

• 临床研究 •

腹膜透析患者液体状态与肺动脉高压的相关性

开放科学
(资源服务)
标识码(OSID)周润哲¹ 杨相杰¹ 孟雨晴¹ 张定欣² 张瑾³ 王盈^{1,3}¹安徽医科大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系, 合肥 230032; ²安徽医科大学第一附属医院心脏影像中心, 合肥 230022; ³安徽医科大学第一附属医院肾脏内科, 合肥 230022通信作者: 王盈, Email: ying.wang@ahmu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨腹膜透析(peritoneal dialysis, PD)患者液体状态与肺动脉高压(pulmonary hypertension, PH)的相关性。方法 纳入 2020 年 9 月至 2022 年 6 月期间在安徽医科大学第一附属医院肾脏内科规律随访的 PD 患者, 收集患者的一般人口学资料、临床资料和实验室指标。采用超声心动图检测患者肺动脉收缩压。采用人体成分分析仪评估患者液体状态, 相对水负荷[水负荷(over-hydration, OH)/细胞外液量(extracellular water, ECW)比值]≥15% 诊断为液体超负荷(fluid overload, FO)。采用多因素 logistic 回归分析 PH 的危险因素。结果 本研究共纳入 PD 患者 102 例, PH 组 36 例(35.3%), 非 PH 组 66 例(64.7%)。PH 组的液体状态相关指标(OH、OH/ECW、ECW、总体水)显著高于非 PH 组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。多因素 logistic 回归分析显示, 高龄、吸烟和 OH/ECW≥15% 为 PH 的独立危险因素。结论 FO 是 PD 患者发生 PH 的独立危险因素, 此类患者应及早行 PH 的超声心动图筛查, 并积极纠正 FO 状态预防 PH 的发生。

【关键词】 腹膜透析; 肺动脉高压; 超声心动图; 成分分析

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(82200833); 安徽医科大学第一附属医院博士后科研基金(1458); 安徽医科大学校科研基金项目(2019xkj011)

DOI: [10.3969/j.issn.1671-2390.2023.07.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-2390.2023.07.001)**Association between fluid status and pulmonary hypertension in peritoneal dialysis patients**Zhou Run-zhe¹, Yang Xiang-jie¹, Meng Yu-qing¹, Zhang Ding-xin², Zhang Jin³, Wang Ying^{1,3}¹Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032, China; ²Department of Cardiac Imaging Center, First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China; ³Department of Nephropathy, First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, ChinaCorresponding author: Wang Ying, Email: ying.wang@ahmu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To explore the correlation between fluid status and pulmonary hypertension (PH) in peritoneal dialysis (PD) patients. **Methods** From September 2020 to June 2022, 102 PD patients were recruited and followed up regularly. General demographics, clinical data and laboratory indicators were collected. Pulmonary arterial systolic pressure was measured by echocardiography. Fluid status was evaluated by a body composition analyzer. The relative over hydration [over hydration (OH)/extracellular water (ECW)] ≥15% was diagnosed as fluid overload (FO). Multivariate Logistic regression was utilized for examining the risk factors of PH. **Results** Among them, there were 36 PH (35.3%) and 66 non-PH patients (64.7%). The relevant indicators of fluid state [OH, OH/ECW, ECW, total body water (TBW)] were significantly higher in PH group than those in non-PH group and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis indicated that advanced age, smoking and OH/ECW ≥15% were independent risk factors for PH. **Conclusions** FO is an independent risk factor for the occurrence of PH in PD patients. And PD patients with FO should be screened for PH by echocardiography and the status of FO corrected aggressively as soon as possible to prevent PH.

【Key words】 Peritoneal dialysis; Pulmonary hypertension; Echocardiography; Constituent analysis

Fund program: Youth Program of National Natural Science Fund (82200833); Postdoctoral Research Fund of First Affiliated Hospital of Anhui Medical University (1458); Scientific Research Fund of Anhui Medical University (2019xkj011)

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2023.07.001

终末期肾病(end-stage renal disease, ESRD)是慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)的终末阶段。一般认为当估算肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)降至 $15 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 以下时即可诊断为 ESRD。随着肾脏替代治疗技术日新月异的发展,肾脏替代治疗策略取得了较大成就,但 CKD 透析患者的预后仍不理想。心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)作为 ESRD 患者死亡的主要原因,仍然是影响患者预后及生活质量的一项重大挑战^[1-2]。国外研究指出,与同龄一般人群相比,接受透析治疗的 ESRD 患者的心血管事件发生率高 9 倍,且预后和存活率更差^[3]。肺动脉高压(pulmonary hypertension, PH)作为腹膜透析(peritoneal dialysis, PD)患者常见的心血管并发症之一,与 PD 患者的生存率下降显著相关^[4]。根据国外权威期刊发表的 Meta 分析结果显示,PD 患者并发 PH 的患病率为 16%~42%^[5]。对 PH 进行早期预防及干预可有效改善 PD 患者预后^[6]。然而,PD 患者合并 PH 的机制尚未完全阐明,液体超负荷(fluid overload, FO)作为引起透析患者高血压和 CVD 发展的重要因素可能参与 PH 的发展。有研究指出,FO 在 PD 患者中普遍存在,且大多无临床症状^[7]。近年来,人体成分分析(body composition analysis, BCA)测定技术飞速发展,具有无创、经济、快速、高效等优点,现可为透析患者提供重要的液体状态信息^[8-10]。本研究旨在探究利用 BCA 评估 PD 患者液体状态与 PH 发生的相关性,以期为临床医师在 PD 治疗期间控制 PH 的危险因素,降低 PH 的患病率提供可靠依据。

对象与方法

一、一般资料

本研究为横断面研究,纳入 2020 年 9 月至 2022 年 6 月期间安徽医科大学第一附属医院肾脏内科规律随访的 PD 患者 102 例。纳入标准:(1)年龄 > 18 岁;(2)正在接受持续性非卧床 PD 治疗的 ESRD 患者(PD 时间 ≥ 3 个月);(3)无明显心力衰竭临床表现;(4)入组前 2 周内未发生感染;(5)规

律 PD 门诊随访。排除标准:(1)慢性阻塞性肺疾病、结缔组织病、肺部、胸壁或实质性肺病病史、先天性心脏病;(2)右室流出道梗阻或肺动脉狭窄;(3)左心室射血分数 < 40%;(3)血流动力学不稳定;(4)超声心动图图像不佳;(5)截肢、起搏器或血管内置金属装置;(6)预期寿命 < 12 个月;(7)妊娠。通过查阅患者住院病历及面对面访谈收集患者的一般资料,包括年龄、性别、透析时长、疾病史、并发症、吸烟史、饮酒史、身高、体重、腰臀比、收缩压、舒张压等。所有入组患者于入院次日晨起空腹抽静脉血 10 mL,统一将血样送至医院检验科进行实验室检查,检测患者的血常规以及肝肾功能,包括白细胞计数、淋巴细胞绝对数、血红蛋白、总蛋白、白蛋白、尿素氮、肌酐、尿酸、eGFR、C 反应蛋白、总胆固醇、透析充分性指标等。研究方案经安徽医科大学附属第一医院临床研究伦理委员会批准(伦理审查编号: PJ2020-11-19)。

二、超声心动图

本次研究中所有超声心动图检查均采用 GE Vivid E95 心脏超声仪器,配备二维探头用于常规超声心动图,数据由一名训练有素的超声医生进行采集。所有 PD 患者在入院当天进行超声心动图检查,评估其心脏功能以及肺动脉收缩压(pulmonary artery systolic pressure, PASP)。根据美国超声心动图学会指南,嘱患者平静呼吸状态下采取左侧卧位,按照医生的要求匀速吸气和呼气,以获得清晰的图像以及准确的的心脏功能参数。采集的数据包括左心室射血分数、主动脉内径、左心房内径、心脏每搏出量、左心室短轴缩短率、左心室内径^[11-12]。右室流出道梗阻或肺动脉狭窄可影响 PASP 准确性,故需排除右室流出道梗阻或肺动脉狭窄的患者;当右室流出道梗阻或肺动脉狭窄不存在时, PASP 约等于右室收缩压,可通过修正的伯努利方程计算 PASP,在海平面静息状态下 $\text{PASP} \geq 35 \text{ mmHg}$ ($1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$) 可诊断为 PH^[13]。

三、BCA

BCA 借助多频率自动生物电阻抗分析设备进行,测量(5~1000)kHz 的 50 个不同的信号频率得

到生物阻抗,通过分析不同组织及细胞的生物阻抗来判断人体体内的液体状态^[9]。在测量前应告知患者 8 h 内不要进食,不要剧烈活动,并且至少休息 30 min,保持良好的身体状态。测量时调查员在患者干腹状态下进行人体成分检测,患者需取下所有金属物品,取仰卧位,四肢自然分开,采用“整体踝-腕关节”测量法进行测量并获取以下数据:水负荷(over hydration, OH)、细胞外液量(extracellular water, ECW)、细胞内液量、总体水(total body water, TBW)和 OH/ECW。当 OH/ECW \geq 15%时,则提示 PD 患者存在 FO^[14]。

四、统计学方法

数据采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料采用 Kolmogorov-Simonov 检验判断是否符合正态分布。符合正态分布的资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间变量比较采用 *t* 检验;非正态分布的变量采用 *M(Q₁, Q₃)*表示,组间变量比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料采用构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归分析 PH 的独立危险因素。*P*<0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

一、一般资料比较

本研究共纳入 PD 患者 102 例,其中 PH 组 36 例(35.3%),非 PH 组 66 例(64.7%)。与非 PH 组患者相比较,PH 组吸烟和并发高血压人数更多,收缩压相对较高(*P*<0.05)。两组患者的其余一般资料差异无统计学意义。(表 1)

二、实验室检查结果比较

与非 PH 组比较,PH 组的白细胞计数和淋巴细胞绝对数更低(*P*<0.05),但基本在正常值范围

内波动,无显著临床意义;其余指标差异无统计学意义。(表 2)

三、超声心动图结果比较

PH 组的 PASP、左室内径、左房内径、心脏每搏出量显著高于非 PH 组(*P*<0.05)。两组患者左室射血分数、主动脉内径、左室短轴缩短率差异无统计学意义。(表 3)

四、BCA 指标比较

PH 组的 OH、OH/ECW、ECW、TBW 显著高于非 PH 组,OH/ECW \geq 15%构成比显著高于非 PH 组,差异具有统计学意义(*P*<0.05)。(表 4)

五、PH 危险因素分析

将单因素 logistic 回归分析有意义的自变量纳入多因素 logistic 回归模型中,将年龄和性别作为协变量,采用强迫引入法进行多因素 logistic 回归分析,经过共线性诊断和临床基本判断,最终将年龄、性别、吸烟和 OH/ECW \geq 15%纳入多因素二元 logistic 回归模型中。结果显示,年龄(*OR*=1.046, *P*=0.045)、吸烟(*OR*=3.858, *P*=0.010)、FO(*OR*=4.154, *P*=0.017)是 PD 患者发生 PH 的独立危险因素。(表 5)

讨 论

PD 患者并发 PH 在临床上广泛存在,不仅对 PD 患者的生活质量造成严重影响,还与 PD 患者的不良预后显著相关,是严重的心血管并发症。本次横断面研究以超声心动图检测的 PASP \geq 35 mmHg 作为 PH 的诊断标准,结果显示该 PD 人群中合并 PH 的患病率为 35.3%。研究表明,PH 是 PD 患者死亡的独立危险因素,与 PD 患者的全因死亡和心血管死亡风险显著相关^[15],应引起临床重

表 1 两组患者一般资料的比较

项目	非 PH 组(<i>n</i> =66)	PH 组(<i>n</i> =36)	<i>t</i> / <i>Z</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	49.27 \pm 11.72	52.69 \pm 9.96	-1.483	0.141
男性[例(%)]	27(37.8)	21(58.3)	2.839	0.092
透析时长[月, <i>M(Q₁, Q₃)</i>]	30.50(12.75, 53.00)	25.50(9.50, 55.50)	-0.536	0.592
高血压[例(%)]	50(75.8)	33(91.7)	3.890	0.049
糖尿病[例(%)]	5(7.6)	4(11.1)	0.056	0.813
吸烟[例(%)]	13(19.7)	17(47.2)	9.132	0.003
饮酒[例(%)]	8(12.1)	10(27.8)	3.345	0.067
体重指数[kg/m ² , <i>M(Q₁, Q₃)</i>]	21.71(19.59, 24.41)	21.85(20.57, 24.11)	-0.770	0.441
收缩压(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	140.29 \pm 21.65	149.89 \pm 16.40	-2.515	0.014
舒张压(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	91.77 \pm 11.40	91.28 \pm 12.00	0.206	0.837

注:PH 为肺动脉高压;1 mmHg=0.133 kPa。

表 2 两组患者实验室指标的比较

项目	非 PH 组(n=66)	PH 组(n=36)	t/Z 值	P 值
白细胞计数($\times 10^9/L$)	6.85(5.94, 7.99)	5.59(4.21, 7.03)	-2.955	0.003
淋巴细胞绝对数($\times 10^9/L$)	1.29(0.98, 1.67)	1.03(0.80, 1.37)	-2.639	0.008
血红蛋白(g/L)	103.00(89.50, 115.25)	95.00(76.00, 117.00)	-0.948	0.343
总蛋白(g/L, $\bar{x}\pm s$)	63.26 \pm 6.29	62.50 \pm 8.44	0.511	0.610
白蛋白(g/L, $\bar{x}\pm s$)	36.32 \pm 4.05	36.11 \pm 5.01	0.219	0.827
尿素氮(mmol/L)	18.94(15.50, 22.62)	20.19(15.50, 24.77)	-0.776	0.437
肌酐($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	979.74 \pm 295.81	1047.94 \pm 306.41	-1.096	0.276
尿酸($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)	436.28 \pm 78.42	421.97 \pm 72.15	0.903	0.369
eGFR[$\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot(1.73\text{m}^2)^{-1}$]	4.00(3.00, 6.00)	4.00(4.00, 5.00)	-0.597	0.551
C 反应蛋白(mg/L)	2.98(1.11, 6.38)	1.33(0.75, 3.24)	-1.638	0.101
总胆固醇(mmol/L)	4.38(3.89, 5.38)	4.77(3.82, 5.86)	-0.655	0.513
Kt/V	1.86(1.57, 2.40)	1.96(1.33, 2.28)	-0.515	0.607

注: PH 为肺动脉高压; K 为透析器对尿素的清除率; t 为透析的时间; V 为尿素分布的容积; eGFR 为估算肾小球滤过率; 数据形式除标注外, 均为 $M(Q_1, Q_3)$ 。

表 3 两组患者超声心动图指标比较

项目	非 PH 组(n=66)	PH 组(n=36)	Z 值	P 值
左室射血分数(%)	62.00(58.00, 65.00)	62.50(60.00, 66.00)	-0.648	0.517
左室内径(cm)	3.60(3.30, 3.95)	3.95(3.70, 4.56)	-3.783	<0.001
主动脉内径(cm)	3.10(2.90, 3.29)	3.10(2.90, 3.70)	-0.709	0.478
左房内径(cm)	3.60(3.30, 3.90)	3.95(3.72, 4.53)	-3.180	0.001
心脏每搏排量(mL)	63.00(56.25, 72.50)	74.00(65.25, 101.00)	-3.593	<0.001
左室短轴缩短率(%)	33.00(31.00, 36.00)	34.00(32.00, 36.00)	-1.165	0.244
PASP(mmHg, $\bar{x}\pm s$)	28.65 \pm 4.63	40.63 \pm 5.15	-11.272	<0.001

注: PASP 为肺动脉收缩压; PH 为肺动脉高压; 1 mmHg=0.133 kPa; 数据形式除标注外, 均为 $M(Q_1, Q_3)$ 。

表 4 两组患者人体成分分析数据比较

项目	非 PH 组(n=66)	PH 组(n=36)	Z/χ^2 值	P 值
OH(L)	0.90(0.10, 1.75)	1.90(0.80, 3.60)	-2.737	0.006
ECW(L)	13.80(12.25, 15.70)	16.80(14.20, 18.90)	-3.237	0.001
OH/ECW(%)	5.93(0.72, 12.44)	11.36(4.08, 20.65)	-2.487	0.013
OH/ECW \geq 15% [例(%)]	9(13.6)	13(36.1)	7.418	0.006
TBW(L)	31.10(27.60, 35.15)	36.50(28.70, 41.20)	-2.587	0.010
ICW(L)	17.20(15.05, 19.75)	18.90(15.90, 22.42)	-1.627	0.104

注: PH 为肺动脉高压; OH 为水负荷; ECW 为细胞外液量; TBW 为总体水; ICW 为细胞内液量; OH/ECW 为相对水负荷; 数据形式除标注外, 均为 $M(Q_1, Q_3)$ 。

表 5 多因素 logistic 回归模型

项目	β 值	S.E. 值	Wald 值	OR 值	95%CI	P 值
年龄	0.045	0.023	4.004	1.046	1.001~1.094	0.045
性别	-0.312	0.540	0.333	0.732	0.254~2.111	0.564
吸烟	1.350	0.524	6.640	3.858	1.382~10.773	0.010
OH/ECW \geq 15%	1.424	0.599	5.660	4.154	1.285~13.424	0.017

注: OH/ECW 为相对水负荷。

视。然而, PD 患者并发 PH 的发病机制极其复杂, 多种危险因素可对肺动脉压力和肺血流量产生影响, 目前尚未完全阐明。本研究发现, PH 的发生风

险主要与 PD 患者的年龄、吸烟史以及液体状态有关。

FO 是 PD 患者常见的并发症之一, 在 PD 患者中普遍存在, 是 PD 患者液体状态不佳的标志。残

余肾功能(residual renal function, RRF)下降、水盐摄入过多、PD 方案不佳、患者依从性差、尿量减少、超滤减少、腹膜本身结构或功能的改变是 PD 患者发生 FO 的主要原因。随着 ESRD 的发展,肾血流量和肾小球滤过率持续下降致使 RRF 受损以及不断丢失,血压控制逐步变差,加重容量负荷。因此,最大程度保留 PD 患者的 RRF 是长期管理患者液体水平和保障预后的重要环节。此外,水盐摄入不均可能导致体液平衡失调,从而发生 FO。PD 方案不合适、患者依从性差以及腹膜本身结构或功能的改变会对透析充分性产生影响,使得透析不充分,导致 FO 的发生。因此,为 PD 患者提供最合理的透析方案并嘱咐其规律随访,有助于预防 FO 的发生及纠正^[16-17]。FO 的常见临床症状为水肿、肺湿啰音、颈静脉怒张等,但这些患者中出现上述症状的不足 10%,不易被临床发觉。本研究发现,BCA 可以先于临床症状发现患者液体状态的异常,具有良好的诊断效能,有助于早期发现 FO。在 BCA 的参数中,虽 OH、OH/ECW、ECW/TBW 均为常用的液体负荷评估指标,但三者之间存在显著差异。ECW/TBW 是最常用的反映液体负荷的指标,但受患者体重、体脂影响较大且无法反映出液体负荷的程度。OH 为 BCA 仪器提供的以 L 为单位的 OH 估计值,然而此值的实际含义需结合患者自身生理学特征来解读,相同量的 OH 可能具有完全不同的临床意义,例如 2 L 的 OH 在身材娇小的女性患者中的意义可能远比在肌肉发达的高个子男性患者中显著。OH/ECW 作为不受患者性别、体重影响的 OH 标化值成了更为理想的液体负荷评价指标^[18]。此外,本研究结果显示,ECW/TBW 均与 PH 无显著关联,OH/ECW 与 PH 显著相关。然而,BCA 作为一种新兴的液体状态评估方法目前更多用于临床科研。

既往研究表明,FO 是 ESRD 患者心血管相关疾病和死亡的独立危险因素,也是接受肾脏移植的 ESRD 患者发生 PH 的关键因素,与移植后的预后和免疫排斥反应相关^[19-22]。中国一项关于 PD 患者的横断面研究结果显示,FO 是 PD 患者全因死亡率增加的独立危险因素,液体状态正常的 PD 患者心血管事件的发病率相对较低^[23]。长期的 FO 会造成血管内皮功能障碍,引起肺动脉压力增加,导致肺动脉淤血形成肺动脉血栓、动脉壁增厚硬化以及血管管腔变窄,进而引起动脉粥样硬化和左心室肥大,影响 PH 的进展^[24-25]。此外,PH 造成的

肺动脉压力升高可导致右心负荷持续性增加引起右心室收缩功能障碍,包括三尖瓣反流和右心室容量过载导致的失代偿,最终致使患者右心衰竭或心源性猝死^[26-27]。在临床实践中,控制 PD 患者的液体平衡十分重要,使用利尿剂和适度调整透析方案均可逆转 FO^[28]。透析期间良好的液体管理能够有效保障患者的液体状态,从而达到预防或延缓 PH 发展的目的^[29]。

老年人群是发生 PH 的高危人群,本研究表明高龄会增加 PD 患者并发 PH 的风险。老年 PD 患者更易发生 PH 的原因复杂,老年人肺血管功能随着年龄降低可能是主要原因。此外老年 PD 患者合并各种基础疾病、血管钙化、免疫力低下、营养不良等因素,可能是引起 PH 的次要原因^[30]。因此老年 PD 患者发生 PH 和其他相关心血管并发症的风险更大,病死率更高。临床医生应该重视老年 PD 人群并发 PH 的情况,指导其定期进行心脏超声筛查,积极纠正相关危险因素,以减少 PH 的发生,改善老年 PD 患者的生活质量和预后。

吸烟是 PH 及其他 CVD 常见的危险因素之一。长期吸烟可影响体内红细胞的运输氧能力,进而造成低氧血症,引起氧化应激反应,释放大量活性氧物质,致使肺血管结构或功能的改变以及肺血管压力增加,是 PH 发生发展的关键因素^[31]。由于吸烟导致的氧化应激反应可使吸烟者的血管内皮功能受到影响,进而促进炎症反应,使得肺动脉压力持续性增高^[32]。有研究显示,吸烟患者的 PH 患病率明显高于不吸烟患者,并且随访发现吸烟的 PH 患者生存率相较于不吸烟患者更低^[33]。在本研究中,PH 组的吸烟者数量显著高于非 PH 组,并且多因素模型显示吸烟是 PH 的独立危险因素,吸烟者的 PH 发生风险显著高于非 PH 组。因此需要劝诫 PD 患者及早戒烟,加强健康教育,从而达到延缓 PH 发生和提高患者生存率的目的。

PD 患者并发 PH 及其他 CVD 并发症的原因复杂,与多种危险因素相关。Zhang 等^[34]通过对 1092 例透析前 CKD 患者的研究发现,左心功能不全可使患者左心充盈状态下压力增高,肺循环受阻,从而使肺静脉的压力持续升高,导致 PH 的发生。此外,左心长期代偿并伴有容量负荷,左心房会逐渐扩大,而左心房扩大是 PD 患者并发 PH 的独立危险因素^[35]。高血压是导致左心房扩大的主要原因之一,本研究中 81.4% 的 PD 患者合并高血压,患病率高,因此积极控制患者血压对降低患者心血

管并发症有积极意义。在我们的研究中, PH 组的左房内径显著高于非 PH 组, PH 组的左房内径相较更大, 然而多因素二元 logistic 回归分析并未提示左房内径增大为独立危险因素, 这可能与样本量小且患者内径多在正常范围内有关。未来需要扩大样本量进行更多前瞻性队列研究, 深入探讨左心房扩大与 PH 之间的关联。

本次研究存在一定的局限性。首先, 本次研究只纳入了一所医院的 PD 患者, 并剔除了一部分不符合入组标准的患者, 存在一定的选择偏倚。其次, 本研究没有对 PH 进行深度分层以及生存分析, 缺少随访的数据。此外, 与其他横断面研究一样, 我们的研究无法确定 PH 和 FO 之间的具体关系, 只能得出两者之间存在关联, FO 是 PH 的独立危险因素, 但时间和因果关系都具有不确定性。未来需要更多大样本的前瞻性研究来验证 FO 与 PH 发生之间的潜在联系, 以论证调整患者的液体状态, 保障良好的液体水平是否能够有效预防 PH 的发生。

综上所述, 高龄、吸烟和 FO 是 PD 患者发生 PH 的独立危险因素。积极评估 PD 患者液体状态, 进行液体管理有助于防治 FO 并预防 PH 的发生。已经出现 FO 的 PD 患者应及时进行 PH 的超声心动图筛查, 以便早期干预, 改善预后。

利益冲突 所有作者均声明没有利益冲突

参 考 文 献

- [1] Walther CP, Nambi V, Hanania NA, et al. Diagnosis and management of pulmonary hypertension in patients with CKD[J]. *Am J Kidney Dis*, 2020, 75(6): 935-945. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.12.005.
- [2] Moles VM, Grafton G. Pulmonary hypertension in heart failure with preserved ejection fraction[J]. *Cardiol Clin*, 2022, 40(4): 533-540. DOI: 10.1016/j.ccl.2022.06.007.
- [3] Krediet RT, Balafa O. Cardiovascular risk in the peritoneal dialysis patient[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2010, 6(8): 451-460. DOI: 10.1038/nrneph.2010.68.
- [4] Bolignano D, Rastelli S, Agarwal R, et al. Pulmonary hypertension in CKD[J]. *Am J Kidney Dis*, 2013, 61(4): 612-622. DOI: 10.1053/j.ajkd.2012.07.029.
- [5] Tang MY, Batty JA, Lin C, et al. Pulmonary hypertension, mortality, and cardiovascular disease in CKD and ESRD patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Kidney Dis*, 2018, 72(1): 75-83. DOI: 10.1053/j.ajkd.2017.11.018.
- [6] Travers A, Farber HW, Sarnak MJ. Pulmonary hypertension in chronic kidney disease[J]. *Cardiol Clin*, 2021, 39(3): 427-434. DOI: 10.1016/j.ccl.2021.04.004.
- [7] Jotterand Drepper V, Kihm LP, Kälble F, et al. Overhydration is a strong predictor of mortality in peritoneal dialysis patients—independently of cardiac failure[J/OL]. *PLoS One*, 2016, 11(7): e0158741. DOI: 10.1371/journal.pone.0158741.
- [8] 程惠玲, 卜文夺, 马屹莹, 等. 维持性血液透析患者人体成分分析与认知功能相关性研究[J]. *临床肾脏病杂志*, 2022, 22(3): 190-194. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2022.03.003.
- Cheng HL, Bu WD, Ma YQ, et al. Correlation between body composition analysis and cognition in maintenance hemodialysis patients[J]. *J Clin Nephrol*, 2022, 22(3): 190-194. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2022.03.003.
- [9] Brimble KS, Ganame J, Margetts P, et al. Impact of bioelectrical impedance-guided fluid management and vitamin D supplementation on left ventricular mass in patients receiving peritoneal dialysis: a randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2022, 79(6): 820-831. DOI: 10.1053/j.ajkd.2021.08.022.
- [10] Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurements by impedance: a review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods[J]. *Med Eng Phys*, 2008, 30(10): 1257-1269. DOI: 10.1016/j.medengphy.2008.06.009.
- [11] Group TACW, Douglas PS, Khandheria B, et al. ACCF/AHA/ACEP/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2007 appropriateness criteria for transthoracic and transesophageal echocardiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. Endorsed by the American College of Chest Physicians and the Society of Critical Care Medicine[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2007, 20(7): 787-805. DOI: 10.1016/j.echo.2007.06.011.
- [12] Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, et al. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients-part I: general ultrasonography[J]. *Crit Care Med*, 2015, 43(11): 2479-2502. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001216.
- [13] Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): endorsed by: association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT)[J]. *Eur Respir J*, 2015, 46(4): 903-975. DOI: 10.1183/13993003.01032-2015.
- [14] Wizemann V, Wabel P, Chamney P, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2009, 24(5): 1574-1579. DOI: 10.1093/ndt/gfn707.
- [15] Xu QD, Xiong LP, Fan L, et al. Association of pulmonary hypertension with mortality in incident peritoneal dialysis patients[J]. *Perit Dial Int*, 2015, 35(5): 537-544. DOI: 10.3747/pdi.2013.00332.
- [16] Tsai YC, Tsai JC, Chen SC, et al. Association of fluid overload with kidney disease progression in advanced CKD: a prospective cohort study[J]. *Am J Kidney Dis*, 2014, 63(1): 68-75. DOI: 10.1053/j.ajkd.2013.06.011.
- [17] Ng JKC, Li PKT. Fluid management and bioimpedance study in peritoneal dialysis[J]. *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 2019, 28(1):

- 58-64. DOI: [10.1097/mnh.0000000000000466](https://doi.org/10.1097/mnh.0000000000000466).
- [18] 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. DOI: [10.1093/ndt/gfu049](https://doi.org/10.1093/ndt/gfu049).
- [19] Hung SC, Kuo KL, Peng CH, et al. Volume overload correlates with cardiovascular risk factors in patients with chronic kidney disease[J]. *Kidney Int*, 2014, 85(3): 703-709. DOI: [10.1038/ki.2013.336](https://doi.org/10.1038/ki.2013.336).
- [20] Onofriescu M, Hogas S, Voroneanu L, et al. Bioimpedance-guided fluid management in maintenance hemodialysis: a pilot randomized controlled trial[J]. *Am J Kidney Dis*, 2014, 64(1): 111-118. DOI: [10.1053/j.ajkd.2014.01.420](https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2014.01.420).
- [21] Milani GP, Groothoff JW, Vianello FA, et al. Bioimpedance and fluid status in children and adolescents treated with dialysis[J]. *Am J Kidney Dis*, 2017, 69(3): 428-435. DOI: [10.1053/j.ajkd.2016.10.023](https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2016.10.023).
- [22] Lopez T, Banerjee D. Management of fluid overload in hemodialysis patients[J]. *Kidney Int*, 2021, 100(6): 1170-1173. DOI: [10.1016/j.kint.2021.09.013](https://doi.org/10.1016/j.kint.2021.09.013).
- [23] Guo QY, Lin JX, Li JY, et al. The effect of fluid overload on clinical outcome in southern Chinese patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis[J]. *Perit Dial Int*, 2015, 35(7): 691-702. DOI: [10.3747/pdi.2014.00008](https://doi.org/10.3747/pdi.2014.00008).
- [24] Poch D, Mandel J. Pulmonary hypertension[J]. *Ann Intern Med*, 2021, 174(4): ITC49-ITC64. DOI: [10.7326/AITC202104200](https://doi.org/10.7326/AITC202104200).
- [25] Luna-López R, Ruiz Martín A, Escribano Subías P. Pulmonary arterial hypertension[J]. *Med Clínica Engl Ed*, 2022, 158(12): 622-629. DOI: [10.1016/j.medcle.2022.05.010](https://doi.org/10.1016/j.medcle.2022.05.010).
- [26] Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(38): 3618-3731. DOI: [10.1093/eurheartj/ehac237](https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac237).
- [27] Gelzinis TA. Pulmonary hypertension in 2021: part I-definition, classification, pathophysiology, and presentation[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2022, 36(6): 1552-1564. DOI: [10.1053/j.jvca.2021.06.036](https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.06.036).
- [28] Ruopp NF, Cockrill BA. Diagnosis and treatment of pulmonary arterial hypertension: a review[J]. *JAMA*, 2022, 327(14): 1379-1391. DOI: [10.1001/jama.2022.4402](https://doi.org/10.1001/jama.2022.4402).
- [29] Dekker MJE, Marcelli D, Canaud BJ, et al. Impact of fluid status and inflammation and their interaction on survival: a study in an international hemodialysis patient cohort[J]. *Kidney Int*, 2017, 91(5): 1214-1223. DOI: [10.1016/j.kint.2016.12.008](https://doi.org/10.1016/j.kint.2016.12.008).
- [30] Alhwiesh AK, Abdul-Rahman IS, Alshehri A, et al. The problem of pulmonary arterial hypertension in end-stage renal disease: can peritoneal dialysis be the solution[J]. *BMC Nephrol*, 2022, 23(1): 386. DOI: [10.1186/s12882-022-02998-y](https://doi.org/10.1186/s12882-022-02998-y).
- [31] Li XL, Wu Z, Xue MY, et al. An observational study of the effects of smoking cessation earlier on the clinical characteristics and course of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease[J]. *BMC Pulm Med*, 2022, 22(1): 390. DOI: [10.1186/s12890-022-02187-5](https://doi.org/10.1186/s12890-022-02187-5).
- [32] Salama W, Mousa S, Khalefa A, et al. Simultaneous open reduction and internal fixation and total hip arthroplasty for the treatment of osteoporotic acetabular fractures[J]. *International Orthopaedics (SICOT)*, 2017, 41(1): 181-189. DOI: [10.1007/s00264-016-3175-6](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3175-6).
- [33] Frost AE, Zhao C, Farber HW, et al. Smoking history and pulmonary arterial hypertension: Demographics, onset, and outcomes[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2023, 42(3): 377-389. DOI: [10.1016/j.healun.2022.10.007](https://doi.org/10.1016/j.healun.2022.10.007).
- [34] Zhang XH, Zhao WB, Ma XX, et al. Prognostic value of pulmonary hypertension in pre-dialysis chronic kidney disease patients[J]. *Int Urol Nephrol*, 2020, 52(12): 2329-2336. DOI: [10.1007/s11255-020-02589-6](https://doi.org/10.1007/s11255-020-02589-6).
- [35] Guazzi M, Naeije R. Pulmonary hypertension in heart failure[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 69(13): 1718-1734. DOI: [10.1016/j.jacc.2017.01.051](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.01.051).

(收稿日期: 2023-03-30)