

· 临床研究 ·

食管癌根治术中肾脏氧饱和度与术后肾功能异常的相关性

朱秀秀 王丽君 王玥 李彭欣 顾连兵

【摘要】 目的 探讨食管癌根治术中肾脏区域组织氧饱和度(rSO_2)与术后肾功能异常的相关性。**方法** 选择拟行食管癌根治术的患者 116 例,男 93 例,女 23 例,年龄 18~64 岁, BMI $<24\text{ kg/m}^2$, ASA II 或 III 级。术中连续监测左侧肾脏 rSO_2 。设定麻醉诱导后肾脏 rSO_2 为基础值,当术中肾脏 rSO_2 绝对值 $\leq 50\%$ 或低于基础值的 75%时,定义为肾脏 rSO_2 异常下降。记录术前及术后 24 h 尿素氮(BUN)、血清肌酐(Scr),术后肾功能异常定义为术后 24 h 血浆 Scr $>130\text{ }\mu\text{mol/L}$ 或 BUN $>7.5\text{ mmol/L}$ 。根据术后是否出现肾功能异常将患者分为两组:肾功能正常组和肾功能异常组。采用列联系数分析术中肾脏 rSO_2 异常下降与术后肾功能异常的相关性。**结果** 有 40 例(34.5%)患者术中出现肾脏 rSO_2 异常下降,有 45 例(38.8%)患者术后出现肾功能异常。二元 Logistic 回归分析显示男性是术后肾功能异常的危险因素(OR = 5.490, 95% CI 1.526~19.754, $P=0.009$)。食管癌根治术中肾脏 rSO_2 的异常下降与术后肾脏功能异常呈正相关($r_s=0.587$, $P=0.009$)。**结论** 食管癌根治术中肾脏 rSO_2 异常下降与术后肾功能异常呈正相关。

【关键词】 食管癌根治术;近红外光谱技术;区域组织氧饱和度;肾功能异常

Correlation between renal oxygen saturation during radical resection of esophageal carcinoma and postoperative renal dysfunction ZHU Xiuxiu, WANG Lijun, WANG Yue, LI Pengxin, GU Lianbing. School of Anesthesiology, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221002, China
Corresponding author: GU Lianbing, Email: 13951947684@163.com

【Abstract】 Objective To investigate correlation between regional renal tissue oxygen saturation (rSO_2) and postoperative renal dysfunction during radical resection of esophageal carcinoma. **Methods** A total of 116 patients undergoing radical resection of esophageal carcinoma, 93 males and 23 females, aged 18–64 years, BMI $<24\text{ kg/m}^2$, ASA physical status II or III, were selected. The value of renal rSO_2 after anesthesia induction was set as the base value. When the absolute value of renal rSO_2 during operation was less than 50% or less than 75% of the base value, the patient was considered as abnormal decrease of renal rSO_2 . Blood urea nitrogen (BUN) and serum creatinine (Scr) were recorded before operation and 24 hours after operation. Scr $>130\text{ }\mu\text{mol/L}$ or BUN $>7.5\text{ mmol/L}$ was considered as postoperative renal dysfunction 24 hours after operation. Patients were divided into two groups according to postoperative renal dysfunction occurred: the normal renal function group and the abnormal renal function group. Contingency coefficient was used to analyze the correlation between abnormal decrease of renal rSO_2 during operation and abnormal renal function after operation. **Results** During the operation, forty patients (34.5%) had abnormal renal tissue oxygen saturation. After operation, forty-five patients (38.8%) had postoperative renal dysfunction. Binary Logistic regression analysis showed that male was a risk factor for postoperative renal dysfunction (OR = 5.490, 95% CI 1.526–19.754, $P=0.009$). The abnormal decrease of renal rSO_2 during radical resection of esophageal cancer was positively correlated with postoperative renal dysfunction ($r_s=0.587$, $P=0.009$). **Conclusion** Abnormal decrease of renal rSO_2 during radical resection of esophageal cancer is positively correlated with abnormal renal function after operation.

【Key words】 Radical resection of esophageal carcinoma; Near infrared spectroscopy; Regional oxygen saturation; Renal dysfunction

食管癌是我国高发的消化道恶性肿瘤之一^[1],目前临床上多采用手术治疗,而术后肾功能异常发

生率较高,导致患者住院时间及重症监护病房(intensive care unit, ICU)时间延长、死亡率高^[2-3]。心脏手术中利用组织氧饱和度监测仪实时监测肾脏区域组织氧饱和度(regional oxygen saturation, rSO_2),发现术后急性肾脏损伤发生与术中肾脏 rSO_2 异常下降密切相关^[4-5]。既往临床上一般根据

DOI: 10.12089/jca.2023.05.013

基金项目:江苏省肿瘤医院优才基金(YC201805)

作者单位:221002 徐州医科大学麻醉学院(朱秀秀、李彭欣、顾连兵);南京医科大学附属肿瘤医院麻醉科(王丽君、王玥)

通信作者:顾连兵, Email: 13951947684@163.com

血浆肌酐 (serum creatinine, SCr) 和尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN) 的值来评估食管癌术后肾功能的改变,对于食管癌术中肾脏 rSO_2 能否预测术后肾功能异常目前仍不明确。本研究通过监测食管癌根治术中肾脏 rSO_2 的变化,探讨术中肾脏 rSO_2 变化与术后肾功能异常的相关性,从而探究术中肾脏 rSO_2 异常下降预测术后肾功能异常的可行性,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会批准 ([2017]550 号),在中国临床试验注册中心注册 (ChiCTR1800018287),患者或家属签署知情同意书。选择 2020 年 9 月至 2021 年 3 月接受食管癌根治术的患者,性别不限,年龄 18~64 岁, BMI $< 24 \text{ kg/m}^2$, ASA II 或 III 级。排除标准:有冠心病或脑梗病史,肝肾功能不全及慢性肾病史,哮喘或慢性阻塞性肺疾病,中重度贫血,超声测量肾脏深度 $> 4 \text{ cm}$ 。剔除标准:术中 $SpO_2 < 90\%$,发生严重心律失常,失血量 $>$ 总血容量的 20%。

麻醉方法 患者入室后常规监测 BP、ECG、 SpO_2 ,超声引导下右颈内静脉穿刺置管,局麻下行桡动脉穿刺置管持续监测 MAP。所有患者采用全凭静脉麻醉,麻醉诱导:依次为静注咪达唑仑 0.05 mg/kg 、芬太尼 $3\sim 4 \mu\text{g/kg}$ 、丙泊酚 1 mg/kg 和顺式阿曲库铵 $0.15\sim 0.20 \text{ mg/kg}$ 。麻醉诱导后可视喉镜辅助下行左双腔气管导管插管(女 32F 号或 35F 号,男 35F 号或 37F 号),经纤维支气管镜确认导管位置。气管插管后连接麻醉机行机械通气,设置通气模式为容量控制, $FiO_2 60\%$, $V_T 8\sim 10 \text{ ml/kg}$, RR $12\sim 14 \text{ 次/分}$, $I:E 1:2$, PEEP $5 \text{ cmH}_2\text{O}$,维持 $P_{ET}CO_2 35\sim 45 \text{ mmHg}$ 。单肺通气后, $V_T 5\sim 6 \text{ ml/kg}$,其余呼吸参数保持不变。在麻醉平稳、外科医师完成导尿后,将患者改成右侧卧位,再次行纤维支气管镜检查,确保双腔管位置正确。在超声引导下探查肾脏位置及肾脏深度。使用酒精棉球对患者肾脏体表投影部位皮肤行脱脂处理,待皮肤干燥后,将无创氧饱和度监测仪 (INVOS5100C) 的传感电极置于患者左侧肾脏位置以测量 rSO_2 。手术开始时追加芬太尼 $3 \mu\text{g/kg}$,术中持续静脉泵注瑞芬太尼 $0.2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 、丙泊酚 $4\sim 6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和顺式阿曲库铵 $0.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,维持麻醉深度 Narcotrend 指数 D2—E1,血压波动幅度不超过基础值的 20%,必要时给予多巴胺或去氧肾上腺素。若

患者 $SpO_2 < 90\%$ 或 $PaO_2 \leq 60 \text{ mmHg}$ 、低血压 (MAP $\leq 65 \text{ mmHg}$ 或降低幅度大于 20%) 持续时间 1 min 以上或出现严重的心律失常,则依次进行纯氧通气、非通气侧肺持续气道正压通气,必要时恢复双肺通气或使用血管活性药维持血流动力学稳定,终止该患者研究方案,记录并剔除该病例。开始关胸时静脉注射芬太尼 $2 \mu\text{g/kg}$,手法膨肺恢复双肺通气(气道压力 $< 30 \text{ cmH}_2\text{O}$,膨肺持续时间为 $30\sim 40 \text{ s}$)。手术结束后所有患者均送入 ICU,同步间歇指令通气,待患者清醒,拔除双腔支气管导管。

观察指标 记录麻醉诱导后肾脏 rSO_2 ,术中仪器每 5 秒记录一次 rSO_2 ,当肾脏 rSO_2 绝对值 $\leq 50\%$ 或低于基础值的 75% 时定义为肾脏 rSO_2 异常下降。记录术后 24 h 血浆 SCr 和 BUN;术后 24 h 血浆 SCr $> 130 \mu\text{mol/L}$ 或 BUN $> 7.5 \text{ mmol/L}$ 定义为术后肾功能异常^[6-7]。记录手术时间、OLV 时间、失血量、尿量、补液量、ICU 停留时间、术后住院时间、术后并发症(包括肺部感染、乳糜胸、吻合口瘘、切口感染的发生),是否需要肾脏替代治疗和住院期间术后死亡的发生情况。根据术后是否出现肾功能异常将患者分为两组:肾功能正常组和肾功能异常组。

统计分析 采用 PASS 15.0 计算样本量,经小样本预试验计算出敏感性为 0.73,特异性为 0.8,设 $\alpha = 0.05$, $1-\beta = 0.9$,样本量需 109 例,考虑 10% 脱落率,拟纳入 120 例。

采用 SPSS 24.0 软件进行分析。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;非正态分布资料以中位数 (M) 和四分位间距 (IQR) 表示,组间比较采用非参数检验。计数资料以例 (%) 表示,组间比较采用 χ^2 检验。单因素分析 $P < 0.1$ 的因素进入二元 Logistic 回归分析,得出术后肾功能异常的危险因素。定性资料之间计算列联系数 (r_s) 分析相关性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究初始纳入 120 例患者,剔除术中失血量 $>$ 总血容量的 20%、 $SpO_2 < 90\%$ 或严重心律失常导致血流动力学不稳定等 4 例,最终纳入患者 116 例。肾功能正常组 71 例,肾功能异常组 45 例。肾功能异常组男性比例明显高于肾功能正常组 ($P < 0.05$)。两组患者年龄、身高、体重、BMI、吸烟饮酒史、肾脏皮肤深度、术前 Hb、术前血浆 SCr 和 BUN、肾脏基线 rSO_2 差异无统计学意义 (表 1)。

表 1 两组患者一般情况的比较

指标	肾功能正常组 (n=71)	肾功能异常组 (n=45)	P 值
男/女(例)	51/20	42/3	<0.001
年龄(岁)	61(58~63)	61(58~62.5)	0.932
BMI(kg/m ²)	22.9 (20.7~23.7)	22.3 (21.1~23.8)	0.986
高血压[例(%)]	34(47.9)	21(46.6)	0.898
糖尿病[例(%)]	20(28.2)	10(22.2)	0.476
吸烟史[例(%)]	43(60.5)	30(66.7)	0.507
饮酒史[例(%)]	40(56.3)	32(69.8)	0.153
肾脏皮肤深度(mm)	30.2±8.6	31.0±8.5	0.361
术前 Hb(g/L)	113.8±14.7	115.6±17.0	0.540
术前 SCr(μmol/L)	71.7±13.6	74.0±14.3	0.388
术前 BUN(mmol/L)	5.6±1.3	6.0±1.4	0.199
基线肾脏 rSO ₂ (%)	67.4±3.6	63.0±3.8	0.370

术中有 40 例(34%)出现肾脏 rSO₂ 异常下降,其中有 35 例出现了术后 24 h 肾功能异常。肾功能异常组术中 rSO₂ 异常下降、术后 24 h 血浆 SCr、BUN 和行肾脏替代疗法的比例明显高于肾功能正常组($P<0.05$)。两组术中尿量、补液量及失血量、术后拔管时间、术后 24 h 的 VAS 疼痛评分、ICU 住院时间、术后住院时间、术后并发症发生率、住院期间死亡率差异无统计学意义(表 2)。二元 Logistic 回归分析结果显示,男性($OR=5.490, 95\%CI 1.526\sim 19.754, P=0.009$)是食管癌根治术后肾功能异常的危险因素。

在肾功能异常组中,有 1 例(2.2%)术后发生了严重的急性脑梗死,2 例(4.4%)发生术后大出血而导致死亡。

术中肾脏 rSO₂ 异常下降与术后肾功能异常的相关性分析显示,术中肾脏 rSO₂ 异常下降与术后肾功能异常之间呈正相关($r_s=0.587, P=0.009$)。

讨 论

随着外科技术的不断发展,食管癌的手术率也随之上升,术后并发症发生率也居高不下。其中,肾功能异常的发生尤为常见。本研究结果显示,116 例食管癌手术患者中有 45 例术后 24 h 出现了肾功能异常,发生率为 38.8%。可能机制为术中出血导

致的肾脏低血流灌注,肾脏的自动调节功能受到破坏,伴随着血红蛋白丢失,携氧能力下降导致脏器缺氧、患者对手术创伤应激的耐受能力以及患者可能存在潜在的脏器损伤等都可能造成不同程度的肾脏微循环供氧和细胞氧耗的失衡进而导致肾功能的异常。既往判定肾功能异常通常依据术后第 1 天血浆 SCr 和 BUN 水平^[8],这样的方法无法连续测量且通常需要大量时间进行检测,有明显的延迟性和间断性,无法及时反映肾功能受损情况。目前尚缺乏有效的监测手段来及早识别肾脏功能改变,这严重影响了患者的诊疗效果和康复进展^[9]。

本研究将近红外光谱技术应用于肾脏 rSO₂ 监测,该技术不受温度及搏动血流的影响,具有较高的稳定性^[10]。目前主要被应用于脑组织及肝脏肠系膜等监测^[11-12],很少应用于监测肾脏 rSO₂ 的改变。本研究结果显示,术中出现肾脏 rSO₂ 异常下降的 40 例患者中,有 35 例出现了术后肾功能异常,术中肾脏 rSO₂ 异常下降与术后肾功能异常显著相关。在一项缺血诱导大鼠肾损伤的实验模型中,肾脏 rSO₂ 可以预测肾损伤后早期肾脏组织学改变的程度^[13]。在心脏手术围术期肾脏 rSO₂ 可实时有效地反映肾脏的灌注和氧供需平衡,术中连续监测肾脏 rSO₂ 对于早期识别肾功能的改变具有一定的价值^[14-15]。这些研究结果与本研究结果较为一致,由此可见,在食管癌手术中可以通过监测肾脏 rSO₂ 来预测术后早期肾功能变化。

在本研究中,男性比女性更容易发生术后肾功能异常,目前其原因未明,流行病学研究表明,男性比女性更容易发生肾功能异常,可能与术前长期吸烟饮酒有关^[16],然而在本研究中,两组患者吸烟饮酒史无明显差异。通过对围术期出现持续的严重肾功能异常的患者跟踪随访,这些患者需要进行肾脏替代疗法,影响了手术患者的康复进展。本研究还发现肾脏 rSO₂ 下降比外周 SpO₂ 下降出现得更早,这与 Rauf 等^[17]的研究结果相一致,这为临床医师及时采取干预措施减少术后肾功能异常的发生提供了宝贵的时间。创伤较大的手术围术期容易发生组织脏器的氧供需失衡,尽早恢复肾功能有利于改善患者预后^[18],因此可以利用近红外光谱技术来实时监测肾脏 rSO₂ 并通过有效干预措施将其维持在一定水平,以此来减少术后肾功能异常的发生。

本研究也有一定的局限性。本研究中大多数出现术后肾功能异常的患者出院前 SCr、BUN 恢复正常水平,但由于未进行出院后的长期随访,患者

表 2 两组患者术中及术后指标的比较

指标	肾功能正常组 (n = 71)	肾功能异常组 (n = 45)	P 值
术中 rSO ₂ 异常下降[例(%)]	5(7.0)	35(77.8)	<0.001
手术时间(min)	188(164~203)	200(167~223)	0.269
OLV 时间(min)	155(136~180)	172(140~193)	0.218
术中出血量(ml)	200(150~200)	200(150~200)	0.998
晶体液(ml)	500(500~500)	500(500~500)	0.750
胶体液(ml)	1 000(500~1 000)	1 000(500~1 000)	0.709
红细胞悬液(U)	1.2±0.4	1.2±0.5	0.363
尿量(ml)	261.5±133.3	280.0±104.1	0.432
术后 SCr(μmol/L)	69.0±17.1	85.3±35.7	<0.001
术后 BUN (mmol/L)	6.4±3.0	10.8±4.5	<0.001
术后拔管时间(h)	11.5(9.6~12.7)	11.9(10.1~13.2)	0.342
术后 24 h VAS 疼痛评分(分)	2(1~2)	2(1~2)	0.422
ICU 住院时间(d)	1.7±0.3	3.5±0.5	0.067
术后住院时间(d)	13.4±1.4	15.3±1.5	0.151
术后并发症[例(%)]	23(32.4)	15(33.4)	0.916
肾脏替代疗法[例(%)]	0(0)	5(11.1)	0.016
住院死亡[例(%)]	0(0)	3(7.7)	0.109

出院后是否再次出现肾功能衰退尚未可知。因此需要更长的观察期和多变量分析来减小偏差。此外,纳入标准具有严格的选择性,为了能够准确测量肾脏 rSO₂,对于皮下至肾脏的深度有严苛的要求。根据仪器制造商提供的说明,该近红外光谱技术可以测量位于感应器下 4 cm 以内的区域,其在监测体重不到 10 kg 的婴幼儿体内血流的有效性得到了验证^[19]。因此本研究排除了皮下至肾脏深度>4 cm 的患者。而肥胖伴高血压患者是发生围术期肾功能异常的高危人群^[20]。尽管存在这些局限性,但本研究结果显示,术中肾脏 rSO₂ 异常下降与术后肾功能异常显著相关,同时术中肾脏 rSO₂ 可预测术后肾功能异常的风险。

综上所述,成人食管癌根治术中肾脏 rSO₂ 异常下降与术后肾功能异常的发生呈正相关。

参 考 文 献

- [1] Uhlenhopp DJ, Then EO, Sunkara T, et al. Epidemiology of esophageal cancer: update in global trends, etiology and risk factors. Clin J Gastroenterol, 2020, 13(6): 1010-1021.
- [2] Fabian T. Management of postoperative complications after esophageal resection. Surg Clin North Am, 2021, 101(3): 525-539.
- [3] Cantow K, Ladwig-Wiegand M, Flemming B, et al. Monitoring renal hemodynamics and oxygenation by invasive probes: experimental protocol. Methods Mol Biol, 2021, 2216: 327-347.
- [4] Javaherforooshzadeh F, Bhandori H, Jarrahmadi S, et al. Investigating the effect of near infra-red spectroscopy (NIRS) on early diagnosis of cardiac surgery-associated acute kidney injury. Anesth Pain Med, 2020, 10(6): e109863.
- [5] Joffe R, Al Aklabi M, Bhattacharya S, et al. Cardiac surgery-associated kidney injury in children and renal oximetry. Pediatr Crit Care Med, 2018, 19(9): 839-845.
- [6] 李明霞, 王爱娜, 张洪兰. 老年心肌梗死患者肾功能损害与预后分析. 中国实用医药, 2009, 4(14): 124-125.
- [7] 钟凯丽. 胱抑素 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害的诊断价值. 检验医学与临床, 2019, 16(21): 3204-3207.
- [8] 黄泉, 魏昌伟, 吴安石. 肝移植术中大出血对术后肾功能的

- 影响. 临床麻醉学杂志, 2021, 37(1): 31-35.
- [9] 孟霞, 王聪梅, 吴洁. 食管癌切除术后重度肾损伤影响因素分析. 实用癌症杂志, 2022, 37(2): 281-283, 288.
- [10] 闵祥振, 贾智勇, 郭蕊, 等. 近红外光谱脑氧饱和度监测的临床应用进展. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(3): 307-310.
- [11] Davie S, Mutch W, Monterola M, et al. The incidence and magnitude of cerebral desaturation in traumatic brain injury: an observational cohort study. J Neurosurg Anesthesiol, 2021, 33(3): 258-262.
- [12] Yano A, Orihashi K, Yoshida Y, et al. Near-infrared spectroscopy for monitoring free jejunal flap. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2021, 74(1): 108-115.
- [13] Okumura K, Matsumoto J, Iwata Y, et al. Evaluation of renal oxygen saturation using photoacoustic imaging for the early prediction of chronic renal function in a model of ischemia-induced acute kidney injury. PLoS One, 2018, 13(12): e0206461.
- [14] 魏碧玉, 高明龙, 吴庭楣, 等. 肾区域组织氧饱和度预测紫绀型患儿心脏手术后急性肾损伤的效果. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(1): 8-12.
- [15] Ruf B, Bonelli V, Balling G, et al. Intraoperative renal near-infrared spectroscopy indicates developing acute kidney injury in infants undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a case-control study. Crit Care, 2015, 19(1): 27.
- [16] Sawhney S, Beaulieu M, Black C, et al. Predicting kidney failure risk after acute kidney injury among people receiving nephrology clinic care. Nephrol Dial Transplant, 2020, 35(5): 836-845.
- [17] Rauf A, Joshi RK, Aggarwal N, et al. Postoperative cerebral oximetry monitoring helps in early detection of diminished flow in Blalock-Taussig shunt. Ann Pediatr Cardiol, 2019, 12(2): 169-171.
- [18] Vives M, Hernandez A, Parramon F, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery: prevalence, impact and management challenges. Int J Nephrol Renovasc Dis, 2019, 12: 153-166.
- [19] Ortmann LA, Fontenot EE, Seib PM, et al. Use of near-infrared spectroscopy for estimation of renal oxygenation in children with heart disease. Pediatr Cardiol, 2011, 32(6): 748-753.
- [20] 黄素兰, 梁莉, 葛良清. 肥胖高血压患者早期肾功能受损发生情况及影响因素研究. 中国全科医学, 2020, 23(25): 3175-3179.

(收稿日期: 2022-08-29)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床麻醉学杂志》关于一稿两投问题的声明

为维护学术刊物的严肃性和科学性,也为了维护作者的名誉和向广大读者负责,本刊编辑部重申坚决反对一稿两投并采取以下措施:(1)作者和单位对来稿的真实性和科学性均应自行负责。刊出前需第一作者在校样首页亲笔签名,临床研究和实验研究来稿的通信作者也需亲笔签名。(2)来稿需附单位推荐信,应注明稿件无一稿两投,署名无争议,并加盖公章。(3)凡接到编辑部收稿回执后3个月内未接到退稿通知,系稿件仍在审阅中,作者欲投他刊,或将在他刊上发表,请先与编辑部联系撤稿,切勿一稿两投。(4)编辑部认为来稿有一稿两投嫌疑时,在认真收集有关资料和仔细核对后通知作者,并由作者就此问题作出解释。(5)一稿两用一经证实,将择期在杂志上刊出其作者单位和姓名以及撤销该文的通知;向作者所在单位和同类杂志通报;2年内拒绝发表该作者为第一作者所撰写的任何来稿。