

维持性血液透析患者高通量透析的疗效与安全性研究

杨颖¹ 马文燕² (通讯作者)

1.武警上海总队医院 上海 201821

2.海军军医大学第三附属医院 上海 201821

【摘要】目的:评估高通量透析在维持性血液透析患者中的疗效与安全性。方法:采用随机对照研究,纳入74例维持性血液透析患者,随机分为两组:高通量组(37例)采用FX80高通量透析器;低通量组(37例)采用F6低通量透析器,均行单纯血液透析,每周3次,每次4小时,持续6个月。比较两组治疗前后的小分子毒素、中大分子毒素、尿素清除指数及不良反应发生率。结果:治疗6个月后,高通量组 β 2-微球蛋白、全段甲状旁腺激素、血磷水平均显著低于低通量组($P<0.05$),尿素清除指数显著高于低通量组($P<0.05$);两组尿素氮、肌酐水平及透析中低血压、肌肉痉挛、凝血事件、过敏反应发生率差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:高通量透析能够有效清除中大分子毒素,透析充分,且不增加不良反应风险,安全性良好。

【关键词】维持性血液透析;高通量透析;疗效;安全性

DOI:10.12417/2811-051X.26.09.071

维持性血液透析是终末期肾病患者赖以生存的重要手段,透析效果直接关乎患者的生命质量^[1]。近年来,随着透析技术的广泛普及,患者的生存期明显延长,但随之而来的透析相关性淀粉样变、心血管事件及继发性甲状旁腺功能亢进等远期并发症也日益突出,严重影响患者预后^[2]。传统低通量透析器尽管对尿素氮、肌酐等小分子溶质的清除效果确切,却很难有效清除 β 2-微球蛋白、瘦素、成纤维细胞生长因子等中大分子毒素,这也是引发多种远期并发症的重要机制^[3]。高通量透析凭借超滤系数 $>20\text{ml}/(\text{h}\cdot\text{mmHg})$ 的透析膜,可以显著提升水盐平衡调控能力,还能够通过对流与吸附作用提高中大分子毒素的清除率,理论上可改善患者的炎症状态、营养状况,维持心血管的稳定性。然而,当前关于高通量透析的临床获益仍存争议,部分研究提示其在降低病死率、延缓残余肾功能丢失等方面优势有限,还可能增加白蛋白丢失及反超滤风险;加之国内透析中心的设备条件、患者依从性及医保政策存在差异,目前尚缺乏统一的应用共识^[4]。基于此,本研究通过对比高通量与低通量透析在维持性血液透析患者中的应用效果,旨在为优化透析方案提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 资料

选取2025年1月至2025年12月于本院血液净化中心行维持性血液透析患者74例,按照随机数字表法分为高通量透析组(观察组)与低通量透析组(对照组),各37例。观察组中男性20例、女性17例,年龄范围34~71岁,平均 (54.8 ± 8.3) 岁;高血压肾病14例、糖尿病肾病12例、慢性肾小球肾炎9例、多囊肾2例;透析龄6~52个月,平均 (24.6 ± 9.7) 个月。对照组中男性21例、女性16例,年龄36~73岁 (55.3 ± 9.0) 岁;原发病:高血压肾病13例、糖尿病肾病13例、慢性肾小球肾炎10例、梗阻性肾病1例;透析时间5~54个月 (25.1 ± 10.3) 个月。两组患者性别构成、年龄、原发病类型

及透析龄比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

纳入标准:①年龄18~75岁,性别不限;②符合美国肾脏病基金会K/DOQI指南终末期肾病诊断标准^[5],且维持性血液透析治疗时间 ≥ 3 个月;③透析方案稳定(每周3次,每次4小时),血管通路为自体动静脉内瘘或人工血管,血流量 $\geq 200\text{ml}/\text{min}$;④近1个月内无急性感染、心力衰竭、消化道出血等严重并发症,病情相对平稳;⑤患者知情同意并自愿签署知情同意书。

排除标准:①合并恶性肿瘤、活动性自身免疫性疾病或严重肝功能不全;②近3个月内曾接受高通量透析或血液透析滤过、血液灌流等联合治疗;③预期生存时间 < 6 个月或计划近期行肾移植;④妊娠期、哺乳期女性;⑤存在严重凝血功能障碍或活动性出血倾向,无法耐受常规抗凝;⑥依从性差,无法完成预定随访及检测。

1.2 方法

74例患者全部采用德国费森尤斯4008S型血液透析机,透析用水为双级反渗透水,透析液为碳酸氢盐配方:钠离子 $138\text{mmol}/\text{L}$,钾离子 $2.0\text{mmol}/\text{L}$,钙离子 $1.5\text{mmol}/\text{L}$,碳酸氢根 $32\text{mmol}/\text{L}$;透析液流量设定为 $500\text{ml}/\text{min}$ 。所有患者均行常规血液透析,每周治疗3次,每次4小时,血流量根据血管通路的情况进行调整,通常在 $220\sim 260\text{ml}/\text{min}$ 之间,超滤量根据透析间期体重增长及目标干体重设定。抗凝治疗采用低分子肝素(那屈肝素钙, 0.4ml ,透析前单次静脉注射)或普通肝素(首剂 $0.3\sim 0.5\text{mg}/\text{kg}$,追加 $5\sim 10\text{mg}/\text{h}$),根据患者的凝血状态调整。

高通量透析组:使用聚砜膜高通量透析器(费森尤斯FX80,膜面积 1.8m^2 ,超滤系数 $62\text{ml}/(\text{h}\cdot\text{mmHg})$),选择单纯血液透析模式,不额外补充置换液,不启用透析机在线血液透析滤过模式。

低通量透析组：费森尤斯 F6，膜面积 1.3m²，超滤系数 5.5ml/(h·mmHg)，透析治疗模式同前。

两组患者透析器的复用次数不超过 5 次，总纤维容积下降 ≥20%或破膜、凝血时立即更换。所有操作均由血液净化中心的专职护士按照标准操作规程执行，透析期间持续心电、血压监护，每隔 30~60 分钟记录一次生命体征及跨膜压、静脉压等参数，保证透析质量与安全。

1.3 观察指标

(1) 疗效指标：治疗前及治疗 6 个月后透析前采血检测尿素氮、肌酐、β 2-微球蛋白、全段甲状旁腺激素、血磷，并计算尿素清除指数；

(2) 安全性指标：记录透析中低血压、肌肉痉挛、凝血事件、过敏反应的发生率。

1.4 统计学方法

应用 SPSS26.0 统计学软件进行处理，计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较采用 t 检验，计数资料以率 (%) 表示，组间比较进行 χ^2 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的治疗效果比较

治疗 6 个月后，高通量透析组的各项疗效指标均优于低通量组 ($P < 0.05$)，见表 1：

表 1 两组患者的治疗效果比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	高通量组		低通量组		组间比较 t 值	组间比较 P 值	组间比较 t 值	组间比较 P 值
	治疗前	治疗 6 个月后	治疗前	治疗 6 个月后				
尿素氮 (mmol/L)	24.8±4.5	23.5±4.1	25.1±4.7	24.2±4.5	0.284	0.777	0.712	0.479
肌酐 (μmol/L)	902.3±110.5	854.6±112.3	908.6±115.4	876.2±120.7	0.215	0.830	0.803	0.425
β 2-微球蛋白 (mg/L)	24.6±5.2	18.3±4.2	25.3±5.5	23.7±5.1	0.579	0.564	4.127	<0.001
全段甲状旁腺激素 (pg/ml)	408.7±85.3	312.4±78.6	412.5±90.1	389.5±94.3	0.193	0.848	3.856	<0.001
血磷 (mmol/L)	1.92±0.35	1.56±0.31	1.95±0.38	1.79±0.38	0.365	0.716	2.876	0.005
尿素清除指数	1.21±0.11	1.42±0.15	1.20±0.12	1.35±0.13	0.402	0.689	2.345	0.021

2.2 两组患者的不良反应发生率比较

高、低通量透析组的不良反应发生率无统计学差异 ($P > 0.05$)，见表 2：

表 2 两组患者的不良反应发生率比较 (n, %)

组别	n	透析中低血压	肌肉痉挛	凝血事件	过敏反应
高通量组	37	5 (13.5)	4 (10.8)	2 (5.4)	1 (2.7)
低通量组	37	7 (18.9)	6 (16.2)	4 (10.8)	1 (2.7)
χ^2 值		0.289	0.215	0.297	0.000
P		0.591	0.643	0.586	1.000

3 讨论

3.1 高通量透析可显著提高透析的充分性

本研究表 1 数据明确支持高通量透析在维持性血液透析患者中的疗效优势，尤其在传统低通量透析难以解决的中大分子毒素蓄积的问题上，高通量透析展现出极高的临床价值。

β 2-微球蛋白的分子量约为 11.8 kDa，属于典型的中分子

毒素。低通量透析器主要通过弥散方式清除小分子溶质，对 β 2-微球蛋白的清除能力极为有限，而高通量透析器则凭借更大的膜孔径与更高的超滤系数，通过对流作用来完成 β 2-微球蛋白的跨膜转运^[6]。全段甲状旁腺激素是继发性甲状旁腺功能亢进的重要标志物，其分子量约为 9.5 kDa，同样属于中分子毒素。高通量组治疗后 iPTH 水平较基线下降 23.6%，低通量组仅下降 5.6%。提示高通量透析可直接清除循环中的 iPTH，还可能通过改善钙磷代谢、减轻甲状旁腺增生刺激而间接调节甲状旁腺功能。血磷作为小分子溶质，本应在弥散清除中与尿素氮、肌酐表现出相似的清除趋势，但本研究中显示高通量组的血磷降幅明显优于低通量组，而尿素氮、肌酐组间无差异。这一现象说明高通量透析对血磷的控制并非单纯依赖弥散清除，磷在血液中以磷酸盐的形式存在，部分与蛋白质结合形成复合物，高通量透析通过对流及吸附作用可更有效地清除蛋白结合态磷；而改善的 β 2-微球蛋白及炎症状态可能间接调节骨代谢，减少骨磷释放^[7]。

尿素清除指数是评估透析充分性的关键指标，高通量透析器在长期使用过程中可减少蛋白沉积、维持更稳定的膜通透

性,从而保障持续高效的小分子清除效率^[8]。此外,β2-微球蛋白等中大分子毒素的蓄积与微炎症状态密切相关,而炎症因子可通过诱导肌肉分解、升高尿素生成速率,间接影响尿素动力学的稳态。高通量透析通过降低炎症负荷,可能从代谢层面改善了尿素的生成与清除平衡。

3.2 高通量透析未增加不良反应风险

透析中低血压是最常见的急性并发症,其发生机制与有效血容量下降、血管张力调节障碍、心脏储备功能减退等多种因素相关^[9]。高通量透析器因其超滤系数较高,理论上存在超滤速率过快、血浆再充盈失衡的风险。然而本研究显示,高通量组低血压发生率为13.5%,低于低通量组的18.9%,尽管未达统计学差异,但至少表明高通量透析并没有成为低血压的独立危险因素。

肌肉痉挛的发生常与超滤过快、低钠透析、肉碱缺乏等因

素相关^[10],本研究中高通量组痉挛率为10.8%,低通量组为16.2%,高通量透析对炎症因子及氧自由基的清除或许可以改善骨骼肌的微循环灌注,对降低痉挛频次具有一定作用。高通量组凝血事件2例,低通量组4例,差异不显著。高通量透析膜生物相容性更好,对血小板及凝血系统的激活较轻,理论上具有减少凝血的潜在优势,但本研究样本量有限,尚不足以得出确切结论。过敏反应在两组各发生1例,均为透析器首次使用时出现轻度皮疹及瘙痒,经更换透析器及抗组胺药物处理后缓解,未出现严重过敏性休克。

4 结论

综上所述,高通量透析在维持性血液透析患者中具有明确的中大分子毒素清除优势,且透析更加充分,同时未明显增加不良反应,安全性良好,因此可作为维持性血液透析患者的优选治疗方式。

参考文献:

- [1] 高晶,赵锦,王凡,等.不同频率血液透析滤过联合高通量血液透析治疗对糖尿病肾病维持性血液透析患者肾功能、微炎症状态及左心功能的影响[J].实用医学杂志,2025,41(21):3398-3404.
- [2] 易晔,王莹,黄薇,等.高通量血液透析对老年维持性血液透析患者微炎症、FGF23及动脉粥样硬化的影响[J].中国老年学杂志,2021,41(22):5018-5021.
- [3] 汤月秋,卢晓梅.高通量透析联合血液灌流对维持性血液透析患者营养状况及钙磷代谢的影响[J].河北医学,2023,29(4):561-566.
- [4] 姜晓岚,刘斌.高通量血液透析对维持性透析患者血清铁调素及低氧诱导因子的影响研究[J].中国血液净化,2023,22(2):81-85.
- [5] 江丽娟,张永志,吴岚.中、高通量透析对维持性血液透析患者效果比较[J].河北医药,2023,45(16):2503-2506.
- [6] 胡秀红,高玉伟,徐保振,等.高通量透析对维持性血液透析患者蛋白质-能量消耗发生的影响及其相关因素分析[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2023,18(3):370-373.
- [7] 赵雪怡,张倩,李小芳.高通量血液透析与低通量血液透析对维持性血液透析患者的感染风险和炎性指标的影响[J].贵州医药,2022,46(1):74-75.
- [8] 祝莹,刘玲玲,夏梦霜.高通量透析不同频率对维持性血液透析患者炎性细胞因子和钙磷代谢指标的影响[J].国际护理学杂志,2022,41(5):853-856.
- [9] 高伟,杨雄,李小芳.高通量血液透析对维持性血液透析患者生存质量影响[J].贵州医药,2021,45(9):1411-1412.
- [10] 耿兴华,宋玉枝,王世卫,等.低钠透析联合高通量透析对尿毒症维持性血液透析并发顽固性高血压患者血压、心功能的影响[J].山东医药,2023,63(22):9-12.