

シンポジウム7: 腎不全・透析・腎移植の新しい治療法

次世代透析テクノロジーのオーバービュー

鹿児島大学病院血液浄化療法部¹⁾ 鹿児島大学大学院医歯学総合研究科腫瘍学講座泌尿器科学分野²⁾山田 保俊^{*1)}・見 附 明彦²⁾・榎 田 英 樹²⁾

抄録:

次世代の透析は現状にとらわれないアイデアで開発が行われている。例えば、透析針を使わないアクセスポート、ハイブリッドダイアライザー、水素RO水、ウェアラブル人工腎臓、吸着剤アシスト腹膜透析、腹膜透析液自動生成システムに関する研究が報告されている。最後に患者の自立と自由度を重視するセルフ透析が普及すれば、患者にとってイノベーションと言えるだろう。(西日泌尿. 88: 303-304, 2026)

キーワード: 透析, イノベーション, セルフ透析

はじめに

1940年代にKolff Berkによって始まった血液透析は「機械によって腎不全治療することはサイエンスではない」と批判された歴史がある。今より優れた透析を追及するならば、根本的な発想転換が求められるだろう。現在研究されている技術的イノベーションとセルフ透析について紹介する (Fig. 1)。

血液透析

1) コンソール (ウェアラブル人工透析)

2015年にウェアラブル人工透析の臨床治験が報告された。ポンプ、デイスポーザブル人工腎臓、再生透析液 (カートリッジ方式) で構成される。装置は4.5で、体幹に装着して持続透析を行うが、二酸化炭素気泡、血液流量の変動などのトラブルが報告された。実用化には課題が多く、現在でもプロトタイプのみである。

2) Needle-free vascular access port

埋め込み型アクセスと使い捨てのプラグをドッキングできるシステムである。透析針や内シャントを使わないVascular accessは、心負荷や穿刺痛を改善し安全性を高め、ウェアラブル人工透析の普及に繋がる可能性がある。

3) ハイブリッドダイアライザー

110種類以上とされる尿毒素を、拡散・ろ過の原理で更に選択的に除去することは難しく、開発の余地は殆ど残されていない。一方でダイアライザーに吸着機能を付加することで選択的に毒素を除去できる可能性がある。アレンドロン酸による吸着器を回路にコンポジットする

と血管石灰化を防ぐことが報告されており、透析患者における虚血性心疾患の合併症減少が期待される¹⁾。長期透析患者が石灰化のない血管状態を保って腎移植手術を受けられる可能性に期待したい。

4) 水素水透析液

電解水素水を用いることで、抗酸化ストレス・疲労軽減などが期待される。安定的な水素供給・適正濃度の維持が課題であったが、水素の吸引溶解法により、体内に入るレベルの水素の安定供給が大動物実験にて証明されている²⁾。

腹膜透析

1) シルバー CAPD カテーテル

テンコフカテーテルをシルバーコーティングすること、製造後長期間経過した状態でも抗菌性能を有する。難治性感染症の改善、カテーテルサバイバルの改善が期待される。すでに上市されており、カテーテル感染に関する多施設共同研究が進行中である。

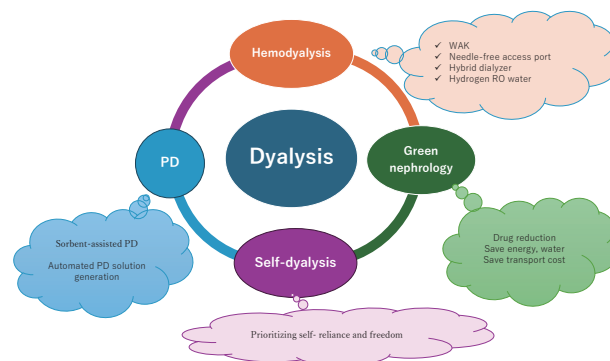


Fig. 1 Innovation of dialysis
Innovation in dialysis is based on four key pillars.

* 〒 890-8544 鹿児島県鹿児島市桜ヶ丘 8 丁目 35-1

鹿児島大学医学部泌尿器科医局

TEL 099-275-5395, FAX 099-275-6637

受付日: 2026 年 1 月 27 日

受理日: 2026 年 2 月 9 日

2) 吸着剤アシスト腹膜透析

透析液を活性炭と塩化鉄に吸着させ再循環させる方式である。少量タイダルで腹腔内の糖濃度を上げることなく、溶質除去の効率を上げる³⁾。腹膜劣化を抑えて長期量 PD 継続に繋がる可能性がある。

3) 次世代透析液 (L- カルニチンとキシリトール)

L- カルニチンとキシリトールは、ブドウ糖に分子量が類似し水溶性が高く浸透圧物質能があり安定している。臨床試験で長期間の限外濾過の維持と安全性が証明されている⁴⁾。

4) 腹膜透析溶液自動生成システム

自宅で腹膜透析液を生成することで、PD に関する大量のゴミ問題や配送の CO2 を削減できる可能性がある。治験で給水装置からの微生物検査・化学的検査で問題がなかったことが証明され⁵⁾、従来の配送溶液と同等レベルに到達した。

グリーンネフロロジー

血液透析は大量の水・電気・廃棄物・週 3 通院が必要である。腹膜透析も大量の廃棄物や輸送コストがかかる。地球環境に配慮した透析が推進されている。

セルフ透析

セルフ透析とは、患者が自主的に透析日・時間・回数を決めることにより高い健康結果を目指すものである。透析施設で行う在宅透析をイメージすると分かりやすい。医師のアドバイスのもとにプライミング・穿刺・血圧測定・止血・回収・透析装置の清拭を自主的に行う。自分時間を優先しつつも十分な透析量を確保する。食事もしっかりとる。患者ファーストで考えた場合、セルフ透析は、画期的なイノベーションである⁶⁾。

文 献

- 1) Miura M. et al.: Removal of calciprotein particles from the blood using an adsorption column improves prognosis of hemodialysis miniature pigs. *Sci Rep.* 2003. Sep 12; **13** (1): 15026. doi: 10.1038/s41598-023-42273-0.
- 2) Shibuya M. et al.: High-Concentration Hydrogen Delivery During Dialysis Using an Innovative Direct Dissolution Technique: In Vivo Kinetics in a Canine Model. *ASIO J.* 2025 Sep 1; **71** (9): 767-774. doi: 10.1097/MAT.0000000000002508. Epub 2025 Jul 15.
- 3) van Gelder MK. et al.: Evaluation of a system for sorbent-assisted peritoneal dialysis in a uremic pig model. *Physiol Rep.* 2020 Dec; **8** (23): e14593. doi: 10.14814/phy2.14593.
- 4) Rago C. et al.: A New Peritoneal Dialysis Solution Containing L-Carnitine and Xylitol for Patients on Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis: First Clinical Experience. *Toxins (Basel).* 2021 Feb 24; **13** (3): 174. doi: 10.3390/toxins13030174.
- 5) Sharma S. et al.: Performance Evaluation of an Automated Peritoneal Dialysis Solution Generation System in Patients Using Automated Peritoneal Dialysis. *Kidney Int Rep.* 2024 Mar 18; **9** (6): 1752-1757. doi: 10.1016/j.ekir.2024.03.010. eCollection 2024 Jun.
- 6) 櫻堂渉: 生命予後が劇的に改善するセルフ透析. 幻冬舎, 東京, 2021.

OVERVIEW OF NEXT-GENERATION DIALYSIS TECHNOLOGIES

YASUTOSHI YAMADA

Blood Purification Center, Kagoshima University Hospital, Kagoshima, Japan

AKIHIKO MITSUKE AND HIDEKI ENOKIDA

Department of Urology, Kagoshima University Graduate School of Medical and Dental Science, Kagoshima, Japan

Abstract

Next-generation dialysis is being developed based on a completely new concept.

For example, research on needle-free access ports, hybrid dialyzer, hydrogen RO water, wearable artificial kidney, sorbent-assisted peritoneal dialysis and automated PD solution generation are currently undergoing. Self-dialysis, which prioritises self-reliance and freedom, represents an innovation for patients.

(Nishinohon J. Urol. **88**: 303-304, 2026)

key words: dialysis, Innovation, Self-dialysis