

総 説

10 kg 以下の小児に対する急性血液浄化療法

永 淵 弘 之

神奈川県立こども医療センター集中治療科

Acute Blood Purification in Children Less than 10 kg

Hiroyuki Nagafuchi

Department of Critical Care Medicine, Kanagawa Children's Medical Center

Summary Recently, demands for acute blood purification in intensive care have increased and it is positioned as an important treatment in addition to circulatory and respiratory control. However, especially in children less than 10 kg, there is less administration of active acute blood purification. Success of the treatment in children up to 10 kg depends on the blood access and blood purification with optimal blood access proving effective in children with diverse pathological conditions. In the present study, we show the concrete cautions in children less than 10 kg undergoing the blood purification treatment and anticipate its further diffusion.

Key words: less than 10 kg, CRRT, high flow continuous hemodialysis blood access, anticoagulation

1. は じ め に

近年、集中治療における急性血液浄化療法の需要は高まっており、循環管理、呼吸管理に並ぶ重要な治療手段として位置づけられている。最近では腎機能の代償 (renal indication) としてだけでなく、高サイトカイン血症などの病態に対する治療効果 (non-renal indication) も指摘されており、血液浄化療法の果たす役割は極めて大きなものになっている。ただし、小児においては血液浄化療法を要する機会がそれほど多くないため、経験が蓄積されておらず、血液浄化療法が積極的に行われることは少ない。特に 10 kg 以下の小児においては血液浄化療法の施行は困難であるとの印象が強いようである。しかし、これまでに我々は 10 kg 以下の小児であっても血液浄化療法は安全に施行可能であることを報告してきており、成人に対する血液浄化療法に習熟している施設であれば十分対応できると考えている。本稿では当施設における 10 kg 以下の小児 (低体重児) に対する血液浄化療法の実際を提示し、若干の文献的考察を加える。

2. ブラッドアクセスの確保とカテーテルの選択

2.1 ブラッドアクセスの確保

低体重児に対する血液浄化療法の成否は適切なブラ

ッドアクセスの確保が全てといっても過言ではない。動脈脱血を勧める向きもあるが、動脈は攣縮を起こしやすく、特に低体重児においては血管径が細いため、安定した血流の確保は期待しにくい。原則としてブラッドアクセスは中心静脈ラインに血液浄化療法用のダブルルーメンカテーテル (FDL flexible double lumen catheter) を留置する。中心静脈 (内頸静脈、鎖骨下静脈、大腿静脈) ラインの確保の際には超音波で描出し、皮膚に穿刺点をマーキングするか、あるいは超音波ガイド下に穿刺する。カテーテル留置後は X 線写真にてカテーテル先端の位置を確認する。先端部の目安として内頸静脈、鎖骨下静脈の場合には上大静脈から右房移行部付近、大腿静脈の場合には第 3~4 腰椎レベルが適当であると思われる。

2.2 カテーテルの選択

FDL は脱血部位によりサイドホール型とエンドホール型に大別される。特に大腿静脈をブラッドアクセスとする場合、低体重小児においては中心静脈といえども血管径は細く、側孔から脱血を行うサイドホール型ではしばしば脱血不良を起こすため、カテーテル先端部から脱血するエンドホール型が第一選択である。また、体格によって中心静脈の血管径が異なることから、カテーテルサイズの調節が必要となる。表 1 に 1 例として体重別の推奨カテーテルサイズを示した。

表1 体重別推奨カテーテル

サイズ	長さ	型	名称	販売会社	対象
5.5 Fr (15 G)	8 cm	サイドホール	EXCV カテーテル	日本シャーウッド	2 kg 以下
6 Fr	10 cm	サイドホール	ベビーフロー	ユニチカ	2~10 kg
7 Fr	10 cm	エンドホール	トルネードフロー	日本シャーウッド	5~15 kg

表2 血液プライミングの組成

- ① カテコラミン投与量が少ない場合 (ドパミン 5 $\mu\text{g/kg/min}$ 以下)
RCC-LR (単独)
- ② カテコラミン投与量が多い場合 (ドパミン 5 $\mu\text{g/kg/min}$ 以上)
- 1) 血清アルブミン値 3.5 g/dl 以上の場合
RCC-LR+FFP (RCC-LR : FFP=1 : 1)
- 2) 血清アルブミン値 3.5 g/dl 以下の場合
RCC-LR+25%アルブミン (RCC-LR : Alb=3 : 2)
- 注 1) RCC-LR を使用する際、RCC-LR の K 濃度は高値であることが多いため、K 除去が必要となる。
i) K 除去フィルター (川澄化学) にて K を除去する
ii) RCC-LR で回路内を満たした後、脱血路と返血路を三方活栓で接続し、回路内血液に透析を施行する
(Qb: 50 ml/min, Qd: 1,500 ml/h の条件で 5~10 分施行)
- 注 2) 体重 5 kg の患者さんの場合
i) 循環血液量 (ml) = 5 (体重) $\times$ 80 = 400 ml
ii) PV の希釈限界 (ml) = 400 (ml) $\times$ 0.1 = 40 ml
→すなわち、PV が 40 ml を超える場合、血液プライミングを要する

3. プライミング

3.1 プライミング溶液の選択

血液浄化療法の開始に際してはモジュールおよび回路の洗浄が必要である。成人においては生理食塩液で洗浄後、そのまま治療開始となるが、低体重小児においてはプライミング溶液を生理食塩液から変更する場合が多い。回路およびモジュールの容量 (プライミングボリューム: PV) が循環血液量に比べて相対的に多い場合、血液が希釈され、ヘマトクリット値の低下や膠質浸透圧の低下などから血圧低下を招く。通常 PV が循環血液量の 10% を超える場合、濃厚赤血球液 (RCC-LR) やアルブミン溶液でプライミング溶液を置換する (血液プライミング)。循環血液量の算出は新生児 85 ml/kg, 乳児 80 ml/kg の概算式から求める。血液プライミングの組成としては、RCC-LR 単独, RCC-LR+新鮮凍結血漿 (FFP), RCC-LR+25%アルブミン液などがあり、その使い分けは表 2 に示した。

3.2 血液プライミングの意義

① ヘマトクリット値 (Ht) の低下を防ぐ

Ht の低下は酸素運搬能の低下を意味し、重症患者においては病態の悪化につながりかねない。可能な限り、Ht の低下を防ぐ必要がある。ただし、血液浄化療法においては、Ht の高値は血液粘度の上昇から、

モジュール寿命の短縮につながる可能性があるため、著しい高値は望ましくない。目標とする Ht は、新生児 40~45%, 乳幼児 30~40%, 学童 25~35% 程度である。

② 開始時の低血圧 (initial drop) を防ぐ

低体重児では体外循環開始時に血圧低下をきたしやすい。モジュールと接触することによって活性化された白血球が肺の血管床に接着し、血管拡張物質 (ブラジキニン) が産生されるために血圧低下をきたすという機序が推定されているが、高用量のカテコラミン投与例などではカテコラミンを含んでいないプライミング液による血中カテコラミン濃度の低下によって低血圧をきたすという機序も考えられる。体外循環開始前にカテコラミンを増量 (1.5 倍程度) しておくだけでなく、血液プライミングによって Ht の低下を防いだり、膠質浸透圧を保つようにすることで血圧低下の程度を軽減できる。

4. 抗凝固薬

4.1 抗凝固薬の作用およびモニタリング

血液は血管外に出ると凝固する。すなわち血液浄化療法は根源的に血液凝固システムをいかにコントロールするかという問題をかかえている。出血傾向を助長しない範囲でいかに十分な抗凝固活性を維持するかを考える必要がある。抗凝固薬の作用としては、Xa 因

子とトロンビンの抑制が最も重要である。トロンビンを強力に阻害すると出血傾向をきたすことが知られている。そのため、出血傾向をきたさないで十分な抗凝固活性を得るには Xa 因子活性を十分抑制し、トロンビン活性を適度に抑制することが望ましい。近年 Xa 因子は Protease activated receptor 2 (PAR 2) を介して炎症反応を増悪させる作用を有することが明らかとなっており¹⁾、抗炎症という観点からも Xa 因子の阻害作用を重視すべきであると考えられる。また、アンチトロンビンが PGI₂ を介して抗炎症作用を発揮することも知られるようになり、特に DIC を合併した場合、アンチトロンビン活性を維持することが重視されるようになってきている。ヘパリンはアンチトロンビンの存在下に抗凝固活性を発揮するため、アンチトロンビンを消費してしまう。すなわち病態生理の点からは DIC あるいは DIC 傾向にある場合、ヘパリンの使用は控えるべきと考えられる。

抗凝固薬の投与量のモニタリングとしては、ACT (activated clotting time) が一般的である。ACT は患者血液で 150～200 秒、回路内血液 (モジュール後) で 200～250 秒程度とする。ただし、主に Xa 活性を抑制することで抗凝固活性を発揮する低分子ヘパリン (LMWH) とダナパロイドナトリウム (DS) を使用する場合には、ACT は指標とならず、抗 Xa 活性をモニタリングしなければならない (現在抗 Xa 活性をベッドサイドでモニタリングする装置はない)。通常 ACT の測定には 2 ml の検体量が必要であるが、小児においてはできるだけ検体量を少なくする必要があり、ヘモクロン 401 (0.5 ml/回)、ヘモクロンシグニチャー (0.05 ml/回) などの使用が望ましい。

4.2 抗凝固薬の種類

現在、本邦で血液浄化療法に使用されている抗凝固薬は、ヘパリン類 (ヘパリン、低分子ヘパリン、ダナパロイドナトリウム) と合成抗トロンビン薬 (メシル酸ナファモスタット) に大別される。

① 未分画ヘパリン

アンチトロンビンの存在下に強力なトロンビン阻害効果を発揮する (抗 Xa : 抗トロンビン = 1 : 1)。アンチトロンビン活性が低いと作用が減弱することとトロンビンとの結合が不可逆であることから、投与量が多いと容易に出血傾向をきたす点が問題である。利点はプロタミンという拮抗薬を有することであり、調節性に優れる。半減期は約 1.5 時間。

〔投与方法〕持続投与：10～20 U/kg/h (開始時：

20 U/kg)

② 低分子ヘパリン (LMWH)

LMWH は主に Xa 因子を阻害することによって抗凝固活性を発揮する (抗 Xa : 抗トロンビン = 4 : 1)。そのため、未分画ヘパリンと異なり、アンチトロンビン活性が低くとも効果が期待される。半減期がヘパリンの 2 倍程度で調節が難しいことと ACT を用いた簡便なモニタリングができない点が問題である。

〔投与方法〕持続投与：3～10 U/kg/h

③ ダナパロイドナトリウム (DS)

DS は現時点で最も優れた抗 Xa 活性を有する抗凝固薬である (抗 Xa : 抗トロンビン = 22 : 1)。低分子ヘパリンと同様、半減期が長いことと (約 20 時間)、ACT をモニタリングに使用できないことが問題である。抗 Xa 活性を 0.4～0.8 程度で管理する。

〔投与方法〕静注投与：50 U/kg (1 日 1～2 回) または、持続投与：3～4 U/kg/h

④ メシル酸ナファモスタット (NM)

NM は合成抗トロンビン薬であるが、抗トロンビン活性はそれほど高くないため、出血傾向をきたしにくいことが特徴である。半減期も 5～8 分程度と調節性に大変優れ、現在本邦における血液浄化療法では最もよく使用されている。分子量は 500 D 程度であり、透析性があるため高流量の透析を行う場合、投与量を増やさなければならない。

〔投与方法〕持続投与：0.3～1.0 mg/kg/h

4.3 投与方法

近年、血液浄化量が増加される傾向にあり、透析性のある抗凝固薬は以前に比べ増量して投与する必要性が生じている。急性血液浄化療法における小児の抗凝固薬としては、NM を基本薬剤とし、ACT にて投与量を調節する (20% ずつ増減して 30 分後に ACT を確認)。ACT のコントロールが不良で NM の必要量が 1.0 mg/kg/h を超える場合には他の抗凝固薬の併用を考慮する。表 3 に NM に併用する際の各抗凝固薬の開始時量を示した。

表 3 各凝固薬の開始時投与量

	単位	低流量時	高流量時
NM	mg/kg/h	0.3	0.5
H	U/kg/h		10
LMWH	U/kg/h		4
DS	U/kg/h		3.5

NM：メシル酸ナファモスタット、H：未分画ヘパリン、LMWH：低分子ヘパリン、DS：ダナパロイドナトリウム。

5. 治療条件

5.1 治療モードの選定

血液浄化療法には様々な治療モードが存在し、それぞれが長所短所を有する。現在小児に対して施行されている血液浄化モードとしては hemodialysis (HD: 血液透析), hemofiltration (HF: 血液濾過), hemodiafiltration (HDF: 血液濾過透析), exchange transfusion (ET: 交換輸血), plasma exchange (PE: 血漿交換), エンドトキシン吸着 (PMX) などがある。各々の特徴を理解し、病態に適した治療モードを選択するよう心がける必要がある。

① HD vs HF

通常、HF に比べ HD は低分子除去効率に優れるとされている。HF ではクリアランスの最大値は分子量の大小 (分子量 10^4 程度のものまで) に関わらず 80~90 ml/min で一定である。すなわち、80 ml $\times$ 60 min=4,800 ml/h 程度 ($\approx$ 5 L/h) のクリアランスとなる。よって、Qd=5 L/h までであれば、HF であっても HD に十分匹敵する低分子物質の除去が可能であり、急性血液浄化療法で施行される程度の浄化量では HD と HF の間に差はないといえる。ただし、小児においては以下のような点を考慮する。

A) HF における浄化量は血液濃縮の点から脱血速度 (Qb) に規定される

濾過速度 (Qf) を大きくすると血液が濃縮し、血液粘度の著しい上昇をきたすため、Qf は Qb の 20~30% 程度が最大量となる。例えば 5 kg の小児で Qb=20 ml/min が得られたとすると、Qf の最大量 (Qf max)=Qb $\times$ 0.3=20 (ml/min) $\times$ 60 (min) $\times$ 0.3=360 ml/h となる。一方 HD では Qd は Qb の値に関係なく増量が可能である。ただし、Qd を Qb の 3 倍以上とすると溶質除去効率が頭打ちとなることが知られており、Qd の最大量 (Qd max) は Qb $\times$ 3.0=20 (ml/min) $\times$ 60 (min) $\times$ 3=3,600 ml/h と考えることができる。一定の Qb のもとでは Qd max と Qf max の間には 10 倍の開きが生じる。

B) HF は濾過圧によるモジュールへの負担が大きい

HF では血液に圧力をかけて膜の外側へ血漿をこし出す。一方 HD では透析液により血液が洗浄されるだけであり、モジュール膜への負担は HF の方が高い。実際 HF の方が TMP の上昇が顕著である。膜への負担が高くなるとモジュール内に凝血を起こしや

すくなり、モジュール寿命が短縮する。我々の経験では Qf を Qb の 20% とすると 12~24 時間で TMP の上昇をきたし回路交換が必要となる。回路交換の度に initial drop に晒され、水分負荷が増すこととなる。そのため当施設では Qf の上限を Qb の 15% 程度としている。

上記の 2 点を考慮すると小児においては HD の方が安定した血液浄化療法を行うことができると考えられる。更に機能面において HD は以下の点で HF に優っている。

(1) 低分子除去 (アンモニア、乳酸)

小児に特有な血液浄化療法を必要とする疾患として先天性代謝異常症がある。これらの疾患ではアンモニア (MW: 17), 乳酸 (MW: 90) などの上昇が特徴であるが、これらの低分子物質の除去には HD が優れる。

(2) 電解質コントロール

電解質は低分子であるため、HD では K だけではなく Na, Ca, P, Mg などの電解質コントロールを行いやすい。

(3) 水分コントロール

水分コントロールを適切に行うには長時間にわたり安定した血液浄化療法ができなければならない。その点 HD であれば HF に比べてモジュール寿命が長く、回路交換頻度も低いいため安定した水分コントロールが可能となる。

当施設では血液浄化療法の役割として上記 3 項目 (低分子除去、電解質コントロール、水分コントロール) を重視し、High flow continuous hemodialysis (HF-CHD) を第一選択としている。後述するように電解質、凝固因子などの補充を必要とする場合、それらの補充を補液ラインから行っており、その際には High flow continuous hemodiafiltration (HF-CHDF) となる。当施設における血液浄化療法の治療条件を表 4 に示した。

表 4 当施設における小児血液浄化療法の治療条件

HF-CHD/HF-CHDF 治療条件		
Qb	2~5 ml/kg/min	
Qd	6 時間まで	1.0~1.5 $\times$ Qb
	6~12 時間	0.5 $\times$ Qb
	12~24 時間	50~100 ml/kg/h
	24 時間以降	30~50 ml/kg/h
Qf	0.15 $\times$ Qb 以下	

② PE

PEは血漿成分の置換を目的としているため、分子量15万D程度の分子まで除去可能である。サイトカインをはじめとする大分子の除去では最も効果の期待できる治療法であるが、HFと同様に置換速度が脱血流量によって規定されるため、溶質のクリアランスを高めるためにはQbを大きくしなければならない。“サイトカイン除去目的のPE”という表現がなされることがあるが、PEによるサイトカインクリアランスは内因性クリアランスに比較すると低値であり、サイトカイン除去という効果機序には疑問が残る。我々はむしろPEの有用性はアルブミンや凝固因子といった血漿タンパクの補充にあるのではないかと考え、当施設ではPEの適応を劇症肝不全や重症DICといった凝固因子の不足が著しい病態としている。

③ PMX

元来、エンドトキシンショックに対する治療アイテムとして開発されたが、近年ではグラム陽性菌による敗血症性ショックやARDSなどに対する治療効果も報告されるだけでなく、6時間以上の長時間治療による効果も報告されるようになり、適応病態は拡大される傾向にある²⁾。ただし、PMXはあくまでも吸着療法に過ぎず、電解質や水分のコントロールを行うことはできないため、低体重児で無尿を呈している症例に対しての適応は慎重になるべきである。PMXから他の血液浄化療法への変更には回路交換に伴う血圧低下を惹起する恐れがあるため、最初からPMXカラムと持続血液浄化療法用のカラムを直列に接続して治療を開始するか、あるいは持続血液浄化療法のみを施行する。当施設では高流量の持続血液浄化療法のみでPMXと同等の効果が得られるため、低体重児に対してはPMXを施行しない方針としている。

5.2 治療条件設定

① 血液浄化量

近年、血液浄化量を増加させることによって、重症患者の救命率が上昇することが示されるようになり、小児においても高流量の条件設定で治療を行うことが

推奨される。“高流量にすることによってサイトカイン除去効率が増す”という仮説に伴って欧米の研究では中～高分子物質（サイトカインを含め）の除去を目的として濾過流量の増加（High volume CHF, HV-CHF）を計っているが、川崎医大の小野らにより、低分子物質の除去作用しか有さないCHDであっても透析流量を増加させる（40 ml/kg/h）ことによって、HF-CHFと遜色のない治療効果が得られることが報告され³⁾、サイトカイン除去が血液浄化療法の効果機序であるかどうかは依然混沌としている。我々も心臓外科術後、急性脳症やARDSなどに伴う多臓器不全患者に対するHF-CHD（200～300 ml/kg/h）により循環不全の改善や肺酸素化能の改善を得ており（図1, 2）、濾過（filtration）は必ずしも必要ではないとの印象を持っている。すなわち血液浄化量を増やすことこそが重要であって、濾過（filtration）と透析（dialysis）の効果に差はないのではないかとということである。では、血液浄化量はどこまで増量すればよいのであろうか。表5に高流量が有効であったとする主な報告を示した⁴⁻⁷⁾。欧米ではRatanarat⁴⁾やReiter⁵⁾らのように約100 ml/kgのHigh volume CHFを短時間行うPulse high-volume hemofiltration（PHVHF）の有効性が注目されている。一方、本邦において西田らはHigh Performance HDFとして65例の多臓器不全患者（SOFA score: 10.1 ± 3.2 ）を対象にQb: 150 ml/min, Qd: 24 L/h, Qf: 1.5 L/hの条件（QdはQbの2.6倍、QfはQbの17%）で1クール10時間の治療を行い、救命率83.1%という極めて良好な成績を収めている⁷⁾。Roncoらは短時間に大量の血液浄化を行うことによってサイトカインの血中濃度を急激に低下させ生体の処理できるレベルまで到達させるというpeak concentration hypothesisを提唱しており⁸⁾、それらの報告はこの仮説を裏打ちしているとも考えられる。ところで、欧米の報告では濾過流量を増加させ、一方西田らは透析流量を高く設定している。どちらも良好な成績を収めており、現時点では治療モードによる治療効

表5 高流量血液浄化療法

報告者	対象	モード	Qb (ml/min)	Qf (ml/kg/h)	Qd (ml/kg/h)	治療時間 (高流量)
Ratanarat et al ⁴⁾	Sepsis	CHF	250～300	85	—	6～8 h
Reiter et al ⁵⁾	Sepsis	CHF	300～450	100	—	4～8 h
Honore et al ⁶⁾	MODS	CHF	450	140	—	4 h
西田ら ⁷⁾	MODS	CHDF	150	20	350	10 h

果の優位性は明らかではない。治療モードによる有効性に差がない以上、現時点における小児に対する血液浄化モードとしては回路交換頻度の少ない、HF-CHD または HF-CHDF が推奨される。そこで、当施設では多臓器不全であっても HF-CHD を第一選択としており、電解質異常が生じた場合や凝固因子を補充したい場合に HF-CHDF を行うこととしている（表 4）。

② 低体重児に対する治療の工夫

（１）電解質のコントロール

前項でも述べたように当施設では低体重児に対して HF-CHD を標準治療としている。透析液流量を増加させることにより、低 K 血症、低 P 血症、低 Mg 血症などの電解質異常をほぼ全例で認める。その補正にあたり、当施設では CHDF の補液ラインからソルデム 3 号液やフィジオ 35 などの電解質液を投与している。補液による水分負荷は除水量を増やすことによって相殺することができるため、水分バランスの増加をきたすことなく電解質の補正が可能となる。一方、澤田らは透析液中に電解質補正液を混注することにより電解質のコントロールを行い、良好な管理を可能にしている⁹⁾。

（２）凝固因子の補充

重篤な DIC 症例に対しては CHDF の補液ラインを利用して FFP の補充を行うことが可能である。多臓器不全例においては高頻度に DIC の合併がみられ、DIC の改善が救命できるかどうかの鍵を握ることも多い。このような多臓器不全に合併した DIC に対して凝固因子の補充を行いたい場合、補液ラインからの FFP 投与は水分負荷をきたさずに凝固因子の補充が可能であり、我々の経験でも凝固データの著しい改善が得られている。ただし、あくまでも CHDF であるため、血漿交換のように大量の FFP を補充した場合には著明な高蛋白血症をきたす。成人においてはエバキューア（クラレメディカル）という凝固因子の保持が可能な血漿交換用カラムが発売されており、高蛋白血症をきたさずに凝固因子の大量補充が可能である。この特殊な血漿交換は江口らが plasma diafiltration として、劇症肝不全や敗血症などでの有用性を報告しているが¹⁰⁾、プライミングボリュームが 80 ml と大きく、低体重児への使用は注意が必要である。成人用の 1/2～1/3 小容量のカラムが開発されれば低体重児への使用も容易になり、血液浄化療法の適応病態の拡大につながると思われる。

6. 多臓器不全に対する治療成績（表 6）

平成 16 年 1 月から平成 18 年 12 月までの 3 年間に 10 kg 以下で多臓器不全により ICU 入室となった低体重児 25 例に対して血液浄化療法を施行した。血液浄化モードは HF-CHD、Qd は Qb の 1.0～1.5 倍とし、6 時間後より減量した。対象 25 例中 20 例が renal indication（心臓外科術後 14 例、敗血症 3 例、慢性腎不全急性増悪 2 例、心肺停止蘇生後 1 例）、5 例が non-renal indication（高アンモニア血症 3 例、インフルエンザ脳症 1 例、劇症肝不全 1 例）であった。年齢は 1.3 ± 1.3 歳（日齢 2～4 歳 1 ヶ月）、体重は 5.4 ± 2.3 kg（2.6～10.0 kg）であった。不全臓器数は 3.1 ± 1.1 、小児の重症度スコアである PELOD score は 28.7 ± 14.8 であり、PELOD score による予測死亡率は $52.9 \pm 41.5\%$ であった。しかし、実際の 28 日死亡率は 24.0%（6/25 例）と PELOD score による予測死亡率を下回り、小児多臓器不全に対する HF-CHD の有用性が示唆された。また、HF-CHD に

表 6 治療成績

プロフィール	
対象症例	25 例
年齢 (y)	1.3 ± 1.3 (Day 2～4.1)
体重 (kg)	5.4 ± 2.3 (2.6～10.0)
不全臓器数	3.1 ± 1.1
PELOD score	28.7 ± 14.8
救命率 (28 日目)	76.0%
血液浄化療法	
血液浄化モード	CHD
Qb (ml/kg/min)	3.2 ± 2.5
Qd	(1.2 ± 0.6) Qb [274 ± 62.4 ml/kg/h]
治療時間 (時間)	87.2 ± 113.4
回路寿命 (時間)	42.6 ± 21.0

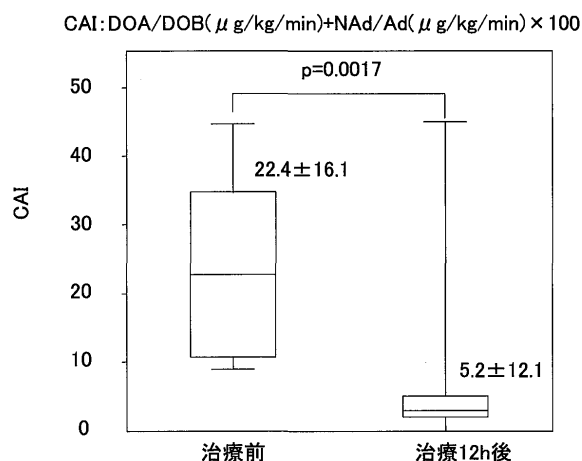


図 1 HF-CHD による循環不全の改善

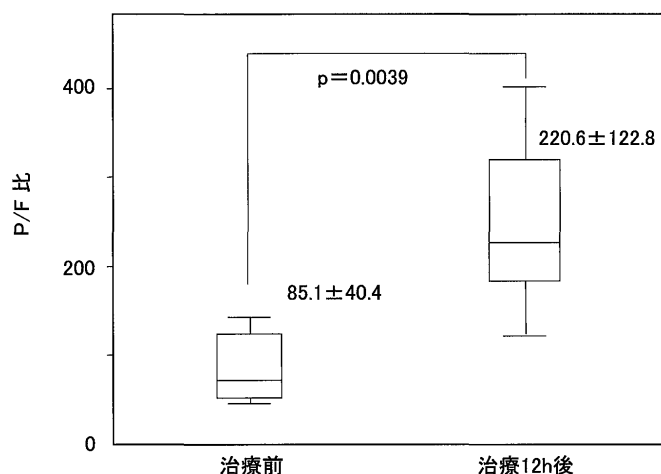


図2 HF-CHDによる肺酸素化能の改善

よる短期的な効果として、循環不全の改善（図1）、肺酸素化能の改善が得られており（図2）、HF-CHDは複雑な病態を呈する多臓器不全に対する有効な治療手段になりうると考えられた。

7. お わ り に

本稿では当施設における体重10 kg以下の低体重小児に対する血液浄化療法の実際を提示した。低体重小児に対する血液浄化療法はブラッドアクセスの確保が最も問題となる。また、最近の市販されているコンソールは流量バランスの精度が高く、新生児に対しても安全に使用が可能である。以前は血液浄化用の回路といえば成人用のものしかなく、小児に対して用いる場合には容量を減らすために回路を切り貼りして用いたが、現在では小児用の回路を既製品として手に入れる

ことができるようになった。以前に比べると煩雑さがなくなったことから、今後低体重児に対する血液浄化療法の普及が期待される。

文 献

- 1) 丸藤 哲：DICにおける臓器障害発症機序の多様性を探る, DIC治療の新たな戦略, 丸藤哲編, 先端医学社, 東京, 2004, 2-12
- 2) Cruz DN, Perazella MA, Bellomo R, et al: Effectiveness of polymyxin B-immobilized fiber column in sepsis. *Crit Care* **11**: R 47-R 58, 2007
- 3) 小野淳一, 相馬佳代子, 阿波加和美, 他: 敗血症ショック症例に対する High Volume Continuous Hemodialysis の有用性. *ICU と CCU* **25**: S 42-S 43, 2001
- 4) Ratanarat R, Brendolan A, Piccinni P, et al: Pulse high-volume haemofiltration for treatment of severe sepsis. *Crit Care* **9**: R 294-R 302, 2005
- 5) Reiter K, Dintini V, Bordonni V, et al: High-volume hemofiltration in sepsis. *Nephron* **92**: 251-258, 2002
- 6) Honore PM, Jamez J, Wauthier M, et al: Prospective evaluation of short term, high volume isovolemic hemofiltration on the hemodynamic course and outcome in patients with intractable circulatory failure resulting from septic shock. *Crit Care Med* **28**: 3581-3587, 2000
- 7) 西田 修, 中村智之, 栗山直英, 他: High Performance HDF の適応を模索して. *ICU と CCU* **31**: S 66-S 68, 2007
- 8) Ronco C, Tetta C, Mariano F, et al: Interpreting the mechanisms of continuous renal replacement therapy in sepsis: The peak concentration hypothesis. *Artif Organs* **27**: 792-801, 2003
- 9) 澤田真理子, 深山雄大, 山内豊浩, 他: 小児持続血液濾過透析における透析液への P, Mg 製剤添加の意義と問題点. *ICU と CCU* **31**: S 236-S 239, 2007
- 10) 江口 豊, 五月女隆男, 吉岡豊一, 他: Plasma Diafiltration の多施設による有用性の検討. *ICU と CCU* **31**: S 14-S 16, 2007