

## 高通量透析联合灌流对血透患者钙磷代谢的影响

王国秀

中国人民解放军海军第九七一医院崂山医疗区血液净化室 山东青岛

**【摘要】目的** 探讨高通量血液透析联合血液灌流对维持性血液透析患者钙磷代谢及相关指标的影响。**方法** 选取 2024 年 1 月至 2025 年 12 月在我院血液净化室接受治疗的 26 例维持性血液透析合并钙磷代谢紊乱患者为研究对象,根据治疗方案分为联合组(高通量血液透析联合血液灌流, $n=16$ )和对照组(单纯高通量血液透析, $n=10$ )。两组均给予基础药物治疗及常规透析护理,连续治疗 3 个月。比较两组治疗前后钙磷代谢指标、营养及贫血指标、肾功能相关指标,并统计不良反应。**结果** 治疗后,联合组血磷、钙磷乘积、全段甲状旁腺激素(intact parathyroid hormone,iPTH)水平低于对照组,血钙水平高于对照组( $P<0.05$ );且联合组血清铁蛋白、血红蛋白(Hemoglobin,Hb)高于对照组,血清肌酐(Serum Creatinine,Scr)、血尿素氮(Blood Urea Nitrogen,BUN)低于对照组( $P<0.05$ );两组治疗期间不良反应比较, $P>0.05$ 。**结论** 高通量血液透析联合血液灌流可有效纠正维持性血液透析患者的钙磷代谢紊乱,降低 iPTH 水平,同时改善患者营养状况、贫血及肾功能,安全性良好。

**【关键词】** 高通量血液透析; 血液灌流; 维持性血液透析; 钙磷代谢; 甲状旁腺激素

**【收稿日期】** 2026 年 5 月 12 日

**【出刊日期】** 2026 年 6 月 15 日

**【DOI】** 10.12208/j.jnmn.20260294

### Effect of high-flux hemodialysis combined with hemoperfusion on calcium-phosphorus metabolism in hemodialysis patients

Guoxiu Wang

Blood Purification Room, Laoshan Medical District, No. 971 Hospital of the PLA Navy, Qingdao, Shandong

**【Abstract】Objective** To investigate the effects of high-flux hemodialysis combined with hemoperfusion on calcium-phosphorus metabolism and related indicators in maintenance hemodialysis patients. **Methods** A total of 26 maintenance hemodialysis patients with calcium-phosphorus metabolism disorders treated in the Blood Purification Room of our hospital from January 2024 to December 2025 were selected as the study subjects. They were divided into a combination group (high-flux hemodialysis combined with hemoperfusion,  $n=16$ ) and a control group (high-flux hemodialysis alone,  $n=10$ ) according to the treatment regimen. Both groups received basic pharmacotherapy and routine dialysis care for three consecutive months. Calcium-phosphorus metabolism indicators, nutritional and anemia indicators, and renal function-related indicators were compared between the two groups before and after treatment, and adverse reactions were recorded. **Results** After treatment, the combination group showed lower levels of serum phosphorus, calcium-phosphorus product, and iPTH, and higher serum calcium levels compared with the control group ( $P<0.05$ ). In addition, the combination group had higher serum ferritin and Hb levels, and lower Scr and BUN levels than the control group ( $P<0.05$ ). Comparison of adverse reactions during treatment between the two groups showed no significant difference ( $P>0.05$ ). **Conclusion** High-flux hemodialysis combined with hemoperfusion can effectively correct calcium-phosphorus metabolism disorders in maintenance hemodialysis patients, reduce iPTH levels, and simultaneously improve nutritional status, anemia, and renal function, with good safety.

**【Keywords】** High-flux hemodialysis; Hemoperfusion; Maintenance hemodialysis; Calcium and phosphorus metabolism; Parathyroid hormone

维持性血液透析是终末期肾病的主要肾脏替代治疗,可清除代谢废物、纠正水电解质紊乱,但常规透

析对中大分子毒素及磷的清除有限,长期透析患者易出现钙磷代谢紊乱、继发性甲状旁腺功能亢进等并发

症<sup>[1-2]</sup>。钙磷代谢紊乱可导致皮肤瘙痒、骨痛、骨折，并引发血管钙化、心血管疾病，是终末期肾病患者病死率升高的重要危险因素<sup>[3]</sup>。高通量血液透析采用高通透性透析膜，通过弥散、对流作用增加中大分子毒素清除，对磷的清除优于低通量透析，但单一治疗仍难以完全纠正钙磷代谢紊乱<sup>[4]</sup>。血液灌流通过吸附剂特异性吸附，可有效清除中大分子毒素、甲状旁腺激素等，与高通量透析联用可实现优势互补，提高毒素清除效率<sup>[5]</sup>。本研究以我院血液净化室患者为对象，探讨高通量透析联合灌流对钙磷代谢的影响及其对营养、贫血及肾功能的改善作用，为优化临床治疗方案提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2024 年 1 月至 2025 年 12 月在我院血液净化室接受维持性血液透析治疗的 26 例合并钙磷代谢紊乱患者为研究对象。纳入标准：维持性血透≥6 个月；存在钙磷代谢紊乱；规律使用基础药物；临床资料完整。排除标准：合并严重心血管疾病、肝衰竭、恶性肿瘤；甲状旁腺腺瘤、骨代谢病、自身免疫病；近 3 个月手术、严重感染、出血史；对耗材或药物过敏。

根据治疗方案将患者分为联合组（n=16）和对照组（n=10）。联合组男 10 例，女 6 例；年龄 35~72 岁，平均年龄（53.68±8.25）岁；透析龄 6~48 个月，平均（25.32±7.18）个月；原发病：慢性肾小球肾炎 7 例，糖尿病肾病 5 例，高血压肾损害 2 例，多囊肾 1 例，其他 1 例。对照组男 6 例，女 4 例；年龄 36~70 岁，平均年龄（52.95±7.86）岁；透析龄 7~46 个月，平均（24.86±6.95）个月；原发病：慢性肾小球肾炎 4 例，糖尿病肾病 3 例，高血压肾损害 1 例，多囊肾 1 例，其他 1 例。两组一般资料比较， $P>0.05$ 。

### 1.2 方法

两组均予常规基础治疗（药物、饮食及护理），剂量根据患者情况个体化调整。

#### 1.2.1 对照组

采用单纯高通量血液透析治疗。透析设备为德国费森尤斯 4008S 透析机，高通量透析器选用聚砜膜透析器（FX60，膜面积 1.4m<sup>2</sup>），透析液为碳酸氢盐透析液，透析液流量 500mL/min，血流量 200~250mL/min，每周透析 3 次，每次 4h，抗凝方式为低分子肝素钠抗凝，根据患者体重调整剂量（5000~8000U/次），连续治疗 3 个月。

#### 1.2.2 联合组

采用高通量血液透析联合血液灌流治疗。高通量透析设备、透析器、透析参数与对照组一致，在此基础上，每月行血液灌流治疗 2 次，透析与灌流联合进行：将血液灌流器串联在透析器前，先进行透析联合灌流治疗 2h，取下灌流器后继续行单纯高通量透析 2h，总透析时间仍为 4h，每周透析 3 次（其中 2 次为单纯高通量透析，每月穿插 2 次透析联合灌流），抗凝、药物治疗及护理与对照组一致，连续治疗 3 个月。

### 1.3 观察指标

钙磷代谢：检测血钙、血磷、钙磷乘积及 iPTH；营养及贫血：检测血清铁蛋白、Hb；肾功能：检测 Scr、BUN 及 Kt/V；不良反应：记录低血压、肌肉痉挛等。均于治疗前及治疗 3 个月后检测。

### 1.4 统计学方法

采用统计学软件处理，计量资料以（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，组间 t 检验；计数资料以 n（%）表示，组间 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组钙磷代谢指标对比

治疗后，联合组血磷、钙磷乘积、iPTH 水平低于对照组，血钙水平高于对照组（ $P<0.05$ ），见表 1。

### 2.2 两组营养及贫血指标对比

治疗后，联合组血清铁蛋白、Hb 水平高于对照组（ $P<0.05$ ），见表 2。

### 2.3 两组肾功能指标对比

治疗后，联合组 Scr、BUN 水平低于对照组，Kt/V 水平高于对照组（ $P<0.05$ ），见表 3。

表 1 两组钙磷代谢指标对比（ $\bar{x}\pm s$ ）

| 指标                                       | 组别  | 治疗前          | 治疗后          | t      | P      |
|------------------------------------------|-----|--------------|--------------|--------|--------|
| 血钙（mmol/L）                               | 联合组 | 1.85±0.16    | 2.31±0.22    | 9.652  | <0.001 |
|                                          | 对照组 | 1.83±0.15    | 2.05±0.18    | 5.214  | <0.001 |
| 血磷（mmol/L）                               | 联合组 | 2.65±0.48    | 1.62±0.35    | 8.763  | <0.001 |
|                                          | 对照组 | 2.68±0.45    | 2.18±0.42    | 4.328  | <0.001 |
| 钙磷乘积（mmol <sup>2</sup> /L <sup>2</sup> ） | 联合组 | 7.82±1.25    | 4.85±0.92    | 10.147 | <0.001 |
|                                          | 对照组 | 7.90±1.18    | 6.32±1.05    | 4.895  | <0.001 |
| iPTH（pg/mL）                              | 联合组 | 458.65±89.32 | 215.36±58.24 | 11.826 | <0.001 |
|                                          | 对照组 | 462.38±86.57 | 302.58±65.37 | 6.741  | <0.001 |

表 2 两组营养及贫血指标对比 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 指标            | 组别  | 治疗前          | 治疗后          | t     | P      |
|---------------|-----|--------------|--------------|-------|--------|
| 血清铁蛋白 (ng/mL) | 联合组 | 215.36±52.18 | 325.68±62.35 | 8.259 | <0.001 |
|               | 对照组 | 212.58±50.36 | 286.42±58.17 | 5.632 | <0.001 |
| Hb (g/L)      | 联合组 | 86.32±9.58   | 112.35±10.26 | 9.874 | <0.001 |
|               | 对照组 | 85.68±9.25   | 101.58±9.63  | 6.218 | <0.001 |

表 3 两组肾功能指标对比 ( $\bar{x}\pm s$ )

| 指标           | 组别  | 治疗前           | 治疗后          | t     | P      |
|--------------|-----|---------------|--------------|-------|--------|
| Scr (μmol/L) | 联合组 | 785.68±102.35 | 526.38±85.42 | 9.927 | <0.001 |
|              | 对照组 | 792.35±98.62  | 615.24±92.36 | 5.984 | <0.001 |
| BUN (mmol/L) | 联合组 | 29.65±4.82    | 18.65±3.21   | 8.915 | <0.001 |
|              | 对照组 | 30.25±4.56    | 23.58±4.12   | 5.176 | <0.001 |
| Kt/V         | 联合组 | 1.02±0.15     | 1.45±0.21    | 8.642 | <0.001 |
|              | 对照组 | 1.05±0.12     | 1.22±0.18    | 5.439 | <0.001 |

## 2.4 两组不良反应发生率对比

治疗期间,联合组出现低血压 1 例、肌肉痉挛 0 例、皮肤瘙痒 0 例,不良反应发生率为 6.25% (1/16);对照组出现低血压 1 例、肌肉痉挛 0 例、皮肤瘙痒 0 例,不良反应发生率为 10.00% (1/10)。两组不良反应发生率比较,差异无统计学意义 ( $\chi^2=2.667$ ,  $P=0.102$ ),所有不良反应经对症处理后均缓解,无严重不良反应发生。

## 3 讨论

终末期肾病患者因肾脏排泄功能受损、维生素 D 活化障碍,易出现钙磷代谢紊乱,长期可诱发继发性甲状旁腺功能亢进,形成恶性循环<sup>[6-7]</sup>。常规低通量透析仅能有效清除小分子毒素,对磷、iPTH 等中大分子物质清除效果差,高通量透析虽有一定提升,但单一治疗仍难以完全纠正<sup>[8]</sup>。血液灌流通过 HA 型吸附剂的疏水及静电吸附作用,可特异性清除 iPTH、炎症因子等高通量透析难以清除的物质<sup>[9]</sup>。本研究结果显示,联合组治疗后血磷、钙磷乘积、iPTH 水平显著低于对照组,血钙显著高于对照组,提示联合治疗可更有效纠正钙磷代谢紊乱、抑制继发性甲状旁腺功能亢进。其原因在于二者联用实现了对磷和 iPTH 的“双重清除”。此外,联合治疗可改善贫血及营养状况,联合组治疗后血清铁蛋白、Hb 均高于对照组,可能与缓解 iPTH 对骨髓造血的抑制、改善微炎症状态、提高人促红素注射液疗效有关<sup>[10]</sup>。在肾功能方面,联合组治疗后 Scr、BUN 更低, Kt/V 更高,提示联合治疗可提高毒素清除效率,有利于保护残余肾功能。安全性方面,两组不良反应发生率无显著差异,且症状轻微,提示联合治疗未增加治疗风险。

综上所述,高通量血液透析联合血液灌流可有效清除血透患者体内的磷及 iPTH,纠正钙磷代谢紊乱,同时改善患者的贫血、营养状况及透析充分性,且治疗安全性良好,无严重不良反应发生。

## 参考文献

- [1] 陈飞,李浪.西那卡塞联合阿法骨化醇冲击疗法对维持性血液透析并发继发性甲状旁腺功能亢进症的治疗效果及其对甲状旁腺功能、钙磷代谢紊乱情况、炎症水平的影响[J].临床内科杂志,2024,41(10):715-717.
- [2] 汪丽.血清 PTH、ALP 指标与维持性血液透析患者钙磷代谢紊乱的关系[J].中国医学创新,2024,21(32):166-171.
- [3] 胡绮雯,龙海波,温足珍,等.血液透析联合血液灌流在维持性血液透析患者钙磷代谢紊乱治疗中的应用[J].河北医学,2015(1):35-39.
- [4] 张颖.高通量血液透析临床研究进展[J].中国处方药,2017,15(6):15-16.
- [5] 周培一,武剑,宋洞琪.血液灌流联合序贯透析方案对终末期糖尿病肾病病人心脏结构及心功能的影响[J].中西医结合心脑血管病杂志,2026,24(3):429-432.
- [6] 雷云,郭雯雯,李菲.血液滤过技术在终末期肾病继发性甲状旁腺功能亢进症血液透析患者中的应用效果[J].医疗装备,2025,38(16):83-85.
- [7] 常洁,郭佳音,梁素忍,等.西那卡塞联合阿法骨化醇治疗终末期肾病腹膜透析合并继发性甲状旁腺功能亢进症患者的临床研究[J].中国合理用药探索,2025,22(1):70-76.
- [8] 谢树锋,凌志雄,赖志君,等.高通量透析和常规低通量血液透析对尿毒症血液透析患者 CRP 和 BNP 的影响对比[J].

中国医药科学,2019,9(9):201-203.

医学,2025,6(6):57-59,63.

- [9] 马丽,杨文君,麻冰,等.血液透析联合血液灌流治疗慢性肾衰竭的疗效及对血清炎性因子表达水平的影响[J].中国医学装备,2025,22(2):88-92.
- [10] 郭芸菲.血液灌流联合血液透析治疗对终末期糖尿病肾病患者钙磷代谢及营养状态的影响[J].反射疗法与康复

**版权声明:** ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**