

論文内容の要旨

博士論文題目 血液透析における血管内容積モデルを用いた要観察な患者抽出法

※ 論文題目が外国語の場合はワープロ等を用いること。また、その邦文を論文題目の下に（ ）で記入すること。

氏名 布江田 友理

(論文内容の要旨)

腎臓は浸透圧調節や体液調節など生体にとって重要な臓器である。そのため腎機能不全では透析療法が必要不可欠となる。血液透析は限外濾過と拡散によって、透析患者の体液調節と浸透圧調節を行う。それに伴い、透析患者の血管内容積が変動し、血液透析患者の約 20% に透析性低血圧が生じる。多くの施設で血管内容積変動を把握するためにヘマトクリット値を測定するブラッドボリューム計 (Δ BV 計) やクリットラインを使用しているが、測定値は透析毎、患者毎に異なるため、有効に活用できていない。本研究は、血液透析における血管内容積変動を把握しモデル化することで透析性低血圧を予防し、透析患者に安全な治療を提供することを目的とした。

はじめに、限外濾過に伴う、血管外から血管内への水分移動を理解するために、第 3 章で水分や物質交換に関わる血管、特に血管内皮細胞の接合部における物質透過について培養系の血管内皮細胞を使用し、調査した。次に、血液透析によって生体を介して生じる水分移動を理解するために、第 4 章で Δ BV 計の測定値を使用し、血管内容積変動を数理モデルで表現した。第 5 章ではこのモデルによって透析性低血圧を生じる症例を検出可能か検討した。

結果として、血管内皮細胞の透過性は、動脈硬化や高血圧などに効果がある長鎖脂肪酸によって促進することが分かった。これは、血管内皮細胞はある物質によって透過性を変化することを示した。次に、限外濾過によって血管外から血管内へ移行する容積をロジスティック方程式で表現し、血管内容積変動をモデル化した。提案したモデルと血管内容積実測値との決定係数は 0.98 であり、高い相関が得られ、血管内容積変動をモデル化できた。したがって、血管外から血管内へ移行容積変動はロジスティック方程式が適合することが分かった。さらに、提案したモデルと実測値との決定係数を指標として、血液透析療

法開始 30 分間の実測値とモデルとの決定係数 0.93 が境界域となり、透析性低血圧が生じる症例を抽出できる可能性を示した。今まで、 ΔBV 値が大きく変化することは、血管内容積が多量に減少していることを表しており、血圧低下が考えられた。しかし、血圧低下を示す ΔBV 値は同一患者でも透析毎に異なる。提案したモデルは透析毎に血管内容積変動をモデル化できるため、実測値の適合度によって観察が必要な患者を抽出できる新しい評価法と考える。人工透析室では、同時間帯に多くの透析患者が血液透析治療を受けるため透析従事者 1 人に対して、数人の患者状態の把握を行わなければならない。血液透析療法中に観察が必要な患者をあらかじめ抽出できれば、透析従事者は適切な治療が提供できると考え、このシステムを提案する。

氏 名	布江田友理
-----	-------

(論文審査結果の要旨)

平成25年12月25日に開催した公聴会の結果を参考に、平成26年2月21日に本博士論文の審査を実施した。

以下に述べる通り、本博士論文は、本学位申請者が情報科学の医療応用分野で研究開発活動を続けていくために必要十分な素養を備えていることを示すものである。

布江田友理は、水分や物質交換に関わる血管、特に血管内皮細胞の接合部における物質透過について培養系の血管内皮細胞を使用し、調査した。次に、限外濾過に伴う血管内容積変動を理解するために、数理モデルを提案し、このモデルによって透析性低血圧が生じる症例を識別可能か検討した。結果、血管内皮細胞の透過性は、動脈硬化や高血圧などに効果がある長鎖脂肪酸によって促進し、刺激物質によって血管内皮細胞の透過性は変化することを明らかにした。次に、血液透析療法中の血管外から血管内へ移行容積をロジスティック方程式で表現することで血管内容積変動をモデル化した。これにより、血液透析療法中に観察が必要な患者を抽出でき、透析従事者は適切な治療が提供できると考え、システムを提案した。

本論文で提案された、血管内容積変動のモデル化と透析性低血圧の予防システムは、情報科学と臨床医学の境界領域における生体医工学の発展に大きく貢献するものである。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認める。