

## ECUM 時における漏血センサー反応実験からの提言

東京女子医科大学東医療センター 1.ME 室 2.内科

檜垣 洋平 1) 芝田 正道 1) 森谷 紘旭 1) 中野 清治 1) 樋口 千恵子 2)

小川 哲也 2) 大塚 邦明 2)

【背景】 ECUM は心不全や肺水腫のような溢水状態の改善、循環動態の不安定な患者や体重増加の多い患者に対し比較的安定して除水が行える治療法であり、あらゆる施設で使用されているモードである。今回、ECUM 時に漏血警報未発生であった事例を経験した。そこで、本事例の検証を目的とした実験を実施し、ECUM 時における漏血迅速検知の検討を行ったので報告する。

【事例】 当センター外来維持透析患者において、2hrECUM 後 2hrHD の治療条件で開始 65 分後、ECUM 時に透析液供給側透析器カプララインに血液を確認した。発見はスタッフによる目視確認であった。

【実験①】 最初に各装置の透析液出口側のカプラから漏血計までの漏血警報発生時間を代用液を用い検証した。

代用液には 33 倍に希釈したポピドンヨード、市販の牛乳を使用した。

T 字のチューブをカプラに接続しガスパージにてラインを満たした後、ECUM にて除水を開始。各装置、それぞれ 3 回ずつ測定を行った。NUC-12 のみが 17 分 20 秒と他に比べて最も漏血反応時間が遅い結果となった。

【実験②】 入口・中間・出口部に人為的にリークを作成したニプロ社のダイアライザ FB - 110U  $\beta$  eco、FB - 210U  $\beta$  eco を使用し、実験回路を作成した。

さらに、透析装置は漏血モニタリング性の良さからニプロ社の NCU-12 を使用した。ダイアライザは生理食塩水 1000ml でプライミングを行い、透析液側もガスパージによりエア抜きを行った。また、血液は健常人ボランティアによる血液を使用した。プライミングされた実験回路に血液を循環し始めると同時に ECUM を開始し、その時点を計測開始時間として、1~5 分間隔で漏血値を記録し漏血警報が発生するまでの時間を測定した。

比較条件は透析器カプラの接続法、血液流路方向とし操作条件は、本事例と同じく QB100ml/min、UFR0.6l/h で実施した。

また、実験終了ごとにダイアライザ血液流路部、透析流路部をヘマスティックマイナスが確認できるまで十分に洗浄をし、透析装置についても同様に十分な洗浄・次亜塩素酸ナトリウムによる消毒を施した。

実験回路図を示す（図. 1）。血液循環中は漏血による血液損失、除水による血液総量減少が生じるため補充液にて補いリザーバーバッグの重量をできる限り一定に保った。また、ヘマトクリットは18～26%にした。さらに、リザーバーバッグで十分に攪拌し、加温器にて41℃になるように加温させ循環させた。

〔1〕透析器カプラは順接続、血液流路方向は上→下の条件において、リーク箇所をダイアライザの血液流路入口側、中間部、出口側の各々について評価した。

- ① リーク箇所をダイアライザ血液流路入口側とした条件での漏血警報発生までの時間はFB110U  $\beta$  eco で 10 分、FB210U  $\beta$  eco で 19 分であった。
- ② リーク箇所をダイアライザ血液流路中間部とした条件での漏血警報発生までの時間はFB110U  $\beta$  eco で 53 分、FB210U  $\beta$  eco で 151 分であった。
- ③ リーク箇所をダイアライザ血液流路出口側とした条件での漏血警報発生までの時間はFB110U  $\beta$  eco で 166 分、FB210U  $\beta$  eco で 229 分であった。

これらの実験より漏血センサからリーク箇所が遠位側にある程、漏血感知に時間を要することが示唆された。

〔2〕漏血センサから最も遠位側に存在するリークに対し、漏血を迅速検出する条件を検証した。

リーク箇所を血液流路入口側とし、透析器カプラは逆接続、血液流路方向は上→下としダイアライザFB110U  $\beta$  eco・FB210U  $\beta$  eco を用いて漏血警報発生までの時間を計測した。

結果はFB110U  $\beta$  eco で13分、FB210U  $\beta$  eco で9分であり、透析器カプラ順接続、血液流路方向上→下の条件における最遠位のリークに対する漏血警報発生時間より大幅に迅速に検出することが出来た。

〔3〕リーク箇所を血液流路出口側、透析器カプラは順接続、血液流路方向は下→上とし、同様に遠位部にあるリークの漏血が迅速に検出されるかを検証した。漏血警報発生までの時間はFB110U  $\beta$  eco で18分、FB210U  $\beta$  eco で20分であり、同様に漏血を迅速に検出することが可能であった。

【考察】透析器カプラ順接続・血液流路方向上→下の条件においてリーク箇所が漏血センサから遠位である程、センサ感知が遅かった。

これは、遠位側である程重力による圧力の影響が強くなることに加え、除水による濾過圧の影響を受けにくいことに起因すると思われた。

透析器カプラ逆接続・血液流路方向上→下および透析器カプラ順接続・血液流路方向下→上の条件においてリーク箇所が透析液出口側（漏血センサより遠位

側)で比較的早期に漏血センサ感知が可能であったのは、除水による濾過圧と重力による圧力との合力が働いたためと考えられた。

代用液を用いた実験①において、NCU-12は17分20秒で、実験②における最短時間：9分とは異なっていた。

これは、代用液の濃度・組成や血液のように重力の影響を受けにくいことが原因と思われた。また、今回使用したNCU-12は、他の装置に比べ、構造上漏血センサが遠位にあることが予想された。

**【結語】**ECUMおよびECUMを先行して治療を実施する場合、透析器カプラ順接続・血液流路方向下→上または、透析器カプラ逆接続の条件で行うと迅速に漏血を発見できる。また、透析装置においても漏血センサは透析液出口側カプラからできる限り近位に設置されることが望ましいと考える。

## 実験回路図

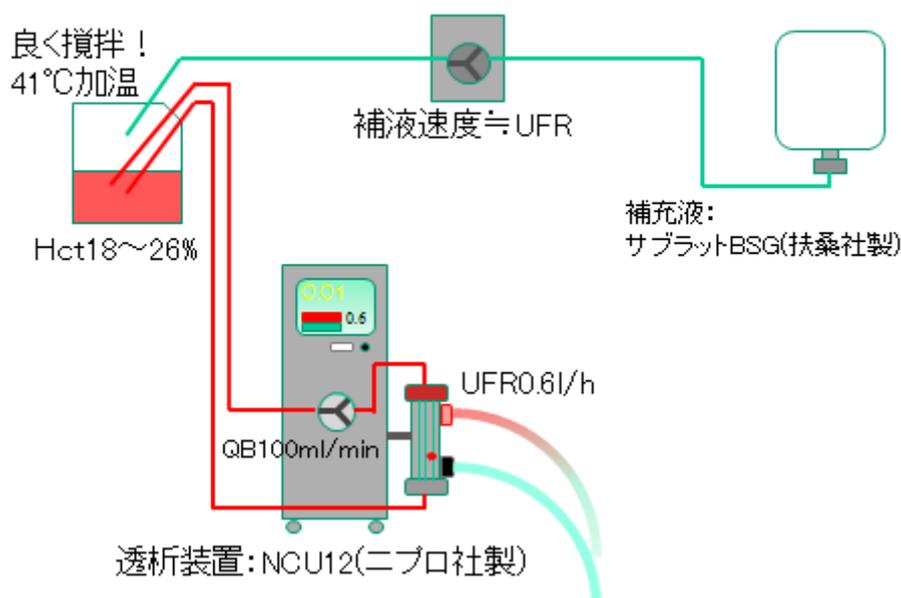


図.1 実験回路図

