



洛和会丸太町病院
救急総合診療科
血液浄化マニュアル

維持透析

- ・ 維持透析は週3回、4時間以上を推奨。
- ・ 最大透析間隔日の体重増加は6%未満(平均除水速度15ml/kg/時以下)が望ましい
- ・ 尿素のsingle-pool Kt/V_{urea} (spKt/V)を用いて月1回は透析量を測定し、1.2以上を推奨、1.4以上を目標とする事が望ましい。
 - $spKt = -\ln(BUN_{後値}/BUN_{前値} - 0.008 \times \text{透析時間}(h)) + (4 - 3.5 \times BUN_{後値}/BUN_{前値}) \times \text{除水量}/\text{透析後体重}$
 - <http://www.shiga-jin.com/calculation/01.html>
- ・ 最大間隔透析前血清 β 2-MGは30mg/L未満、可能なら25mg/Lを目標とする。

透析会誌 2013; 46(7): 587-632

ドライウェイトの設定

- 1.透析中の著明な血圧低下がない
- 2.高血圧がない(おおむね週初めの透析開始時で140/90 mmHg程度)
 - 体液量の是正のみで目標血圧値となる時の体重(DW)を達成するまでには通常、4~12週間が必要で、症例によっては、6~12 か月を要する
- 3.浮腫がない。
- 4.胸部X線にて肺鬱血がない。
- 5.心胸郭比が50%以下(女性では53%以下)。

参考所見

- 適正体重ならばIVCは透析後2時間程度で吸気時に完全虚脱状態となり、その後呼気時のIVCは7mm程度で安定する
- hANPが25-100 pg/mL、循環血漿量変化率(PWI)=(透析後TP-透析前TP)/透析後TPが2-4を適正と考える方法もある

透析会誌 445 :337~425, 2011

腎性貧血

推奨

Hb値	<ul style="list-style-type: none">週初め(前透析中2日後)のHD前の仰臥位採血でHb値10~11g/dLを推奨活動性の高い比較的若年者では目標Hb値11~12g/dLを推奨
鉄補充	<ul style="list-style-type: none">鉄補充療法の開始基準は、TSAT20%以下、および血清フェリチン濃度100ng/mL以下が目安鉄の評価は少なくとも3か月に1回実施鉄剤補充をする場合は週1回フェジン1Aを13回(3ヶ月)を目安
EPO製剤	<ul style="list-style-type: none">rHuEPOを静注で1回1,500単位、週3回投与から開始、1回3,000単位まで増量投与可。DAはrHuEPOから切り替えて使用し、それまでのrHuEPOの投与量に応じ、1回10~40mg、週1回または2週に1回で投与を開始、1回180mgまで増量可非透析患者のeHuEPOは皮下注だがそれ以外は静注を推奨。非透析患者では、rHuEPOを皮下注で1回6,000単位、週1回投与から開始し、改善後は1回6,000~12,000単位、2週に1回投与rHuEPO 3,000単位 週3回 DAは60mg 週1回で反応なければESA抵抗性と判断する

透析会誌 41(10):661-716, 2008

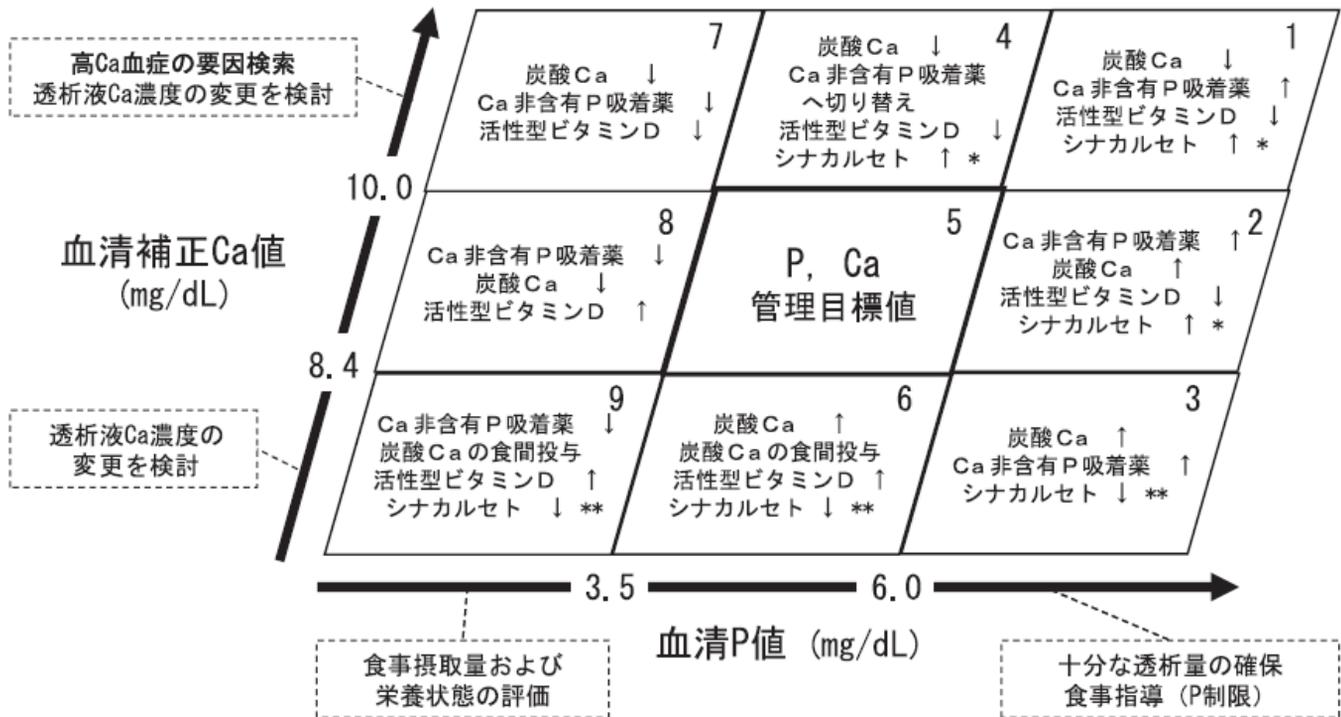
骨代謝

血液検査の必要頻度

	CKD3 CCr<60	CKD4 CCr<30	CKD5 CCr<15	維持透析
P, Ca, ALP	6-12ヶ月	3-6ヶ月	1-3ヶ月	月1回以上
PTH	ベースライン値測定	6-12ヶ月	3-6ヶ月	(1-)3ヶ月

透析患者

- 血清P濃度, 血清補正Ca濃度, 血清PTH濃度の順に優先して管理



- intact PTH 60-240 pg/mL (whole PTH 35-150 pg/mL) に管理
 - 内科的治療に抵抗する高度の二次性副甲状腺機能亢進症 (intact PTH > 500 pg/mL, whole PTH > 300 pg/mL) に対しては副甲状腺インターベンションを推奨
- 保存期慢性腎不全患者

- 血清P, Ca, (PTH)値は, 各施設の基準値内に維持する
- P吸着剤は炭酸Caのみ保険適応あり。アルファカルシドール 0.5 µg/日, カルシトリオール 0.25 µg/日以上は腎機能増悪のリスクあり

透析導入

- 慢性腎不全においてはGFR 15-30ml/min/1.73m²で腎代替療法の説明を行う
- 透析導入1ヶ月以上前にシャント作製が望ましい(シャント作製前より手術側の穿刺禁止と手の開閉運動)
- GFR 15ml/min/1.73m²未満で透析導入の必要性が生じるが、可能ならばGFR 2-8ml/min/1.73m²で透析を導入する

透析会誌 2013; 46(12): 1107-1155

- 急性腎不全においては早期の腎代替療法が予後を改善するというデータは乏しく、CrやCPKの値や造影剤の使用によって決めるべきではない。急性腎不全により生じている症候で導入を決定する。
- 尿毒症患者における透析導入時は不均衡症候群予防のため、3時間3日間の透析予定を目安とする
- 透析導入の指標として下記スコアリングは参考となる

透析導入適応の基準(厚生省科学研究 1992年) 合計が60点以上が透析導入が必要な状態		
症状・所見	1.水の貯留(むくみ・胸に水が溜まる) 2.酸塩基電解質異常(高カリウム血症、酸の貯留) 3.消化管の症状(吐き気・嘔吐・食欲不振) 4.心臓の症状(呼吸困難・息切れ・心不全・著明な高血圧) 5.神経の症状(意識混濁・けいれん・しびれ) 6.血液の異常(貧血・出血が止まりにくい) 7.目の症状(目がかすむ)	3つ以上 =30点 2つ=20点 1つ=10点
腎機能	持続的に血清Cr8mg/dl以上(あるいはCCr10ml/min以下)	30点
	血清Cr5~8mg/dl(Ccr 10~20ml/min未満)	20点
	血清Cr3~5mg/dl 未満(Ccr 20~30ml/min未満)	10点
日常生活の障害	起床できない	30点
	著しい制限	20点
	運動・労働が出来ない	10点
その他	10歳以下または65歳以上の高齢者または糖尿病、膠原病、動脈硬化疾患など全身性血管合併症の存在	10点

急性期血液浄化

- 血行動態が安定なら透析(IHD)、不安定ならCHDF。IHDで血行動態増悪すればSLED(sustained low efficiency dialysis)に移行。
- いずれの方法でも小分子であっても10-15ml/min程度のクリアランスしか期待できないため、効率を高めるならば連日のIHD。
- 分子量が2000～3.1万の物質除去にはCHDF／CHFを選択する。

	IHD	SLED	CHDF
血液流量	200 ml/min	100-200 ml/min	60-100 ml/min
透析液	500 ml/min	200-300 ml/min	500 ml/h
施行時間	4h	8-10h	24h

- CHDFの指示
 - 1日あたりの除去効率は8時間(11.5ml/min)、12時間(12.5ml/min)、24時間(16.7ml/min)と効率はそれほどは変わらない。中分子ならずべて8.3ml/min。

目的	時間	透析液流量 (ml/時間)	補液流量 (ml/時間)
除水	指定なし	500	500
低分子物質除去	8時間以下	1500	500
	9-12時間	1000	500
中分子物質除去	8時間以下	500	1500
	9-12時間	500	1000
低・中分子物質除去	24時間 (12時間以上)	500	500

透析膜

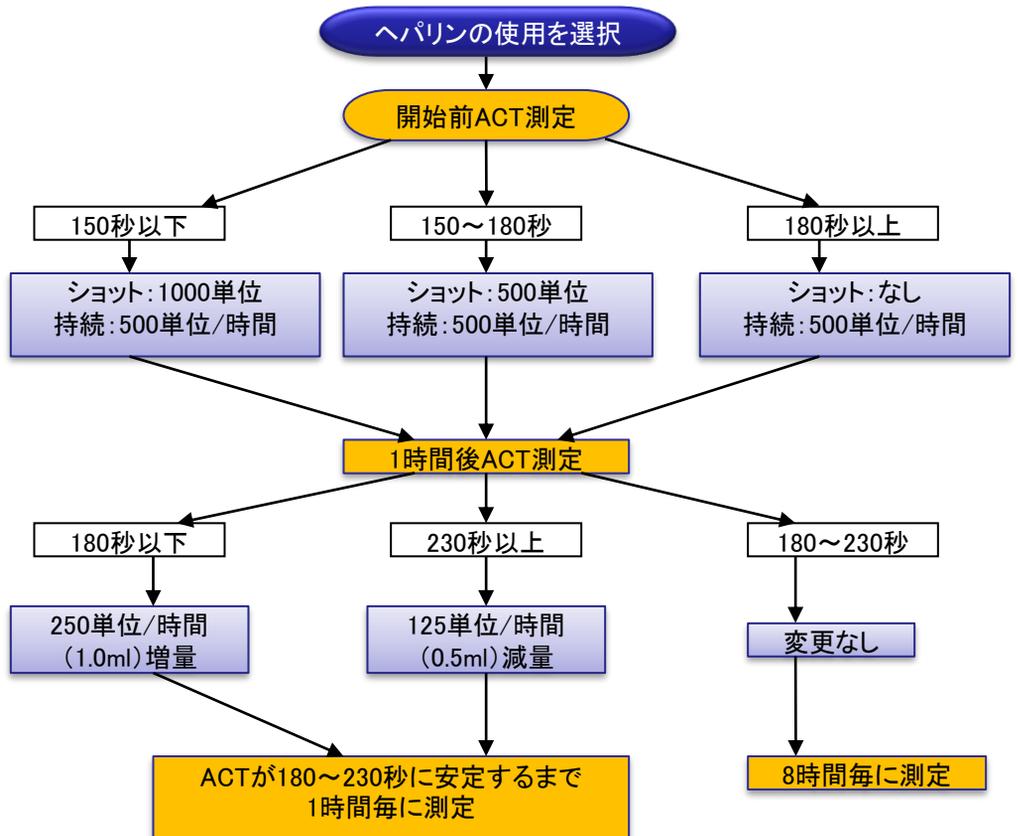
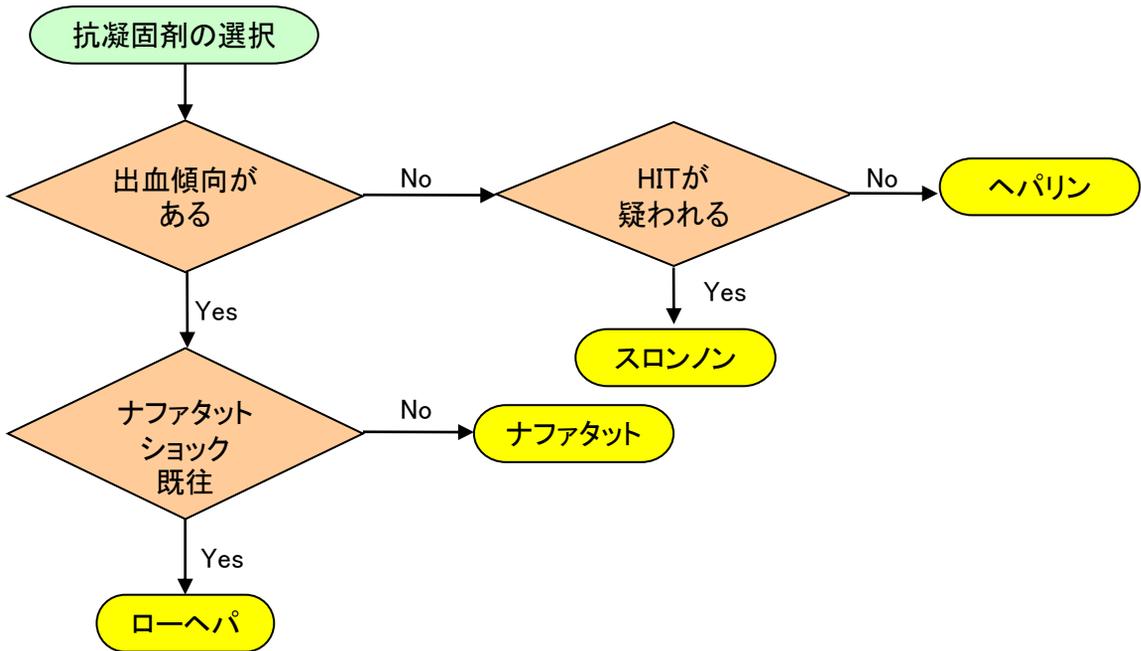
第1選択	FB-150P β eco	トリアセテート(4型)	特に指示がなければ これを選択することになります
第2選択	APS-11MD	ポリスルホン(4型)	トリアセテートで残血や 凝固が起こる時 体外循環量を減らしたい 時 トリアセテート膜が禁忌の 時
第3選択	エクセルフロー1.3m ² AEF-13	ポリスルホン	上記フィルターを使用し抗凝 固剤を変更してもライフタ イムが6時間確保できない 時
敗血症ショック時 (主治医要相談)	ヘモフィール1.0 CH-1.0N	PMMA	敗血症ショック後にはPMX を併用する方法もありうる

機能分類	B2-MGクリアランス
I	10ml/min未満
II	10-29ml/min
III	30-49ml/min
IV	50-69ml/min
V	70ml/min以上

尿毒症患者における透析導入時は生体適合性が良く膜面積の小さくII型である
Kf-m12(エチレンービニルアルコール)を使用

- トリアセテートが定価で1,740円だが、PMMAは定価で25,800円であるにも関わらず臨床的な有用性はRCT(日集中医誌 19:419-20, 2012)で否定的な事から原則としては使用しない。
- CHDFでは透析液流量が小さく効率は血液流量や膜面積に殆ど依存しないため、プライミングボリューム(PV)と透水性能(限外濾過速度)を考えて膜を選択

抗凝固剤の選択



※MAX持続1000単位/時間以上になっても安定しなければ主治医確認
※開始前以外はV側から採血の値

ヘパリン以外の抗凝固薬

ナファタットの使用を選択

0.5mg/kg/時間で
持続量を決定

30分後にACT測定

180秒以下

230秒以上

※ 50mg 2V+5% 糖液20ml 1Vをオーダー
※ MAX持続50mg/hになっても安定しなければ主治医確認
※ V側から採血の値

5mg/時間
(0.5ml/時間) 増量

5mg/時間
(0.5ml/時間) 減量

変更なし

ACTが180~230秒に安定するまで
1時間毎に測定

8時間毎にACT測定

アルガトロハンの使用を選択

アルガトロハン10mgを生食500mlに注入しプライミング

持続25mg/時間で開始

30分後ACT測定

180秒以下

230秒以上

180~230秒

5mg/時間増量

5mg/時間減量

変更なし

ACTが180~230秒に安定するまで
1時間毎に測定

4時間毎に測定

ローヘパの使用を選択

ショット: 10単位/kg
持続: 8単位/kg/時間で開始

ACTを管理できない為、
コアグラや圧上昇があれば
10単位/kg/時間へ増量

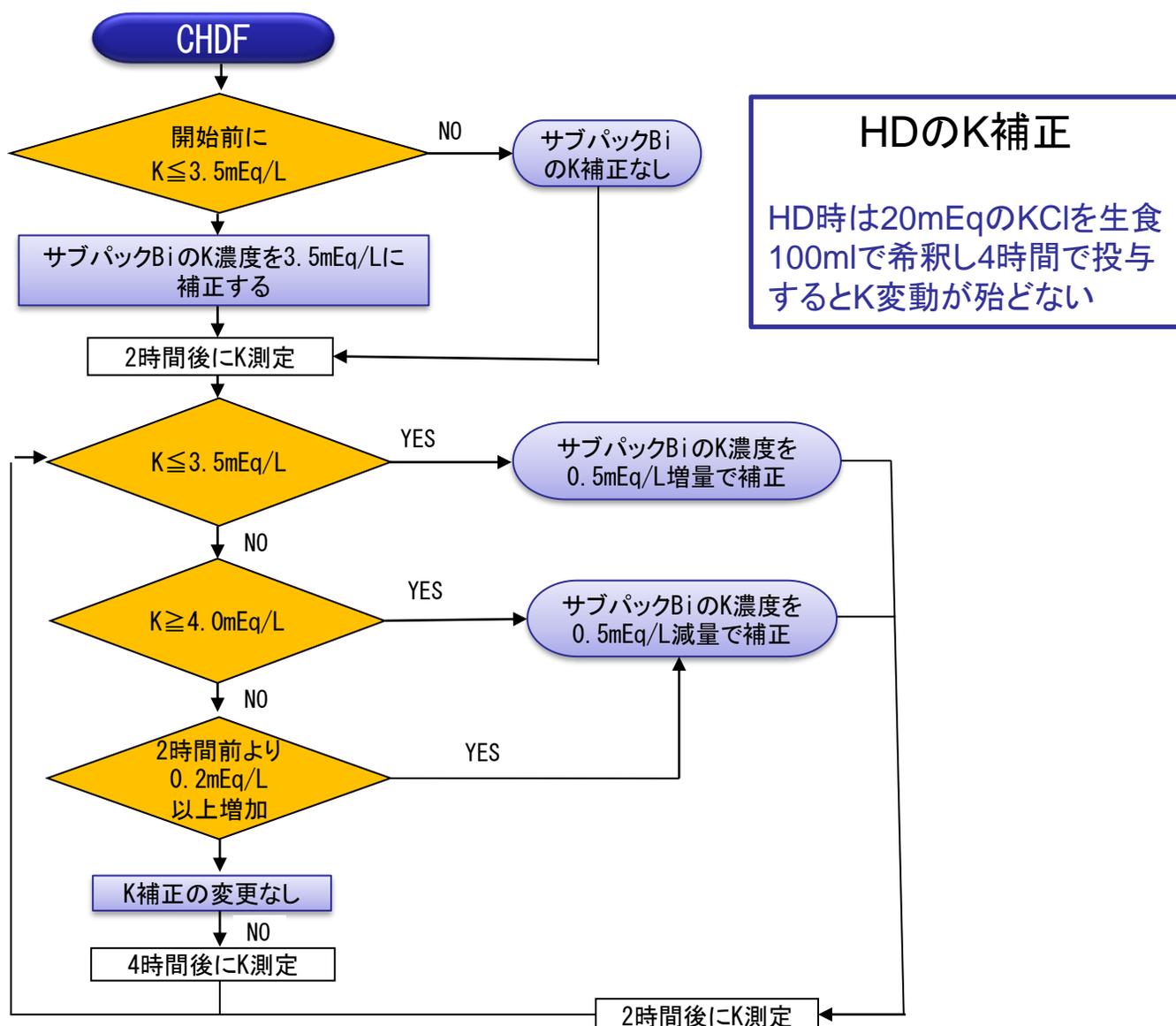
※ローヘパ1本オーダーする
※MAX持続10単位/kg/時間
それ以上必要なら主治医確認

※ 10mg(2ml) 10Vをオーダー
※ MAX持続40mg/時間になっても安定しなければ主治医確認
※ V側から採血の値

透析液組成

		Na mEq/L	K mEq/L	Ca mEq/L	Mg mEq/L	Cl mEq/L	HCO ₃ mEq/L	ブドウ糖 mg/dl
透析	キンダリー AF3号	140	2.0	2.5	1.0	114.5	25	150
CHDF	サブパックBi	140	2.0	3.5	1.0	113	35	100

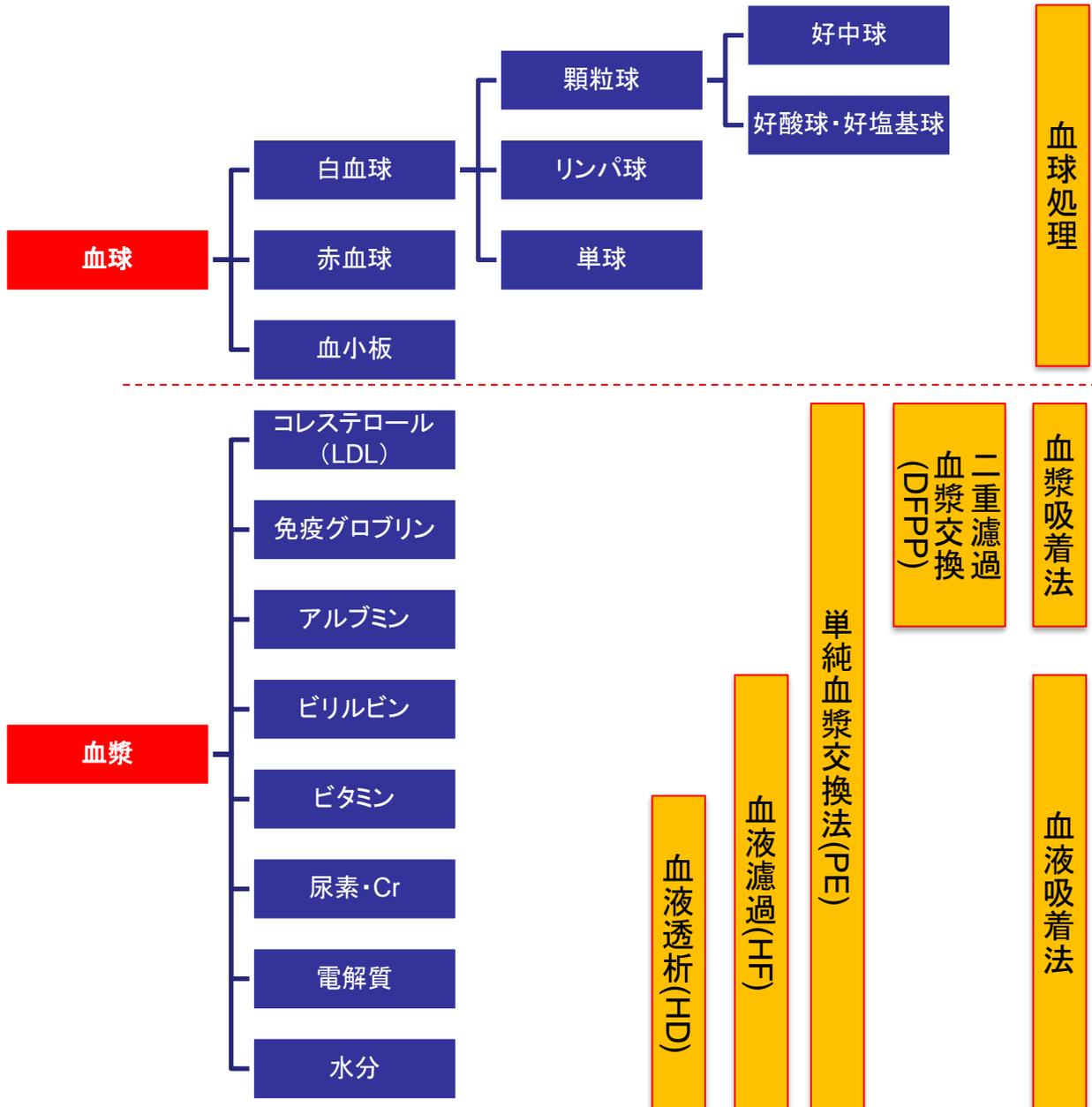
低K対策



HDのK補正

HD時は20mEqのKClを生食100mlで希釈し4時間で投与するとK変動が殆どない

血液透析／濾過以外の血液浄化法



注意：二重濾過血漿交換は当院では施行不能

血漿交換適応疾患

①ANCA関連血管炎や抗GBM抗体症候群で透析が必要な場合や肺胞出血がある場合、②TTP/HUS(の一部)の2つが最も重要な適応疾患

第1選択	第2選択
<ul style="list-style-type: none"> ANCA関連血管炎や抗GBM抗体症候群で透析が必要か肺胞出血あり 血栓性血小板減少性紫斑病非典型的なHUS (H因子抗体による) チクロピジン誘発TMA (Gemcitabine やQuinine 誘発には無効) AIDP/CIDP M蛋白血症による過粘稠症候群や末梢神経障害 重症クリオグロブリン血症 移植後再燃した巣状糸球体硬化症 ABO不適合や拒絶反応を来した肝移植や腎移植の一部 中等症以上の重症筋無力症の術前 PANDAS (Pediatric autoimmune neuropsychiatric disorders associated with streptococcal infection)の増悪やsydenham舞踏病 激症型Wilson病 	<ul style="list-style-type: none"> 家族性高コレステロール血症ホモ接合体 Refsum's disease 寒冷凝集素症(致命的) ABO不適合造血幹細胞移植 ABO不適合腎移植の一部 非典型的HUS (complement factor gene mutations) 多発性骨髄腫に伴うcast nephropathy Lambert-Eaton症候群 VGKC抗体症候群 ADEM 多発性硬化症(急性進行型) 視神経脊髄炎(急性) 薬物中毒・ヘビ毒・きのこ毒 激症型抗リン脂質抗体症候群 重症SLE(脳炎や肺胞出血に使用するがSLE腎炎には無効と考えられている)

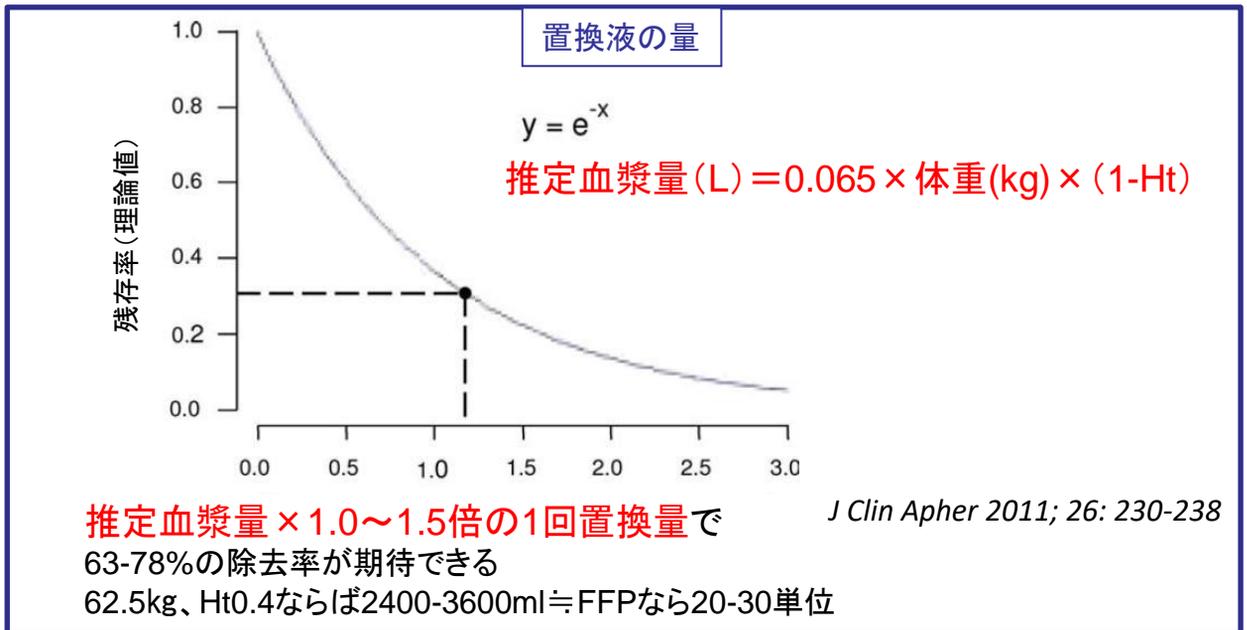
J Clin Apher 2013; 28:145.

健康保険のPE適応疾患	保険上の制約
多発性骨髄腫	1連につき週1回を限度に3カ月
マクログロブリン血症	1連につき週1回を限度に3カ月
薬物中毒	一連につきおおむね8回を限度
悪性関節リウマチ	週1回を限度
全身性エリテマトーデス	月4回を限度
ANCA型急速進行性糸球体腎炎	一連につき2クールを限度として行い、1クール(2週間に限る)につき7回を限度。
巣状糸球体硬化症	1連につき3か月に限り12回を限度
溶血性尿毒症症候群	1連につき21回を限度
血栓性血小板減少性紫斑病	1月を上限として、血小板 \geq 15万となった日の2日後まで
重症血液型不適合妊娠	
術後肝不全	一連につきおおむね7回を限度
急性肝不全	一連につきおおむね7回を限度
劇症肝炎	一連につきおおむね10回を限度
慢性炎症性脱髄性多発神経炎	一連につき月7回を限度に3月間に限る
ギランバレー症候群	一連につき月7回を限度に3月間に限る
重症筋無力症	一連につき月7回を限度に3月間に限る
多発性硬化症	一連につき月7回を限度に3月間に限る
家族性高コレステロール血症	週1回を限度
閉塞性動脈硬化症	一連につき3月間に限り10回を限度
天疱瘡・類天疱瘡	一連につき週2回を限度に3月間に限る 中等度以上の天疱瘡はさらに3月間算定
中毒性表皮壊死症	一連につき8回を限度
スティーブンス・ジョンソン症候群	一連につき8回を限度
血友病	インヒビターカ価が5ベセスダ単位以上の場合
同種腎移植	一連につき術前は4回、術後は2回を限度
慢性C型肝炎	5回を限度
川崎病	一連につき6回を限度

単純血漿交換適応の指示

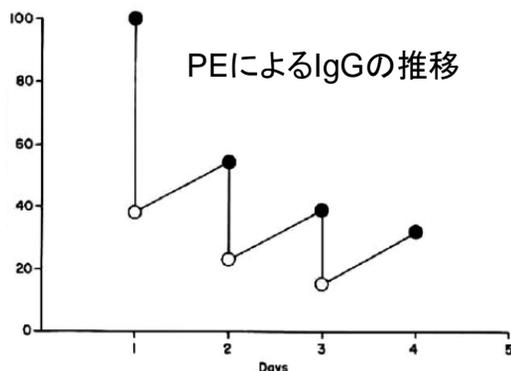
➤凝固因子等(ADMATS13)の補充も目的とするTTPなどではFFPを用いるが、それ以外の状況ではアルブミン製剤のほうがウイルス感染やアレルギーの問題は少ないし安い(FFP 5単位23617円、アルブミン500ml 9150円)が、凝固障害(APTTは2.0倍、PTは1.3倍、Fibは0.15倍となる)や免疫グロブリンの低下に注意する。aPTTは4時間、PTは24時間、AT-IIIやFibは2.5~4日で改善(J Clin Apher. 2011;26(5):243-8.)

➤FFPは多量のクエン酸を含有するため低Ca血症を予防するためFFP1単位にカルチコール1mlを目安に補充する。



- 血液流量 80~150mL/min、血漿分離速度は血液流量の30%以下に設定
- ヘパリンは 初回投与1000~1500単位 持続投与500~1500単位/hを目安としACTは150sec以上を確保する。ナファモスタットメシル酸塩を使用する場合は20~30mg/h。
- 最初に血液循環のみを行い、血液循環が安定した後に血漿分離を開始する
- 膜間圧力差(TMP)は60mmHg(8kPa)以下、静脈圧は200mmHg(26.6kPa)以下に保つ

血漿交換の間隔



物質	アルブミン	IgG	IgA	IgM	LDL-C
分子量	66KDa	150KDa	160KDa	950KDa	1,300KDa
血管内%	44	50	42	78	90-100
半減期(日)	17	22	6	5	3-5

- IgMの大半は1-2回で取り除けるが、IgGはPEしても血管外から時間当たり1-3%で再分布する。臨床的にReboundも起こしうるため免疫抑制療法を併用する。
- 2-3日毎に3-5回の施行が一般的であるが、TTPでは連日施行、抗GBM抗体症候群では1-2日毎で行う。

その他の血液浄化法

	第1選択	第2選択	不明	保険適応
LDLアフェレーシス 肘正中静脈×2でOK	家族性高コレステロール血症のホモ接合体 保険適応:黄色腫を伴い、負荷心電図及び血管撮影により冠状動脈効果が明らかな場合で空腹時定常状態のTCが500mg/dLを超える	家族性高コレステロール血症のヘテロ接合体 保険適応:黄色腫を伴い、負荷心電図及び血管撮影により冠状動脈効果が明らかな場合でTCが食事療法下の定常状態で400mg/dLを超え、薬物療法を行っても250mg/dL以下に下らない 高Lp(a)血症 Refsum's disease	末梢動脈疾患 突発性難聴	家族性高コレステロール血症 閉塞性動脈硬化症 巣状系球体硬化症
白血球除去療法 肘正中静脈×2でOK		潰瘍性大腸炎	クローン病 播種性膿疱性乾癬	潰瘍性大腸炎 関節リウマチ クローン病 膿疱性乾癬
免疫吸着法		重症なクリオグロブリン血症 NYHA \geq IIの拡張型心筋症	Rasmussen脳炎 後天性血友病 不応性の免疫性血小板減少性紫斑病 多発性硬化症 傍腫瘍神経症候群 M蛋白血症に伴う末梢神経障害、 重症尋常性天疱瘡	全身性エリテマトーデス 悪性関節リウマチ ギラン・バレー症候群 重症筋無力症 多発性硬化症 慢性炎症性脱髄性多発根神経炎
活性炭吸着				薬物中毒 肝性昏睡
エンドトキシン吸着 (PMX)			腹腔内感染において有用/否定の報告あり <i>JAMA. 2009;301(23):2445</i> <i>Crit Care Med 2014;42(5):1187</i>	エンドトキシン血症・グラム陰性菌感染症疑いによる敗血症性ショック (1回1本2回まで)
β 2-ミクログロブリン吸着				透析アミロイド症
ビリルビン吸着			慢性肝不全急性増悪では生命予後改善するかも知れないが、BioLogic-DTやMARSという当院では施行困難な手法 <i>Cochrane Database Syst Rev. 2004;(1):CD003628</i>	劇症肝炎 術後肝不全 * 急性肝不全には使用不可

薬物中毒に対する血液浄化等

活性炭反復投与

- 活性炭(25-100g)を4時間毎に繰り返す
- 活性炭投与の意味がないのは重金属や無機イオン(リチウムや鉄剤など)、ホウ酸、酸・アルカリ性物質、炭水化物、アルコール、エッセンシャルオイル。
- **カルバマゼピン、テオフィリン、バルビツール、ダプソン、キニーネ**(*J Toxicol Clin Toxicol. 1999;37(6):731.*)

強制利尿

- **カリウム、カルシウム、リチウム、シスプラチン、シクロフォスファミド、バリウム、臭素、クロム、タリウム、三重水素、フッ化物、5-FU、ヨード、イソニアジド、メプロバメート**(精神安定剤)

アルカリ利尿

- 8.4%メイロンを1-2mEq/kg投与し、150mEq/LのNaHCO₃を200-250ml/時(当院では5%TZ 500+7%メイロン 100ml±KCl 10mEq [NaHCO₃は139mEq/L] を用いる)
- 尿pH \geq 7.5かつ血清pH $<$ 7.60を保つ。
- **サリチル酸、フェノバルビタール、メトレキサート、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(除草剤)、クロルプロパミド(SU剤)、ジフルニサル、フッ化物、スルホンアミド**(*Adv Chronic Kidney Dis. 2013 Jan;20(1):94-101.*)

透析除去

- 分布容積 $<$ 1-2L/kg、蛋白結合率 $<$ 80-90%で透析が有効
- **リチウム、テオフィリン、メタノールおよびエチレングリコール、サリチル酸、バルプロ酸、バルビツール、プロカインアミド、重金属、アテノロール、ソタロール**など

血液吸着

- 分布容積は小さいが、蛋白結合率が高いもしくは分子量が大きいため透析で除去できない場合。
- **パラコート中毒**では重篤性から血液吸着が選択されることが多い。

主な薬物中毒における 血液浄化の有効性目安

- 分布容積と蛋白結合率は透析除去率に大きく関わるが、分子量の関与は乏しく1000前後の中分子量までは透析で除去しうる。
- 血液浄化を行うかどうかは、除去率、重症度、自然排泄・代謝できる物質かどうかを総合的に考えて判断する。

	薬効薬剤	Vd(L/kg)	蛋白結合率(%)	分子量	透析除去率	血液浄化法
向精神薬	リチウム	0.65	0	14	50	HD
	ハロペリドール	29.25	92	367	0	除去不能
	クロルプロマジン	7.4	95	319	2.5	除去不能
	アミトリプチリン	19.5	96	277	0	除去不能
	フェノバルビタール	0.72	50	232	52	HD・血液吸着
抗てんかん薬	ペンタバルビタール	1.0	60	248		血液吸着
	フェニトイン	1.4	80	252	4	血液吸着
	カルバマゼピン	1.2	78	236	10	HD・血液吸着
	バルプロ酸	0.185	80	166	20	HD・血液吸着
循環器系薬	ジギトキシン	0.5	93	765	0	血液吸着
	ジゴキシン	5	25	781	5	除去不能
	ジソピラミド	0.86	80	339	3	血液吸着
	プロパフェノン	3.7	89	341	35	除去不能
	ジルチアゼム	5	80	451	2	除去不能
	ニフェジピン	5.74	95	346	1	除去不能
	ジアゼパム	1.1	98	285	0	血液吸着
	アテノロール	0.95	5	266	35	HD
	プロプラノロール	3.9	93	259	0	除去不能
	リドカイン	1.1	60	234	0	血液吸着
抗菌薬	アシクロビル	0.7	22.5	225	60	HD
	ゲンタマイシン	0.28	3	543	60	HD
解熱鎮痛薬	アセトアミノフェン	1.03	35	151	10	血液吸着
	サリチル酸	0.12	80	180	50	HD
その他	アルコール類	0.6	0	32-62		HD
	テオフィリン	0.5	58	180	40	HD・血液吸着
	メトレキサート	0.6	47.5	454	5	血液吸着
	パラコート	1.0	6	257		HD・血液吸着
	有機リン	2.8	50	277-330		除去不能
	CT造影剤(イオパミロン)	0.11	0	777	73	HD
	MRI造影剤(マグネスト)	0.072	2	548	70	HD



初版:2015.3.21