· 临床研究 ·

泵前动脉压与血流量比值和肱动脉血流量的相关性研究

赵梦雅　谢庆磊　李梦婷　张凯迪
东南大学附属中大医院血液净化中心，南京 210003
通信作者：谢庆磊，Email：xqinglei@sina. com

【摘要】　目的　探讨自体动静脉内瘘（autogenous arteriovenous fistula，AVF）患者血液透析治疗中泵前动脉压（Pre-pump arterial pressure，PreAP）与泵控血流量（blood flow rate，BFR）比值的相关性，并分析在肱动脉血流量（brachial artery flow rate，BAFR）测量中的应用价值。**方法**　本研究为前瞻性研究。选取东南大学附属中大医院血液净化中心212例行维持性血液透析的自体AVF的患者，于透析过程中BFR平稳后获取PreAP和BFR数值，并计算PreAP绝对值与BFR比值（|PreAP|/BFR），于非透析日对患者行多普勒彩色超声检测，获取BAFR的数据。分析|PreAP|/BFR与BAFR的相关性，通过受试者工作特征曲线分析|PreAP|/BFR对BAFR的预测价值。**结果**　212例患者中，BAFR≤500 mL/min有28例，BAFR＞500 mL/min有184例，BAFR＞500 mL/min的患者肱动脉血管内径、PreAP绝对值、BFR分别为（6. 58±0. 93）mm、（108. 96±17. 94）mmHg（1 mmHg=0. 133 kPa）、（252. 28±20. 71）mL/min，显著高于BAFR≤500 mL/min的患者（$P<0.05$），BAFR＞500 mL/min的患者|PreAP|/BFR为0. 42（0. 38，0. 46），显著低于BAFR≤500 mL/min的患者（$P<0.05$）。相关性分析结果显示，|PreAP|/BFR与BAFR存在负相关（$r=-0.504$，$P<0.001$）。受试者工作特征曲线分析显示，|PreAP|/BFR用于预测BAFR为500 mL/min时最佳临界值为0. 59，曲线下面积（area under curve，AUC）为0. 92（95%*CI*：0. 794～1. 000），敏感度和特异度分别为85. 7%和98. 9%（$P<0.001$）。**结论**　可以使用透析中监测|PreAP|/BFR作为AVF患者发生狭窄的日常筛查手段，每次透析和透析时的不同节点，|PreAP|/BFR都可以获取对应的数据，更容易早期发现AVF的功能变化情况。|PreAP|/BFR和BAFR相关，在日常动静脉内瘘特别是流入道功能监测中具有一定的临床价值。

【关键词】　动静脉内瘘；压力监测；肱动脉；血流量
基金项目：江苏省老年健康科研项目（LKM2023020）
DOI：10. 3969/j. issn. 1671-2390. 2026. 09. 004

Correlation between pre-pump arterial pressure to blood flow ratio and brachial artery blood flow in hemodialysis

Zhao Meng-ya, *Xie Qing-lei*, *Li Meng-ting*, *Zhang Kai-di*
Blood Purification Center, *Zhongda Hospital*, *Southeast University*, *Nanjing* 210003, *China*
Corresponding author: *Xie Qing-lei*, *Email*: *xqinglei@sina. com*

【Abstract】　Objective　To determine the correlation between pre-pump arterial pressure (PreAP) and pump-controlled blood flow rate (BFR) in hemodialysis patients with autologous arteriovenous fistula (AVF) and to assess its application in brachial artery flow rate (BAFR) measurement. **Methods**　A total of 212 patients with autologous AVF on maintenance hemodialysis admitted to the Blood Purification Center of Zhongda Hospital, Southeast University were enrolled. Upon stabilization of pump-controlled blood flow during dialysis, the values of PreAP and pump-controlled BFR were recorded to calculate their ratio (|PreAP|/BFR). Color Doppler ultrasonography was performed on patients

on non-dialysis days to obtain the BAFR. The correlation between |PreAP|/BFR and BAFR was analyzed, and its predictive performance was determined using the receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Among the 212 enrolled patients, 28 had BAFR≤500 mL/min and 184 had BAFR >500 mL/min. Patients with BAFR >500 mL/min had significantly larger brachial artery diameter (6.58±0.93 mm), higher absolute PreAP value (108.96±17.94 mmHg, where 1 mmHg=0.133 kPa), and higher pump-controlled BFR (252.28±20.71 mL/min) compared to those with BAFR≤500 mL/min (all $P<0.05$). The |PreAP|/BFR of patients with BAFR >500 mL/min was 0.42 (0.38, 0.46), which was markedly lower than that of patients with BAFR≤500 mL/min ($P<0.05$). Correlation analysis revealed a negative correlation between |PreAP|/BFR and BAFR (r=-0.504, $P<0.001$). ROC curve analysis demonstrated that the optimal cut-off value of |PreAP|/BFR for predicting a BAFR of 500 mL/min was 0.59, with an area under the curve (AUC) of 0.92 (95%*CI*: 0.794-1.0), sensitivity of 85.7% and specificity of 98.9% ($P<0.001$). **Conclusion** Intradialytic monitoring of |PreAP|/BFR can be performed as a part of routine screening of stenosis in patients with AVF. |PreAP|/BFR can be collected at different time points during each dialysis session, which facilitates early detection of functional changes in autologous AVF. |PreAP|/BFR is correlated with BAFR and demonstrates potential clinical value for routine AVF monitoring, particularly in evaluating inflow tract function.

【Key words】 Arteriovenous fistula; Pressure monitoring; Brachial artery; Blood flow

Fund program: Jiangsu Provincial Geriatric Health Scientific Research Project (LKM2023020)

DOI: 10.3969/j.issn.1671-2390.2026.09.004

自体动静脉内瘘(arteriovenous fistula, AVF)是维持性血液透析患者应用较广泛的血管通路[1]。在长期血液透析的过程中,由于反复穿刺、压迫,AVF易出现狭窄、血栓等并发症,引起功能减退,最终失功。因此,对AVF并发症的早期发现和及时干预具有非常重要的意义。多普勒彩色超声下监测肱动脉血流量(brachial artery flow rate, BAFR)被公认为判断AVF狭窄的有效指标。血液透析的治疗过程中的透析机器体外循环压力监测更为直观、方便,常用的监测指标为泵前动脉压(Pre-pump arterial pressure, PreAP)、泵控血流量(blood flow rate, BFR)和泵控静脉压(pump-controlled venous pressure, PCVP)[2],其中PCVP监测数值是AVF腔内压力、BFR、红细胞压积、通路再循环等综合因素影响下产生的压力数值,往往会高于真实的AVF腔内静脉压力[3],一般不作为AVF功能的评价指标[4]。PreAP可以反映AVF动脉穿刺端的血液通过血泵被抽吸到体外循环管路中所需要的压力,其绝对值与BFR相关[5],即BFR越大,PreAP绝对值越大。当BFR相同时,AVF血流量不足的患者PreAP绝对值(|PreAP|)也会增高。因此,|PreAP|/BFR超过一定范围提示AVF功能不良风险显著增加[6]。本研究探讨|PreAP|/BFR与BAFR的相关性,评价|PreAP|/BFR对AVF功能的预测价值。

对象与方法

一、研究对象

本研究为模断面研究。选取2023年3月1日至2023年7月31日东南大学附属中大医院血液净化中心行维持性血液透析的AVF患者212例。纳入标准:(1)年龄≥18岁;(2)规律透析,AVF使用时间在3个月以上;(3)AVF功能可满足正常透析使用,无狭窄、血栓或其他原因而导致的具有临床意义的血流量不足或不通畅的异常情况[4];(4)使用一次性动静脉瘘穿刺针(尼普洛贸易上海有限公司,型号:16G*1"HTC-30W)。排除标准:(1)转为腹膜透析者及肾移植患者;(2)血管手术以及人工血管内瘘患者;(3)转院失访患者。本研究取得东南大学附属中大医院伦理委员会批准(批准号:2017ZDSYLL016-P01),所有纳入患者均告知研究内容并签署知情同意书。

二、资料收集

通过血液净化中心信息系统管理软件收集患者年龄、性别、AVF使用时间等一般资料,收集检查前3个月内的化验指标并计算其尿素氮清除率(urea reduction ratio, URR)、尿素清除指数(urea clearance index, Kt/V)。于透析过程中待血泵速度达到治疗血流量并运行平稳后,从透析机器上读取并记

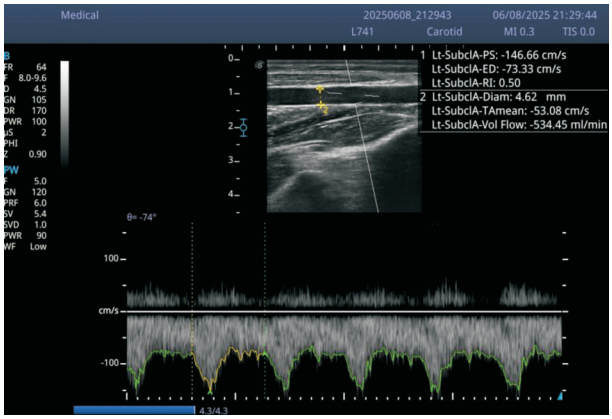
录PreAP和BFR。

三、|PreAP|/BFR动态监测的操作方法

透析治疗开始后，待血泵速度达到治疗血流量，再次检查PreAP监测管路与机器压力测量端是否连接紧密，调整动脉压监测范围，打开测量压力管路上的夹子开始测量压力，待压力平稳不再大幅下降后，从机器上读取泵前压力值，计算|PreAP|/BFR[1]。对于异常值要及时寻找原因，如是否存在穿刺针尖贴壁、穿刺针未完全进入血管腔等，排除上述原因后，常规监测中观察到2次PreAP＜-120 mmHg（1 mmHg=0.133 kPa），需要行进一步检查。

四、仪器与肱动脉血流量测量方法

采用SonoScape E2彩色多普勒超声诊断仪，线阵探头，频率10 MHz。测量过程中指导患者取平卧位，AVF侧肢体与身体呈夹角45°并外展、充分暴露。先用二维图像于AVF瘘口处测量瘘口内径，明确吻合口吻合方式，再沿路观察流入道动脉、流出道静脉血管走形情况、管腔大小、管壁及管腔内外回声情况；于距离肘上2～3 cm处肱动脉段测量肱动脉血流量[7-8]。频谱测量切面为血管纵切面，探头轻触皮肤，调整血流方向校正线使其与血管走行一致，声束与肱动脉夹角＜60°[8]；取样容积覆盖整个管腔；所测频谱图像要求至少连续5个平稳波形频谱图像冻结后，测量内径值，通路血流量由仪器自带软件计算（图1）。超声测量血流量时需要选择内径均匀，走行平直，无分叉的血管段，并且血管段内血流应处于单向稳定的层流状态[9]，同一个部位3次测量取平均值，避免误差。



注：PS为收缩期峰值流速；ED为舒张末期流速；RI为阻力指数；Diam为血管内径；TAmean为时间平均流速；Vol Flow为每分钟容积血流量。

图1　肱动脉血流量超声测量

Fig 1　Ultrasonic determination of blood flow volume in brachial artery

四、统计学方法

采用SPSS 25.0软件处理数据。计数资料用例（%）表示，符合正态分布的计量资料采用$\bar{x}\pm s$表示，不符合正态分布的计量资料采用$M(Q_1, Q_3)$表示。两组独立样本间比较采用独立样本t检验或Mann-Whitney U检验，采用Pearson或Spearman相关分析进行相关性的分析，对超声BAFR诊断效能行受试者工作特征曲线（receiver operating characteristic curve，ROC曲线）分析，取约登指数最大时的最佳临界值及其对应的灵敏度和特异度，曲线下面积（area under curve，AUC）评估诊断准确性。P＜0.05表示差异具有统计学意义。

结　果

一、一般情况和超声相关指标

212例患者性别构成、年龄、内瘘平均使用时间、URR、Kt/V、PreAP，BFR等一般资料和肱动脉超声相关指标见表1。

二、|PreAP|/BFR与BAFR的相关性分析

|PreAP|/BFR与BAFR有显著相关性（r=-0.504，P＜0.001）。（图2）

三、|PreAP|/BFR对AVF功能预测价值分析

ROC曲线分析显示，|PreAP|/BFR检测BAFR为500 mL/min时的最佳截断值为0.59，AUC为0.92（95%*CI*：0.794～1.000），敏感度和特异度分别为85.7%和98.9%（P＜0.001）。（图3）

讨　论

PreAP反映AVF动脉穿刺端的血液通过血泵被抽吸到体外循环管路中所需要的压力，所以BFR不同会引起PreAP的差异，尽管临床上每位患者的BFR存在较大差异，但PreAP与BFR的比值相对稳定。|PreAP|/BFR的连续监测可直观快速的反映血管通路功能变化。莫雅文等[10]发现，527例透析患者|PreAP|/BFR的95%*CI*为0.20～0.66，超出该范围提示血管通路的功能可能欠佳；也有研究表明，|PreAP|/BFR＜0.30和＞0.52时，AVF功能障碍的风险将升高4.04倍[11]。透析治疗过程中连续2次以上监测到|PreAP|/BFR＞0.60需要进一步行AVF功能检查[11]。另外，|PreAP|/BFR比通路静态压力检测更加便捷[12]。因此，|PreAP|/BFR可以帮助临床直观简单地了解患者的AVF功能情况，为临床提供快速筛查手段。

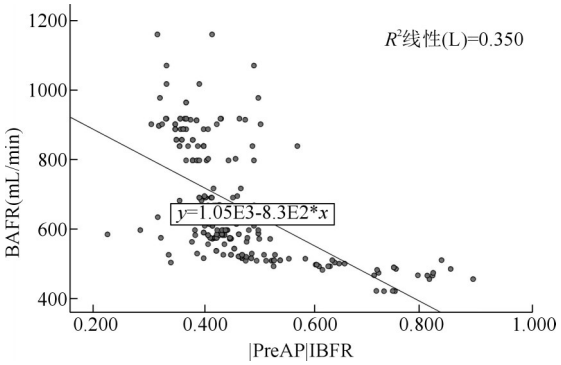
超声下监测BAFR在临床上被公认为是判断

表 1　2组患者一般资料和超声相关指标比较

Tab 1　General data and ultrasound-related indicators of patients

项目	BAFR≤500 mL/min(n=28)	BAFR>500 mL/min(n=184)	$t/z/\chi^2$值	P值
年龄(岁,$\bar{x}\pm s$)	62.50±9.31	57.85±13.41	1.769	0.078
内瘘使用龄(年,$\bar{x}\pm s$)	5.49±2.41	6.63±3.85	1.520	0.130
女[例(%)]	16(57.1)	80(43.5)	1.831	0.176
男[例(%)]	12(42.9)	104(57.5)	-	-
肱动脉血管内径(mm,$\bar{x}\pm s$)	5.69±0.47	6.58±0.93	4.961	<0.001
泵前动脉压(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	161.29±32.32	108.96±17.94	12.667	<0.001
泵控血流量(mL/min,$\bar{x}\pm s$)	237.14±20.91	252.28±20.71	3.599	<0.001
URR(%,$\bar{x}\pm s$)	71.09±5.79	67.56±10.83	1.686	0.093
Kt/V($\bar{x}\pm s$)	1.23±0.45	1.34±0.38	1.391	0.166
|PreAP|/BFR[$M(Q_1,Q_3)$]	0.72(0.63,0.78)	0.42(0.38,0.46)	-7.830	<0.001
血红蛋白(g/L,$\bar{x}\pm s$)	112.14±15.58	111.85±17.69	0.082	0.935
平均动脉压(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	97.13±9.05	93.82±9.19	1.779	0.077
β2微球蛋白(mg/L,$\bar{x}\pm s$)	30.86±8.75	29.75±7.88	0.684	0.495

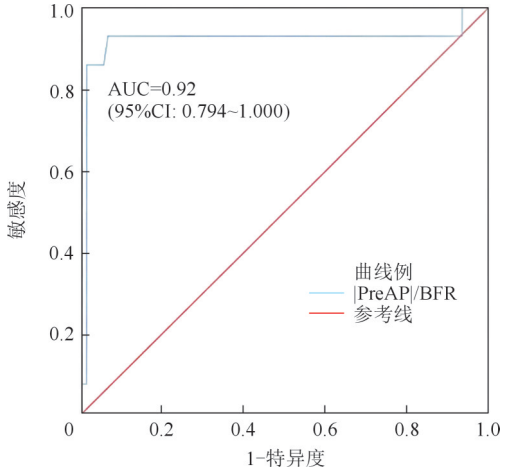
注:BAFR为多普勒彩色超声下监测肱动脉血流量;|PreAP|/BFR为泵前动脉压绝对值与泵控血流量比值;URR为患者尿素氮清除率;Kt/V为尿素清除指数;1 mmHg=0.133 kPa。



注:|PreAP|为泵前动脉压绝对值;BFR为透析体外循环血流量;BAFR为动静脉内瘘通路侧肱动脉血流量。

图 2　|PreAP|/BFR与BAFR的相关性分析

Fig 2　Correlation analysis between |PreAP|/BFR and BAFR



注:|PreAP|为泵前动脉压绝对值;BFR为透析体外循环血流量;AVF为动静脉内瘘;ROC为受试者工作特征曲线。

图 3　|PreAP|/BFR用于狭窄AVF功能预测的ROC曲线分析

Fig 3　ROC curve analysis of |PreAP|/BFR for predicting functional changes in AVF

AVF狭窄的有效指标[13]。国外研究显示,供血BAFR与通路血流量具有较强的相关性(相关系数0.83)[14]。国内研究发现,利用多普勒超声检测BAFR诊断标准内瘘功能障碍有较高的准确性[1]。BAFR>500 mL/min提示内瘘功能良好。由于BAFR测量需要借助超声设备及专业人员测量[8],而|PreAP|/BFR监测在透析治疗过程中就能完成,监测起来更加便捷。因此,本文对二者进行了相关性探讨发现,|PreAP|/BFR与BAFR具有一定的相关性,且呈负相关(r=-0.504),即|PreAP|/BFR越大时,提示BAFR越小。|PreAP|/BFR越大,说明血液通过血泵被抽吸到体外循环管路中所需要的压力越大,即内瘘血流量越低[5,15]。进一步探讨|PreAP|/BFR的合理阈值,有研究发现以肱动脉血流量500 mL/min作为分界点来诊断标准内瘘功能障碍的准确性具有较高的临床应用价值[14]。本研究通过ROC曲线分析显示,|PreAP|/BFR预测BAFR(500 mL/min)的AUC为0.92(95%*CI*:0.794~1.000),前者对后者具有预测价值(P<0.001),最佳截断值为0.59,敏感度和特异度分别为85.70%和98.90%,表明|PreAP|/BFR对BAFR具有较高的预测能力,提示当临床上观察到|PreAP|/BFR达到或者超过0.59时,此时BAFR可能<500 mL/min,需要进一步检查明确判断。与前述研究中提到的用于判断AVF功能的|PreAP|/BFR范围一致。临床

上，AVF 狭窄的形成通常需要一定的过程和时间[16]，同时伴有血管通路动脉压力的变化[17]，|PreAP|/BFR 能够方便、直观的监测患者的内瘘情况，每次透析和透析时的不同节点[18]，|PreAP|/BFR 可以获取对应的数据，并对 BAFR 具有较高的预测能力，更有利于早期发现 AVF 的功能变化情况。

本研究探讨了维持性血液透析 AVF 患者 |PreAP|/BFR 和 BAFR 的相关性，研究发现，|PreAP|/BFR 对 BAFR 具有较高的预测能力，为 AVF 功能提供可行的更加便利的方法。但本研究存在一定的局限性。首先，研究样本量偏少且来自于三甲医院单一中心，存在一定的偏倚，今后需要通过多中心、大样本的研究来进一步验证结论。此外，肾脏病预后质量倡议指南[4]从解剖位置分析，将 AVF 狭窄主要分为 4 种分型：流入道狭窄、瘘体狭窄、流出道狭窄及中心静脉狭窄。作为瘘体远端的静脉流出道狭窄即 AVF Ⅲ型狭窄，在临床上较常见，易导致高静脉压和水肿。从 PreAP 压力产生的原理上来说，|PreAP|/BFR 更适合 AVF 流入道功能的监测，不适用于 AVF Ⅲ型狭窄的监测，与流入道相比，流出道狭窄可能更容易被检测到，对于后者的监测可能需要结合 AVF 物理检查，提高评估准确性。最后，PreAP 容易受穿刺针位置影响，尤其针尖贴血管壁时会出现异常低值，需要护士能准确判断及识别，对护士能力要求较高，临床应用时需要关注该方面。

本研究结果显示，透析中 |PreAP|/BFR 和 BAFR 相关，在日常动静脉内瘘特别是流入道的功能监测中具有一定的临床价值。透析机器的压力监测，有望成为评价 AVF 功能的指标之一。

利益冲突　所有作者均声明没有利益冲突

参 考 文 献

[1] 谢筱彤，刘宏，涂岩，等. 维持性血液透析患者动静脉内瘘功能不良的影响因素[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志，2018，27(5)：435-439. DOI：10.3969/j.issn.1006-298X.2018.05.007.
Xie XT，Liu H，Tu Y，et al. Factors relating with autogenous arteriovenous fistula dysfunction in maintenance hemodialysis patients[J]. Chin J Nephrol Dial Transplant，2018，27(5)：435-439. DOI：10.3969/j.issn.1006-298X.2018.05.007.

[2] 李新虎，徐元恺，张丽红. 静脉压监测在动静脉内瘘中的应用进展[J]. 华西医学，2022，37(7)：1094-1097. DOI：10.7507/1002-0179.202006098.
Li XH，Xu YK，Zhang LH. Application progress of venous pressure monitoring in arteriovenous fistula[J]. West China Med J，2022，37(7)：1094-1097. DOI：10.7507/1002-0179.202006098.

[3] 周宗祥，张红. 终末期肾病血液透析患者血浆COMP表达与动静脉内瘘失功及预后的相关性研究[J]. 临床肾脏病杂志，2022，22(1)：22-27. DOI：10.3969/j.issn.1671-2390.2022.01.005.
Zhou ZX，Zhang H. Correlation of plasma expression of cartilage oligomeric matrix protein with arteriovenous fistula failure and prognosis in hemodialysis patients with end-stage renal disease[J]. J Clin Nephrol，2022，22(1)：22-27. DOI：10.3969/j.issn.1671-2390.2022.01.005.

[4] Lok CE，Huber TS，Lee T，et al. KDOQI clinical practice guideline for vascular access：2019 update[J]. Am J Kidney Dis，2020，75(4)：S1-S164. DOI：10.1053/j.ajkd.2019.12.001.

[5] El-Damanawi R，Kershaw S，Campbell G，et al. Successful restoration of arteriovenous dialysis access patency after late intervention[J]. Clin Kidney J，2015，8(1)：82-86. DOI：10.1093/ckj/sfu115.

[6] Wu CC，Hung HC，Kao TC，et al. High pulse pressure predicts primary arteriovenous fistula failure within 1 year[J]. J Vasc Access，2023，24(6)：1349-1357. DOI：10.1177/11297298211054797.

[7] 钟锐，李伟佐，彭雄强，等. 彩超对血液透析患者自体动静脉内瘘狭窄的诊断价值[J]. 中国中西医结合肾病杂志，2019，20(1)：70-71. DOI：10.3969/j.issn.1009-587X.2019.01.023.
Zhong R，Li WZ，Peng XQ，et al. Diagnostic value of color doppler ultrasound for autologous arteriovenous fistula stenosis in hemodialysis patients[J]. Chin J Integr Tradit West Nephrol，2019，20(1)：70-71. DOI：10.3969/j.issn.1009-587X.2019.01.023.

[8] 段秀芳，郑茜子，刘瑶，等. 彩色多普勒超声在血液透析患者自体动静脉内瘘血流量测量中的应用[J]. 中国超声医学杂志，2020，36(9)：833-835. DOI：10.3969/j.issn.1002-0101.2020.09.019.
Duan XF，Zheng Q/X)Z，Liu Y，et al. Color Doppler ultrasonography for the measurement of access blood flow in hemodialysis patients with native arteriovenous fistula[J]. Chin J Ultrasound Med，2020，36(9)：833-835. DOI：10.3969/j.issn.1002-0101.2020.09.019.

[9] 王娅妮，敬雷. 超高频超声联合B-Flow评估内瘘狭窄对流量不足的诊断价值[J]. 南京医科大学学报(自然科学版)，2020，40(12)：1860-1864. DOI：10.7655/NYDXBNS20201224.
Wang YN，Jing L. Value of internal fistula stenosis assessed by ultrahigh frequency ultrasound combined with B-Flow in diagnosing insufficient flow[J]. J Nanjing Medicial Univ，2020，40(12)：1860-1864. DOI：10.7655/NYDXBNS20201224.

[10] 莫雅文，宋利，韩晓苇，等. 血液透析治疗中泵前动脉压与泵控血流量比值的临床研究[J]. 中国血液净化，2019，18(8)：579-581，584. DOI：10.3969/j.issn.1671-4091.2019.08.018.
Mo YW，Song L，Han XW，et al. A survey on the ratio of pre-pump arterial pressure and blood flow rate during hemodialysis treatment[J]. Chin J Blood Purif，2019，18(8)：579-581，584. DOI：10.3969/j.issn.1671-4091.2019.08.018.

[11] 孙春艳，宋利，田秀兰，等. 泵前动脉压与泵控血流速比值的绝对值对自体动静脉内瘘功能的预测研究[J]. 护理研究，2022，36(6)：952-958. DOI：10.12102/j.issn.1009-6493.2022.

06. 003.
Sun CY, Song L, Tian XL, et al. Prediction of absolute value of ratio of prepump pressure to blood flow rate to function of autogenous arteriovenous fistulas[J]. Chin Nurs Res, 2022, 36(6): 952-958. DOI: 10. 12102/j. issn. 1009-6493. 2022. 06. 003.

[12] 金其庄, 王玉柱, 叶朝阳, 等. 中国血液透析用血管通路专家共识(第2版)[J]. 中国血液净化, 2019, 18(6): 365-381. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-4091. 2019. 06. 001.
Jin QZ, Wang YZ, Ye CY, et al. Consensus among experts on blood access used for hemodialyis in China(The 2nd edition)[J]. Chin J Blood Purif, 2019, 18(6): 365-381. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-4091. 2019. 06. 001.

[13] 中华医学会肾脏病学分会, 陈香美. 血液净化标准操作规程(2021版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 93-95.
Chinese Society of Nephrology. Chen XM. Standard Operating Procedures for Blood Purification (2021 Edition)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021: 93-95.

[14] 刘秀, 鄢建军, 李江波, 等. 动态静脉压监测预测血液透析病人动静脉内瘘狭窄的价值[J]. 护理研究, 2018, 32(18): 2986-2988. DOI: 10. 12102/j. issn. 1009-6493. 2018. 18. 050.
Liu X, Yan JJ, Li JB, et al. Value of dynamic venous pressure monitoring for predicting arteriovenous internal fistula stenosis in hemodialysis patients[J]. Chin Nurs Res, 2018, 32(18): 2986-2988. DOI: 10. 12102/j. issn. 1009-6493. 2018. 18. 050.

[15] 陶杰, 张凡, 吴晓波, 等. 超声测量肱动脉血流量与标准内瘘术后透析流量的相关性研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2015, 24(7): 576-579, 583. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1004-4477. 2015. 07. 007.
Tao J, Zhang F, Wu XB, et al. Detection of blood flow in the brachial artery and dialysis flow after standard internal fistula operation by ultrasound: an association study[J]. Chin J Ultrasonography, 2015, 24(7): 576-579, 583. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1004-4477. 2015. 07. 007.

[16] 位松, 周美珍. 彩色多普勒超声在自体动静脉内瘘术前评估中的应用价值[J]. 影像研究与医学应用, 2025, 9(3): 119-121. DOI: 10. 20267/j. issn. 2096-3807. 2025. 03. 039.
Wei S, Zhou MZ. Application value of color doppler ultrasound in preoperative evaluation of autologous arteriovenous fistula [J]. J Imaging Res Med Appl, 2025, 9(3): 119-121. DOI: 10. 20267/j. issn. 2096-3807. 2025. 03. 039.

[17] 王越, 谢庆磊, 刘宏, 等. 超声测量下腔静脉直径评估血液透析患者容量负荷的价值[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2025, 34(1): 27-31, 56. DOI: 10. 3969/j. issn. 1006-298X. 2025. 01. 005.
Wang Y, Xie QL, Liu H, et al. Assessing degree of volume load in hemodialysis patients by measuring the diameter of inferior vena cava with ultrasound[J]. Chin J Nephrol Dial Transplant, 2025, 34(1): 27-31, 56. DOI: 10. 3969/j. issn. 1006-298X. 2025. 01. 005.

[18] Gallieni M, Hollenbeck M, Inston N, et al. Clinical practice guideline on peri- and postoperative care of arteriovenous fistulas and grafts for haemodialysis in adults[J]. Nephrol Dial Transplant, 2020, 35(12): 2203. DOI: 10. 1093/ndt/gfaa106.

（收稿日期：2025-07-31）