

上海交通大学医学院



学者介绍

Author introduction



方 炜 博士

副教授、主任医师、博士生导师

ORCID ID: 0000-0001-9635-1291

FANG Wei

M.D, Ph.D

Associate Professor, Chief Physician, Doctoral Supervisor

ORCID ID: 0000-0001-9635-1291

方 炜 (1972—)，上海交通大学医学院附属仁济医院肾脏科主任医师、博士生导师。1996年毕业于上海第二医科大学（现上海交通大学医学院）临床医学七年制，获硕士学位。2001年于上海第二医科大学获得博士学位。2006—2007年赴加拿大多伦多大学医学院任访问学者并开展合作研究工作。

• 长期从事腹膜透析相关的基础和临床研究，阐释腹透患者腹膜通透性增高的危险因素及分子机制，并对腹透患者常见并发症包括腹膜炎、容量过负荷及血管钙化等的防治进行了研究。发表论文100余篇，参编专著9部。主持承担多项国家自然科学基金及上海市科委课题。科研成果曾获国家科技进步奖二等奖、中华医学科技奖二等奖、上海市科技进步奖一等奖等，并获上海市卫生系统银蛇奖。2015年入选上海市教育委员会高峰高原学科建设计划。

FANG Wei

born in 1972, chief physician and doctoral supervisor of Department of Nephrology, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine. She graduated from Shanghai Second Medical University in 1996 and got her M.D and Ph.D from Shanghai Second Medical University in 2001. She worked as a visiting scholar at Medical School of University of Toronto from 2006 to 2007 and completed several cooperation studies.

• Dr. FANG's major research focuses on the peritoneal dialysis related basic and clinical research, including the risk factors and molecular mechanism of increased peritoneal membrane permeability, prevention and treatment of common complications such as peritonitis, volume overload and cardiovascular calcification. She has published over 100 scientific research papers on many journals, such as *Am J Kidney Dis*, *Nephrol Dial Transplant*. She has also edited several chapters of monographs. Dr. FANG has undertaken several research projects, including National Natural Science Foundation of China, Shanghai Municipal Science and Technology Commission. Her research work has won several awards including the second prize of "National Science and Technology Advancement Award" and "National Medical Science and Technology Progress Award", the first prize of "Shanghai Science and Technology Advancement Award", and "Shanghai Foundation for Eminent Youth Award of Health Care System", etc. She was enrolled into "Shanghai Municipal Education Commission—Gaofeng Clinical Medicine Grant Support" in 2015.



论著·临床研究

临床常用指标在腹膜透析患者容量状态评估中的价值

苏新筠*, 刘 苗*, 俞赞喆, 严 豪, 李振元, 张 贺, 袁江姿, 倪兆慧, 方 炜

上海交通大学医学院附属仁济医院肾内科, 上海市腹膜透析研究中心, 上海 200127

[摘要] **目的**·探讨临床常用指标在腹膜透析(简称腹透)患者容量评估中的应用价值。**方法**·选择2016年11月—2017年11月于上海交通大学医学院附属仁济医院规律腹透的患者,收集患者人口统计学资料,检测临床指标,应用多频生物电阻抗技术测量超负荷液体量(overhydration, OH),并分析其他临床指标与OH的关系。**结果**·共有200例患者入选该研究,其中男性117例(58.5%),平均年龄(56.3±13.8)岁,中位透析龄46.6个月,42例(21.0%)患者合并糖尿病。该组患者中容量超负荷(OH>1.1 L)患者共141例(70.5%)。与容量正常患者相比,容量超负荷患者的血压、水肿程度和脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)均明显升高(均 $P<0.05$)。容量超负荷患者中,51例(36.2%)血压正常,67例(47.5%)无水肿,46例(32.6%)BNP<100 pg/mL。容量正常患者中,20例(33.9%)血压升高,8例(13.6%)有水肿,1例(1.7%)BNP>400 pg/mL。收缩压、BNP与OH呈正相关(收缩压 $r=0.361$, $P=0.001$; BNP $r=0.615$, $P=0.000$);水肿程度越重的患者OH越高($P=0.000$)。**结论**·血压、水肿程度及BNP水平均与腹透患者容量状态密切相关,但单一临床指标并不能准确评估所有腹透患者容量状态,因此临床上应采用多种指标综合判断来评估腹透患者的容量状态。

[关键词] 腹膜透析;容量状态;生物电阻抗;血压;水肿程度;脑钠肽

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2018.08.009 **[中图分类号]** R692.5 **[文献标志码]** A

Role of common clinical indicators in volume assessments of peritoneal dialysis patients

SU Xin-yu*, LIU Miao*, YU Zan-zhe, YAN Hao, LI Zhen-yuan, ZHANG He, YUAN Jiang-zi, NI Zhao-hui, FANG Wei

Shanghai Research Center for Peritoneal Dialysis, Department of Nephrology, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200127, China

[Abstract] **Objective**·To investigate the role of common clinical indicators in volume assessments of peritoneal dialysis (PD) patients. **Methods**·Eligible PD patients in Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine from Nov. 2016 to Nov. 2017 were enrolled. Demographic data of patients were collected and clinical parameters were measured. Hydration status index overhydration (OH) was measured by bioimpedance spectroscopy, and the association between clinical indicators and OH was analyzed. **Results**·A total of 200 PD patients aged 56.3±13.8 years with median PD duration of 46.6 months were enrolled in the study. Among them, 117 (58.5%) patients were males and 42 (21.0%) patients were diabetic. 141 (70.5%) patients in the present study were overhydrated (OH>1.1 L). Compared to those with normal hydration, the overhydrated patients had higher blood pressure, more obvious edema and higher brain natriuretic peptide (BNP) level ($P<0.05$). In the overhydrated patients, 51 (36.2%) patients had normal blood pressure, 67 (47.5%) patients had no edema and 46 (32.6%) patients had BNP less than 100 pg/mL. In the normal hydrated patients, 20 (33.9%) patients had high blood pressure, 8 (13.6%) patients had edema and 1 (1.7%) patient had BNP higher than 400 pg/mL. Systolic pressure and BNP level were both correlated with OH positively (systolic pressure $r=0.361$, $P=0.001$; BNP $r=0.615$, $P=0.000$). The patients who had more obvious edema also had higher OH ($P=0.000$). **Conclusion**·Blood pressure, edema and BNP are closely associated with the hydration status, but only one of these clinical indicators can not accurately reflect the hydration status in all PD patients. Combination of different indicators may be useful in evaluation of hydration status in PD patients.

[Key words] peritoneal dialysis (PD); hydration status; bioimpedance spectroscopy; blood pressure; edema; brain natriuretic peptide (BNP)

透析患者心血管疾病死亡率远高于普通人群,心血管事件是透析患者的首要死亡原因^[1]。容量超负荷与透析患者的心血管疾病发生发展密切相关^[2-4],是透析患者死亡的

独立危险因素^[5-6],也是导致腹膜透析(简称腹透)患者技术失败的主要原因之一^[7]。因此,准确评估并有效控制容量对于改善腹透患者的预后至关重要。临床上,通常采用

[基金项目] 国家自然科学基金(81370864, 81670691);上海市教育委员会高峰高原学科建设项目(20152211)(National Natural Science Foundation of China, 81370864, 81670691; Shanghai Municipal Education Commission—Gaofeng Clinical Medicine Grant Support, 20152211)。

[作者简介] 苏新筠(1991—),女,博士生;电子信箱:18801970644@163.com。刘 苗(1992—),女,硕士生;电子信箱:miaomiaochoe@163.com。*为共同第一作者。

[通信作者] 方 炜,电子信箱:fangwei_sh@126.com。

血压、浮肿程度及脑钠肽 (brain natriuretic peptide, BNP) 水平等指标来反映患者的容量状态, 然而这些指标评估腹透患者容量状态的准确性仍有待进一步明确。近来研究^[8]显示, 生物电阻抗技术在评估透析患者容量状态上有较高的敏感性和特异性。本研究采用生物电阻抗技术评估腹透患者的容量状态, 探讨临床常用指标在腹透患者容量评估中的应用价值, 为临床上准确、有效地评估腹透患者容量状态提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择 2016 年 11 月—2017 年 11 月于上海交通大学医学院附属仁济医院腹透中心稳定的规律腹透患者。入选标准: 年龄 >18 岁且透析龄 ≥ 3 个月。排除标准: ①截肢患者。②体内有金属植入物的患者。③存在局部水分分布明显差异的患者, 如下肢深静脉血栓等。④患有其他严重疾病, 如活动性或曾接受治疗的残余恶性肿瘤、全身感染、肝硬化等的患者, 以及研究者认为不适合参加本研究的疾病的患者。本研究经过仁济医院伦理委员会批准 (审批文号: 仁济伦审[2016]101K 号), 所有患者均签署知情同意书。所有入选患者均使用葡萄糖透析液 (Diancal®, Baxter) 进行透析。

1.2 研究方法

1.2.1 患者资料收集 收集患者的人口统计学资料包括性别、年龄、透析龄、原发病、合并症等, 并计算 Charlson 合并症指数^[9], 利用主观综合营养评估法 (subjective global assessment, SGA)^[10] 评估患者营养状况。所有患者均测量坐位血压, 并评估浮肿程度。浮肿程度评估标准: 轻度, 踝部以下水肿; 中度, 膝关节以下水肿; 重度, 膝关节以上或全身水肿。心血管疾病包括既往有心肌梗死、心绞痛、充血性心力衰竭、脑血管疾病, 外周血管疾病等, 或曾行冠状动脉搭桥或支架植入术^[11]。SGA 评分由 2 部分组成: ①病史, 包括体质量变化、饮食变化、消化道症状、功能损害。②体检, 包括皮下脂肪厚度、肌肉消耗程度、水肿程度。基于病史及体检情况, 根据观察者的主观判断, SGA 评分分为营养良好 (A)、轻度营养不良 (B)、重度营养不良 (C)。

所有入选患者均采集空腹静脉血, 测定血红蛋白 (hemoglobin, Hb)、血清白蛋白 (serum albumin, sAlb)、高敏 C 反应蛋白 (high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、BNP。

记录患者透析处方并计算葡萄糖暴露量, 所有患者均

行标准腹膜平衡实验, 记录 24 h 尿量和超滤量, 测定 4 h 透析液肌酐与血肌酐浓度比值 (dialysate to plasma ratio for urea at 4 hours, 4 h D/Pcr)、尿素清除指数 (urea clearance index, Kt/V)、肌酐清除率 (creatinine clearance rate, CCr)、标准蛋白分解率 (normalized protein catabolic rate, nPCR) 和残余肾功能 (residual renal function, RRF)。

1.2.2 生物电阻抗技术评估患者容量状态 本研究采用基于多频生物电阻抗技术的人体成分分析仪 (body composition monitor, BCM; Fresenius Medical Care, 德国) 进行测量。测量均在患者常规门诊随访时进行, 测量时患者均留腹 2 L 透析液; 测量时嘱患者取下金属物件, 仰卧位, 四肢自然分开, 身体各部分不接触外界金属物体, 将电极片贴于右侧掌指关节、腕关节、跖趾关节、踝关节 4 处皮肤, 连接导线进行检测。记录单次测量数据。经 BCM 分析得出容量相关指标: 体内液体总量 (total body water, TBW)、细胞外液量 (extracellular water, ECW) 及超负荷液体量 (overhydration, OH)。OH 的参考范围为 -1.1 ~ 1.1 L, OH > 1.1 L 定义为容量超负荷^[12]。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。正态分布的定量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 非正态分布的定量资料用 $M (Q1, Q3)$ 表示, 定性资料用百分比表示。独立样本 t 检验及 Mann-Whitney U 检验比较 2 组间差异。双变量正态分布资料用 Pearson 法进行相关性分析, 非正态分布资料用 Spearman 法进行相关性分析。双侧检验, 以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 入选患者资料

共有 200 例患者入选本研究, 其中男性 117 例 (58.5%), 平均年龄 (56.3 ± 13.8) 岁, 中位透析龄 46.6 (21.3, 84.4) 个月。42 例 (21.0%) 患者合并糖尿病, 27 例 (13.5%) 合并心血管疾病。原发病包括慢性肾小球肾炎 76 例 (38.0%)、糖尿病肾病 26 例 (13.0%)、高血压肾硬化 6 例 (3.0%)、多囊肾 7 例 (3.5%)、其他 14 例 (7%)、原因不明 71 例 (35.5%)。177 例 (88.5%) 患者透析模式为持续性非卧床腹膜透析 (continuous ambulatory peritoneal dialysis, CAPD), 18 例 (9.0%) 为日间非卧床腹膜透析 (daytime ambulatory peritoneal dialysis, DAPD), 5 例 (2.5%) 为自动腹膜透析 (automatic peritoneal dialysis, APD)。人口统计学资料、生化指标和透析相关指标详见表 1。

表 1 腹透患者的临床资料
Tab 1 Clinical characteristics of the enrolled patients

项目	所有患者 (N=200)
年龄 / 岁	56.3 ± 13.8
男性 / n (%)	117 (58.5)
透析龄 / 月	46.6 (21.3, 84.4)
Charlson 合并症指数	2 (2, 3)
SGA 评分 / n (%)	
A	173 (86.5)
B	27 (13.5)
葡萄糖暴露量 / g	140 (110, 180)
Hb / (g/L)	107.10 ± 17.17
sAlb / (g/L)	39.11 ± 3.97
hsCRP / (mg/L)	1.57 (0.64, 5.15)
4 h D/Pcr	0.59 ± 0.12
24 h 尿量 / mL	290 (0, 900)
24 h 超滤量 / mL	455.63 ± 515.53
总 Kt/V	1.82 (1.55, 2.07)
总 CCr/[L/(周 · 1.73m ²)]	54.82 (47.74, 68.08)
RRF / (mL/min)	0.79 (0, 3.01)
nPCR/[g/(kg · d)]	0.93 ± 0.19

表 2 腹透患者的容量相关指标
Tab 2 Biochemical and clinical indicators of the enrolled patients

项目	所有患者 (N=200)	容量正常患者 (N=59)	容量超负荷患者 (N=141)	P 值 ^①
血压 /mmHg ^②				
收缩压	143.5 ± 18.1	135.6 ± 16.6	147.0 ± 17.6	0.000
舒张压	91.7 ± 11.5	88.2 ± 11.1	93.2 ± 11.4	0.005
水肿程度 / n (%)				0.000
无	118 (59.0)	51 (86.4)	67 (47.5)	
轻度	61 (30.5)	6 (10.2)	55 (39.0)	
中度	19 (9.5)	2 (3.4)	17 (12.1)	
重度	2 (1.0)	0 (0)	2 (1.4)	
BNP / (pg/mL)	112.0 (52.5, 274.5)	52.0 (28.0, 98.0)	151.0 (81.0, 340.0)	0.000
服用降压药数量 / n (%)				0.000
0	20 (10.0)	14 (23.7)	6 (4.3)	
1	37 (18.5)	15 (25.4)	22 (15.6)	
2	57 (28.5)	16 (27.1)	41 (29.1)	
3	47 (23.5)	4 (6.8)	43 (30.5)	
4	34 (17.0)	9 (15.3)	25 (17.7)	
5	5 (2.5)	1 (1.7)	4 (2.8)	
服用降压药种类 / n (%)				
ACEI/ARB	122 (61.0)	28 (47.5)	94 (66.7)	0.016
钙通道阻滞剂	122 (61.0)	24 (40.7)	98 (69.5)	0.000
β 受体阻滞剂	100 (50.0)	20 (33.9)	80 (56.7)	0.005

2.2 入选患者的容量状态

本组患者中容量正常患者 59 例 (29.5%), 容量超负荷患者 141 例 (70.5%), 无容量不足患者。与容量正常患者相比, 容量超负荷患者的血压、水肿程度、BNP 水平、服用降压药数量均显著升高 (均 $P<0.05$), 利尿剂使用比例在 2 组患者中差异无统计学意义 ($P=0.248$) (表 2)。

2.3 临床指标与 OH 的关系

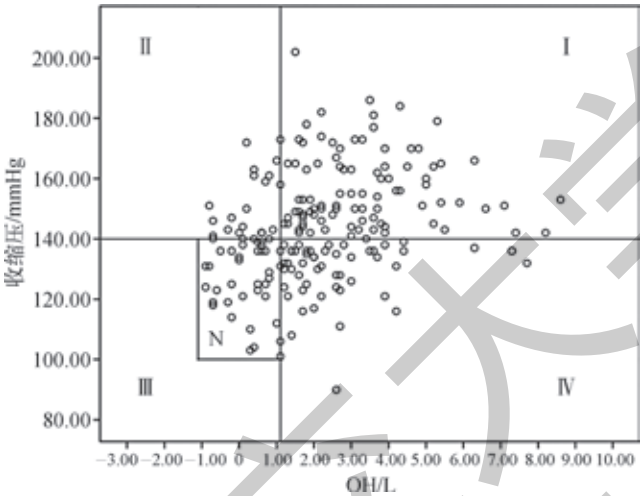
2.3.1 血压与 OH 的关系 相关性分析显示, 收缩压与 OH 呈显著正相关 ($r=0.361$, $P=0.001$)。血压-容量关系图^[13]是以 OH 为 X 轴, 收缩压为 Y 轴作图所得, 详见图 1。容量超负荷患者中, 90 例 (63.8%) 血压升高, 51 例 (36.2%) 血压正常。容量正常患者中, 20 例 (33.9%) 血压升高, 39 例 (66.1%) 血压正常。

2.3.2 水肿程度与 OH 的关系 无水肿、轻度水肿、中度水肿的患者中位 OH 分别为 1.4 L、2.8 L、4.3 L。重度水肿的患者有 2 例, OH 分别为 3.7 L 及 5.9 L。水肿程度越重的患者 OH 越高 ($P=0.000$) (图 2)。

(续表 2)

项目	所有患者 (N=200)	容量正常患者 (N=59)	容量超负荷患者 (N=141)	P 值 [®]
利尿剂	66 (33.0)	23 (39.0)	43 (30.5)	0.248
其他	45 (22.5)	7 (11.9)	38 (27.0)	0.024
生物电阻抗指标				
OH/L	1.9 (0.8, 3.4)	0.4 (-0.2, 0.7)	2.7 (1.75, 3.9)	0.000
TBW/L	33.70±6.54	30.21±5.40	35.16±6.43	0.000
ECW/L	15.9 (13.7, 18.2)	13.2 (11.6, 15.3)	16.8 (14.7, 18.8)	0.000
OH/ECW	0.13±0.09	0.02±0.05	0.17±0.07	0.000
OH/TBW	0.06±0.05	0.01±0.02	0.09±0.04	0.000
ECW/TBW	0.48±0.03	0.45±0.02	0.49±0.03	0.000
ECW/ICW	0.92±0.13	0.82±0.08	0.96±0.12	0.000

注：[®]容量正常患者与容量超负荷患者比较；[®]1 mmHg=0.133 kPa。ACEI 为血管紧张素转化酶抑制剂；ARB 为血管紧张素Ⅱ受体拮抗剂；ICW 为细胞内液量。



注：区域 N. OH 及收缩压均正常，即 OH 为 -1.1 ~ 1.1 L，收缩压为 100 ~ 140 mmHg；区域 I . OH 及收缩压均升高；区域 II . OH 正常，收缩压升高；区域 III . OH 和 / 或收缩压降低；区域 IV . OH 升高，收缩压正常。

图 1 腹透患者血压 - 容量关系图
Fig 1 Correlation between blood pressure and OH of the enrolled patients

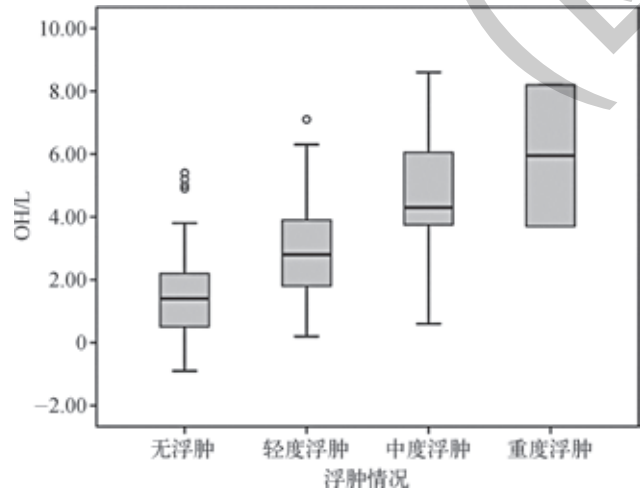


图 2 不同水肿程度腹透患者的容量情况
Fig 2 Hydration status of patients with different pedal edema degree

容量超负荷患者中，67 例 (47.5%) 无水肿，55 例 (39.0%) 轻度水肿，17 例 (12.1%) 中度水肿，2 例 (1.4%) 重度水肿。容量正常患者中，51 例 (86.4%) 无水肿，6 例 (10.2%) 轻度水肿，2 例 (3.4%) 中度水肿。

2.3.3 BNP 与 OH 的关系 如图 3 所示，BNP 与 OH 呈显著正相关 ($r=0.615$, $P=0.000$)。容量超负荷患者中，46 例 (32.6%) $BNP<100$ pg/mL；容量正常患者中，1 例 (1.7%) $BNP>400$ pg/mL (表 3)。

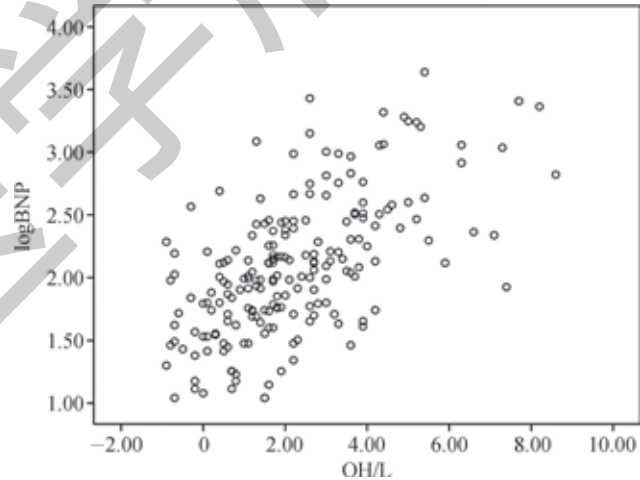


图 3 腹透患者 BNP 与 OH 关系散点图
Fig 3 Correlation between BNP and OH of patients

表 3 不同容量负荷腹透患者的 BNP 水平
Tab 3 BNP level of patients with different hydration status

BNP 范围	正常容量患者 /n (%)	容量超负荷患者 /n (%)
BNP<100 pg/mL	46 (78.0)	46 (32.6)
100 pg/mL ≤ BNP ≤ 400 pg/mL	12 (20.3)	64 (45.4)
BNP>400 pg/mL	1 (1.7)	31 (22.0)

3 讨论

本研究结果显示, 腹透患者的血压、浮肿程度和 BNP 水平与容量状态密切相关, 但这些单一临床指标无法准确反映所有患者的容量状态。

腹透患者容量超负荷状态相当常见, 本组患者中 70.5% 的患者存在容量超负荷, 这与本中心既往的报道类似^[14]。EuroBCM 研究中, 通过对欧洲 6 个国家、26 个中心的 636 例腹透患者分析发现, 53.4% 的患者存在容量超负荷^[12]。另一项研究^[15]纳入了 1 092 例来自亚洲、欧洲、美洲的 135 个不同透析中心的腹透患者, 结果显示容量超负荷的患者占 56.6%。2015 年国际腹膜透析协会 (International Society for Peritoneal Dialysis, ISPD) 腹透患者心血管及代谢指南指出, 容量超负荷普遍存在于透析患者中, 容量状态评估是腹透患者管理的重要组成部分; 建议每次随访时常规评估容量负荷, 有临床指征时增加评估频率^[16]。

透析患者容量评估的方法主要包括临床指标、生物学标志物、影像学、双能 X 线吸收法、同位素稀释法及生物电阻抗等。同位素稀释法是容量评估的金标准^[17], 但该方法为侵入性检查, 费时、费力且价格昂贵, 因此临床应用受限^[18]。血压、浮肿程度、体质量、液体出入量等^[19]是临床常用的评估腹透患者容量状态的指标。生物学标志物如 BNP、氨基酸末端脑钠肽前体 (N-terminal pro brain natriuretic peptide, NT-proBNP)、心房钠尿肽 (atrial natriuretic peptide, ANP) 等也能反映患者容量状态。影像学方法主要包括 X 线胸片测量心胸比, 心脏超声测量心影大小及血管超声测量下腔静脉直径, 这 3 种方法受心肺疾病影响较大, 且仅能评估血管内容量。双能 X 线吸收法需要特殊设备及专业人员操作, 无法作为临床常规的评估手段。

生物电阻抗技术作为容量评估的新技术, 具有无创、简便、客观等特点。有研究^[17, 20]将生物电阻抗技术测定数值通过同位素稀释法进行验证, 证实了该方法是一种客观、有效、准确的容量评估方法。它利用生物组织与器官的电特性及其变化规律, 测得 TBW 和 ECW, 并进一步计算出 OH。作为评估容量状态的指标, OH、OH/ECW 在各项研究中广泛应用, ECW、OH/TBW、ECW/TBW、ECW/ICW 也可以反映患者的容量状态。但其测量准确性易受患者体位、皮肤湿度、外周循环、运动等影响, 因此测量前需要去除以上影响因素^[18]。

既往研究^[21-22]显示, 血压与容量负荷密切相关, 容量超负荷可以导致血压升高。临床上将血压作为评估透析患者容量状态的指标之一。本研究中, 收缩压与 OH 呈正相

关, 但有 36.2% 的容量超负荷患者血压正常, 33.9% 的容量正常患者血压升高。Van Biesen 等^[12]的研究中 51.6% 的容量超负荷患者血压正常或偏低, 28.5% 的容量正常患者血压升高。由此可见, 血压无法准确反映每个患者的容量状态。血压和容量状态之间存在较为复杂的关系^[23-24]。神经体液系统的激活, 包括肾素-血管紧张素系统、交感神经系统和一氧化氮系统等, 是慢性肾脏病患者高血压形成的重要机制。神经体液系统活性的个体差异可以导致不同患者容量超负荷对血压的影响程度不同^[24]。血管顺应性是影响血压的重要因素, 血管顺应性下降是容量正常患者出现高血压的主要原因^[13]。使用大剂量的降压药、合并心功能不全及低蛋白血症可使容量超负荷患者血压正常。

本研究发现, 与容量正常的患者相比, 容量超负荷患者的浮肿程度明显升高, 但有 67 例 (47.5%) 容量超负荷患者无浮肿, 8 例 (13.6%) 容量正常的患者有浮肿。Hassan 等^[25]的研究中, 63.2% 的容量超负荷患者并无浮肿。有研究^[26]显示浮肿是容量超负荷的重要指征, 但无浮肿并不能完全代表容量正常。浮肿可以反映血管外容量增加, 但不能反映血管内容量情况, 并对轻度容量超负荷的判断存在一定局限性^[27]。白蛋白水平也可以影响容量超负荷患者的浮肿程度, 白蛋白升高, 使血浆渗透压升高, 是容量超负荷患者无浮肿的原因之一^[25]。Agarwal 等^[28]的研究认为, 炎症状态及缺乏运动导致的血流瘀滞是容量正常患者出现浮肿的原因。

本研究中, BNP 与 OH 呈显著正相关, 但有 46 例 (32.6%) 容量超负荷患者 BNP < 100 pg/mL, 1 例 (1.7%) 容量正常患者 BNP > 400 pg/mL。既往研究^[29-30]发现 BNP 与 OH 有较高的相关性, BNP 可以作为评估容量状态的工具, 但同时也有研究^[31-32]发现 BNP 在容量评估中的价值有限。心室肌细胞牵张、左心室肥厚是容量超负荷导致 BNP 分泌增加的主要原因。Agarwal^[33]的研究发现, BNP 水平与动脉硬化有关。血管顺应性良好的患者与血管顺应性差的患者相比, 容量超负荷对心室的影响较小, BNP 分泌也较少。同时, 心功能不全、心肌缺血也是 BNP 分泌增加的原因。此外, 肾功能不全也可以影响 BNP 水平^[32], 目前尚缺乏透析患者 BNP 的标准范围^[34]。

尽管血压无法准确反映所有患者的容量状态, 但 Wabel 等^[13]指出, 血压和 OH 综合评估有助于判断高血压的原因, 制定个体化的容量和血压控制方案。Agarwal 等^[28]发现浮肿并不能准确地评估容量, 但它是左室肥厚和高血压的独立相关因素, 并且浮肿的评估简单易行, 有助于临床上尽早识别心血管疾病危险因素。Lee 等^[31]表示虽然 BNP 在容量评估中的价值有限, 但 BNP 水平与左室



质量和左室射血分数密切相关, BNP 可用于评价患者的左室功能。生物电阻抗技术评估的是整体组织的容量状态, 而 BNP 是心脏损伤和血管内容量的标志, 综合评估可能可以更好地改善患者预后^[34]。

综上所述, 容量超负荷的患者血压、水肿程度、BNP

均明显升高, 各项临床常用指标与容量负荷密切相关, 但仍有一定比例患者临床指标和容量负荷并不匹配, 提示单一临床指标并不能准确评估所有腹透患者容量状态, 因此临床上应采用多种指标综合判断来评估腹透患者的容量状态。

参 · 考 · 文 · 献

- [1] de Jager DJ, Grootendorst DC, Jager KJ, et al. Cardiovascular and noncardiovascular mortality among patients starting dialysis[J]. *JAMA*, 2009, 302(16): 1782-1789.
- [2] Kocyigit I, Sipahioglu MH, Orselik O, et al. The association between arterial stiffness and fluid status in peritoneal dialysis patients[J]. *Perit Dial Int*, 2014, 34(7): 781-790.
- [3] Yilmaz Z, Yildirim Y, Aydın FY, et al. Evaluation of fluid status related parameters in hemodialysis and peritoneal dialysis patients: clinical usefulness of bioimpedance analysis[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2014, 50(5): 269-274.
- [4] Czyżewski Ł, Wyzga J, Czyżewska E, et al. Contribution of volume overload to the arterial stiffness of hemodialysis patients[J]. *Ren Fail*, 2017, 39(1): 333-339.
- [5] Paniagua R, Ventura MD, Avila-Díaz M, et al. NT-proBNP, fluid volume overload and dialysis modality are independent predictors of mortality in ESRD patients[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2010, 25(2): 551-557.
- [6] O'Lone EL, Visser A, Finney H, et al. Clinical significance of multi-frequency bioimpedance spectroscopy in peritoneal dialysis patients: independent predictor of patient survival[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2014, 29(7): 1430-1437.
- [7] Takatori Y, Akagi S, Sugiyama H, et al. Icodextrin increases technique survival rate in peritoneal dialysis patients with diabetic nephropathy by improving body fluid management: a randomized controlled trial[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2011, 6(6): 1337-1344.
- [8] Kotanko P, Levin NW, Zhu F. Current state of bioimpedance technologies in dialysis[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2008, 23(3): 808-812.
- [9] Di Iorio B, Cillo N, Cirillo M, et al. Charlson comorbidity index is a predictor of outcomes in incident hemodialysis patients and correlates with phase angle and hospitalization[J]. *Int J Artif Organs*, 2004, 27(4): 330-336.
- [10] da Silva Fink J, Daniel de Mello P, Daniel de Mello E. Subjective global assessment of nutritional status: a systematic review of the literature[J]. *Clin Nutr*, 2015, 34(5): 785-792.
- [11] Wen Y, Guo Q, Yang X, et al. High glucose concentrations in peritoneal dialysate are associated with all-cause and cardiovascular disease mortality in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients[J]. *Perit Dial Int*, 2015, 35(1): 70-77.
- [12] Van Biesen W, Williams JD, Covic AC, et al. Fluid status in peritoneal dialysis patients: the European Body Composition Monitoring (EuroBCM) study cohort[J]. *PLoS One*, 2011, 6(2): e17148.
- [13] Wabel P, Moissl U, Chamney P, et al. Towards improved cardiovascular management: the necessity of combining blood pressure and fluid overload[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2008, 23(9): 2965-2971.
- [14] 李峰, 方炜, 严豪, 等. 腹膜透析患者容量负荷的相关影响因素研究[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2017, 37(6): 786-791.
- [15] Ronco C, Verger C, Crepaldi C, et al. Baseline hydration status in incident peritoneal dialysis patients: the initiative of patient outcomes in dialysis (IPOD-PD study)[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2015, 30(5): 849-858.
- [16] Wang AY, Brimble KS, Brunier G, et al. ISPD cardiovascular and metabolic guidelines in adult peritoneal dialysis patients part I: assessment and management of various cardiovascular risk factors[J]. *Perit Dial Int*, 2015, 35(4): 379-387.
- [17] Wabel P, Chamney P, Moissl U, et al. Importance of whole-body bioimpedance spectroscopy for the management of fluid balance[J]. *Blood Purif*, 2009, 27(1): 75-80.
- [18] 何群鹏, 龚德华. 评估血液透析患者容量状态方法的进展[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2013, 22(3): 272-275.
- [19] Cocchi R, Degli Esposti E, Fabbri A, et al. Prevalence of hypertension in patients on peritoneal dialysis: results of an Italian multicentre study[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1999, 14(6): 1536-1540.
- [20] Cornish BH, Ward LC, Thomas BJ, et al. Evaluation of multiple frequency bioelectrical impedance and Cole-Cole analysis for the assessment of body water volumes in healthy humans[J]. *Eur J Clin Nutr*, 1996, 50(3): 159-164.
- [21] Rocco MV, Yan G, Heyka RJ, et al. Risk factors for hypertension in chronic hemodialysis patients: baseline data from the HEMO study[J]. *Am J Nephrol*, 2001, 21(4): 280-288.
- [22] Leypoldt JK, Cheung AK, Delmez JA, et al. Relationship between volume status and blood pressure during chronic hemodialysis[J]. *Kidney Int*, 2002, 61(1): 266-275.
- [23] Lins LE, Hedenborg G, Jacobson SH, et al. Blood pressure reduction during hemodialysis correlates to intradialytic changes in plasma volume[J]. *Clin Nephrol*, 1992, 37(6): 308-313.
- [24] Kooman JP, van der Sande FM, Leunissen KM. Role of sodium and volume in the pathogenesis of hypertension in dialysis patients. Reflections on pathophysiological mechanisms[J]. *Blood Purif*, 2004, 22(1): 55-59.
- [25] Hassan K, Kristal B, Hassan F, et al. The impact of oxidized serum albumin on the oncotic pressure and hydration status of peritoneal dialysis patients[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2016, 12: 463-469.
- [26] Garfinkle MA, Barton J. Pedal edema and jugular venous pressure for volume overload in peritoneal dialysis patients[J]. *Can J Kidney Health Dis*, 2016, 3: 1.
- [27] Khan YH, Sarriaf A, Adnan AS, et al. Diuretics prescribing in chronic kidney disease patients: physician assessment versus bioimpedance spectroscopy[J]. *Clin Exp Nephrol*, 2017, 21(3): 488-496.
- [28] Agarwal R, Andersen MJ, Pratt JH. On the importance of pedal edema in hemodialysis patients[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2008, 3(1): 153-158.
- [29] Tapolyai M, Faludi M, Réti V, et al. Volume estimation in dialysis patients: the concordance of brain-type natriuretic peptide measurements and bioimpedance values[J]. *Hemodial Int*, 2013, 17(3): 406-412.
- [30] Crepaldi C, Lamas EI, Martino FK, et al. Bioimpedance and brain natriuretic peptide in peritoneal dialysis patients[J]. *Contrib Nephrol*, 2012, 178: 174-181.
- [31] Lee JA, Kim DH, Yoo SJ, et al. Association between serum n-terminal pro-brain natriuretic peptide concentration and left ventricular dysfunction and extracellular water in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients[J]. *Perit Dial Int*, 2006, 26(3): 360-365.
- [32] McCullough PA, Sandberg KR. B-type natriuretic peptide and renal disease[J]. *Heart Fail Rev*, 2003, 8(4): 355-358.
- [33] Agarwal R. B-type natriuretic peptide is not a volume marker among patients on hemodialysis[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2013, 28(12): 3082-3089.
- [34] Davies SJ, Davenport A. The role of bioimpedance and biomarkers in helping to aid clinical decision-making of volume assessments in dialysis patients[J]. *Kidney Int*, 2014, 86(3): 489-496.

[收稿日期] 2018-04-02

[本文编辑] 瞿麟平

