

(8)

氏名(生年月日)	ウメ 梅	ヅ 津	ミツ 光	オ 生
本籍				
学位の種類	医学博士			
学位授与の番号	乙第610号			
学位授与の日付	昭和58年6月17日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当(博士の学位論文提出者)			
学位論文題目	血液循環系の工学的解析と循環モデルの開発			
論文審査委員	(主査)教授 和田 壽郎 (副査)教授 高尾 篤良, 教授 広沢弘七郎			

論文内容の要旨

研究目的

人工臓器を生体系内で十分に機能させるためには、人工臓器の制御方法を知っておくことが重要であり、制御対象である血液循環系の特性を理解しておく必要がある。本研究においては、工学的立場から血液循環系をとらえた上で、血液循環系の特性解析が行なえるような性能を有する血液循環系の機械式モデルを設計、製作することにある。

研究方法

血液循環系を、心臓という二基のポンプを有する一巡閉鎖の流体回路系ととらえ、次の二項目を基本構想として設計を行なった。

1) 20kg程度のイヌを対象としてモデル化を行なう。モデル作成の際は、生理学、解剖学的データをもとに集中定数化を行ない、モデルの各要素を構成する。

2) モデル完全閉鎖型の一巡ループ系とし、全血液量を生体と一致させる。その場合、モデル内の人工心臓拍出量を生体心拍出量と一致させることにより、循環時間を一致させることができる。

以上の構想のもとに、血液循環系主要部の圧力～流量関係が生体とできるだけ類似した特性を有するモデルの開発を試みた。

循環モデルの設計、製作

まず人工心臓は直管形空気圧駆動方式の拍動流ポンプとし、拍動数100cpmのとき2l/minの拍出能力を有するものを設計した。本人工心臓の最大の特徴は心室の手前に人工心房を有する点である。In-vitroの実験的検討の結果、心室収縮の直前の0.1秒に15mmHg程

度の弱い駆動圧で心房を収縮されるとポンプへの流入特性が良好に維持され、特に高拍動数領域においてその効果が発揮された。次に血管系は集中定数化した7要素に分割した。各血管要素における圧力波形を、生体の血圧波形とできるだけ類似させるため、血管に相当するラテックス製弾性管の脈波伝ば特性を生体のそれぞれの血管部分と一致させるよう数式的、実験的検討を行ない、各弾性管の径、肉厚、長さ等を決定した。弾性チューブはそれぞれ空気室内に内蔵し、内圧の調整によって管の拘束条件を規定し、コンプライアンス値を変化できる構造とした。末梢抵抗に関しては、ピストンシリンダ型精密可変抵抗装置を考案した。本装置はシリンダ内に詰めたゴム粒の密度を調節する方式であり、ピストンストロークを選択することにより、設定した通過流量のもとで正確に圧力降下をおこなうことができた。

循環モデルの特性および結論

モデルの各構成要素を基準の条件に設定して人工心臓の駆動を開始すると、各部の血圧はそれに対応する生体の各部の血圧ときわめて類似していることが確認できた。また、モデルにおける動的挙動と生体の血行動態とよく一致し、本モデルが当初の基本仕様、十分満足したものであることがわかった。このような精密な性能を備えた機械式モデルは他に例がなく、今後の本装置の幅広い応用の可能性が示された。

論文審査の要旨

本研究は工学的見地から生体における血液循環系の機械式モデルを設計製作するとともに、このモデルにおける動的挙動が、生体の血行動態と良く一致することを認明し、今後人工弁や人工心臓に関する幅広い応用の可能性を示したものである。

よって本論文は臨床医学上価値あるものと認める。

主論文公表誌

血液循環系の工学的解析と循環モデルの開発

東京女子医科大学雑誌 第49巻 第7号

626～639頁（昭和57年7月25日発行）

副論文公表誌

- 1) 血液循環系の機械モデル。
人工臓器 5（5）266～270（昭51）
- 2) Björk-shiley 弁二弁置換時の至適サイズの検討。
人工臓器 5（6）304～307（昭51）
- 3) 血液循環系モデルによる補助循環法の解析, FFバイパスの適応に関する検討。
人工臓器 5 Supple. 283～286（昭51）
- 4) Ball 弁, Björk-shiley 弁による二弁置換の至適組合せに関する解析。
人工臓器 6（1）26～29（昭52）
- 5) 血液循環モデルを用いた“定常流 V-A バイパス法”の効果の検討。
東女医大誌 49（2）167～182（昭54）