

急性血液浄化の治療戦略 －救急集中治療医の立場から

千葉大学大学院医学研究院
救急集中治療医学

○仲村将高, 織田成人, 貞広智仁, 渡邊栄三, 安部隆三, 中田孝明
森田泰正, 松村洋輔, 内山なつみ, 平澤博之

【要旨】

Critical careにおいて、急性血液浄化法は様々な場面で活用されているが、その中でも持続的血液ろ過透析（CHDF）は中心的なものである。当初、CHDFは重症患者においてマイルドでかつ持続的に行う腎補助療法として導入されたが、現在ではそれ以外にも様々な形で、様々な病態における病因物質の除去に応用されている。代表的な病態として敗血症性ショック等の高サイトカイン血症が関与しているものが挙げられる。サイトカイン除去を目的とした血液浄化法にはPMMA膜hemofilterを用いたCHDF（PMMA-CHDF）が有効であり、高サイトカイン血症が著明な場合には、血液浄化器膜面積を増加させる事によってサイトカイン除去能を強化している。また、病因物質除去の対象となるそのほかの病態として急性肝不全が挙げられ、この急性肝不全に対しては透析液流量を増加させたhigh flow dialysate CHDF（HFCHDF）を行い肝性昏睡物質の除去を強化してきた。最近ではon line HDFの実施も試みている。以上のようにそれぞれの病態に応じて、CHDFの施行法を変化させ、時として施行条件を様々な形で強化している。CHDF装置はコンパクトかつポータブルである事から、救急外来や手術室でも施行可能であり、実際にも行っている。そのほかにもCHDF装置を2台使用し、血漿交換とCHDFを直列に使用する事で重症患者に対してもマイルドに血漿交

換、すなわちslow plasma exchange（SPE）+CHDFを施行する事が可能である。最近では経皮的心肺補助装置（PCPS）を装着した呼吸循環が極めて不安定な患者に対しても、病態改善を図る為にSPE+CHDFを施行した結果、救命しえた症例も経験した。以上、クリティカルケア領域において、急性血液浄化法は必要不可欠の治療であり、今後も様々な病態に対し、様々な形で進化させたいと考えている。

Key words：救急集中治療, 持続的血液ろ過透析（CHDF）, 腎補助, septic shock, PMMA-CHDF, Enhanced intensity PMMA-CHDF（EI-CHDF）, 劇症肝不全, High flow dialysate CHDF（HFCHDF）, on line HDF, Slow plasma exchange+CHDF（SPE+CHDF）

1. はじめに

救急集中治療領域において、血液浄化法は様々な場面で活用されているが、その中でも持続的血液濾過透析（CHDF）は中心的なものである。当初、CHDFは重症患者においてマイルドでかつ持続的に行う腎補助療法として導入されたが、現在ではそれ以外にも様々な形で、様々な病態における病因物質の除去に応用されている。

今回、救急集中治療領域における血液浄化法の治療戦略について、我々の経験を中心に

検討した。

2. 急性腎不全に対する血液浄化法

まず、血液浄化の基本である腎補助、特に集中治療領域で経験する急性腎不全に対する血液浄化法について検討する。

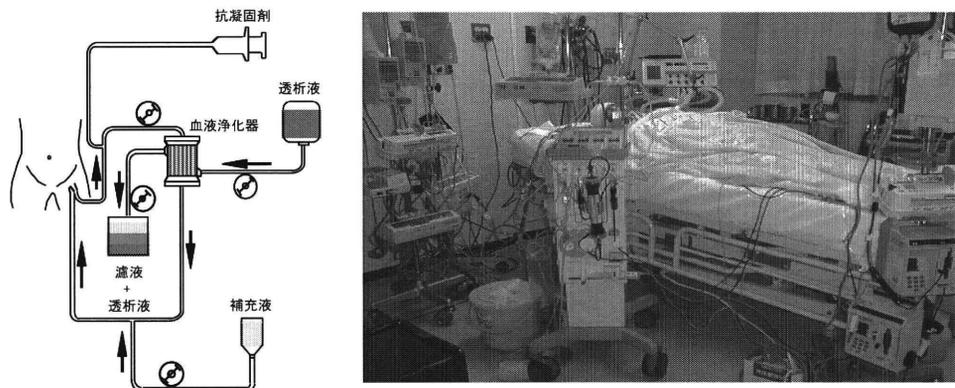
腎不全の中でも、腎機能の回復が期待できる急性の腎不全においては、間欠的血液透析

よりも持続的血液ろ過透析を、我々は選択してきた。我々の施設におけるCHDF施行法を図1に提示する。CHDFは血流量、透析液流量、ろ過量のいずれもマイルドな条件である事が特徴の一つといえる。

急性腎不全に対するCHDFの効果を我々の症例で検討した(図2)。急性腎障害の程度を表すRIFLE分類¹⁾のうち、腎不全に相当す

図1. 持続的血液濾過透析 (CHDF)

PMMA: polymethylmethacrylate EVAL: ethylene-vinylalcohol copolymer, CTA: cellulose triacetate



ブラッドアクセス及び使用機器

ブラッドアクセス	FDL catheter (V-V)
血液浄化器	PMMA 膜 hemofilter EVAL 膜 dialyser CTA 膜 hemofilter
ベッドサイド コンソール	CHDF 専用 ベッドサイドコンソール

使用薬剤

抗凝固剤	nafamostat mesilate 低分子ヘパリン
補充液の種類及び投与方法	電解質液、後希釈法
透析液	重炭酸透析液(滅菌)

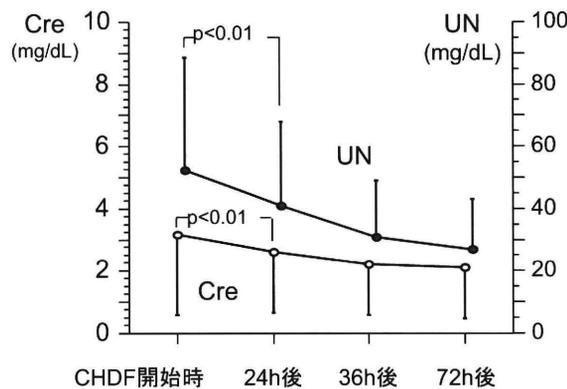
操作条件

血流量	60-100 mL/min
濾過流量	300-500 mL/hr
透析液流量	500-1000 mL/hr

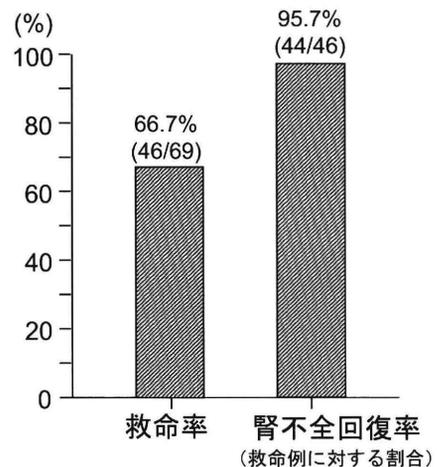
図2. 急性腎不全症例におけるCHDFの治療効果

千葉大学 救急集中治療医学 2007. 1-12のRIFLE分類Failure症例, n=69)

a. CHDF施行後の UN, Creの変化



b. 転帰



るFailureを呈した症例において、CHDFを施行した結果、図2-aに示すように腎補助としての溶質除去能は充分であった。また図2-bに示すように救命率は66.7%であり、他の諸外国の報告に劣らないものであった。さらに救命できた症例の95.7%が急性腎不全から離脱できていた。マイルドな操作条件であるが、急性腎不全に対するCHDFが有効であると考えられた。

敗血症治療を標準化したSurviving Sepsis Campaign guidelines²⁾では、急性腎不全治療における持続腎補助療法 (CRRT) と間欠的血液透析 (IHD) は同等であるとされている。一方で、循環動態が不安定なseptic shock患者では体液管理が容易となるため持続治療を行ってもよいと指摘している²⁾。この2つの推奨項目と我々の経験に着眼し、急性腎不全における血液浄化法について考えてみた。

図3はRIFLE分類¹⁾の各カテゴリー別にみた、ICU入室時の血圧低下、高乳酸血症、高サイトカイン血症の合併率を当施設で比較したものである。これらの4群のうち、腎機能が最も悪い群、すなわちFailure群において、ICU入室の時点の血圧低下、高乳酸血症、高サイトカイン血症症例の頻度が有意に

高かった。つまり、ICUで経験する急性腎不全の多くは循環が不安定であり、組織酸素代謝失調や高サイトカイン血症を既に呈していたといえる。従ってICUにおける急性腎不全に対する血液浄化法としては、先に述べたSurviving Sepsis Campaign guidelines²⁾の観点からもIHDよりもCRRTの方が頻用される傾向にあるといえる。

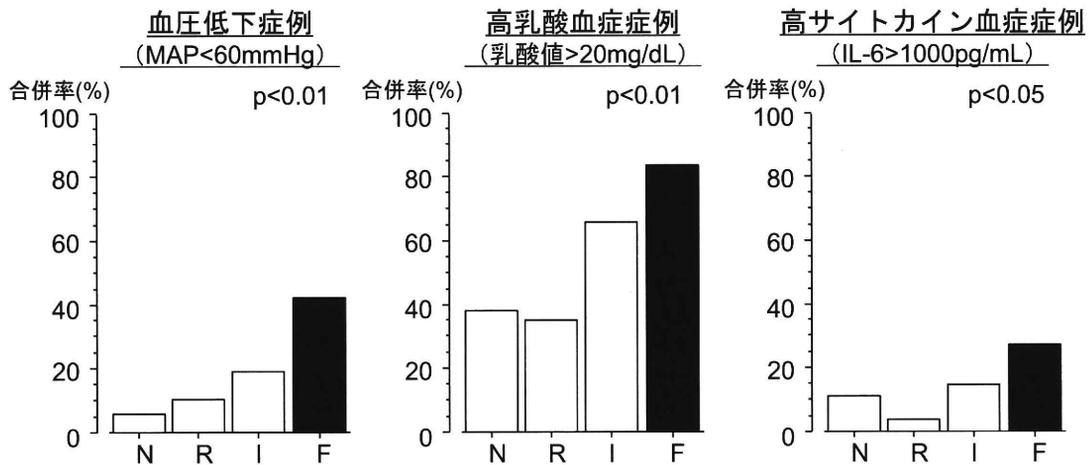
3. Severe sepsis/septic shockに対する血液浄化法

次いでhumoral mediator除去を企図した血液浄化法について、代表的病態であるSevere sepsis/septic shockを取り上げ、それに対し我々が積極的に実施している血液浄化法であるPMMA膜hemofilterを用いたCHDF (PMMA-CHDF) について検討する。

①敗血症における高サイトカイン血症の病態への関与

敗血症の病態生理においては、高サイトカイン血症が重要な役割を担っていると言われて³⁾。我々の症例においても図4に示すようにsepsis, severe sepsis, septic shockと敗血症の重症度が上昇するにつれて、高サイトカイン血症の指標であるIL-6血中濃度と、

図3. RIFLE分類の各カテゴリーからみたICU入室時の血圧低下、高乳酸血症、高サイトカイン血症合併率の比較 (Fisher's exact probability test)
千葉大学救急集中治療医学 2007.1-12.



N : Normal (n=18), 腎機能正常
R : Risk (n=33), Cre x 1.5の上昇 or GFR>25%の低下 or 尿量<0.5mL/kg/hrX6hrs
I : Injury (n=26), Cre x 2の上昇 or GFR>50%の低下 or 尿量<0.5mL/kg/hrX12hrs
F : Failure (n=42), Cre x 3の上昇 or GFR>75%の低下 or Cre >4.0mg/dL or 尿量<0.5mL/kg/hrX24hrs

組織酸素代謝失調の指標である血中乳酸値がそれぞれ上昇していた。またIL-6血中濃度と、血中乳酸値には有意な正の相関が得られていた⁴⁾。我々の経験からも高サイトカイン血症が重要な役を担っている事が考えられ、高サイトカイン血症は組織酸素代謝失調にも悪影響している可能性が示唆された。

②PMMA-CHDFのサイトカイン除去効果に

関する基礎的検討

従って、severe sepsis/septic shockにおいては腎補助のみならず、サイトカイン除去を企図した血液浄化法が必要と考えられる。我々はこれまでにPMMA膜からなる血液浄化器が主に吸着の原理でサイトカインを除去する事を報告してきたが⁵⁾、図5はそれに着眼し最近実施した基礎的実験検討の一つであ

図4. Sepsis, Severe sepsis, Septic shockにおけるIL-6血中濃度と血中乳酸値の関係

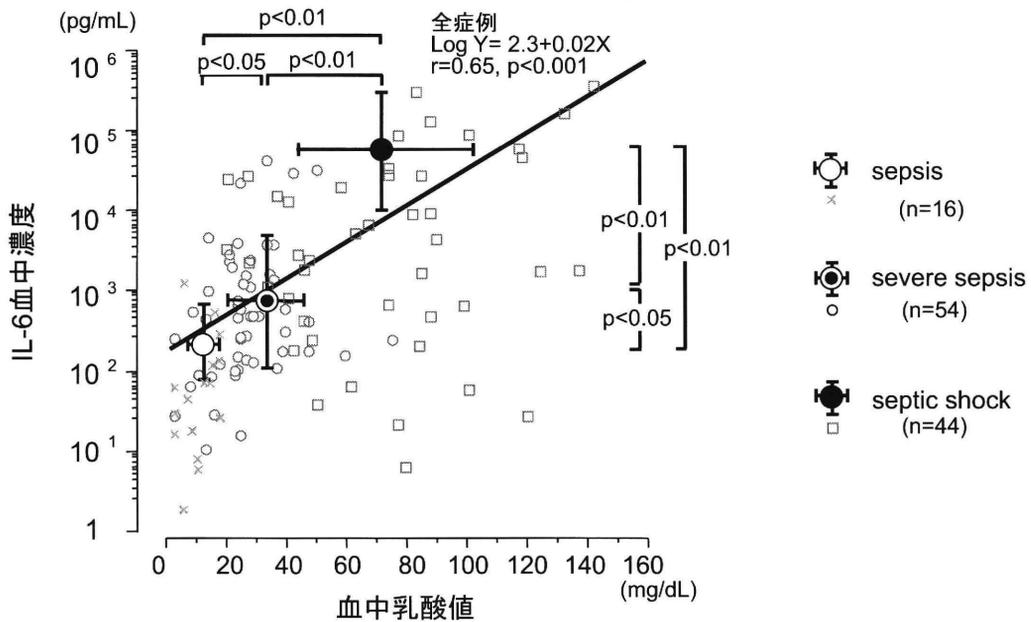
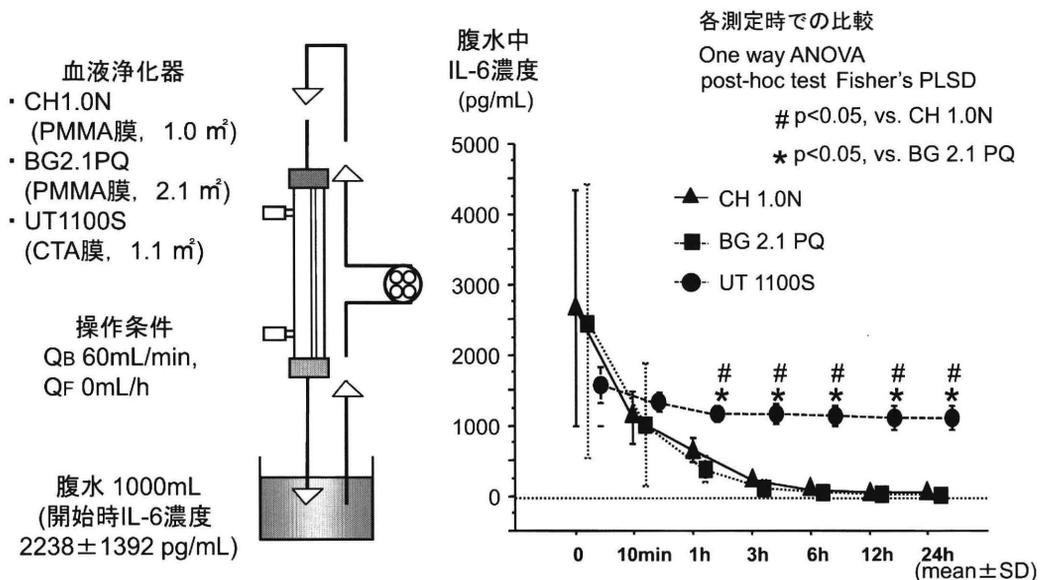


図5. 血液浄化器のIL-6吸着除去能 (腹水濾過濃縮再静注法施行患者の腹水を用いたin vitroの比較)



る⁶⁾。同実験系は、サイトカインを多く含む腹水が存在する患者の同意を得た後に、腹水を採取した後、濾過濃縮し、静脈内へ再投与するといった腹水ろ過濃縮再静注法を実施した時の検討結果である。実際の治療で腹水を濃縮するにはCH 1.0N, BG 2.1 PQ (何れもPMMA膜), UT 1100S (CTA膜)といった3種類のうちの何れかの血液浄化器を選択して行った。尚、血液浄化器を通過する際、腹水の流量は60mL/min, ろ過流量は0 mL/hとした。従ってこの系での物質の除去は拡散や濾過の原理ではなく、主に浄化器膜への吸着によってなされるものと考えられた。この試験において3種類の血液浄化器別にみた腹水中IL-6濃度の推移を比較すると、3種類の血液浄化器のうちPMMA膜からなるCH1.0 N, BG2.1PQではIL-6濃度は時間経過と共に低下したものの、CTA膜からなるUT1100 SではIL-6血中濃度は低下せず推移した。CTA膜に比較しPMMA膜の方がサイトカイン吸着能に優れている事が再確認された。本実験的検討においても、severe sepsis/septic shock等においてサイトカインに除去に関してはPMMA膜からなる血液浄化器の方が優れていると考えられた。

③PMMA-CHDFのサイトカイン除去効果に

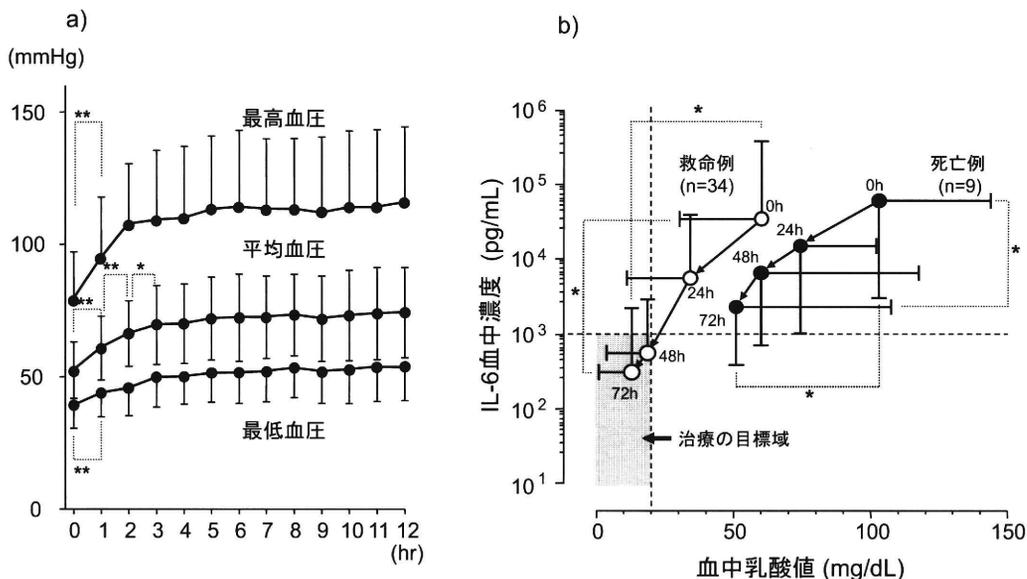
関する臨床的検討

では実際の臨床において、septic shockに対するPMMA-CHDFの有効性はどうなのだろうか、我々の経験⁷⁾を提示する。図6はseptic shock発症24時間以内にPMMA-CHDFを施行した43例での検討である。PMMA-CHDFを施行する事により血圧が速やかに上昇し、2時間後には平均血圧が65mmHgを超え、安定化していた。また高値を呈したIL-6血中濃度や血中乳酸値も、PMMA-CHDF開始以降、有意に低下した。PMMA-CHDFによるcytokine modulationの結果、高サイトカイン血症や組織酸素代謝失調が改善したと考えられた。当該症例群の28日生存率は79.1%であり、septic shockに対するPMMA-CHDFが有効であると示唆された。

④Refractory septic shockに対する最近の工夫

以上のようにseptic shockに対しては通常のPMMA-CHDFを施行する事で、大抵の症例ではcytokine modulationが可能であった。しかしながら一方で通常のPMMA-CHDFを行ってもhypercytokinemiaの制御が困難でショックが急速に進行し死亡するといった、refractoryなseptic shock症例を我々は時として経験した。このrefractory septic shock

図6. Septic shock発症24時間以内にPMMA-CHDFを施行した43例におけるPMMA-CHDF施行後のa) 血圧の変化, b) IL-6血中濃度, 血中乳酸値の変化



症例に対しては、サイトカイン除去能を強化する必要があった。サイトカインはPMMA膜への吸着により除去されるといった特性を生かした上で、血液浄化量を増加させる為には、それを規定する各因子（浄化器膜面積、血流量、濾過流量、透析液流量）のうち、浄化器膜面積を増加させる事が適切と考えられた。そこで2本の血液浄化器を使用した

double PMMA-CHDFをこれらのrefractory septic shock症例に対し施行することとした。尚、2台のベッドサイドコンソールを用いるのでdouble PMMA-CHDFと呼んだが、現在ではEnhanced intensity PMMA-CHDF (EI-CHDF)⁸⁾と呼ぶようにしている。EI-CHDF施行法を図7に呈示する。2本のFTLカテーテルでバスキュラーアクセスを2箇所確保

図7. EI-CHDF施行法

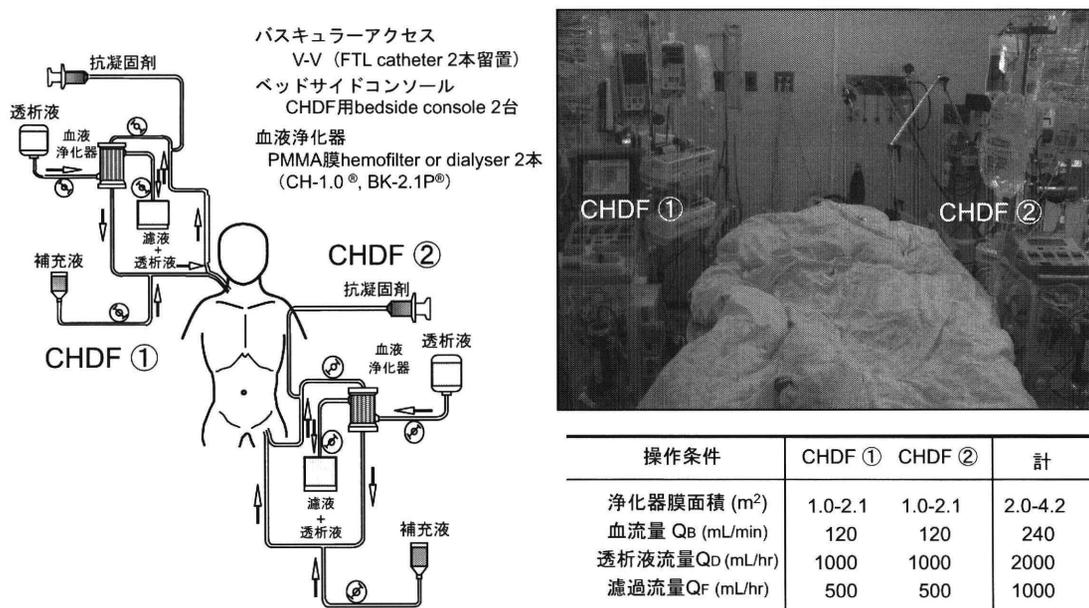
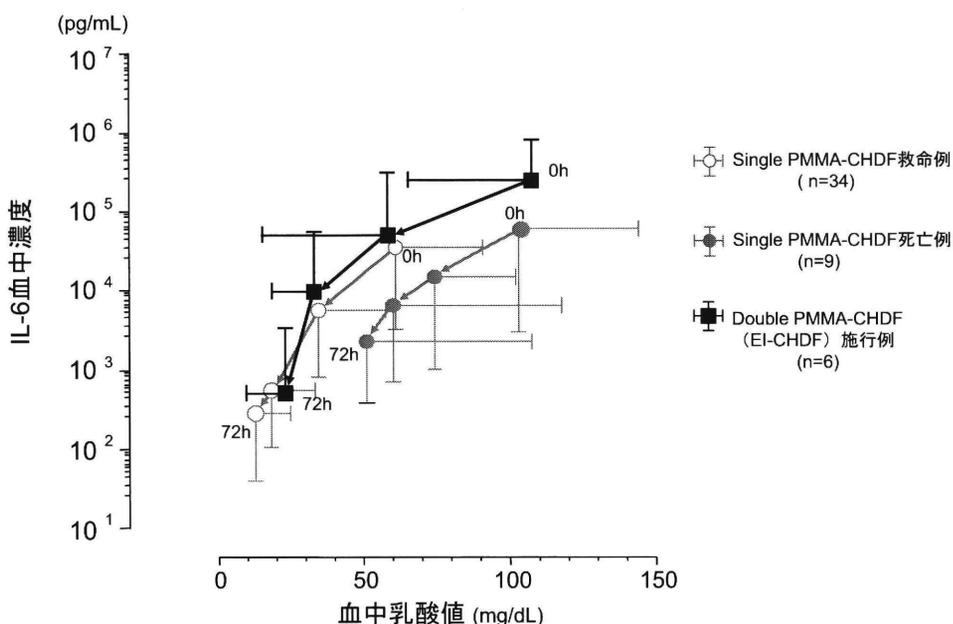


図8. Refractory septic shockに対するEI-CHDFの効果



し、2台のベッドサイドコンソールを用いて、それぞれPMMA-CHDFを独立して施行している。操作条件はスライド右に示している通りで、2本の血液浄化器を使用することにより血液浄化器膜面積は最大で4.2㎡となっている。このEI-CHDFを実際に行った著名な高サイトカイン血症を呈した症例で、果たして有効であったかどうかについて検討した(図8)。まず先の図6-b)で示したseptic shock43例に通常のsingle PMMA-CHDFを実施した際のIL-6血中濃度と、血中乳酸値の変化を転帰別に示す。救命群ではIL-6血中濃度、血中乳酸値が共に低下し、CHDF開始48時間には治療の目標域に到達した。死亡群でも両者は低下したが、緩徐であり72時間後にも目標域に到達しなかった。死亡群ではサイトカイン除去が不十分と考えられた。これらの通常のsingle PMMA-CHDFを施行したseptic shock症例とEI-CHDFを施行したrefractory septic shock症例を比較した。EI-CHDF施行症例では、single PMMA-CHDF救命群、死亡群の何れと比較しても治療開始時のIL-6血中濃度、血中乳酸値が高く重症であった。EI-CHDF施行により、IL-6

血中濃度、血中乳酸値は急速に低下し、72時間後には目標域に近づいた。高サイトカイン血症が著明なrefractory septic shock症例においてはEI-CHDFによるサイトカイン除去の強化が有効であると考えられた。

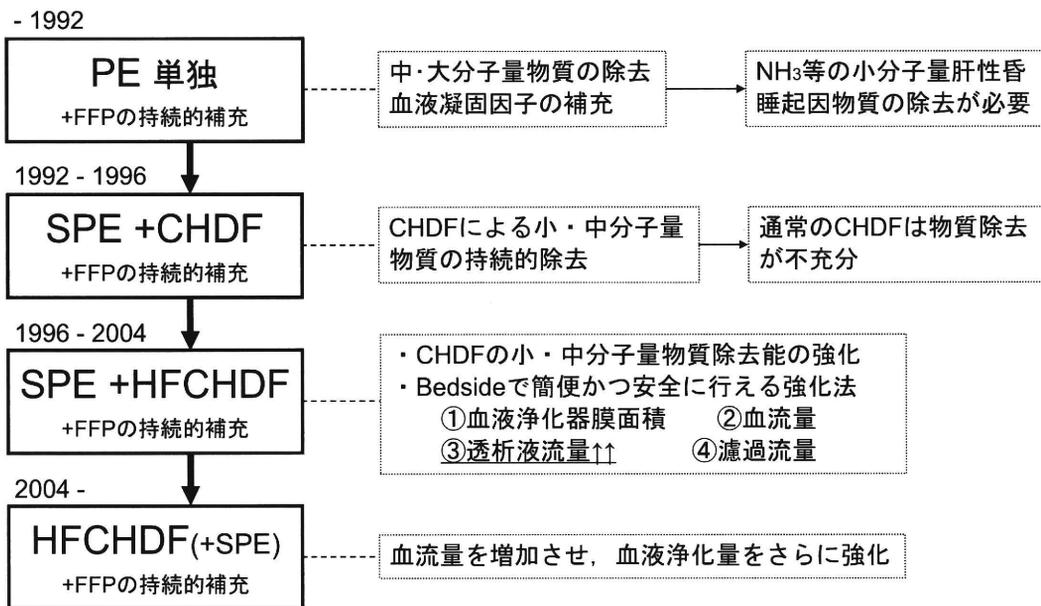
4. 劇症肝不全に対する血液浄化法

今度は劇症肝不全に対し我々が取り組んでいる血液浄化法について呈示する。図9は当施設における劇症肝不全に対する血液浄化法の変遷を呈示したものである。1992年までは中・大分子量物質の除去、血液凝固因子の補充を目的にplasma exchange (PE) を単独で施行していた。しかしながらこのPE単独では不十分で、アンモニア等の小分子量の肝性昏睡起因物質の除去が必要と考えた。そこでPEを緩徐に行うSPEとした上で、CHDFを併用した。それでも物質除去は不十分であり、今度はCHDFの血液浄化量を強化することにした。その際、除去目的となる物質が主に小中分子量である事、ベッドサイドで簡便に行え、生体への影響が少ない事を考慮すると、血液浄化量を規定する各因子のうち透析液流量を増加させることにした。これが

図9. 劇症肝不全に対する血液浄化量強化法の変遷

千葉大学 救急集中治療医学

PE: plasma exchange, SPE: slow plasma exchange, HFCHDF: high flow dialysate CHDF



High flow dialysate CHDF (HFCHDF)である。その後、HFCHDF時の血流量をさらに増加させ、血液浄化量をさらに強化した。現在では、PEというよりもこのHFCHDFの方が劇症肝不全における肝性昏睡に対する血液浄化法の主役となっている。

当施設でのHFCHDF施行法を図10に呈示する。高流量透析液は個人用透析ベッドサイドコンソールから供給している。これによ

りCHDFで通常行う場合に比較して約30倍、500mL/minの透析液を供給する事が可能となった。このHFCHDFを終日施行している。スライドに示すように必要に応じ緩徐な血漿交換（SPE）を直列回路で併用しているが、最近ではHFCHDFを単独で行う事がむしろ多くなった。SPEを併用した場合、回路抵抗の増大が問題で血流量を充分とる事ができなかったが、HFCHDF単独では回路抵抗を気

図10. HFCHDF (+SPE) 施行法

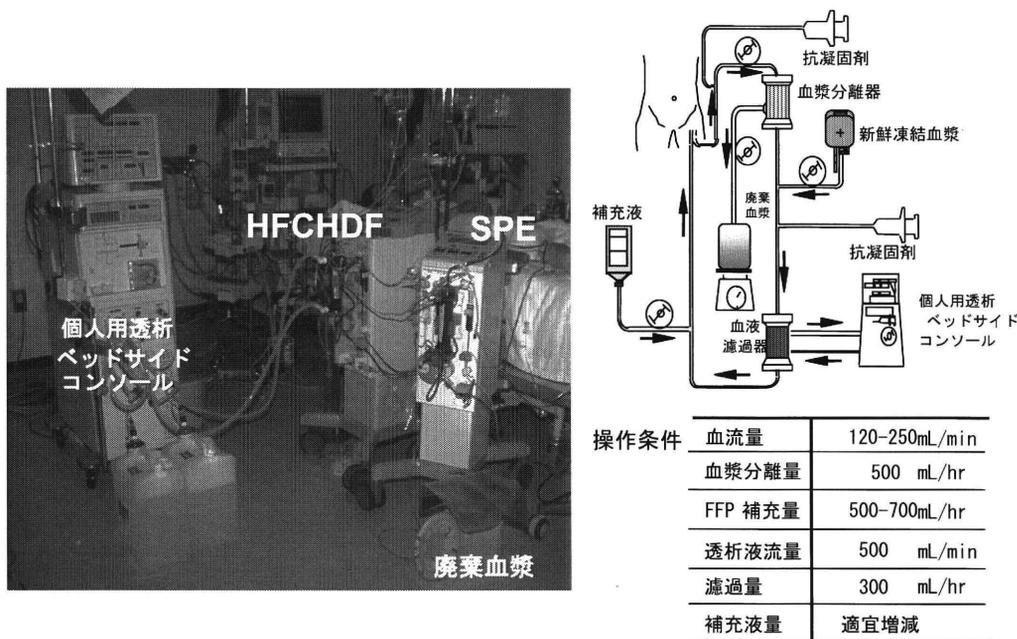
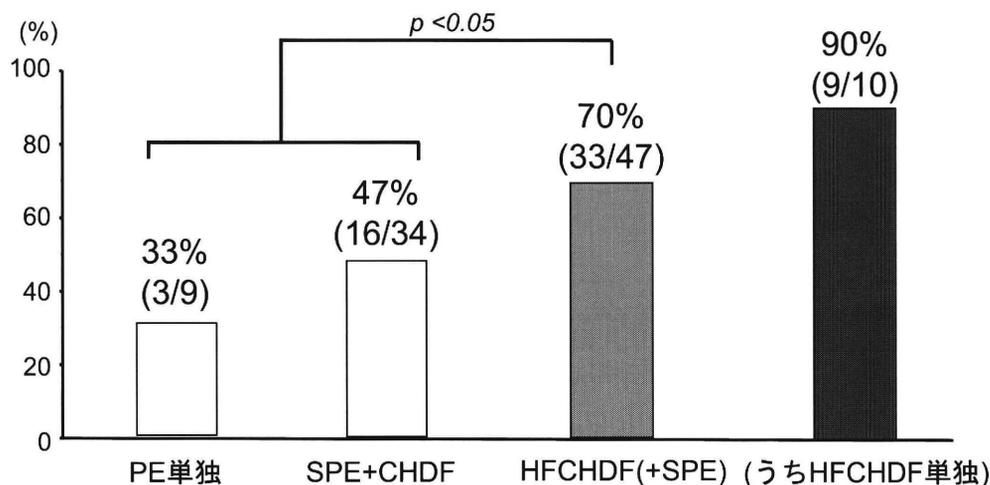


図11. 劇症肝炎症例における血液浄化法別に見た意識覚醒率
千葉大学 救急集中治療医学 1990.5-2008.2



にせずに血流量増加が容易となった。その結果血流量を最大250mL/minまで増加させ、血液浄化量をさらに強化する事ができた。

では、このHFCHDFが肝性昏睡の改善にどれだけ効果を発揮しているのか、劇症肝不全のうち劇症肝炎を例にとり、これまでに行ってきた各種血液浄化法と比較した⁹⁾。図11に示すようにHFCHDFを導入したことで、これまでのPE単独やCHDF併用症例群に比較し劇症肝炎の意識覚醒率は有意に上昇した。最近のHFCHDF単独症例では血流量を増加させる事ができた結果、意識覚醒率は90%とさらに向上する傾向があった。HFCHDFによる肝性昏睡の改善が有効であると考えられた。

次いで、HFCHDFにより肝性昏睡起因物質は本当に効率良く除去されているのか検討した(図12)⁹⁾。肝性昏睡起因物質には様々な物質が挙げられるが、その中でもアンモニアは代表的なものである。このアンモニアの除去能を例にとり、HFCHDF非施行群すなわち過去のSPE+CHDF群と比較した。図12に示すようにSPE+CHDF施行例では血中アンモニア値は低下せずに経過したが、HFCHDF施行例では血中アンモニア値が有意に低下した。HFCHDFはアンモニアを効

率良く除去していると考えられた。

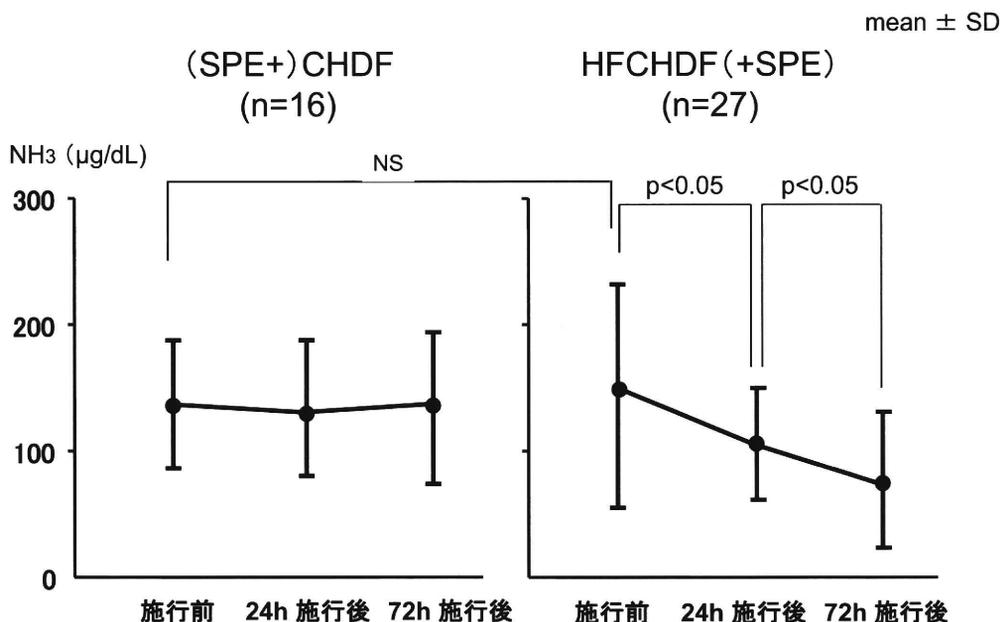
劇症肝不全に対してはHFCHDFを施行してきたが、最近ではon line HDFも実施できるようになった事から劇症肝不全にも試みている。これまで行っていたHFCHDFと比較し、大量のろ過流量を得る事ができるので、肝性昏睡に起因する中分子レベルの物質の効率的除去に期待したいと考えている。

5. 手術中におけるCHDF

以上、これまでCHDFを病態に併せ様々な形で改変したものを紹介したが、今度はICUに留まらず、CHDFは様々な場所でも実施できる事を紹介したい。その一つとして手術中におけるCHDF施行症例¹⁰⁾を呈示する。

手術中にCHDFを施行する症例は少ないと考えているが、手術中においても表1に示すように様々な体液電解質異常に対し、CHDFを実施する場面があった。具体的には溢水、高カリウム血症等に対する緊急的な腎補助や、それ以外にも、慢性維持透析患者の長時間脳外科手術において、脳浮腫予防目的のマニトール投与をより効果的にする為にもCHDFを要する事があった。また大血管の血行再建手術で時折みられる虚血再灌流障害が著名な症例に対し、緊急的にCHDFを実施す

図12. 劇症肝炎症例におけるHFCHDF施行の有無別にみた血中NH3値変化の比較



る事もあった。

手術中にCHDFを施行する際に、特に配慮した事は、vascular accessの確保と、抗凝固剤の選択である。Vascular accessについては予め術前から確保する事を原則としたが、術中に緊急的に確保する場合もあった。その際、麻酔科医の協力を得て頸部から確保したり、術者の協力を得て術野から確保する場合もあった。抗凝固剤については、血中半減期が短く出血性合併症の少ないnafamostat mesilate (NM) を選択したが、やむを得ない場合は抗凝固剤を一切使用しない事もあった。我々は手術医、麻酔医から緊急コールされるだけでなく、ある程度術中施行が予想される症例に対しても積極的に関わり、その適応を決めてきた。著明な虚血再灌流障害を呈しカリウム血中濃度が8.0mEq/Lを超え、PMMA-CHDFを積極的に施行した結果、危機的状況乗り越える事ができた症例も経験している(表1の症例13)。以上、CHDFの適応があれば手術中にも積極的に関わっていきたいと考えている。

6. CHDFのその他の応用

CHDFの応用として、先にも少し述べたが、我々は血漿交換を行う際に、CHDFを直列或いは直並列に接続し、さらに緩徐に血漿交換を行うSPE+CHDFを実施している。重症患者にこの方法をとる事で、大量FFP投与による高Na血症、代謝性アルカローシスが回避でき、また、厳密な水分管理が可能となり、循環動態や浮腫へ与える影響が少なくなる。このような利点を生かし、ICU内ではもっぱらこの方法を選択している。

このSPE+CHDFは一見すると大掛かりで、手間がかかりそうであるが、我々の施設では特に問題なく実施できている。むしろ患者にとってはマイルドな血症交換療法となっており、その特性を生かして最近では、循環動態が極めて不安定なPCPS施行患者も実施して救命する事ができた。Critical careにおける血漿交換療法の定番としてSPE+CHDFが定着するべきであると考えている。

7. 救急集中治療領域における急性血液浄化の治療戦略

最後に、救急集中治療領域における急性血

表1. 術中CHDF施行症例

千葉大学 '89.11-'08.9

症例	年齢/性	手術	術前血液浄化	診断名	術中CHDF施行理由	術中乏尿	不全臓器数	血液浄化器	NM	転帰
1	63/M	予定	(-)	腹部大動脈瘤	溢水, 高K血症	(+)	1	PMMA	(+)	生
2	75/F	予定	慢性透析	汎発性腹膜炎	溢水, 高K血症	(+)	2	PMMA	(+)	死
3	65/M	予定	(-)	腹部大動脈瘤	溢水, 高K血症	(+)	3	PMMA	(+)	死
4	56/M	予定	慢性透析	慢性硬膜下血腫	溢水, 脳浮腫予防	(+)	1	PMMA	(+)	生
5	48/M	緊急	(-)	小腸断裂, 大動脈損傷	虚血/再灌流障害	(+)	2	PMMA	(+)	死
6	68/F	予定	(-)	解離性大動脈瘤(Stan.B)	溢水, 肺酸化能障害	(+)	4	EVAL	(-)	生
7	68/F	緊急	CHDF	肺膿瘍, ARDS	溢水, 肺酸化能障害	(+)	4	EVAL	(-)	死
8	66/M	予定	(-)	胸部大動脈瘤	溢水, 高K血症	(+)	1	EVAL	(-)	生
9	60/M	予定	(-)	解離性大動脈瘤(Stan.A)	溢水, 高K血症	(+)	2	EVAL	(-)	死
10	51/M	緊急	(-)	外傷性腹部大動脈閉塞	虚血/再灌流障害	(+)	1	PMMA	(+)	生
11	12/M	緊急	CHDF	劇症肝炎(生体肝移植)	肝性昏睡, 脳圧上昇	(-)	2	PMMA	(+)	生
12	22/M	緊急	CHDF	肝移植手術後出血	高K血症	(+)	2	CTA	(-)	死
13	40/M	緊急	(-)	急性大動脈解離(Stan.B)	虚血/再灌流障害	(+)	3	PMMA	(+)	生
14	64/M	予定	慢性透析	脳腫瘍	溢水, 脳浮腫予防	(+)	1	CTA	(-)	生
15	17/F	緊急	CHDF	劇症肝炎(生体肝移植)	肝補助	(-)	2	PMMA	(+)	死
16	32/M	緊急	(-)	腹部大動脈血栓症	虚血/再灌流障害	(-)	1	PMMA	(+)	生
17	5/F	予定	(-)	ファロー四徴症	溢水, 心不全	(+)	3	PMMA	(+)	死
18	72/M	緊急	(-)	両下肢急性動脈閉塞	虚血/再灌流障害	(+)	0	PMMA	(+)	生
19	61/F	緊急	慢性透析	脳出血	高K血症, 脳圧上昇	(+)	2	CTA	(-)	生
20	46/M	緊急	(-)	深頸部縦隔膿瘍	Septic shock, ARDS	(+)	3	PMMA	(-)	死
21	77/F	予定	(-)	劇症肝炎(生体肝移植)	肝補助	(-)	1	PMMA	(+)	生

液浄化の治療戦略についてまとめた (図13)。まず急性腎不全における腎補助としては通常の操作条件で行われているCHDFを選択する。このCHDFにみられるマイルドな操作条件をcritical careで経験する様々な病態に応じてmodifyする。すなわち、Severe sepsis/septic shock等に対するサイトカインなどのmediator除去目的には、サイトカイン吸着能のあるPMMA膜を浄化器に選択したPMMA-CHDFを実施する。このPMMA-CHDFを基本とするが、時としてみられる治療抵抗性の重篤なseptic shockに対してはdouble PMMA-CHDFであるEI-CHDFを導入しサイトカイン除去を強化していく方針とする。また、肝不全に対する劇肝性昏睡物質の持続除去に関しては、透析液流量を上昇させたHFCHDFや、ろ過流量を増加させたon line HDFを実施し、肝性昏睡の起因となる小中分子物質除去を強化する方針である。そのほかにも、重症患者でも血漿交換を安定して行う為にCHDFを併用したり (SPE+CHDF)、手術室や救急外来、一般病棟等、緊急時には実施場所を特定せず、様々な場所でCHDFが行える体制を作っていく。以上が、我々が考えている急性血液浄化の治療戦略である。これらのそれぞれを検証し、今後もさら

に進化させたいと考えている。

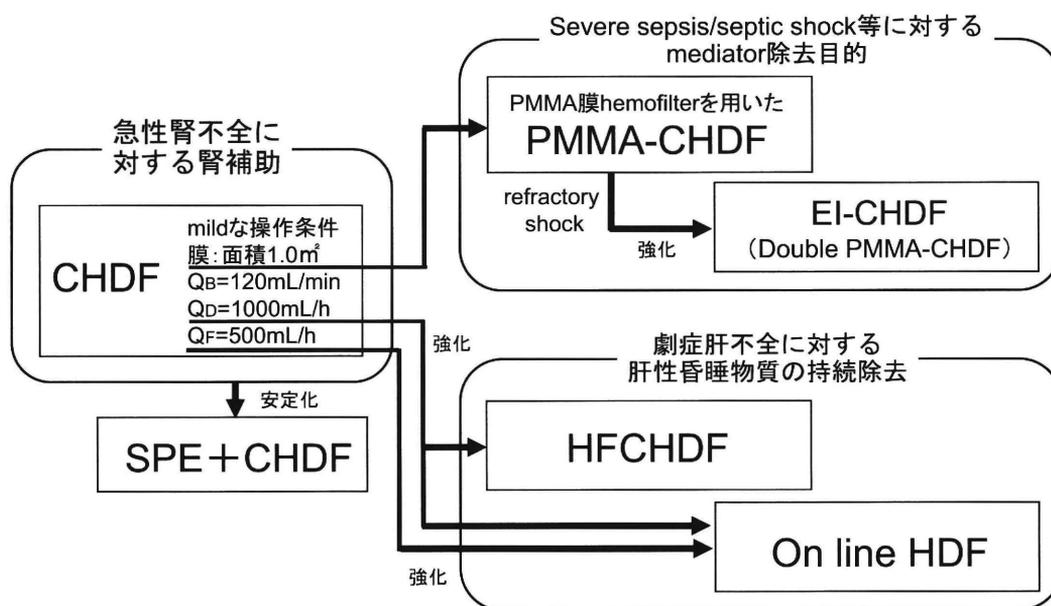
8. まとめ

救急集中治療領域においても、CHDFを中心とした急性血液浄化法は必要不可欠の治療である。今後も様々な形で進化させ、様々な病態に応用したいと考えている。

【文献】

- 1) Ricci Z, Cruz DN, Ronco C: Classification and staging of acute kidney injury: beyond the RIFLE and AKIN criteria. Nat Rev Nephrol 2011; 7: 201-208
- 2) Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, et al: Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. Crit Care Med 2008; 36: 296-327
- 3) Cruza CJ, Tracey KJ: Autonomic neural regulation of immunity. J Intern Med 2005; 257: 156-166
- 4) 仲村将高, 織田成人, 貞広智仁, 他: Early Goal-Directed Therapy (EGDT) による循環管理の問題点とその対策. 外科と代謝・栄養 2009; 43: 171 -179

図13. 救急集中治療領域における急性血液浄化の治療戦略



- 5) Matsuda K, Hirasawa H, Oda S, et al: Current topics on cytokine removal technologies. *Ther Apher* 2001; 5: 306-314
- 6) Hirayama Y, Oda S, Wakabayashi K, et al: Comparison of interleukin-6 removal properties among hemofilters consisting of varying membrane materials and surface areas: an in vitro study. *Blood Purif* 2011; 31: 18-25
- 7) Nakada TA, Oda S, Matsuda K, Continuous hemodiafiltration with PMMA Hemofilter in the treatment of patients with septic shock. *Mol Med* 2008; 14: 257-263
- 8) Matsumura Y, Oda S, Sadahiro T, et al: Treatment of septic shock with continuous HDF using 2 PMMA hemofilters for enhanced intensity. *Int J Artif Organs* 2012; 35: 3-14
- 9) Yokoi T, Oda S, Shiga H, et al: Efficacy of high-flow dialysate continuous hemodiafiltration in the treatment of fulminant hepatic failure. *Transfus Apher Sci* 2009; 40: 61-70
- 10) 仲村 将高, 織田 成人, 貞広 智仁, 他: 手術中におけるContinuous Hemodiafiltration (CHDF) 施行の実際. *ICUとCCU* 2009; 33: 5076-5079