

ゲルモジュールを用いた新規血液浄化システムの開発

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

鄭成潤*¹, 井戸田直和*², 山下明泰*¹

Seongyun JEONG, Naokazu IDOTA, Akihiro C. YAMASHITA

1. 目的

血液透析は尿毒素の除去効率が高く、体液量の調節も容易であるが、通院治療が基本となるため患者の生活の質(QOL)はあまり高くない。また、高効率であるがゆえに治療中の体液組成の急激な変化が課題となる。そこで本研究では、緩徐な溶質除去が可能な携帯型血液浄化システムとして、吸着剤を包埋したゲルからなるゲルモジュールを提案する。さらに、これを膜分離デバイスと組み合わせることで、ポンプレスの血液浄化システムの実現可能性を検討した。

2. 方法

1) ゲルモジュールの作製

生理食塩水200 mlにゲルライト1.8 gを溶解し、90℃まで加熱した。これに粉末状活性炭0.20, 0.50, 1.0, または2.0 gを添加し、球形成型器(直径: 20, 25, 34 mm φ)に入れ冷却して固化させた。得られた吸着剤包埋ゲルを円筒容器に充填しゲルモジュールとした。

2) ゲルモジュール単体の性能評価

試験溶質にはクレアチニン(分子量113), ビタミンB₂(同376), プロモフェノールブルー(同670)を用い、生理食塩水に溶解した。1)で作製したゲルモジュールに、37℃(一定)の試験溶液を流量200 ml/minで送液し、水系循環実験を行った。実験中、ゲルモジュール入口で経時的に溶質濃度を測定し、物質収支式からクリアランスを算出した。

3) ポンプレスな血液浄化システム

膜分離デバイスの透析液ポートに、粉末状活性炭量2.0 g, 直径20 mm φの球状ゲルを充填したゲルモジュールを並列に接続し、両者の間に濾過ポンプは設けなかった。試験溶

質にはビタミンB₂を用い、生理食塩水に溶解した。37℃(一定)の試験溶液を、血液ポンプを用いて流量200 ml/minで膜分離デバイスの中空糸内に送液し、水系循環実験を行った。

3. 結果

1) ゲルモジュール単体での性能

活性炭量が増大するほど、また、球状ゲルの直径が小さいほどクリアランスは高値を示したことから、物質除去性能は活性炭量およびゲルの直径で調節できることがわかった。クリアランスは、分子量が最も小さいクレアチニンで最も低く、ビタミンB₂の1/1000, プロモフェノールブルーの1/190程度であった。この傾向は溶質と活性炭の親和性に一致しており、溶質除去性能は吸着能に依存する。長時間使用の検討では、いずれの溶質についても24時間の連続除去に成功した。

2) ポンプレスな血液浄化システム

膜分離デバイスとゲルモジュールを組み合わせることで、濾過ポンプを用いることなく8時間の連続的な溶質除去に成功した。これは膜分離デバイス内の圧力勾配に基づき内部濾過が生じ、ゲルモジュールに濾液が送液され、これが逆濾過で本体流に合流したことを示している。本研究では血液ポンプにより試験液を膜分離デバイスに送液したが、これを血圧で駆動できれば完全にポンプレスなシステムが実現可能となる。

4. まとめ・独創性

新規血液浄化デバイスとして、吸着剤包埋ゲルからなるゲルモジュールを作製し、溶質除去速度を制御することができた。また、これを膜分離デバイスと組み合わせることで、ポンプレスな血液浄化システムの実現可能性が示された。

■ 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

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。