

• 论 著 •

# 血尿酸与血肌酐比值与维持性血液透析患者残余肾功能的 关系及预后预测价值\*

杨磊<sup>1</sup>, 陈永建<sup>1</sup>, 卢发菊<sup>1</sup>, 常凤霞<sup>2△</sup>

1. 青海省第五人民医院肾内科, 青海西宁 810001 2. 青海省第四人民医院检验科, 青海西宁 810001

**摘要:**目的 探讨血尿酸(BUA)与血肌酐(Scr)比值(BUA/Scr)与维持性血液透析患者残余肾功能的  
关系及预后预测价值。方法 选取 2021 年 1 月至 2024 年 1 月青海省第五人民医院收治的 154 例维持性血液透  
析患者为研究对象,根据残余肾尿素清除率(KRU)将其分为有残余肾功能组( $KRU \geq 1.0$  mL/min,  $n=23$ )和  
无残余肾功能组( $KRU < 1.0$  mL/min,  $n=131$ )。随访 1 年,根据随访期间患者存活情况分为存活组( $n=120$ )  
和死亡组( $n=34$ )。采用全自动生化分析仪测定患者 BUA、Scr 水平,并计算 BUA/Scr。采用 Pearson 相关分  
析 BUA/Scr 与维持性血液透析患者 KRU 的关系,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 BUA/Scr 对维持性  
血液透析患者预后的预测价值,采用多因素 Logistic 回归分析维持性血液透析患者预后的影响因素。结果 无  
残余肾功能组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 均高于有残余肾功能组( $P < 0.05$ )。Pearson 相关分析显示, BUA、  
Scr 水平及 BUA/Scr 与维持性血液透析患者 KRU 均呈负相关( $r = -0.511, -0.312, -0.493, P < 0.001$ )。  
死亡组年龄、BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 明显高于存活组( $P < 0.05$ ),前白蛋白水平低于存活组( $P < 0.05$ )。  
ROC 曲线分析显示, BUA/Scr 预测维持性血液透析患者预后的曲线下面积为 0.906,大于 BUA、Scr 单独预测  
的 0.783、0.729( $Z = 8.796, 11.624, P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析结果显示,高龄( $OR = 1.124, 95\%CI$   
 $1.063 \sim 1.188$ )是维持性血液透析患者预后的独立危险因素,高前白蛋白水平( $OR = 0.982, 95\%CI$   
 $0.972 \sim 0.991$ )、低 BUA/Scr( $OR = 0.128, 95\%CI$   
 $0.044 \sim 0.369$ )是维持性血液透析患者预后的独立保护因素( $P < 0.05$ )。结论 维持性血液透析无残余肾功能患者 BUA/Scr 升高, BUA/Scr 与患者残余肾功能密切相关,且  
BUA/Scr 对维持性血液透析患者预后具有较好的预测价值。

**关键词:**血尿酸与血肌酐比值; 维持性血液透析; 残余肾功能; 预后

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2026.04.013 **中图法分类号:**R459.5

**文章编号:**1673-4130(2026)04-0455-06

**文献标志码:**A

## Relationship between serum uric acid to creatinine ratio and residual renal function and prognostic value in patients on maintenance hemodialysis\*

YANG Lei<sup>1</sup>, CHEN Yongjian<sup>1</sup>, LU Faju<sup>1</sup>, CHANG Fengxia<sup>2△</sup>

1. Department of Nephrology, Fifth People's Hospital of Qinghai Province, Xining, Qinghai  
810001, China; 2. Department of Clinical Laboratory, Fourth People's Hospital of  
Qinghai Province, Xining, Qinghai 810000, China

**Abstract: Objective** To investigate the relationship between serum uric acid (BUA) to serum creatinine (Scr) ratio (BUA/Scr) and residual renal function and its prognostic value in maintenance hemodialysis patients. **Methods** A total of 154 patients with maintenance hemodialysis admitted to the Fifth People's Hospital of Qinghai Province from January 2021 to January 2024 were selected as the research objects. According to the residual renal urea clearance (KRU), they were divided into the residual renal function group ( $KRU \geq 1.0$  mL/min,  $n=23$ ) and the non-residual renal function group ( $KRU < 1.0$  mL/min,  $n=131$ ). The patients were followed up for 1 year, and were divided into survival group ( $n=120$ ) and death group ( $n=34$ ) according to the survival status during the follow-up period. Pearson correlation analysis was used to analyze the relationship between BUA/Scr and KRU in maintenance hemodialysis patients. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive value of BUA/Scr for the prognosis of patients with maintenance hemodialysis. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of prognosis in patients with maintenance hemodialysis. **Results** The levels of BUA, Scr and BUA/Scr in patients without re-

\* 基金项目:青海省卫生健康委员会医药卫生科技项目(2021-WJZDX-73)。

作者简介:杨磊,男,副主任医师,主要从事肾内科相关研究。△ 通信作者, E-mail:790250873@qq.com。

sidual renal function were higher than those in patients with residual renal function ( $P < 0.05$ ). Pearson correlation analysis showed that BUA, Scr and BUA/Scr were negatively correlated with KRU in patients with maintenance hemodialysis ( $P < 0.001$ ). The age, BUA, Scr and BUA/Scr in the death group were significantly higher than those in the survival group ( $P < 0.05$ ), and the prealbumin level was lower than that in the survival group ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the area under the curve of BUA/Scr for predicting the prognosis of maintenance hemodialysis patients was 0.906, which was higher than 0.783 and 0.729 of BUA and Scr alone ( $Z = 8.796, 11.624, P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that advanced age was an independent risk factor for the prognosis of patients with maintenance hemodialysis ( $OR = 1.124, 95\%CI 1.063-1.188$ ), and high prealbumin level ( $OR = 0.982, 95\%CI 0.972-0.991$ ) and low BUA/Scr ( $OR = 0.128, 95\%CI 0.044-0.369$ ) were independent protective factors for the prognosis of patients with maintenance hemodialysis ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** BUA/Scr is increased in MHD patients without residual renal function. BUA/Scr is closely related to residual renal function, and BUA/Scr has a good predictive value for the prognosis of MHD patients.

**Key words:** serum uric acid to serum creatinine ratio; maintenance hemodialysis; residual renal function; prognosis

慢性肾脏病是一种临床常见的肾脏功能障碍疾病,主要致病原因是糖尿病和高血压,随着人口老龄化进展,其患病率呈逐年上升趋势<sup>[1]</sup>。慢性肾脏病可逐渐发展为终末期肾病,肾移植或维持性血液透析是患者主要的肾脏替代治疗方式,超过 80% 的慢性肾脏病患者需接受血液透析治疗<sup>[2-3]</sup>。维持性血液透析患者的残余肾功能是指患者在接受透析治疗后,肾脏仍然保留的部分功能,对于维持患者的体液平衡、清除小分子毒素及内分泌功能等方面具有重要作用<sup>[4-5]</sup>。维持性血液透析患者常出现心血管疾病、营养不良、感染等并发症,严重影响患者的生活质量和预后<sup>[6]</sup>。寻找与维持性血液透析患者残余肾功能相关的生物学标志物,并及时预测患者预后,对于改善患者的治疗效果和生存质量具有重要意义。血尿酸(BUA)是嘌呤核苷代谢的终末产物,其水平升高与慢性肾脏病、心血管疾病、糖尿病等发生发展有关<sup>[7]</sup>。血肌酐(Scr)是人体肌肉代谢产生的小分子物质,也是临床上常用于评估肾功能的指标<sup>[8]</sup>。BUA 与 Scr 比值(BUA/Scr)作为一种新型生物标志物,在反映机体代谢状态和肾脏功能方面具有优势,已在高血压<sup>[9]</sup>、代谢综合征<sup>[10]</sup>及肿瘤<sup>[11]</sup>等领域广泛研究应用。然而,目前关于 BUA/Scr 与维持性血液透析患者残余肾功能的关系及其对患者预后预测价值的研究报道较少。基于此,本研究拟探讨 BUA/Scr 与维持性血液透析患者残余肾功能的关系及预后预测价值,以期对维持性血液透析患者的临床治疗和预后提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2020 年 1 月至 2024 年 1 月青海省第五人民医院(以下简称本院)收治的 154 例维持性血液透析患者为研究对象,其中男 89 例,女 65 例;年龄 18~74 岁,平均(55.35±11.27)岁;体重指数(BMI)17~26 kg/m<sup>2</sup>,平均(22.29±2.58)kg/m<sup>2</sup>;透析时间 6~29 个月,平均(20.66±4.13)个月;原发

疾病类型:慢性肾炎 42 例,糖尿病肾病 59 例,高血压肾病 38 例,其他 15 例;吸烟史 29 例,饮酒史 37 例。纳入标准:(1)符合慢性肾脏病 5 期标准<sup>[12]</sup>;(2)患者透析频率每周≥10 h,每次≥4 h;(3)规律透析时间≥3 个月;(4)临床资料齐全。排除标准:(1)合并有心脏、肝脏及肺部疾病者;(2)合并慢性或者急性感染性疾病者;(3)合并恶性肿瘤者;(4)合并自身免疫系统疾病者;(5)近期有手术史或长期卧床者;(6)近 3 个月内服用过影响尿酸代谢的药物或使用肾毒性药物者;(7)合并精神认知障碍者;(8)透析治疗过程中出现严重并发症无法耐受者。本院医学伦理委员已批准本研究(LWP-202504)。

## 1.2 方法

**1.2.1 临床资料收集** 收集 154 例维持性血液透析患者的临床资料,包括性别、年龄、体重指数(BMI)、透析时间、原发疾病类型、吸烟史、饮酒史、血红蛋白、尿素氮、前白蛋白、血钙、血磷等。

**1.2.2 血液检测及 BUA/Scr 计算** 采集 154 例维持性血液透析患者入组次日的空腹外周静脉血 4 mL,将血液使用 cence 离心机以 3 000 r/min 离心 10 min,离心半径为 8 cm,结束后保留上层清液。采用贝克曼全自动生化分析仪测定患者 BUA、Scr 水平,计算 BUA/Scr。

**1.2.3 残余肾功能检测及分组** 于 154 例维持性血液透析患者入组首次透析后和第 2 次透析前,采用曼特诺全自动生化分析仪测定其血清及尿液尿素氮水平,并记录透析期间尿量(VID)、透析期间尿素浓度(UID)、透析时间(TID)、透析期间血尿素浓度(Cpre)、透析后血尿素与尿尿素比值(Cpos),计算残余肾尿素清除率(KRU),KRU 计算公式: $2(VID \times UID)/TID(Cpre + Cpos)$ ,依据 KRU 计算值来判断残余肾功能,KRU≥1.0 mL/min 定义为有残余肾功能,KRU<1.0 mL/min 定义为无残余肾功能。根据

KRU 计算值将研究对象分为有残余肾功能组 ( $n = 23$ ) 和无残余肾功能组 ( $n = 131$ )。

**1.3 预后判断及分组** 通过门诊复查及电话的方式对 154 例维持性血液透析患者随访 1 年, 截止时间为 2025 年 1 月 31 日, 以达到随访截止时间或全因死亡为随访终点, 随访期间详细记录患者死亡原因和死亡时间。根据患者存活情况分为存活组 ( $n = 120$ ) 和死亡组 ( $n = 34$ )。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS21.0 软件对数据进行处理和分析。呈正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较行  $t$  检验; 计数资料以例数和百分率表示, 组间比较行  $\chi^2$  检验; 采用 Pearson 相关分析 BUA/Scr 与维持性血液透析患者 KRU 的关系, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析 BUA/Scr 对维持性血液透析患者预后的预测价值, 采用 DeLong 检验比较曲线下面积 (AUC), 采用多因素 Logistic 回归分析维持性血液透析患者预后的影响因素。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 有残余肾功能组和无残余肾功能组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 比较** 无残余肾功能组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 均高于有残余肾功能组 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 有残余肾功能组和无残余肾功能组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$n$	BUA ( $\mu\text{mol/L}$ )	Scr ( $\mu\text{mol/L}$ )	BUA/Scr
有残余肾功能组	23	355.05 $\pm$ 34.29	422.17 $\pm$ 13.81	0.83 $\pm$ 0.08
无残余肾功能组	131	465.50 $\pm$ 69.48	441.79 $\pm$ 22.49	1.05 $\pm$ 0.15
$t$		-7.452	-4.047	-6.988
$P$		<0.001	<0.001	<0.001

表 4 BUA/Scr 对维持性血液透析患者预后的预测价值

指标	AUC	95%CI	最佳临界值	灵敏度	特异度	约登指数	$P$
BUA	0.783	0.028	465.99 $\mu\text{mol/L}$	0.794	0.708	0.502	<0.001
Scr	0.729	0.029	442.685 $\mu\text{mol/L}$	0.912	0.542	0.454	0.002
BUA/Scr	0.906	0.025	1.06	0.882	0.883	0.765	<0.001

**2.6 维持性血液透析患者预后的多因素 Logistic 回归分析** 本研究将维持性血液透析患者预后情况作为因变量 (存活 = 0、死亡 = 1), 将单因素分析中差异有统计学意义指标和 BUA/Scr 作为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, 高龄 ( $OR = 1.124, 95\%CI 1.063 \sim 1.188$ ) 是维持性血液透析患者预后的独立危险因素, 高前白蛋白水平 ( $OR = 0.982, 95\%CI 0.972 \sim 0.991$ )、低 BUA/Scr ( $OR = 0.128, 95\%CI 0.044 \sim 0.369$ ) 是维持性血液透析患者预后的独立保护因素 ( $P < 0.05$ )。见表 6。

**2.2 BUA/Scr 与维持性血液透析患者 KRU 的关系** Pearson 相关分析显示, BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 与维持性血液透析患者 KRU 均呈负相关 (均  $P < 0.001$ )。见表 2。

表 2 BUA/Scr 与维持性血液透析患者 KRU 的关系

项目	$r$	$P$
BUA	-0.511	<0.001
Scr	-0.312	<0.001
BUA/Scr	-0.493	<0.001

**2.3 存活组和死亡组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 比较** 死亡组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 明显高于存活组 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

**2.4 BUA/Scr 对维持性血液透析患者预后的预测价值** ROC 曲线分析显示, BUA/Scr 预测维持性血液透析患者预后的 AUC 为 0.906, 大于 BUA、Scr 单独预测的 0.783、0.729 ( $Z = 8.796, 11.624, P < 0.05$ )。见表 4。

表 3 存活组和死亡组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$n$	BUA ( $\mu\text{mol/L}$ )	Scr ( $\mu\text{mol/L}$ )	BUA/Scr
存活组	120	430.78 $\pm$ 69.78	436.89 $\pm$ 21.12	0.99 $\pm$ 0.15
死亡组	34	513.35 $\pm$ 63.23	445.81 $\pm$ 25.98	1.15 $\pm$ 0.12
$t$		-6.212	-2.061	-5.865
$P$		<0.001	0.041	<0.001

**2.5 维持性血液透析患者预后的单因素分析** 两组患者性别、BMI、透析时间、原发疾病类型、吸烟史、饮酒史、血红蛋白、尿素氮、血钙、血磷比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 死亡组年龄高于存活组, 前白蛋白水平低于存活组 ( $P < 0.05$ ), 见表 5。

表 5 维持性血液透析患者预后的单因素分析 [ $n$  (%) 或  $\bar{x} \pm s$ ]

变量	存活组 ( $n=120$ )	死亡组 ( $n=34$ )	$\chi^2/t$	$P$
性别			0.855	0.355
男	67(55.83)	22(64.71)		
女	53(44.17)	12(35.29)		
年龄(岁)	53.33 $\pm$ 11.53	62.47 $\pm$ 6.49	4.419	<0.001
BMI( $\text{kg/m}^2$ )	22.47 $\pm$ 2.62	21.65 $\pm$ 2.37	-1.643	0.102
透析时间(月)	20.74 $\pm$ 3.99	20.63 $\pm$ 4.18	0.127	0.899

续表 5 维持性血液透析患者预后的单因素分析  
[n(%)或  $\bar{x} \pm s$ ]

变量	存活组 (n=120)	死亡组 (n=34)	$\chi^2/t$	P
原发疾病类型			2.286	0.515
慢性肾炎	36(30.00)	6(17.65)		
糖尿病肾病	45(37.50)	14(41.18)		
高血压肾病	28(23.33)	10(29.41)		
其他	11(9.17)	4(11.76)		
吸烟史			0.630	0.427
有	21(17.50)	8(23.53)		
无	99(82.50)	26(76.47)		
饮酒史			0.693	0.405
有	27(22.50)	10(29.41)		
无	93(77.50)	24(70.59)		
血红蛋白(g/L)	101.07±11.77	100.29±12.51	-0.333	0.739
尿素氮(mmol/L)	22.65±4.11	21.76±3.59	-1.136	0.258
前白蛋白(mg/L)	255.05±57.34	215.55±50.77	-3.632	<0.001
血钙(mmol/L)	2.11±0.49	2.11±0.47	-0.069	0.945
血磷(mmol/L)	1.84±0.43	1.69±0.42	-1.763	0.080

表 6 维持性血液透析患者预后的多因素 Logistic 回归分析

变量	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR(95%CI)
年龄	0.117	0.028	17.053	<0.001	1.124(1.063~1.188)
前白蛋白	-0.019	0.005	14.890	<0.001	0.982(0.972~0.991)
BUA/Scr	-2.058	0.542	14.423	<0.001	0.128(0.044~0.369)

注:赋值年龄以原值输入,前白蛋白以原值输入,BUA/Scr<1.06=0,BUA/Scr≥1.06=1。

### 3 讨 论

维持性血液透析是终末期肾病患者的肾脏替代治疗方式,主要是通过体外循环装置将患者的血液引出,清除体内多余的水分、代谢废物及毒素,纠正电解质和酸碱平衡紊乱,再将净化后的血液输回体内,以维持患者内环境的相对稳定<sup>[13-14]</sup>。尽管血液透析技术在不断发展和完善,但在维持治疗过程中患者仍会发生多种不适症状,影响其生活质量和长期存活率。近年来,相关研究表明,维持性血液透析患者的残余肾功能与其生活质量和存活率之间密切相关,良好的残余肾功能可以减少透析相关并发症的发生,提高患者的生活质量,改善患者的预后<sup>[15]</sup>。同时,残余肾功能能够持续清除中分子物质和水分,并具有内分泌和代谢调节等功能,在维持患者的营养状态、心血管稳定性及减少炎症反应等方面发挥着重要作用<sup>[16-17]</sup>。本研究纳入了 154 例维持性血液透析患者,其中仅有 23 例患者仍保留有残余肾功能,进而提示在维持性血液透析患者中,大部分患者的残余肾功能已严重受损或丧失。因此,寻找有效生物标志物及时评估维持性血液透析患者残余肾功能并深入理解其分子机制,对于改善维持性血液透析患者预后具有重要意义。

BUA 主要经过肾脏代谢,其水平受生成与排泄平衡的调控,当肾脏受到损伤时,会导致 BUA 排泄减少,引发高尿酸血症,而高尿酸血症又进一步通过激活肾素-血管紧张素系统及诱导氧化应激加速肾脏损伤,二者之间相互关联<sup>[18-19]</sup>。ZHANG 等<sup>[20]</sup>研究发现,高尿酸血症在尿毒症维持性血液透析患者中非常普遍,Scr、白蛋白水平升高也是高尿酸血症的独立相关因素。Scr 由内源性肌酐和外源性肌酐两部分组成,其中内源性肌酐源于肌肉,而外源性是人体进食代谢后生成,Scr 水平主要受内源性肌酐影响,在一定程度上可以反映肾脏功能<sup>[21-22]</sup>。近年来,肾功能标准化后的 BUA/Scr 被证实可更精准反映体内净尿酸生成水平,逐渐应用于临床各种疾病病情及预后的评估中<sup>[23-24]</sup>。BARAL 等<sup>[25]</sup>研究指出,SUA/Cr 与估计肾小球滤过率呈正相关,其作为肾损伤标志物的灵敏度优于单一指标。既往研究还发现,较高水平的血清 UA/Cr 与连续非卧床腹膜透析患者全因及心血管死亡风险密切相关<sup>[26]</sup>。本研究发现,无残余肾功能组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 均高于有残余肾功能组,且 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 与维持性血液透析患者 KRU 均呈负相关,表明维持性血液透析无残余肾功能患者 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 升高。其原因可能为,在维持性血液透析患者中,残余肾功能丧失导致尿酸排泄减少,尿毒症毒素蓄积抑制肾小管尿酸分泌蛋白功能,形成正反馈循环;同时,慢性微炎症状态促进嘌呤代谢异常,黄嘌呤氧化酶活性上调增加尿酸生成,引起 BUA 水平升高<sup>[27-28]</sup>。维持性血液透析患者肌肉分解代谢增强,氮质血症加剧氧化应激,进一步损伤残存肾单位,使 Scr 升高<sup>[29]</sup>。因此,高 BUA/Scr 通过尿酸结晶沉积诱发肾小管间质纤维化,并激活 Nod 样受体蛋白 3 炎症小体加速残余肾功能丧失,其表达与患者残余肾功能密切相关。本研究发现,死亡组 BUA、Scr 水平及 BUA/Scr 明显高于存活组,进而提示高 BUA、Scr 及 BUA/Scr 参与维持性血液透析患者的病情进展,与患者预后死亡密切相关。其原因可能在于,高 BUA 水平通过激活黄嘌呤氧化酶系统及 NADPH 氧化酶途径,促进活性氧过量生成,诱发血管内皮功能障碍及动脉粥样硬化斑块不稳定,增加心血管事件风险;同时,Scr 升高反映肌肉分解代谢增强及蛋白质能量消耗,其与白细胞介素(IL)-6、肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )水平升高协同作用,加速恶病质状态,导致免疫功能抑制及感染相关死亡发生;高 SUA/Cr 提示尿酸净生成与排泄失衡加剧,可通过尿酸结晶沉积直接损伤残余肾小管上皮细胞,并促进肾间质纤维化,进一步加剧病情,形成恶性循环,导致患者死亡<sup>[30-31]</sup>。

本研究 ROC 曲线显示,BUA/Scr 预测维持性血液透析患者预后的 AUC 为 0.906,高于 BUA、Scr 单独预测的 0.783、0.729,表明 BUA/Scr 在预测维持性

血液透析患者预后中优于 BUA、Scr 单一指标,通过整合尿酸代谢紊乱与肾损伤的协同效应,能够更准确地评估患者的预后死亡风险。进一步多因素 Logistic 回归分析显示,高龄是维持性血液透析患者预后的独立危险因素,高前白蛋白水平、低 BUA/Scr 是维持性血液透析患者预后的独立保护因素;原因可能为,年龄增长可通过合并症增加、抗氧化能力下降及血管脆性增加等加剧尿毒症相关损伤;前白蛋白是反映营养状况和肝脏合成功能的重要指标,高前白蛋白水平表明患者营养状况较好,可能是其预后较好的原因之一;BUA/Scr 反映了尿酸代谢与肾功能的关系,低 BUA/Scr 可能表明残余肾功能较好或尿酸代谢较为平衡,与较好的预后相关。因此,临床在评估维持性血液透析患者残余肾功能及预后时,需监测 BUA/Scr,并综合考虑患者的年龄、前白蛋白水平等多方面因素,以指导临床做出更准确的判断和预防措施,改善患者预后。

综上所述,维持性血液透析无残余肾功能患者 BUA/Scr 升高,BUA/Scr 与患者残余肾功能密切相关,且 BUA/Scr 对维持性血液透析患者预后具有较好的预测价值。然而,本研究均源于同一研究中心,存在样本量较少和选择偏倚等局限性,在未来需开展大样本、多中心研究,进一步验证本研究结论。

## 参考文献

- [1] FLYTHE J E, WATNICK S. Dialysis for chronic kidney failure: a review[J]. *JAMA*, 2024, 332(18): 1559-1573.
- [2] 王朝霞, 柴梅月, 常淑婷, 等. 血清 sFlt-1、RBP、MFG-E8 与慢性肾脏病维持性血液透析患者残余肾功能的相关性及预后预测价值[J]. *疑难病杂志*, 2024, 23(11): 1352-1357.
- [3] EVANS M, LEWIS R D, MORGAN A R, et al. A narrative review of Chronic Kidney Disease in clinical practice: current challenges and future perspectives[J]. *Adv Ther*, 2022, 39(1): 33-43.
- [4] OBI Y, RAIMANN J G, KALANTAR-ZADEH K, et al. Residual kidney function in hemodialysis: its importance and contribution to improved patient outcomes[J]. *Toxins*, 2024, 16(7): 298.
- [5] OKAZAKI M, OBI Y, SHAFI T, et al. Residual kidney function and cause-specific mortality among incident hemodialysis patients[J]. *Kidney Int Rep*, 2023, 8(10): 1989-2000.
- [6] GONZÁLES-RUBIANES D Z, FIGUEROA-OSORIO L K, BENITES-ZAPATA V A, et al. Utility of TG/HDL-c ratio as a predictor of mortality and cardiovascular disease in patients with chronic kidney disease undergoing hemodialysis: a systematic review [J]. *Hemodial Int*, 2022, 26(2): 137-146.
- [7] CRAWLEY W T, JUNGELS C G, STENMARK K R, et al. U-shaped association of uric acid to overall-cause mortality and its impact on clinical management of hyperuricemia[J]. *Redox Biol*, 2022, 51: 102271.
- [8] PANDEY V K, MAN I, MAZUMDA R P, et al. Study of serum cystatin C and serum creatinine in different stages of chronic kidney disease patients[J]. *J Assoc Physic India*, 2022, 70(4): 11-12.
- [9] KAWAMOTO R, KIKUCHI A, NINOMIYA D, et al. Serum uric acid to creatinine ratio is a useful predictor of all-cause mortality among hypertensive patients[J]. *Clin Hypertens*, 2023, 29(1): 10.
- [10] ZHONG D, LIU D, GUO Y, et al. Association of the serum uric acid to creatinine ratio with metabolic syndrome in the middle age and older population in China[J]. *Front Endocrinol*, 2022, 13: 1060442.
- [11] SHAO Z, XU Y, ZHANG X, et al. Changes in serum uric acid, serum uric acid/serum creatinine ratio, and gamma-glutamyltransferase might predict the efficacy of neoadjuvant chemoradiotherapy in patients with locally advanced rectal cancer[J]. *Strahlenther Onkol*, 2024, 200(6): 523-534.
- [12] 田瑞, 周芸. 慢性肾脏病概念及分期诊断标准的演变和现状[J]. *国际移植与血液净化杂志*, 2018(1): 1-4.
- [13] MIYAUCHI T, NISHIWAKI H, MIZUKAMI A, et al. Hyponatremia and mortality in patients undergoing maintenance hemodialysis: systematic review and meta-analysis[J]. *Semin Dial*, 2023, 36(4): 303-315.
- [14] YOU Q, BAI D X, WU C X, et al. Prevalence and risk factors of postdialysis fatigue in patients under maintenance hemodialysis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Asian Nurs Res*, 2022, 16(5): 292-298.
- [15] LEE Y J, OKUDA Y, SY J, et al. Ultrafiltration rate, residual kidney function, and survival among patients treated with reduced-frequency hemodialysis[J]. *Am J Kidney Dis*, 2020, 75(3): 342-350.
- [16] SCHWAB S, KLEINE C E, BÖS D, et al. Beta-trace protein as a potential biomarker of residual renal function in patients undergoing peritoneal dialysis[J]. *BMC Nephrol*, 2021, 22(1): 87.
- [17] TANRIOVER C, UCKU D, BASILE C, et al. On the importance of the interplay of residual renal function with clinical outcomes in end-stage kidney disease[J]. *J Nephrol*, 2022, 35(9): 2191-2204.
- [18] YANG Z, LV T, LV X, et al. Association of serum uric acid with all-cause and cardiovascular mortality in obstructive sleep apnea[J]. *Sci Rep*, 2023, 13: 19606.
- [19] YANG Y, ZHANG X, JIN Z, et al. Association of serum uric acid with mortality and cardiovascular outcomes in patients with hypertension: a meta-analysis[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2021, 52(4): 1084-1093.
- [20] ZHANG M, HUANG G, BAO X, et al. Hyperuricemia prevalence and its risk factors in uremic patients undergoing maintenance hemodialysis[J]. *BMC Nephrol*, 2025, 26(1): 46.
- [21] GU X, WU J, LIU X, et al. Role of serum creatinine levels in prognostic risk stratification of prostate cancer patients [J]. *Med Sci Monit*, 2022, 28: e937100. (下转第 466 页)

· 论 著 ·

## 血清 circRTN4、circZFR 表达与胰腺癌患者临床病理特征及预后的关系

张 衍, 黄坤波, 党 立

深圳市龙华区人民医院急诊医学科, 广东深圳 518100

**摘要:目的** 探讨胰腺癌(PC)患者血清环状 RNA RTN4(circRTN4)、环状 RNA ZFR(circZFR)水平及其与临床病理特征和预后的关系。**方法** 选取 2021 年 6 月至 2022 年 6 月该院收治的 PC 患者 105 例为病例组,另选同期该院的体检健康者 108 例为对照组。以 circRTN4 水平 2.78 为界将 PC 患者分为 circRTN4 高表达组(54 例)和 circRTN4 低表达组(51 例),以 circZFR 水平 2.91 为界将 PC 患者分为 circZFR 高表达组(56 例)和 circZFR 低表达组(49 例)。从 PC 患者治疗后开始共随访 2 年,根据随访结果将其分为生存组(64 例)和死亡组(41 例)。采用实时荧光定量 PCR 检测血清 circRTN4、circZFR 水平,采用 Kaplan-Meier 生存曲线分析 PC 患者 2 年预后生存情况,采用相对危险度分析血清 circRTN4、circZFR 对 PC 患者预后的影响,采用多因素 Cox 回归分析 PC 患者预后的影响因素,采用受试者工作特征曲线分析血清 circRTN4、circZFR 单独及联合检测对 PC 患者预后的诊断价值。**结果** PC 组血清 circRTN4、circZFR 水平高于对照组( $P < 0.05$ )。circRTN4 高表达组、circZFR 高表达组 TNM 分期 III + IV 期、低分化、淋巴结转移患者比例分别高于 circRTN4 低表达组、circZFR 低表达组( $P < 0.05$ )。死亡组低分化、淋巴结转移患者比例及血清 circRTN4、circZFR 水平高于生存组( $P < 0.05$ )。血清 circRTN4、circZFR 高表达的 PC 患者 2 年预后死亡风险分别是低表达患者的 1.887、1.670 倍( $P < 0.05$ )。血清 circRTN4、circZFR 是 PC 患者死亡的独立危险因素( $P < 0.05$ )。血清 circRTN4、circZFR 联合检测对 PC 患者预后诊断的曲线下面积大于单独检测( $Z = 2.154, 2.312, P < 0.05$ )。**结论** PC 患者血清中 circRTN4、circZFR 表达升高,二者表达异常与临床病理特征 TNM 分期、低分化、淋巴结转移有关,联合诊断预后具有临床指导意义,或可成为评估 PC 预后的标志物。

**关键词:** 胰腺癌; 环状 RNA-RTN4; 环状 RNA-ZFR; 临床病理特征; 预后

**DOI:** 10.3969/j.issn.1673-4130.2026.04.014 **中图法分类号:** R735.9

**文章编号:** 1673-4130(2026)04-0460-07 **文献标志码:** A

### Relationship between the expression of serum circRTN4 and circZFR and the clinicopathological characteristics and prognosis of pancreatic cancer patients

ZHANG Yan, HUANG Kunbo, DANG Li

Department of Emergency Medicine, the People's Hospital of Longhua, Shenzhen, Guangdong 518100, China

**Abstract: Objective** To investigate the serum levels of circularRNA RTN4 (circRTN4) and circularRNA ZFR (circZFR) in patients with pancreatic cancer (PC) and their relationship with clinicopathological characteristics and prognosis. **Methods** A total of 105 patients with PC admitted to the hospital from June 2021 to June 2022 were selected as the case group, and 108 healthy people who underwent physical examination in the hospital during the same period were selected as the control group. According to the circRTN4 level of 2.78, PC patients were divided into circRTN4 high expression group (54 cases) and circRTN4 low expression group (51 cases). According to the level of circZFR 2.91, PC patients were divided into circZFR high expression group (56 cases) and circZFR low expression group (49 cases). PC patients were followed up for a total of 2 years from the beginning of treatment, and they were divided into survival group (64 cases) and death group (41 cases) according to the follow-up results. The serum levels of circRTN4 and circZFR were detected by real-time quantitative PCR. Kaplan-Meier survival curve was used to analyze the 2-year prognosis of PC patients. Relative risk was used to analyze the effect of serum circRTN4 and circZFR on the prognosis of PC patients. Multivariate Cox regression was used to analyze the prognostic factors of PC patients. Receiver operating characteristic curve was used to analyze the diagnostic value of serum circRTN4 and circZFR alone and in combination for the prognosis of PC patients. **Results** The levels of serum circRTN4 and circZFR in PC group were higher than those in control group ( $P < 0.05$ ). The proportions of patients with TNM stage III + IV, poor