

## 急性肾损伤患者连续性肾脏替代治疗中心排血指数与下腔静脉呼吸变异指数的关系

农委信 黄育强 孙薇薇

**【摘要】目的** 观察急性肾损伤(AKI)患者在连续性肾脏替代治疗(CRRT)过程中中心排血指数(CI)与下腔静脉管径呼吸变异指数(RVI)之间的关系,为使用床旁超声快速评估血容量、指导液体管理提供依据。**方法** 采用前瞻性研究方法,选择广西贵港市人民医院急诊重症加强治疗病房(EICU)需行CRRT治疗的AKI患者为研究对象,24 h CRRT治疗采用连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)模式。检测患者CRRT期间CI,超声测量下腔静脉最大直径(IVCmax)、下腔静脉最小直径(IVCmin),计算RVI。分析AKI患者CI与RVI的关系。**结果** 23例AKI患者CRRT治疗期间,RVI由治疗前的(16.8±1.5)%逐渐升高至24 h时的(48.3±4.5)%;CI治疗前为(2.5±0.8) L·min<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>,随治疗时间延长逐渐升高至18 h达峰值,为(3.7±1.1) L·min<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>,然后逐渐下降至24 h为(3.2±1.7) L·min<sup>-1</sup>·m<sup>-2</sup>。CI达最高值时对应的RVI为(35.0±5.7)%,标准差大致为平均值的10%,具有临床意义。**结论** AKI患者行CRRT治疗过程中,当RVI上升至35.0%时可能出现CI的最大值,如果RVI继续上升,有可能出现容量不足。

**【关键词】** 急性肾损伤; 连续性肾脏替代治疗; 血液滤过; 下腔静脉管径; 呼吸变异指数; 心排血指数

因各种原因导致的急性肾损伤(AKI)是临床常见的急危重症,通常需要紧急行连续性肾脏替代治疗(CRRT)<sup>[1-2]</sup>,针对患者高血容量状态,一般选用连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)模式<sup>[3-6]</sup>。但是如果一味控制液体的摄入,随着CRRT的进行,就很有可能出现低血容量状态。所以,找到一种快速、简捷、有效的评估血容量的方法在临床上是非常重要的。血流动力学监测方法多样,包括中心静脉压(CVP)监测和脉搏指示连续心排血量(PiCCO)监测等,但二者均为有创操作,不可避免会发生相关并发症<sup>[7-9]</sup>。本研究通过对本院急诊重症加强治疗病房(EICU)23例行CVVH治疗的AKI患者进行分析,观察其治疗期间下腔静脉管径呼吸变异指数(RVI)及心排血指数(CI)的变化,为使用RVI进行液体管理提供有效的参考依据。

### 1 对象与方法

**1.1 研究对象的选择:**采用前瞻性研究方法,选择2013年3月至2014年10月本院EICU行CVVH治疗的AKI患者;排除机械通气、心肺复苏术后、严重心力衰竭、严重心律失常、肺动脉高压及恶性肿瘤晚期者。

本研究符合医学伦理学标准,并经医院伦理委员会批准,治疗方案获得患者或家属知情同意。

**1.2 入选患者的一般资料:**共23例患者入选,其中男性14例,女性9例;年龄48~85岁,平均(67.5±8.1)岁;身高153~175 cm,平均(166.1±3.3) cm;体质量42~81 kg,平均

(65.0±12.5) kg。根据改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)分期:1期9例,2期14例;慢性肾衰竭(CRF)急性加重15例,急性肾衰竭(ARF)8例(其中脓毒症2例、急性中毒3例、急性梗阻性肾病3例)。

**1.3 CRRT治疗方法:**23例患者均在局麻下行右侧股静脉穿刺,置入双腔透析用深静脉导管,建立体外循环。使用全自动旭化成ACH-10床旁连续血滤系统及配套的管道滤器(Fresenius FX80膜型血滤器,膜面积1.6 m<sup>2</sup>)。应用CVVH模式,置换液采用南京军区南京总医院改良配方,血流量为150~200 mL/h,置换液流量为2 000~4 000 mL/h,超滤量初始值为8 mL·h<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>,CRRT期间用低分子肝素抗凝或无肝素透析,使活化部分凝血活酶时间(APTT)保持在正常参考值的1.5~2.5倍。治疗24 h内患者总入量(葡萄糖、氯化钠等晶体液)不超过800 mL。

**1.4 观察指标及方法:**记录CRRT 24 h内的CI、下腔静脉最小直径(IVCmin)和最大直径(IVCmax)的变化,并计算下腔静脉RVI。

**1.4.1 CI的监测:**使用BeneView T5多功能监护仪的无创心排血量(ICG)模块。

**1.4.2 RVI和下腔静脉管径测定:**患者取平卧位,应用超声机测量心房入口2 cm下腔静脉管径,冻结吸气末及呼气的图像,测量IVCmin、IVCmax。根据公式计算RVI。

$$RVI = (IVCmax - IVCmin) / IVCmax \times 100\%$$

**1.5 统计学方法:**采用SPSS 16.0软件进行统计分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,分析各组数据间的关系,标准差越小,均数代表性越好,当标准差<均数的10%说明有较好的临床意义。

DOI: 10.3760/ema.j.issn.2095-4352.2015.05.013

基金项目:广西贵港市科学研究与技术开发计划项目(1302035)

作者单位:537100 广西贵港,贵港市人民医院急诊ICU

通讯作者:农委信, Email: qqgg00100@163.com

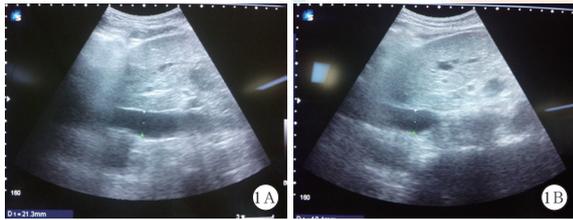
## 2 结果

表1和图1~2显示, AKI患者随着CRRT的进行, RVI出现逐渐上升的趋势, CI呈现逐渐升高后下降的趋势, 所有患者CI达峰值时对应的RVI为(35.0±5.7)%, 标准差大致为平均值的10%, 具有临床意义。提示当RVI上升至35.0%时可能出现CI的最大值, 如果RVI继续上升, 有可能出现液体容量不足, 所以在临床中通过RVI可以更准确地评估和指导AKI患者的液体管理。

**表1** 23例AKI患者CRRT治疗期间CI、IVCmax、IVCmin、RVI的变化( $\bar{x} \pm s$ )

CRRT时间(h)	例数(例)	CI(L·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )	IVCmax(mm)	IVCmin(mm)	RVI(%)
0	23	2.5±0.8	21.2±5.1	17.6±4.0	16.8±1.5
6	23	3.1±0.8	18.4±3.7	14.3±4.6	22.3±4.1
12	23	3.3±1.1	16.1±5.5	12.0±3.9	28.1±3.9
18	23	3.7±1.1	15.9±4.9	9.8±4.6	35.0±5.7
24	23	3.2±1.7	11.9±4.0	6.2±3.2	48.3±4.5

注: AKI为急性肾损伤, CRRT为连续性肾脏替代治疗, CI为心排血指数, IVCmax为下腔静脉最大直径, IVCmin为下腔静脉最小直径, RVI为下腔静脉管径呼吸变异指数



**图1** 急性肾损伤患者行连续性肾脏替代治疗(CRRT)前, 超声显示下腔静脉最大直径(IVCmax)为21.3 mm(A), 下腔静脉最小直径(IVCmin)为19.4 mm(B), 下腔静脉管径呼吸变异指数(RVI)为9.0%



**图2** 急性肾损伤患者行连续性肾脏替代治疗(CRRT) 18 h, 心排血指数(CI)达最高值时, 超声显示下腔静脉最大直径(IVCmax)为17.0 mm(A), 下腔静脉最小直径(IVCmin)为9.5 mm(B), 下腔静脉管径呼吸变异指数(RVI)为44.0%

## 3 讨论

AKI和少尿、无尿患者是急诊常见的重症疾病, 过多的液体负荷会导致组织水肿, 加重器官功能衰竭<sup>[10-11]</sup>, 此类患者通常需要急诊CRRT治疗<sup>[1-2]</sup>。但是肾功能衰竭患者并非一直存在高血容量状态, 在行CRRT同时如果一开始就严格控制液体的摄入, 就有可能导致患者液体不足, 使其呈低血容量表现, 若此时未及时对体内容量状态给予有效辨别, 极有可能加快病情的恶化速度。然而在临床实践中, 医生有时

无法对血容量进行有效的判断。有资料显示, 针对重症患者尽早给予血流动力学测定, 可以有效调节心排血量, 提高尿量及肾脏容量<sup>[12-13]</sup>, 这对强化整体疗效具有重要的意义。

决定每搏量指数的3个因素为前负荷、后负荷及心肌收缩力。AKI患者通常由于少尿, 水钠潴留严重, 前负荷过度增加, 超过心肌纤维最适初长度, 大大降低了心肌收缩力, 减少每搏量, 致使CI减少; 而当CRRT治疗时, 较多的体液排出使CI提高, 但在排出过量的情况下, 可能造成前负荷不足, 同样降低CI。因此, 通过监测CI来判断AKI患者血容量的最佳阈值是可行的。

监测血流动力学的方式多种多样, 如CVP、肺动脉楔压(PAWP)、PiCCO等, 在临床中已经得到广泛的应用<sup>[7-9]</sup>, 但多为有创、微创操作, 需要花费一定的置管时间, 如果遇上困难置管则耗时更长。置管位置偏移会导致读取数据偏差, 且一旦发生出血、气胸等并发症, 可能使病情恶化。因此, 我们希望在临床中找到更简单、更安全, 最好是无创的方法来快速评估患者的血容量。

无创心排血量监测是在胸电生物阻抗测量(TEB)基础上建立的无创监护系统, 主要提供血流动力学参数, 以便对临床诊断进行指导。国内外研究显示, 相对于有创监测结果, 无创监测技术的精准性及相关性更佳, 所测得的参数结果与有创监测的相关系数在0.9以上, 所以在临床医疗领域中具有较高的应用价值。有研究发现, 无创血流动力学监测对急、慢性器官功能衰竭患者容量负荷方面的测定具有更高的有效性及安全性<sup>[14-15]</sup>。本研究选取的患者病情相对较轻, 心肺功能良好, 无机械通气、严重心律失常, 减少了对无创心排血量测定的干扰, 从而保证了获取CI的准确性。

近年来, 床旁超声技术也在重症加强治疗病房(ICU)及急诊室得到了广泛应用, 具有操作简便、无创伤、快捷等优势, 并且逐渐显示出对心脏功能、液体反应性和心肺相互作用等方面的应用价值<sup>[16-18]</sup>。下腔静脉顺应性好、管径大, 呼气时胸腔内压显著上升, 下腔静脉血液回流到右心血量显著下降, 下腔静脉管径扩张; 反之, 吸气时可使腔静脉管径缩小, 随着血容量的提升, 下腔静脉管径也随之扩张, 且管径的变化幅度与呼吸运动密切相关<sup>[19-20]</sup>; 而血容量减少时与以上描述相反。Tetsuka等<sup>[21]</sup>用超声测定血液透析前后的IVC, 结果显示IVC与体内血容量间存在显著的线性关系。很多研究得到相同结果, 血容量变化时IVC也会随之变化, IVC与血容量具有密切的相关性, 同时IVC可以反映出体液容量水平<sup>[22-25]</sup>。也有资料显示, PiCCO测定时RVI与胸腔内血容量(ITBV)、全心舒张期末容积(GEDV)有相关性<sup>[27-28]</sup>。但临床中我们发现, 由于个体差异, 个体间测出的IVC基础值也存在较大的差异, 因而使用IVC的变异率指标RVI作为监测指标更理想, 更加符合临床判断。

CI虽然意义大, 但无论有创还是无创监测, 因设备和成本等原因, 并不容易普及。本研究选取的患者心肺功能尚良好, 排除了机械通气、心脏结构病变等疾病带来的影响, 用RVI作为反映前负荷的指标是可行的。但目前对RVI的

阈值尚无明确论<sup>[29]</sup>。所以本研究选用CI最大值作为RVI的测定阈值。提示AKI患者行CRRT治疗过程中,当RVI上升至原来的35.0%时可能出现CI的最大值,如果RVI继续上升,有可能出现血容量不足的情况。在今后的临床中可以通过RVI更准确地评估和指导AKI患者的液体管理。

本研究发现,通过床旁超声反复测量IVC,计算RVI,在CRRT过程中可以作为简捷、快速地评估患者血容量的有效手段。床旁超声还能测定心脏参数,评估患者的心脏功能状态。而IVC作为基础性床旁超声监测技术,值得临床推广。目前床旁超声在危重病患者的评估上仍有其局限性,如设备相对昂贵,基础医院普及率不高;超声诊断资格无明确规定,针对性的培训较少;且超声对声像的辨别带有不同程度的主观性等。但随着医务人员对床旁超声的日益了解,作为一个可视“听诊器”的超声,必定拥有广阔的前景<sup>[29]</sup>。

### 参考文献

[1] 杜斌,胡小芸.与全身性感染相关急性肾损伤的诊断与治疗[J].中华危重病急救医学,2010,22(12):709-710.

[2] 许焯,李丹丹,何瑛,等.连续血液净化在严重脓毒症患儿中的应用及对炎症因子白细胞介素-6和肿瘤坏死因子- $\alpha$ 的调节[J].中国小儿急救医学,2013,20(1):48-51.

[3] 赵平,郑瑞强.连续性肾脏替代治疗严重感染所致急性肾损伤的研究进展[J].中国中西医结合急救杂志,2013,20(2):118-120.

[4] 李家瑞.重症监护病房的急性肾损伤[J].中国中西医结合急救杂志,2014,21(3):238-240.

[5] 王丽锋,严玉澄,朱铭力.急性肾损伤时的肾脏与其他远隔脏器的交互作用[J].中国中西医结合肾病杂志,2011,12(3):271-273.

[6] 李亚莉,李志军,王东强,等.毛细血管渗漏综合征的治疗进展[J].中国中西医结合急救杂志,2014,21(1):77-78.

[7] Monnet X, Anguel N, Naudin B, et al. Arterial pressure-based cardiac output in septic patients: different accuracy of pulse contour and uncalibrated pressure waveform devices [J]. Crit Care, 2010, 14(3): R109.

[8] Yamashita K, Nishiyama T, Yokoyama T, et al. The effects of vasodilation on cardiac output measured by PiCCO [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2008, 22(5): 688-692.

[9] 王助衡,张静,李玉伟,等.严重脓毒症液体复苏中全心舒张期末容积指数与中心静脉压的相关性研究[J].中国中西医结合急救杂志,2013,20(4):248-249.

[10] 杨万杰,冯庆国,魏凯,等.早期限制性液体正平衡策略对严重创伤患者预后的影响[J].中华危重病急救医学,2013,25(1):36-39.

[11] 陈齐红,郑瑞强,林华,等.不同液体管理策略对感染性休克患者病死率的影响[J].中华危重病急救医学,2011,23(3):142-145.

[12] Van De Water JM, Miller TW, Vogel RL, et al. Impedance

cardiography: the next vital sign technology? [J]. Chest, 2003, 123(6): 2028-2033.

[13] Sageman WS, Riffenburgh RH, Spiess BD. Equivalence of bioimpedance and thermodilution in measuring cardiac index after cardiac surgery [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2002, 16(1): 8-14.

[14] Kossari N, Hufnagel G, Squara P. Bioreactance: a new tool for cardiac output and thoracic fluid content monitoring during hemodialysis [J]. Hemodial Int, 2009, 13(4): 512-517.

[15] 左蕾,王在义.胸阻抗法无创血流动力学监测研究进展[J].新疆医科大学学报,2009,32(4):493-495.

[16] 张丽娜,艾宇航,刘志勇,等.重症医学医师主导的床旁目标导向超声心动图检查在ICU应用的可行性研究[J].中华危重病急救医学,2012,24(12):739-741.

[17] 王小亭,刘大为,张宏民,等.扩展的目标导向超声心动图方案对感染性休克患者的影响[J].中华医学杂志,2011,91(27):1879-1883.

[18] 白静慧,俞伟平,臧彬.应用超声心动技术分析机械通气对左室功能的影响[J].中华危重病急救医学,2011,23(4):232-235.

[19] Barbier C, Loubières Y, Schmit C, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients [J]. Intensive Care Med, 2004, 30(9): 1740-1746.

[20] Moretti R, Pizzi B. Inferior vena cava distensibility as a predictor of fluid responsiveness in patients with subarachnoid hemorrhage [J]. Neurocrit Care, 2010, 13(1): 3-9.

[21] Tetsuka T, Ando Y, Ono S, et al. Change in inferior vena caval diameter detected by ultrasonography during and after hemodialysis [J]. ASAIO J, 1995, 41(1): 105-110.

[22] Krause I, Birk E, Davidovits M, et al. Inferior vena cava diameter: a useful method for estimation of fluid status in children on haemodialysis [J]. Nephrol Dial Transplant, 2001, 16(6): 1203-1206.

[23] 刘惠兰,周亦伦,段晓峰. ANP、CGMP 和 ICVD 对血液透析患者干体重评价的意义[J].中国血液净化,2003,2(12):648-650.

[24] 王洪亮,刘海涛,于凯江.被动抬腿试验联合无创心排量监测系统预测容量反应性的临床研究[J].中华危重病急救医学,2011,23(3):146-149.

[25] 黄磊,张卫星,蔡文训,等.被动抬腿试验预测严重感染和感染性休克患者的容量反应性[J].中华危重病急救医学,2011,23(3):154-157.

[26] Michalke JA. An overview of emergency ultrasound in the United States [J]. World J Emerg Med, 2012, 3(2): 85-90.

[27] 刘云,卢院华,谢剑峰,等.被动抬腿试验评价感染性休克患者容量反应性的价值[J].中华外科杂志,2011,49(1):44-48.

[28] 张宏民,刘大为,王小亭,等.每搏量变异评价顽固性感染性休克患者容量反应性[J].中华内科杂志,2010,49(7):610-613.

[29] 洪玉才,张茂,何小军,等.急诊床旁应用超声FAST方案快速评估多发伤的初步研究[J].中华急诊医学杂志,2010,19(10):1066-1069.

(收稿日期:2014-11-25)

(本文编辑:保健媛)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

## 本刊关于临床试验和伦理的一般要求

临床试验注册号应是从WHO认证的一级临床试验注册中心获得的全球唯一的注册号。临床试验注册号排印在摘要结束处。以“临床试验注册”(Trial registration)为标题(字体、字号与摘要的其他小标题相同),写出注册机构名称和注册号。前瞻性临床试验研究的论著摘要应含有CONSORT声明(Consolidated Standards of Reporting Trial; <http://www.consort-statement.org/home>)列出的基本要素。医学伦理问题及知情同意须遵循医学伦理基本原则。当论文的主体是以人为研究对象时,作者应说明其遵循的程序是否符合负责人体试验的委员会(单位性的、地区性的或国家性的)所制订的伦理学标准,并提供该委员会的批准文件(批准文号著录于论文中)及受试对象或其亲属的知情同意书。