

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	宮本 聡史
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
A Study on a Model for Estimating the Number of Microbubbles Delivered from a Venous Reservoir in Cardiopulmonary Bypass (人工心肺における静脈リザーバーから送出されるマイクロバブル数推定モデルに関する研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	辻 敏夫	印
審査委員	教 授	石井 抱	印
審査委員	教 授	山本 透	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>人工心肺は生体から導出した血液を体外循環し、人工肺で酸素加および二酸化炭素除去を行うことで、患者の心肺機能を代替するものである。患者自身の心臓は停止した状態で管理され心臓内の手術が行われるが、手術操作を妨げないために術野へ出血した血液を回収する必要がある。そのため、吸引ポンプは血液だけでなく空気も一緒に吸引してしまい、静脈リザーバーに送られる。静脈リザーバー内の血液と空気はフィルタを介して貯血され、ある程度、除泡されるもののすべてがなくなることはなく、マイクロバブル (MB) として存在し血液とともに送出されてしまう。</p> <p>送出された MB の影響についてはこれまで数多くの論文で報告されており、心臓手術において深刻な合併症を引き起こす要因の一つとされている。心臓外科術後の術後認知機能障害および神経病学的機能障害は 60% を超える発生率であり、脳卒中も 1~3% の患者に起こっている。MB の発生要因はいくつか報告されているが、MB の送出メカニズムをモデル化することによって MB 送出を予測可能とし、MB 送出自体を未然に防ぐことは重要である。</p> <p>MB 送出に関係する因子として、これまでに術野血液吸引流量、静脈血リザーバー貯血量、血液粘度、送血流量が報告されている。先行研究では、それぞれの因子と MB 数の関係性が評価されその重要性が指摘されているにもかかわらず、全因子を総合的に考慮した関係性についてはこれまで解析されてこなかった。</p> <p>このような背景を踏まえ、本研究では人工心肺システム作動条件の因子から MB 推定モデルを構築することを目的とした。以下に本論文の概要を示す。</p> <p>第 1 章では、本研究の背景と目的について述べた後、従来研究と本研究の位置付けを明確にした。</p>			

第2章では、各因子を変更してマイクロバブル送出数の関係性をモデル化し、モデルパラメータを導出した。牛血液を用いて、人工心肺システムの各作動条件による実験をおこなった結果、マイクロバブルとその他因子は有意な相関を認めたが、マイクロバブルの送出には各因子が複雑に関係しているためニューラルネットにより非線形の関係式を導出した。

第3章では、まず血液粘度によるMB送出数の変化について詳細に検討した。第2章では血液温度のみを変化させることで血液粘度を調節したが、血液粘度を決定する因子には血液温度に加えてHct値がある。そこで実験では、Hct値の変化で血液粘度を1.5, 2.0, 2.5, 3.0mPasに調節し、血液温度で調整した同じ血液粘度時のマイクロバブル数と比較した。その結果、2.0, 2.5, 3.0mPasの条件でマイクロバブル送出数が有意($p < 0.001$)に減少した。そこで、術野血液吸引流量、静脈血リザーバー貯血量、血液温度、Hct値、送血流量を入力とするマイクロバブル送出モデルをニューラルネットにより機械学習的に構築した。

第4章では、提案したマイクロバブル送出モデルを30例の臨床症例に適用して、手技による部分を除いたマイクロバブル数の実測値と推定モデルから算出した推定値を比較した。その結果、推定値と実測値の間には有意な相関を認めた（決定係数 $R^2=0.8576$, $p < 0.001$ ）。また、Bland-Altman分析により系統誤差がないことが示された。

第5章では、総括および今後の研究への発展を述べている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。