

术前肾功能正常患者肝癌切除术后急性肾损伤的危险因素分析及预测模型的建立

邝立挺¹, 陈斌^{2*}

1. 中山大学附属第一医院 麻醉科, 广东 广州 510080

2. 中山大学附属第一医院 肝外科, 广东 广州 510080

【摘要】 目的 探讨术前肾功能正常接受肝癌切除术的患者术后急性肾损伤(AKI)的危险因素,为临床相关预防方案的选择及改善患者的预后提供参考。方法 选取2015年1月至2021年12月在中山大学附属第一医院术前肾功能正常接受肝癌切除术的患者1951例,参照2012年改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)制订的标准诊断肝癌切除术后AKI的发生情况,入选对象分为AKI组($n=145$)和非AKI组($n=1806$)。比较AKI组与非AKI组患者的临床特征、术前实验室资料、术中情况、术后实验室资料及临床演变,分析肝癌切除术后继发AKI的危险因素及预后情况。结果 1951例术前肾功能正常接受肝癌切除术的患者术后AKI发生率为7.43%(145/1951)。将单因素分析中 $P<0.05$ 的自变量行多因素Logistic回归分析,结果显示体重指数、术前合并高血压病、高脂血症、肝硬化、术中低中心静脉压时间延长、术中使用去甲肾上腺素是影响术后AKI发生的独立危险因素。将上述危险因素绘制ROC曲线,并制作术前肾功能正常行肝癌切除术的患者术后发生AKI的Nomogram预测模型。与非AKI组相比,AKI组术后转入重症监护室、需要透析治疗、发生肝衰竭的比例更高,总住院天数和手术后住院天数均延长。结论 术前肾功能正常接受肝癌切除术的患者术后继发AKI与多种术前术中的危险因素密切相关,需要进行更加全面的评估和监测,降低术后AKI的发生率,改善患者的预后。

【关键词】 肝癌切除术; 肾功能; 急性肾损伤; 危险因素; 回顾性; 预测模型

Analysis of risk factors and establishment of predictive model of acute renal injury in patients with normal preoperative renal function after hepatectomy

Kuang Liting¹, Chen Bin^{2*}

1. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

2. Department of Liver Surgery, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

*Corresponding author: Chen Bin, E-mail: chenb62@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 Objective To explore the risk factors of postoperative acute renal injury (AKI) in patients with normal preoperative renal function undergoing hepatectomy, which can provide guidance for the selection of clinically relevant prevention schemes and improve the prognosis of patients. **Method** 1951 patients with normal preoperative renal function who underwent hepatectomy from January 2015 to December 2021 in the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University were included in the study. The incidence of AKI after hepatectomy was diagnosed according to the KDIGO AKI criteria in 2012. The selected patients were divided into AKI group ($n=145$) and non-AKI group ($n=1806$). The differences of the clinical characteristics, preoperative laboratory data, intraoperative findings, postoperative laboratory data and clinical evolution between patients with AKI and non-AKI group were compared, and the risk factors and prognosis of postoperative AKI after hepatectomy were analyzed. **Result** The incidence of AKI after hepatectomy was 7.43% (145/1951) in 1951 patients with normal preoperative renal function. The independent variable of

基金项目: 广东省医学科学技术研究基金(A2015313)

*通信作者: 陈斌, E-mail: chenb62@mail.sysu.edu.cn

$P < 0.05$ in the univariate analysis was used for multivariate logistic regression analysis. The results showed that body mass index (BMI), preoperative hypertension, hyperlipidemia, liver cirrhosis, prolonged time of intraoperative low central venous pressure, and intraoperative use of norepinephrine were independent risk factors for postoperative AKI. The ROC curve of the above risk factors was drawn, and the Nomogram prediction model of AKI in patients with normal preoperative renal function who underwent hepatectomy was made. Compared with the non-AKI group, the AKI group had a higher proportion of patients who were transferred to ICU, dialysis treatment and liver failure, and the total hospital stay and postoperative hospital stay were prolonged. **Conclusion** Postoperative AKI is closely related to various preoperative and intraoperative risk factors in patients with normal preoperative renal function undergoing hepatectomy. More comprehensive evaluation and monitoring are needed to reduce the incidence of postoperative AKI and improve the prognosis of patients.

【Key words】 Hepatectomy; Renal function; Acute renal injury; Risk factors; Retrospective; Predictive model

急性肾损伤(acute renal injury, AKI)是癌症患者最常见的并发症之一,指的是肾功能快速恶化,导致无法正常排泄代谢产物和维持液体平衡,如不及时发现和治疗,病情加重者甚至可能需要肾脏替代治疗。AKI也是常见的术后并发症,术后AKI可延长患者住院时间,增加远期病死率及慢性肾功能不全的风险,临床诊断率较低,容易漏诊。

目前认为肝癌切除术仍是目前肝癌治疗中最实用、最有效的方法^[1],关于术前肾功能正常肝癌切除术患者术后AKI的临床研究较少,其危险因素仍不明确。有研究表明,AKI为肝癌切除术术后死亡率的最强独立预测因子^[2],这些患者的管理对医生来说是一个重大的治疗挑战,特别是危重患者。努力防止AKI进展不仅有助于提高生活质量,并可减少进展为慢性肾病的可能。本研究旨在探讨术前肾功能患者肝癌切除术后继发AKI的术前相关危险因素,有助于临床医生识别肝癌切除术后AKI的高危患者,为临床选择相关预防方案及改善患者的预后提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年1月至2021年12月在中山大学附属第一医院术前肾功能正常接受肝癌切除术的患者1951例,参照2012年改善全球肾脏病预后组织(Kidney Disease:Improving Global Outcomes, KDIGO)制订的标准诊断肝癌切除术后AKI的发生情况,入选对象分为AKI组($n=145$)和非AKI组($n=1806$)。所有入选患者术前检查资料完善,且均有术后48h及7d内肾功能复查的资料。纳入标准:年龄 ≥ 18 岁;术前诊断为原发性肝癌的患者;术前肾功能指标均正常;手术方式为肝癌切

除术。排除标准:临床资料不完善者;术前血尿素氮、肌酐值高于正常值,或已出现急性肾衰竭或因慢性肾功能不全需接受肾脏替代治疗者;术前曾使用肾毒性药物者。本研究经中山大学附属第一医院伦理委员会批准([2022]-467号)。

1.2 AKI的定义 采用2012年KDIGO指南制订的AKI诊断标准^[3],符合以下任何一项者即可诊断为AKI:①术后48h内血肌酐值上升超过 $26.5 \mu\text{mol/L}$ (0.3 mg/dl)。②术后7d内血肌酐值上升至 >1.5 倍基线值。基线血肌酐值为手术前7d内最近一次的血肌酐值。③每小时尿量 $<0.5 \text{ ml/kg}$,且持续超过6h。

1.3 资料收集 收集包括年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、既往病史、术前影像学检查、实验室检验、术前用药、手术方式、手术持续时间、麻醉持续时间、术中尿量、术中用药、术中低中心静脉压时间、术后实验室检验、并发症、住院天数等人口学和临床资料。

1.4 统计学方法 应用SPSS 21.0和RStudio 4.1.0进行数据的统计学处理,呈正态分布的连续变量用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,用独立样本 t 检验进行组间比较;偏态分布的结果以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较用Mann-Whitey U 检验;分类变量以例(%)表示,用卡方检验或Fisher确切概率法比较分类变量。应用单因素分析法评估潜在的AKI危险因素,将单因素分析结果中 $P < 0.05$ 的指标均以分类变量的形式纳入多因素Logistic回归方程,计算95%CI分析发生AKI的独立危险因素。运用受试者操作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC曲线)评价危险因素的预测价值,制作Nomogram列线图建立术前肾功能正常患者行肝癌切除术后发

生 AKI 的预测模型。

2 结果

2.1 AKI 的发生率 术前肾功能正常接受肝癌切除手术的患者术后 AKI 发生率为 7.43%(145/1951)。

2.2 AKI 组与非 AKI 组患者术前一般资料的比

较 AKI 组的男性比例更高, BMI 更高($P<0.05$); 与非 AKI 组相比, 术前伴有高血压病、高脂血症、肝硬化的患者发生 AKI 的比例更高($P<0.01$); 术前使用非甾体抗炎药、利尿剂的患者更容易发生 AKI ($P<0.05$)(表 1)。

表 1 AKI 组与非 AKI 组患者术前一般资料的比较

项目	共计(n=1951)	非 AKI 组(n=1806)	AKI 组(n=145)	χ^2 /t/Z 值	P 值
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	55.15 \pm 11.69	54.99 \pm 11.75	57.22 \pm 10.77	2.217	0.505
性别[例(%)]				5.788	0.016
男	1655(84.8)	1522(84.3)	133(91.7)		
女	296(15.2)	284(15.7)	12(8.3)		
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	22.87 \pm 3.19	22.77 \pm 3.12	24.08 \pm 3.77	4.765	0.010
ASA 分级[例(%)]				3.147	0.207
I 级	93(4.8)	89(4.9)	4(2.8)		
II 级	1452(74.4)	1348(74.6)	104(71.7)		
III 级	406(20.8)	369(20.4)	37(25.5)		
MELD 评分($\bar{x} \pm s$, 分)	17.60 \pm 2.48	17.58 \pm 2.46	17.90 \pm 2.82	1.526	0.127
术前合并症[例(%)]					
高血压病	318(16.3)	281(15.6)	37(25.5)	9.756	0.003
糖尿病	151(7.7)	136(7.5)	15(10.3)	1.489	0.255
高脂血症	197(10.1)	147(8.1)	50(34.5)	102.610	<0.001
肝硬化	566(29.0)	509(28.2)	57(39.3)	8.069	0.006
术前检查					
Hb($\bar{x} \pm s$, g/L)	137.56 \pm 19.04	137.59 \pm 18.96	137.14 \pm 20.09	0.272	0.188
PLT($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9$ /L)	199.48 \pm 82.76	199.74 \pm 82.14	196.31 \pm 90.44	0.479	0.844
ALB($\bar{x} \pm s$, g/L)	38.48 \pm 4.28	38.54 \pm 4.27	37.76 \pm 4.41	2.108	0.574
TBIL($\bar{x} \pm s$, μ mol/L)	18.59 \pm 24.08	18.42 \pm 23.19	20.62 \pm 33.27	1.059	0.134
UREA($\bar{x} \pm s$, μ mol/L)	4.78 \pm 1.26	4.77 \pm 1.26	4.94 \pm 1.27	1.537	0.654
CREA($\bar{x} \pm s$, μ mol/L)	75.21 \pm 14.61	75.26 \pm 14.51	74.61 \pm 15.83	0.515	0.454
ALT[M(P_{25}, P_{75}), U/L]	31(20,47)	30.5(20,47)	32(22,46)	0.491	0.623
AST[M(P_{25}, P_{75}), U/L]	24(25,51)	34(25,51)	34(26,51)	0.318	0.750
GGT[M(P_{25}, P_{75}), U/L]	64(34,125)	63(34,125)	72(41,122)	1.469	0.142
LDH[M(P_{25}, P_{75}), U/L]	203(175,242)	204(175,242)	202(180,244)	0.301	0.764
ALP[M(P_{25}, P_{75}), U/L]	89(74,114)	88(73,113)	94(79,120)	2.335	0.020
CHE($\bar{x} \pm s$, U/L)	62501 \pm 1789	6274 \pm 1784	5963 \pm 1825	2.012	0.497
PT($\bar{x} \pm s$, s)	12.17 \pm 1.24	12.15 \pm 1.24	12.32 \pm 1.21	1.573	0.539
PT($\bar{x} \pm s$, %)	91.30 \pm 13.68	91.50 \pm 13.61	88.79 \pm 14.39	2.302	0.297
INR($\bar{x} \pm s$)	1.04 \pm 0.11	1.04 \pm 0.11	1.06 \pm 0.10	1.618	0.566
APTT($\bar{x} \pm s$, s)	29.13 \pm 4.20	29.14 \pm 4.09	29.05 \pm 1.04	0.242	0.809
TT($\bar{x} \pm s$, s)	18.25 \pm 1.44	18.24 \pm 1.46	18.39 \pm 1.28	1.206	0.168
FIB($\bar{x} \pm s$, g/L)	3.07 \pm 2.48	3.07 \pm 1.22	3.07 \pm 1.12	0.080	0.998
术前用药[例(%)]					
NSAIDs	67(3.4)	56(3.1)	11(7.6)	8.143	0.014
ACEI/ARB	43(2.2)	40(2.2)	3(2.1)	0.013	1.000
CCB	231(11.8)	207(11.5)	24(16.6)	3.331	0.081
他汀类药物	22(1.1)	18(1.0)	4(2.8)	3.737	0.075
利尿剂	79(4.0)	67(3.7)	12(8.3)	7.202	0.014

注: MELD, 终末期肝病模型; Hb, 血红蛋白; PLT, 血小板; ALB, 白蛋白; TBIL, 总胆红素; UREA, 尿素氮; CREA, 肌酐; ALT, 谷丙转氨酶; AST, 天冬氨酸转氨酶; GGT, γ -谷氨酰转肽酶; LDH, 乳酸脱氢酶; ALP, 碱性磷酸酶; CHE, 胆碱酯酶; PT, 凝血酶原时间; PT, 凝血酶原活动度; INR, 国际标准化比值; APTT, 活化部分凝血活酶时间; TT, 凝血酶时间; FIB, 纤维蛋白原; NSAIDs, 非甾体抗炎药; ACEI/ARB, 血管紧张素转化酶抑制剂/血管紧张素 II 受体拮抗剂; CCB, 钙通道阻滞剂。

2.3 AKI组与非AKI组患者术中情况的比较 与非AKI组相比,AKI组患者行肝大部分切除、使用去甲肾上腺素、术中输注人工胶体、红细胞、血浆的比例更高,术中低中心静脉压时间更长($P<0.01$);AKI组的术中出血量更多($P<0.05$)(表2)。

2.4 术后AKI的危险因素的多因素 Logistic 回归分析 为了进一步消除混杂因素,将单因素分析中 $P<0.05$ 的自变量进行多因素 Logistic 回归分析。以术后发生AKI为因变量(赋值,否=0,是=1),对单因素分析中有统计学意义的因素为自变量进行赋值:性别(男=0,女=1);术前高血压病(否=0,

是=1);术前高脂血症(否=0,是=1);术前肝硬化(否=0,是=1);术前使用NSAIDs(否=0,是=1);术前使用利尿剂(否=0,是=1);大肝切除术(否=0,是=1);术中使用去甲肾上腺素(否=0,是=1);术中输红细胞(否=0,是=1);术中输血浆(否=0,是=1)。多因素分析结果显示BMI、术前合并高血压病、高脂血症、肝硬化、术中低中心静脉压时间延长、术中使用去甲肾上腺素是影响术后AKI发生的独立危险因素($P<0.05$)(表3)。

2.5 危险因素的ROC曲线 上述的独立危险因素制作AKI发生概率的ROC曲线模型,该模型ROC

表2 AKI组与非AKI组患者术中情况的比较

项目	共计(n=1951)	非AKI组(n=1806)	AKI组(n=145)	χ^2/t 值	P 值
手术时间($\bar{x} \pm s$, min)	236.02±87.29	232.5±87.07	278.89±78.42	6.206	0.426
麻醉时间($\bar{x} \pm s$, min)	309.63±94.43	305.22±93.46	364.47±89.53	7.367	0.792
大肝切除术[例(%)]	599(30.70)	533(29.5)	66(45.5)	16.159	<0.001
术中低中心静脉压时间[M(P_{25}, P_{75}), min]	120(60,190)	120(60,190)	150(80,230)	3.160	0.002
使用吸入麻醉药[例(%)]	1712(87.7)	1585(87.8)	127(87.6)	0.004	0.896
使用右美托咪定[例(%)]	1414(72.5)	1299(71.9)	115(79.3)	3.668	0.066
使用NSAIDs[例(%)]	1116(57.2)	1031(57.1)	85(58.6)	0.129	0.794
使用多巴胺[例(%)]	343(17.6)	315(17.4)	28(19.3)	0.323	0.571
使用去甲肾上腺素[例(%)]	763(39.1)	675(37.4)	88(60.7)	30.637	<0.001
辅助硬膜外麻醉[例(%)]	131(6.7)	119(6.6)	12(8.3)	0.610	0.392
术中出血量[M(P_{25}, P_{75}), ml]	300(100,600)	300(100,600)	500(200,1000)	4.650	<0.001
输晶体量($\bar{x} \pm s$, ml)	2230.16±852.33	2213.03±848.95	2443.62±868.25	3.142	0.429
输人工胶体量[M(P_{25}, P_{75}), ml]	1000(500,1000)	1000(500,1000)	1000(500,1500)	2.581	0.010
输白蛋白[例(%)]	370(19.0)	337(18.7)	33(22.8)	1.467	0.227
输红细胞[例(%)]	370(19.0)	330(18.3)	40(27.6)	7.576	0.008
输血浆[例(%)]	325(16.7)	289(16.0)	36(24.8)	7.530	0.010

表3 术后AKI的危险因素的单因素和多因素 Logistic 回归分析

项目	单因素分析			多因素分析		
	OR 值	95%CI	P 值	OR 值	95%CI	P 值
性别	0.484	0.251~0.849	0.018	0.616	0.314~1.110	0.130
体重指数	1.127	1.072~1.184	<0.001	1.120	1.060~1.182	<0.001
高血压病	1.859	1.239~2.734	0.002	1.636	1.071~2.498	0.023
高脂血症	5.940	4.035~8.671	<0.001	4.667	3.094~6.979	<0.001
肝硬化	1.650	1.160~2.332	0.005	1.523	1.041~2.214	0.029
术前使用NSAIDs	2.565	1.239~4.828	0.006	2.003	0.908~4.084	0.068
术前使用利尿剂	2.342	1.180~4.285	0.009	1.366	0.636~2.727	0.398
大肝切除术	1.995	1.414~2.807	<0.001	1.549	0.991~2.412	0.053
术中低中心静脉压时间	1.003	1.001~1.004	0.001	1.002	1.000~1.004	0.043
术中使用去甲肾上腺素	2.587	1.835~3.675	<0.001	2.091	1.441~3.051	<0.001
术中出血量	1.000	1.000~1.000	0.003	1.000	1.000~1.000	0.534
术中输人工胶体	1.000	1.000~1.000	<0.001	1.000	1.000~1.000	0.814
术中输红细胞	1.704	1.150~2.480	<0.001	0.939	0.464~1.850	0.858
术中输血浆	1.734	1.152~2.554	<0.001	1.016	0.519~1.971	0.963

曲线下面积(area under curve,AUC)为 0.751(95%CI 为 0.708~0.794),敏感度和特异度分别为 0.772 和 0.605,截断值为 0.056,具有良好的预测价值 ($P<0.001$)(图 1)。

2.6 Nomogram 模型的构建 每例患者根据危险因素计算得到一个总分,总分越高者对应的 AKI 发生概率越高,可以根据得分实现对术前肾功能行肝癌切除术的患者术后继发 AKI 的初步预测 (图 2)。

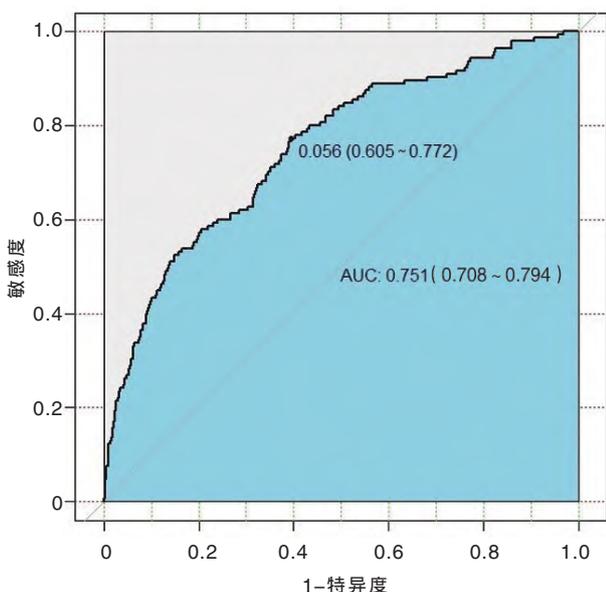


图 1 AKI 发生风险的 ROC 曲线分析

2.7 AKI 组与非 AKI 组患者术后转归与并发症的比较 与非 AKI 组相比,AKI 组术后转入 ICU、需要透析治疗、发生肝衰竭的比例更高($P<0.05$); AKI 组的总住院天数、手术后住院天数更长($P<0.01$) (表 4)。

表 4 AKI 组与非 AKI 组患者术后转归与并发症的比较

项目	共计 (n=1951)	非 AKI 组 (n=1806)	AKI 组 (n=145)	χ^2/t 值	P 值
术后转入 ICU [例(%)]	45(2.31)	37(1.90)	8(0.41)	7.166	0.016
术后透析治 疗[例(%)]	4(0.21)	3(0.15)	1(0.05)	26.599	0.002
术后肝衰竭 [例(%)]	52(2.67)	36(1.85)	16(0.82)	42.292	<0.001
总住院天数 ($\bar{x} \pm s, d$)	18.23±8.61	17.96±8.37	21.71±10.57	5.085	0.002
术后住院天 数($\bar{x} \pm s, d$)	10.58±6.61	10.38±6.27	13.19±9.52	4.959	<0.001

3 讨论

本研究中 1951 例患者的 AKI 发生率为 7.43%, 低于先前文献的报道^[2,4], 术后并发症的发生率和死亡率也低于两项评价肝部分切除术的大型回顾性研究的结果^[5-6], 可能与本研究筛选术前肾功能正常的患者作为研究对象有关, 因为有研究证实术

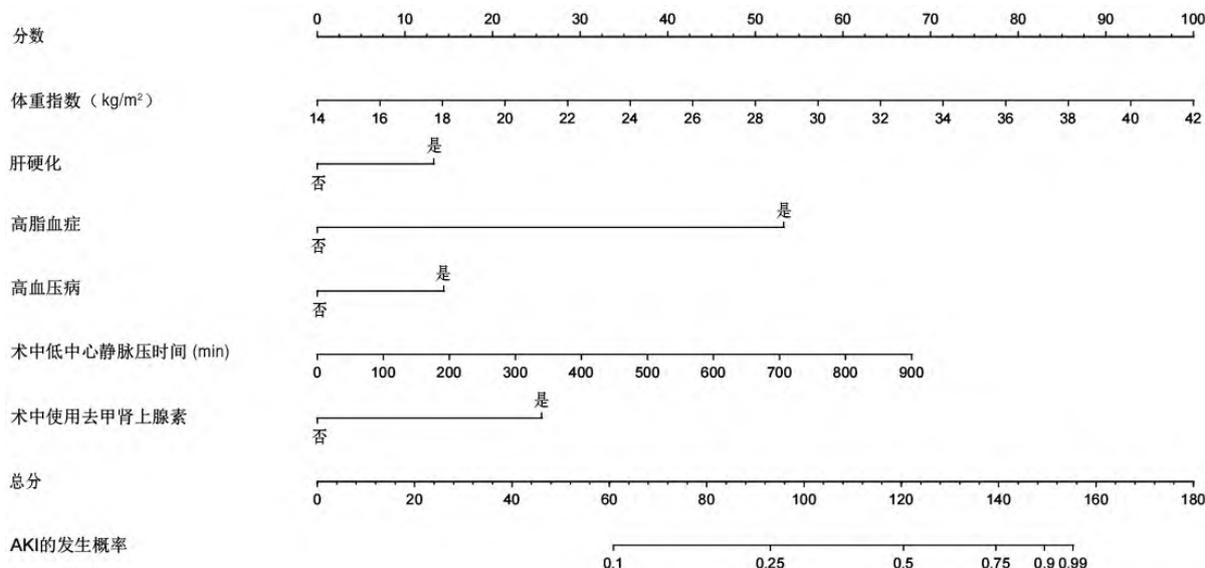


图 2 术前肾功能正常行肝癌切除术的患者术后发生 AKI 的 Nomogram 预测模型

前伴有肾功能损害是术后 AKI 的独立危险因素^[7]。本研究术后 AKI 发生率高于其他一些非心脏手术(如关节置换术、肺叶切除术)^[8-9],应当引起重视。我们的研究发现 BMI、术前合并高血压病、高脂血症、肝硬化、术中低中心静脉压时间延长、术中使用去甲肾上腺素是影响术后 AKI 发生的独立危险因素。

肥胖是危重患者 AKI 的独立危险因素^[10],肥胖患者一般伴有 BMI 升高和高脂血症,正是本研究发现的引起术后 AKI 的危险因素。BMI 升高和高脂血症导致 AKI 风险增加可能受多种因素影响。第一,肥胖导致肾小球过度灌注并导致肾功能恶化,即肥胖相关肾小球疾病^[11]。第二,肥胖增加肾小球的代谢负荷,减少功能性肾单位^[12]。第三,脂肪细胞可以释放炎症因子并引起氧化应激,在肥胖患者中,增加的氧化应激可以引起肾小球的损害^[13],因灌注不足而促进炎症因子和微栓子的生成。第四,过多的腹部脂肪增加了腹部压力,可能导致肾静脉充血和肾动脉灌注不良,从而引起肾功能障碍^[14]。术前适当控制体重和治疗高脂血症有利于降低术后 AKI 的发生率。

术前合并肝硬化的患者更容易发生 AKI,有研究发现在 20%~40% 的肝硬化住院患者中可观察到 AKI^[15]。大多数肝硬化患者发生 AKI 与门脉高压、内脏动脉血管扩张、血管阻力下降,引起有效循环血量减少,从而导致肾血管收缩、肾灌注不足有关^[16]。我们的研究虽然已经筛选了术前肾功能正常的患者,但仍有大约 10% 的术前合并肝硬化的患者在术后发生了 AKI。术前合并肝硬化,肝功能不同程度的受损,加之行肝部分切除,肝功能储备进一步下降,必然引起不良事件的发生。因此,改善患者术前的肝功能,有利于减少术后并发症。

为了减少肝癌切除术中的出血量,麻醉医生往往需要采用低中心静脉压控制技术,然而实施低中心静脉压的过程中,由于腹腔脏器灌注不足,相对的低血压和潜在的低灌注可能对肾功能造成损害,理论上存在肾前性急性肾衰竭的风险,已证实是其他类型的手术中观察到 AKI 的危险因素^[17]。本研究发现术中低中心静脉压时间延长会增加 AKI 的风险,至于低中心静脉压的时间控制在多久以内是相对安全的,尚需进一步研究去探究。

术中由于麻醉药物引起全身血管扩张、出血、

门脉阻断等因素引起血压下降,尤其是术前合并高血压病的患者,血压下降尤为明显,为了维持全身重要器官的循环灌注,麻醉医生往往需要使用血管活性药物来维持正常的血压,最常用的药物是多巴胺和去甲肾上腺素。适当剂量的多巴胺可以扩张肾血管,改善肾血流,有肾保护的作用。至于去甲肾上腺素是否会产生肾损伤目前尚有争议^[18],其在升高动脉血压方面非常有效,并且在绝大多数情况下,可以通过静脉注射去甲肾上腺素以达到患者所需的血压。然而,由于去甲肾上腺素被认为通过 β 肾上腺素刺激诱导血管收缩,如果局部血管床过度收缩,也可能降低重要器官的血流量,器官内血管阻力将成比例的增加超过灌注压,因此器官总血流量将随之减少,特别是肾脏^[19]。如何更加合理地在术中使用血管活性药物,将成为我们后续研究的重点。

本研究中 AKI 组术后转入 ICU、需要透析治疗、发生肝衰竭的比例较高,总住院天数和手术后住院天数均延长,与先前的报道相符^[2,4]。目前尚无围手术期治疗干预措施可明显降低术后 AKI 的风险,尽管维持血流动力学稳定似乎可以降低 AKI 的风险,近年推行的加速康复外科理念^[20],有助于选择最佳的围手术期管理措施。

本研究结果为预测术前肾功能正常接受肝癌切除术患者术后继发 AKI 提供了临床参考,但也存在一定的局限性。第一,本研究为回顾性研究,只收集了患者住院期间的相关数据,未进行长期随访与追踪。第二,虽然在大多数肝癌切除手术中持续监测动脉血压,但仅以 5 min 的间隔记录在麻醉记录上,我们无法评价每例患者的低血压持续时间或说明血压处于最低水平的确切阶段。第三,本研究只记录了手术期间患者尿量的数据,术后回到病房的尿量数据缺失,影响 AKI 的诊断率。第四,本研究主要关注术前和术中引起 AKI 的相关危险因素,对患者是否适合进行手术、如何减少术后并发症及如何改善预后提供初步的参考,对于术后的危险因素,需要进一步进行研究和探索。

总之,术前肾功能正常接受肝癌切除术的患者术后继发 AKI 与多种术前术中的危险因素密切相关,BMI 升高、术前合并高血压病、高脂血症、肝硬化、术中低中心静脉压时间延长、术中使用去甲肾上腺素是影响术后 AKI 发生的独立危险因素,需

要进行更加全面的评估和监测,降低术后 AKI 的发生率,改善患者的预后。

参考文献

- [1] 华赞鹏,彭宝岗. 预防原发性肝癌术后复发的策略研究[J/CD]. 消化肿瘤杂志(电子版),2011,3(2):70-73.
- [2] LIM C, AUDUREAU E, Salloum C, et al. Acute kidney injury following hepatectomy for hepatocellular carcinoma: incidence, risk factors and prognostic value[J]. HPB: the official journal of the International Hepato Pancreato Biliary Association, 2016, 18(6):540-548.
- [3] KHAWAJA A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. Nephron, 2012, 120(4):c179-c184.
- [4] TOMOZAWA A, ISHIKAWA S, Shiota N, et al. Perioperative risk factors for acute kidney injury after liver resection surgery: an historical cohort study[J]. Can J Anesth, 2015, 62(7):753-761.
- [5] JARNAGIN RW, GONEN M, FONG Y, et al. Improvement in perioperative outcome after hepatic resection analysis of 1,803 consecutive cases over the past decade[J]. Ann Surg, 2002, 236(4):397-407.
- [6] ALEXSANDER KB, MATTHEW TJ, ELIJAH D, et al. Acute kidney injury following resection of hepatocellular carcinoma: prognostic value of the acute kidney injury network criteria[J]. Can J Surg, 2018, 61(5):E11-E16.
- [7] ISHIKAWA S, GRIESDALE DEG, LOHSER J. Acute kidney injury after lung resection surgery: Incidence and perioperative risk factors[J]. Anesth Analg, 2012, 114(6):1256-1262.
- [8] HANIPAH, ZUBAIDAH NOR, PUNCHAI, et al. Impact of Early Postbariatric Surgery Acute Kidney Injury on Long-Term Renal Function[J]. Obesity surgery, 2018, 28(11):3580-3585.
- [9] 孟昭婷, 穆东亮. 肺叶切除术中少尿与术后急性肾损伤的关系[J]. 北京大学学报(医学版), 2021, 53(1):188-194.
- [10] SCHIFFL H. Obesity and the Survival of Critically Ill Patients with Acute Kidney Injury: A Paradox within the Paradox? [J]. Kidney Dis (Basel), 2020, 6(1):13-21.
- [11] SUNRJA M, KUMAR AB. Obesity and perioperative acute kidney injury: a focused review [J]. J Crit Care, 2014, 29(4):694.e1-6.
- [12] KRAMER H. Diet and Chronic Kidney Disease [J]. Adv Nutr, 2019, 10(Suppl_4):S367-S379.
- [13] EBERT T, HOPF LM, WURST U, et al. Circulating adipocyte fatty acid binding protein is increased in chronic and acute renal dysfunction [J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2014, 24(9):1027-1034.
- [14] TALIZIN TB, TSUDA MS, TANTIA MT, et al. Acute kidney injury and intra-abdominal hypertension in burn patients in intensive care[J]. Rev Bras Ter Intensiva, 2018, 30(1):15-20.
- [15] BASSEGODA O, HUELIN P, ARIZA X, et al. Development of chronic kidney disease after acute kidney injury in patients with cirrhosis is common and impairs clinical outcomes [J]. J Hepatol, 2020, 72(6):1132-1139.
- [16] GUPTA K, BHURWAL A, LAW C, et al. Acute kidney injury and hepatorenal syndrome in cirrhosis[J]. World J Gastroenterol, 2021, 27(26):3984-4003.
- [17] LIU TS, SHEN QH, ZHOU XY, et al. Application of controlled low central venous pressure during hepatectomy: A systematic review and meta-analysis [J]. J Clin Anesth, 2021, 75:110467.
- [18] BELLOMO R, GIANTOMASSO DD. Noradrenaline and the kidney: friends or foes? [J]. Critical Care, 2001, 5(6):294-298.
- [19] BELLOMO R, WAN L, MAY C. Vasoactive drugs and acute kidney injury [J]. Crit Care Med, 2008, 36(4 Suppl):S179-186.
- [20] 邓国荣, 陈博艺, 张玉胜, 等. 加速康复外科理念在原发性肝癌患者肝切除围术期中的应用与安全性评价 [J/CD]. 消化肿瘤杂志(电子版), 2016, 8(4):243-248.