

基于血钾变化模式强化血液透析患者高钾血症管理

蒋 琰, 方玉美, 王海铭, 郑思强, 贡方红

临安区第一人民医院肾内科血透室, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年12月13日; 录用日期: 2026年1月7日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

目的: 探讨基于血钾变化模式的干预策略对血液透析患者高钾血症管理的临床效果。方法: 前瞻性、单中心、临床观察性研究, 选取2023年1月至2025年6月在本院接受血液透析治疗的并发性慢性高钾血症患者108例, 随机分为实验组(54例)与对照组(54例)。实验组依据血钾变化模式制定透析间期使用环硅酸锆钠联合饮食指导。对照组采用饮食指导。观察3个月血钾变化情况。结果实验组血钾水平从干预前 5.70 ± 0.46 mmol/l下降至干预3月后的 4.80 ± 0.63 mmol/l, 与对照组干预前 5.65 ± 0.43 mmol/l至干预3月后 5.36 ± 0.65 mmol/l的每个时间点对比, 实验组血钾达标率明显优于对照组, $P < 0.001$ 。未发现与治疗有关的不良反应。结论: 基于血钾变化模式的个体化干预能有效提升血液透析患者高钾血症的管理效果。

关键词

环硅酸锆钠, 血液透析, 血钾变化模式, 高钾血症

Optimizing Hyperkalemia Management in Hemodialysis Patients Based on Serum Potassium Fluctuation Patterns

Yan Jiang, Yumei Fang, Haiming Wang, Siqiang Zheng, Fanghong Gong

Department of Nephrology, The First People's Hospital of Lin'an District, Hangzhou Zhejiang

Received: December 13, 2025; accepted: January 7, 2026; published: January 19, 2026

Abstract

Objective: To explore the clinical effect of an intervention strategy based on the potassium change

文章引用: 蒋琰, 方玉美, 王海铭, 郑思强, 贡方红. 基于血钾变化模式强化血液透析患者高钾血症管理[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 1748-1753. DOI: 10.12677/acm.2026.161222

pattern on the management of hyperkalemia in hemodialysis patients. **Methods:** A prospective, single-center, observational clinical study was conducted. A total of 108 patients with concurrent chronic hyperkalemia who received hemodialysis treatment in our hospital from January 2023 to June 2025 were randomly divided into an experimental group (54 cases) and a control group (54 cases). The experimental group was given sodium zirconium cyclosilicate during the interdialytic period and dietary guidance based on the potassium change pattern. The control group received only dietary guidance. The changes in blood potassium levels were observed over a period of 3 months. **Results:** The blood potassium level in the experimental group decreased from 5.70 ± 0.46 mmol/L before the intervention to 4.80 ± 0.63 mmol/L after 3 months of intervention. Compared with the control group, whose blood potassium level decreased from 5.65 ± 0.43 mmol/L before the intervention to 5.36 ± 0.65 mmol/L after 3 months of intervention, the rate of reaching the standard blood potassium level in the experimental group was significantly better than that in the control group at each time point, $P < 0.001$. No treatment-related adverse events were detected during the study period. **Conclusion:** Individualized intervention based on the potassium change pattern can effectively improve the management of hyperkalemia in hemodialysis patients.

Keywords

Sodium Zirconium Cyclosilicate, Hemodialysis, Potassium Change Pattern, Hyperkalemia

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

高钾血症是慢性肾脏病(CKD)患者最常见的电解质紊乱,表现为心电图改变、传导异常和各种类型心律失常,可降低心肌收缩力,甚至心脏停搏危及生命。故高钾血症与慢性肾脏病的不良预后密切相关[1]。随着肾功能下降,肾脏排泌钾离子的能力下降,高钾血症的发生率逐渐上升。发展至终末期肾脏病(ESRD)患者主要依靠透析清除体内过多的钾离子[2],其中血液透析虽能有效排钾,但存在导致透析前后血钾水平大幅下降的弊端,而停止透析后细胞内高浓度的钾离子会重新分布到细胞外液中[3],故在透析长间期后(2 天以上)的透析前仍会出现高钾血症,并且血钾升高会反复发作;以上血钾变化严重影响患者结局,增加心血管相关死亡和全因死风险[4],也增加了非计划额外血透次数及住院率[5];带来沉重的疾病负担。

来自我国的真实世界多中心数据登记系统,总结分析了 2017~2019 年我国透析患者的血钾情况,在 12364 例透析患者中,高钾血症(血钾 > 5.0 mmol/l)发生率为 20.7%,重度高钾血症(血钾 > 6.5 mmol/l)发生率为 1.5% [6]。同时,高钾血症具有较高的复发率(约 1/3) [7],且随肾功能恶化而加剧。多项研究不仅证实了其反复发作的特性[8],还发现 CKD 患者复发次数越多,其复发周期越趋缩短[9]。这一动态变化使得临床管理更为复杂,常规透析治疗难以持续维持血钾稳定。因此,优化钾代谢管理策略至关重要,需结合饮食指导、药物干预及个体化透析方案。近年来,新型钾结合剂的应用显示出良好前景,可在透析间期辅助控制血钾水平,减少血钾波动幅度和高钾危象发生。基于此,我科室开展了新型钾结合剂的临床应用研究。

2. 资料与方法

2.1. 研究方法

本研究是一项前瞻性、单中心、临床观察性研究;选取 2023 年~2025 年间符合纳入排除标准的血液

透析患者并发高钾血症患者 108 例, 主要根据基线血钾水平分组, 为保证各血钾组间人口学特征可比性, 我们采用分层随机抽样构建分析队列, 在每个血钾层内按年龄(≤ 60 岁/ > 60 岁)和性别(男/女)进行进一步分层, 随机纳入实验组及对照组, 每组 54 个, 纳入标准① 年龄 18~80 岁; ② 符合长期血液透析, 透析年龄 3 个月以上; ③ 符合高钾血症诊断标准(选取透析前抽血标本, 结果有 2 次血钾均 > 5.0 mmol/l, 并未次血钾 > 5.0 mmol/l) [4] [10]; ④ 随机纳入日常同时使用 RAASi 药物(包括血管紧张素转化酶抑制剂、血管紧张素 II 受体拮抗剂)的患者。排除标准① 排除急性肾功能衰竭血液透析患者; ② 补钾药物及其他保钾药物导致的高钾血症; ③ 合并严重心、脑、肝或造血系统等严重原发疾病患者; 既往或新诊断肿瘤患者; ④ 既往有精神类疾病者; ⑤ 不同意进入该项研究的患者。剔除标准① 自动退出者; ② 出现其他严重并发症和合并症, 导致试验不能正常进行: 肿瘤、心梗、心衰、恶性心律失常、脑血管意外、重症感染、各种原因导致需要接受手术治疗者、低钾血症等。③ 受试者出现依从性差, 不配合治疗, 自行中途修药或换药, 研究者判断不能继续临床试验者。

本项目经过本院伦理委员会审批, 伦理批件号本院伦研审 2023 第 27 号, 获得本人或法定监护人的知情同意并签署书面知情同意书。

两组患者均予常规血液透析(HD), 每周 3 次, 每月予饮食宣教, 低钾饮食控制高钾血症。控制血透间期患者的体重增加。实验组根据血钾水平在非透析日予每日 5 g~10 g 环硅酸锆钠口服, 药物使用标准: 血钾(5.0~6.0 mmol/l), 非透析日予每日 5 g 环硅酸锆钠口服; 血钾(> 6.0 mmol/l), 非透析日予每日 10 g 环硅酸锆钠口服; 血钾控制达标后(4.0~5.0 mmol/l)非透析日予每日 2.5 g 环硅酸锆钠口服维持; 血钾 < 4.0 mmol/l 则暂停使用。所有患者均维持原 RAASi 治疗方案。采集全部入组患者治疗第一天、每月后 4 次访视点的数据。数据包括各随访点的血钾、血钙、血镁、血红蛋白、血清白蛋白。以上抽取标本的时间为长透析间期后的血透前。记录血钾变化趋势、药物安全性及不良反应发生情况, 评估环硅酸锆钠在不同血钾分层下的干预效果。

2.2. 统计学方法

所有数据均通过 SPSS 26.0 统计软件进行分析。对于定量数据, 首先进行正态性检验: 若数据服从正态分布, 采用均数加标准差($\bar{x} \pm s$)进行描述; 反之, 则以四分位间距表示。鉴于环硅酸锆钠治疗前后的钾离子检测数据属于同一受试对象的多次测量(重复测量资料), 且数据符合正态分布, 故采用重复测量方差分析来评估不同时间点间的差异。其余检测指标治疗前后变化采用配对样本 t 检验(正态分布)或 Wilcoxon 检验(非正态分布)。计数资料以例数表示, 差异性分析采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 一般情况

本研究共纳入 108 例维持性血液透析伴高钾血症患者, 实验组男性 31 例, 女性 23 例, 平均年龄 61.4 ± 12.1 岁; 对照组男性 35 例, 女性 19 例, 59.4 ± 10.8 岁; 两组患者在性别、年龄比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。107 位患者均完成 3 个月随访, 实验组有 1 位在第 4 次随访退出转入他院血透。两组基线血钾水平分别为实验组的平均血钾水平为 5.71 ± 0.47 mmol/L, 对照组的平均血钾水平为 5.65 ± 0.43 mmol/L, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。基本信息见表 1。

3.2. 环硅酸锆钠使用后的各指标变化

采用多变量方差分析(Multivariate ANOVA)考察干预措施对血钾水平的动态影响。结果显示, 实验组

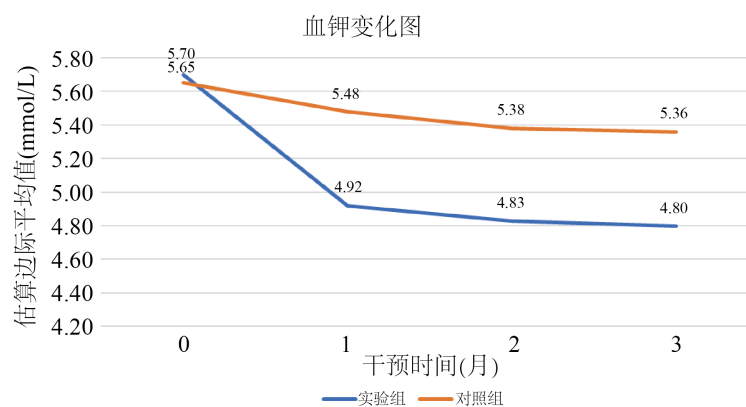
Table 1. General information of the two groups of patients**表 1.** 两组患者基本情况

年龄(岁)	实验组	61.85 ± 11.56		P = 0.18
	对照组	58.89 ± 11.27		
性别	实验组	男性 31 例	女性 23 例	P = 0.43
	对照组	男性 35 例	女性 19 例	

血钾水平从干预前 5.70 ± 0.46 mmol/l 下降至干预 3 月后的 4.80 ± 0.63 mmol/l, 时间的主效应显著, Pillai's Trace = 0.478, $F(3, 103) = 31.397$, $P < 0.001$, 表明随着时间的推移, 患者的血钾水平发生了极其显著的变化。更重要的是, 与对照组干预前 5.65 ± 0.43 mmol/l 至干预 3 月后 5.36 ± 0.65 mmol/l 的每个时间点对比, 实验组血钾达标率明显优于对照组, Pillai's Trace = 0.223, $F(3, 103) = 9.870$, $P < 0.001$, 表明实验组与对照组的血钾变化趋势存在本质差异, 提示药物干预对高钾血症的纠正具有显著的动态效应。详见表 2, 图 1。随访期间未发现严重药物相关不良反应, 血钙、血镁、血红蛋白水平、血清白蛋白保持稳定, 见表 3。结果显示, 环硅酸锆钠可有效控制血液透析患者透析间期的高钾血症, 安全性良好。

Table 2. Serum potassium levels in the two groups of patients (mmol/L)**表 2.** 两组患者血钾水平比较(mmol/L)

组别	例数	治疗前	治疗 1 月后	治疗 2 月后	治疗 3 月后
实验组	53	5.70 ± 0.46	4.92 ± 0.64	4.83 ± 0.49	4.80 ± 0.63
对照组	54	5.65 ± 0.43	5.48 ± 0.60	5.38 ± 0.60	5.36 ± 0.65
F 时间 = 31.397, $P < 0.001$					
F 交互 = 9.870, $P < 0.001$					

**Figure 1.** Changes in serum potassium levels before and after the intervention in the two groups of patients**图 1.** 两组患者干预前后血钾变化**Table 3.** Laboratory indices in the two groups before and after treatment**表 3.** 两组患者治疗前后实验室指标比较

		治疗前	治疗后	P 值
血钙 (mmol/L)	实验组	2.29 ± 0.22	2.24 ± 0.23	0.079
	对照组	2.23 ± 0.33	2.25 ± 0.18	0.744

续表

血镁 (mmol/L)	实验组	1.07 ± 0.16	1.06 ± 0.16	0.092
	对照组	1.03 ± 0.16	1.04 ± 0.15	0.727
血红蛋白 (g/L)	实验组	115.6 ± 16.9	113.9 ± 17.5	0.487
	对照组	112.4 ± 17.9	109.1 ± 19.3	0.109
血清白蛋白 (g/L)	实验组	37.57 ± 4.09	37.1 ± 3.78	0.572
	对照组	38.90 ± 3.95	39.12 ± 2.95	0.687

4. 讨论

高钾血症是慢性肾脏病患者常见的并发症之一，并且在慢性肾脏病患者中，由于高钾血症的病因——肾脏排泄障碍持续存在，他会是一个反复发作的慢性过程[11]。高钾血症与心律失常及心脏骤停密切相关，会增加慢性肾脏病的全因死亡率，还会导致患者额外的血液透析及住院，增加患者负担[12]。

因此，国内外相关指南日益重视慢性肾脏病(CKD)患者高钾血症的长期管理。然而，在血液透析人群中，慢性高钾血症的长期管理在临床实践中仍面临诸多挑战。由于该群体的病理生理特殊性，传统降钾策略如高糖联合胰岛素、阳离子交换树脂等，或因不适用于长期干预，或因疗效减弱、耐受性差等问题，难以满足持续控钾的临床需求，限制了其在该人群中的广泛应用。环硅酸锆钠作为新型钾离子结合剂，其作用机制为选择性结合胃肠道内钾离子，减少钾的重吸收，从而有效缓解因残余肾功能下降所致的电解质紊乱[13]。该研究表明，环硅酸锆钠在透析间期服用能维持血钾稳定，降低非计划透析风险。在血液透析长间期内血钾控制方面表现突出，为临床提供了一种安全、可行的管理策略。该药在真实世界中的应用亦显示出良好的依从性和耐受性，尤其适用于合并多种并发症、药物使用受限的透析患者[14]。此次研究期间未见明显胃肠道不良反应或其他系统性毒性，进一步支持其作为维持期管理的选择。结合定期监测与个体化剂量调整，环硅酸锆钠有望成为血液透析患者高钾血症防控的重要组成部分，提升生活质量并降低心血管事件风险。

然而，本次研究为单中心、开放标签、随访时间为3个月，缺乏硬终点(如心血管事件)评估，鉴于此次病例数有限(分层随机化有可能导致每层样本不足)，未来有必要开展多中心、大样本的长期随访研究，系统评估该干预措施在不同人群中的有效性与安全性，以提供更高质量的循证医学证据。并探索最佳干预时机及与其他降钾药物的协同作用。同时应关注特殊亚群如糖尿病肾病、高龄患者的应用效果，为个体化治疗提供依据。此外，临床实践中应重视患者教育与自我管理能力的提升，强化饮食控制与用药依从性。通过医患协作模式优化治疗方案，有助于实现血钾的平稳调控。这为患者提供了更大的生活自由度，也降低了医疗系统的负担。

致 谢

感谢整个课题组的合作及付出。

声 明

本项目经过本院伦理委员会审批，伦理批件号本院伦研审 2023 第 27 号，获得本人或法定监护人的知情同意并签署书面知情同意书。

基金项目

2023 年浙江省杭州市临安区科学技术局科研引导项目(2023Y07)。

参考文献

- [1] 李金萍, 齐平平, 胡楠, 等. 高钾血症对慢性肾脏病 3-5 期末透析患者肾功能进展的影响[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(18): 1363-1368.
- [2] Bian, J., Zuo, L., Zhao, H. and Han, X. (2020) Epidemiology and Treatment Pattern of Hyperkalaemia among Outpatients in China: A Descriptive Study Using an Administrative Database in China. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **35**, i1127- i1128. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfaa142.p0799>
- [3] 谭微, 田恩, 李丽娜, 孙岩, 杨聚荣. 环硅酸锆钠散治疗血液透析患者慢性高钾血症的临床观察[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2022, 23(3): 208-211.
- [4] 中华医学会肾脏病学分会专家组. 中国慢性肾脏病患者血钾管理实践专家共识[J]. 中华肾脏病杂志, 2020, 36(10): 781-792.
- [5] Karaboyas, A., Robinson, B.M., James, G., Hedman, K., Moreno Quinn, C.P., De Sequera, P., *et al.* (2020) Hyperkalemia Excursions Are Associated with an Increased Risk of Mortality and Hospitalizations in Hemodialysis Patients. *Clinical Kidney Journal*, **14**, 1760-1769. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa208>
- [6] 黄娜妮, 刘苑莹, 余健文, 等. 中国透析患者高钾血症现状分析[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(42): 3466-3471.
- [7] Nilsson, E., Gasparini, A., Årnlöv, J., *et al.* (2017) Incidence and Determinants of Hyperkalemia and Hypokalemia in a Large Healthcare System. *International Journal of Cardiology*, **245**, 277-284.
- [8] Bianchi, S. and Regolisti, G. (2019) Pivotal Clinical Trials, Meta-Analyses and Current Guidelines in the Treatment of Hyperkalemia. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **34**, iii51-iii61. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfz213>
- [9] Thomsen, R.W., Nicolaisen, S.K., Hasvold, P., Sanchez, R.G., Pedersen, L., Adelborg, K., *et al.* (2017) Elevated Potassium Levels in Patients with Chronic Kidney Disease: Occurrence, Risk Factors and Clinical Outcomes—A Danish Population-Based Cohort Study. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **33**, 1610-1620. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfx312>
- [10] Clase, C.M., Carrero, J., Ellison, D.H., Grams, M.E., Hemmelgarn, B.R., Jardine, M.J., *et al.* (2020) Potassium Homeostasis and Management of Dyskalemia in Kidney Diseases: Conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney International*, **97**, 42-61. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2019.09.018>
- [11] 董建华, 王绪臻, 范文静, 刘丰, 黄力, 李川, 吴边, 孔凌, 葛永纯. 环硅酸锆钠治疗维持性血液透析患者慢性高钾血症的疗效[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2022, 31(1): 15-20.
- [12] 黄振兴, 王玉英, 高新英, 刘小勇. 环硅酸锆钠散对高钾血症患者短期降钾疗效的观察[J]. 中国血液净化, 2024, 23(3): 186-188.
- [13] 刘键, 张晓娜, 徐宏娟, 彭丽敏, 宋晶晶. 环硅酸锆钠对血液透析患者营养状态的影响: 前瞻性巢式病例对照研究[J]. 中华肾病研究电子杂志, 2023, 12(6): 308-313.
- [14] 潘金茹, 阿比因扎, 董捷. 新型钾结合剂在慢性肾脏病患者中的研究进展[J]. 中国血液净化, 2022, 21(12): 898-902.