

よりよい血液透析治療のために —循環血液量変化率モニター—

1. はじめに

腎不全により腎機能が回復しない場合、現状では腎移植を受けない限り透析療法（慢性透析療法）を一生受け続けなければならない。わが国で慢性透析療法を受けている患者（慢性透析患者）は2005年末に257765人、慢性透析療法の新規導入患者は年間約30000人、総患者数の増加は年間約10000人にもものぼる⁽¹⁾。慢性透析導入に至る原疾患の割合は、糖尿病の三大合併症の一つである糖尿病性腎症が最も高い。また、透析療法は主に血液透析と腹膜透析に分類されるが、わが国では血液透析が慢性透析療法の9割以上を占める⁽¹⁾。

血液透析は通常、1回4時間もの治療を週3回受ける必要があるが、後述のように血液透析中の血圧低下が問題となっており、また医療従事者の負担軽減の面からも、図1のような血液透析の装置（人工腎臓装置）は患者の容体をモニタしながら最適な治療を提供できるようにすることを求められている。当社においても人工腎臓装置のエレメントであり、容体を示す指標の一つである循環血液量変化率のモニター「ブラッドボリューム計」（図2）を開発、上市している。本稿ではこのブラッドボリューム計を紹介する。

2. 循環血液量変化率モニターリングの意義

循環血液量とは心臓と血管の中を流れる血液の総量のことである⁽²⁾。透析中の循環血液量変化率モニターの有用性は、血液透析患者からの余剰水分の除去に関係する。

腎不全で尿を生成できない場合、飲食により消化管から血液に取込まれた水分は血圧の作用により毛細血管外に押し出され、間質液として貯留される。しかしこれを直接除去できないため、血液透析においては膠質浸透圧による間質液の血管への移動を利用し、血液を介して除去（除水）する。つまり、血液透析では膠質（タンパク質）の多くが除去されないために除水により血

液の膠質濃度が高まり、膠質浸透圧も大きくなる。これにより血圧に抗しての血管内への間質液移動が増え、余剰な間質液を除去できるのである。すなわち、通常は除水により一時的に循環血液量の減少を伴うことになる。その際、生体は脈拍数を増加させたり末梢血管抵抗を上げたり

する反応により血圧を維持しようとするが、血圧低下によるさまざまな愁訴や、場合によってはショック症状を発症し、危険な状態に陥ることもある。とくに糖尿病患者は自律神経障害や心疾患などを高率で合併し⁽³⁾、血圧維持機能が低下していることが多い。このため、循環血液量減少を把握できるようにし、除水速度を調整するなど、適切な条件での透析を施せるようにすることの意義は大きい。

3. 循環血液量変化率モニター

非侵襲かつ連続的に循環血液の総量をモニタする技術は実用化に至っていないが、ある時点を基準とした循環血液量の変化率、すなわち何%増減したかをモニタする技術は実用化されている。ブラッドボリューム計は、血液透析時に患者から取り出された血液が流れてダイアライザ（血液浄化器）に至る動脈側血液回路（チューブ）に向けて光を照射し、その反射光強度を測定する。この反射光の強度変化が血液中の赤血球の総体積変化と相関性があることと、赤血球がダイアライザで除去されないことを利用することにより、測定開始時点^{（1）}を基準とした循環血液量の変化率を算出することができるのである。なお、吸光度が赤血球の酸化・還元^{（2）}に依存しない近赤外域の波長を利用している。

循環血液量変化率はそれ単体のみならず、これに影響を及ぼす除水速度と、循環血液量増減が一因である血圧の変

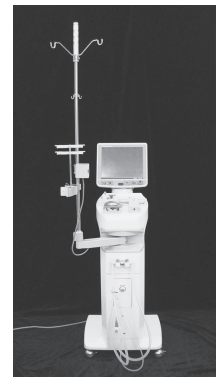


図1 人工腎臓装置 (DCS-73)

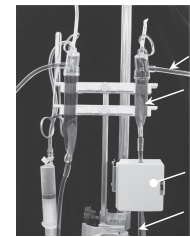


図2 ブラッドボリューム計使用時 (模擬血液を使用)

化とともに一元的に表示・管理できることが望ましく、当社の最新シリーズの人工腎臓装置はこれに対応できるようになっている。そして近い将来、循環血液量変化率を指標として自動的に除水速度を最適値に制御するような血液透析が日常的に行われるような日も来るであろう。

4. おわりに

わが国での腎移植件数は年間1000例程度であり⁽⁴⁾、今後も血液透析が慢性透析療法として多く適用されるであろう。血液透析中の愁訴や血圧低下は患者のQOL（生活の質）を低下させ、生命予後にも影響する⁽³⁾。われわれ工学系技術者も医療の専門家のご指導の下、よりよい製品を提供することにより慢性透析患者のQOL維持・向上に貢献すべく、日々努力を続けている。本稿で紹介したブラッドボリューム計はその成果としての第一歩であり、今後も各位のご指導・ご鞭撻を賜りたい所存である。

（原稿受付 2007年3月28日）

〔森 義博 日機装（株）〕

●文 献

- (1) 日本透析医学会統計調査委員会、図説 わが国の慢性透析療法の現況（2005年12月31日現在）、<http://www.jsdt.or.jp/html/overview.html>。
- (2) 伊藤正男・井村裕夫・高久史磨総編、医学大事典 第1版、(2003)、医学書院。
- (3) 例えば、満生活司・原田篤実、特集 糖尿病と透析療法 VIII、合併症対策（4）、血圧管理—とくに透析中の血圧低下の対策、臨床透析、21-1（2005）、87-91。
- (4) 日本移植学会広報委員会、臓器移植ファクトブック2006、<http://www.asas.or.jp/jst/factbook/2006/index.html>。