

# 持続緩徐式血液浄化装置

山下 芳 久

埼玉医科大学附属病院 血液浄化部

## A. JUN-500 (ウベメディカル)

### TR-520 (東レメディカル)

#### 1. 装置の特徴・概要 (図1)

・持続緩徐式血液浄化法であるCHD・CHF・CHDFを施行することができる。また、マニュアル操作も可能である。

CHD: 持続緩徐式血液透析法

CHF: 持続緩徐式血液濾過法

CHDF: 持続緩徐式血液濾過透析法

・本装置にはコンパクトに5つのポンプが組み込まれている。血液ポンプ、透析液ポンプ、濾液ポンプ、補液ポンプ、シリンジポンプ

・治療モード(CHD・CHF・CHDF)により動作させるポンプを限定させることができる。

・血液ポンプ、透析液ポンプ、濾液ポンプ、補液ポンプはスロースターター方式をとっている。

・ポンプの流量設定は数値設定方式である。

・シリンジポンプには、20・30・50mlのシリンジを用いることができる。

・操作パネルには液晶ディスプレイを採用し、液晶画面を見ながら警報圧力や運転条件の設定・モニター表示を行う。

・治療中次の項目を液晶画面にモニター表示する。  
各圧力: モジュール入口圧, 返血圧, 濾過圧, TMP  
各積算流量: 透析液, 濾液, 補充液, 水収支の状況  
・動作点検の機能を設けたので使用前後の点検や定期的な保守管理に役立つ。

・安全対策として、次の警報機能を装備している。

下記の警報が発生すると、警報音を鳴らし、警報ランプを点滅させ、液晶画面にエラーメッセージを表示して、報知すると共に、エラー内容によっては装置運転を一時中断する。

ブラッドアクセス閉塞検知用陰圧警報

ローラーポンプのポンプヘッド開閉警報

モジュール入口圧, 返血圧, 濾過圧, TMP圧力監視警報

シリンジポンプ液切れ, 閉塞警報

透析液, 補液切れ警報

気泡警報

・本装置は、計量容器を含むディスポの専用回路を用いることによって本来の機能を発揮する。

#### 2. 流量バランス制御 (図2)

##### 2.1 流量計量

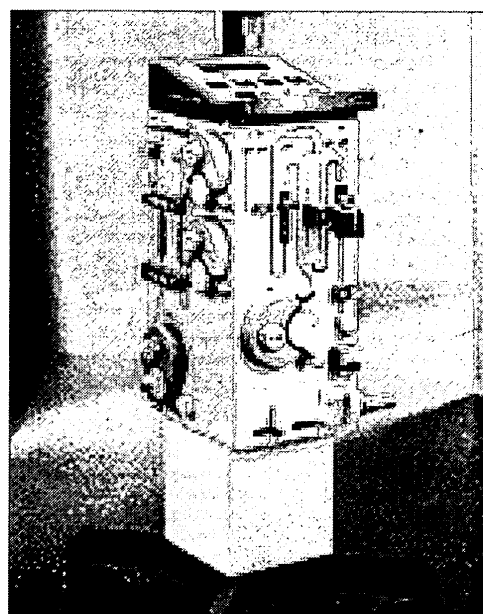
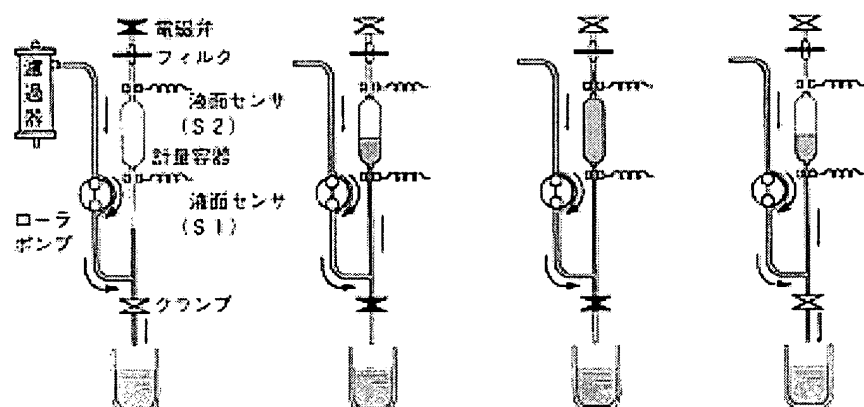


図1 JUN-500 (ウベメディカル)  
TR-520 (東レメディカル)

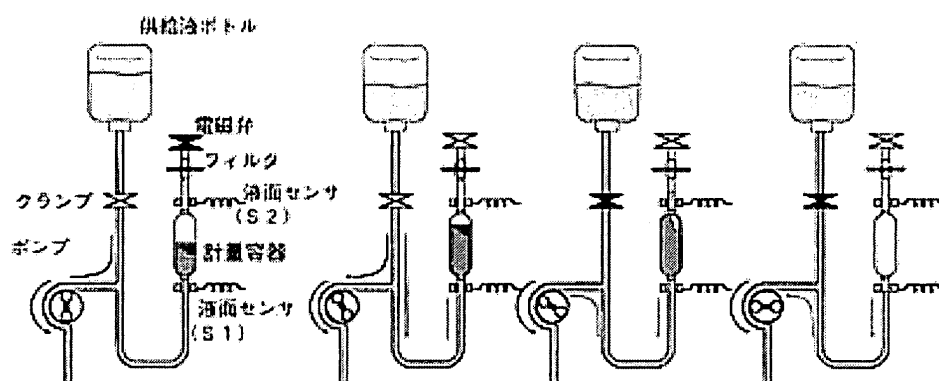
**キーワード:** 流量計量, 流量のフィードバック制御, モジュール入口圧上限危険域警報, 透析液プレート温度過上昇警報, CHD, CHF, CHDF, 重量分割測定方式, 積算量フィードバック方式, 動脈圧・静脈圧・濾過圧異常上限警報

### 流量計量機構（濾液ポンプ）



通常状態 → 計量中 → 計量完了 → 液抜き

### 流量計量機構（透析液補液ポンプ）



通常状態 → 計量準備 (計量容器充填) → 計量開始 → 計量終了時

図2 JUN-500, TR-520の流量バランス機構

流量計量については、流量精度を向上させるため、濾液、透析液および補液については専用の計量容器を用いて容量式で流量計量を行っている。

- ・計量は「監視」ONの場合のみ行う。
- ・設定で、計量器を「使わない」を選択した場合は、計量動作は行わない。
- ・透析液等の供給で、ボトルを吊り下げない方式(低い位置にタンクをセット)の場合は、計量器は使えないので、「使わない」を選択。
- ・計量は「監視」ONの期間のみ行う。
- ・積算流量も「監視」ONの期間だけ積算される。
- ・運転の途中で、「監視」OFFされると、その間の流量

は積算されない。

#### 2.2 流量のフィードバック制御

- ・流量のフィードバック制御は、濾液、補液、透析液については、それぞれ個別に流量を実測し、設定した流量を確保するようにフィードバック制御を行う。
- ・具体的には、時々刻々の流量を設定流量にするのではなく、理論積算流量(=設定流量×経過時間)と実測した積算流量との差をなくすためにポンプ流量を制御している。
- ・積算流量の差をなくすためにポンプ流量を制御するが、制御幅は設定流量の5%を限度にしており流量バランスが大きくくずれないように配慮してある。

### 3. CHD・CHF・CHDFの専用回路図

図3に回路図を示す。

#### 4. 操作性のポイント

濾液計量の手間を省き、正確な水分バランスの管理を容易にするJUN-500は、コンパクトなシステムで幅広い血液浄化療法に対応する。

・濾液計量の必要がない

濾液ポンプ流量を正確に計測し、積算流量を表示するので、メスシリンダによる面倒な濾液計量から解放される。さらに、計測結果をポンプ回転数にフィードバック制御しているので、濾過圧が変化しても一定の濾液量が得られる。

・正確な水分出納管理

濾液と同じく、補充液、透析液のポンプについても正確に流量を計測し、それぞれの積算流量および水分

出納を表示する。また、補充液、透析液ポンプにおいてもフィードバック制御をしているため厳密な水分出納の管理が容易にできる。

・簡単な流量設定

ポンプ流量は、デジタル設定方式なので、早く確実に希望の流量に設定できる。

#### 5. 使用上の注意点

・計量制御ポートには、使用の都度、新しい指定の疎水性保護フィルタを必ず付けて使用すること。装置内に水が入ったり、計量が正しく行われなくなるため。

・CHDFおよびCHDモードでは、濾液流量＜透析液流量になるような流量設定または運転操作をすると、注意報または警報を発するが、指示された運転を行うために十分な注意を要する。

・治療中は必ず、「監視」ONの状態（「監視LED」（緑色）が点灯）で使用する。

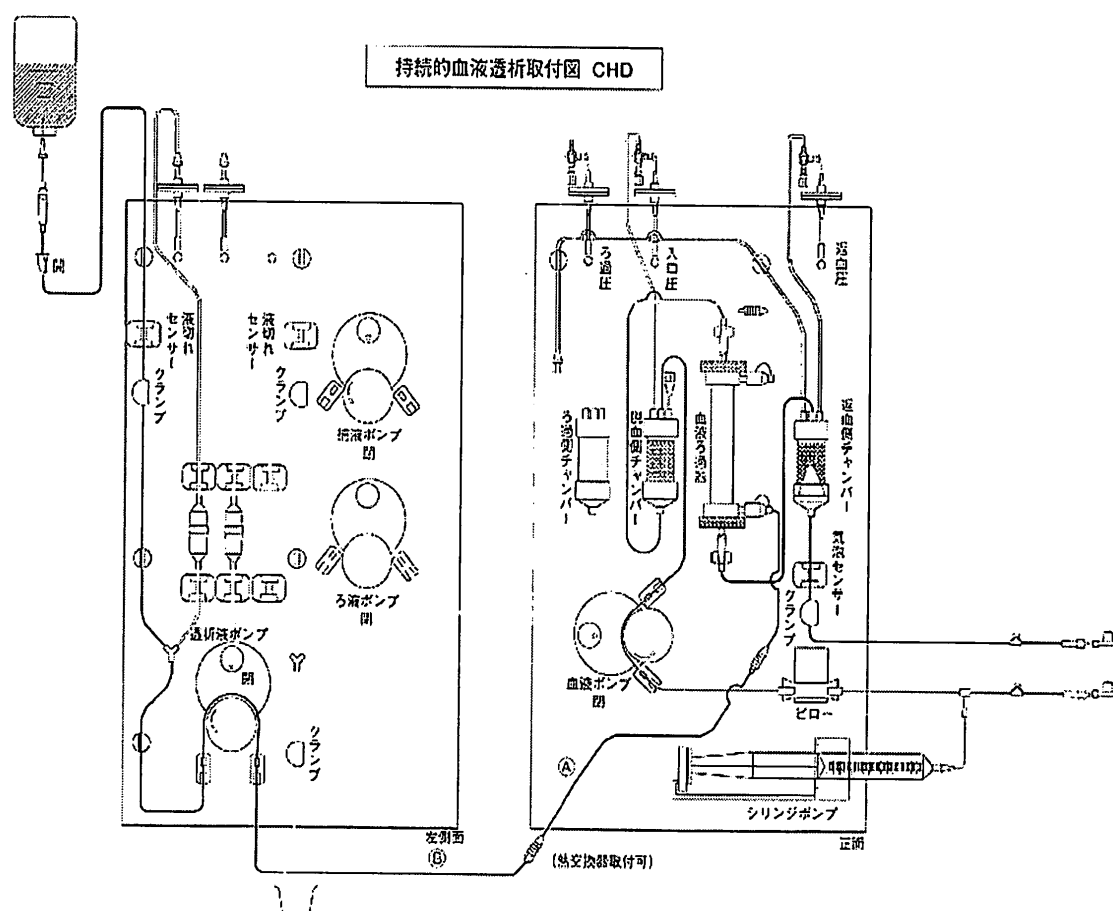


図3-1 CHD用回路（JUN-500，TR-520）

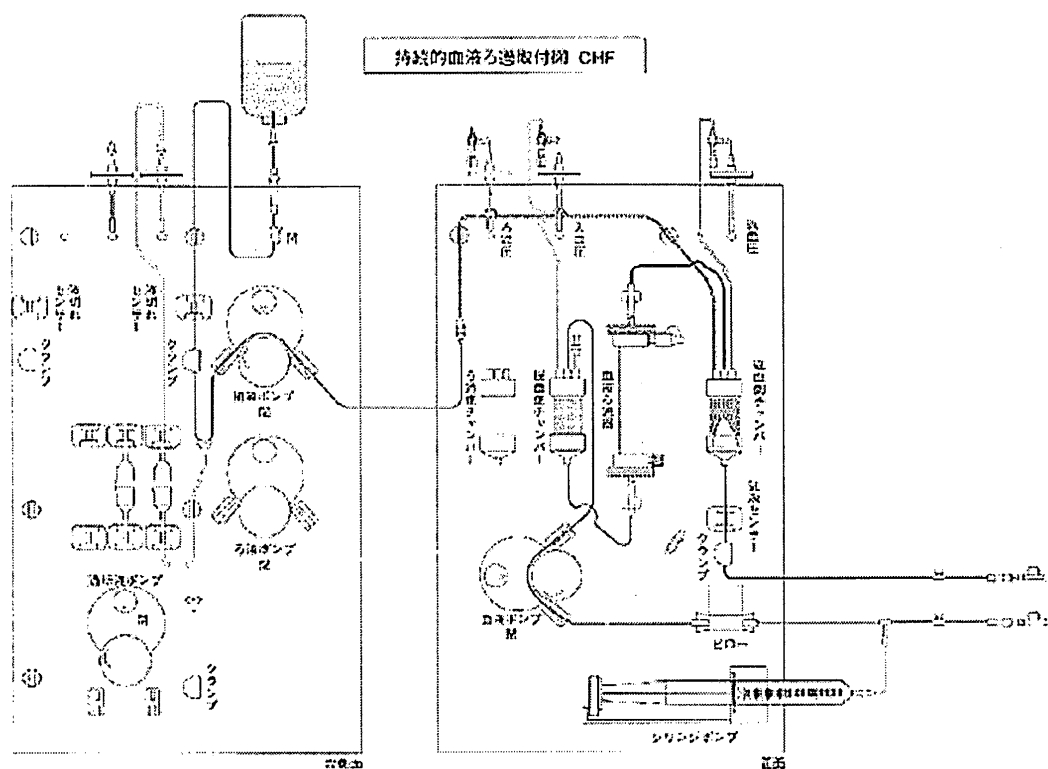


図3-2 CHF用回路 (JUN-500, TR-520)

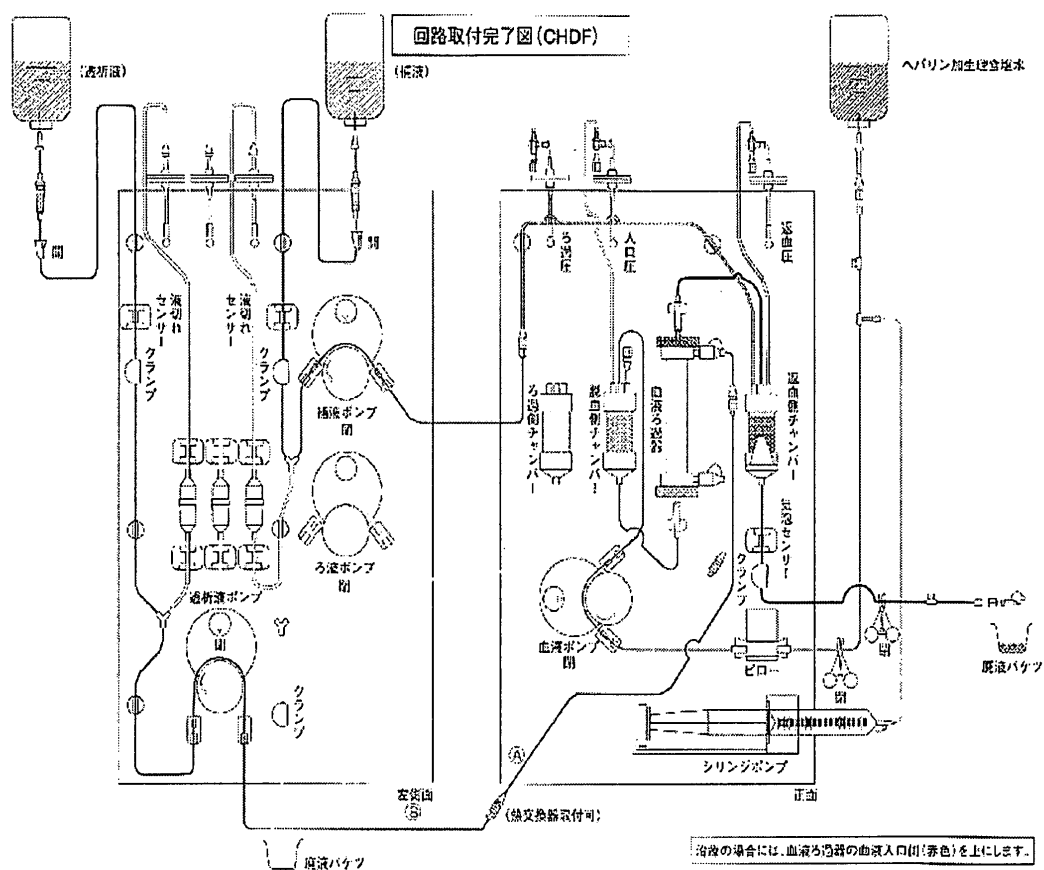


図3-3 CHDF用回路 (JUN-500, TR-520)

## 6. 異常時における対処法

### 6.1 ブラッドアクセス警報

警報内容:陰圧センサーが作動

・ブラッドアクセス不良

対処は、留置カテーテル内の血液凝固、変形などによるため、留置カテーテルの交換(入れ替え)が必要になる。

・患者が動くなどで脱血不良が発生

対処は、留置カテーテルの先が血管内壁に接触などをおこし、脱血孔の閉鎖がおこるため、シリンジを用いてフラッシュと位置調整を行い、患者が少々動いても脱血良好な位置にて固定する。また、患者の動きが激しい場合は、抑制も考慮する。

・脱血ラインがキンクまたはつぶれている

対処は、血液回路脱血側の先端からピローまでの間のどこかがキンク・つぶれ・折れまがりなどで閉塞しているため、その部分を見つけて伸ばし、亀裂・損傷・変形などがないかよく確認し、同じようなことが起こらないように血液回路を固定する。また、血液回路が不良となっていた場合は交換する。

・ピローが正しくセットされていない、変形している

対処は、セットが不良なため、ピローを正しくセットする。また、変形している場合は不良品なので血液回路を交換する。

### 6.2 モジュール入口圧上限危険域警報

警報内容:入口圧が設定されている上限停止圧を越えた

・濾過器の目詰まり

対処は、中空糸の血栓のため、濾過器を交換する。

・返血側のクロッティング、ブラッドアクセス返血側のつまり。

対処は、血液回路返血側の血栓のため、血液回路を交換する。ブラッドアクセス返血側のつまりのため、シリンジを用いて位置調整しながらカテーテル内のつまりの原因物質を取り除く、不可能な場合は留置カテーテルを交換(入れ替え)する。

・血液回路のキンク

対処は、血液回路動脈側の動脈チャンバーから留置カテーテル静脈側先端までの間のどこかがキンク・つぶれ・折れまがりなどで閉塞しているため、その部分を見つけて伸ばし、亀裂・損傷・変形などがないかよく確認し、同じようなことが起こらないように血液回路

を固定する。また、血液回路が不良となっていた場合は交換する。

### 6.3 気泡センサ作動警報

警報内容:所定量以上の気泡が通過、小気泡でも1.2秒間の積算が所定量相当に達すれば動作する(注:流速により感度が変わる)

・所定量の気泡が通過(小気泡の積算量が所定量になった)。

対処は、気泡センサを所定量以上の気泡が通過したため、この気泡が体内に入らないように体内とは逆方向の静脈チャンバーまで移動させ、そこで気泡抜きをする。

・血液回路の内壁に気泡が付着している

対処は、部位にもよるが静脈チャンバーより後(送血側)の血液回路の内壁に気泡が付着している場合は、静脈チャンバーまで移動させ、そこで気泡抜きをする。静脈チャンバーより前の血液回路の内壁に気泡が付着している場合は、あわてる必要なく血液回路を叩いて動脈・静脈チャンバー等に移動させ気泡抜きをする。ただし、動脈チャンバーから持続緩徐式血液濾過器までの気泡は、持続緩徐式血液濾過器に入れてしまうと中空糸が空気塞栓を起こしてしまうので、この部分の気泡は動脈チャンバーまで移動させて気泡抜きをするようにする。

・血液回路がはずれているか、きちんとセットされていない。

対処は、血液回路がきちんとセットされていないので、正しくセットする。

## 7. おわりに

持続緩徐式血液浄化装置1台でCHDFをコンパクトに可能とした初めの装置であり、CHF-1に比べても安全性・機能性など総合的に大きく進歩している。この装置を使用するようになってから、持続緩徐式血液浄化療法の件数が増加してきたように思える。

### 参考文献

- 1) 山本 圭: 持続的血液濾過透析装置TR-520, 日本アフェレシス学会雑誌, 15: 213-217, 1996.
- 2) 芝本 隆: II-3-F-10, アフェレシスの方法と機器: 使用装置: 東レTR-520, アフェレシスマニュアル, 89-91, 1999.

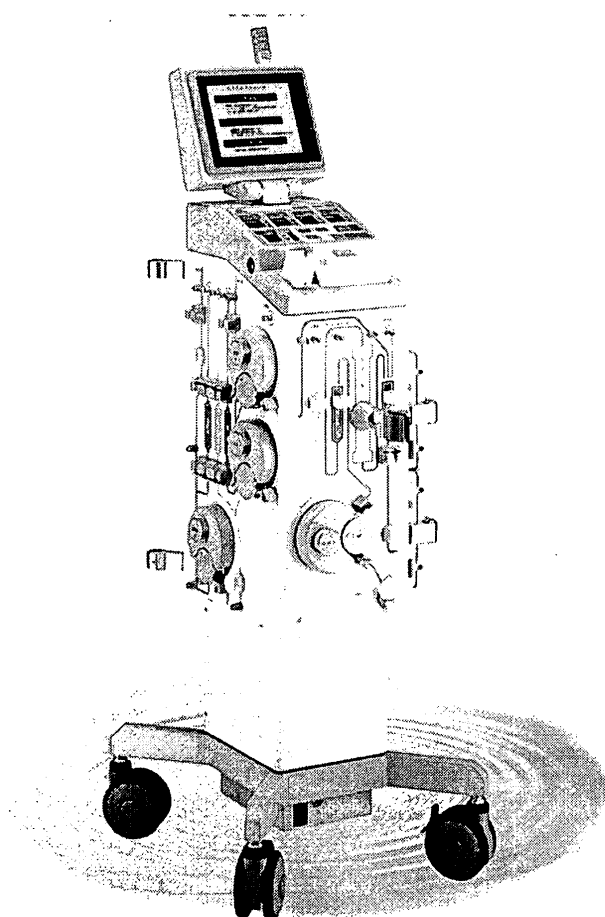


図1 JUN-505 (ウベメディカル)

## B. JUN-505 (ウベメディカル)

### 1. 装置の特徴・概要 (図1)

・持続緩徐式血液浄化法であるCHD・CHF・CHDFとその他, ECUM・PA・DHP・PEの各種血液浄化療法を施行することができる。また, マニュアル操作も可能である。

CHD: 持続緩徐式血液透析法

CHF: 持続緩徐式血液濾過法

CHDF: 持続緩徐式血液濾過透析法

ECUM: 限外濾過法

PA: 血漿吸着法

DHP: 直接血液吸着法

PE: 血漿交換法

・本装置にはコンパクトに5つのポンプが組み込まれている。

血液ポンプ, 透析液ポンプ, 濾液ポンプ, 補液ポンプ, シリンジポンプ

・治療モード(CHD・CHF・CHDF・その他)により動作させるポンプを限定させることができる。

・血液ポンプ, 透析液ポンプ, 濾液ポンプ, 補液ポンプはスロースターター方式をとっている。

・ポンプの流量設定は数値設定方式である。

・シリンジポンプには, 20・30・50mlのシリンジを用いることができる。

・操作パネルにはカラー液晶ディスプレイを採用し, 液晶画面を見ながら警報圧力や運転条件の設定・モニター表示を行う。

・治療中次の項目を液晶画面にモニター表示する。  
各圧力: モジュール入口圧, 返血圧, 濾過圧, TMP  
各積算流量: 透析液, 濾液, 補充液  
水収支の状況

・動作点検の機能を設けたので使用前後の点検や定期的な保守管理に役立つ。

・安全対策として, 次の警報機能を装備している。

下記の警報が発生すると, 警報音を鳴らし, 警報ランプを点滅させ, 液晶画面にエラーメッセージを表示して, 報知すると共に, エラー内容によっては装置運転を一時中断する。

ブラッドアクセス閉塞検知用陰圧警報

ローラーポンプのポンプヘッド開閉警報

モジュール入口圧, 返血圧, 濾過圧, TMP圧力監視警報

シリンジポンプ液切れ, 閉塞警報

透析液, 補液切れ警報

気泡警報

・本装置は, 計量容器を含むディスポの専用回路を用いることによって本来の機能を発揮する。

### 2. 流量バランス制御 (図2 JUN-500, TR-520の流量バランス機構) 参照

#### 2.1 流量計量

流量計量については, 流量精度を向上させるため, 濾液, 透析液および補液については専用の計量容器を用いて容量式で流量計量を行っている。

・計量は「監視」ONの場合のみ行う。

・設定で, 計量器を「使わない」を選択した場合は, 計量動作は行わない。

・透析液等の供給で, ボトルを吊り下げない方式(低い位置にタンクをセット)の場合は, 計量器は使えないので, 「使わない」を選択。

- ・計量は「監視」ONの期間のみ行う。
- ・積算流量も「監視」ONの期間だけ積算される。
- ・運転の途中で、「監視」OFFされると、その間の流量は積算されない。

## 2.2 流量のフィードバック制御

- ・流量のフィードバック制御は、濾液、補液、透析液については、それぞれ個別に流量を実測し、設定した流量を確保するようにフィードバック制御を行う。
- ・具体的には、時々刻々の流量を設定流量にするのではなく、理論積算流量(=設定流量×経過時間)と実測した積算流量との差をなくすためにポンプ流量を制御している。
- ・積算流量の差をなくすためにポンプ流量を制御するが、制御幅は設定流量の5%を限度にしており流量バランスが大きくずれないように配慮してある。

## 3. CHD・CHF・CHDFの専用回路図

図3に回路図を示す。

## 4. 操作性のポイント

JUN-505は、正確な流量計測で低流量から高流量まで広範囲に使用できるコンパクト設計の血液浄化装置で各種血液浄化療法に対応する。

- ・カラー液晶ディスプレイ(7.7インチ)を採用  
必要な画面をワンタッチで簡単に表示できる。例えば、圧力表示は折線グラフ・バーグラフや数字表示が入力されるので施設の好みの画面表示ができる。さらに、積算量と各圧力を同時表示し経時的観察を可能にした。

- ・正確な水分出納管理

JUNシリーズの実績を基に濾液・補充液・透析液のポンプ流量を計測し厳密な水分出納を管理する。各ポンプは、容積計量方式を採用したフィードバック制御をしている。

- ・キーロックを採用

治療中に予期せぬキー接触により、入力値の変動がないようにキーロックを採用した。

- ・電源遮断警報機能付

忙しい治療現場で安心して仕事ができるように、電源コードの抜けや断線時に警報が鳴るように電源遮断警報機能を内蔵した。

- ・外部圧

返血圧・濾過圧・モジュール入口圧に加え、外部圧測定機能を追加した。外部圧を追加することにより、今まで以上巾広い血液浄化療法に対応できる。

- ・EMC規格適合装置です。

病院内の色々な場所で安心して使用できる様にEMC規格に適合した装置にした。

## 5. 使用上の注意点

- ・計量制御ポートには、使用の都度、新しい指定の疎水性保護フィルタを必ず付けて使用すること。装置内に水が入ったり、計量が正しく行われなくなるため。
- ・CHDFおよびCHDモードでは、濾液流量<透析液流量になるような流量設定または運転操作をすると、注意報または警報を発するが、指示された運転を行うために十分な注意を要する。
- ・治療中は必ず、「監視」ONの状態(「監視LED」(緑色)が点灯)で使用する。

## 6. 異常時における対処法

### 6.1 ブラッドアクセス警報

警報内容:陰圧センサーが作動

- ・ブラッドアクセス不良

対処は、留置カテーテル内の血液凝固、変形などによるため、留置カテーテルの交換(入れ替え)が必要になる。

- ・患者が動くなどで脱血不良が発生

対処は、留置カテーテルの先が血管内壁に接触などをおこし、脱血孔の閉鎖がおこるため、シリンジを用いてフラッシュと位置調整を行い、患者が少々動いても脱血良好な位置にて固定する。また、患者の動きが激しい場合は、抑制も考慮する。

- ・脱血ラインがキンクまたはつぶれている

対処は、血液回路脱血側の先端からピローまでの間のどこかがキンク・つぶれ・折れまがりなどで閉塞しているため、その部分を見つけて伸ばし、亀裂・損傷・変形などがないかよく確認し、同じようなことが起こらないように血液回路を固定する。また、血液回路が不良となっていた場合は交換する。

- ・ピローが正しくセットされていない、変形している

対処は、セットが不良なため、ピローを正しくセットする。また、変形している場合は不良品なので血液回路を交換する。

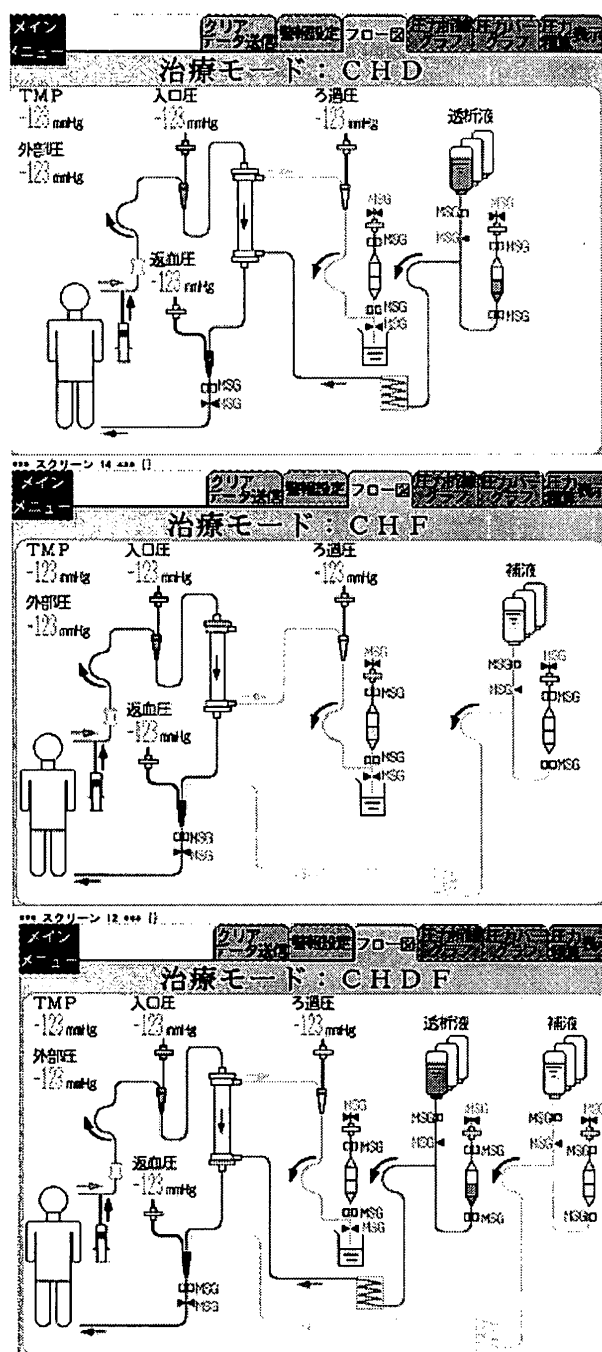


図3 CHD・CHF・CHDFの専用回路

## 6.2 モジュール入口圧上限危険域警報

警報内容: 入口圧が設定されている上限停止圧を越えた

・濾過器の目詰まり

対処は、中空糸の血栓のため、濾過器を交換する。

・返血側のクロッシング、ブラッドアクセス返血側のつまり

対処は、血液回路返血側の血栓のため、血液回路を交換する。ブラッドアクセス返血側のつまりのため、シリンジを用いて位置調整しながらカテーテル内のつま

りの原因物質を取り除く、不可能な場合は留置カテーテルを交換(入れ替え)する。

・血液回路のキンク

対処は、血液回路動脈側の動脈チャンバーから留置カテーテル静脈側先端までの間のどこかがキンク・つぶれ・折れまがりなどで閉塞しているため、その部分を見つけて伸ばし、亀裂・損傷・変形などがなくよく確認し、同じようなことが起こらないように血液回路を固定する。また、血液回路が不良となっていた場合は交換する。

## 6.3 気泡センサ作動警報

警報内容: 所定量以上の気泡が通過、小気泡でも1.2秒間の積算が所定量相当に達すれば動作する(注: 流速により感度が変わる)

・所定量の気泡が通過(小気泡の積算量が所定量になった)

対処は、気泡センサを所定量以上の気泡が通過したため、この気泡が体内に入らないように体内とは逆方向の静脈チャンバーまで移動させ、そこで気泡抜きをする。

・血液回路の内壁に気泡が付着している

対処は、部位にもよるが静脈チャンバーより後(送血側)の血液回路の内壁に気泡が付着している場合は、静脈チャンバーまで移動させ、そこで気泡抜きをする。静脈チャンバーより前の血液回路の内壁に気泡が付着している場合は、あわてる必要なく血液回路を叩いて動脈・静脈チャンバー等に移動させ気泡抜きをする。ただし、動脈チャンバーから持続緩徐式血液濾過器までの気泡は、持続緩徐式血液濾過器に入れてしまうと中空糸が空気塞栓を起こしてしまうので、この部分の気泡は動脈チャンバーまで移動させて気泡抜きをするようにする。

・血液回路がはずれているか、きちんとセットされていない

対処は、血液回路がきちんとセットされていないので、正しくセットする。

## 7. お わ り に

最近承認を取ったばかりの最も新しい装置で、低流量から高流量まで広範囲に使用でき、各種血液浄化療法に対応するコンパクトな血液浄化装置である。カラー液晶ディスプレイも7.7インチと大きく、これから期待される装置である。

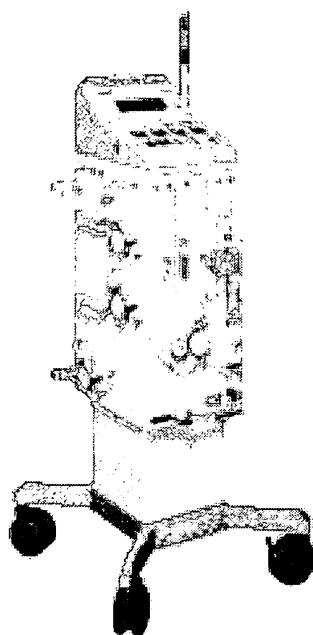


図1 JUN-600 (ウベメディカル)  
TR-530 (東レ)

### C. JUN-600 (ウベメディカル) TR-530 (東レ)

#### 1. 装置の特徴・概要 (図1)

・持続緩徐式血液浄化法であるCHD・CHF・CHDFを施行することができる。また、マニュアル操作も可能である。

CHD:持続緩徐式血液透析法

CHF:持続緩徐式血液濾過法

CHDF:持続緩徐式血液濾過透析法

・本装置にはコンパクトに5つのポンプが組み込まれている。

血液ポンプ, 透析液ポンプ, 濾液ポンプ, 補液ポンプ, シリンジポンプ

・治療モード(CHD・CHF・CHDF)により動作させるポンプを限定させることができる。

・血液ポンプ, 透析液ポンプ, 濾液ポンプ, 補液ポンプはスロースターター方式をとっている。

・ポンプの流量設定は数値設定方式である。

・シリンジポンプには, 20・30・50mLのシリンジを用いることができる。

・操作パネルには液晶ディスプレイを採用し, 液晶画面を見ながら警報圧力や運転条件の設定・モニター表示を行う。

・治療中次の項目を液晶画面にモニター表示する。  
各圧力:モジュール入口圧, 返血圧, 濾過圧, TMP  
各積算流量:透析液, 濾液, 補充液, 水収支の状況  
・動作点検の機能を設けたので使用前後の点検や定期的な保守管理に役立つ。

・安全対策として, 次の警報機能を装備している。  
下記の警報が発生すると, 警報音を鳴らし, 警報ランプを点滅させ, 液晶画面にエラーメッセージを表示して, 報知すると共に, エラー内容によっては装置運転を一時中断する。

ブラッドアクセス閉塞検知用陰圧警報

ローラーポンプのポンプヘッド開閉警報

モジュール入口圧, 返血圧, 濾過圧, TMP, 外部圧の圧力監視警報

シリンジポンプ液切れ, 閉塞警報

透析液, 補液切れ警報

気泡警報

ウォーマ扉開閉警報

ウォーマ液出口温度警報, ヒータープレート温度警報

・本装置は, 計量容器を含むディスポの専用回路を用いることによって本来の機能を発揮する。

#### 2. 流量バランス制御 (図2)

A. JUN-500, TR-520の図2を参照

##### 2.1 流量計量

流量計量については, 流量精度を向上させるため, 濾液, 透析液および補液については専用の計量容器を用いて容量式で流量計量を行っている。

・計量は「監視」ONの場合のみ行う。

・設定で, 計量器を「使わない」を選択した場合は, 計量動作は行わない。

・透析液等の供給で, ボトルを吊り下げない方式(低い位置にタンクをセット)の場合は, 計量器は使えないので, 「使わない」を選択。

・計量は「監視」ONの期間のみ行う。

・積算流量も「監視」ONの期間だけ積算される。

・運転の途中で, 「監視」OFFされると, その間の流量は積算されない。

##### 2.2 流量のフィードバック制御

- ・流量のフィードバック制御は、濾液、補液、透析液については、それぞれ個別に流量を実測し、設定した流量を確保するようにフィードバック制御を行う。
- ・積算流量の差をなくすためにポンプ流量を制御するが、制御幅は設定流量の5%を限度にしており流量バランスが大きくずれないように配慮してある。

### 3. CHD・CHF・CHDFの専用回路図

A. JUN-500, TR-520の図3を参照。

### 4. 操作性のポイント

大流量を必要とする病態の治療に対応した持続的血液浄化装置です。

- ・透析液、補液、濾液の各ポンプの最大流量は4倍で精度は従来通り。(JUN-500比)
- ・プリンター内蔵により運転記録が常時確認できる。
- ・透析液、補液用にそれぞれ加温器を内蔵した。
- ・停電時、バッテリーの内蔵により血液ポンプの運転が可能である。

### 5. 使用上の注意点

- ・計量制御ポートには、使用の都度、新しい指定の疎水性保護フィルタを必ず付けて使用すること。装置内に水が入ったり、計量が正しく行われなくなるため。
- ・CHDFおよびCHDモードでは、濾液流量<透析液流量になるような流量設定または運転操作をすると、注意報または警報を発するが、指示された運転を行うために十分な注意を要する。
- ・治療中は必ず、「監視」ONの状態(「監視LED」(緑色)が点灯)で使用する。

### 6. 異常時における対処法

#### 6.1 ブラッドアクセス警報

警報内容:陰圧センサーが作動

- ・ブラッドアクセス不良

対処は、留置カテーテル内の血液凝固、変形などによるため、留置カテーテルの交換(入れ替え)が必要になる。

- ・患者が動くなどで脱血不良が発生

対処は、留置カテーテルの先が血管内壁に接触などをおこし、脱血孔の閉鎖がおこるため、シリンジを用いてフラッシュと位置調整を行い、患者が少々動いても脱血良好な位置にて固定する。また、患者の動きが激しい場合は、抑制も考慮する。

- ・脱血ラインがキンクまたはつぶれている

対処は、血液回路脱血側の先端からピローまでの間のどこかがキンク・つぶれ・折れまがりなどで閉塞しているため、その部分を見つけて伸ばし、亀裂・損傷・変形などがないかよく確認し、同じようなことが起こらないように血液回路を固定する。また、血液回路が不良となっていた場合は交換する。

- ・ピローが正しくセットされていない、変形している

対処は、セットが不良なため、ピローを正しくセットする。また、変形している場合は不良品なので血液回路を交換する。

#### 6.2 モジュール入口圧上限危険域警報

警報内容:入口圧が設定されている上限停止圧を越えた

- ・濾過器の目詰まり

対処は、中空糸の血栓のため、濾過器を交換する。

- ・返血側のクロッティング、ブラッドアクセス返血側のつまり

対処は、血液回路返血側の血栓のため、血液回路を交換する。ブラッドアクセス返血側のつまりのため、シリンジを用いて位置調整しながらカテーテル内のつまりの原因物質を取り除く、不可能な場合は留置カテーテルを交換(入れ替え)する。

- ・血液回路のキンク

対処は、血液回路動脈側の動脈チャンバーから留置カテーテル静脈側先端までの間のどこかがキンク・つぶれ・折れまがりなどで閉塞しているため、その部分を見つけて伸ばし、亀裂・損傷・変形などがないかよく確認し、同じようなことが起こらないように血液回路を固定する。また、血液回路が不良となっていた場合は交換する。

#### 6.3 気泡センサ作動警報

警報内容:所定量以上の気泡が通過、小気泡でも1.2秒間の積算が所定量相当に達すれば動作する(注:流速により感度が変わる)

- ・所定量の気泡が通過(小気泡の積算量が所定量になった)

対処は、気泡センサを所定量以上の気泡が通過した

ため、この気泡が体内に入らないように体内とは逆方向の静脈チャンバーまで移動させ、そこで気泡抜きをする。

・血液回路の内壁に気泡が付着している

対処は、部位にもよるが静脈チャンバーより後(送血側)の血液回路の内壁に気泡が付着している場合は、静脈チャンバーまで移動させ、そこで気泡抜きをする。静脈チャンバーより前の血液回路の内壁に気泡が付着している場合は、あわてる必要なく血液回路を叩いて動脈・静脈チャンバー等に移動させ気泡抜きをする。ただし、動脈チャンバーから持続緩徐式血液濾過器までの気泡は、持続緩徐式血液濾過器に入れてしまうと中空糸が空気塞栓を起こしてしまうので、この部分の気泡は動脈チャンバーまで移動させて気泡抜きをするようにする。

・血液回路がはずれているか、きちんとセットされていない

対処は、血液回路がきちんとセットされていないので、正しくセットする。

#### 6.4 透析液プレート温度過上昇警報

警報内容:プレートの温度が上がりすぎている

・バッグが装着されていない(正しくセットされていない)

対処は、バッグの装着状態を確認し、装着状態が不良な場合は正しく装着させる。

## 7 おわりに

JUN-500をさらにグレードアップし、加温器とプリンターを内蔵した装置。最大流量はJUN-500の4倍で精は従来通り高く、適応疾患の巾を広げた装置である。只、少し装置が大き過ぎるように思える。

## 参考文献

山根慎滋, 石井祐行, 織田成人: II -3-F-12, アフェリシスの方法と機器: 使用装置: ウベ循環研 JUN-600, アフェリシスマニュアル, 95-97, 1999.

### D. ACH-10 (旭メディカル)

#### 1. 装置の特徴・概要 (図1)

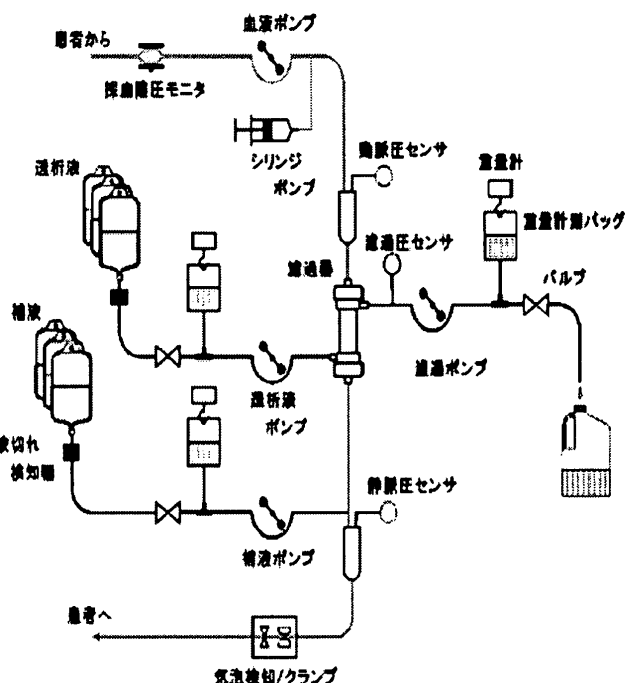
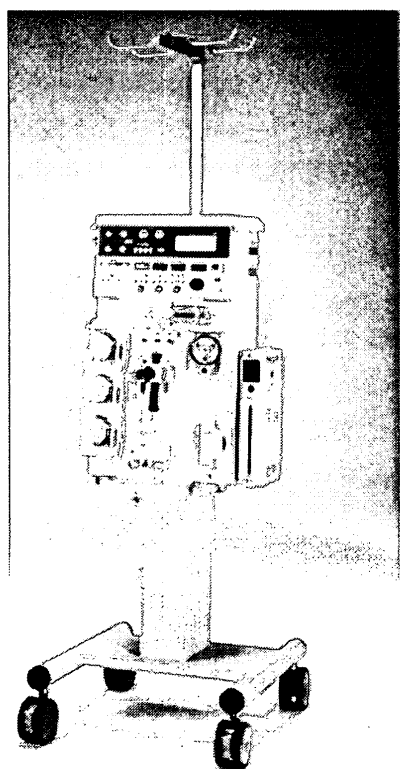


図1 ACH10 (旭メディカル) の外観及びフロー図

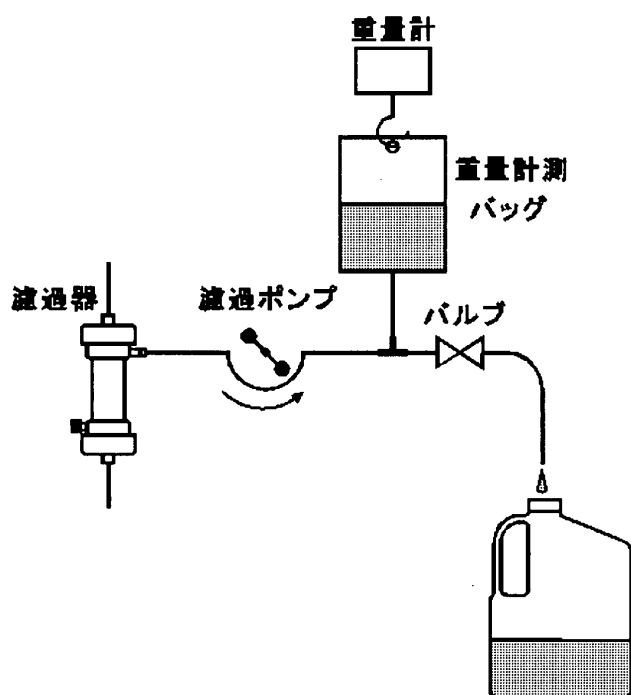


図2 ACH-10の濾過ポンプ制御系

・持続緩徐式血液浄化法であるCHD・CHF・CHDFを施行することができる。また、マニュアル操作も可能である

CHD: 持続緩徐式血液透析法

CHF: 持続緩徐式血液濾過法

CHDF: 持続緩徐式血液濾過透析法

・本装置にはコンパクトに5つのポンプが組み込まれている。血液ポンプ、透析液ポンプ、濾過ポンプ、補液ポンプ、シリンジポンプ

・分割計量および積算量フィードバック方式の組合せにより、各ポンプを高い精度で制御し、振動による影響もない。

・回路装着部の一面配置やプライミング補助機能、チャンバ液面調整機構により簡単に速やかに治療を開始できる。

・安全機能として、気泡検知器、採血陰圧モニタ、各ラインの圧力計、補液・透析液の液切れ検知器などを備えている。

・専用加温器が装備されている。

## 2. 流量バランス制御

ACH-10の補液、濾過、透析液の各ポンプは重量測定により制御されますが、従来方式のようにセットした補液の全重量や濾過液バッグの全重量を測定するのではなく、一定量に分割して計測することで外乱の影響を受けずに高い精度で流量を制御することができるようになっている。

### 2.1 重量分割測定方式 (図2)

ACH-10の流量制御方式を濾過ポンプの制御を例にとって説明する。図2は濾過ポンプ制御系の構成およびフローを示す。濾過ポンプで濾過器から抽出した濾過液はいったん重量計測バッグへ貯留され、所定の量貯留された後にバルブを開いて捨てられるようになってます。重量計測バッグは約500mLの濾過液を貯留することができますが、通常は150mLから350mLの間で制御される。すなわち、重量計測バッグ中の補液または透析液の減少量を測定しながら各ポンプを制御し、重量計測バッグが150g以下になれば350gになるまでバルブを開いて各液を充填するように動作する。

この流量制御方式には以下の特長がある。

・分割計測することで重量計測のフルスケールを小さくでき、測定誤差が少なくなる。(複数の補液あるいは透析液バッグの重量を直接測定する従来方式では10kg程度のフルスケールとなり測定誤差も大きい)。

・透析液、補液のバッグ追加や交換をいつでも行える(従来方式では各液の追加交換時に重量が変化するため装置の停止やリセット等煩雑な操作が必要となる)。

### 2.2 積算量フィードバック方式

重量分割計測方式での誤差補正は、実流量＝設定流量とするため補正前の誤差は蓄積する。また、チューブの経時的劣化による誤差も生じる。このため実流量を設定流量に等しく制御するのではなく、ポンプ駆動後の積算量が設定流量による理論積算値(設定流量×経過時間)に一致させるようポンプの回転速度を制御する。その結果、濾過量は理論積算値に近づくようにコントロールされる。補液ポンプおよび透析液ポンプにおいても同様の制御を行う。異なる点は計測バッグの重量が約150gでバルブを開き、液の補充を行い、約350gでバルブを閉じる点である。

## 3. CHD・CHF・CHDFの専用回路図

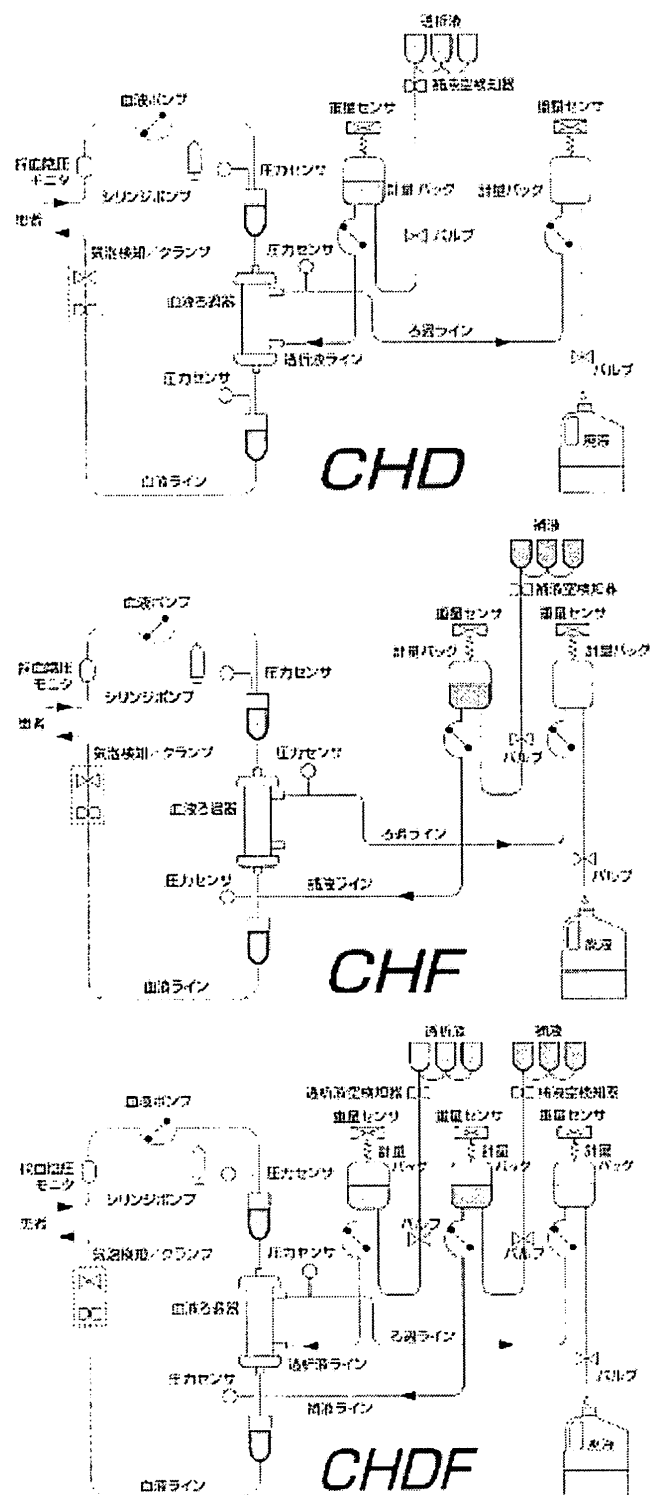


図3 ACH-10の専用回路

図3に回路図を示す。

#### 4. 操作性のポイント

ACH-10は、CHF、CHD、CHDFの3つの治療を自

動で行うことができる。全ての機構を使うことでCHDFが実施でき、透析液ラインの機構を使用しなければCHF、補液ラインの機構を使用しなければCHDが実施できる。これらの3つの治療モードでは、各ポンプが前述した方法で制御されると同時に、各ラインの圧力などのモニター機能や警報・インターロック機能により安全性を確保している。また、ACH-10には上記の3つの治療モード以外にも各ポンプを単独で動作できるモードがあり、このモードでは重量計による流量制御は行わないが、スタッフによる濾過液量や補液量の監視の下で汎用のポンプとして使用できる。したがって施行中には十分な流量バランスの観察が必要となる。

##### 4.1 血液回路等の装着

ACH-10では、前面パネルで各液の流れができるだけ簡単に解るように、各ポンプや検出器を配置している。また、フローを示すガイド図をパネルに印刷し、一目で回路や濾過器の装着位置が確認できるようにした。さらに、各ポンプにはロータの前部へ引掛けたチューブを内部へ巻き込む機構を採用し、簡単にチューブがセットできるようにした。

##### 4.2 プライミング補助機能

回路の装着を簡単にすることに加え、ACH-10ではそのプライミング作業の一部を自動化し、できるだけ速やかに治療に移れるように配慮している。前述の3つの治療モードにおいて、補液、透析液および濾過ポンプへの液の導入、濾過器血液ラインの生理食塩水による洗浄および置換を自動で行う。しかし、最終的にはエア抜きの程度など確認を要す。

##### 4.3 チャンバ液面調整機構

長期間治療を続けていると、動脈および静脈チャンバの血液レベルが変化してきます。従来は圧力センサからラインを外して鉗子を掛け閉めしながら調整を行ったりと熟練を要しましたが、ACH-10では液面を簡単に調整できる機構を設けた。各チャンバの横にあるスイッチを上下するだけで液面を上下に調整することができる。

##### 4.4 操作パネル

頻繁に使う表示器やスイッチに限定してシンプルな配置にした。また、タッチスイッチ付きの液晶表示器を設けて、モードの選択、警報の内容の表示、施設毎の細かな条件設定、その他付加機能の操作等に利用している。誰にも解り易く、なお且つ熟練したスタッフにはさらに高度な操作が行えるように配慮した。

## 5. 使用上の注意点

- ・血液回路は必ず専用回路を使用すること。
- ・血液回路は各センサーやクランプにきちんとセットすること。セットが不十分であると作動しなかったり、作動しても十分に機能を発揮しない。
- ・警報キャンセルの機能は治療中は絶対に使用しないこと。本機能は修理や点検を行うときにのみ使用すること。
- ・本装置の電源を切断する前には、必ず血液ポンプのスイッチをOFFにしてから電源を切断すること。次に電源を投入したときに、いきなり血液ポンプが作動することを防ぐため。

## 6. 異常時における対処法

### 6.1 採血不良警報

警報内容：採血陰圧モニタで、ピローが収縮し、設定値以下になったときに発生

＜対処＞

- ① ピローが収縮しているか確認する。
- ② 穿刺部分に異常が無いか確認する。
- ③ 血液回路に異常が無いか確認する。
- ④ 圧力調整ダイヤルを適切な位置に調整する。
- ⑤ 各圧力の上下限設定値をそれぞれの現在地より広げて、解除スイッチを押す。
- ⑥ 各圧力が安定したら、それぞれの圧力の上下限設定値を適切な値にする。

### 6.2 動脈圧・静脈圧・濾過圧異常上限警報

警報内容：各圧力のセンサの計測値が700 (mmHg) 以上になったときに発生（各圧力のセンサの故障の可能性もある）

＜対処＞

- ① 回路にねじれ等が無いか確認する。
- ② 穿刺部分に異常が無いか確認する。
- ③ 各圧力の上下限設定値をそれぞれの現在値在地より広げて、解除スイッチを押す。

- ④ 各圧力が安定したら、それぞれの圧力の上下限設定値を適切な値にする。
- ⑤ 再発するようであれば、装置の使用を中止すること。

### 6.3 気泡検知警報

警報内容：気泡検知器が設定値以上の気泡の通過を積算したときに発生

（気泡が無いのに発生する場合は、気泡検知器の故障または血液回路が正しく装着されていない可能性がある）

- ① 回路の気泡の有無を確認する。
- ② クランプ扉を開いて処置を行う。
- ③ クランプ扉を閉じる。
- ④ 各圧力の上下限設定値をそれぞれの現在地より広げて、解除スイッチを押す。
- ⑤ 各圧力が安定したら、それぞれの圧力の上下限設定値を適切な値にする。

## 7. おわりに

ACH-07シリーズでの実績をもとに開発した信頼性や操作性の高い持続緩徐式血液浄化装置である。新たに開発した分割計量方式により、高い精度でポンプの制御を行う。プライミング補助機能やチャンバー液面調整機構は便利であり、タッチスイッチ付き液晶表示器の採用や主要な操作部を前面に集中配置することで、わかりやすい操作と一面管理を実現した機能性の高さを思わせる装置である。

## 参 考 文 献

- 1) 旭メディカル株式会社：持続緩徐式血液浄化装置 ACH-10, 体外循環技術, 第 26 巻 1 号：79-83, 1999.
- 2) 井福武志：Ⅱ-3-F-11, アフェレシスの方法と機器：使用装置：旭メディカル ACH-10, アフェレシスマニュアル, 92-94, 1999.