

透析患者の術前水分管理と麻酔下における心機能測定

沼澤理絵*, 中尾康夫*

要 旨

著者らの施設では全身麻酔を予定された透析患者の術前日除水量を通常の2/3程度に設定している。透析患者の全身麻酔下における心拍出量および循環血液量を測定し、心機能の面から術前除水量に関して検討した。維持透析症例54例、腎機能正常症例20例において麻酔導入後パルス式色素希釈法により心機能測定を行った。透析症例の心拍出量、一回拍出量は腎機能正常症例と同程度に保たれていた。体重当たりの循環血液量は透析症例において有意に増加していた。前日の透析時に除水量を少なく設定した場合、全身麻酔下においても心拍出量は保たれ、血圧低下を抑制する方向に働くと考えられる。

はじめに

維持透析症例における麻酔管理上の問題点のひとつとして、循環動態の変動が挙げられる。特に低血圧は、臓器血流およびシャント血流保護の観点からも好ましくない。術中の低血圧は術前透析時の除水量とも関係すると考えられるが、麻酔管理面からの至適除水量に関する一定の見解はない。

著者らの施設では、手術予定前日の術前透析条件として基準体重 (Dry weight, 以下 DW) まで除水せず、平常時体重増加の1/3程度を残して終了している。DW とは透析患者の体液量管理における目標体重を指すが、絶対的な定義はない。一般的には「それ以上の限外濾過を行えば低血圧が生じるような体重」と定義されるが、臨床所見から

個々の状況にあわせて決定されているのが現状である¹⁾。

本研究では、維持透析症例において全身麻酔下における心拍出量及び循環血液量を測定し、心機能の面から術前除水量に関して検討した。

対象と方法

当院の定期手術症例 (2001年2月~12月) のうち、維持透析群として週3回の定期透析を受けている54例 (男性26例, 女性28例, 平均年齢63歳), および腎機能正常群として ASA クラス1~2の20例 (男性10例, 女性10例, 平均年齢57歳) を対象とした。維持透析群の平均透析期間は8年, 手術部位の内訳は, 四肢および股関節が33例 (ブラッドアクセス手術を含む), 腹部11例, 胸部2例, 頸部7例, 脊椎1例であった。腎機能正常群の手術部位の内訳は, 腹部13例, 胸部3例, 四肢, 股関節3例, 頸部1例であった。

維持透析群の術前透析は全例手術前日に施行した。透析条件としては DW まで除水せず, 平常時の体重増加の約1/3の水分量を残して終了した。即ち, 除水量を通常の透析時の2/3程度に設定した。(図1) 透析終了から当日の麻酔導入までは18~22時間であった。ヘモグロビンが10 g/dl に満たない症例では輸血を行って補正した。通常抗凝固薬としてヘパリンを使用しているが, 前日透析ではメシル酸ナファモスタットに変更した。

手術当日は朝から絶飲食とし, 維持透析群では輸液を施行しなかった。腎機能正常群では500 ml 程度の輸液を施行した。全例プロポフォールを用いて麻酔導入し, 気管挿管またはラリンジアルマスクにて気道確保を行った。麻酔維持はセボフルラン/亜酸化窒素で行った。心機能測定は麻酔導入後執刀前の安定期に DDG アナライザー (日本

* (医) 北楡会札幌北楡病院麻酔科

光電社製)を用いたパルス式色素希釈法にて行った。色素としてインドシアニングリーン (ICG) を経静脈的に投与し、心拍出量と循環血液量を測定した。統計学的処理には t 検定を用い、 $p < 0.05$ を有意とした。

結 果

維持透析群および腎機能正常群の年齢、体重、心拍出量 (CO)、心係数 (CI)、一回拍出係数 (SVI)、心拍数 (HR)、体重あたりの循環血液量 (BV) を表 1 に示す。一回拍出係数は維持透析群と腎機能正常群で殆ど差がなかった。有意差はなかったが維持透析群では頻脈傾向にあった。体重あたりの循環血液量は維持透析群で有意に増

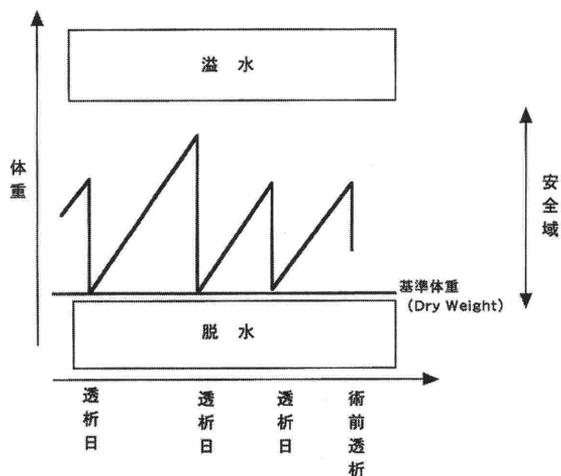


図 1 透析患者の体重変化と術前透析時の除水量設定
術前透析ではドライウエイトまで除水せず、透析間の体重増加の約1/3を残した状態で終了する
(参考文献⁷⁾、中尾康夫ら：維持透析患者の術前透析. より抜粋、一部改変)

加していた。維持透析群において麻酔導入後に収縮期圧が80 mmHg 以下の低血圧を呈した症例は、54例中13例 (24%)であった。導入時に収縮期圧180 mmHg 以上の高血圧を呈した症例も4例あった。導入後低血圧を呈した維持透析群の13症例のうち、心係数が 2.5 l/min/m^2 を下回ったのは6症例、循環血液量が 60 ml/kg 以下を呈したのは2症例であった。

考 察

維持透析患者は、透析による前負荷の変動、貧血、シャント血流など、慢性的な容量負荷状態にある。同時に高血圧、末梢循環不全などのために後負荷も増大しており、心仕事量が増加して潜在的な心不全状態にあると考えられる (透析心)。いわゆる透析心においては心肥大、心拡大が見られ、カテコラミン系、レニン・アンギオテンシン系などの体液性、神経性制御とともに代償機構が作用する。代償機構によってかろうじて循環系のホメオスタシスが保たれているわけである²⁾。

透析患者に対する全身麻酔の導入では循環動態の変動、特にシャント保護や臓器血流維持の観点から低血圧が問題となる。低血圧の原因として麻酔薬による心拍出量および末梢血管抵抗の減少が考えられるが、心拍出量の決定因子のうちで一回拍出量は特に前負荷の影響を受けるとされる。一方、麻酔導入時の循環血液量は DW の設定および術前透析時の除水量に影響される。麻酔管理面からの術前透析時の至適除水量に関しては、DW 以下に十分除水を行うことが望ましいとする考え方、DW を維持し、過度の水分除去による循環虚脱を避けることが望ましいとする考え方など様々

表 1 麻酔下における心機能測定値

	腎機能正常群 (n=20)	維持透析群 (n=54)
年齢	57±13	63±10
体重 (kg)	61.1±10.3	51.4±9.6 †
CO (l/min)	4.62±1.37	4.80±1.78
CI (l/min/m ²)	2.90±0.85	3.25±1.21
SVI (ml/beat/m ²)	39.15±11.26	40.50±13.87
HR (beat/min)	75±13	82±17
BV (ml/kg)	70.5±11.5	77.9±13.7 †

(mean±SD) † : $P < 0.05$

である³⁻⁵⁾。十分除水を行うことで輸液負荷を行いやすくなるが、全身麻酔において低血圧が多く見られるという報告もある⁴⁾。著者らは、術前透析の除水量を少なくして手術に臨んだ方が麻酔導入前後での血圧変動が少ないことを報告してきた⁶⁾。また、術前日の除水量を通常の2/3程度に設定しても約16時間の絶飲食の影響で相対的脱水に陥る可能性があることも報告している⁷⁾。

今回は著者らが設定している維持透析患者の術前除水量について心ポンプ機能の面から評価した。心機能測定にはパルス式色素希釈法を用いた。これはパルスオキシメトリの技術を応用して動脈血 ICG 濃度の定量を非侵襲的に行う方法である。鼻翼に装着したパルスオキシメトリプローブで経静脈的に投与された ICG の色素希釈曲線を測定し、心拍出量と循環血液量が同時に算出される⁸⁾。

今回の測定結果では、維持透析群の麻酔下における一回拍出量は腎機能正常群とほぼ同程度であり、循環血液量は有意に増加していた。Frank-Starling の機序によれば増大した静脈還流量に対応して一回拍出量も増加するはずである。しかしながら、今回の透析症例においては循環血液量の増加が常に一回拍出量の増加に結びついているわけではなかった。原因としては、心筋壁コンプライアンスの低下、静脈還流に対する抵抗、後負荷の増大などの因子が考えられる⁹⁾。一方で維持透析群では頻脈傾向にあった。心拍数の増加で心拍出量を維持しようとしていることがうかがえる。言い換えれば、心予備力は少ないことを意味しており、心拍出量を維持するための機構は容易に破綻する可能性がある。今回の研究で麻酔下において低血圧を呈した維持透析群の13症例のうち、心拍出量が減少していると考えられたのは6症例であった。そのうち、循環血液量が60 ml/kg以下を呈していたのが2例で、残り4例は70 ml/kg以上

に維持されていた。末梢動脈の脈波が不十分な状態ではパルス式色素希釈法による測定値は正確さに欠けるため一概に評価できないが、循環血液量が維持されているにもかかわらず心拍出量を維持できない症例も少なからずあると推測される。

結 論

術前透析の際の除水量を通常の2/3程度に少なく設定することで循環血液量及び心拍出量を維持し、全身麻酔下における低血圧を回避する方向に働くと考えられる。しかしながら症例によっては心予備力が少なく、溢水には十分注意しなければならない。循環系作動薬の使用を含めた慎重な周術期管理が大切である。また、パルス式色素希釈法は簡便で非侵襲的に循環血液量と心拍出量が測定できるため、水分管理を必要とする透析患者の循環モニタとして有用と思われる。

文 献

- 1) Charra B : 'Dry weight' in dialysis: the history of a concept. *Nephrol Dial Transplant* 13:1882-1885, 1998
- 2) 伊藤宏, 丸茂文昭: 長期透析合併症・偶発症の病態と治療 - 心不全. 腎と透析 49 (suppl) 慢性腎不全のすべて-2000: 533-535, 2000
- 3) 山野上 敬夫, 堀部まゆみ, 和泉博通ら: 透析患者の麻酔122例の経験. *麻酔* 38:1054-1050, 1989
- 4) 行岡秀和, 栗田 聡, 藤岡 貢: 慢性腎不全の術前透析と術中循環動態, 電解質の変動. *麻酔* 41:33-36, 1992
- 5) 多淵八千代, 北川裕利, 桑原一志ら: 整形外科透析症例の周術期管理. *麻酔* 44:588-593, 1995
- 6) 中尾康夫, 久木田和丘, 米川元樹ら: 透析患者定期手術の術前管理. *透析会誌*31(suppl):565, 1998
- 7) 中尾康夫, 沼澤理絵, 森本佳子ら: 維持透析患者の術前透析. 腎と透析 50:126-127, 2001
- 8) Haruna M, Kumon K, Yahagi N, et al : Blood volume measurement at the bedside using ICG pulse spectrophotometry. *Anesthesiology* 89:1322-1328, 1998
- 9) 山崎 力: 透析患者と循環器疾患 - 心肥大の発生機序に関する分子生物学. 腎と透析 41:27-31, 1996

Cardiac Function Under General Anesthesia in Chronic Hemodialysis Patients

Rie Numazawa*, Yasuo Nakao*

*Department of Anesthesiology, Sapporo Hokuyu Hospital, Hokkaido, Japan

Hemodynamic control of chronic hemodialysis (HD) patients is difficult under general anesthesia. We set up the preoperative fluid removal level at about 2/3 less than the usual fluid removal. We have reported that decrease of blood pressure during general anesthesia can be prevented in that way. There are some opinions about the volume of preoperative fluid removal. Accordingly, we measured blood volume (BV) and cardiac output (CO) under general anesthesia, and evaluated the conditions of preoperative fluid removal.

We evaluated 54 HD patients and 20 control patients undergoing scheduled operations. On preoperative dialysis with HD patients, fluid removal was performed to dry weight with an additional 1/3 of the

usual body weight increase. Time from the end of dialysis to anesthesia induction was 18-22 hrs. After induction of anesthesia with propofol /sevoflurane/nitrous oxide, CO and BV were measured by pulse dye- densitometry. Mean cardiac index (CI) was 3.25 ± 1.21 l /min/m² in the HD patients and 2.90 ± 0.85 l /min/m² in control patients. Mean BV of HD patients was 77.9 ± 13.7 ml/kg, which was significantly larger than 70.7 ± 11.5 ml/kg in control patients. Thirteen (24%) of the HD patients presented hypotension under anesthesia.

We consider that we can preserve CO in HD patients undergoing general anesthesia by reducing the volume of preoperative fluid removal, which helps to prevent severe hypotension.

Key words : Hemodialysis patients, Fluid removal volume, Cardiac output, Blood volume, General anesthesia

(Circ Cont 23 : 416~419, 2002)