

## 中空糸内に吸着剤分散ゲルを充填した装着型血液浄化デバイスの牛全血液系評価

\*<sup>1</sup>法政大学生命科学部環境応用化学科, \*<sup>2</sup>公立小松大学保健医療学部臨床工学科

木口 崇彦\*<sup>1,2</sup>, 陳 心悅\*<sup>1</sup>, 山下 明泰\*<sup>1</sup>

Takayoshi KIGUCHI, Xinyue CHEN, Akihiro C. YAMASHITA

### 1. 目的・方法

血液透析では、1回あたり4時間の治療を週3回、通院して受ける必要がある。治療場所の制約や長時間の拘束に加えて、治療中の溶質除去および除水に伴う急激な体液組成の変化による身体への負担は、患者の生活の質(QOL)向上のために解決すべき課題である。そこで我々は、身体に装着することで時間と場所を選ばず、1日24時間、緩徐な治療が可能な血液浄化デバイスの開発を目指している。これまでに、吸着剤を分散させたゲルを血液浄化器の中空糸の一部に充填することで、吸着による溶質除去と濾過による除水が可能なデバイスを考案、試作した。本研究では、本デバイスの溶質除去と除水性能を牛全血系実験により評価した。

粒子径50~75 μmにふるい分けした粉末状活性炭2.0gとゲルライト® 2.7gを生理食塩水300 mLに加えて90℃に加熱した。このゲル溶液を血液浄化器(FDY-15, 日機装(株))の中空糸内部に充填し、冷却してデバイスを作製した。充填時に血液浄化器のヘッダーポートの一部をリング状のアルミテープでマスキングすることで、ゲルを充填する中空糸の割合を93.7%とした。

ヘマトクリットを35%に調整した牛全血2,000 mLに、除去対象物質としてクレアチンを濃度0.3 g/Lとなるように添加して試験液とした。37℃(一定)に加温した試験液をデバイスの中空糸外側に流量 $Q_B = 100, 200$  mL/minで送液し、試験液タンクに還流した。血液浄化器内で「逆濾過」により、血液入口および出口ポートから得られた濾液もタンクに還流した。実験中、タンクから試験液を経時的に採取し、クレアチニン濃度を測定した。実験時間は480 minとした。

### 2. 結果および考察

実験開始から終了までクレアチニン濃度は連続的に減少した。 $Q_B = 100$  mL/minと200 mL/minで濃度の変化に違いは見られなかった。これらの結果から、本デバイスが長時間に渡って溶質を除去できること、および本デバイスの溶質除去速度は溶質のゲル内拡散と活性炭への吸着に支配されていることが示された。除水速度はいずれの試験液流量でも実験開始から90 minまで経時的に低下し、その後はほぼ一定となった。除水速度の低下は膜のファウリングが原因と考えられる。90 min以降の除水速度は $Q_B = 100$ および200 mL/minで、それぞれ約5 mL/minおよび13 mL/minであった。健常者の1日の尿量から計算される除水速度の目標値はおよそ1 mL/minであるため、本デバイスは治療に十分な除水性能を有していることが示された。

### 3. まとめ・独創性

血液浄化器の中空糸の一部にのみ吸着剤分散ゲルを充填することで、吸着による溶質除去と濾過による除水の一つの装置内で同時に行う装着型デバイスが作製できた。本デバイスにおいて溶質除去は長時間に渡って行われたことから、患者の身体的負担が少ない緩徐な治療が実現可能と考えられる。また、除水性能は十分に高いことから、より装着に適した形状へデバイスの小型化が可能である。今後、本デバイスは形状の設計最適化とともに、適切な吸着剤を選定し組み合わせることで、臨床での利用を目指す。本研究は、身体装着可能なまでに小型化された装置で、吸着による溶質除去と除水を同時に行い、透析と同様の治療効果を実現するという発想に独自性があり、本デバイスの臨床での使用を実現することで、人工腎臓治療の新たな選択肢となることが期待できる。

#### ■ 著者連絡先

公立小松大学保健医療学部臨床工学科  
(〒923-0961 石川県小松市向本折町へ14-1)  
E-mail. takayoshi.kiguchi@komatsu-u.ac.jp

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。