

(別紙様式第3号)

論文要旨

論文題目

New Blood Volume Monitoring Method for Hemodialysis : A-V
Pressure Gradient Measurement by Synchronized One-point Reading

(血液透析における新しい血液量モニター法

—ロータリーポンプ同期による動静脈差圧測定—)

氏名 小田正美 印

【 要 旨 】

血液透析中は除水による血管内脱水により突然の血圧低下をきたすことがある。そのため循環血液量をモニターする方法としてヘマトクリットを連続して測定する Crit-Line™ モニターが臨床上使用されている。血液透析中に循環血液量を連続測定することは安全管理上重要であるが、このモニターは高価で広く普及していない。そこで、我々はヘマトクリットではなく循環血液量の変化に伴って変化する血液粘稠度を利用し、循環血液量が正確かつ安価に評価できないかを検討した。

Hugen-Poiseuille の法則によると、血液粘稠度は、血液回路内動脈側圧から血液回路内静脈側圧を減算した血液回路内差圧 (ΔP) に比例するので、血液回路内差圧 (ΔP) を連続測定することで循環血液量の変化を推測することができる。しかし、透析中に使用される血液ポンプは血液の駆出量が一定ではないため、血液回路内血流速度は変動し、それに伴い差

圧 (ΔP) も変動する。そこで循環血液量の変化をモニターする新しい方法として血液ポンプの回転に影響されない血液回路内差圧を連続的にモニターする装置を開発した。




ローラ型血液ポンプの脈流による血液回路内差圧 (ΔP) の変動はポンプが360度回転するうちの、ある角度の一点でモニターすると (ΔP) の変動がほとんど無いことがわかった。そこで血液ポンプの一回転を1400分割するロータリーエンコーダを取り付け、血液ポンプの一定の回転場所で血液回路内差圧 (ΔP) を測定したところ、その (ΔP) の変動が著しく減少した。人工血液 (キサンタンガム溶液) を用いた系において、人工血流速度50～300 ml/分の範囲で回路内差圧 (ΔP) と有意な相関関係が得られた。また、回路内で限外濾過による血液の濃縮が起こるが、人工血 (キサンタンガム溶液 300 mg/L) の系では限外濾過1 L/時間以内では回路内差圧 (ΔP) に影響を及ぼさなかった。さらに臨床例で Crit-Line™ モ

ニター値の変化と血液回路内差圧 (ΔP) とは
相関し、ポンプ速度を低下させると一過性の
回路内差圧 (ΔP) の低下が見られたが、自動
補正することにより、双方のデータの変化曲
線は一致した。安定期維持透析患者 8 名を対
象とし、透析中に血液流量を 200 ml/分から
150 ml/分に变化させた時の自動補正した ΔP
は、Crit-Line™ 値と有意な相関が得られた
($p < 0.01$)。

以上の結果より、我々の開発した血液回路
内差圧測定装置は、血液粘稠度の変化をリア
ルタイムに把握でき、この変化は循環血液量
を反映するため、除水過剰による低血圧の発
症を早期に予知出来る可能性がある。簡便で
安価なモニターとして広く臨床応用できる有
用な装置と考えられる。

(別紙様式第7号)

論文審査結果の要旨

報告番号	*論文博第	号	氏名	小田正美
論文審査委員	審査日		平成16年11月1日	
	主査教授	久木田 二郎		
	副査教授	梶田 真一		
	副査教授	廣瀬 康行		
(論文題目)				
New Blood Volume Monitoring Method for Hemodialysis: A-V Pressure Gradient Measurement by Synchronized One-point Reading				
(論文審査結果の要旨)				
上記論文に関して、研究に至る背景と目的、研究内容、研究成果の意義と学術的水準について慎重に検討し、以下のような審査結果を得た。				
1. 研究の背景と目的				
血液透析中急激に除水をすると血管内脱水となる。そのため突然の血圧低下をきたすことがあり、循環血液量の変化をモニターすることは重要である。従来はヘマトクリットを連続測定するモニター (Crit-Line™) や超音波を利用したヘモグロビン測定法により循環血液量の変動を推定し、血圧低下を予測している。これらのモニターは高価で簡便でないため普及していない。そこで循環血液量の変化に伴って血液粘稠度が増加することに着目し、透析中の回路内差圧を測定することにより Hagen-Poiseuille の法則をもとに血液粘稠度変化をモニターする方法を開発した。				

備考 1 用紙の規格は、A4 とし縦にして左横書とすること。

2 要旨は 800 字～1200 字以内にまとめること。

3 *印は記入しないこと。

2. 研究内容

Hagen-Poiseuille の法則によると血液粘稠度は、血液回路内動脈側圧（ダイアライザー入口圧）から血液回路内静脈側圧（ダイアライザー出口圧）を減算した血液回路内差圧（ ΔP ）に比例する。 ΔP を連続測定することにより血液粘稠度の変化を推定することができる。しかし透析中に使用する血液ポンプは血液の駆出量が一定でなく、血液回路内血流速度も変動し、それに伴って ΔP も変動する。そこでローラ型血液ポンプの脈流による ΔP の変動を少なくするために血液ポンプの一回転を1400分割するロータリーエンコーダを取り付け、血液ポンプ1回転中の任意の角度の1点でモニターしたところ ΔP の変動が有意に減少した。人工血液とみなしたキサンタンガム溶液を用い基礎実験をした。血液ポンプ速度が50～300 ml/minの範囲では、血液ポンプ速度と ΔP の間に有意な相関関係が得られた ($p < 0.001$)。またキサンタンガム溶液 300 mg/L では限外濾過 1 L/hr 以内で ΔP に影響を及ぼさなかった。臨床例においてヘマトクリットのモニターで得られた値の変化と ΔP とは有意に相関し、ポンプ速度を低下させると一過性に ΔP の低下が見られたが、自動補正することにより双方のデータの変化曲線は一致した。安定期維持透析患者 8 名を対象に透析中に血液流量を 200 ml/min から 150 ml/min に変化させた時の自動補正した ΔP は、ヘマトクリット値 (Crit-Line™) と有意な相関が得られた ($p < 0.01$)。

3. 研究成果の意義と学術的水準

本研究は、血液透析中の循環血液量の変化を推定する方法として、血液粘稠度の変化をとらえるための血液回路内差圧測定法を臨床応用できるように開発した。新しい差圧測定法としてポンプ回転の定位置で差圧を測定した結果、ローラ型血液ポンプの脈動によるノイズを最小限にできた。また血液流量を変更することによって変動する ΔP を自動補正することで、ヘマトクリット変動を反映することができた。この装置は、臨床にも応用可能となり、透析中のヘマトクリット測定装置の代わりになりうるモニターとして利用できた。安価で簡便な循環血液量の変化を予想しうる装置の開発は、透析の安全性を高める上で高く評価でき、国内外で広く普及する可能性が高いと考える。

以上により、本論文は学位授与に十分に値するものであると判断した。