

107

# 血液濃縮能を有する人工肺の開発

(研究課題番号：05671140)

平成6年度科学研究費補助金  
一般研究(C)研究成果報告書

平成7年3月



研究代表者 西田 博

(東京女子医科大学日本心臓血圧研究所循環器外科 講師)

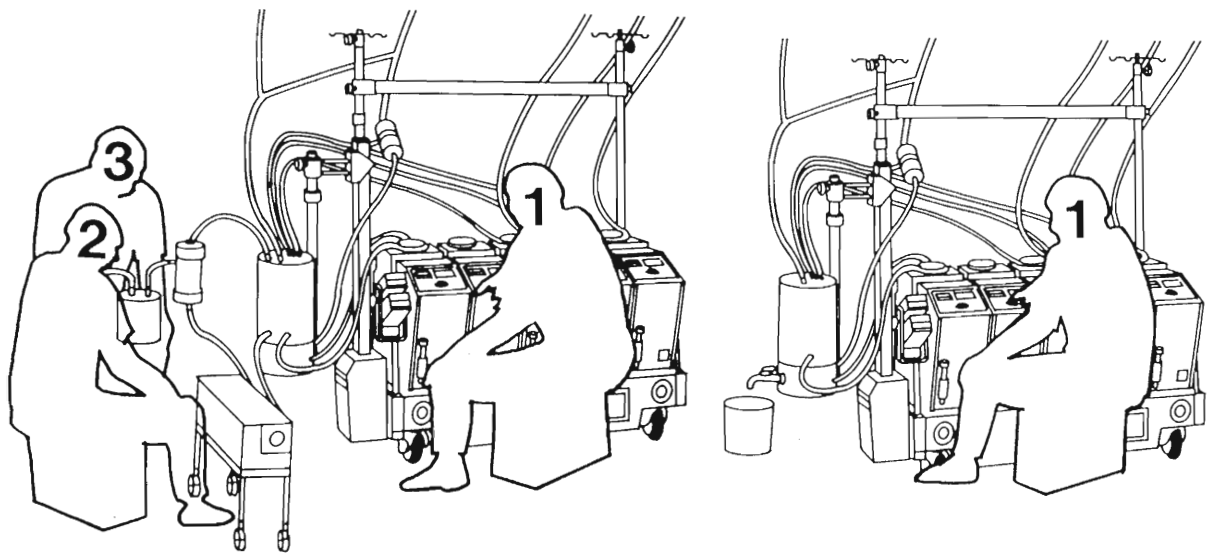
研究課題番号 05671140 血液濃縮能を有する人工肺の開発 西田 博

平6
1C
Nis

## はしがき

人工心肺を用いた開心術における血液濃縮器（ヘモコンセントレータ：限外ろ過装置）の使用は無輸血手術に対する要求の高い今日では、ほぼルーチンの補助手段となっている。人工肺と血液濃縮器はともに中空糸を用いた人工臓器であることから、同一のコンパートメントの中に両者を直列関係に一体化させることによって、性能のみならず操作性に優れた、いわば“人工腎肺”（＝血液濃縮能を有する膜型肺）の開発を行うこととした。

両者の一体化により得られる利点を下図（左：現況、右：人工腎肺使用時）にまとめた。



つまり、

- ①血液濃縮器用の血液回路を別個に並列に設ける必要がなく人工心肺回路が簡略化され、総充填量も減少する。
  - ②送血用メインポンプが血液濃縮器への送血ポンプも兼ねることになるため、ポンプを一基へらすことができる。
  - ③血液濃縮器には常に血液が流れており、ストップコックを開放するのみでワンタッチで除水およびその回収が可能で非常に簡便である。
  - ④血液濃縮器を操作したり、ろ過水を回収する人員が不要となり、人工心肺操作者も送血ポンプと人工肺のレベルを中心とした操作・監視範囲ですむために、一人で楽に人工心肺全体の管理を行うことができる。従って、人員を削減することができる。
  - ⑤性能面では、全送血流量が血液濃縮器を通過するために、極めて高いろ過能力が得られる。
  - ⑥コストダウンが可能である。
- など多くの利点があげられる。

開発の基本理念および到達目標とした点は

①高流量でも血行動態への影響を無視し得る完全体外循環下での使用であることから、通常は内部灌流型である血液濃縮器も外部灌流型として、やはり外部灌流型が主流である人工肺との結合を容易にし、高流量→高除水効率をめざすこととした。

②全送血流量が中空糸全てを灌流するようにするために、血液濃縮器と人工肺の中空糸が直列関係になるように配系することとした。

③中空糸の性能を最大限に引出すために、結果的に長くしかも複雑になった流路に最小限の圧力損失で、くまなく均等に全血液を流すこと

などを、設計の基本理念として1号器から4号器まで試作・改良を重ねた。

その結果、基本性能に関しては3号器までで酸素移動量：336 ml/分（有効膜面積：1.3m<sup>2</sup>、血液流量：6L/分）、血液ろ過速度：6.8L/時間（膜面積：0.45m<sup>2</sup>、血液流量：4L/分、ヘマトクリット：25%）と満足し得る結果が得られた。圧力損失に関しても4器では、血液流量4L/分で25mmHg、6L/分で60mmHgと、極めて低い値を得ることができた。

試作4号器で開発の基本段階は完結したと考えられる。今後は、膜型肺の中空糸としては、耐久性に優れたcardiopulmonics社製の血管内酸素化装置（IVOX）に用いられているシリコンコーティングのCP膜を採用する予定であり、開心術のみならず嚴重な水分管理も必要とするECMO症例にも非常に有用であると思われる。今後は、血液濃縮部にアルブミンなどのロスが少なくかつ除水効率の良好な中空糸膜を決定し、試作4号器をベースとした最終試作器を作成しin vivo評価を経て臨床応用をめざす予定である。

## 研究組織

研究代表者：西田 博（東京女子医科大学日本心臓血圧研究所循環器外科 講師）  
研究分担者：小柳 仁（東京女子医科大学日本心臓血圧研究所循環器外科 主任教授）  
遠藤真弘（東京女子医科大学日本心臓血圧研究所循環器外科 教授）  
高沢有史（東京女子医科大学日本心臓血圧研究所循環器外科 助手）

## 研究経費

平成5年度	700千円
平成6年度	1,400千円
計	2,100千円

## 研究発表

### （1）学会誌等

- 1) 西田 博、遠藤真弘、小柳 仁、鈴木 進、桑名克之、中西 光：  
限外ろ過機能を有する新しい膜型肺－“人工腎肺”の開発。  
人工臓器 23 (1):234-237, 1994.
- 2) Nishida H, Endo M, Koyanagi H, Suzuki S, Kuwana K, Nakanishi H:  
Oxygenator with built-in hemoconcentrator - A new concept  
Artif Organs 19 (in press).
- 3) 西田 博、遠藤真弘、小柳 仁、鈴木 進、中西 光、桑名克之：  
血液濃縮器内蔵膜型肺の開発。  
人工臓器 24 (投稿中)
- 4) 西田 博、遠藤真弘、小柳 仁、鈴木 進、桑名克之、中西 光：  
血液濃縮能を有する膜型肺－人工腎肺－  
開発の現況とその展望および有用性について  
薬理と臨床 (投稿中)

### （2）口頭発表

- 1) 西田 博、遠藤真弘、小柳 仁、鈴木 進、桑名克之、中西 光：  
限外ろ過機能を有する新しい膜型肺－“人工腎肺”の開発。  
第31回 日本人工臓器学会大会、三重、1993、予稿集 71.

- 2) Nishida H, Endo M, Koyanagi H, Suzuki S, Kuwana K, Nakanishi H:  
Oxygenator with built-in hemoconcentrator - A new concept  
American Society for Artificial Internal Organs  
April 24-26, 1994, San Francisco, California, U.S.A.  
ASAIO ABSTRACTS 66, 1994.
- 3) 西田 博、遠藤真弘、小柳 仁、鈴木 進、中西 光、桑名克之：  
血液濃縮器内蔵膜型肺の開発。  
第32回 日本人工臓器学会大会、東京、1994。  
人工臓器 23 supplement (=予稿集) S-153, 1994.
- 4) 西田 博、遠藤真弘、小柳 仁、鈴木 進、桑名克之、中西 光：  
血液濃縮能を有する膜型肺ー人工腎肺ー  
開発の現況とその展望および有用性について  
第7回 日本医工学治療学会学術大会、名古屋、1995。  
プログラム・抄録集 74.