原 著

限外濾過制御装置 (UFC) 付きコンソールにおける
バランステストの有用性について大 河 勲 宮 田 安 治 永 見 一 幸 原 田 篤 実
松山赤十字病院透析センター

key words : UFC, バランステスト, 除水誤差

〈要旨〉

UFC 付きコンソール 4 台について, バランステストを透析後に毎月 1 回施行していた時期 (1 期) と毎日透析開始前に施行するようになった時期 (2 期) とに分け, 各々 1,000 回の透析での異常除水誤差の頻度を比較検討した。実測除水量と予測除水量より求めた除水誤差が ± 250 g 以上の異常除水誤差の件数は, 1,000 回透析当り 1 期で 97 件 (透析装置の故障 7 件, 人為的ミス 3 件, 原因不明 87 件) あったのに対して, 2 期では 44 件 (透析装置の故障 3 件, 人為的ミス 1 件, 原因不明 40 件) と半減していた。透析装置のバランステストの異常に対しての修理件数を比較すると, 1 期では透析後の修理のみが 7 件であったのに対して, 2 期では透析前の修理が 10 件, 透析後の修理が 3 件であった。透析開始前にバランステストを毎日施行することによりコンソールの異常を事前に発見することができ, 異常除水誤差を減少させることができた。

The usefulness of daily balance testing (BT) of ultrafiltration control system (UFC) consoles

Isao Ohkawa, Yasuji Miyata, Kazuyuki Nagami, Atsumi Harada
Dialysis Center, Matsuyama Red Cross Hospital

We compared the frequency of abnormal UF error between two different periods, by performing 1,000 consecutive hemodialysis (HD) for each using the same four consoles. In phase 1, the consoles were checked monthly by BT after HD and in phase 2, BT was done daily before HD. The frequency of abnormal UF error, i. e. more than 250 g, significantly decreased from 97 HD in phase 1 to 44 HD in phase 2 ($p < 0.001$). Factors influencing abnormal UF errors included machinery trouble, reduced from 7 in phase 1 to 3 in phase 2 and unknown factors, reduced from 87 in phase 1 to 40 in phase 2. In phase 1, all 7 repairs of the consoles due to machinery trouble were done after HD. In phase 2, however, 10 repairs due to the detection of machinery trouble by BT were done before HD, and only 3 repairs were performed after HD.

We conclude that daily checking of consoles with UFC by BT is a useful method of decreasing the frequency of abnormal UF error during HD.

はじめに

近年, UFC 付きコンソールが普及してくるにしたがって ± 100 ml 以内の正確な除水管理が行えるようになってきた¹⁾。しかし UFC 付きコンソールを使用して血液透析を行っている状態でも, ときに ± 250 g 以上の異常除水誤差が生じているのが現状である。

我々は, コンソールの異常による除水誤差のチェック

を徹底するため 1988 年 5 月までの透析終了後に毎月 1 回行っていたバランステストを, 1988 年 6 月から毎日透析開始前に施行するようになった。このことが実際の除水誤差の減少にどれほど有効であったかを検討したので報告する。

対象および方法

4 台の UFC 付き患者監視装置 (日機装社製 DCS-22)

大河 勲 松山赤十字病院透析センター 〒790 松山市文京町 1 (0899-24-1111)

[受付: 平成 2 年 12 月 5 日, 受理: 平成 3 年 2 月 8 日]

表 1 バランステスト計算表

平成 () 年 () 月 () 日 () 曜日

No	Dialyzer	患 者 名	バランステスト (cm/10 分)	前体重 (kg)	後体重 (kg)	DW (kg)	実測 除水量 (g)
1	C-10W		-3.2	37.85	36.65	36.70	1,200
2	R-10M		-1.6	43.80	43.05	43.00	750
3	C-12W		+1.8	50.85	49.95	50.00	900

目標 除水量 (g)	体重減少因子 (g)				
	不感蒸泄	予測食事量	嘔 吐	尿, 便	合 計
1,200	119	650	0	0	1,969
700	160	500	0	0	1,360
900	173	650	100	0	1,823

体重増加因子 (g)			予 測 除水量 (g)	除 水 誤 差 (g)
補液	実測食事量	合計		
316	500	816	1,153	- 47
321	400	721	639	-111
340	450	790	1,033	+133

図 1 バランステストの配管図

について、月 1 回透析後にバランステストを行っていた時期の 1,000 回透析を 1 期、毎日透析前にバランステストを行うようになった時期の 1,000 回透析を 2 期として除水誤差の程度と異常誤差の頻度を比較検討した。除水量誤差は以下の計算式にて求めた。

除水誤差 = 予測除水量 - 実測除水量

予測除水量 = (目標除水量 + 嘔吐量 + 不感蒸泄量) - (補液量 + 食事量)

実測除水量 = 透析前体重 - 透析後体重

透析前後の体重および透析中の食事量、補液量、嘔吐量の計測は 50 g 単位の計量計で測定した。透析中の不感蒸泄量は上野ら²⁾の方法 {不感蒸泄量 = 身長^{0.725} × 体重^{0.425} × 71.84 × (1/20) × 透析時間 ÷ 24} にて求めた。

表 1 に透析後の除水誤差を正確に知るために作成した個々の患者のバランステストの計算表を示す。

バランステストの模式図を図 1 に示す。透析液の出口、戻口のキャプラーに T 字管を接続し、大気開放状態にて内径 8 mm のシリコンホースを垂直に下げ、液面をある程度の水位まで満たす。透析を運転、計画除水の状態で除水速度を 0 ml/hr とし、10 分間の液面変化量 Δh を測定する。Δh が ±10 cm 以上であれば、除水誤差を引き起こす密閉系の回路の異常として複式ポンプ、背圧弁等をチェックするようにしている。

結果

図 2 に除水誤差の程度を ±0-149 g の少量、±150-249 g の中等度、±250 g 以上の多量と 3 域に分け、1 期、2 期で頻度を比較した結果を示す。±250 g 以上の大量の異常除水誤差を示した件数は、1 期の 1,000 回当たり 97 件に対し、2 期では 44 件と約半減し、150 g から 249 g までの中等度の除水誤差も 232 件より 128 件と約半分に減少していた。±149 g 以内の許容範囲の除水誤差の件数は、1 期 671 件、2 期 828 件と増加していた。1 期と 2 期での ±250 g 以上の異常除水誤差の発生頻度について χ^2 検定を行うと、0.1% 以下の危険率で有意に 2 期で

図2 1,000回透析当りの除水誤差のヒストグラム

減少していた (表2)。

表3に ±250 g 以上の高度の異常除水誤差を示した件数とその原因を比較した結果を示す。1期での異常除水誤差 97 件の原因はコンソールの故障が 7 件、計算ミスや体重の測定ミス等の人為的ミスが 3 件、原因不明が 87 件であった。2期の 44 件の異常除水誤差の原因はコンソールの故障 3 件、人為的ミス 1 件、原因不明 40 件であった。コンソールの故障による異常除水誤差のみならず、人為的ミスや原因不明による異常除水誤差の件数も著明に減少していた。

バランステスト異常によるコンソールの修理件数を1期、2期で比較した結果を表4に示す。1期では、7件すべてが透析後異常除水誤差が見られた後の修理であったが、2期では透析後の修理は3件と減少し、バランステスト異常による透析前の修理が10件あった。すなわち、10件で透析後の異常除水誤差が未然に防がれたことになる。

1期、2期でのコンソールの修理箇所別の件数の比較を表5に示す。1期は全て透析後の修理で背圧弁の劣化による故障が3件、複式ポンプのポペットバルブへの微小片の付着による異常が2件、除水ポンプの異常が1件であった。2期でも修理箇所別の件数は同様の傾向であったが、4件の背圧弁の故障は全て、7件のポンプシステムの異常のうち5件が透析前に修理されていた。透析後の修理となった複式ポンプの2件はゴミの付着によるもので、透析前のバランステストに異常が見られなかったことより透析中に生じたものと考えられる。電磁弁によるバランステストの異常は1期、2期とも見られなかった。

表2 許容範囲除水誤差と異常除水誤差件数の比較

	許容範囲除水誤差発生件数	異常除水誤差発生件数
1期	903	97
2期	956	44

$$\chi^2 = 21.433 \quad p < 0.001$$

表3 両期間での ±250 g 以上の異常除水誤差を示した原因の比較

		異常除水の総誤差件数	透析装置故障	人為的ミス	不明
件数 (件)	1期	97	7	3	87
	2期	44	3	1	40

表4 バランステストの異常によるコンソールの修理件数の比較

	総件数	透析前の件数	透析後の件数
1期	7	—	7
2期	13	10	3

故障箇所：複式ポンプ、背圧弁等

1症例についての1期、2期でのバランステストと異常除水誤差の発生の状況を図3に示す。1期では、毎月のバランステスト施行時に異常は見られなかったが1988年5月5日の透析終了後の除水誤差が、-640 gを示した。透析後バランステストを行うと -30 cm/10分であり背圧弁の修理を行った。2期では、1988年11月25日の透析開始前のバランステストが -15.5 cm/10分と異常を示した。コンソールをチェックして複式ポンプの修理を行いバランステストが 0 cm/10分に改善してより透析を開始し、終了後の除水誤差は 0 gであった。

考察

当施設では1985年よりUFC付きコンソールを段階的に導入し1988年には全てのコンソールがUFC装備となった。その結果 ±100 ml/以内の正確な計画除水が日常的に可能となってきたが、ときに ±250 ml/以上の異常除水誤差を経験している。1988年5月までは毎月1回透析後にバランステストを施行していたが、異常除水誤差の出現にてバランステストの異常が見つかることが多かった。そこで1988年6月より毎朝透析前にバランステストを行うようにした。その結果4台の延べ1,000回透

表 5 透析装置の故障箇所

		背 圧 弁	複 式 ポン プ	除 水 ポン プ	脱 気 ポン プ	そ の 他	合 計
件数 (件)	1 期	3	2	1	0	1	7
	2 期	4 (4)	5 (3)	0	2 (2)	2 (1)	13(10)

() は透析開始前の修理件数

図 3 1 症例での 1 期, 2 期におけるバランステスト (BT) と異常除水誤差の発生状況

析当り 10 回で透析前の修理がなされ, 異常除水誤差を未然に防ぐことができた。毎朝バランステストを行うことは透析技師の負担を増すことになるが, 現在一人の透析技師がプライミング開始前の 30 分間で 22 台の DCS-22 と DBB-22 のバランステストを行っており, 慣れてくると十分可能である。

異常除水誤差に関係するコンソールの部位としては背圧弁, 複式ポンプ, 除水ポンプ, 電磁弁等があり, これらの異常はバランステストにてチェックできる³⁾。UFC の密閉回路に複式ポンプを使用している DCS-22 では, 摩耗したゴム素材が剥離して微小片となり, 複式ポンプに付着することがある。実際, 我々の検討では背圧弁の劣化とともに複式ポンプのポペットバルブへの微小片の付着が原因であった異常除水誤差が最も高頻度に見られた。齊藤ら⁴⁾は重曹透析にて長期使用している UFC 付きコンソールの故障による事故では電磁弁によるものが最も多く 70% を占めたと報告しているが, 我々の検討では見られなかった。これは我々の施設ではセントラルサプライのコンソールは全て酢酸透析を行っているための相違と考えられる。

また我々はバランステストに異常がなくても high flux membrane dialyzer (HFMD) 使用時に大量の除水

過剰が起こり得ることを報告した⁵⁾。HFMD では従来の透析膜に比べて少しのバランステストの異常で大量の異常除水誤差を生じることが考えられ, HFMD が普及してきている最近の状況ではさらに UFC のチェックが重要となる可能性がある。

異常除水誤差の原因の検討では 1 期, 2 期とも原因不明がそれぞれ 97 件中 87 件, 44 件中 40 件と大部分を占めているのが問題であるが, 月 1 回透析後にバランステストを行っていた 1 期と比較すると, 毎日透析前にバランステストを行うようになった 2 期では, 原因不明による異常除水誤差も半減している。このことはスタッフ全体の除水量に対する認識が向上し, 前後の体重や透析中の in, out のチェックがさらに正確になってきたものと考えられる。

慢性維持血液透析は患者がいつでも安心して平穩に受けられる治療法でなければならない。そのためには, 患者指導により安全な除水速度で血液透析が行われる範囲に透析間体重増加を抑えるよう実践させることが最も重要であるが, 異常除水誤差が頻発する状況においては厳格な指導は不可能である。現在我々はバランステストを含むコンソールの運転状況を記録した保守管理ノートや, 故障状況や対処方法をコンソールごとに記録した機械修理カルテを作製して保守管理にあたっているが, 日頃からの十分な透析機器の状態の把握と, 故障が生じた場合の迅速な対処のためさらに努力していく必要があると考える。

結論

1. 毎月 1 回透析後にバランステストを行っていた時期 (1 期) と比較して, 毎日透析前にバランステストを実施するようになった時期 (2 期) では異常除水誤差の頻度が 1,000 回透析当り 97 件より 44 件へ減少した。

2. 1 期では異常除水誤差発生してよりの透析後の修理が 7 件であったのに対して, 2 期では透析前のバランステスト異常により 10 件の修理がなされ, 透析後の修理は 3 件のみであった。

3. 原因不明による異常除水誤差の件数も 1 期の 87

件より 2 期の 40 件と半減しており、スタッフ全体の除水誤差に対する認識が向上したためと考えられた。

本論文の要旨は第 35 回日本透析療学会総会において発表した。

文献

- 1) 大貫純一，近藤清隆：我が国における透析装置の設置状況．第 32 回日本透析療学会総会抄録集，p 133，東京，1987
- 2) 上野幸司，矢吹良二，中村一路：血液透析患者の体重変化または飲水量算出用の計算尺．腎と透析 14：751-753，1983
- 3) 日機装株式会社：NIKISO 患者監視装置 MODEL DCS-21, 22 取扱説明書
- 4) 斎藤 忍，斎田幸男，千葉博志，勝又広明，宮本 彰，穴戸 洋，上田 仁，藤倉良裕，関野 宏：UF コントローラ付きモニターの過去 3 年間の事故及び不良箇所の検討．第 31 回日本透析療学会総会抄録集，p 186，東京，1986
- 5) 宮田安治，大河 勲，永見一幸，原田篤実：限外濾過制御装置（UFC）付きコンソールの除水精度に関する研究—High flux membrane dialyzer 使用時の除水過剰の原因について—．透析会誌 23：1163-1168，1990