

APD与CAPD在终末期肾脏病治疗中超滤量的比较

黎 岚, 张晓艳*

眉山市第二人民医院肾病内科, 四川 眉山

收稿日期: 2025年9月27日; 录用日期: 2025年10月21日; 发布日期: 2025年10月28日

摘 要

慢性肾脏病的全球患病率已达13.4%, CKD早已成为影响全球的重大公共健康问题。目前持续不卧床腹膜透析(continuous ambulatory peritoneal dialysis, CAPD)和自动化腹膜透析(automated peritoneal dialysis, APD)是两种常用的腹膜透析治疗模式。我国APD起步较晚且发展不均衡, 尤其在基层医院中, APD应用率相较于CAPD更低。基于此背景, 本研究设计对照试验旨在探讨APD与CAPD治疗二者超滤量及住院时间差异。最终纳入了62例进行维持性腹膜透析的终末期肾脏病患者, 将入组患者随机分为两组, 一组使用APD治疗, 另一组使用CAPD治疗。结果显示相较于CAPD治疗, APD显著增加了患者的超滤量, 尤其在低腹膜溶质转运功能的患者中超滤量相较于使用CAPD治疗者更多, 且住院病人能在更短的时间内达到治疗效果(结果具有统计学意义, $P < 0.05$)。

关键词

终末期肾脏病, 自动化腹膜透析, 持续不卧床腹膜透析, 超滤量

Comparison of Ultrafiltration Volume between APD and CAPD in Treatment of End-Stage Renal Disease

Lan Li, Xiaoyan Zhang*

Department of Nephrology, Meishan Second People's Hospital, Meishan Sichuan

Received: September 27, 2025; accepted: October 21, 2025; published: October 28, 2025

*通讯作者。

文章引用: 黎岚, 张晓艳. APD 与 CAPD 在终末期肾脏病治疗中超滤量的比较[J]. 临床医学进展, 2025, 15(10): 2540-2546. DOI: 10.12677/acm.2025.15103041

Abstract

The global prevalence of chronic kidney disease has reached 13.4%, and CKD has long been a major public health problem affecting the whole globe. At present, continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD) and automated peritoneal dialysis (APD) are two commonly used modes of peritoneal dialysis treatment. APD started late and developed unevenly in China, especially in primary hospitals, and the application rate of APD is lower than CAPD. Based on this background, this study designed a controlled trial to explore the difference of ultrafiltration volume and hospitalization time between APD and CAPD. Finally, 62 patients with end-stage renal disease undergoing maintenance peritoneal dialysis were enrolled and randomly divided into two groups, one group was treated with APD and the other group was treated with CAPD. The results showed that compared with CAPD treatment, APD significantly increased the ultrafiltration volume of patients, especially in patients with low peritoneal solute transport function, compared with those treated with CAPD, and hospitalized patients could achieve therapeutic effect in a shorter time. The results were statistically significant ($P < 0.05$).

Keywords

End-Stage Renal Disease, Automated Peritoneal Dialysis, Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis, Ultrafiltration Volume

Copyright © 2025 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

慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)的全球患病率已达 13.4%, CKD 早已成为影响全球的重大公共健康问题,截至 2023 年,全世界约有 459 万人依赖透析或肾移植来维持生命[1]。终末期肾脏病患者常用的肾脏替代治疗方案有两种:血液透析和腹膜透析,透析方式的选择通常受到多种因素的影响,包括患者的临床状况、个人偏好和医疗保健资源的可用性等[2] [3]。目前持续不卧床腹膜透析(continuous ambulatory peritoneal dialysis, CAPD)和自动化腹膜透析(automated peritoneal dialysis, APD)是两种常用的腹膜透析治疗模式[4]。持续不卧床腹膜透析是国内较为常用的腹膜透析治疗方案,尽管其能够实现腹膜透析的效果,但操作较繁琐,无法保证治疗精确度,透析效率偏低。许多研究报告了 APD 与 CAPD 相比具有显著优势,例如降低腹膜炎发生率、改善超滤、提高生活质量、增加小溶质清除率和减少机械并发症,甚至降低死亡风险[5] [6]。近年来 APD 在全球的应用率得到很大提升,尤其在发达国家增长更快,美国、加拿大、澳大利亚、英国等国家 APD 使用率超过 50%,发展中国家比例明显偏低为 15.8%,我国 APD 起步较晚且发展不均衡,据 2019 年报告显示 APD 使用率仅为 1.9% [7]-[9]。尤其在基层医院中,APD 应用率相较于 CAPD 更低,基于此背景,本研究设计对照试验旨在探讨 APD 与 CAPD 治疗二者超滤量及住院时间差异,为处于基层的临床医生及患者透析方式的选择提供一定的数据支持。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

在我院电子数据库中,回顾性收集自 2023 年 4 月至 2025 年 3 月期间在眉山市第二人民医院肾病内

科住院行维持性腹膜透析的慢性肾脏病患者。所有研究对象均签署知情同意书, 研究得到了眉山市第二人民医院医学伦理委员会的审批通过。

纳入标准: 行腹膜透析的住院患者。

排除标准: (1) 患者入院时出现了严重的腹膜透析机械并发症; (2) 疑似或确诊有腹膜炎患者; (3) 腹膜透析导管功能不良的患者; (4) 住院期间转为血液透析的患者。

最终纳入了 62 例进行维持性腹膜透析的终末期肾脏病患者, 纳入样本流程图如图 1。

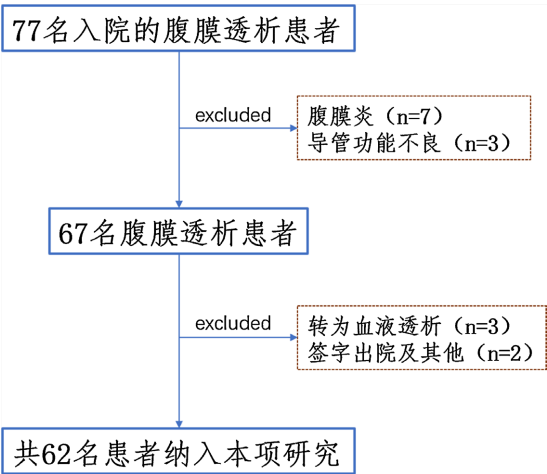


Figure 1. Flow chart of study subject enrollment
图 1. 研究对象入组流程图

2.2. 研究方法

2.2.1. 一般资料收集

通过眉山市第二人民医院电子住院病历系统收集自 2023 年 4 月至 2025 年 3 月在我院行维持性腹膜透析的 CKD 患者, 收集患者的一般资料包括性别、年龄、身高、体重、透析时间、基础肾脏疾病、居家透析方案等。

2.2.2. 实验室指标收集

收集患者实验室检验指标包括: 白细胞(White blood cell, WBC)、血红蛋白、血小板计数、血肌酐、肾小球滤过率(eGFR)、尿素氮、血清钙、血清磷、血清钾、甲状旁腺激素(Parathyroid hormone, PTH)、血清白蛋白等指标。

2.2.3. 目标指标收集

24 小时尿量(治疗中的平均值)、24 小时腹膜透析超滤量(治疗中的平均值)、腹膜转运功能、住院天数等。

2.2.4. 统计学方法

应用 IBM SPSS 27.0 软件进行数据处理与统计分析。对于连续性变量采用 Kolmogorov-Smirnov 和 Shapiro-Wilk 法进行正态性检验, 符合正态分布的数据用均值 $\pm$ 标准差(mean $\pm$ SD)表示, 偏态分布数据分布以中位数(M)和四分位数间距(P25, P75)表示。计数资料以例数(百分比)表示。对于两组间的比较连续变量使用独立样本 T 检验或 Mann-Whitney U 检验进行分析, 分类变量使用 Pearson 卡方检验或蒙特卡洛 Fisher 精确概率法进行分析。所有 P 值均为双侧, 以 $P < 0.05$ 被认为具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 最终纳入对象

根据研究设计的纳入与排除标准, 本研究最终纳入了 62 例进行维持性腹膜透析的终末期肾脏病患者。入院的腹膜透析患者随机分为两组, 一组使用 APD 治疗, 一组使用 CAPD 治疗, 最终统计纳入 APD 组共 27 人, 纳入 CPAD 组共 35 人。62 例患者均使用含糖腹膜透析液(威高)进行 APD 及 CAPD 治疗。

患者行 CAPD 的方案为“1.5%葡萄糖 × 2 次 + 2.5%葡萄糖 × 1 次”(19 例)、“1.5%葡萄糖 × 2 次 + 2.5%葡萄糖 × 2 次”(12 例)、“1.5%葡萄糖 × 4 次”(5 例)。

使用 APD 治疗的患者, 均使用“东泽 PD-GO-M”腹膜透析机治疗, APD 治疗量为 8 L, 治疗时长为 10 h。其中 24 例患者采用 1.5% + 2.5%葡萄糖浓度透析液组合进行透析, 2 例患者采用 2.5%葡萄糖浓度透析液, 1 例患者采用 1.5%葡萄糖浓度透析液。日间留腹的患者有 2 例(2000 ml 透析液, 留腹 14 h)。

3.2. 研究对象的基线特征

研究对象的基线特征如表 1 所示, 其中男性 32 人(51.6%), 表中展示了透析时间、24 小时尿量、BMI 及实验室指标等基线情况。对两组患者的一般情况及实验室检验指标进行组间比较, 结果提示两组间血肌酐水平、血钙水平差异具有统计学意义, 而两组间年龄、透析时间按、BMI、24 小时尿量、白细胞计数等指标均无统计学差异($P > 0.05$), 表示两组具有可比性。

Table 1. Baseline characteristics of the research subject
表 1. 研究对象的基线特征

	APD 组(n = 27)	CAPD 组(n = 35)	P 值
性别(男/女, 例)	17/10	15/20	0.116
年龄(岁)	48.9 ± 12.1	47.7 ± 13.6	0.715
BMI (kg/m ²)	23.43 ± 3.35	22.27 ± 3.28	0.174
透析时间(月)	20 (10, 37)	24 (11, 42)	0.509
WBC (10 ¹² /L)	6.88 ± 2.48	7.09 ± 2.69	0.765
血红蛋白(g/L)	90.93 ± 21.52	95.74 ± 20.08	0.368
血小板计(10 ⁹ /L)	190.93 ± 77.07	184.23 ± 71.89	0.726
血肌酐(μmol/L)	1301.91 ± 361.55	1097.31 ± 344.44	0.027
血尿素氮(mmol/L)	17.90 (13.82, 26.03)	18.22 (17.19, 23.41)	0.107
eGFR (ml/min/1.73m ²)	15.41 ± 2.16	15.06 ± 2.27	0.54
血钾(mmol/L)	4.12 ± 0.75	3.96 ± 0.96	0.466
血钙(mmol/L)	1.96 ± 0.33	2.11 ± 0.26	0.039
血磷(mmol/L)	2.02 (1.53, 2.43)	1.96 (1.77, 2.20)	0.074
PTH (pg/ml)	428.58 ± 297.31	562.03 ± 349.26	0.119
血清白蛋白(g/L)	32.72 ± 4.38	32.68 ± 4.91	0.977
24 小时尿量(ml)	255 (0, 371)	233 (0, 591)	0.751

3.3. 两组患者超滤量比较

如表 2 展示两组患者在超滤量之间的比较, 结果提示使用 APD 组患者超滤量较 CAPD 组多, 且结果

具有统计学意义($P < 0.05$)。进一步将两组患者根据不同腹膜转运功能分为低腹膜溶质转运组(包含低转运、低平均转运)及高腹膜溶质转运组(包含高转运、高平均转运), 如表 3 对比分析结果提示在低腹膜溶质转运患者中使用 APD 者超滤量较使用 CAPD 者多, 结果具有统计学意义($P < 0.05$), 而如表 4 结果提示在高转运患者中两组超滤量无统计学差异($P > 0.05$)。

Table 2. Comparison between ultrafiltration volumes in the two groups
表 2. 两组患者超滤量之间的比较

	APD 组(n = 27)	CAPD 组(n = 35)	P 值
24 小时平均超滤量(ml)	795 (559, 1037)	416 (224, 783)	0.001

Table 3. Comparison of ultrafiltration volume in patients with low peritoneal solute transport
表 3. 低腹膜溶质转运患者超滤量比较

	APD 组(n = 7)	CAPD 组(n = 18)	P 值
24 小时平均超滤量(ml)	720.2 $\pm$ 262.77	449.28 $\pm$ 264.22	0.031

Table 4. Comparison of ultrafiltration volume in patients with high peritoneal solute transport
表 4. 高腹膜溶质转运患者超滤量比较

	APD 组(n = 16)	CAPD 组(n = 10)	P 值
24 小时平均超滤量(ml)	795.59 $\pm$ 328.95	786.40 $\pm$ 707.13	0.97

3.4. 两组患者住院时间比较

对两组患者实际住院天数进行比较, 如表 5 分析结果示使用 APD 组患者住院天数较 CAPD 组更短, 结果具有统计学意义($P < 0.05$)。

Table 5. Comparison of hospitalization days for the two groups
表 5. 两组患者住院天数比较

	APD 组(n = 27)	CAPD 组(n = 35)	P 值
住院天数(日)	6 (4, 8)	8 (5, 11)	0.046

4. 结论

腹膜透析是终末期肾病患者的肾脏替代疗法之一, 包括持续不卧床腹膜透析和自动化腹膜透析。APD 技术作为一项有效的腹膜透析疗法几乎适合所有的腹透患者, 既满足患者腹透治疗的需求, 也有良好的治疗效果和安全性, 且操作门槛低, 得到了世界肾脏专家的高度关注[10]。近年来 APD 在全球范围内流行, 尤其是在发达国家。同时, 由于信息化技术的进步, 使得 APD 远程访问得到发展, 这让医生能更及时调整患者的透析处方, 并提高了患者的治疗依从性[11]-[13]。尽管过去几年在中国, APD 主要作为大部分腹膜透析患者的补充治疗[14], 但有望在不久的将来成为腹膜透析患者的热门选择。

体液平衡和充分去除溶质一直是腹膜透析的主要挑战和关键治疗目标。本研究中, 相较 CAPD 治疗, APD 显著增加了患者的超滤量, 尤其在低腹膜溶质转运功能中超滤量相较于使用 CPAD 治疗的患者更多。多项研究表明, APD 可以通过更频繁的夜间短时留腹, 增加水钠的清除, 减轻容量负荷[15]。与 CAPD 相比, APD 更类似于血液透析(hematodialysis, HD), 它可以通过增加透析液流速的方式, 来更好地实现溶质清除率和水分去除[16]。本研究结果与上述研究结果一致。对于使用 APD 治疗的远期预后, 一项前

瞻性多中心队列研究证实, 相对容量超负荷与较高的死亡风险独立相关, 随着时间的推移, 体液平衡的改善与患者更好的生存率相关[17]。同时在观察时间更长的临床研究中, 一项回顾性队列研究表明, 两种腹膜透析模式之间的死亡风险相似, 但 APD 表现出更好的技术生存率, 特别是在男性、50~65 岁、糖尿病、无心血管疾病的患者中具有更显著的优势[18]。一项在芬兰进行的队列研究中, APD 和家庭血液透析的生存率优于 CAPD [19]。同时, 为减轻透析患者容量超负荷及加强溶质的清除, 临床研究者一直在努力改进 APD 的使用方案, 例如适应性 APD 方案和双峰 APD 处方[20] [21]。并且通过我院对腹膜透析患者的临床观察, 发现住院病人能在更短的时间内达到治疗效果, 缩短平均住院, 可进一步减轻病人住院的心理与经济负担。与 CAPD 中的手动交换相比, 在 APD 治疗可能会通过提高患者对规定腹膜透析方案的依从性, 从而改善疾病管理。此外, APD 更常用于夜间透析治疗, 这使得患者不需要透析液负重, 允许患者在白天更灵活地进行工作、家庭和日常活动, 这可能为患者提供更好的日间生活质量[22]。这些因素预示着在未来 APD 更能为人们所接受, 将有更多的病人选择此透析方式作为肾脏替代治疗的手段, 尤其在中国基层医疗卫生中心有着更广阔的发展前景。

综上所述, 在本研究的特定人群中观察到 APD 与更好的超滤和更短的住院时间相关。但本研究也存在一定的局限性。首先, 由于本研究是单中心研究, 样本量较小, 亚组间对照样本量欠充分, 后续的研究需要纳入更多的患者进行验证。其次, 由于是回顾性的研究, 主要使用的是既往住院患者的病历资料及检验检查结果, 可能存在选择偏倚, 本研究结论需要更大规模的前瞻性研究来验证。

基金项目

眉山市科技指导性计划项目(项目编号: 2023KJZD059)。

参考文献

- [1] GBD 2023 Kidney Failure with Replacement Therapy Collaborators (2025) Global, Regional, and National Prevalence of Kidney Failure with Replacement Therapy and Associated Aetiologies, 1990-2023: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. *Lancet Glob Health*, **13**, e1378-e1395.
- [2] Chan, C.T., Blankestijn, P.J., Dember, L.M., Gallieni, M., Harris, D.C.H., Lok, C.E., *et al.* (2019) Dialysis Initiation, Modality Choice, Access, and Prescription: Conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Controversies Conference. *Kidney International*, **96**, 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2019.01.017>
- [3] Torreggiani, M., Piccoli, G.B., Moio, M.R., Conte, F., Magagnoli, L., Ciceri, P., *et al.* (2023) Choice of the Dialysis Modality: Practical Considerations. *Journal of Clinical Medicine*, **12**, Article 3328. <https://doi.org/10.3390/jcm12093328>
- [4] Roumeliotis, A., Roumeliotis, S., Leivaditis, K., Salmas, M., Eleftheriadis, T. and Liakopoulos, V. (2021) APD or CAPD: One Glove Does Not Fit All. *International Urology and Nephrology*, **53**, 1149-1160. <https://doi.org/10.1007/s11255-020-02678-6>
- [5] Johnson, D.W., Hawley, C.M., McDonald, S.P., Brown, F.G., Rosman, J.B., Wiggins, K.J., *et al.* (2010) Superior Survival of High Transplanters Treated with Automated versus Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **25**, 1973-1979. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfp780>
- [6] Li, X., Xu, H., Chen, N., Ni, Z., Chen, M., Chen, L., *et al.* (2018) The Effect of Automated versus Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis on Mortality Risk in China. *Peritoneal Dialysis International: Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, **38**, 25-35. <https://doi.org/10.3747/pdi.2017.00235>
- [7] Domenici, A. and Giuliani, A. (2021) Automated Peritoneal Dialysis: Patient Perspectives and Outcomes. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease*, **14**, 385-392. <https://doi.org/10.2147/ijnrd.s236553>
- [8] Jain, A.K., Blake, P., Cordy, P. and Garg, A.X. (2012) Global Trends in Rates of Peritoneal Dialysis. *Journal of the American Society of Nephrology*, **23**, 533-544. <https://doi.org/10.1681/asn.2011060607>
- [9] 中国医师协会肾脏内科医师分会, 中国中西医结合学会肾脏疾病专业委员会, 国家肾病专业医疗质量管理与控制中心. 自动化腹膜透析中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(6): 388-399.
- [10] Driehuis, E., Eshuis, M., Abrahams, A., François, K. and Vernooij, R.W. (2024) Automated Peritoneal Dialysis versus Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis for People with Kidney Failure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*,

- No. 9, CD006515. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd006515.pub2>
- [11] Paniagua, R., Ramos, A., Ávila, M., Ventura, M., Nevarez-Sida, A., Qureshi, A.R., *et al.* (2025) Remote Monitoring of Automated Peritoneal Dialysis Reduces Mortality, Adverse Events and Hospitalizations: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **40**, 588-597. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfae188>
- [12] Milan Manani, S., Rosner, M.H., Virzì, G.M., Giuliani, A., Berti, S., Crepaldi, C., *et al.* (2019) Longitudinal Experience with Remote Monitoring for Automated Peritoneal Dialysis Patients. *Nephron*, **142**, 1-9. <https://doi.org/10.1159/000496182>
- [13] Yeter, H.H., Akcay, O.F., Ronco, C. and Derici, U. (2020) Automated Remote Monitoring for Peritoneal Dialysis and Its Impact on Blood Pressure. *Cardiorenal Medicine*, **10**, 198-208. <https://doi.org/10.1159/000506699>
- [14] Cao, X.-Y., He, Y.-N., Zhou, J.-H., Sun, S.-R., Miao, L.-N., Chen, W., *et al.* (2018) Safety, Effectiveness, and Manipulability of Peritoneal Dialysis Machines Made in China: A Randomized, Crossover, Multicenter Clinical Study. *Chinese Medical Journal*, **131**, 2785-2791.
- [15] Yang, C., Liu, J., Gong, N., Lin, Y., He, Y., Yi, Z., *et al.* (2018) Automated Peritoneal Dialysis Could Rapidly Improve Left Heart Failure by Increasing Peritoneal Dialysis Ultrafiltration: A Single-Center Observational Clinical Study. *Clinical Nephrology*, **89**, 422-430. <https://doi.org/10.5414/cn109303>
- [16] Öberg, C.M. and Rippe, B. (2017) Optimizing Automated Peritoneal Dialysis Using an Extended 3-Pore Model. *Kidney International Reports*, **2**, 943-951. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2017.04.010>
- [17] Van Biesen, W., Verger, C., Heaf, J., Vrtovsnik, F., Britto, Z.M.L., Do, J., *et al.* (2019) Evolution over Time of Volume Status and PD-Related Practice Patterns in an Incident Peritoneal Dialysis Cohort. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, **14**, 882-893. <https://doi.org/10.2215/cjn.11590918>
- [18] Wang, I., Yu, T., Yen, T., Lin, S., Chang, C., Lai, P., *et al.* (2020) Comparison of Patient Survival and Technique Survival between Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis and Automated Peritoneal Dialysis. *Peritoneal Dialysis International: Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, **40**, 563-572. <https://doi.org/10.1177/0896860820942987>
- [19] Bitar, W., Helve, J., Honkanen, E., Rauta, V., Haapio, M. and Finne, P. (2022) Similar Survival on Home Haemodialysis and Automated Peritoneal Dialysis: An Inception Cohort Study. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **37**, 1545-1551. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfab233>
- [20] Öberg, C.M. (2021) Optimization of Bimodal Automated Peritoneal Dialysis Prescription Using the Three-Pore Model. *Peritoneal Dialysis International: Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, **41**, 381-393. <https://doi.org/10.1177/08968608211010055>
- [21] Vera, M., Cheak, B.B., Chmelíčková, H., Bavanandan, S., Goh, B.L., Abdul Halim, A.G., *et al.* (2021) Current Clinical Practice in Adapted Automated Peritoneal Dialysis (aAPD)—A Prospective, Non-Interventional Study. *PLOS ONE*, **16**, e0258440. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258440>
- [22] Yang, F., Luo, N., Lau, T., Yu, Z.L., Foo, M.W.Y. and Griva, K. (2018) Health-Related Quality of Life in Patients Treated with Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis and Automated Peritoneal Dialysis in Singapore. *Pharmacoeconomics-Open*, **2**, 203-208. <https://doi.org/10.1007/s41669-017-0046-z>