

术中血糖变异度对心脏瓣膜术后肾功能的影响^{*}

林丽珠 檀润先 梁友君 范海鸥

(钦州市第一人民医院, 广西 钦州 535099)

【摘要】 目的 探讨术中血糖变异度对心脏瓣膜手术后肾功能的影响。**方法** 选取 2018 年 8 月—2021 年 8 月在我院行心脏瓣膜手术患者 67 例为研究对象, 采用回顾性队列研究的方式, 根据术中血糖最高值与最低值的差值水平以 2.8 和 5.0 mmol/L 为分界值将患者分为 3 组, 血糖差值 < 2.8 mmol/L 者为低血糖变异组(G1 组), 血糖差值在 2.8~5.0 mmol/L 之间者为中血糖变异组(G2 组), 血糖差值 ≥ 5.0 mmol/L 者为高血糖变异组(G3 组), 分析术中血糖变异度与术后肾功能及院内预后的关系。**结果** 3 组患者在年龄、女性、脑梗塞病史等一般资料比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$); 3 组住院总费用总体均数存在着统计差异($F = 3.227, P = 0.046$), G3 组明显高于 G1 组($P < 0.05$); 3 组 CysC 在术后第二天和第三天总体上存在着统计学差异($P < 0.05$), G1 组明显低于 G3 组($P < 0.05$), G2 组在术后第三天(t4)明显低于 G3 组($P < 0.05$); 3 组 SCr 值比较, G1 组 G2 组在术后第二天和第三天明显低于 G3 组($P < 0.05$); 3 组 eGFR 在术后第二天和第三天总体上存在着统计学差异($P < 0.05$), G1 组明显高于 G3 组($P < 0.05$)。**结论** 血糖变异与心脏瓣膜手术围手术期肾功能损伤和住院总费用存在相关性。低血糖变异可能有助于减少心脏瓣膜手术围手术期肾功能损伤, 降低总住院费用。

【关键词】 血糖变异度; 心脏瓣膜手术; 肾功能; 住院费用

【中图分类号】 R654.2 **【文献标志码】** A **DOI:** 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 03. 018

Influence of intraoperative blood glucose variability on renal function and prognosis after cardiac valve surgery

LIN Lizhu, TAN Runxian, LIANG Youjun, FAN Haiou

(The First People's Hospital of Qinzhou, Qinzhou 535099, Guangxi, China)

【Abstract】 Objective To evaluate the influence of intraoperative blood glucose variability on renal function and in-hospital prognosis after cardiac valve surgery. **Methods** A total of 67 eligible patients undergoing heart valve surgery in our hospital from August 2018 to August 2021 were selected. A retrospective cohort study was adopted based on the difference between the highest and lowest intraoperative blood glucose values. The patients were divided into three groups, the blood glucose difference is less than 2.8mmol/L as the hypoglycemia variant group (G1 group), and the blood glucose difference between 2.8mmol/L~5.0mmol/L is the middle blood glucose variant group (G2 group). Patients with a blood glucose difference greater than or equal to 5.0mmol/L belonged to the hyperglycemia variant group (G3 group). The relationship between intraoperative blood glucose variability and postoperative renal function and hospital prognosis was analyzed. **Results** There were no significant differences between these three groups in age, female, history of cerebral infarction, and so on, all $P > 0.05$. There had a statistical difference in the overall average of the total hospitalization expenses in the three groups ($F = 3.227, P = 0.046$). The G3 group was significantly higher than the G1 group, $P < 0.05$. The CysC had a statistical difference on the second and third postoperative days among the three groups ($P < 0.05$). The G1 group was significantly lower than the G3 group on the second and third days ($P < 0.05$), and the G2 group was significantly lower than the G3 group on the third postoperative day ($P < 0.05$). The Cr had a statistical

基金项目: 广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题(Z20200172)

通讯作者: 檀润先, E-mail: tanrunxian@163.com

引用本文: 林丽珠, 檀润先, 梁友君, 等. 术中血糖变异度对心脏瓣膜术后肾功能的影响[J]. 西部医学, 2023, 35(3): 405-410. DOI: 10. 3969/j.

difference on the second and third postoperative days among the three groups ($P < 0.05$). The G1 and G2 groups were significantly lower than the G3 group ($P < 0.05$). The eGFR had a statistical difference on the second and third postoperative days among the three groups ($P < 0.05$). The G1 group is significantly higher than the G3 group ($P < 0.05$).

Conclusion Blood glucose variability is associated with perioperative renal impairment and total hospitalization costs in heart valve surgery. Hypoglycemic variability may help reduce perioperative renal impairment in heart valve surgery and reduce overall hospitalization costs.

【Key words】 Blood glucose variability; Cardiac valve surgery; Kidney function; Hospitalization expenses

心脏瓣膜疾病是临床上常见的心脏疾病,通常以心脏瓣膜置换术或成形术治疗为主,但该术式需要在心肺转流(Cardiopulmonary bypass, CPB)下进行。急性肾损伤(Acute kidney injury, AKI)是成人心脏手术后最常见的并发症之一,发生率达 22.3%,有 2.3% 的患者需要进行血液透析治疗,合并的短期和长期死亡率分别是 10.7% 和 30%^[1],增加患者的住院时间和医疗费用,还可能引起远期的肾功能不全^[2]。近年的研究表明,围手术期血糖波动增加了 AKI 的发生率,是心脏术后 AKI 的独立危险因素^[3]。围手术期血糖波动是指整个围手术期血糖波动变化的过程,即血糖水平在高值和低值之间震荡的非稳定状态^[4]。围手术期血糖波动在心脏手术患者中的发生率高达 80%^[5]。本研究通过严格筛选 2018 年 8 月—2021 年 8 月在钦州市第一人民医院行心脏瓣膜置换术或成形术的病例,分析术中血糖变异度对术后肾功能各项指标的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料和分组 回顾性分析 2018 年 8 月—2021 年 8 月在钦州市第一人民医院单纯行择期心脏瓣膜置换术和成形手术患者 67 例,其中男 30 例(44.8%)、女 37 例(55.2%),平均年龄(51.21 ± 9.93)岁。纳入标准:①CPB 心脏停跳下心脏瓣膜手术。②年龄 > 18 岁。③患者及家属知情并签署知情同意书。排除标准:①再次心脏手术。②术后当天死亡病例。③术后二次开胸探查止血。④糖尿病。⑤感染性心内膜炎。⑥癌症患者。⑦术前永久起搏器植入患者。⑧脑出血后遗症患者。根据术中血糖最高值与最低值的差值水平以 2.8 和 5.0 mmol/L 为分界值将患者分为 3 组,血糖差值 2.8 mmol/L 者为低血糖变异组(G1 组),血糖差值在 2.8~5.0 mmol/L 之间者为中血糖变异组(G2 组),血糖差值 ≥ 5.0 mmol/L 为高血糖变异组(G3 组)。本研究经医院医学伦理委员会审批。

1.2 麻醉和手术方法

1.2.1 麻醉方法 所有患者术前肌注苯巴比妥钠 0.1 g 和东莨菪碱 0.3 mg。入室后局麻下穿刺左桡动脉持续监测动脉血压,麻醉诱导采用咪达唑仑、依托

咪酯、舒芬太尼、罗库溴铵/顺式阿曲库铵,气管内插管顺利下行右颈内静脉穿刺置管术。术中麻醉维持采取全凭静脉麻醉:间断静脉注射舒芬太尼 $0.5 \mu\text{g}/\text{kg}$ 维持镇痛,罗库溴铵 $0.6 \text{ mg}/\text{kg} \cdot \text{h}$ 或顺式阿曲库铵 $2 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{min}$ 持续静脉泵注维持肌松,丙泊酚 $4 \text{ mg}/\text{kg} \cdot \text{h}$ 和右美托咪定 $1 \mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{h}$ 静脉微量泵输入。于手术切皮、锯胸骨、主动脉插管、体外转流开始、低温麻醉过程、复温等几个环节加深麻醉。术中持续监测有创平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、心电图(ECG)、脉搏血氧饱和度(SpO_2)、呼气末二氧化碳分压(PETCO_2)、尿量、鼻咽温、肛温,每隔半小时至一小时急查一次动脉血气分析、电解质和激活凝血时间(ACT)。

1.2.2 手术方法 均在中度低温体外循环下手术,胸部正中切口,锯开胸骨,打开心包,上、下腔静脉分别插管引流,右上肺静脉插管引流左心血;大多数病例经升主动脉根部灌注 4°C 高钾含血冷停搏液加心包内置冰屑保护心肌,如有主动脉瓣关闭不全,则行主动脉切开经左右冠状动脉顺行灌注。

1.3 数据采集 通过广西钦州市第一人民医院手术麻醉系统与医院信息系统获取数据,包括术前资料:年龄、女性、体重指数(BMI)、左室射血分数(LVEF)、心胸比值、术前美国纽约心脏病协会心功能分级、既往史(脑梗塞病史、冠心病病史、高血压病史、肾功能受损病史、肝功能受损病史、心房颤动史);术中资料:术后悬浮红细胞的使用率、术后血浆输注率、CPB 时间、主动脉阻断时间;术后资料:术后总出血量、术后气管内插管时间、术后 ICU 停留时间、术后住院时间、总住院时间、总住院费用。统计术后纵隔、心包和胸腔引流管留置期间的所有引流量作为术后总出血量。肾功能各项指标采集如下:术前(t_0)、术后当天(t_1)、术后第一天(t_2)、术后第二天(t_3)、术后第三天(t_4)这五个时间段的全血尿素(BUN)、血清肌酐(SCr)、尿酸(UA)、血清胱抑素 C(CysC)、肾小球滤过率(eGFR)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 25.0 统计软件处理数据。计量资料服从正态分布采用均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用方差分析;不服从正态分布采用

中位数和四分位间距描述,组间比较采用非参数秩和检验。对于计数资料,用率(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法;组间和组内重复测量的数据采用线性混合模型分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者一般资料比较 3 组患者年龄、女性、BMI、术前血糖值、既往史、临床指标、术中情况、手术方式、术后情况等指标方面差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1、表 2。

2.2 3 组患者术后肾功能指标比较 ①与 G3 组比较,G1 组 CysC 值在术后第二天(t3)和第三天(t4)有统计学意义,G2 组 CysC 值在术后第三天(t4)有统计学意义(均 $P<0.05$)。不同时间点的 CysC 值有统计学差异($P<0.001$),交互效应有统计学差异($P=0.027$)。见表 3。②与 G3 组比较,G1 组和 G2 组 SCr 值在术后第二天(t3)有统计学意义($P<0.05$),在术后第三天(t4),3 组间经过非参数秩和检验无统计学意义($P=0.130$),但经过线性混合效应模型计算出有统计学意义($P<0.05$),不同时间点的 SCr 值有统计学差异($P<0.001$),交互效应无统计学差异($P=0.089$)。见表 4。③与 G3 组比较,G1 组 eGFR 值在术后第二天(t3)和第三天(t4)有统计学意义($P<0.05$),不同时间点的 eGFR 值有统计学差异($P<$

表 1 3 组患者术前一般资料比较[$(\bar{x}\pm s)$, $n(\times 10^{-2})$]

Table 1 The general preoperative data comparison in the three groups of patients

指标	G1 组 (<i>n</i> =19)	G2 组 (<i>n</i> =23)	G3 组 (<i>n</i> =25)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	51.00±8.25	48.87±9.75	53.52±11.04	1.334	0.271
女性	8(42.1)	12(52.2)	17(55.2)	3.059	0.217
BMI (kg/m ²)	21.53±2.55	21.62±3.07	21.40±2.79	0.037	0.963
术前血糖值(mmol/L)	5.48±1.28	5.63±1.15	5.58±1.57	0.068	0.934
既往史					
脑梗塞史	3(15.8)	5(21.7)	4(17.9)	0.418	0.852
冠心病史	5(26.3)	2(8.7)	7(28.0)	3.304	0.208
高血压史	2(9.7.3)	5(21.7)	6(24.0)	1.371	0.544
肾功能受损	0(0.0)	1(4.3)	2(8.0)	1.409	0.772
肝功能受损	3(15.8)	0(0.0)	3(12.0)	3.847	0.166
心房颤动	12(63.2)	14(60.9)	15(60.0)	0.047	0.977
临床指标					
术前 EF 值(%)	53.74±10.37	53.70±10.01	57.36±10.25	1.001	0.373
心胸比值	0.63±0.08	0.62±0.07	0.61±0.06	0.493	0.613
心功能分级≥Ⅲ(%)	4(21.1)	4(17.4)	6(24.0)	0.320	0.852

0.001),交互效应无统计学差异($P=0.321$)。见表 5。④3 组术后 BUN,组间比较无统计学意义($P>0.05$)。不同时间点的 BUN 值有统计学差异($P<0.001$)。见表 6。⑤与 G3 组比较,G1 组 UA 值在术后当天(t1)有统计学意义($P<0.05$),不同时间点的 UA 值有统计学差异($P<0.001$),交互效应无统计学差异($P=0.871$)。见表 7。

表 2 3 组患者围手术期一般资料比较[$(\bar{x}\pm s)$, $n(\times 10^{-2})$, $M(P_{25}\sim P_{75})$]

Table 2 Comparison of general perioperative data of the three groups

指标	G1 组(<i>n</i> =19)	G2 组(<i>n</i> =23)	G3 组(<i>n</i> =25)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
血糖差值(mmol/L)	2.02±0.65	3.78±0.67	6.87±1.82	88.394	<0.001
术中情况					
术中后悬浮红细胞的使用率	6(31.6)	13(56.5)	16(64.0)	4.806	0.090
术中后血浆输注率	13(68.4)	18(78.3)	20(80.0)	0.856	0.652
CPB 时间(min)	106.00(87.00~122.00)	117.00(103.00~146.00)	116.00(94.50~142.50)	3.246	0.197
主动脉阻断时间(min)	66.00(40.00~75.00)	76.00(66.00~107.00)	70.00(53.50~90.00)	4.475	0.107
手术方式					>0.05
MVR	4(6.0)	1(1.5)	3(4.5)		
MVP	1(1.5)	0(0.0)	1(1.5)		
MVR+TVP	10(15.9)	12(17.9)	13(19.4)		
AVR+MVP	0(0.0)	1(1.5)	0(0.0)		
AVR	2(3.0)	1(1.5)	3(4.5)		
AVP	0(0.0)	1(1.5)	2(3.0)		
DVR	0(0.0)	2(3.0)	0(0.0)		
DVR+TVP	2(3.0)	5(7.5)	3(4.5)		
术后情况					
术后总出血量(mL)	350.00(260.00~680.00)	390.00(295.00~510.00)	310.00(240.00~445.00)	2.869	0.238
术后气管内插管时间(h)	19.67(19.00~20.67)	20.00(19.62~24.67)	20.42(18.75~24.05)	1.575	0.455
术后 ICU 停留时间(d)	3.86(3.78~4.00)	4.00(3.80~4.02)	3.93(3.81~4.74)	1.117	0.572
术后住院时间(d)	14.00(11.00~17.00)	13.00(11.00~16.00)	15.00(13.50~18.50)	3.071	0.215
总住院时间(d)	30.00(24.00~35.00)	28.00(25.00~35.00)	33.00(25.00~40.00)	2.073	0.355

注:MVR. 二尖瓣置换术;MVP. 二尖瓣成形术;TVP. 三尖瓣成形术;AVR. 主动脉瓣置换术;AVP. 主动脉瓣成形术;DVR. 双瓣置换术。

表 3 3 组 CysC 分析结果比较[$M(P_{25}, P_{75})$, mg/L]

Table 3 Results of serum Cystatin C analysis in the three groups

项目	G1 组($n=19$)	G2 组($n=23$)	G3 组($n=25$)	F	P
术前(t0)	0.96(0.87,1.07)	0.88(0.80,0.96)	1.01(0.85,1.14)	3.735	0.154
术后当天(t1)	0.80(0.69,0.86)	0.80(0.65,0.95)	0.87(0.66,1.01)	1.267	0.531
术后第一天(t2)	0.98(0.83,1.08)	1.09(0.87,1.48)	1.11(0.95,1.59)	2.715	0.257
术后第二天(t3)	1.02(0.89,1.14) ^①	1.16(0.86,1.57)	1.25(1.11,1.55)	11.037	0.004
术后第三天(t4)	1.09(0.95,1.15) ^①	1.07(0.86,1.43) ^①	1.46(1.08,1.81)	9.300	0.010
F	10.882	15.351	24.480		
P	<0.001	<0.001	<0.001		

注：与 G3 组比较, $P<0.05$ 。

表 4 3 组 SCr 分析结果比较 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\mu\text{mol/L}$]

Table 4 Results of serum creatinine analysis in the three groups

项目	G1 组($n=19$)	G2 组($n=23$)	G3 组($n=25$)	F	P
术前(t0)	75.70(61.50, 83.10)	67.50(57.00, 81.00)	71.20(61.05, 82.50)	1.050	0.592
术后当天(t1)	70.70(62.40, 76.60)	73.60(55.50, 89.30)	77.60(68.50, 99.05)	2.476	0.290
术后第一天(t2)	97.40(84.30, 118.60)	90.20(71.70, 141.60)	110.90(89.50, 153.15)	1.521	0.467
术后第二天(t3)	74.00(62.80, 101.10) ^①	73.90(61.90, 115.60) ^①	102.90(77.90, 140.30)	8.020	0.018
术后第三天(t4)	72.20(65.4, 77.50) ^①	75.1(52.8, 98.5) ^①	95.2(59.65, 122.60)	4.086	0.130
F	13.975	16.651	14.037		
P	<0.001	<0.001	<0.001		

注：与 G3 组比较, ^① $P<0.05$ 。

表 5 3 组 eGFR 滤过率分析结果比较[$(\bar{x}\pm s)$, mL/min]

Table 5 Results of glomerular filtration rate analysis in the three groups

项目	G1 组($n=19$)	G2 组($n=23$)	G3 组($n=25$)	F	P
术前(t0)	79.47 $\pm$ 14.18	84.44 $\pm$ 23.63	75.49 $\pm$ 22.31	1.104	0.338
术后当天(t1)	110.77 $\pm$ 33.76	103.52 $\pm$ 34.12	99.98 $\pm$ 39.86	0.484	0.618
术后第一天(t2)	75.63 $\pm$ 20.18	68.49 $\pm$ 26.46	63.45 $\pm$ 25.07	1.355	0.265
术后第二天(t3)	75.25 $\pm$ 18.37 ^①	66.97 $\pm$ 29.98	51.64 $\pm$ 18.86	5.975	0.004
术后第三天(t4)	68.85 $\pm$ 14.26 ^①	66.55 $\pm$ 24.69	50.42 $\pm$ 22.45	5.130	0.009
F	16.169	26.111	31.944		
P	<0.001	<0.001	<0.001		

注：与 G3 组比较, ^① $P<0.05$ 。

表 6 3 组 BUN 分析结果比较[$(\bar{x}\pm s)$, mmol/L]

Table 6 Results of urea analysis in the three groups

项目	G1 组($n=19$)	G2 组($n=23$)	G3 组($n=25$)	F	P
术前(t0)	7.42 $\pm$ 3.19	6.94 $\pm$ 2.07	7.10 $\pm$ 3.16	0.152	0.859
术后当天(t1)	6.73 $\pm$ 2.52	6.72 $\pm$ 1.76	7.34 $\pm$ 3.30	0.433	0.650
术后第一天(t2)	11.36 $\pm$ 3.33	11.55 $\pm$ 3.56	12.02 $\pm$ 3.94	1.199	0.820
术后第二天(t3)	11.60 $\pm$ 3.27	11.92 $\pm$ 4.38	13.51 $\pm$ 5.27	1.205	0.306
术后第三天(t4)	10.90 $\pm$ 3.57	11.40 $\pm$ 4.49	13.54 $\pm$ 6.86	1.600	0.210
F	15.433	30.108	29.548		
P	<0.001	<0.001	<0.001		

表 7 3 组 UA 分析结果比较[$(\bar{x}\pm s)$, $\mu\text{mol/L}$]

Table 7 Results of uric acid analysis in the three groups

项目	G1 组($n=19$)	G2 组($n=23$)	G3 组($n=25$)	F	P
术前(t0)	447.52 $\pm$ 112.71	477.03 $\pm$ 145.08	489.72 $\pm$ 123.25	0.596	0.554
术后当天(t1)	303.28 $\pm$ 100.24 ^①	336.95 $\pm$ 106.50	382.91 $\pm$ 100.63	3.349	0.041
术后第一天(t2)	418.62 $\pm$ 163.22	422.45 $\pm$ 146.68	495.38 $\pm$ 174.03	1.667	0.197
术后第二天(t3)	359.77 $\pm$ 126.04	366.00 $\pm$ 140.17	451.56 $\pm$ 186.05	2.537	0.087
术后第三天(t4)	321.42 $\pm$ 122.94	320.04 $\pm$ 136.73	403.08 $\pm$ 217.82	1.870	0.162
F	12.795	18.430	6.227		
P	<0.001	<0.001	<0.001		

注：与 G3 组比较, ^① $P<0.05$ 。

2.3 3 组住院费用比较 G1 组住院总费用明显少于 G3 组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表 8。

表 8 3 组总住院费用比较(元)

Table 8 Analysis of total hospitalization costs in the three groups

组别	n	均数±标准差	95%置信区间	F	P
G1 组	19	80132.07±11105.32 ^①	74779.48~85484.66		
G2 组	23	89280.12±20163.38	80560.82~97999.42	3.227	0.046
G3 组	25	93968.46±19979.63	85721.27~102215.65		

注:与 G3 组比较,① $P<0.05$ 。

3 讨论

AKI 通常发生在手术后,并且与糖尿病和非糖尿病患者的不良临床结果相关。2012 年改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)工作组将 AKI 定义为:48 h 内 SCr 绝对增加 $26.5\text{ }\mu\text{mol/L}$ (0.3 mg/dL)或以上,已知或推测在前 7 d 内 SCr 相对增加至基线的 1.5 倍或以上,6~12 h 尿量少于 $0.5\text{ mL/kg}\cdot\text{h}$,具备其一即可诊断 AKI。目前临床上关于心脏术后 AKI 的定义,大多采用 KDIGO 标准^[6]。据报道,在腰椎手术中 AKI 的发生率为 3.9%,肺切除手术后为 5.9%,而在接受心胸外科手术的患者中却高达 28%^[3]。高血糖、低血糖和血糖变异性对术后 AKI 的发展具有潜在的共同病理生理途径,尤其近年来的研究发现围手术期血糖是心脏术后 AKI 的独立危险因素^[3]。目前,关于术中血糖变异的严重程度与术后肾功能各项指标及医疗费用关系的独立研究甚少。

CysC 是一种非糖基化的碱性蛋白质,能有效反映 eGFR 的变化,在 eGFR 发生轻度改变时,CysC 会明显升高,其水平稳定,且不受性别、年龄、肿瘤和炎症状态的影响^[7],CysC 是反应肾损伤的敏感性且早期诊断指标之一^[8-9],其值越高,提示肾损伤越严重。本研究结果显示,心脏瓣膜术后,通过组内比较发现 3 组 CysC 值在不同时间点逐渐增高,通过组间比较发现 G3 组在 t3 和 t4 时间点明显高于 G1 组,在 t4 时间点明显高于 G2 组($P<0.05$)。说明体外循环术后存在明显肾损伤,这与大多数研究结果基本一致^[10],术中高血糖变异组对术后肾功能损害作用明显高于中、低血糖变异组。有相关的动物实验研究^[11]证实血糖波动会导致小鼠肾损伤,肾组织病理学可见肾小球体积增大,毛细血管基底膜明显增厚,系膜基质增生,肾小管上皮细胞中可见空泡化。

肌酐是肌肉在人体内的代谢产物,临床检测包括 SCr 和尿肌酐,SCr 检测是临床了解肾脏功能的主要方法之一,当肾脏功能发生损害时,SCr 不能及时排出,蓄积在人体使 SCr 水平上升,一般 eGFR 下降一半时,其值才会迅速升高^[12]。通过本研究结果显示

eGFR 在术后不同时间点均逐渐降低,且 G3 组在术后 t3 和 t4 时间段明显低于 G1 组,提示 CPB 手术和术中血糖的剧烈波动对肾脏功能造成了一定程度的损害。3 组术后的 SCr 值在术后第一天(t2)达到最高值,随后开始逐渐下降,通过组内比较发现 G3 组在 t3 和 t4 时间段明显高于 G1 组和 G2 组($P<0.05$)。正常情况下 SCr 值的升高是由于 eGFR 的下降,两者具有前后因果关系,本组研究结果显示 3 组术后第一天 SCr 均明显高于术前,这与大多数研究结果一致^[13]。但通过术后连续 3 d 的 SCr 检测发现 SCr 值并不是随着 eGFR 的降低而升高。众所周知,SCr 的来源包括内源性和外源性两部分,内源性肌酐每日生成量几乎是恒定的,外源性肌酐是通过饮食摄入的蛋白质类食物在体内代谢后产生。本分析结果术后 SCr 随着 eGFR 值的降低而降低,推测其可能的发生原因与心脏术后蛋白质的摄入不足、营养障碍有关系^[14]。

BUN 是反应肾功能的一个重要指标,有相关研究表明,交感神经系统和肾素血管紧张素系统激活,能增强近端和远端肾小管对 BUN 的重吸收,而精氨酸加压素分泌的增加能促进尿素转运蛋白在收集管中的分布,导致尿素重吸收增加^[15]。本研究结果显示 3 组术后 BUN 均比术前明显升高,推测其发生的可能原因与心脏术后交感神经系统、肾素血管紧张素醛固酮系统、神经内分泌系统的激活、高剂量襻利尿剂的使用,肾脏血流灌注不足,肾功能恶化有关系^[16]。UA 是嘌呤代谢的终末产物,体内总 UA 的 80%由细胞核蛋白分解代谢产生,20%由摄入富含嘌呤的食物分解代谢产生^[17]。目前大多数研究学者^[18-20]关注术前血清 UA 水平与心脏术后肾功能、心脏功能及临床预后的关系,但对术后 UA 水平的演变规律研究甚少。本研究结果显示,3 组术后 UA 水平组间比较虽没有统计学意义,但 3 组患者术后 UA 水平的组内比较具有统计学意义,且随着时间的延长,UA 呈逐渐下降的趋势。推测其可能的发生原因与心脏术后营养摄入不足有关。

体外循环人工材料与人体血液的直接接触激发全身性炎症反应,还有血糖剧烈波动引起肾脏形态严重受损,导致肾皮质灌注降低和氧供减少^[21],进而引起术后肾功能各项指标的明显改变,为避免可能发生的急性肾功能衰竭,临床上往往会预防性使用各种护肾药物或高级别利尿药物,这可能是导致 G3 组的住院总费用明显高于 G1 组的一个重要原因。国内外关于 CPB 对肾功能损伤的研究不胜枚举,但对肾功能损伤的深入研究尚少,尤其是术中血糖变异程度与肾功能的关系。2019 年 Nam 等^[22]对 3598 例心脏手术的

回顾性队列研究发现,术中血糖变异性是心脏术后 AKI 的独立危险因素,而不是平均血糖浓度水平。加速心脏康复外科(ERACS)^[23]理念即术后并发症发生率下降,住院时间缩短,住院费用降低,为降低心脏术后并发症促进患者早期康复,亟需优化心脏手术患者围手术期管理模式。

4 结论

血糖变异与心脏瓣膜手术围手术期肾功能损伤和住院总费用存在相关性。低血糖变异可能有助于减少心脏瓣膜手术围手术期肾功能损伤,降低总住院费用。

【参考文献】

- [1] HU J, CHEN R, LIU S, *et al.* Global Incidence and Outcomes of Adult Patients With Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(1): 82-89.
- [2] GUMBERT S D, KORK F, JACKSON M L, *et al.* Perioperative Acute Kidney Injury[J]. *Anesthesiology*, 2020, 132(1): 180-204.
- [3] MENDEZ C E, DER MESROPIAN P J, MATHEW R O, *et al.* Hyperglycemia and Acute Kidney Injury During the Perioperative Period[J]. *Curr Diab Rep*, 2016, 16(1): 10.
- [4] 中华医学会内分泌学分会,糖尿病患者血糖波动管理专家共识[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2017, 33(8): 633-636.
- [5] DUGGAN E W, CARLSON K, UMPIERREZ G E. Perioperative Hyperglycemia Management: An Update[J]. *Anesthesiology*, 2017, 126(3): 547-560.
- [6] 贺源,徐红党,林洪启,等.围手术期血糖波动与心脏术后急性肾损伤相关性的研究进展[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(36): 2921-2924.
- [7] 梁学金. 胰抑素 C 对肾损伤的诊断价值[J]. *国际检验医学杂志*, 2016, 37(23): 3365-3367.
- [8] 张毕明,肖帅,吴意. 胰抑素 C 诊断早期急性肾损伤价值的 Meta 分析[J]. *检验医学与临床*, 2018, 15(23): 3485-3487, 3491.
- [9] 吴晓云,臧旺福. 心脏术后急性肾损伤早期生物学标志物的研究进展[J]. *国际检验医学杂志*, 2022, 43(1): 102-106.
- [10] 后青,陆凤霞,姚昊,等. 心脏及血管手术后急性肾损伤的危险因

素分析[J]. *临床肾脏病杂志*, 2022, 22(1): 5-9.

- [11] 史丽,胡婷婷,李红,等. 恩格列净对血糖波动糖尿病小鼠肾损伤的影响及其机制研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(4): 40-44.
- [12] 钟凯丽. 胰抑素 C、血肌酐联合尿肌酐、尿素氮检测对代谢综合征患者早期肾损伤的诊断价值[J]. *检验医学与临床*, 2019, 16(21): 3204-3207.
- [13] 谭今,于涛,黄克力,等. NT-proBNP、血乳酸、肌钙蛋白 I 及血浆胰抑素 C 等对体外循环心脏手术患者预后的影响[J]. *实用医学杂志*, 2018, 34(5): 755-759.
- [14] GOLDFARB M, MARCANO Y, SCHAFER D, *et al.* Dietary protein intake in older adults undergoing cardiac surgery[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2019, 29(10): 1095-1100.
- [15] SUJINO Y, NAKANO S, TANNO J, *et al.* Clinical implications of the blood urea nitrogen/creatinine ratio in heart failure and their association with haemoconcentration[J]. *ESC Heart Fail*, 2019, 6(6): 1274-1282.
- [16] 王传合,崔文佳,韩苏,等. 血尿素联合 N 末端 B 型钠尿肽前体对老年心力衰竭患者院内死亡的评估价值[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2021, 23(2): 148-151.
- [17] 李静. 血管性痴呆与血清尿酸水平的相关性研究[D]. 石家庄:河北医科大学, 2015.
- [18] 李鑫,张成鑫,董文鹏,等. 术前血清尿酸水平对心脏机械瓣膜置换术后机械通气时间延长的预测价值[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2019, 26(4): 332-337.
- [19] 严赖莎,赵顺英,胡晓燕,等. 术前血清尿酸水平对体外循环心脏术后急性肾损伤的预测价值[J]. *中国心血管杂志*, 2019, 24(2): 139-142.
- [20] 吴婷婷,王红,邵涓涓,等. 高尿酸血症与心脏术后早期左心室射血分数下降的相关性研究[J]. *心肺血管病杂志*, 2019, 38(5): 457-460.
- [21] VANHOREBEEK I, GUNST J, ELLGER B, *et al.* Hyperglycemic kidney damage in an animal model of prolonged critical illness[J]. *Kidney Int*, 2009, 76(5): 512-520.
- [22] NAM K, JEON Y, KIM W H, *et al.* Intraoperative glucose variability, but not average glucose concentration, may be a risk factor for acute kidney injury after cardiac surgery: a retrospective study[J]. *Can J Anaesth*, 2019, 66(8): 921-933.
- [23] 张强,张永恒. ERACS 在心脏外科的临床应用现状与展望[J]. *西部医学*, 2020, 32(7): 1081-1083, 1089.

(收稿日期:2022-03-21;修回日期:2023-01-08;编辑:刘灵敏)