

透析装置（透析システム）の進歩と課題

山下芳久

埼玉医科大学保健医療学部臨床工学科

key words : 透析システム, 透析液水質基準, 透析排水処理装置, 自動化機能, 各種モニタリング

要 旨

本邦における透析装置の技術的歴史は、1970年代後半に除水量調整装置が承認され、透析装置での除水量のコントロールが可能となったことに始まる。透析液のシングルパス方式が採用されたことから装置の技術が飛躍的に向上することになり、セントラル方式という本邦独自の透析システムが考案されていった。1980年代には透析療法の多様化に伴い、清浄な透析液を作成するために逆浸透装置が開発され使用されるようになり、共に各種水処理装置も開発され質の高い透析用水で透析液が作成されるようになった。また、透析膜の孔径の拡大化に伴い、TMPの監視やコントロール技術も向上していった。1990年代にはさらに透析液清浄化は進み、透析液は原液から粉末型透析液の使用が多くなり、A剤・B剤溶解装置が使用されるようになった。2000年代に入るとセンサ技術の高性能化、生体情報モニタ技術、自動運転機能など、スタッフの煩雑な操作や作業を安全・効率的に行うための装置と機能を充実させ、さらなる安全性と高性能化を確保した透析装置に進歩した。そして、現在の透析装置は、基本性能である透析液作成供給装置、各種安全装置を主として、各種自動化装置、各種モニタなどの多くの性能と機能を持ち、安全で質の高い透析療法を提供している。

今後の透析装置（透析システム）に望まれるものとして、透析液清浄化と管理法のさらなる向上、各種自動化機能の進歩、各種モニタの進歩と開発、各社にお

ける装置各部の名称の統一、透析通信共通プロトコルの進歩、遠隔モニタリングの進歩と開発などがあげられる。透析療法を実際に行ううえで総合的な性能機能と安全性の向上が望まれ、必要とされてくるものと考ええる。

はじめに

1913年、Abelが世界初の人工腎臓の動物実験（ウサギ）を行い、1924年、Haasが世界で最初の人体への透析治療を実施（15分間）した。その後、様々な研究開発が行われ透析治療は進歩していった。その中で本邦における透析装置の技術的歴史は、1970年代後半に除水量調整装置が承認され、透析装置での除水量のコントロールが可能となった。透析液のシングルパス方式が採用されたことから装置の技術が飛躍的に向上することになり、セントラル方式という本邦独自の透析システムが考案されていった。

1980年代には透析療法の多様化に伴い、清浄な透析液を作成するために逆浸透装置が開発され使用されるようになり、共に各種水処理装置も開発され、質の高い透析用水で透析液が作成されるようになった。また、透析膜の孔径の拡大化に伴い、TMPの監視やコントロール技術も向上していった。1990年代にはさらに透析液清浄化は進み、透析液は原液から粉末型透析液の使用が多くなり、A剤・B剤溶解装置が使用されるようになった。2000年代に入るとセンサ技術の高性能化、生体情報モニタ技術、自動運転機能など、スタッフの煩雑な操作や作業を安全・効率的に行うた

めの装置と機能を充実させ、さらなる安全性と高性能化を確保した透析装置に進歩した。

そして、現在の透析装置は、基本性能である透析液作成供給装置、各種安全装置を主として、各種自動化装置、各種モニタなどの多くの性能と機能を持ち、安全で質の高い透析療法を提供している¹⁾。このように透析装置は進歩してきた歴史がある。

本稿では現在の透析装置（透析システム）の現状と課題について簡潔に述べることにする。

1 透析システム

1-1 透析システムの構成

透析システムの構成は、本邦独自のセントラル方式と個人用透析装置方式からなる（図1）。セントラル方式のフローとしては、

- ① 水道水からきれいな水（RO水）を作る水処理装置
- ② 透析液原液を作る溶解装置
- ③ 透析液を作成・供給する多人数用透析液供給装置
- ④ ベッドサイドで実際に透析療法を行う透析用監視装置

からなる。個人用透析装置方式は、水処理装置からRO水を個人用透析装置に送り、個々の装置で透析液を作成供給して透析療法を行う。本邦の場合はほとんどがセントラル方式の構成となっている。

1-2 水処理装置

水処理装置（図2²⁾は、水道水に含まれる物質が透析液に含まれた場合、ダイアライザを介して血液側に流入する可能性がある。これらの物質は患者に不利益となるため、除去する目的で設置される。近年では、2段RO膜の設置や、RO装置内およびRO配管の熱水消毒、薬液消毒を自動で行える機種もあり、清浄化の観点から各社様々な特徴を持つRO装置がリリースされている。

各構成ユニットの役割を以下に示す。

① PF（プレフィルタ）

原水などに含まれる粗い粒子を捕捉し、ROモジュール（膜）を保護する。

② 軟水装置

原水中に含まれる硬度成分（主に Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）の除去。

③ 活性炭ろ過装置

原水中に含まれる遊離塩素、クロラミンの除去。ボンベ方式とフィルタ方式がある。

④ ROユニット

逆浸透の原理を使用し、電解質、有機物、ET等を除去しRO水を作成する。

⑤ RO水供給ユニット

RO水の貯留用に設置され、タンク内部の汚染防止のためエアフィルタ（疎水性かつ除菌性）が設置される。

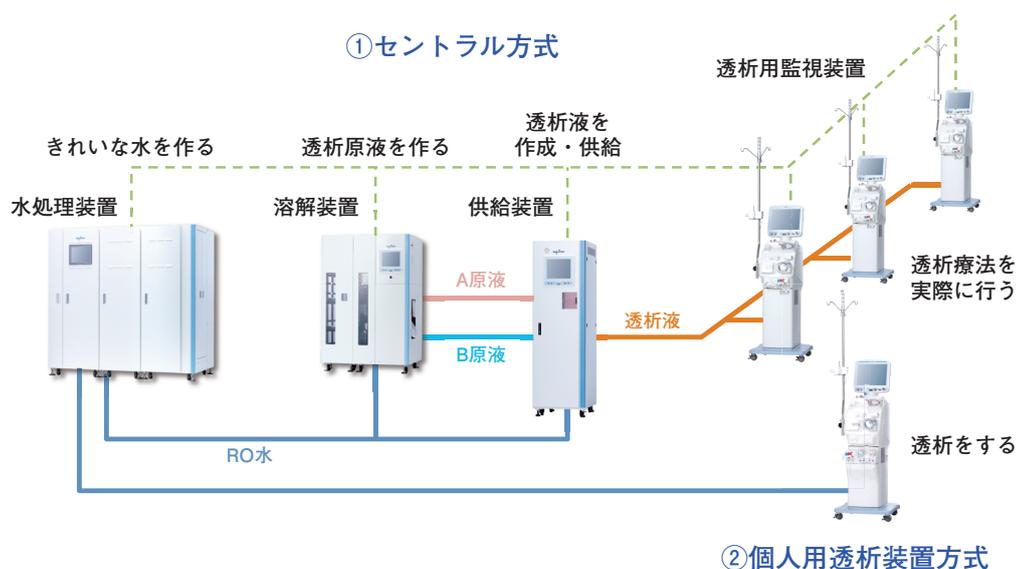


図1 透析システムの構成

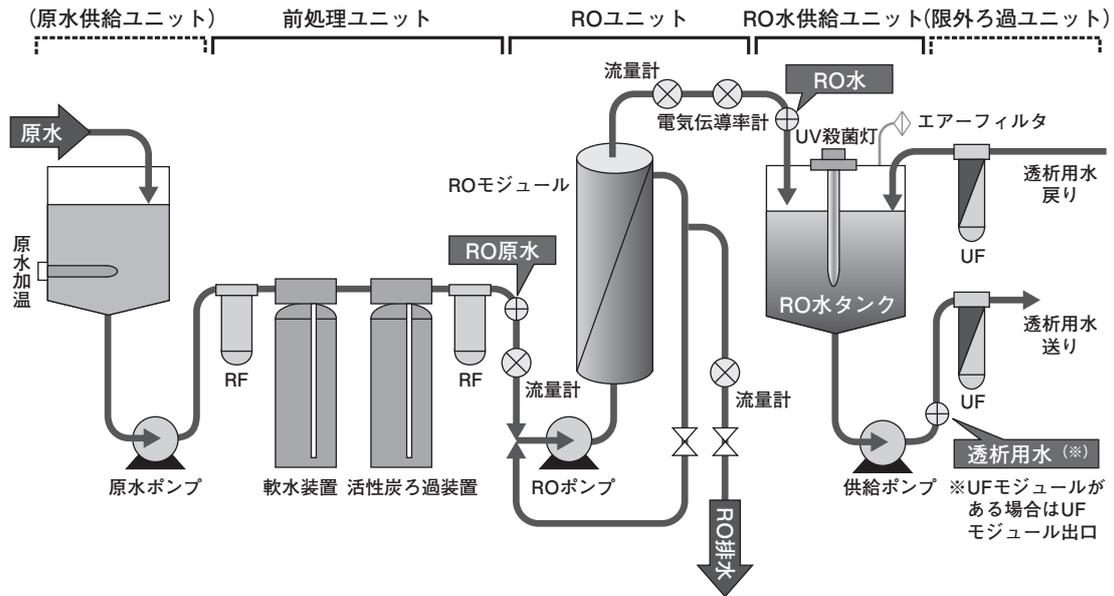


図2 水処理装置（RO装置）の構成
(文献2より引用・改変)

表1 各構成ユニットの管理基準

管理対象	管理内容	管理基準	管理間隔他
プレフィルタ	圧力損失, 流量	製造業者の管理基準	透析施行日
軟水装置	処理水硬度	青色に着色すれば適合	透析施行日
	塩タンク内塩量	不溶解塩が存在すること	
活性炭ろ過装置	残留塩素	出口水の総塩素が0.1 mg/L未満	毎日
ROユニット	RO 阻止性能	25 μ S/cm, 2.5 mS/m 以下 アラートレベル 12.5 μ S/cm, 1.25 mS/m 以上	透析施行日
	RO 水量	製造業者の管理基準	
紫外線殺菌灯	ランプの点灯時間・点灯確認	製造業者の管理基準	透析施行日

文献2より引用・改変

⑥ 紫外線殺菌灯

タンク内および流入する RO 水の殺菌を行う。
また、各構成ユニットの管理基準を表1に示す²⁾。

1-3 溶解装置

溶解装置は、血液透析1回の治療で100L以上に及ぶ大量な透析液を使用する。その透析液は、濃縮された透析液原液を透析液供給装置で希釈することによって作成され、透析液原液は塩の溶解度の問題から、おおむね30倍程度の濃縮で作成されている。近年、透析液原液は運搬などの作業量、在庫体積の問題から、溶解する前の粉末のものが開発され、同時に粉末製剤を溶解する（粉末製剤）溶解装置が各社からリリース

された。ただし、液体製剤は、作成後にろ過によって原末に含まれる不純物を取り除くことが容易であるが、粉末製剤では難しいため、問題が生じることがあり注意が必要である。

1-4 多人数用透析液供給装置

多人数用透析液供給装置(図3)は、透析液を作成・供給するための装置である。効率よく多人数に同一組成の透析液を安全に供給するという方式は、コスト削減、省力化の意味で効果的であり、透析治療の普及に大きく寄与している。近年、清浄化の観点から、供給装置自体の対応だけでなく、水処理装置や供給配管などを含めて、セントラル透析液供給システム (central



図3 透析液供給装置の外観（各社参考）

dialysis fluid delivery system; CDDS) として水処理装置から末端透析液までの一元管理が必要とされている。

1-5 透析用監視装置

透析装置は、透析用監視装置（多人数用）と個人用透析装置がある（図4）。諸外国では個人用透析装置が主流であるが、本邦では多人数用透析液供給装置と透析用監視装置を組み合わせ使用するCDDSが主流である。各社の透析装置は、モデルチェンジ毎に進化し、自動プライミング、自動回収、自動脱血、オンラインHDFの機能を内蔵した機種がラインナップされている。また、モニタリング機能についても開発され、血液量モニタ、透析量モニタ、測定血液流量・脱血圧連続監視モニタ、血液モニタ（Ht, Hb, 血液温度, ΔBV ）などの各種モニタ機能を内蔵した透析装置が出てきている。さらに、除水制御機構や安全制御機構

についても向上してきている。

1-6 個人用透析装置

個人用透析装置は、透析液原液を希釈・供給部と透析用監視装置の機能を併せ持ち、RO水の供給のみで単独運転が可能である。これにより、患者の病態に合わせた処方透析の実施や、病室・ICUなどへの出張透析治療が可能である。またCDDSのように、透析液供給装置の不具合がシステム全体に波及することはない。

1-7 配管と素材

配管とその素材については、透析システムを機能別に分類すると、透析用水の作成部、透析液の作成部、透析器への供給と監視に分けられる。各装置はシステム化されているため、それらを連結する配管が必要となる。配管の素材は、透析用水および透析液を送液す



図4 透析用監視装置の外観（各社参考）

る役割を持つため、耐圧、バイオフィーム発生を抑制する滑らかさ、消毒・洗浄時の耐薬品性、耐熱性、加工性およびコストなど多くの選択ポイントを考慮する必要がある。

2 2016年版透析液水質基準²⁾

2-1 背景と目的

透析液清浄化の必要性については、1980年代よりヨーロッパを中心に論議されてきた。本邦においても、1995年に、JSDTにおいて清浄度基準が提示され、その後ハイパフォーマンス透析器とオンラインHDF療法の普及と相まって、清浄度基準の改定が1998年、2005年に行われた。しかし本邦における基準はETのみ改定され、細菌に関しては明確な基準が示されていない。それに対し、諸外国では細菌検出に重きを置いた水質基準が示され、国際標準化機構（ISO）により基準が作成された。このISO基準を基本としてJSDTは2008年に新たな透析液水質基準、ならびに2011年にエンドトキシン補足フィルタ基準を示した。さらにこの基準に呼応して、オンラインHDF装置・オンラインHDF療法が、医療機器ならびに診療報酬上の技術として認可された。

しかし、2008年、透析液水質基準は生物学的汚染

（ET、生菌）のみを示しており、化学的汚染物質管理に関しては示されていなかった。化学的汚染物質の基本は原水、ならびに透析用水作製装置に依存している。特に透析用水作製装置に関しては、医療機器としての基準がなく各製造業者に任されることが多かった。

このような状況を鑑み、化学的汚染物質ならびに透析用水作製装置に関する管理基準を加えた透析液水質基準の改定が行われるようになった。

2-2 生物学的汚染基準および化学的汚染基準

生物学的汚染基準を表2に、化学的汚染基準を表3に示す。

① 採取部位

透析用水：透析用水作製装置の出口後

透析液：透析装置入口

オンライン補充液：補充液抽出部位

② 測定頻度

透析用水：3か月ごと（基準を満たしている場合）

標準透析液：毎月、少なくとも末端透析装置の1基以上が試験され、各装置が少なくとも年1回検査されるように装置を順番に測定する。

超純水透析液：透析装置製造業者によりバリデーションされた機器を使用する場合には、その使用

表2 生物学的汚染基準

	透析用水	標準透析液	超純水透析液
生菌数 (cfu/ml)	100	100	0.1
エンドトキシン (EU/mL)	0.050	0.050	0.001

透析液由来オンライン調整透析液（オンライン補充液）：無菌かつ無発熱物質
文献2より引用・改変

表3 化学的汚染基準

グループ	カテゴリー	化学的汚染物質	最大濃度 (mg/L)	
			化学的汚染基準	水道水基準
第1	透析での毒性が報告されている汚染物質	アルミニウム	0.01	0.2
		総塩素	0.1	基準なし
		フッ素化合物	0.2	1
		鉛	0.005	0.8
		硝酸塩 (asN)	2	10
		硫酸塩	100	基準なし
第2	透析液に通常含まれている電解質	亜鉛	0.1	1
		カルシウム	2	300 (硬度成分として設定)
		マグネシウム	4	〃
		カリウム	8	基準なし
		ナトリウム	70	200

文献2より引用・改変

基準に従う。透析機器安全管理委員会によってシステムが安定したと判断された後は、末端透析装置の1基以上が試験され、各装置が少なくとも年1回検査されるように装置を順番に測定する。

2-3 化学的汚染物質の管理（日常管理）

「水道法による規制」に基づいて供給される原水を用いる場合は以下となる。

- ① 供給水源（水道事業または専用水道）の水質を季節ごとに確認する。
- ② 供給水源の水道水質基準に含まれている物質が化学的汚染基準以上の場合
 - 化学的汚染物質の供給水源の水質検査結果を注視する。
 - 各施設の「透析機器安全管理委員会」にて汚染の可能性があると判断された場合には、透析用水中の当該化学汚染物質を年1回は測定しなければならない。
 - 透析用水で化学的汚染物質が検出された場合には、透析用水作製装置の点検が必要であり、各施設の「透析機器安全管理委員会」の責任において、基準値未滿となるまで装置の再構成を検討しなければならない。
 - RO膜で阻止が困難な化学的汚染物質としては硝酸・亜硝酸塩などがある。

2-4 化学的汚染物質の管理（災害時・緊急時）

災害時・緊急時には供給水源の水質汚染の可能性があるため、透析用水作製装置の注視・管理を行い、さらに可能となった時期に、原水・透析用水中の化学的汚染の測定が望まれる。

また、供給水源・水道管・施設配管などの破損の可能性があり管理が不完全となる。しかも供給水源の汚染を防ぐため、一時的に塩素濃度を高めている可能性もある。そのため透析用水作製装置の注視・管理が必要となる。

3 JSDT 共通プロトコル³⁾

3-1 背景と目的

透析装置を一括管理する透析管理システムが登場したのは1980年代のことである。これにより、透析室

内の多くの透析装置を安全に管理することが可能となった。その後、透析支援システムは各社から独自に開発・改良され、使い勝手の良いシステムとして普及してきた。しかしながら、それぞれのシステムは同一会社の透析装置のみ通信が可能であり、他社の透析装置との通信機能はなかった。透析管理システムが普及するにつれ、各社の透析装置を一括管理できる通信共通化ニーズが起こった。さらに透析液供給装置や監視装置に対する合理化が図られるようになった。

JSDTは、日本医療機器テクノロジー協会（MTJ）に協力を依頼し、透析装置の共通プロトコルをVer.1.0, Ver.2.0, Ver.3.0とアップしてきた。現行のVer.3.0は2008年に考案された共通プロトコルで、それまでのバージョンの項目の追加のみならず、初めて相互通信を可能としたことで使い勝手は各段に向上した。しかし、現在では透析装置の機能向上、各種モニタリング技術の進展、オンラインHDFの普及など、2008年当時とは治療方法も透析装置も大きく変化し、従来の共通プロトコルVer.3.0では対応できなくなった。このような背景の下、通信共通プロトコルVer.4.0が構築された。

3-2 今後の方向性

通信共通プロトコルVer.4.0はVer.3.0に比べ、透析装置から透析管理システムへの送信項目が32から60項目へ、受信項目が13から34項目へと大幅に増えた。このVer.4.0は、各社から市販される透析管理システムと孫色のない通信機能を持つプロトコルに生まれ変わった。この結果、安全で質の高い血液透析治療への支援が期待できる。

今回のVer.4.0へアップするまで20年余りの時間が費やされた。透析装置間の通信共通化から施設間の情報共有、さらには災害時の施設間通信など、なお一層の発展が期待される。

4 消毒液・洗浄液

透析機器の消毒液、洗浄液⁴⁾に必要な作用として

- ① 安定した殺菌力
- ② 蛋白などの有機物やバイオフィルムの除去性能がある
- ③ 装置部材や配管材料への影響が少ない
- ④ 残留性が少なく、環境に優しい

⑤ コストパフォーマンスに優れているなどがあげられる。

透析機器専用の消毒剤、洗浄液には、薬剤の組成や性状が異なる様々の種類の薬剤が各社から販売されている。そのため、それぞれの性能や特徴を把握し選択するのは容易ではなく、いくつかの種類を使用し、洗浄効果の確認を行い、効果の異なる薬剤を組み合わせで使用することが一般的である。

消毒・洗浄効果を安全に効率よく発揮させるには、施設に適した適正な濃度と貯留時間との相互作用が関与してくる。濃度については、先ずメーカー推奨濃度で行い、汚染状況を確認しながら調整することが望ましく、適正濃度より高希釈（低濃度）であれば期待した効果が得られず、逆に高濃度であれば各部材への影響とコスト高となってしまう。注意点として、透析装置に装着された ETRF の性能は、洗浄・消毒時間などに影響を受けるため、製造業者推奨の洗浄・消毒方法を順守する必要がある。製造業者推奨以外の洗浄・消毒方法を選択する場合は、透析機器安全管理委員会が責任を負う必要がある。

5 透析排水処理装置

透析排水の特殊性と注意点として、一般生活排水は下水道法で規定される基準に対し、各自治体で独自の基準を加えた値で下水道を利用することができる。基準は施設排水の1日の総量と病床数で区別され、1日の総量が 50 m³ 以上、もしくは病床数 300 床以上の場合は水質汚濁防止法が適用されるが、これ未満の場合

は下水道排除規定が適用される。下水道排除規定は排水量にかかわらず pH が指定されており、「pH 5 以上 9 未満」の中和処理を求められる。自治体によっては生物学的酸素要求量（BOD）の調整を求められることもある。

透析排水は透析液の組成に加え、血液透析によって患者体内からの尿毒素や老廃物、蛋白などの有機物が混入された状態で排水される。一般生活排水とは pH、BOD などが大きく異なり、透析施設では排水処理装置（図 5）⁵⁾を備えることが必要となる。

また、透析環境では治療による排水以外に、透析装置を使用していない夜間に次亜塩素酸ナトリウムなどのアルカリ系洗浄剤と、酢酸、過酢酸系の酸洗浄剤を用いた機器洗浄をほぼ毎日、もしくは週に数回の頻度で行っている。この時の排水は pH 3～10 程度に変動し、下水道基準の pH 5～9 に適合しない場合がある。排水量にかかわらず pH の調整は必須であるため、排水処理設備による中和処理を行う必要がある。pH 未処理で排水を放流した場合には、酸などの腐食作用によって下水道管の損傷が認められることがあり、施設として最も注意すべき点となる。

6 自動化機能

6-1 背景と目的

医療事故防止には人員配備が必要であるにもかかわらず、医療スタッフ 1 人あたりの患者数は年々増加傾向にある。一方、透析患者の生存率は伸びているが、高齢化、糖尿病の患者の割合が増え、透析介護が重く

【透析装置等フロー図】

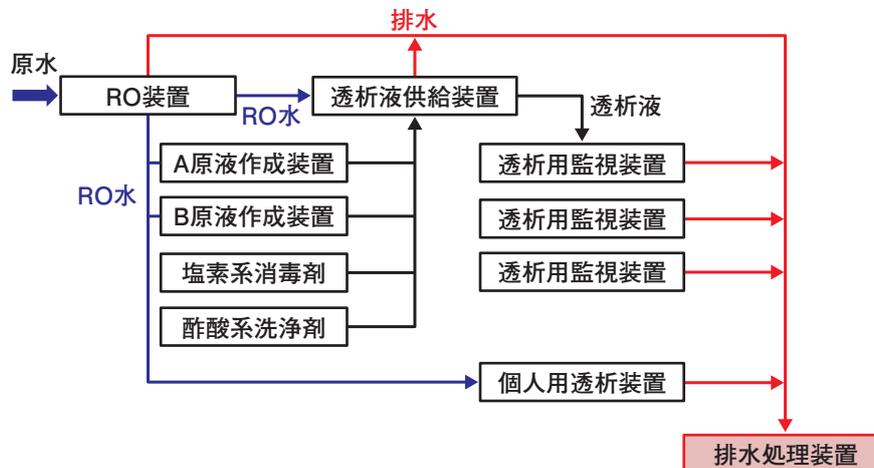


図 5 透析排水処理装置（pH 中和など）
（文献 5 より）

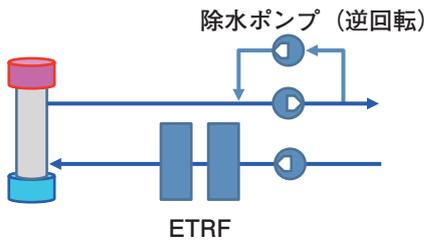


図6 逆濾過透析液方式

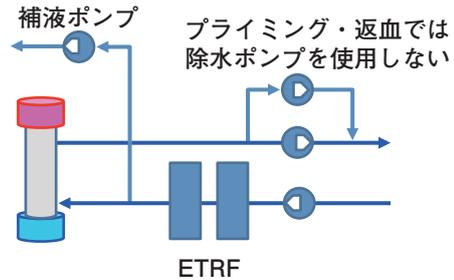


図7 オンライン透析液方式

のしかかっている。人手不足が解消できない昨今の透析医療を踏まえ、自動化された透析装置を導入して、治療中の安全確保とともに省力化の要求が高まっている。

透析治療の業務負荷は、プライミング時、穿刺を含めた透析開始時、透析終了の返血回収時に高まる。特に透析終了時は、体外循環している血液を体に戻すため、生理食塩液バッグ内の空気混入事故が懸念されていた。そのために生理食塩液の使用を廃止し、透析液を清浄化技術で無菌液に処理をして安全機能を付加した自動化装置が開発された。

この自動化装置は、安全確保と業務負荷の軽減が目的である。しかし、自動化される工程はトラブルを招きやすい時間でもあり、それがプライミング工程、透析開始工程、緊急補液工程、返血工程である。その使用条件は、生理食塩液の代替とした無菌透析液を用いることから、透析用水作製装置で作成される透析用水ならびに自動化装置の透析液水質基準を満たすことが求められる。

6-2 逆濾過透析液方式

この方式は、水質基準をクリアしたうえで、[図6](#)のように、除水ポンプを逆回転させ、廃水がダイアライザに流れ込まないような流速を保ちながら、透析液側からダイアライザに圧力をかけることにより、血液側に染み出た透析液を流用する方式である。使用可能な流量はダイアライザの性能に委ねられる。UFRにして20 mL/mmHg・hr以上が望ましく、積層型は不可である。

6-3 オンライン透析液方式

この方式は、ETRFで清浄化された透析液を直接血液回路に投入する方法である([図7](#))。水質基準は、オンライン補充液相当にする。使用できる流量が逆濾

過透析液に比べ多いことから、使用ダイアライザの制限はない。UFRの制限なし、積層型は可能である。

7 除水機構

国内4社の除水制御機構はすべて密閉式容量制御方式([図8](#))である。この方式はダイアライザを含む透析液回路を完全な密閉とし、ダイアライザに流入・流出する透析液量を等量に制御する。その密閉回路から除水ポンプで透析液を排水すると、その排水分が血液側から除水される。

① ダブルチャンバ方式

東レメディカルとJMSが採用している方式である。1枚のダイアフラムでチャンバ内を2室(透析液供給側、透析液排水側)に仕切り、透析液供給量と排水量を等量に制御する。この密閉回路から除水ポンプにより透析液を排水し、除水を制御する。

② ビスカス方式

ニプロが採用している方式である。ダブルチャンバ、複式ポンプ方式と異なる密閉式容量差制御方式という。この方式は、密閉したビスカスチャンバ内を2枚のダイアフラムによって3室(透析液供給側、ビスカス(シリコンオイル)、透析液排水側)に仕切り、透析液供給側から出た透析液がダイアライザ通過後、透析液排水側に戻る。この回路を密閉回路とし、中央のビスカス室内のシリコンオイル容量をビスカスポンプで変化させ、容量変化分の圧力を発生させて除水する方式である。

③ 複式ポンプ方式

日機装が採用している方式である。透析液供給側と透析液排水側のシリンダを等容量とし、プランジャをモータで左右に移動させることで片方のシリンダでは透析液を供給し、もう一方のシリンダでは透析液排水を吸い込み、透析液供給量と排水量を等量に制御する。この密閉回路から除水ポンプにより透析液を排水し、

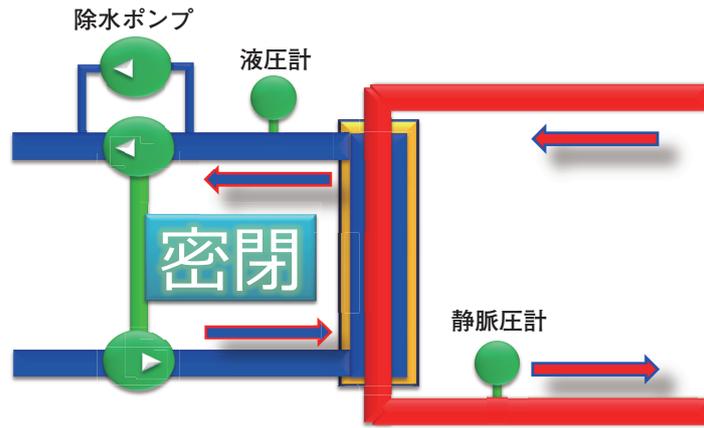


図8 密閉式容量制御方式

除水を制御する。

8 安全監視機構

監視項目は大きく血液系と透析液系に分けられる。現在市販されているコンソールは、安全な治療を行ううえで必要最小限の監視項目は標準搭載され、各メーカー間に差はない。

① 血液系

血液系の項目には、静脈圧力、動脈圧力、気泡検出器、血液流量、シリンジポンプ流量、目標除水量、除水速度、現在除水量、膜間圧力差（TMP）、限外濾過率（UFR）などがある。血液流量や除水速度などは、その設定を監視するシステムが採用されている。

その他のオプション等で、循環血液量モニタ、透析量モニタ、測定血液流量・脱血圧連続監視モニタ、血液モニタ（Ht, Hb, 血液温度、 Δ BV）を装備できる機種もある。

② 透析液系

透析液系の項目には、透析液圧、透析液温度、透析液流量、漏血計、透析液濃度給液圧などがある。また、透析開始前には除水制御機構の自己診断機能が動作したり、漏血計の自動校正、電磁弁の動作確認を自動で行う機種もある。

③ 自己診断機能

透析装置内蔵の自己診断機能は、安全な透析治療を施工するうえで必要不可欠な機能となった。市販されているコンソールは、除水制御法に密閉式容量制御方式を用いているため、密閉系と除水ポンプの精度管理は重要となる。そのため自己診断では、コンソール起動時などに透析液回路密閉系および血液系の各機構の

動作チェックなどの自己診断を実施する。血液系自己診断では、血液ポンプと補液ポンプの動作（回転、停止、方向）、各クランプの開閉動作、各センサの動作をチェックしている。

密閉系の自己診断では、密閉系に関わる電磁弁や各ポンプの動作をチェックする。エンドトキシン捕捉フィルタ（ETRF）装着装置では、ETRFのリークテストも実施している。治療中に、除水に関わるポンプ類の吐出制度と電磁弁の締切り動作をリアルタイムで監視する「除水精度連続監視システム」を採用しているメーカーもある。

9 今後の透析装置に望まれるもの

今後の透析装置（透析システム）に望まれるものとして、透析液清浄化と管理法のさらなる向上、各種自動化機能の進歩、各種モニタの進歩と開発、各社における装置各部の名称の統一、透析通信共通プロトコルの進歩、遠隔モニタリングの進歩と開発などがあげられる。透析療法を実際に行ううえで総合的な性能機能と安全性の向上が望まれ、必要とされてくるものと考ええる。

おわりに

透析装置（透析システム）の進歩と課題についてその現状を述べた。この約50年の間に透析装置は目覚ましい進歩を遂げ、透析技術と共に世界のトップレベルを維持している。臨床工学技士は、装置や透析技術の面から未来を考えて適正な方向に進むように努力する必要がある。

利益相反自己申告：申告すべきものなし。

文 献

- 1) 山下芳久編：透析装置および関連機器の原理（構造・機能）とメンテナンス。日本メディカルセンター，2018：5-6.
- 2) 峰島三千男，川西秀樹，阿瀬智暢，他編：2016年版透析液水質基準。透析会誌 2016；49(11)：697-725.
- 3) 芝本 隆，峰島三千男，武本佳昭，他編：血液透析装置に関する通信共通プロトコル Ver.4.0。透析会誌 2017；50(6)：343-362.
- 4) 川西秀樹，政金生人，峰島三千男，他編：2011年版社団法人日本透析医学会「エンドトキシン捕捉フィルタ（ETRF）管理基準」。透析会誌 2011；44(9)：977-990.
- 5) 五十嵐洋行：透析廃液処理装置（pH中和装置，浄化槽）。臨牀透析 2013；29(7)：119-120.