慢性透析患者に対する冠動脈再建術の経験

山 本 晋 笹 栗 志 朗 弘 岡 泰 正 田 原 稔
 菊 地 憲 男 川 崎 志 保 理 渡 部 幹 夫 田 中 淳
 細 田 泰 之

慢性透析患者に対する冠動脈再建術において、体外循環中の血液濾過法(以下 HF)により、血液希釈率と電解質の管理を試みた。対象は 1988 年 1 月より 1989 年 12 月までの間に当科で施行した慢性透析患者に対する冠動脈再建術 7 例であり、症例の平均年齢は 53 歳、性別はすべて男性であった。慢性腎不全に対しては全例で術前より血液透析(以下 HD)を施行していたがこのうちの 1 例は入院後、さらに持続的腹膜透析(以下 CAPD)を施行し、HD との併用によって管理した。術中は体外循環回路にダイアライザーを組み込み、回路内輸血 ($1,270 \pm 372$ ml) および大量の輸液 ($12,657 \pm 3,966$ ml) と限外濾過による除水 ($18,300 \pm 5,628$ ml) によって電解質および血液希釈率の調整を行った。術後は第 3 病日までの間に全例で 2 回以上の HD を施行した。1 例で術後低 K 血症を認めたほかは手術中および手術当日の電解質は適正に保たれ、周術期の大きな血行動態の変化はみられなかった。体外循環中の HF は、術中 HD と比較してより簡便であり、短時間で施行できる点からも慢性透析患者における心臓手術に安全かつ有用な方法と考える。日心外会誌 23 巻 1 号 : 1-5 (1994)

Keywords : CABG, 血液透析, 血液濾過法, 限外濾過, 体外循環

Coronary Artery Revascularization in Chronic Hemodialysis Patients

Shin Yamamoto, Shirou Sasaguri, Yasumasa Hirooka, Minoru Tahara, Norio Kikuti, Shiori Kawasaki, Mikio Watanabe, Atsushi Tanaka and Yasuyuki Hosoda (Department of Cardiothoracic Surgery, Juntendo University School of Medicine, Tokyo, Japan)

We controlled the hemodilution and electrolyte levels during coronary artery revascularization in chronic hemodialysis patients by hemofiltration during the period of extracorporeal circulation. Subjects comprised 7 chronic hemodialysis patients (males, average age 53) undergoing coronary artery revascularization in our department from January 1988 to December 1989. All patients had been undergoing hemodialysis for chronic renal failure and in one patient, after admission, continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD) was additionally performed. During surgery, the dialyzer was equipped with an extracorporeal circulation circuit and the electrolyte level and hemodilution were adjusted using transfusion ($1,270 \pm 372$ ml). A large infusion volume ($12,657 \pm 3,966$ ml) was maintained and removal of water was carried out by ultrafiltration. After surgery, all patients underwent hemodialysis twice or more by the 3rd day of recovery. Concentrations of electrolytes were maintained at appropriate levels throughout the day of surgery except for one case of postoperative hypokalemia, but no marked changes in hemodynamics were observed during and after surgery. Hemofiltration during extracorporeal circulation is safe and useful in coronary surgery because it is simpler and requires less time than hemodialysis. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 23: 1-5 (1994)

慢性透析患者に対する冠動脈再建術は近年増加傾向にあり、手術適応も拡大している。術中および術後の血液浄化法は現在のところ各施設において種々に工夫されている。われわれは術中体外循環回路にダイアライザーを組み込み HF を行う

ことにより、周術期の水分および電解質の管理を試みたので報告する。

対象と方法

1988 年 1 月より 1989 年 12 月までの 2 年間に当科で行った冠動脈再建術 284 例のうち慢性透析患者に対するものは 7 例 (2.5%) であった。年齢

は 48 歳から 58 歳、平均年齢は 52 ± 4 歳 (mean $\pm$ SD)、平均体重 64 ± 7 kg であり全例男性であった。

術前状態は陳旧性心筋梗塞を既往とするものが 1 例、安定狭心症 3 例、不安定狭心症 4 例であり、左室駆出率の平均は $69 \pm 11\%$ であった。冠動脈危険因子は高血圧 5 例、糖尿病 2 例、高脂血症 7 例、喫煙 4 例、肥満 3 例であった。HD に至った慢性腎不全の原因は腎炎が 4 例、糖尿病性腎症 2 例、悪性高血圧によるものが 1 例であり HD の期間は平均 7.1 ± 3.3 年であった。血液浄化法は全例が HD であった。

入院後は 6 例で週 3 回の通常どおりの HD を行い、1 例は入院後より CAPD を導入し HD に代えて管理した。手術直前の透析の管理は 5 例が術前 4 日間で 3 回の HD を行い、2 例が術前 3 日間で 2 回の HD を行った。体外循環には膜型肺 (テルモ社製 Capiox E, Havey 社製 HF-5400 など) を使用し、非拍動流、灌流指数 2.2 l/min、灌流圧 $60 \sim 90$ mmHg で行った。充填液にはカリウム (以下 K) を含まない輸液製剤を使用し、1 例で無血充填を行った。体外循環中は血流希釈および電解質の管理、さらに uremic toxin の洗出しを目的に、生理食塩水とマンニトールおよび 25% アルブミン製剤の混合液を補充液として用い、人工心肺回路内に組み込んだ 2 基のダイアライザーによって HF (流量 200 ml/min、限外濾過圧 $150 \sim 200$ mmHg) を行った。このダイアライザー

は oxygenator と reservoir の間に 2 基を並列におき、濾過効率の増加を意図したものである。

今回われわれが使用したダイアライザー (東レ社製 BK-2.1) は有効面積が 2.1 m² であり、中分子物質の除去に優れているものである。心筋保護液は K 濃度 20 mEq/l のものを使用し、 $10 \sim 15$ ml/kg を初回注入量として以降約 30 分毎に $5 \sim 10$ ml/kg を追加注入した。術後の血液浄化法は全例で第 1 病日より HD を施行し、抗凝固薬にはメシル酸ガベキサート (以下 FOY) またはメシル酸ナフームスタット (以下 FUT) を使用した。術後数日間の HD は $100 \sim 200$ ml/分の流量で開始し、2~5 時間で除水量 $1,000 \sim 1,500$ ml を目標に行った。

結 果

手術直前の血清尿素窒素 (以下 BUN)、クレアチン (以下 Cr)、血清 K の値はそれぞれ 35.3 ± 10.1 mg/dl, 7.6 ± 1.1 mg/dl, 4.6 ± 1.0 mEq/l となり、また術前体重もほぼ dry weight に近い状態であった。術前の HD 中に狭心症を認めた症例はなかった。入院時のヘモグロビン濃度 (以下 Hb) は 9.8 ± 1.7 g/dl であり、術前に輸血を行った症例はなかった。入院後より CAPD を導入し HD に代えて管理した 1 例は十分な除水量が得られず心不全、肺水腫を起こしたため ECUM (extracorporeal ultrafiltration method) を施行し、HD と CAPD の両者にて管理した (表 1)。

表 1 対象症例の透析療法

Case	Age & sex	Extent of coronary disease	Etiology of nephropathy	Dialysis mode	Dialysis duration	Prior cardiac failure	Outcome
1	48 M	3 vessels	CGN	HD	10 y	—	alive
2	56 M	3 vessels	Hyper-tension	HD	4y	—	alive
3	58 M	2 vessels	Diabetes	HD CAPD ECUM	3 y	+	alive
4	50 M	3 vessels	CGN	HD	6 y	—	alive
5	53 M	Left main	CGN	HD	9 y	—	alive
6	48 M	3 vessels	CGN	HD	6 y	—	alive
7	57 M	2 vessels	Diabetes	HD	10 m	—	alive

HD: hemodialysis, CAPD: continuous ambulatory peritoneal dialysis, ECUM: extracorporeal ultrafiltration method, CGN: chronic glomerulo nephritis.

冠動脈再建術は平均バイパス本数 2.9 ± 0.7 本、体外循環時間 170 ± 13 分、大動脈遮断時間 85 ± 21 分であった。人工心肺の回路内充填液量は $2,100 \pm 173$ ml、心筋保護液の使用量は $1,828 \pm 621$ ml、回路内への輸血量は $1,270 \pm 372$ ml であった。体外循環中に電解質の調節のために用いた置換液量は $12,952 \pm 3,972$ ml、HF による濾過量は $18,300 \pm 5,628$ ml であり、体外循環中の除水量は $5,348 \pm 2,089$ ml となった (図 1)。

この結果、術前の Ht の平均値が $30.7 \pm 5.2\%$ であるのに対し、体外循環中の最低が $18.5 \pm 2.4\%$ 、体外循環終了時が $29.7 \pm 1.3\%$ であった。HF を使用した体外循環前後の BUN, Cr, K の値は BUN がそれぞれ 35.3 ± 10.1 mg/dl, 21.8 ± 6.0 mg/dl, Cr がそれぞれ 7.6 ± 1.1 mg/dl, 4.6 ± 1.2 mg/dl, 血清 K 値がそれぞれ 4.4 ± 0.5 mEq/l, 4.3 ± 0.5 mEq/l であったが、症例 1 では体外循環終了時の血清 K 値が 3.2 mEq/l であり、心室性不整脈の発生を認めた (図 2)。

第 3 病日までの BUN, Cr, K の推移を図 3 に示した。全例術後第 1 病日より HD を開始し、術後第 3 病日までの間に 2 回以上施行した。HD 施行中に血行動態の変化を認めたものは 2 例であった。1 例は第 1 病日の HD 開始後、収縮期血圧が 90 mmHg から 70 mmHg へと低下した。この間、自覚症状は認めず HD 終了時には収縮期血圧も 90 mmHg に回復した。1 例は第 1 病日に気管内チューブ抜管 2 時間後より HD を開始した症例である。抜管により収縮期血圧が 160 mmHg より 100 mmHg まで低下した後、HD を開始したところ、一時的に 50 mmHg まで血圧が低下した。この

時点でドブタミンを $3 \mu\text{g/kg/min}$ で開始し、濃厚赤血球液と 5% アルブミン製剤の輸血および輸液を行ったところ、ただちに血圧は 110 mmHg まで回復した。ドレーンからの排液量は 12 時間までが 460 ± 207 ml、ドレーン抜去時までの総排液量は 842 ± 350 ml であり、特に HD によって出血量が増加するような傾向は認められなかった。術後合併症として、症例 1, 3, 6, で一過性の心房細動や心膜切開後症候群を認めた。症例 4 では術後第 14 病日に十二指腸潰瘍を発症したが抗潰瘍剤の投与により治癒した。症例 2 は術後第 1 病日の

図 2 体外循環前後での BUN, Cr, K の変化

図 1 体外循環中の水分負荷と限外濾過量

図 3 術後早期の BUN, Cr, K の変化

HD 開始時より調節困難な高血圧 (収縮期圧 180~200 mmHg) が持続した。また、術後第 6 病日に心タンポナーデとなり再開胸術を施行した。術中所見では、心嚢液は血性ではなく漿液性であった。この症例は代謝性脳症と遷延する低酸素血症のため、術後 22 日間 ICU に滞在した。症例 5, 7 では術後合併症は認められなかった。術後の ICU 滞在日数は、再開胸術を施行した 1 例を除く 6 例は 4~5 日間であった。全例週 3 回の血液透析を再開し退院した。

考 察

現在行われている冠動脈再建術中の水分量および電解質の調節方法は体外循環回路に組み込むものとして、HD, ECUM, HF がある^{1,2)}。体外循環中の HD は体外循環回路にダイアライザーを組み込み、これに高流量の血液を流すことにより、2~3 時間という限られた体外循環時間内に透析効率を上げようとするものである^{3~6)}。体外循環中に ECUM による除水のみを行う方法と比較すると電解質の調節という点では優れている。しかし、この方法も術中の心筋保護液などの電解質負荷に対しては十分ではなく、注入された心筋保護液を冠静脈より吸引し体外循環回路外に廃棄するなどの手段⁷⁾をとる必要があり、手技が煩雑である。体外循環中の ECUM は HD に比べ簡便であるが、電解質の調節は除水に伴って行われるものであり、大量の電解質の除去を行えば循環血液量も減少する結果となる。電解質の調節を第一義的に考えるのであれば、体外循環中の電解質液の負荷を前提とした HF が合理的であり、uremic toxin の除去という HD と同様の効果も期待できる。

われわれの行っている術中 HF は ECUM と異なり、限られた体外循環時間内でも通常の HD とほぼ同等の効果が得られ、希釈率の調節も簡便である。心筋保護液などの電解質負荷に対しても十分な電解質の除去が可能で、慢性透析患者以外の冠動脈再建術とほぼ同様の手順で手術が行える。しかし、症例 1 のように体外循環中の HF による過剰な K の洗出しは、むしろ術後の低 K 血症を招来する可能性がある、この点で注意が必要である。

術後の血液浄化法は現在 PD を行う施設^{8~13)}と

HD を行う施設に分れるようである¹⁴⁾。HD は PD より透析効率がよくタンパク漏失も問題とならないが^{15~17)}、血行動態に対する影響が大きく、抗凝固薬使用による術後出血の危険性もある。一方、PD は HD と比較して血行動態に対する影響が少ないことが最大の利点である。血行動態の不安定な症例では PD の選択が有利とも思われるが、腹膜血流の低下による透析効率の低下も予想される。また術後の透析の開始時期については、出血や血行動態の安定といった面からはできるだけ遅らせることが望ましい。今回の 7 症例は全例術後第 1 病日に HD が施行された。体外循環中に HF を施行することにより、術当日に透析を必要とするような症例は経験されなかった。2 例で HD 中の血圧低下を認めたが、膠質液の輸液とカテコラミンの増量により速やかに血行動態は安定した。また、透析時の抗凝固薬としては FOY, FUT を使用した結果^{18,19)}、出血量の増加を認めた症例はなかった。

このほか術前管理が重要であることはいうまでもない。ことに術前の集約的血液透析は電解質の調節、uremic toxin の除去、体内水分量の調節に有効である。また貧血を改善してから手術に望むべきであるとする考えもあるが、血液希釈率自体は限外濾過による除水と回路内輸血により調節されるため、術前の狭心症が貧血により増悪しているような所見がなければ、必ずしも術前輸血は必要ないと考える。

結 論

7 例の慢性透析患者の冠動脈再建術において、体外循環中の HF により水分・電解質管理を試みた。1 例では、むしろ術後の低 K 血症を認めたが、術中から術後にかけて水分バランス・電解質は適正に保たれ、全例第 1 病日まで術後の初回透析を持ち越すことができた。術後経過は通常の冠動脈再建術と比較しても何ら遜色のないものと思われ、全例が術前と同様の透析方法に移行し退院した。以上のように HF は簡便性や効率などの点からも優れた術中血液浄化法と考える。

文 献

- 1) 後藤 武, 松本佑志, 土屋和彦ほか：冠動脈バイパス術中血液透析の経験—腎機能障害を有する切迫心筋梗塞の1治験例—。胸部外科 **38** : 890-894, 1985.
- 2) 幕内晴朗, 布施勝生, 小西敏雄ほか：PTCA 後緊急 A-C バイパス術を行った血液透析患者の1治験例。日胸外会誌 **33** : 1260-1266, 1985.
- 3) 小泉誠二, 浜田幸男, 竹岸亮善ほか：急性腎不全合併症例に対する血液透析を併用した心肺バイパスの経験。胸部外科 **36** : 915-918, 1983.
- 4) 須田昭夫, 東間 紘, 太田和夫ほか：血液透析患者における心内膜炎の2症例—2弁置換を行った1例を含めて—。外科 **37** : 317-321, 1975.
- 5) Soffer, O., MacDonell, R.G., Jr., Finlayson, D. C. et al. : Intraoperative hemodialysis during cardiopulmonary bypass in chronic renal failure. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. **77** : 789-791, 1979.
- 6) 飯田 司, 若山茂春, 神 敏郎ほか：慢性透析患者に対する開心術の麻酔経験。麻酔 **30** : 624-629, 1981.
- 7) Kopman, E. A. : Scavenging of potassium cardioplegic solution to prevent hyperkalemia in hemodialysis-dependent patients. Anesth. Analg. **62** : 780-782, 1983.
- 8) Crawford, F. A., Jr., Selby, J. H., Jr., Bower, J. D. et al. : Coronary revascularization in patients maintained on chronic hemodialysis. Circulation **55** : 684-687, 1977.
- 9) Zawada, E. T., Jr., Stinson, J. B. and Done, G. : New perspectives on coronary artery disease in hemodialysis patients. South. Med. J. **75** : 694-696, 1982.
- 10) 笹栗志朗, 安達秀雄, 漆久保潔ほか：血液透析中患者の開心術の1治験例。胸部外科 **34** : 36-40, 1981.
- 11) 倉橋真人, 杉村修一郎, 小沢勝男ほか：慢性腎不全患者に対する A-C バイパス術の1例。日外会誌 **88** : 1031-1035, 1987.
- 12) 竹村隆広, 遠藤真弘, 秋山一也ほか：持続携帯式腹膜透析 (CAPD) 症例に合併した切迫梗塞の2手術治験例。胸部外科 **40** : 297-302, 1987.
- 13) 高木 勇, 川副浩平, 小坂井嘉夫ほか：透析患者に対する開心術の検討。日胸外会誌 **35** : 1712-1718, 1987.
- 14) 浜田慎二, 浅原広澄, 多川 斉：透析患者における冠動脈バイパス手術の麻酔経験。臨床麻酔 **9** : 311-316, 1985.
- 15) 野尻明弘, 勝星弘忠：血液透析か腹膜透析か。ICU と CCU **5** : 873, 1981.
- 16) 太田和夫：透析療法とその周辺知識。南江堂, 東京, 1979.
- 17) 飯田喜俊, 佐谷 誠, 白井大録：標準透析療法。p. 140. 中外医学社, 東京, 1981.
- 18) 迫 裕孝, 中根佳宏, 沖野功次ほか：FUT-175 を使用した腎移植後血液透析。移植 **22** : 110-114, 1986.
- 19) 落合陽治, 戸梶昭博, 杉本清治ほか：急性腎不全の血液浄化法における FUT-175 による抗凝固法の検討。ICU と CCU **12** : 37-41, 1988.