

# 多目的血液浄化用装置 アフェレシスマニター KM-8600

田中一彦, 山本忠司

## はじめに

血液浄化法は、(1)透析療法、(2)血漿交換療法、(3)吸着療法の三つに大きく分類される。中でも、腎不全に対する透析療法は、この半世紀に大きな発展をとげ、慢性腎不全の治療法として確立されてきた。透析療法における体外循環による物質の除去技術は、さらに拡大され、血漿交換法や吸着法という治療法を発展させてきたといえる。

1940年代に血液透析が臨床応用されて以来、透析療法は尿毒症物質との戦いであった。セロファンという半透膜としてはあまりよくない膜を用いて、尿素やクレアチニンなどの小分子量物質のみにターゲットを絞って血液浄化を行ってきた。しかし、考えてみると尿素やクレアチニンそのものは尿毒症物質ではなく、尿毒症としての血中マーカーであったにすぎない。やがて中分子量物質や低分子タンパク質の尿毒症物質としての重要性が指摘され、それに見合った血液浄化法なるものが見直されたのである。これには、透析療法の主な原理である拡散による除去分子量スペクトルの拡大、すなわちハイパフォーマンス (high performance) 膜の開発、濾過 (filtration) による方法、分離 (apheresis) による方法、吸着 (adsorption) による方法などがある。

今回紹介する多目的血液浄化用装置アフェレシスマニター KM-8600 (クラレ製、大阪) は、主に濾過、分離、吸着による血液浄化法としての機能を持ち合わせた装置で、いままでになかった体液補正システムが装着され、多目的血液浄化装置として期待できるものである。

## I. 装置の概要

装置は脚部も含めてW26×D30×H109cm、重量は50kgである(図1)。ローラーポンプは4器で、それぞれ血液ポンプ(0~220ml/min)、交換ポンプ(0~100ml/min)、除水ポンプ(0~20ml/min)、補正ポンプ(0~17ml/min)がある。また抗凝固剤用として、シリンジポンプ(0~9.9ml/hr)が装備されている。

圧としては、動脈圧、静脈圧、濾過圧、全膜圧、吸着圧がモニターされ、その他に気泡検知器、液切れセンサー、漏血センサー、ピローセンサーなどの安全装置と加温器、バランスなどが装備されている。図2に濾過透析時の回路を示す。

## II. 装置の特徴

特徴としては、濾過液と補充液の誤差を少なくするように補正装置が付けられたことである。一般的に濾過透析時における濾過液量と補充液量は交換ポンプを二連にして、濾過量と補充量をたえず一定にし、除水ポンプと重量制御によってバランスを保つように設計されている。しかし、この二連式ポンプでたえず一定量を送り出すことは困難であり、例えば、チューブの誤差、液流量、液吸引圧、液吐出圧などによって少なからず誤差を生じる。図3は実験的に約10Lの液交換を行なったときの誤差を測定したものであるが、最終的には最大±170mlの誤差(±1.6%)を生じている。慢性腎不全患者の場合、体液管理は重要な要素であり、この程度の誤差でも無視できないことになる。補正装置は交換ポンプの入口および出口間にバイパスを作るように補正ポンプを設け、8~12mlの範囲でこの補正ポンプが正転、逆転をして濾過流量を制御し、誤差を10ml以下におさえ

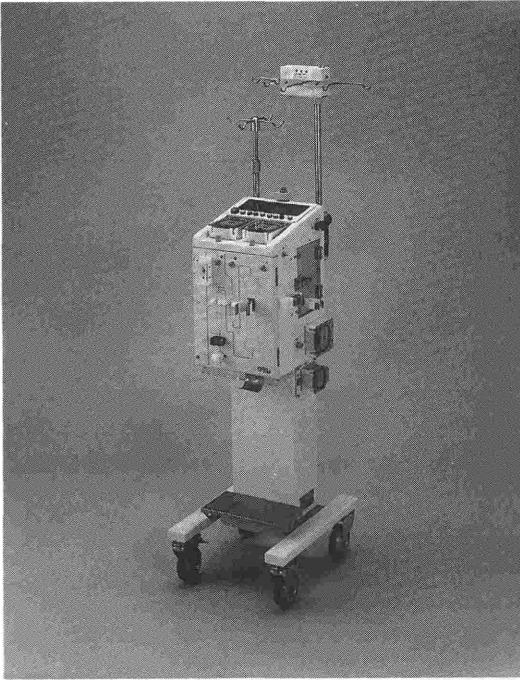


図1 KM-8600外観

るようになっている。図4は図3の10Lの交換実験をこの装置で行なったもので、誤差は10ml以内にとどまっている。

### Ⅲ. 臨床応用

KM-8600によって行なえる浄化法と適応症を簡単に紹介する。

#### (1) 血液濾過 (HF: hemofiltration)

大量の限外濾過を行ない、濾過液に溶けている溶質を除去する。大体4時間で20Lの濾過が行なわれる。中分子および高分子量物質除去効果が優れている。そのために、中分子量物質に由来すると思われる尿毒性末梢神経障害や薬物中毒などに用いられる。また、細胞内液、外液の浸透圧による水バランスがよいために、透析不均衡症候群が生じにくく、透析困難例、循環機能低下例や緑内障の患者にも用いられる。

#### (2) 持続的血液濾過 (CEF: continuous hemofiltration)

上記のHFを緩徐に24時間連続して行なう方法である。非常に緩徐に濾過透析が行なえるところから、全身状態の悪い患者、心機能低下例、多臓器不全、急性腎不全など、救急、集中治療領域に多く応用される。CAVH (continuous arterio venous hemofiltration), CVVH (continuous venous venous hemofiltration) ともよばれる。

#### (3) 持続的血液透析濾過 (CHDF: continuous hemodiafiltration)

上記のCHFで透析器に低流量で透析液を流す方法である。CHFに加えて低分子物質の除去能をあげる場合に用いられる。適応症はCHFと同じである。

#### (4) 血液吸着 (HP: Hemoperfusion)

活性炭からなるカラムに血液または血漿を灌流させ、吸着によって溶質を除去するものである。

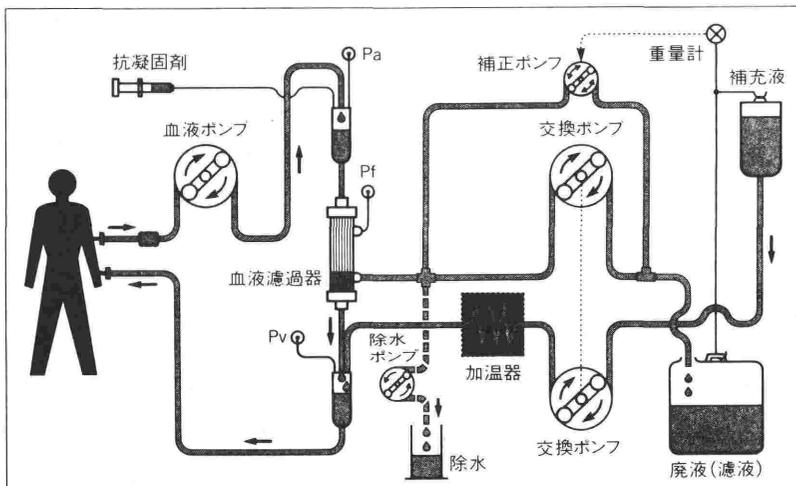


図2 標準的回路図 (CHF使用時)

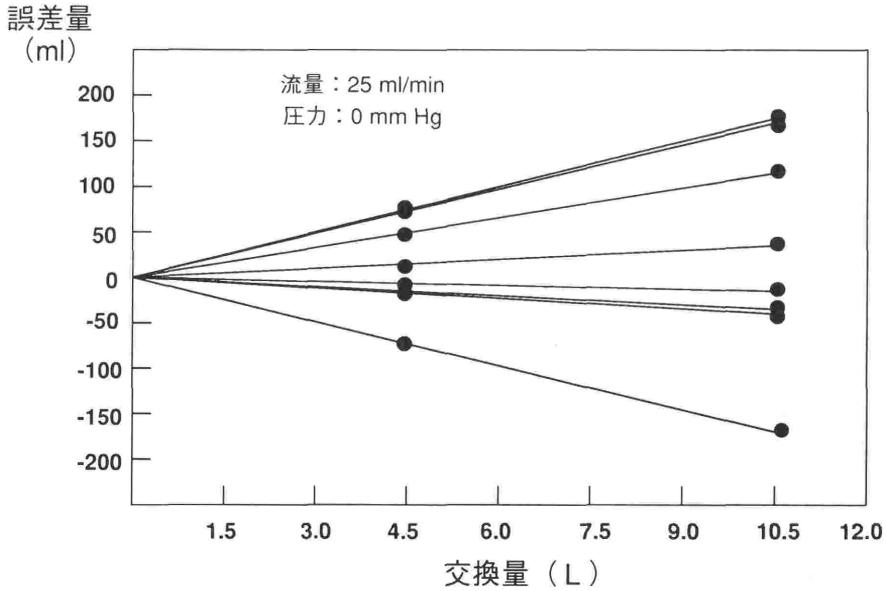


図3 10L液交換における誤差量（補正なし）

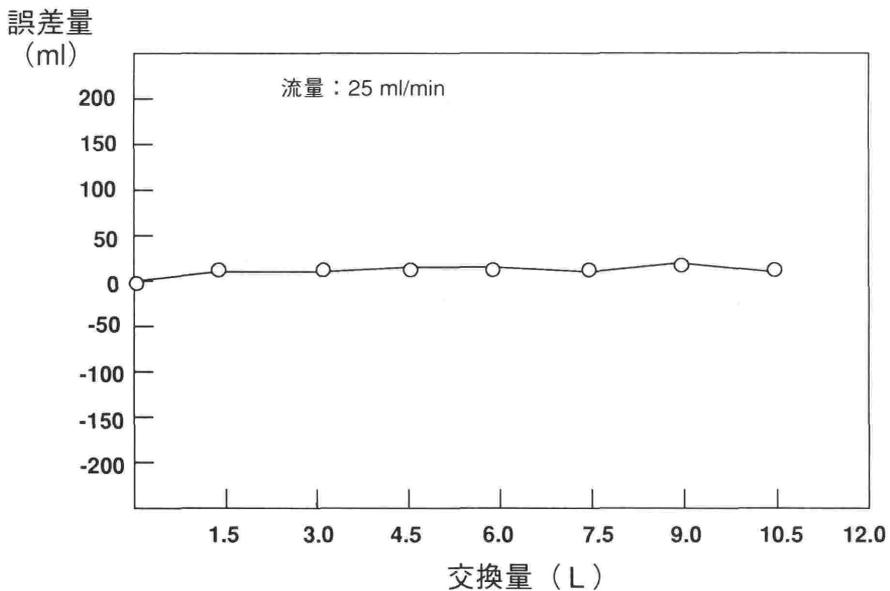


図4 10L液交換における誤差量（自動補正制御あり）

中分子，大分子量物質の除去に優れるが，電解質などの補正はできない。薬物中毒，尿毒性末梢神経障害，肝不全，多臓器不全例に応用される。また最近では家族性高脂血症におけるLDLコレステロール吸着や，SLEでの抗DNA抗体などの免疫吸着も行なわれる。

(5) 血漿交換 (PA: Plasmapheresis)

膜濾過分離による非選択的血漿交換と二重濾過

血漿分離，冷却濾過血漿分離などによる選択的血漿交換ができる。いわゆる小分子から蛋白まで幅広い物質を除去する。肝不全，膠原病などの自己免疫疾患，薬物中毒などに応用される。

(6) 限外濾過 (ECUM: extracorporeal ultrafiltration method)

血液透析器を用いて限外濾過を行ない，主にとナトリウム (NaCl) を除去する方法である。

血液透析と比較して、確実に体液過剰を是正できる。溢水，うっ血性心不全などに応用される。

(7) 腹水濾過濃縮再静注

腹水を体外循環法により引き出し，限外濾過をかけて濃縮し，主に蛋白質を体内に戻す方法である。肝不全などによる難治性腹水症に応用される。

おわりに

透析療法の進歩とともに，体外循環技術も発展し，設備の整った病院でなくともいとも簡単に体外循環を行なえるようになった。それは今回紹介した装置など，機器類の発展におうところも多い。

体外循環による除去療法は，一時代前には考えられなかった新しい治療法であり今後多くの可能性を秘めている。透析センター，救急・集中治療部のみならず他方面にこの種の機器が普及するであろう。

文 献

- 1) Kramer P, Wigger W, Rieger J, et al : Arteriovenous haemofiltration : A new and simple method for treatment of overhydrated patients resistant to diuretics. *Klin Wochenschr* 55:1121~1122, 1977
- 2) 阿岸鉄三：血漿浄化療法開発の動向. *日本臨床* 45: 1853~1862, 1987