

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2020.16.006
文章编号: 1005-8982 (2020) 16-0033-06

尿微量白蛋白 / 尿肌酐比值预测体外循环心脏手术后急性肾损伤及预后的价值分析

胡慧宇¹, 张敏¹, 周兴梅¹, 白雨²

(上海市第一人民医院 1. 危重病科, 2. 急诊科, 上海 201600)

摘要: 目的 探讨尿微量白蛋白 / 尿肌酐比值 (uACR) 预测体外循环心脏手术后发生急性肾损伤 (AKI) 及短期治疗结局的临床价值。**方法** 选取 2018 年 2 月—2019 年 5 月在上海市第一人民医院治疗的体外循环心脏手术下全身麻醉行体外循环心脏手术的 82 例患者。根据术后 7 d 内是否发生 AKI, 分为 AKI 组 30 例和非 AKI 组 52 例。比较两组患者入重症监护病房 (ICU) 当日 uACR、血清肌酐 (Scr)、急性生理学与慢性健康状况评估 II (APACHE II) 评分和估算的肾小球滤过率 (eGFR)。受试者工作特征 (ROC) 曲线确定 uACR 预测 AKI、重症 AKI 及术后 28 d 死亡的效能。多因素 Cox 回归模型分析体外循环心脏手术患者发生 AKI 的危险因素。**结果** AKI 组入 ICU 时 APACHE II 评分、Scr 及 uACR 高于非 AKI 组 ($P < 0.05$), 而 eGFR 值低于非 AKI 组 ($P < 0.05$)。经多因素 Cox 回归分析, 年龄 [$\hat{R}R=1.078$ (95% CI: 1.002, 1.315)]、高血压 [$\hat{R}R=2.184$ (95% CI: 1.294, 5.165)]、糖尿病 [$\hat{R}R=1.297$ (95% CI: 1.046, 1.485)]、体外循环时间 [$\hat{R}R=3.882$ (95% CI: 2.127, 5.089)]、主动脉阻断时间 [$\hat{R}R=1.406$ (95% CI: 1.079, 2.178)] 及入 ICU 时 uACR [$\hat{R}R=1.914$ (95% CI: 1.453, 3.162)] 是体外循环心脏手术患者术后发生 AKI 的独立危险因素 ($P < 0.05$)。经 ROC 曲线分析, 入 ICU 时 uACR 预测 AKI、重症 AKI、术后 28 d 内死亡的 ROC 曲线下的面积分别为 0.784 (95% CI: 0.691, 0.835)、0.550 (95% CI: 0.507, 0.615) 及 0.716 (95% CI: 0.680, 0.782)。**结论** uACR 在一定程度上可以反映肾脏早期损伤程度, 有望成为体外循环心脏手术后发生 AKI 的早期预警和预后判断指标。

关键词: 心脏病; 肾疾病; 外科手术; 体外循环; 预后

中图分类号: R605.97

文献标识码: A

Predictive value of uACR for AKI after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass

Hui-yu Hu¹, Min Zhang¹, Xing-mei Zhou¹, Yu Bai²

(Department of Critical Diseases, 2. Department of Emergency, Shanghai First People's Hospital, Shanghai 201600, China)

Abstract: Objective To investigate the predictive value of urinary albumin/creatinine ratio (uACR) for the occurrence and prognosis of acute kidney injury (AKI) after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB). **Methods** 82 patients undergoing cardiac surgery with CPB in our hospital were selected from February 2018 to May 2019 and divided into AKI group ($n = 30$ patients, 36.59%) and non-AKI group ($n = 52$ patients, 63.41%) according to serum creatinine (Scr) changes. The uACR ratio, Scr, acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score and estimated glomerular filtration rate (eGFR) at ICU admission were detected and compared between AKI group and non-AKI group. Multivariate Cox regression model and receiver operating characteristic (ROC) curve were used to analyze the risk factors of AKI and predictive value of uACR for AKI after

收稿日期: 2020-02-16

[通信作者] 白雨, E-mail: qcyz1808733@126.com; Tel: 18501702808

the surgery. **Results** Compared with non-AKI group, the uACR, SCr, APACHE II scores in 30 AKI patients were higher ($P < 0.05$) while eGFR value was lower ($P < 0.05$). The results of multivariate Cox regression analysis showed that age [$\hat{R}R = 1.078$ (95% CI: 1.002, 1.315)], hypertension [$\hat{R}R = 2.184$ (95% CI: 1.294, 5.165)], diabetes mellitus [$\hat{R}R = 1.297$ (95% CI: 1.046, 1.485)], CPB [$\hat{R}R = 3.882$ (95% CI: 2.127, 5.089)], aortic cross-clamp time [$\hat{R}R = 1.406$ (95% CI: 1.079, 2.178)] and uACR at ICU admission [$\hat{R}R = 1.914$ (95% CI: 1.453, 3.162)] would be the risk factors of AKI ($P < 0.05$). The area under ROC curve of uACR predictive for AKI, severe AKI and death within 28 days after the surgery were respectively 0.784 (95% CI: 0.691, 0.835), 0.550 (95% CI: 0.507, 0.615), 0.716 (95% CI: 0.680, 0.782). **Conclusions** Our data suggested that uACR might reflect the severity of early AKI after cardiac surgery with CPB, which would be the sensitive predictor of the occurrence and prognosis of AKI patients with cardiac surgery with CPB.

Keywords: cardiac surgery with cardiopulmonary bypass; acute kidney injury; urinary albumin/creatinine ratio; prognosis

急性肾损伤 (acute kidney injury, AKI) 是重症监护病房危重患者常见的并发症之一, 患者死亡率较高。根据最新的流行病学数据统计, 心脏手术后不同程度的 AKI 发生率可达 20% ~ 40%, 而且约 1% ~ 5% 严重 AKI 患者需要接受透析治疗^[1]。目前, 由于缺乏防治 AKI 的有效手段, 早期筛查高危患者并及时给予合理干预, 对降低死亡率尤为关键。根据李卫卫等^[2]的综述, 术前贫血、 β_2 -微球蛋白升高、糖尿病、高胆固醇血症、体外循环时间、平均动脉压及术后血清肌酐 (serum creatinine, Scr) 水平等都属于心脏手术相关 AKI 发生的重要独立影响因素。另外, 除了 Scr、尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN) 及尿量等临床常用指标外, 肾损伤分子-1、白细胞介素-6、中性粒细胞明胶酶相关载脂蛋白及抑肽素 C 等都是近些年新发现的可为心脏手术后 AKI 预警和早期诊断提供一定帮助的血清生物学标志物^[3]。但是很多指标由于存在特异性较低、敏感性不高、时效性不强或作用机制不明等原因, 尚未普遍用于临床, 因此寻找检测技术成熟、作用确定且敏感、快速、便捷的早期诊断指标一直是 AKI 研究领域追求的目标。尿微量白蛋白/尿肌酐比值 (urinary microalbumin/creatinine ratio, uACR) 是临床上常用的造影剂肾病^[4]和糖尿病性肾病^[5]的早期诊断指标, 但是用来预警心脏手术后 AKI 的发生很少有学者关注。既往有学者提出, 尿微量白蛋白的变化趋势与心脏手术后 AKI 的发生密切相关^[6], 但是笔者基于多年临床经验, 考虑单纯检测尿微量白蛋白绝对值容易受到很多外界因素干扰, 例如尿量采集偏差等, 准确性较低, 而 uACR 可以更好地反映尿微量白蛋白的排泄情况。因此, 本研究拟在观察 uACR 在早期预警体外循环心脏手术后发生 AKI 的临

床效能, 以及与 AKI 患者预后的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2018 年 2 月—2019 年 5 月在上海市第一人民医院治疗的心脏停跳条件下全身麻醉行体外循环心脏手术的 82 例患者。其中, 男性 49 例, 女性 33 例; 年龄 21 ~ 78 岁, 平均 (56.37 ± 13.54) 岁。纳入标准: ①术前经体格检查、超声心动图、心电图及胸片等综合检查确诊, 符合心脏手术指征; ②需要体外循环条件下行心脏手术, 包括急诊和择期手术; ③所有患者手术前未发生 AKI; ④临床资料完整, 患者及其家属均签署知情同意书。排除标准: ①术前有慢性肾脏疾病、肾动脉损伤及肾移植手术史或肾脏替代治疗史; ②术前长期服用肾脏毒性药物; ③术中死亡或者术后入住重症监护病房 (intensive care unit, ICU) < 24 h 死亡。本研究严格遵循赫尔辛基宣言, 并通过医院伦理委员会批准。

1.2 术后 AKI 诊断

所有患者术后入住 ICU 后, 每天检测 Scr 并记录每小时尿量, Scr 的检测采用酶联免疫吸附试验。根据 2012 年改善全球肾脏病预后组织 (Kidney Disease Improving Global Outcomes, KDIGO) 关于 AKI 的诊断标准^[7], 符合以下情况之一即可诊断为 AKI: ①术后 48 h 内 Scr 上升 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$ (以体外循环心脏手术前末次 Scr 值为基线值); ②术后 7 d 内 Scr 上升 ≥ 1.5 倍基线值。手术 7 d 后 Scr 升高的影响因素较多, 不作为诊断标准。另外按照 KDIGO 分期标准 (由于尿量采集误差, 本研究并未采取尿量标准): ①Scr 上升 1.5 ~ < 2 倍基线值或 $\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$ 为 AKI 1 期;

② Scr 上升 2 ~ <3 倍基线值为 AKI 2 期 ; ③ Scr 上升 ≥ 3 倍基线值或 $\geq 353.6 \mu\text{mol/L}$ 为 AKI 3 期。其中, AKI 1 期为轻症 AKI, 而 AKI 2 期和 AKI 3 期为重症 AKI。

1.3 研究方法

1.3.1 临床资料收集 收集患者人口学资料、基础疾病史、术前 Scr 和估算的肾小球滤过率(eGFR)基线值、术中体外循环时间、主动脉阻断时间、入住 ICU 时急性生理学与慢性健康状况评估 II (APACHE II) 评分。

1.3.2 血液标本采集 患者入住 ICU 后, 每天相同时间段 (上午 6:00 ~ 8:00) 采取肘静脉血 4 ml 置于 EDTA 抗凝采血管 (美国 BD 公司) 中, 另外每小时留取新鲜尿液, 静置 3 000 r/min 离心 20 min 取上清液。

1.3.3 生物化学指标检测 采用 DXC800 全自动生化分析仪及配套试剂 (美国 Beckman 公司) 检测血清 Scr、BUN、谷丙转氨酶 (ALT)、谷草转氨酶 (AST)、尿微量白蛋白及尿肌酐等, 并根据肾脏病饮食改良简化公式 (MDRD) 估算 eGFR。根据 Scr 判断患者 7 d 内是否出现 AKI, $\text{uACR} = \text{尿微量白蛋白} / \text{尿肌酐}$ 。若 7 d 内发生 AKI, 则血液标本采集至确诊当日 ; 若患者未发生 AKI, 则连续采集 7 d 静脉血, 保存备用。选择脓毒症 AKI 患者确诊前 1 d、确诊当日的血液标本及未发生 AKI 患者入院后第 3 天血液标本进行后续实验。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 17.0 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用 t 检验 ; 计数资料以率 (%) 表示, 比较用 χ^2 检验 ; 绘制 ROC 曲线, 影响因素的分析采用多因素 Cox 回归模型, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 AKI 发生情况和临床结局

AKI 组患者术后 28 d 死亡率为 23.33% (7/30), 非 AKI 组患者医院内死亡率为 3.85% (2/52), 经 χ^2 检验, 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 5.534, P = 0.019$), AKI 组高于非 AKI 组。

2.2 两组临床资料比较

两组性别比例、高脂血症、手术方式 (瓣膜手术、冠状动脉旁路移植术及主动脉手术)、术前肾功能指标 (ALT、AST、BUN、Scr、eGFR 及 uACR)、术中输血量及深低温停循环比例比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 而两组年龄、高血压、糖尿病、体外循环时间、主动脉阻断时间及入 ICU 时指标 (APACHE II 评分、Scr、eGFR 及 uACR) 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), AKI 组入 ICU 时 APACHE II 评分、Scr、uACR 高于非 AKI 组, 而 eGFR 低于非 AKI 组。见表 1。

表 1 两组临床资料比较

组别	n	年龄 / (岁, $\bar{x} \pm s$)	男 / 女 / 例	高血压 例 (%)	糖尿病 例 (%)	高脂血症 例 (%)	手术方式 例 (%)		
							瓣膜手术	冠状动脉旁路 移植术	主动脉手术
非 AKI 组	52	53.16 $\pm$ 13.67	30/22	5 (9.62)	0 (0.00)	0 (0.00)	17 (32.69)	24 (46.15)	11 (21.15)
AKI 组	30	59.82 $\pm$ 11.91	19/11	9 (30.0)	4 (13.33)	2 (6.67)	12 (40.0)	14 (46.67)	4 (13.33)
t/χ^2 值		2.224	0.252	5.584	7.289	3.553		0.924	
P 值		0.029	0.616	0.018	0.007	0.059		0.630	

组别	术前肾功能指标 ($\bar{x} \pm s$)						体外循环时间 / (min, $\bar{x} \pm s$)
	ALT / (u/L)	AST / (u/L)	BUN / (mmol/L)	Scr / ($\mu\text{mol/L}$)	eGFR / [ml / (min $\cdot$ 1.73m ²)]	uACR / (mg/g)	
非 AKI 组	40.67 $\pm$ 23.12	54.15 $\pm$ 22.46	8.38 $\pm$ 5.24	79.77 $\pm$ 16.83	116.23 $\pm$ 16.48	26.72 $\pm$ 7.29	103.75 $\pm$ 28.36
AKI 组	49.93 $\pm$ 20.54	63.81 $\pm$ 26.92	10.41 $\pm$ 5.10	82.74 $\pm$ 19.45	110.52 $\pm$ 18.67	28.38 $\pm$ 8.96	129.01 $\pm$ 32.29
t/χ^2 值	1.818	1.743	1.706	0.727	1.439	0.912	3.692
P 值	0.073	0.085	0.092	0.470	0.154	0.364	0.009

续表 1

组别	主动脉阻断时间 / (min, $\bar{x} \pm s$)	术中输血量 / (min, $\bar{x} \pm s$)	深低温停循环 例 (%)	入 ICU 时指标 ($\bar{x} \pm s$)			
				APACHE II 评分	Scr/ ($\mu\text{mol/L}$)	eGFR/[$\text{ml}/$ ($\text{min} \cdot 1.73\text{m}^2$)]	uACR/ (mg/g)
非 AKI 组	70.23 $\pm$ 16.48	572.23 $\pm$ 416.30	2 (3.85)	12.85 $\pm$ 4.41	84.56 $\pm$ 20.42	101.38 $\pm$ 20.75	33.16 $\pm$ 17.34
AKI 组	81.52 $\pm$ 18.67	613.89 $\pm$ 527.46	3 (10.0)	19.48 $\pm$ 6.04	117.85 $\pm$ 27.96	76.94 $\pm$ 25.81	65.78 $\pm$ 21.97
t/χ^2 值	2.845	0.395	0.413	5.713	6.196	4.693	7.430
P 值	0.006	0.694	0.520	0.000	0.000	0.000	0.000

2.3 体外循环心脏手术后发生 AKI 的危险因素

选取两组差异有统计学意义的变量作为自变量,以 AKI 作为因变量 (AKI 赋值为 1, 非 AKI 赋值为 0), 采用多因素 Cox 回归分析, 得出年龄、高血压、糖尿病、体外循环时间、主动脉阻断时间及入 ICU 时 uACR 是体外循环心脏手术患者术后发生 AKI 的独立危险因素 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.4 入 ICU 时 uACR 与 AKI 严重程度及 28 d 预后的关系

入 ICU 时, 重症 AKI 组与轻症 AKI 组 uACR 分

别为 (70.49 $\pm$ 12.35) 和 (57.84 $\pm$ 9.21) mg/g, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($t = 3.111$, $P = 0.004$)。7 例术后 28 d 内死亡的患者与 75 例未死亡患者的 uACR 分别为 (75.86 $\pm$ 9.72) 和 (48.93 $\pm$ 25.48) mg/g, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($t = 2.764$, $P = 0.007$)。

2.5 uACR 对体外循环心脏手术后 AKI、重症 AKI 及术后 28 d 治疗结局的预测价值

以 AKI 患者术后入 ICU 时 uACR 65.78 mg/g 作为检测指标, 预测 AKI、重症 AKI 及术后 28 d 内死亡患者的 ROC 曲线下面积 (AUC)。见表 3 和图 1。

表 2 体外循环心脏手术患者术后发生 AKI 的多因素 Cox 回归分析参数

自变量	b	S_b	Wald χ^2	P 值	$\hat{RR}$	95% CI	
						下限	上限
年龄	0.078	0.004	4.596	0.029	1.078	1.002	1.315
高血压	0.090	0.028	6.813	0.007	2.184	1.294	5.165
糖尿病	0.073	0.015	2.982	0.040	1.297	1.046	1.485
体外循环时间	0.117	0.035	13.445	0.000	3.882	2.127	5.089
主动脉阻断时间	0.218	0.102	3.650	0.015	1.406	1.079	2.178
入 ICU 时 uACR	0.084	0.031	5.278	0.011	1.914	1.453	3.162

表 3 uACR 对体外循环心脏手术患者术后发生 AKI、重症 AKI 及术后 28 d 内死亡的预测价值

终点事件	敏感性 /%	95% CI		特异性 /%	95% CI		约登指数	AUC	95% CI	
		下限	上限		下限	上限			下限	上限
AKI	80.0	0.765	0.823	67.1	0.618	0.704	0.47	0.784	0.691	0.835
重症 AKI	59.4	0.557	0.645	62.8	0.584	0.695	0.22	0.550	0.507	0.615
术后 28 d 内死亡	86.1	0.810	0.893	57.6	0.542	0.627	0.44	0.716	0.680	0.782

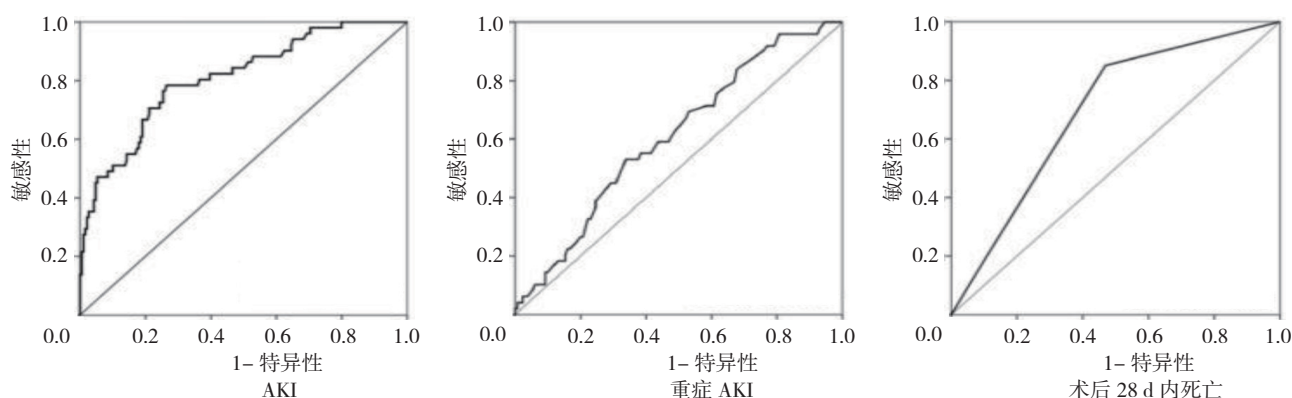


图 1 uACR 预测体外循环心脏手术患者术后发生 AKI、重症 AKI 及术后 28 d 内死亡的 ROC 曲线

3 讨论

根据 2016 年中国心脏外科手术与体外循环数据白皮书统计,我国体外循环手术约占心脏总手术数量的 70% 以上,是目前大多数心脏直视手术中不可或缺的技术手段之一^[8],但是术后 AKI 高发生率一直是困扰临床的难题之一。这主要是由于全身麻醉患者行体外循环心脏手术时体内各器官处于缺血再灌注状态,尤其以肾脏最易受累,从而导致含氮和非含氮代谢产物在肾脏大量蓄积,可以在短时间内(术后几小时至数天)内引起 AKI^[9]。本研究共纳入 82 例体外循环心脏手术患者,其中 30 例患者发生术后 AKI,发生率 36.58%,这与国外 NATANOV 等^[10]的研究结果基本一致。既往关于 AKI 的定义一直未达成共识,近些年随着对其发病机制研究的深入,AKI 已经不仅仅局限于肾衰竭,很多轻症 AKI 也是威胁患者生命的重要因素。2012 年 KDIGO 指南^[7]重新更新了 AKI 的诊断标准,将 Scr 变化趋势和尿量作为最主要的诊断指标,从而大大提前了 AKI 干预的窗口期。但是有研究发现,很多患者即使出现 Scr 轻微升高,最终也会发生医院内死亡^[11]。而且 KDIGO 标准中并未考虑尿路梗阻、术前液体复苏等情况,因此很多学者对 KDIGO 关于 AKI 的诊断标准也一直存有争议,希望寻找更敏感、更有效性和临床应用价值的指标以提高 AKI 的诊断效率,进而降低 ICU 的死亡率。

Scr 和尿量变化敏感性较低的原因是容易受到其他因素的干扰,例如年龄、性别、基础疾病、饮食中外源性肌酐摄入、肌肉指数、甲状腺功能亢进症、肢端肥大症及药物因素等影响^[12]。因此 Scr 对于 AKI 的诊断特异性较低,而且时效性有限,很多患者往往在发生肾损伤 48 ~ 72 h 时才出现 Scr 升高,这主要是

由于肾脏本身有很大的储备功能,多数患者当 eGFR 下降至正常值的 1/3,Scr 才会表现出异常升高^[13]。另外,尿量检测误差较大,很多患者使用了利尿剂,导致尿量增多,或对液体管理缺乏经验。因此在本研究中,由于样本入组时间跨度较大,笔者并未选择尿量作为 AKI 诊断依据。所以目前临床只是将 Scr 和尿量变化作为 AKI 诊断指标,并不能作为预警指标。

GRAMS 等^[14]收集 11 200 例动脉粥样硬化患者资料进行一项大型前瞻性、横断面研究,发现随着 uACR 升高,患者发生 AKI 的风险逐渐增加。尿微量白蛋白可以反映肾脏对蛋白质的渗漏状态,并且与肾小球基底膜的损伤程度呈正比,是肾组织损伤的早期病理性变化^[15]。尿微量白蛋白和尿肌酐都与机体代谢平衡密切相关,但是影响因素较多,单纯检测某一项指标的绝对值并不完全可靠。而影响两者的因素基本一致,因此 uACR 在个体中维持相对恒定状态,更能够准确地反映肾功能损伤状态。本研究中,AKI 组和非 AKI 组术前 uACR 基线值比较无差异,但是体外循环心脏手术后入住 ICU 时,AKI 组患者 uACR 明显高于非 AKI 组,而且 AKI 病情越严重,uACR 越高。一方面反映肾小球基底膜通透性升高;另一方面也说明肾小管重吸收发生障碍,两者交替作用导致肾小球滤过的低分子量白蛋白增多,而肾小管重吸收的白蛋白量减少,是肾损伤早期病变机制之一。为了验证 uACR 是否可作为 AKI 的预测指标,笔者分别采用多因素 Cox 回归模型和 ROC 曲线分析,证实 uACR 是体外循环心脏手术后发生 AKI 的独立危险因素,而且其预测 AKI 及术后 28 d 短期预后的临床效能较高。

综上所述,体外循环心脏手术对肾脏易造成缺血再灌注损伤,由于缺乏有效的防治手段,目前临床

仍以早诊断、早干预作为改善患者预后的关键,而 uACR 作为一种相对稳定且检测方便的指标,在一定程度上可反映肾脏早期损伤程度,有望成为体外循环心脏手术后发生 AKI 的早期预警分子和预后判断分子。但是本研究也存在一定的局限性,例如未分析 uACR 在整个 AKI 演变过程中的作用,因此 uACR 是否可作为体外循环心脏手术后发生 AKI 的预警分子仍需要后续进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] VIVES M, HERNANDEZ A, PARRAMON F, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery: prevalence, impact and management challenges[J]. *Int J Nephrol Renovasc Dis*, 2019, 12: 153-166.
- [2] 李卫卫, 刘虹. 心脏手术相关性急性肾损伤的危险因素及诊治[J]. *中国血液净化*, 2012, 11(5): 268-273.
- [3] 王瑶, 王洪亮. 急性肾损伤相关生物标志物研究现状[J]. *中国急救医学*, 2018, 38(2): 108-110.
- [4] 朱桂军, 胡振杰. 急性肾损伤定义及诊断标准的昨天、今天与明天[J]. *中国急救医学*, 2018, 38(2): 114-117.
- [4] 马常乐, 汤成春, 秦雨晗, 等. 术前尿微量白蛋白 / 尿肌酐比值与造影剂肾病的相关性研究[J]. *东南大学学报 (医学版)*, 2019, 37(1): 174-180.
- [5] 杨春杰, 胡晓娇, 崔琦. 随机测定尿微量白蛋白与尿肌酐比值对妊娠期糖尿病患者早期肾损伤的诊断价值[J]. *中国妇幼保健*, 2017, 32(11): 2320-2323.
- [6] BELLEY-COTE E P, PARIKH C R, SHORTT C R, et al. Association of cardiac biomarkers with acute kidney injury after cardiac surgery: a multicenter cohort study[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 152(1): 245-251.
- [7] PALEVSKY P M, LIU K D, BROPHY P D, et al. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury[J]. *Am J Kidney Dis*, 2013, 61(5): 649-672.
- [8] 黑飞龙, 朱德明, 侯晓彤, 等. 2016 年中国心脏外科手术与体外循环数据白皮书[J]. *中国体外循环杂志*, 2017, 15(2): 65-67.
- [9] GÜL I, CERIT L, SENTURK B, et al. The negative effect of mean perfusion pressure on the development of acute kidney injury after transcatheter aortic valve implantation[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2018, 33(6): 559-566.
- [10] NATANOV R, GUELER F, FALK C S, et al. Blood cytokine expression correlates with early multi-organ damage in a mouse model of moderate hypothermia with circulatory arrest using cardiopulmonary bypass[J]. *PLoS One*, 2018, DOI: 10.1371/journal.pone.0205437.
- [11] KANG H R, LI S N, CHO Y J, et al. A decrease in serum creatinine after ICU admission is associated with increased mortality[J]. *PLoS One*, 2017, DOI: 10.1371/journal.pone.0183156.
- [12] RENDA R. Can salivary creatinine and urea levels be used to diagnose chronic kidney disease in children as accurately as serum creatinine and urea levels? A case-control study[J]. *Ren Fail*, 2017, 39(1): 452-457.
- [13] 罗旭颖, 周建新, 席修明. 急性肾损伤的诊断: 肌酐还是尿量[J]. *中华重症医学杂志 (电子版)*, 2017, 32(1): 9-13.
- [14] GRAMS M E, ASTOR B C, BASH L D, et al. Albuminuria and estimated glomerular filtration rate independently associate with acute kidney injury[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2010, 21(10): 1757-1764.
- [15] KO D H, LEE S W, HYUN J, et al. Proposed imprecision quality goals for urinary albumin/creatinine ratio[J]. *Ann Lab Med*, 2018, 38(5): 420-424.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 胡慧宇, 张敏, 周兴梅, 等. 尿微量白蛋白 / 尿肌酐比值预测体外循环心脏手术后急性肾损伤及预后的价值分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30(16): 33-38.