂盒购自北京百奥莱博科技有限公司)。

1.2.2 资料收集 收集所有患者性别、年龄、体质指数、尿毒症病因、血管吻合方式(端侧吻合、侧侧吻合、端端吻合)、血压(收缩压、舒张压)、血钙、血磷、全段甲状旁腺激素、血红蛋白、肌酐、血尿素氮、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和单室尿素清除指数(spKt/V)资料。

### 1.3 AVF 成熟判断和分组

建立 AVF 6 周后,参照 2019 年改善全球肾脏病预后组织<sup>[11]</sup>诊断标准进行成熟与否判定:成熟定义为:① 物理检查:吻合口震颤良好,无异常消失、减弱、增强;瘘体段静脉走行粗细均匀、表浅、平直、易穿刺,有足够可供穿刺的区域,瘘体血管壁弹性良好,可触及震颤,无搏动消失、减弱、增强。② 检查:穿刺段静脉直径≥5 mm、AVF 距皮肤表面深度<6 mm、自然血流量>500 mL/min 为成熟,反之为成熟不良。根据 AVF 成熟情况将患者分为成熟不良组 57 例和成熟组 113 例。

### 1.4 统计学方法

使用 SPSS26.0 统计学软件进行数据处理。计数资料采用  $\chi^2$  检验,以例(%)表示;计量资料采用 t 或 U 检验,以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示;尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的影响因素采用多因素 Logistic 回归分析;血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平对尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的预测效能采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析,并比较曲线下面积(area under the curve, AUC); $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 成熟不良组与成熟组血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平比较

成熟不良组血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平高于成熟组 ( $P<0.05$ )。见表 1。

表 1 成熟不良组与成熟组血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平比较( $\bar{x}\pm s$ )

Table 1 Comparison of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels between poor maturity group and maturity group( $\bar{x}\pm s$ )

Groups	N	Lp-PLA2 (ng/mL)	FGF-23 (pg/mL)
Poor maturity group	57	1567.55±287.78	4552.44±1682.22
Maturity group	113	1209.16±295.12	2796.89±1410.34
t	-	7.537	7.173
P	-	0.000	0.000

### 2.2 成熟不良组与成熟组临床资料比较

成熟不良组年龄大于成熟组,血钙、血磷、LDL-C 水平高于成熟组( $P<0.05$ ),两组患者性别、体质指数、尿毒症病因、血管吻合方式、收缩压、舒张压、全段甲状旁腺激素、血红蛋白、肌酐、血尿素氮、TC、TG、HDL-C、spKt/V 等资料比较无差异( $P>0.05$ )。见表 2。

### 2.3 尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的多因素 Logistic 回

### 归分析

以表 1、表 2 分析有差异因素为自变量:年龄、血钙、血磷、LDL-C、Lp-PLA2、FGF-23(赋值:均原值录入),AVF 成熟不良(赋值:是/否=1/0),建立多因素 Logistic 回归模型。结果显示:血磷、LDL-C、Lp-PLA2、FGF-23 升高为尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的独立危险因素( $P<0.05$ )。见表 3。

表 2 成熟不良组与成熟组临床资料比较  
Table 2 Comparison of clinical data between poor maturity group and maturity group

Factor	Poor maturity group(n=57)	Maturity group(n=113)	$\chi^2/t/Z$	P
Gender [n(%)]			0.246	0.620
Male	30(52.63)	64(56.64)		
Female	27(47.37)	49(43.36)		
Age(year, $\bar{x} \pm s$ )	58.30 $\pm$ 12.76	51.45 $\pm$ 13.09	3.248	0.001
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	22.84 $\pm$ 1.96	23.64 $\pm$ 2.78	1.733	0.085
Cause of uremia [n(%)]			0.961	0.916
Chronic glomerulonephritis	18(31.58)	36(31.86)		
Hypertension kidney disease	13(22.81)	24(21.24)		
Diabetic nephropathy	14(24.56)	24(21.24)		
Lupus nephritis	5(8.77)	9(7.96)		
Obstructive nephropathy; ON	7(12.28)	20(17.70)		
Vascular anastomosis [n(%)]			3.986	0.136
End-to-side anastomosis	38(66.67)	91(80.53)		
Side-to-side anastomosis	11(19.30)	13(11.50)		
End-end anastomosis	8(14.04)	9(7.96)		
Systolic pressure (mmHg, $\bar{x} \pm s$ )	150.32 $\pm$ 21.83	149.12 $\pm$ 23.36	0.323	0.747
Diastolic pressure (mmHg, $\bar{x} \pm s$ )	84.04 $\pm$ 12.23	83.17 $\pm$ 9.15	0.474	0.636
Blood calcium (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	2.06 $\pm$ 0.17	1.96 $\pm$ 0.32	2.660	0.009
Serium inorganic phosphorus (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	1.75 $\pm$ 0.29	1.61 $\pm$ 0.32	2.777	0.006
Whole segment parathyroid hormone [pg/mL, M( $P_{25}, P_{75}$ )]	304.12(199.71,397.56)	289.49(183.25,363.72)	1.188	0.235
Hemoglobin(g/L, $\bar{x} \pm s$ )	82.59 $\pm$ 14.25	86.40 $\pm$ 19.79	1.437	0.153
Serum creatinine ( $\mu$ mol/L, $\bar{x} \pm s$ )	676.71 $\pm$ 255.90	637.69 $\pm$ 222.10	1.027	0.306
Blood urea nitrogen (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	24.31 $\pm$ 7.16	23.25 $\pm$ 9.33	0.820	0.413
TC(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	4.59 $\pm$ 0.91	4.29 $\pm$ 1.14	1.728	0.086
TG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	2.18 $\pm$ 0.30	2.09 $\pm$ 0.29	1.888	0.061
HDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	1.08 $\pm$ 0.23	1.13 $\pm$ 0.24	1.300	0.195
LDL-C(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	3.04 $\pm$ 1.02	2.62 $\pm$ 1.02	2.535	0.012
spKt/V( $\bar{x} \pm s$ )	1.39 $\pm$ 0.35	1.46 $\pm$ 0.30	1.357	0.177

表 3 尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的多因素 Logistic 回归分析  
Table 3 Multivariate Logistic regression analysis of poor maturation of AVF in uremic hemodialysis patients

Variable	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
Constant	-0.043	0.021	4.163	0.041	-	-
Blood phosphorus increased	0.200	0.088	5.151	0.023	1.221	1.028~1.452
LDL-C increased	0.277	0.104	7.154	0.007	1.319	1.077~1.616
Lp-PLA2 increased	0.022	0.006	15.091	0.000	1.022	1.011~1.034
FGF-23 increased	0.007	0.002	15.915	0.000	1.007	1.004~1.010

2.4 血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平对尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的预测效能

进一步探讨血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平对尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的预测效能:以成熟不良组(n=57)为阳性样本,以成熟组(n=113)为阴性样本,进行 ROC 分析。单独应用时,血清 Lp-PLA2、FGF-23 两指标均参考临床实践划分成若干个组段,再以软件拟合之 ROC 曲线计算 AUC 及 95%置信区间,并按实测样本计算敏感度、特异度、准确度。联合应用时采用 LogP 模式,以前述 Logistic 回归结果,建立风险评估 / 预

测模型, 截选其模型值  $Ln (P/1-P)=0.022 \times Lp-PLA2 + 0.007 \times FGF-23$  为联合应用的虚拟概率量指标,行 ROC 分析。分析结果显示: 血清 Lp-PLA2、FGF-23 两指标单独及联合应用时: ROC-AUC(0.95CI)分别为: 0.725(0.525~0.911)、0.763(0.550~0.948)、0.822(0.691~0.959), 显见联合应用诊断效能较高,见表 4 和图 1。

表 4 血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平对尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的预测效能

Table 4 Predictive efficacy of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels on poor maturation of AVF in uremic hemodialysis patients

Index	AUC(0.95CI)	Threshold	Sensitivity(n/N)	Specificity (n/N)	Youden index	Accuracy(n/N)
Lp-PLA2	0.725(0.525~0.911)	1350 ng/mL	0.649(37/57)	0.788(89/113)	0.437	0.741(126/170)
FGF-23	0.763(0.550~0.948)	3500 pg/mL	0.772(44/57)	0.690(78/113)	0.462	0.718(122/170)
Combination(Log P)	0.822(0.691~0.959)	54	0.842(48/57)	0.796(90/113)	0.638	0.812(138/170)

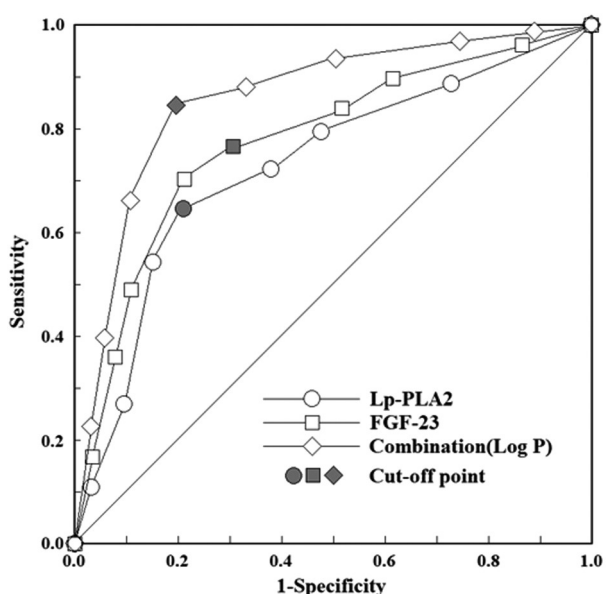


图 1 血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平预测尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curves of serum Lp-PLA2 and FGF-23 levels predicting poor maturity of AVF in patients on uremic hemodialysis

### 3 讨论

血液透析是利用机器代替肾脏工作,将尿毒症患者体内的血液引出体外,通过生物物理机制过滤掉其中的代谢废物和过多水分后输送回患者体内的操作,良好的血管通路是决定血液透析充分性的关键<sup>[12]</sup>。AVF 是指通过手术将低压稳定流动管道"静脉"连接到高压脉动流动管道"动脉"上,通过生理压力梯度增加静脉血量以增加透析血流量,静脉表浅提供更多的穿刺区域的同时也利于针刺实施,故 AVF 长期通畅率相较于其他血管通路更好<sup>[13]</sup>。但 AVF 动静脉相连处血液会在压力差作用下形成非生理性血流梯度,引起血流动力学改变而破坏血管壁功能,导致 AVF 成熟不良,不能满足透析需要(穿刺困难和/或血流量不足),降低透析充分性并增加患者住院和死亡风险<sup>[3,4]</sup>。本研究中尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良发生率为 33.53%,与赵彬等研究报道基本相符<sup>[14]</sup>。说明尿毒症血液透析

患者 AVF 成熟不良发生率较高,因此早期预测 AVF 成熟不良对指导临床防治和改善患者预后意义重大。

AVF 成熟是复杂的重塑过程,AVF 建立后迅速增大的血流量会增加血管壁张力和剪切力,使血管基质和内皮重构而增加管腔直径,但该过程中非生理性血流梯度改变和反复穿刺能刺激炎症因子释放,炎症反应通过破坏血管内皮功能引起血管内膜增厚、管腔狭窄甚至闭塞,导致 AVF 成熟不良<sup>[5]</sup>。Lp-PLA2 是由血管内膜中肥大细胞、T 淋巴细胞、巨噬细胞分泌的一种磷脂酶,能通过将氧化低密度脂蛋白中的氧化磷脂水解,并生成氧化游离脂肪酸、溶血卵磷脂等脂类促炎物质,这些物质又可通过趋化炎症细胞进一步自我强化循环生成更多促炎物质<sup>[7]</sup>。说明 Lp-PLA2 具有重要的促炎作用,同时由于 Lp-PLA2 由血管内膜分泌,因此 Lp-PLA2 介导的炎症反应具有血管特异性。基于 Lp-PLA2 的血管炎症反应作用,近年来大量研究指出其与心肌梗死、脑梗死等心脑血管疾病发生和预后有关<sup>[15,16]</sup>。同时有研究指出,血清 Lp-PLA2 水平与慢性肾脏病或透析患者心血管疾病风险发生有关<sup>[17,18]</sup>。因此我们推测 Lp-PLA2 可能与 AVF 成熟有关。本研究结果显示,血清 Lp-PLA2 水平升高是尿毒症患者 AVF 成熟不良的危险因素,说明血清 Lp-PLA2 水平升高会增加尿毒症患者 AVF 成熟不良风险。其原因可能是血清 Lp-PLA2 水平升高能生成更多促炎因子,损伤血管内皮引起血管内膜增厚、管腔狭窄、闭塞,导致 AVF 成熟不良风险增加。同时血清 Lp-PLA2 水平升高能通过炎症反应、血管内皮损伤等机制刺激黏膜因子产生,促进单核细胞向内膜聚集而推动泡沫细胞产生,形成动脉粥样硬化斑块阻塞 AVF 血管腔,导致 AVF 成熟不良<sup>[9]</sup>。

血管钙化是钙磷在血管壁异常沉积的表现,能通过降低动脉弹性和改变血流动力学引起血管腔狭窄,进而导致 AVF 成熟不良<sup>[6]</sup>。FGF-23 是主要由骨细胞和成骨细胞合成并分泌的一种磷调节激素,最初研究发现 FGF-23 具有促进纤维化作用,近年研究发现 FGF-23 还在血管钙化过程中发挥重要作用:(1) FGF-23 能促进血管平滑肌细胞向成骨细胞表型转化,促进血管钙化;(2) FGF-23 能结合克洛索(Klotho)磷酸化细胞外调节激酶 1/2,促进磷诱导的钙沉积,导致血管钙化;(3) FGF-23 能通过调节甲状旁腺激素、活性维生素 D 以调节钙磷浓度,诱导

血管钙化<sup>[20,21]</sup>。有实验显示,血清 FGF-23 水平升高与 AVF 的血栓形成有关<sup>[22]</sup>。既往研究也指出,血清 FGF-23 水平升高与慢性肾脏病患者血管钙化密切相关<sup>[23,24]</sup>。因此推测 FGF-23 可能与 AVF 成熟有关。本研究结果显示,血清 FGF-23 水平升高,且是尿毒症患者 AVF 成熟不良的危险因素,说明血清 FGF-23 水平升高会增加尿毒症患者 AVF 成熟不良风险。其原因可能是血清 FGF-23 水平升高能通过诱导钙磷沉积、血管平滑肌细胞向成骨细胞转化等机制促进血管钙化,破坏血管功能导致 AVF 成熟不良。此外体内外研究证实,FGF-23 还具有促炎作用,能激活核因子- $\kappa$ B、信号转导和转录激活因子 3 等炎症信号通路和诱导促炎细胞因子释放,促进炎症发生发展<sup>[25]</sup>。

本研究结果还显示,血磷、LDL-C 也能影响尿毒症患者 AVF 成熟不良,分析原因可能是受血液毒素、穿刺、血流改变等因素影响,血管功能障碍风险更高,增加 AVF 成熟不良风险;血磷升高能增加血磷沉积,同时也能诱导血管平滑肌细胞向成骨细胞转化,通过血管钙化增加 AVF 成熟不良风险;LDL-C 是动脉粥样硬化形成的必要条件,LDL-C 升高能形成动脉粥样硬化斑块阻塞 AVF 血管腔,增加成熟不良风险<sup>[26]</sup>。最后本研究通过绘制 ROC 曲线发现,血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平为 1350 ng/mL、3500 pg/mL 时,预测尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的 AUC 为 0.725、0.763,血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平联合预测的 AUC 最大,为 0.822。说明检测血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平有助于尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的预测,且联合检测能提升预测效能。

综上所述,血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平升高是尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的独立危险因素,血清 Lp-PLA2、FGF-23 水平联合预测 AVF 成熟不良的效能较高,可能成为尿毒症血液透析患者 AVF 成熟不良的辅助预测指标。

#### 参考文献(References)

- [1] 中国康复医学会肾脏病康复专业委员会,中关村肾病血液净化创新联盟肾康复专业委员会,中国医师协会康复医师分会肾康复治疗专业委员会.血液透析室(中心)肾脏病康复体系建设的专家共识[J].中国血液净化,2021,20(12):823-829.
- [2] 胡春燕,张海霞,靳晶晶,等.不同类型长期血管通路对维持性血液透析患者预后影响的回顾性队列研究[J].肾脏病与透析肾移植杂志,2021,30(6):525-529.
- [3] 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.
- [4] 杭孝佳,刘永梅,杨杰,等.AVF与TCC血管通路在慢性肾衰竭患者中的血液透析效果比较及对炎症因子、营养水平和肾功能的影响[J].现代生物医学进展,2022,22(18):3539-3543.
- [5] 刘智美,王娅敏,李文巧,等.自体动静脉内瘘对尿毒症血液透析患者炎症状态和并发症的影响[J].实用医院临床杂志,2021,18(3):161-163.
- [6] 张炜晨,张敏敏,王梦婧,等.维持性血液透析患者自体动静脉内瘘血管钙化的研究进展[J].中华肾脏病杂志,2018,34(5):391-395.
- [7] 孙艺红,郝盛恺.脂蛋白相关磷脂酶A2临床应用专家建议[J].中华心血管病杂志,2015,43(10):843-847.
- [8] Wei X, Huang X, Liu N, et al. Understanding the stony bridge between osteoporosis and vascular calcification: Impact of the FGF23/Klotho axis[J]. Oxid Med Cell Longev, 2021, 8(2021): 7536614.
- [9] 牟洪宾,周刚,赵传燕,等.FGF23、Klotho蛋白及Lp-PLA2水平与血液透析患者微炎症状态、钙磷代谢紊乱的关系分析[J].湖南师范大学学报(医学版),2022,19(1):224-227.
- [10] Stevens PE, Levin A. Evaluation and management of chronic kidney disease: synopsis of the kidney disease: improving global outcomes 2012 clinical practice guideline [J]. Ann Intern Med, 2013, 158(11): 825-830.
- [11] Lok CE, Huber TS, Lee T, et al. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 Update [J]. Am J Kidney Dis, 2020, 75(4 Suppl 2): S1-S164.
- [12] 中国医师协会肾脏病医师分会血液透析充分性协作组.中国血液透析充分性临床实践指南 [J]. 中华医学杂志, 2015, 95(34): 2748-2753.
- [13] 翟蕾,段淑敏,韩玲玉,等.3种血管通路在老年维持性血液透析患者中的应用效果比较[J].安徽医学,2023,44(3):293-297.
- [14] 赵彬,王慧,王玉柱,等.自体动静脉内瘘成熟的预测因素及辅助成熟干预时机的初步探讨 [J]. 中华肾脏病杂志, 2023, 39(4): 263-271.
- [15] 李冰,丁水印,李新春,等.急性心肌梗死患者PCI术后血浆vaspin、periostin及Lp-PLA2水平对不良心血管事件的预测价值[J].广东医学,2023,44(4):494-498.
- [16] 李慧英,刘青,李俊娟,等.血清Lp-PLA2联合CHA2DS2-VASc评分预测非瓣膜性心房颤动病人发生缺血性脑卒中的临床价值[J].中西医结合心脑血管病杂志,2023,21(7):1286-1289.
- [17] Qu H, Zhang G, Pan J, et al. Evaluation of lipoprotein-associated phospholipase A2 as a prognostic biomarker in chronic kidney disease [J]. Clin Lab, 2021, 67(8): 1841-1845.
- [18] 王露,张春莹. ApoE基因多态性及血清Lp-PLA2水平与血液透析患者心血管疾病的相关性研究 [J]. 中国医药导刊, 2022, 24(12): 1184-1189.
- [19] 刘航齐,贾玫.脂蛋白相关磷脂酶A2水解脂蛋白(a)连接的氧化磷脂促进动脉粥样硬化发生发展作用机制的研究进展[J].中华检验医学杂志,2018,41(11):897-900.
- [20] 熊浩,袁芳.慢性肾脏病血管钙化机制的研究进展[J].基础医学与临床,2022,42(7):1124-1128.
- [21] 董桂慧,焦军东.成纤维细胞生长因子-23在慢性肾脏病血管钙化中的作用[J].心血管康复医学杂志,2022,31(4):513-516.
- [22] Zohny SF, El-Fattah MA, Khan JA. Circulating fibroblast growth factor-23 level and paraoxonase-1 lactonase activity in chronic hemodialysis patients: Their impact on the incidence of native AV fistula thrombosis[J]. Clin Invest Med, 2016, 39(5): E173-E181.
- [23] 史新芬,周芸.成纤维细胞生长因子与缺氧诱导因子在慢性肾脏病血管钙化的研究进展[J].临床肾脏病杂志,2023,23(3):251-255.
- [24] 董桂慧,焦军东.成纤维细胞生长因子-23在慢性肾脏病血管钙化中的作用[J].心血管康复医学杂志,2022,31(4):513-516.
- [25] 陆飞,范亚平.FGF-23在肾性贫血中的研究进展 [J]. 国际泌尿系统杂志, 2023, 43(2): 378-381.
- [26] 王晗,倪其泓,王预立,等.自体动静脉内瘘成熟影响因素及机制研究进展[J].中华普通外科杂志,2021,36(1):71-74.