

临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyx.003107

肾脏超声对多发伤患者急性肾损伤的早期预警价值

沈 艳¹,姜岱山¹,李梦秋²,王 菲²,王 萌¹,周忠霞¹,仇惠芑¹,王亚运¹,王 辉¹,李晶菁¹,
王 霆¹,蔡丹磊¹,袁鼎山¹,沈雁波¹,黄中伟¹

(1. 南通大学附属医院急诊医学科,南通 226001;2. 南通大学医学院,南通 226001)

【摘要】目的:探讨肾脏超声对多发伤患者急性肾损伤的预测价值。**方法:**入选 2018 年 8 月至 2020 年 12 月收治在南通大学附属医院急诊监护病房的多发伤患者,以床旁超声评估患者的肾脏血流分级及肾血管阻力指数(renal resistance index,RRI),将患者分为急性肾损伤(acute kidney injury,AKI)组及非 AKI 组,首先验证床旁肾脏超声指标与传统肾功能指标的相关性,并进一步评价肾脏超声指标在多发伤患者 AKI 诊断中的预测价值。**结果:**与非 AKI 组比较,入院即刻 AKI 组患者的肾血流已明显下降($P<0.001$),RRI 明显升高(0.802 ± 0.077 vs. 0.628 ± 0.035 , $P<0.05$);AKI 组患者入院即刻 RRI 与在院期间最差的肌酐具有良好的相关性($|r|=0.687$),可预测 AKI 发生,同时与新型血清生物标记物中性粒细胞明胶酶载脂蛋白(neutrophil gelatinase associated lipids transport proteins,NGAL)显著相关($|r|=0.579$);ROC 曲线进一步证实,RRI 曲线下面积达 0.984,截点值为 0.675,诊断多发伤患者发生 AKI 的敏感度为 90.9%,特异度为 95.7%。**结论:**对严重多发伤患者,入院即刻肾超声指标可预测 AKI 的发生,从而为制定肾保护性治疗措施及合理的血液净化策略提供依据,应作为 ICU 的常规监测项目。

【关键词】超声;多发伤;急性肾损伤;肾血管阻力指数

【中图分类号】R44

【文献标志码】A

【收稿日期】2021-04-15

The value of bedside renal ultrasound in predicting acute kidney injury in patients with multiple injuries

Shen Yan¹,Jiang Daishan¹,Li Mengqiu²,Wang Fei²,Wang Meng¹,Zhou Zhongxia¹,Qiu Huiyuan¹,Wang Yayun¹,
Wang Hui¹,Li Jingjing¹,Wang Ting¹,Cai Danlei¹,Yuan Dingshan¹,Shen Yanbo¹,Huang Zhongwei¹

(1. Department of Emergency Medicine ,Affiliated Hospital of Nantong University;

2. Medical School of Nantong University)

【Abstract】Objective: To explore the predictive value of renal ultrasound for acute kidney injury in patients with multiple injuries.

Methods: Patients with multiple injuries admitted to the emergency intensive care unit of the Affiliated Hospital of Nantong University from August 2018 to December 2020 were enrolled in our study. Renal blood grades and renal resistance index(RRI) were assessed by bedside ultrasound. Patients were divided into acute kidney injury(AKI) group and non-AKI group. Firstly,we investigated the correlation between ultrasound indexes and traditional renal indexes,and further detected the value of renal ultrasound indexes in predicting AKI diagnosis and outcomes. **Results:** Compared with non-AKI group, renal blood flow of AKI group was significantly decreased($P<0.001$),and RRI was significantly increased(0.802 ± 0.077 vs. 0.628 ± 0.035 , $P<0.05$). RRI at admission had a significant correlation with the worst creatinine during the hospitalization($|r|=0.687$),and was consistent with the serum biomarker neutrophil gelatinase associated lipids transport proteins($|r|=0.579$). ROC curve analysis further confirmed that the area under ROC was 0.984, and the cut-off value was 0.675,indicating that the diagnosis sensitivity and specificity were 90.9% and 95.7% separately. **Conclusion:** Renal blood flow and RRI during the hospitalization are sensitive indicators for predicting the occurrence of AKI in patients with multiple injuries,thus providing a basis for appropriate renal protective measures and blood purification strategies,which could be used as a routine monitoring item.

【Key words】ultrasound;multiple injuries;acute kidney injury;renal resistance index

作者介绍:沈 艳,Email:shenyanfy@ntu.edu.cn,

研究方向:急性肾损伤的临床与基础研究。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:82000632)。

优先出版:https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20220928.1630.006.html

(2022-09-30)

随着社会经济水平的发展和现代交通工具的普及,颅脑、胸腹部、四肢骨折等多发伤的发生率逐年增加,不仅具有高致死率及致残率,也易合并肾脏等重要器官的继发损害^[1]。急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)发生后可引起一系列电解质、酸碱紊乱和容量失衡,是影响多发伤患者预后的重要因素^[2]。目前临床上评估肾功能的主要方法是基于血清肌酐和尿量变化。但是,这些传统的肾功能评价方法不能有效预测肾功能变化,给多发伤患者 AKI 的防治带来很大挑战。近年来,床旁超声技术的普及为重症监护病房(intensive care unit, ICU)提供了简便、无创、实时、可视化的诊断技术和评估手段,同时可以反复进行,达到动态观察病情的目的^[3]。本研究旨在应用床旁超声对肾脏血流的微循环变化进行实时监测,评价肾脏血流及肾血管阻力指数(renal resistance index, RRI)在多发伤患者是否发生 AKI 的预测价值。

1 资料和方法

1.1 一般资料

入选 2018 年 8 月至 2020 年 12 月因多发伤在南通大学附属医院急诊 ICU(emergency ICU, EICU)住院的多发伤患者。排除标准:既往有慢性肾功能不全者;入院时影像学检查提示存在肾脏占位者;外伤经影像学检查确诊或疑似肾挫裂伤、肾血管或者尿道损伤者;因肥胖、腹腔胀气、水肿等因素导致肾脏超声显像欠清者。剔除标准:住院未满 72 h 死亡者。

AKI 的诊断标准参照 2012 年 KDIGO 标准^[4],根据患者的血肌酐水平和尿量变化,将 AKI 分为 1、2、3 期,即血肌酐水平达基础值的 1.5~1.9 倍或增加幅度 ≥ 0.3 mg/dL ($\geq 26.5 \mu\text{mol/L}$)、尿量 <0.5 mL/(kg·h)持续 6~12 h 为 AKI 1 期;血肌酐水平达基础值的 2.0~2.9 倍或尿量 <0.5 mL/(kg·h)持续 ≥ 12 h 为 AKI 2 期;血肌酐水平达基础值的 3.0 倍或肌酐升高 ≥ 4.0 mg/dL ($\geq 353.6 \mu\text{mol/L}$)或开始进行肾脏替代治疗或年龄 <18 岁时, eGFR 下降至 <35 mL/(min $\cdot 1.73$ m²)或尿量 <0.3 mL/(kg·h)持续 ≥ 24 h 或无尿 ≥ 12 h 为 AKI 3 期。

本研究为观察性研究,项目已获得所在医院的伦理审核(审核编号为:2020-K096-01),患者均在入院时征得家属同意并签署知情同意书。

1.2 仪器及操作标准

应用 GE 公司的 LOGIQ eNextGen 便携式彩色超声仪,选择凸阵探头(型号为:C1-5)、频率 4 MHz 进行肾脏超声检查。

床旁超声探查肾脏的操作方法及评价标准参考中国重症超声工作组制定的重症超声临床应用技术规范^[5]:患者取平卧位,分别于剑突水平左侧腋后线、右侧腋后线水平探查

左右两侧肾脏,以彩色多普勒探查肾脏局部的血液循环,根据血流情况给予评分(0~3 级),整个肾脏内看不到任何血流为 0 级,只有肾门附近检测到少量血流为 1 级,肾门和大部分叶间血管血流可见为 2 级,弓状动脉血流可见为 3 级。选择弓状动脉和叶间动脉行脉冲多普勒检查,分别测量收缩期峰流速(peak systolic flow velocity, PSV)、舒张末期流速(end diastolic flow velocity, EDV),经超声仪自带软件包计算获得 RRI[RRI=(PSV-EDV)/PSV],正常值范围为 0.58~0.64。肾脏超声探查由至少 2 名具有超声资质的高年资重症医生分别探查后取平均值。根据肾脏损伤的不同程度,超声影像可呈现不同的表现(图 1、图 2)。

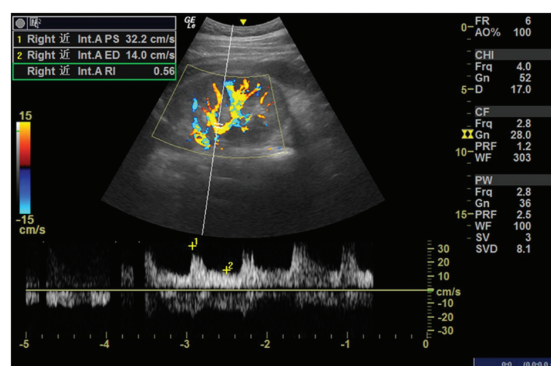


图 1 左侧腋后线水平探查左侧肾脏,并测定 RRI
(肾血流 3 级, PSV=32.2 cm/s, EDV=14.0 cm/s, RRI=0.56)

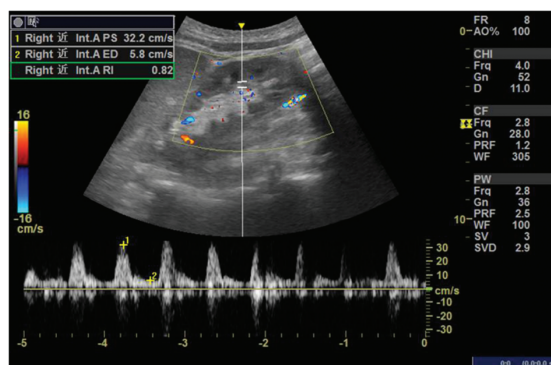


图 2 右侧腋后线水平探查右侧肾脏,并测定 RRI
(肾血流 2 级, PSV=32.2 cm/s, EDV=5.8 cm/s, RRI=0.82)

1.3 分组及治疗

将患者分为 AKI 组和非 AKI 组。所有患者均按照标准的治疗方案,给予适当的外科干预、抗感染及营养支持,同时根据血流动力学参数调整补液的量及速度。若符合 AKI 诊断标准 2 期及以上,且出现严重的经药物治疗无效的容量、溶质及酸碱失衡时启动床旁持续血液净化治疗(continuous renal replaced therapy, CRRT)。

1.4 观察指标、治疗及随访

入院时根据患者的基础疾病及伤情综合评估,计算急性生理学及慢性健康状况评分(acute physiology and chronic health evaluation scoring system, APACHE II)和创伤严重程度评分(injury severity score, ISS)。监测并随访入院即刻、每日清

晨的血清肌酐水平和 24 h 尿量变化,记录入院即刻肌酐(Cr_{in})及在院期间肌酐最高水平(Cr_{max}),评估患者是否发生 AKI。留取入院即刻血标本,用于检测中性粒细胞明胶酶载脂蛋白(neutrophil gelatinase associated lipids transport proteins, NGAL),即 $NGAL_{in}$ 。入院即刻探查两侧肾脏的血流分级、RRI (即 RRI_{in}),计算平均值。观察终点为死亡或出 EICU。

1.5 统计学处理

使用 SPSS 19.0、R 语言 3.5.2 和 MedCalc15.2.2 统计软件进行数据处理和图形绘制。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布计量资料以 $M_d(P_{25}, P_{75})$ 表示。2 组间比较采用独立样本 t 检验,计数资料以百分率表示,组间比较采用卡方检验。连续性变量的相关性分析以 Pearson 相关系数 r 表示。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基线资料比较

根据本实验入选的诊断、排除和剔除标准,最终入选多发伤患者共 67 人。其中男性 47 人,年龄(49.8 ± 14.1)岁,主要为撞击伤或碾压伤 65 例,高空坠落伤 2 例。发生 AKI 的患者共 44 人,其中入院时合并 AKI 的 8 人,住院期间发生 AKI 的 36 人。根据 KIDGO 诊断标准,1 期 20 人,2 期 19 人,3 期 5 人,需要 CRRT 治疗者共 11 人,最终 30 人肾功能完全恢复,死亡 4 人,10 人遗留不同程度的肾功能不全(图 3)。对基线资料的分析显示(表 1),2 组患者年龄、性别及合并的基础疾病(高血压病、糖尿病、冠心病)无统计学差异。但是,AKI 组的 APACHE II 和 ISS 评分更高,提示多发伤的伤情越重,AKI 风险越高。

2.2 肾脏超声指标与传统诊断指标的相关性分析

比较 2 组患者入院即刻的肾血流及 RRI_{in} 。AKI 患者入院即刻肾血流分级评分已明显下降(表 2, $P<0.001$), RRI_{in} 明显升高(0.802 ± 0.077 vs. 0.628 ± 0.035 , $P=0.000$),差异有统计学意义。其中,AKI 组 PSV_{in} 无统计学差异[(30.71 ± 0.37) cm/s vs. (30.40 ± 0.53) cm/s, $P=0.624$], EDV_{in} 有统计学

差异[(6.82 ± 0.48) cm/s vs. (12.93 ± 0.55) cm/s, $P<0.001$]。提示多发伤继发 AKI 的患者早期存在肾脏血流下降和 RRI 升高,且 RRI 的升高源于小动脉舒张末期血流速下降。

表 1 多发伤患者基线资料比较 ($\bar{x} \pm s; n, \%$)

基线资料	AKI组(n=44)	非 AKI 组(n=23)	P 值
年龄/岁	50.5 $\pm$ 13.7	48.5 $\pm$ 15.1	0.521
男性	32(72.7)	13(56.3)	0.180
基础疾病			
高血压病	8(18.2)	5(21.7)	0.727
糖尿病	7(15.9)	3(13.0)	0.755
冠心病	5(11.4)	3(13.0)	0.840
APACHE II	17.0 $\pm$ 3.4	13.0 $\pm$ 3.0	0.001
ISS	17.1 $\pm$ 3.4	14.6 $\pm$ 3.0	0.003

表 2 2 组患者入院即刻肾血流比较 ($n, \%$)

分级	AKI组(n=44)	非 AKI 组(n=23)
0	6(13.6)	0(0.0)
1	13(29.5)	0(0.0)
2	20(45.5)	10(43.5)
3	5(11.4)	13(56.5)

将 RRI_{in} 分别与 Cr_{in} 、 Cr_{max} 、 $NGAL_{in}$ 作 Pearson 相关性分析。结果显示, RRI_{in} 与 Cr_{in} 相关性微弱($r=0.255$),与 Cr_{max} 相关性显著(图 4, $r=0.687$),与 $NGAL_{in}$ 相关性亦具有显著性($r=0.579$)。提示 RRI_{in} 可预测多发伤患者 AKI 的发生,并且与生物标记物 $NGAL_{in}$ 具有良好的相关性。

2.3 RRI_{in} 诊断 AKI 的敏感度和特异度分析

以 AKI 发生与否作二分类,绘制 ROC 曲线(图 5)。 RRI_{in} 的曲线下面积为 0.984(95%CI=0.962~1.000),截点值为 0.675,提示当 RRI_{in} 值为 0.675 时诊断多发伤患者发生 AKI 的敏感度为 90.9%,特异度为 95.7%; $NGAL_{in}$ 的曲线下面积为 0.890(95%CI=0.814~0.967),截点值为 297.995,提示当 $NGAL_{in}$ 为 227.995 ng/mL 时,诊断多发伤患者发生 AKI 的敏感度为 79.5%,特异度为 100%。提示在诊断 AKI 方面, RRI_{in} 可与生物标记物 $NGAL_{in}$ 相媲美。

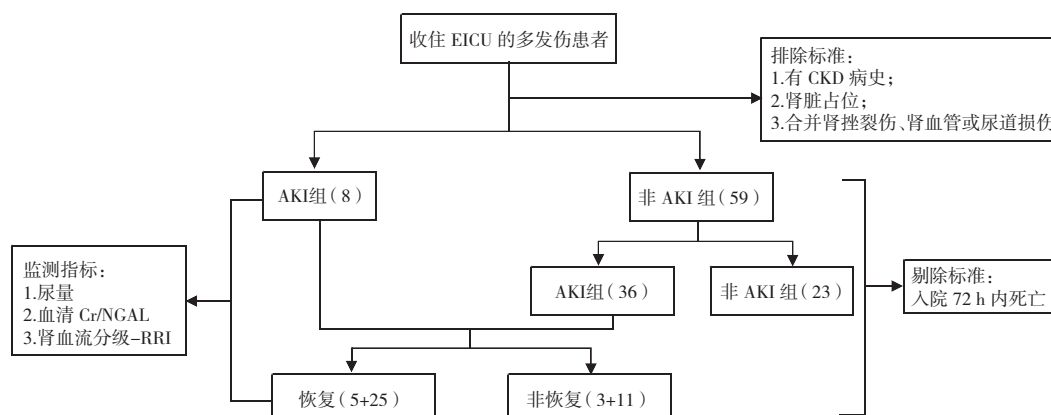


图 3 实验设计及患者临床预后

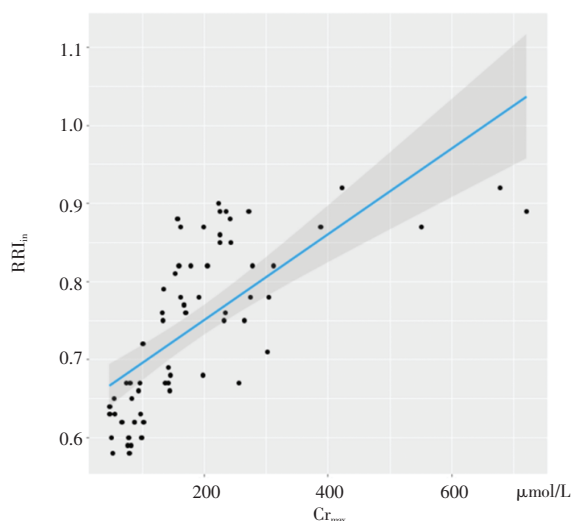
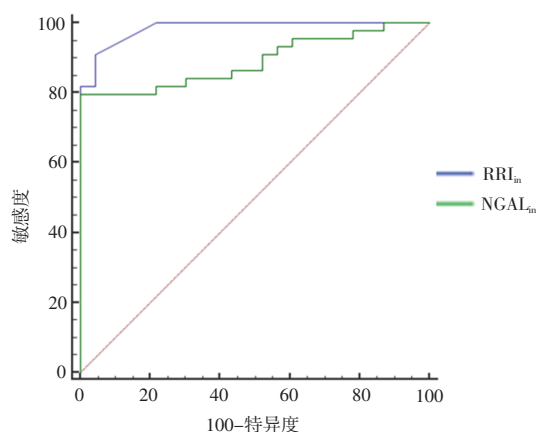
图4 RRI_{in}与Cr_{max}相关性分析的散点图

图5 诊断多发伤患者发生AKI敏感度和特异度的ROC曲线

3 讨论

AKI是一种以尿量骤减、代谢终产物蓄积及肾脏内分泌功能丧失为特征的临床综合征,可在脓毒症、多发伤、大面积烧伤等多种疾病状态下诱发。据流行病学调查发现,多发伤患者继发AKI的风险达18%~26%,是严重影响多发伤患者临床转归的因素之一^[6-8]。因此,在严重多发伤患者诊治过程中,寻找预测AKI发生发展的敏感指标,对制定肾脏保护性液体复苏策略、指导抗生素合理使用、避免肾损伤药物使用、制定合理的血液净化策略具有重要意义。

KIDGO指南对AKI的定义和严重程度分期仍建立在传统肾功能的基础上,即主要基于血清肌酐水平和尿量的动态变化。但是,由于肾脏存在强大的代偿功能,当肾实质损害小于50%时,肌酐水平仍能维持在正常范围内^[9],导致临床对AKI的诊断延迟,最终造成临床干预滞后,不能为临床肾脏保

护性策略的制定提供有价值的预判。

基于传统肾功能评估方法的缺陷,学者们寄希望于新型的生物标记物应用于AKI的早期诊断。诚然,众多生物标记物已被证明具有AKI诊断的高敏感度和特异度,如尿β2微球蛋白、胱抑素C、NGAL等^[10]。但是,由于AKI的诱发因素不同、发病机制不同、损伤部位不同,单一生物标记物对预测AKI存在诸多不足。譬如尿β2微球蛋白^[11]仅反映肾小球的损伤程度,不能反映肾小管上皮细胞损伤的严重程度,对于多发伤横纹肌溶解造成的肾小管坏死,可造成病情严重程度低估。血清NGAL水平^[12]可在AKI后立即升高,但多个临床荟萃分析发现,虽然其诊断AKI的敏感度高达88.1%,但是特异度仅有47.4%,容易导致病情严重程度高估^[13-14]。为了提高AKI诊断的敏感性和特异性而联合应用多个生物标记物似乎是合理的解决办法,但反复抽血不仅增加医源性失血的风险,同时也大大增加医疗花费。

在ICU病房,基于实时、动态、可视化评估肾脏局部的血流,通过多普勒超声方法评估肾脏微循环的无创血流动力学参数如肾血流分级、肾血管阻力指数^[15-17],以及床旁超声技术^[18]可为ICU医生提供更多的信息,与传统的肾功能指标、生物标记物相比,可反复进行,且无须反复搬动患者外出,其优势尤为突出。超声下的组织血流可以直观反映肾脏局部的血液灌注,间接推测全身血流动力学的状态;肾小动脉收缩期峰流速、舒张末期流速可反映微血管的顺应性和血流弹力。肾脏的超声指标已在脓毒症模型中被证明可作为预测AKI发生发展的重要指标^[19],但在多发伤患者中是否具有同样的临床价值尚不清楚。

多发伤患者损伤的周围环境和机制较为复杂,伤情重、变化急骤,急性期可表现为严重的失血性休克,后期可表现为凝血障碍、内环境紊乱、感染和多脏器功能受损。因此,多发伤的不同阶段,其治疗具有不同的侧重点。创伤后的急性期,扩展的创伤超声评估流程(extended focused assessment with sonography for trauma, eFAST)有助于快速锁定致命性出血部位,而肾脏超声作为较易获取的重要器官影像资料,其血流灌注情况在早期可用于指导液体复苏,但在经历休克、感染、器官损害的多重影响下,超声在容量管理和肾功能损伤中是否具有指导和预测价值尚未可知。

因此,基于以上的研究背景和理论基础,设计、开展了本研究。研究对象为入住南通大学附属医院EICU的多发伤患者。动态观察、监测、评估多发

伤患者住院期间肾脏指标的变化,包括传统的肾功能指标(血清肌酐)、肾损伤相关的生物标记物(血清 NGAL)和肾脏超声指标(肾血流分级、RRI),同时观察并随访是否发生 AKI 及临床转归。结果显示,入院即刻的肾脏超声指标与 NGAL 均有良好的相关性,在肌酐升高前已出现明显变化,并与在院期间肌酐的最高值显著相关。ROC 曲线进一步证实,入院即刻 RRI 水平在诊断多发伤患者 AKI 发生的敏感度达 90.9%,特异度达 95.7%,其价值可与血清 NGAL 相媲美。本研究还证实,多发伤继发 AKI 时主要表现为肾脏微循环淤血,即收缩期血流速度正常、舒张期血流速度下降,说明损伤早期肾小动脉通过“挤压式射血”代偿了休克引起的血流下降。损伤早期的肾脏超声指标与传统肾脏指标相比更敏感,具有预测多发伤患者 AKI 发生的价值,可为临床制定肾保护性策略、避免肾损害药物的使用提供理论依据。同时,超声技术与全身血流动力学数据结合,有利于制定更精准化、个体化的治疗方案。其最终目的是减少 ICU 滞留时间、节约治疗费用。但是,本研究为单中心研究结果,病例数较少,结论有一定局限性,后续需要积累更多样本。同时,动态观察 AKI 患者 RRI 的变化是否可以预测患者的肾脏临床转归,制定合理的血液净化治疗策略,避免过度医疗,减少导管相关性感染风险,值得进一步研究。

基于以上研究结果可得出以下结论:床旁肾脏超声指标可提供肾脏微循环血流动力学参数,其变化早于常规肾功能评估指标,在诊断多发伤患者是否发生 AKI 方面具有较高的敏感度和特异度,且与新型生物标记物的相关性良好,可为多发伤患者制定预防性肾保护策略和合理性血液净化措施提供依据。并且,床旁肾脏超声指标具有实时动态评估的优点,获取操作简便,无创伤,应在 ICU 内普及使用。

参 考 文 献

[1] Eriksson M, Brattström O, Mårtensson J, et al. Acute kidney injury following severe trauma: risk factors and long-term outcome[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2015, 79(3): 407–412.

[2] Ostermann M, Chang RW. Acute kidney injury in the intensive care unit according to RIFLE[J]. Crit Care Med, 2007, 35(8): 1837–1843.

[3] 邢志群, 王小亭, 刘大为. 重症超声: 血流动力学的推手[J]. 协和医学杂志, 2019, 10(5): 461–464.

Xing ZQ, Wang XT, Liu DW. Critical ultrasonography: hemodynamic helper[J]. Med J Peking Union Med Coll Hosp, 2019, 10(5): 461–464.

[4] Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney in-

jury[J]. Nephron Clin Pract, 2012, 120(4): c179–c184.

[5] 尹万红, 王小亭, 刘大为, 等. 重症超声临床应用技术规范[J]. 中华内科杂志, 2018, 57(6): 397–417.

Yin WH, Wang XT, Liu DW, et al. Technical specification for clinical application of critical ultrasonography[J]. Chin J Intern Med, 2018, 57(6): 397–417.

[6] Xu X, Nie S, Liu ZS, et al. Epidemiology and clinical correlates of AKI in Chinese hospitalized adults[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2015, 10(9): 1510–1518.

[7] Talabani B, Zouwail S, Pyart RD, et al. Epidemiology and outcome of community-acquired acute kidney injury[J]. Nephrology (Carlton), 2014, 19(5): 282–287.

[8] Hoste EA, Schurgers M. Epidemiology of acute kidney injury: how big is the problem?[J]. Crit Care Med, 2008, 36(4 Suppl): S146–S151.

[9] Bellomo R, Kellum JA, Ronco C. Defining acute renal failure: physiological principles[J]. Intensive Care Med, 2004, 30(1): 33–37.

[10] Alge JL, Arthur JM. Biomarkers of AKI: a review of mechanistic relevance and potential therapeutic implications[J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2015, 10(1): 147–155.

[11] Klein SJ, Brandtner AK, Lehner GF, et al. Biomarkers for prediction of renal replacement therapy in acute kidney injury: a systematic review and Meta-analysis[J]. Intensive Care Med, 2018, 44(3): 323–336.

[12] Nasioudis D, Witkin SS. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin and innate immune responses to bacterial infections[J]. Med Microbiol Immunol, 2015, 204(4): 471–479.

[13] Bagshaw SM, Bennett M, Haase M, et al. Plasma and urine neutrophil gelatinase-associated lipocalin in septic versus non-septic acute kidney injury in critical illness[J]. Intensive Care Med, 2010, 36(3): 452–461.

[14] Kim S, Kim HJ, Ahn HS, et al. Is plasma neutrophil gelatinase-associated lipocalin a predictive biomarker for acute kidney injury in sepsis patients? A systematic review and Meta-analysis[J]. J Crit Care, 2016, 33: 213–223.

[15] Ciccone MM, Iacoviello M, Gesualdo L, et al. The renal arterial resistance index: a marker of renal function with an independent and incremental role in predicting heart failure progression[J]. Eur J Heart Fail, 2014, 16(2): 210–216.

[16] Gazhonova VE, Zykova AS, Chistyakov AA, et al. Prognostic value of renal resistance index in estimating the progression of chronic kidney disease[J]. Ter Arkh, 2015, 87(6): 29–33.

[17] Darmon M, Schortgen F, Vargas F, et al. Diagnostic accuracy of Doppler renal resistive index for reversibility of acute kidney injury in critically ill patients[J]. Intensive Care Med, 2011, 37(1): 68–76.

[18] 秦瑶, 尹万红, 曾学英, 等. 重症医学科问题导向重症超声检查特征分析[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2017, 14(12): 943–947.

Qin Y, Yin WH, Zeng XY, et al. Characteristics of ultrasonic patterns of problem based critical care ultrasound examination in patients in intensive care unit[J]. Chin J Med Ultrasound Electron Ed, 2017, 14(12): 943–947.

[19] Song JQ, Wu W, He YZ, et al. Value of the combination of renal resistance index and central venous pressure in the early prediction of sepsis-induced acute kidney injury[J]. J Crit Care, 2018, 45: 204–208.

(责任编辑: 周一青)