

# 超声评估慢性肾功能衰竭合并高血压病的维持性血液透析患者容量状态的价值

王泽凯 龙玲 赵鹏 赵浩天 牛凯 刘冰

**摘要** 目的 探讨超声评价慢性肾功能衰竭(以下简称肾衰)合并高血压病的维持性血液透析患者容量状态的临床应用价值。方法 选取我院拟接受维持性血液透析治疗的慢性肾衰合并高血压病患者 56 例,根据 CT 测量的心胸比分为容量过负荷(心胸比 $>0.55$ )组 24 例和容量正常(心胸比 $\leq 0.55$ )组 32 例,均于透析治疗前行床旁超声测量下腔静脉内径(D-IVC),并计算下腔静脉随呼吸变异度(V-IVC),比较两组间各指标的差异。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价各指标对容量状态的预测价值。分析呼气末下腔静脉内径(D-IVCe)、V-IVC 与心胸比的相关性。结果 与容量正常组比较,容量过负荷组 D-IVCe 升高、V-IVC 降低,差异均有统计学意义( $P=0.005, 0.010$ )。ROC 曲线分析显示,分别以 D-IVCe 17.7 mm 和 V-IVC 30% 为截断值,其预测容量过负荷的敏感性分别为 58.3% 和 81.3%,特异性分别为 81.2% 和 58.3%,曲线下面积分别为 0.719(95% 可信区间 0.584~0.855)和 0.696(95% 可信区间 0.554~0.838)。相关性分析显示,心胸比与 D-IVCe 呈正相关( $r=0.607, P<0.05$ ),与 V-IVC 呈负相关( $r=-0.585, P<0.05$ )。结论 应用超声评估慢性肾衰合并高血压病的维持性血液透析患者的容量状态有重要的临床价值。

**关键词** 超声检查;下腔静脉;容量状态;心胸比;肾功能衰竭,慢性  
[中图分类号]R445.1;R692.5 [文献标识码]A

## Ultrasonic evaluation of maintenance dialysis patients with chronic renal failure and hypertension

WANG Zekai, LONG Ling, ZHAO Peng, ZHAO Haotian, NIU Kai, LIU Bing  
Department of Nephrology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, China

**ABSTRACT Objective** To explore the clinical application value of ultrasound in evaluating the volume state of maintenance dialysis patients with chronic renal function failure (herein referred to as renal failure) and hypertension. **Methods** Totally 56 cases of chronic renal failure and hypertension planned to receive maintenance dialysis in our hospital were included. They were divided into volume overload group 24 cases (cardiothoracic ratio $>0.55$ ) and normal volume group 32 cases (cardiothoracic ratio $\leq 0.55$ ) according to cardiothoracic ratio measured by CT. The diameter of inferior vena cava (D-IVC) was dynamically monitored by bedside ultrasound before dialysis treatment, and the variability of inferior vena cava (V-IVC) with respiration was calculated, the differences of parameters between the two groups were compared. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to evaluate the predictive value of each index on capacity state, and the correlation between the inner diameter of D-IVC at the end of expiratory (D-IVCe), V-IVC, and CT cardiothoracic ratio was analyzed. **Results** D-IVCe of parameters was increased and V-IVC decreased in volume overload group compared with volume normal group, and the difference were statistically significant ( $P=0.005, 0.010$ ). The ROC curve analysis showed that taking D-IVCe 17.7 mm and V-IVC 30% as the cut-off values, the sensitivity of predicting volume overload were 58.3% and 81.3%, and the specificity were 81.2% and 58.3%, respectively. The areas under ROC curve were 0.719 (95% CI 0.584~0.855) and 0.696 (95% CI 0.554~0.838). The correlation analysis showed that the cardio-thoracic ratio was positively correlated with D-IVCe ( $r=0.607, P<0.05$ ), and negatively correlated with V-IVC ( $r=-0.585, P<0.05$ ). **Conclusion** Ultrasound has a good evaluation value for the volume state of maintenance dialysis patients with chronic renal failure and hypertension.

**KEY WORDS** Ultrasonography; Inferior vena cava; Volume state; Cardiothoracic ratio; Renal failure, chronic

基金项目:河北省医学科学研究课题计划项目(20200714);河北省科技计划项目(152777137)

作者单位:050051 石家庄市,河北省人民医院肾内科(王泽凯、牛凯、刘冰),重症医学科(龙玲),超声科(赵浩天);河北医科大学研究生学院(赵鹏)  
通讯作者:刘冰, Email: liubingzhuren@126.com

慢性肾功能衰竭(以下简称肾衰)合并高血压病患者由于肾功能减退、心脏后负荷过高等因素易导致容量过负荷,导致心力衰竭、肺水肿等并发症<sup>[1]</sup>。高危慢性肾衰患者需定期接受维持性血液透析、腹膜透析或其他肾替代措施治疗,故准确评估患者容量状态是透析方案制定的前提。以往临床常应用 B 型脑利钠肽、中心静脉压等指标评估其容量状态,但均易受临床或个体因素干扰,导致测量结果不准确。CT 测量的心胸比是一个评价容量负荷较准确的影像学指标,但存在辐射、科间转运等风险,在接受床旁透析患者中的应用受限。通过超声监测下腔静脉(IVC)逐渐成为床旁观测容量负荷的新方法。本研究应用床旁超声对接受维持性血液透析的慢性肾衰合并高血压病患者进行动态监测,旨在探讨其评估容量状态的临床价值。

### 资料与方法

#### 一、临床资料

选取 2018 年 11 月至 2019 年 12 月在我院肾内科接受维持性血液透析治疗的慢性肾衰合并高血压病患者 56 例,其中男 36 例,女 20 例,年龄(56.7±16.0)岁。纳入标准:①年龄≥18 岁;②符合《美国肾脏病基金会慢性肾脏病临床实践指南》关于慢性肾衰诊断标准<sup>[2]</sup>;③血压≥130/80 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa);④均接受维持性血液透析治疗。排除标准:①处于诱导透析及急诊透析;②严重低氧血症或无自主呼吸;③合并肺栓塞、肺切除及肺部肿瘤等疾病;④胸腹部外伤、术后等包扎敷料干扰,或因肥胖、怀孕等导致超声检查受限;⑤严重心脏解剖异常、严重感染及凝血功能障碍;⑥患者或家属拒绝 CT 检查。本研究经我院医学伦理委员会批准,入选者均知情同意。

#### 二、仪器与方法

1. IVC 超声检查:使用 Philips CX50 床旁彩色多普勒超声诊断仪,相控阵探头,频率 2.5~5.0 MHz。受检者取仰卧位,床头抬高 30°,M 型超声于剑突下获取 IVC 长轴切面,选取 IVC 上距右房开口 2 cm 处作为测量位点,分别测量呼气末和吸气末期 IVC 内径(D-IVCe、D-IVCi),并计算下腔静脉随呼吸变异度

(V-IVC)。以上操作均由同一经验丰富的超声医师完成。

2. 心胸比测量及分组:所有患者均于血液透析治疗前行常规 CT 检查,由同一肾内科临床医师根据 CT 检查结果,选取心影最大层面测量心脏最大横径和胸廓最大横径,计算二者比值即为心胸比,测量 3 次取平均值。根据心胸比进行分组:心胸比>0.55 为容量过负荷组,共 24 例;心胸比≤0.55 为容量正常组,共 32 例。

3. 一般资料和实验室指标获取:记录患者年龄、性别、心率、血压、体质量、体质量指数(BMI)、吸烟史、下肢水肿情况等。于血液透析治疗前抽取静脉血测定肾功能相关化验指标,包括残余肾功能、血尿素氮、血肌酐等。

#### 三、统计学处理

应用 SPSS 21.0 统计软件,符合正态分布的计数资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,行 *t* 检验;非正态分布的计数资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,行非参数检验。计数资料以例表示,行  $\chi^2$  检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析各指标对容量状态的预测价值。相关性分析采用 Pearson 或 Spearman 相关分析法。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 结 果

#### 一、两组一般资料比较

两组年龄、性别、心率、血压、体质量、BMI、吸烟史及下肢水肿发生率比较,差异均无统计学意义。见表 1。

#### 二、两组实验室指标和超声指标比较

两组残余肾功能、血肌酐、血尿素氮比较,差异均无统计学意义。与容量正常组比较,容量过负荷组的 D-IVCe 升高、V-IVC 降低,差异均有统计学意义( $P=0.005, 0.010$ )。见表 2 和图 1, 2。

#### 三、ROC 曲线分析

ROC 曲线分析显示, D-IVCe 以 17.7 mm 为截断值,其预测容量过负荷的敏感性为 58.3%,特异性为 81.2%,曲线下面积为 0.719(95% 可信区间 0.584~0.855); V-IVC 以 30% 为截断值,其预测容量过负荷的敏感性为 81.3%,特异性为 58.3%,曲线下面积为 0.696(95% 可信区间 0.554~0.838)。见图 3。

表 1 两组一般资料比较

组别	年龄(岁)	男性(例)	有吸烟史(例)	有下肢水肿(例)	体质量(kg)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	心率(次/min)	收缩压(mm Hg)	舒张压(mm Hg)
容量过负荷组(24)	62.6±13.4	12	6	12	64.7±11.9	24.1±3.8	84.9±14.2	152.6±21.4	81.8±12.4
容量正常组(32)	52.3±16.5	24	9	16	71.3±15.5	25.0±4.1	90.8±16.6	149.6±15.7	89.1±14.1
<i>t</i> / $\chi^2$ 值	1.813	3.733	0.068	0.000	-1.75	-0.782	-1.397	0.583	-1.983
<i>P</i> 值	0.075	0.053	0.794	1.000	0.086	0.437	0.168	0.563	0.058

BMI:体质量指数。1 mm Hg=0.133 kPa

表 2 两组实验室指标和超声指标比较

组别	实验室指标			超声指标	
	残余肾功能(ml/min)	血肌酐( $\mu$ mol/L)	血尿素氮(mmol/L)	D-IVCe(mm)	V-IVC(%)
容量过负荷组(24)	8.6(6.5, 10.3)	498.7(397.6, 626.3)	25.3±14.6	17.6±3.0	28.2±13.9
容量正常组(32)	9.0(5.3, 15.2)	498.0(360.0, 908.6)	23.7±12.0	15.0±3.6	37.6±12.5
<i>t</i> / <i>Z</i> 值	-0.513	-0.381	0.458	2.9	-2.657
<i>P</i> 值	0.608	0.703	0.649	0.005	0.010

DIVCe:下腔静脉内径;V-IVC:下腔静脉变异度

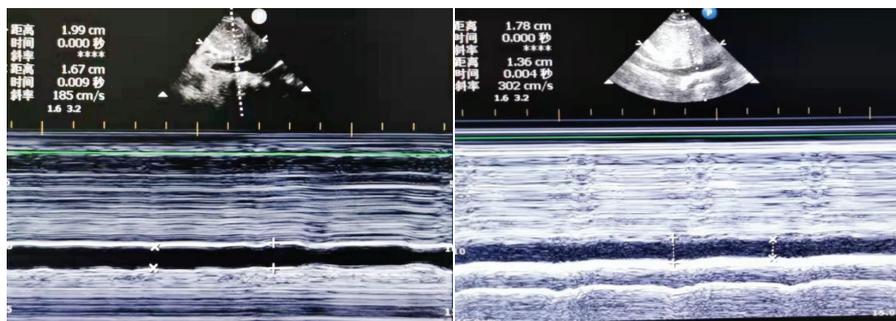


图1 M型超声测得容量过负荷组患者(女,81岁) 图2 M型超声测得容量正常组患者(男,79岁)  
下腔静脉内径为1.99 cm 下腔静脉内径为1.78 cm

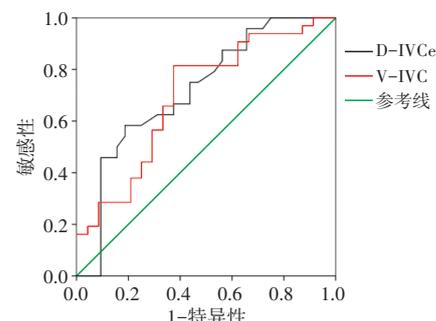


图3 D-IVCe、V-IVC 预测容量过负荷的 ROC 曲线图

#### 四、相关性分析

相关性分析显示,D-IVCe与心胸比呈正相关( $r=0.607, P<0.05$ ); V-IVC与心胸比呈负相关( $r=-0.585, P<0.05$ )。

#### 讨 论

慢性肾衰患者进展至终末期需接受维持性血液透析、腹膜透析或其他肾替代措施治疗,准确评估其循环血容量对预防充血性心力衰竭和低容量性休克等严重并发症至关重要。过高的容量负荷会导致水钠潴留,引起心力衰竭、肺水肿等<sup>[1]</sup>,是危重患者发生死亡的独立影响因素<sup>[3]</sup>。容量过负荷定义为体内液体水平超过个体基线的10%,或细胞外液水平超过15%<sup>[4]</sup>。然而,目前评价容量负荷的指标均有其局限,可能存在出血和感染等风险。CT测量的心胸比是既日常用的容量评估方法,但对接受床旁血液透析或循环不稳定的患者存在转运风险,床旁超声对危重患者的多脏器评估均有较高的准确性,具有无创、便捷、可重复评估等优势。IVC指标是反映右房压力和中心静脉压力的精确指标,当机体存在容量过负荷时,管壁内液体压力增高,腔静脉膨胀,吸气时形变量减少。V-IVC受呼吸模式影响,在自主呼吸患者中表现为随吸气塌陷<sup>[5]</sup>,在完全控制型机械通气患者中表现为随吸气扩张<sup>[6]</sup>。对于高龄、卧床或接受床旁血液透析治疗的患者,超声可完成床旁即时容量状态评估。本研究旨在探讨超声评估慢性肾衰合并高血压病的维持性血液透析患者容量状态的临床价值。

本研究纳入的患者均为自主呼吸患者,因此计算V-IVC作为IVC塌陷率;为保证研究稳定性,本研究选择对循环系统干扰较小的D-IVCe作为静态容量评估指标。结果发现,两组D-IVCe、V-IVC比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),以D-IVCe 17.7 mm作为截断值,其预测容量过负荷的敏感性和特异性分别为58.3%和81.2%,曲线下面积为0.719,提示当容量负荷较高时,张力性容积增加,静脉回流血液对管壁压力增加,导致作为容量血管的IVC发生扩张。V-IVC是一个动态容量评估指标,本研究结果显示以30%作为截断值,其预测容量过负荷的敏感性和特异性分别为81.3%和58.3%,曲线下面积为0.696。提示当容量过多时IVC扩张,其随胸膜腔内压变化而发生形变程度减少。本研究结果证实D-IVCe、V-IVC均对容量负荷有较好的评估价值,与Dodhy<sup>[7]</sup>研究结果一致。本研究相关性分析结果发现,D-IVCe与心胸比呈正相关( $r=0.607, P<0.05$ ),V-IVC与

心胸比呈负相关( $r=-0.585, P<0.05$ ),表明IVC指标与心胸比具有一定的相关性。对于存在外伤、昏迷或床旁血液透析期间等无法接受CT检查的患者,应用超声监测IVC可作为替代方案。

本研究的局限性:未严格筛查可能存在特殊血管病变的患者,且血管弹性极差、动脉斑块或下肢静脉血栓均可能影响心肌射血或静脉回流。此外,本研究超声测量均为同一医师完成,缺乏研究者之间的可重复性。上述不足有待后续进一步增加样本量进行研究。

综上所述,超声可作为慢性肾衰合并高血压病的维持性血液透析患者床旁准确、无创的即时容量状态评估工具。

#### 参考文献

- [1] Delinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012 [J]. Crit Care Med, 2013, 41(2): 580-637.
- [2] National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification [J]. Am J Kidney Dis, 2002, 39(2 Suppl 1): 1-266.
- [3] Canaud B, Blankestijn PJ, Grooteman MPC, et al. Why and how high volume hemodiafiltration may reduce cardiovascular mortality in stage 5 chronic kidney disease dialysis patients? A comprehensive literature review on mechanisms involved [J]. Semin Dial, 2021, doi: 10.1111/sdi.13039.
- [4] Hecking M, Antlanger M, Winnicki W, et al. Blood volume-monitored regulation of ultrafiltration in fluid-overloaded hemodialysis patients: study protocol for a randomized controlled trial [J]. Trials, 2012, 13(1): 79.
- [5] Zhuang Y, Dai L, Cheng L, et al. Inferior vena cava diameter combined with lung ultrasound B-line score to guide fluid resuscitation in patients with septic shock [J]. Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue, 2020, 32(11): 1356-1360.
- [6] Upadhyay V, Malviya D, Nath SS, et al. Comparison of superior vena cava and inferior vena cava diameter changes by echocardiography in predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients [J]. Anesth Essays Res, 2020, 14(3): 441-447.
- [7] Dodhy AA. Inferior vena cava collapsibility index and central venous pressure for fluid assessment in the critically ill patient [J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2021, 31(11): 1273-1277.

(收稿日期:2020-11-15)