

## 逆濾過方式のI-HDF療法における透析液の流れ方向が逆濾過洗浄に与える影響

\*<sup>1</sup>法政大学大学院理工学研究科応用化学専攻, \*<sup>2</sup>東京工業大学科学技術創成研究院先端原子力研究所

渡辺 誠也\*<sup>1</sup>, 井戸田 直和\*<sup>2</sup>, 山下 明泰\*<sup>1</sup>

Masaya WATANABE, Naokazu IDOTA, Akihiro C. YAMASHITA

### 1. 背景・目的

末期腎不全患者に適応される間歇補充型血液透析濾過(I-HDF)治療では、一般的に30分に1度、200 mlの透析液を80秒かけて、血液浄化器内で透析膜を介して逆濾過補充する。これによって患者の末梢循環や血圧の安定化効果に加え、膜の洗浄効果も期待されているが、臨床のI-HDFは前者のみを目的として施行されていることが多い。本研究では膜の洗浄による溶質除去性能の回復を目的として、多成分水系実験およびその理論解析を行った。

### 2. 方法

血液浄化器にはMFX-15Seco〔PES膜, ニプロ(株)〕を使用した。試験液流量は250 ml/min, 総透析液流量は500 ml/min, 除水速度は20 ml/min, 逆濾過流量は0, -200 ml/min, 補充量は200 ml/回とした。一定除水の場合をコントロールとして、これに30分に1回逆濾過を向流または並流で行った場合の溶質除去性能を、2時間的水系実験と比較した。試験溶質にはクレアチニン(Crea., 分子量113), 血中タンパク質のモデル溶質には卵白アルブミン(Ovalb., 同45,000)を用いて、Crea.のクリアランス( $C_L$ )およびOvalb.の漏出量を比較した。数理モデルによる理論解析を行うにあたって、総タンパク質は4.5 g/dl, 37℃における透析液および血漿の粘度をそれぞれ0.692, 1.22 mPa・sと仮定した。

### 3. 結果

浄化器内の圧力分布の解析結果より、正濾過( $Q_F = 20$  ml/min)の条件では主に浄化器の血液側上流(透析液側下流)で、逆濾過( $Q_F = -200$  ml/min)の条件では主に浄化器

の血液側下流(透析液側上流)で水分の移動が起こる。このことから、ファウリングが生じるのは主に浄化器の血液側上流であるのに対し、通常のI-HDFにおける洗浄は主に血液側下流で生じており、膜の洗浄が十分に行われていない可能性がある。また、血液入口側から1 cmの区間における逆濾過流量は、並流の場合、向流の場合に比してその流量を約3.1倍に増加させることが可能である。膜性能の低下が主として血液側上流近傍の性能低下によるものであるならば、並流で逆濾過を行うことで、膜の洗浄効果を増大できる可能性がある。

多成分水系実験の結果より、Crea.の $C_L$ は除水のみを行う場合、経時的に大幅に低下した。同様に逆濾過を行う場合にも $C_L$ は経時的に低下したが、除水の場合と比べて高値で推移した。また、逆濾過を向流と並流で行った場合、大きな差は認められなかった。臨床ではCrea.の $C_L$ は、6時間の治療でさえ20%程度しか低下しない。今回は水溶液であるにもかかわらず、2時間で80%以上低下したことから、臨床よりもはるかに過酷な条件を設定していたと考えられる。Ovalb.の漏出量は、実験前半ではいずれの場合にも経時的に減少した。一方、後半の逆濾過後のOvalb.の漏出量は、並流で逆濾過を行った場合に最も高値を示した。これは、逆濾過による膜洗浄がOvalb.の透過性を復したものと考えられる。

### 4. まとめ・独創性

一般的に透析液を向流に流して行われているI-HDF治療において、逆濾過時のみ透析液の流れを並流に変更することで、膜の洗浄効果を増大できる可能性が示唆された。

#### 利益相反の開示

山下明泰：【顧問】日機装(株), 旭化成メディカル(株),  
【研究費】ニプロ(株)  
その他の著者には規定されたCOIはない。

#### ■ 著者連絡先

法政大学大学院理工学研究科応用化学専攻  
(〒184-8584 東京都小金井市梶野町3-7-2)  
E-mail. yama@hosei.ac.jp