血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

２０１７年1月１７日

動物救急センター練馬　センター長

西尾里志

血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

1　血液浄化療法の定義
2　血液浄化療法の種類とコスト：血液透析・濾過・吸着・血漿交換
3　獣医療での血液浄化療法：免疫介在性神経疾患とIMHA
4　パグ脳炎の治療法に使えないかと考えはじめた１０数年前
5　２０１０年からの実践　：血漿交換療法と血液透析
6　現在：血漿交換療法・全血交換療法・腹膜透析
7　明日から始められる難治性IMHAへの手技
8　明日から始められる腹膜炎・SIRS・急性腎不全への手技

血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

血液浄化療法は体外に血液を脱血し浄化することが主だが

本質としては

血液浄化とは、いつもみんなが実施している治療も含まれる

定義

血液中から病原因物質（直接の有害物質）・続発する関連病因物質（過剰産生物質）を除去し不足物質を補充することで救命を目的とする治療

血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

血液浄化とは、いつもみんなが実施している治療

元気になるとは、血液が浄化されたということ

一般的内科的治療（点滴・抗生剤・ステロイド・輸血など）自体がCRP　over、BUN・CRE　高値、NH3高値や癌性悪液質の状態から改善してくる、血液中の状態を安定化させるという正に血液浄化をさせている治療である。

しかしながら内科治療により改善がみられない、もしくは内科治療開始前に重篤な病態ではどうする？

子宮蓄膿症なら→手術ですね

難治性のIMHAなら？敗血症なら？急性腎不全なら？→血液を浄化しよう！

血液浄化療法

血液浄化とは、いつもみんなが実施している治療

元気になるとは、血液が浄化されたということ

内科治療により改善がみられない、もしくは内科治療開始前に重篤な病態においては、原疾患の改善治療と並行して、

血液を

拡散・濾過・吸着・分離破棄・補充により、

全身状態を悪化させる原因物質や関連したメディエーターの除去を行い、

血液性状を正常に近づけ病状を安定させることを、より積極的に行う治療を

血液浄化療法といい人医療では確立された治療

20年前からのヒトでの血液浄化療法の有効性

適応病態・疾患	救命率
重症敗血症・敗血症性ショック	72.2%
重症急性膵炎	100%
ＡＲＤＳ	46.2%
うっ血性心不全	100%
劇症肝不全	57.8%
急性薬物中毒	100%
血液疾患	75%

急性血液浄化療法マニュアル
千葉大学集中治療医学　1989-2002

EMERGENCY ROOM

血液浄化療法

現在の国内の獣医療において

７日間程度の治療で数百万円の治療費を要する米国獣医のICU治療を実践できることは極めて特殊な事例のみである。

人医療では日本が血液浄化療法の先進国であり、多種多様な機種・機材の開発がされ救命率が秀でているが、高額な医療費になっている。血液を通す器具のため、単回使用のみのため高コストとなる。

血液浄化療法

血液浄化療法

血液透析（有害物質の拡散除去）

血液濾過（濾過膜による除去）

血液吸着（特定物質の吸着剤使用による除去）

血漿交換（有害物質を血漿ごと破棄し除去・補充）

各種血液浄化装置自体が500万円~ 1600万円と高額な装置である。

ランニングコストが、原価で一回に数十万円~数万円がかかる。

人医療で、海外や国内の無保険者が、虫垂炎（いわゆる盲腸を患う）で外科となったときに5日間で700万円かかったなどの話を聞くと思うが、

外科＋血液浄化＋入院管理費と考えればそのコストは想像できるとおもう。

もう一つ

腹膜透析　（拡散と浸透：生体半透膜の濾過）

血液浄化療法

血液透析（有害物質の拡散除去）

動物用装置あり比較的安価　　定価600万円

直接のランニングコスト　　1回￥30000ー￥50000

ブラッドアクセス問題、体外循環管理のための人の疲弊は極度、

頻回の血液ガス測定や血液凝固測定などの周辺機器の導入が必要

腹膜透析　（拡散と浸透：生体半透膜の濾過に近い効果）

メリット：獣医療に極めて有効：低侵襲・低コスト・抗凝固剤不必要

デメリット：労力2-4時間に一回の交換　皮下漏れ・ｶﾃｰﾃﾙ感染

血液濾過（濾過膜による除去）：血液濾過器　　1回￥25000前後

血液吸着（特定物質の吸着剤使用による除去）

単純に活性炭を通すようなイメージで血液回路に組み込むだけだが・・・

吸着材：肝性脳症や薬物中毒用カラム　　¥100000-130000

エンドトキシン除去カラム　　¥300000前後

血液浄化療法

血漿交換（有害物質を血漿ごと破棄し除去し補充する）：遠心分離or膜分離

米国獣医療　テルモBCT社　スペクトラオプティア

ランニングコストは１回￥30000－￥50000

テルモBCT社にて

佐賀大高度救命救急センター見学時

救急現場での
SIRS／DICと戦う術としての
血液浄化
実は最も治療に苦しんでいた
パグ脳炎との戦いにも有効で無
いかと考え始めた１０数年前

脳炎治療に苦しんだ30代

パグ脳炎に有効と思われる治療

自己免疫疾患であっても効果のある、また発症初期からグリア瘢痕形成に至るまで効果のある、治療方法を開発しなくては症例の救命は困難である。

とくにまず発症初期に関して、中枢神経急性障害後は高炎症性サイトカイン状態からサイトカインストームが局所で引き起こされる。それらがグリア瘢痕形成を誘導するし、神経細胞壊死を引き起こしていると推測できる、そこに可能性を探る。

（出生時の慢性障害の安定期から急性期への移行であっても効果のある治療方法）

ただし、獣医学領域においてのSIRS等サイトカインカスケード反応に対しての治療方法は未熟である。

脊髄軟化症を救命したかった30代

＜中枢神経の１次損傷と2次損傷の特徴＞

炎症性サイトカインである、IL6の分泌が急増し、T細胞浸潤、マクロファージ浸潤（つまりミクログリア）を誘導する。

ミクログリアからはhumoral mediatorであるサイトカイン、フリーラジカル,NOなどの細胞傷害性物質産生、IL1産生が急激におこり、反応性アストロサイト誘導からグリア瘢痕を形成するのが特徴。

＜この初期中枢神経損傷に有効と思われる治療方法＞

1）IL6レセプター抗体（トシリズマブ／アクテムラ）、好中球エラスターゼ抑制のウリナスタチンやシベレスタットや、

IL6・TNFの産生抑制の報告があるメシル酸ガベキセートなどの適応の可能性はあると思われる。

40歳で大学院でG-CSFの神経保護を
JARMECで脳神経外科を　そして血液浄化

血漿浄化療法へのチャレンジ

壊死性髄膜脳炎を脳SIRSと考えての治療方法を考案するにあたり、抗IL6製剤や抗プロテアーゼ、抗エラスターゼ製剤などの効果も期待できるが、

発症レベルが脳障害が初期の真の急性期のものから、グリア瘢痕化したものの急性憎悪期の病態までを考慮すると投薬療法では困難も想定される。実際にproteaseに対してのinhibitorの効果に関しては複合体を形成してもなおprotease効果が持続していること、更にSIRS自体が内因性protease inhibitorの枯渇とこれら生体内活性を残した複合体の増加が臓器障害の原因となっていることから考えると

最も効果的で、獣医療に利用可能な方法、そして壊死性髄膜脳炎にチャレンジしたい治療法としては血漿交換療法であると思われる。

もちろんこの方法は敗血症状態の膿が腹腔内に充満した子宮蓄膿症や薬物中毒による劇症肝炎等日常よく遭遇する疾患、更にすでに各種凝固系の延長しているDICの症例においても有効であるのは言うまでもなく、救急療法として獣医療において早急に確立されるべき方法と考えている。

抗炎症性サイトカイン治療

抗炎症性サイトカイン治療

1）**プロテアーゼインヒビター投与**

好中球ｴﾗｽﾀｰｾﾞ阻害薬・血小板凝集抑制・心筋保護

ウリナスタチン・シベレスタット

腸管ﾌﾟﾛﾃｱｰｾﾞ活性低下・WBC活性低下・抗DIC

メシル酸ナファモスタット

TNF-α抑制・IL6抑制・NO抑制

メシル酸ガベキセート

2）**血漿浄化療法：基本的には脱血＆FFP+洗浄RBCの返血**

ＦＦＰにより行うことが理想　ヒトでの劇症膵炎の劇的な回復

血漿中の炎症性サイトカインを廃棄しFFPもしくは血漿＋

５％アルブミン液で血漿浄化をおこなう

血液透析の実施

犬／甲斐犬,♂ 4才 10ヶ月

透析1回目　透析2回目

検査項目名	10/12/12 13:34	10/12/12 21:00	10/12/12 23:00	10/12/13 01:00	10/12/13 02:11	10/12/13 03:19	10/12/13 10:15	10/12/13 15:48	10/12/13 16:39	10/12/13 17:38	10/12/13 18:55	10/12/13 19:36
TP	5.9											
ALB	2	2	2.1	2.2	2.2	2.3	2.1	2.1	2.1	2	1.9	2
GLU	117	49	75	94	102	108	113	101	99		93	94
BUN	>140.0	>140	>140	180.3	153.8	125.4	141.1	151.3	132.2	106	92.8	83.6
CRE	17.9	18.4	13.7	11.6	10.2	9.3	10.2	11	9.6	7.7	7.3	6.7
P	>15.0						12.9					
Na	156.5	160.6	156.4	154.1	152	151	148.8	147.7	147	149	147.6	146.7
K	8.76	6.89	4.83	4.18	3.6	3.58	4.18	4.55	4.29	3.65	3.55	3.59
Cl	120.1	121.9	116.1	113.1	110.3	109.2	108.7	107	108.1	109.1	109.3	109
Ca	1.83	1.85	1.74	1.78	1.75	1.75	1.88	2.06	2.16	1.95	1.86	1.92

透析3回目　透析4回目

	10/12/14 18:02	10/12/14 19:09	10/12/14 20:20	10/12/14 21:19	10/12/14 22:04	10/12/14 23:00	10/12/15 22:45	10/12/15 23:45	10/12/16 00:45	10/12/16 01:45	10/12/16 02:45
TP											
ALB	2	2	2	1.9	2	1.9	2	2	2	2	2
GLU	87	90	91	89	94	94	86	90	96	92	93
BUN	110.7	97.7	84.8	73.6	72.5	62.9	88.1	76.4	67.6	62.2	55.7
CRE	9.8	8.4	7.7	6.8	7.3	6.3	9.3	8.3	7.4	7.1	6.4
P											
Na	140.7	145	146	146.7	142.9	144.4	139.4	140.6	140.9	141.2	141.6
K	4.27	4.17	3.92	3.58	3.87	3.71	4.56	4.23	4.08	4.11	3.98
Cl	113.3	108.9	106.4	107.1	103.2	104.8	103.5	104.9	105.8	105.8	104.9
Ca	1.73	2.03	2.12	2.01	2.17	1.89	2.23	2.22	2.26	2.21	2.19

	10/12/16 17:41	10/12/16 19:45	10/12/16 20:20	10/12/16 21:27	10/12/16 22:23	10/12/16 22:36	10/12/17 09:23	10/12/18 08:55
TP							5	4.4
ALB	2	1.8	1.7	1.7		1.9	2.2	1.9
GLU	114	95	96	87		91		99
BUN	69	66.7	59.6	53.2		55.3	58.6	83.5
CRE	7.9	7.6	6.9	6		6.5	7.4	9.9
P								14.4
Na	141.1	145.3	143.7	142.1	142	142	146.3	148.6
K	4.7	4.37	4.15	4.54	4.66	4.66	4.52	5.27
Cl	106.1	111	111	108.4	107.1	107.1	109.9	114.3
Ca	2.31	1.84	1.84	2.19	2.32	2.32	2.11	2.31

動物用血液透析は猫でも実施可能

猫はライン管理から全身麻酔管理での血液透析実施が必要な場合がある

ユリ中毒血液透析　猫／雑種♂(CAST) 3才 0ヶ月

検査項目名	11/06/02 15:15	11/06/03 10:17	11/06/03 22:09	11/06/05 00:01	11/06/05 01:01	11/06/05 02:28	11/06/05 03:58	11/06/05 04:41	11/06/05 05:36		11/06/05 16:43
				透析開始					透析終了		
Hct	18	14.7	14.5	9.8		15.7	14.6	15.7	19		18.8
Hgb	6.2	5.3	5.3	3.7		5.6	5.1	5.4	6.5		6.6
TP	6.4	6.4	6.4			6.4		6.3			6.8
ALB	2.6	2.6	2.8	3.2	3.2	3.4	3.4	3.5	3.6		3.5
BUN	213	199	209	199	138	111	87.7	71.8	63.1		142.2
CRE	7.9	8.5	8.7	7.1	5	3.8	3.4	2.9	2.5		6.2
P	26.4	34.8	>30	30	16.3	11.4	8.3	6.5	5.6		23.7
Na	151	147	148	144	144	144	139	142	141		144.9
K	3.54	4.28	4.29	3.33	3.44	3.53	3.37	3.34	3.31		5.15
Cl	110	106	99.2	96.3	97.6	99.6	101	100	100		96.2

血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

腹膜透析を積極的に

１）急性腎不全・高K血症・肝性脳症

（肝性脳症は、血液透析＞腹膜透析＞交換輸血で効果あり）

２）激しい腹膜炎：子宮蓄膿症、劇症膵炎、腸管穿孔等

（腹膜透析液中の糖含有は感染では禁忌、腹腔洗浄を繰り返す）

３）薬物中毒（本来は血液透析や蛋白結合物は血漿交換）

４）ERではまだ実施していないが小児で行われているケース

心不全時の過水和・むくみ・肺水腫への積極的利用

例えば肺水腫の人工呼吸管理中に腹膜ラインを設置しては

どうだろう

人医療で腹膜透析が最優先されるケース

腹膜透析を積極的に

３０ｋｇ以下の小児　特に５ｋｇ以下の未熟児・新生児

積極的透析導入基準

１）利尿剤に反応しない過水和になる心不全・肺水腫・高血圧

２）尿毒症症状出現

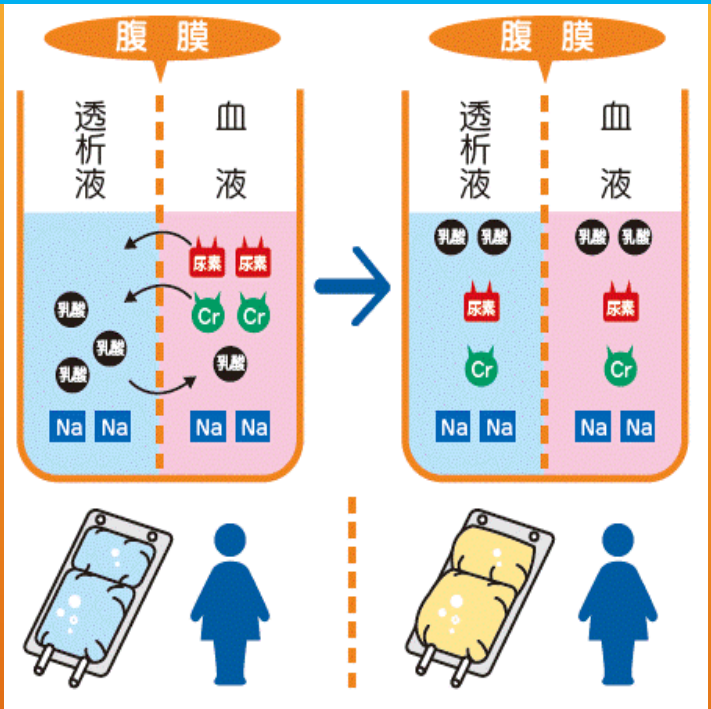
３）保存的治療で是正されない高K血症（K>7.5mEq/L　心電図変化）

４）BUN>150mg/dlまたはBUN>100mg/dlで更に進行性の場合

５）治療抵抗性の重症アシドーシス（HCO3<10mEq/L)

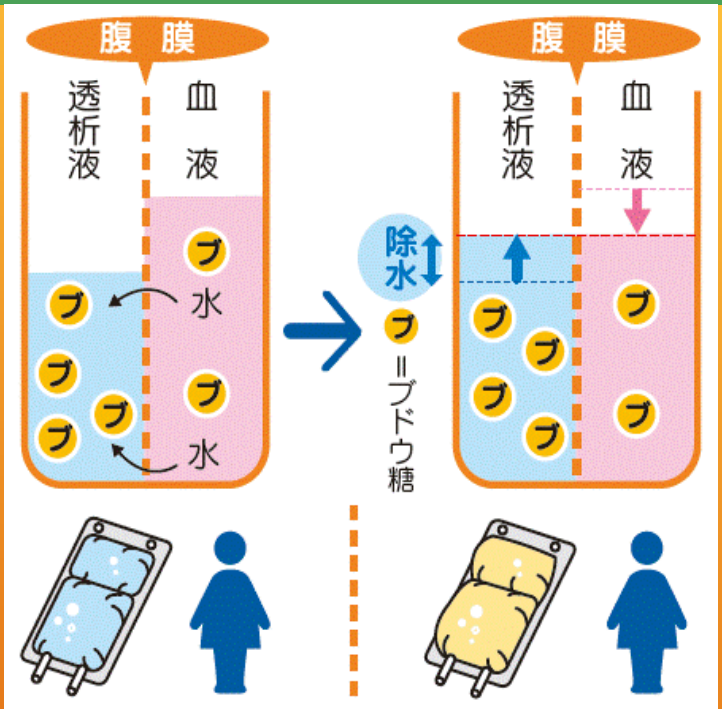
６）過水和のため十分な輸液・輸血ができない場合

拡散：透析



不要な物質は、拡散の原理で取り除かれます。拡散の原理とは半透膜（腹膜）を境にして、濃度の高い方から低い方へ物質が移動する現象です。

浸透：濾過・除水



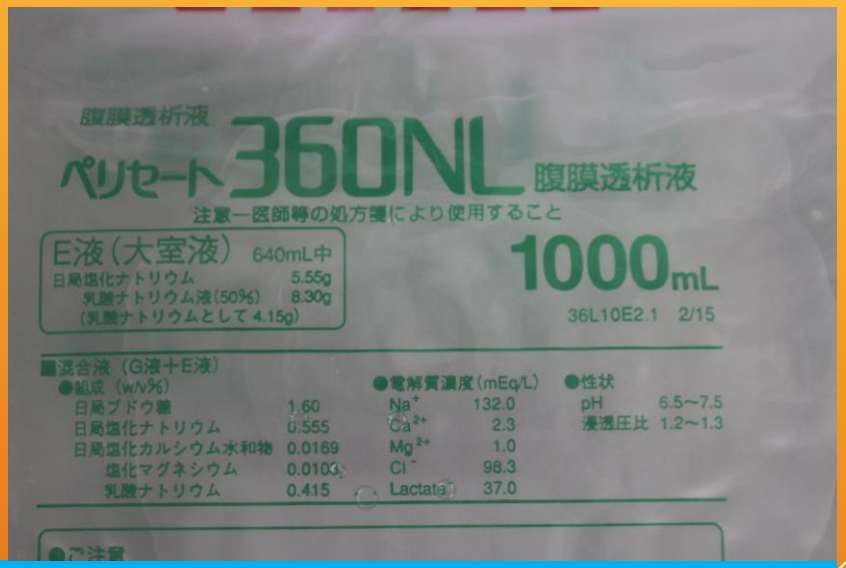
体の糖濃度より高い透析液（ブドウ糖）を入れると、余分な水分が透析液側に移動します。腹膜を介して透析液側へ水をひきつける力（浸透圧）を利用し、余分な水分を排除します。

生食に含まれない成分が

拡散・透析する

透析液は拡散・浸透・濾過

GLUの吸収と感染は注意

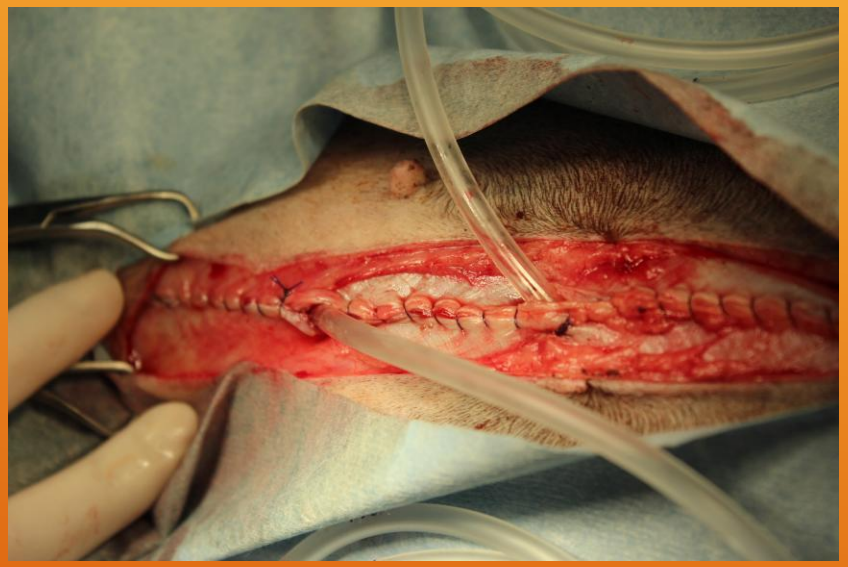


高K・高BUN・高CRE・高NH3・高TBIL・・・の除去効果は極めて高く
必要物質の補充も、腹腔内から緩和的に、血圧変動低く実施可能

血中サイトカイン・血中エンドトキシンの除去は未確定だが、腹腔内の希釈・洗浄効果は極めて高い

透析液による腹膜透析は心不全での過水和時の除水にも検討すべき

理想は持続注入・連続廃液での腹膜透析
２本のラインを設置し１本を注入用とし
20-50ML/KG/Hで灌流し、廃液し続ける



５ＫＧで６L/DAYの透析液が必要

急性腎不全に対しては腹膜透析で十分に高い効果を得られる

	猫／雑種,♀(SPAY) 7才 0ヶ月				3.8⇒4.4kg		腹膜透析症例	
原因不明:尿管結石を疑う紹介					ドパミン・フロセミド治療に反応なし			
透析液:1回100ml		ハンプ・フロセミド	1日4回	1日4回	1日2回	終了	ドレーン抜去	
	尿量	8ml/day	3ml/day	25ml/day	228ml/午後	352ml/day	236ml/day	226ml/day
検査項目名	基準値	14/11/26 12:24	14/11/27	14/11/28 05:57	14/11/29 07:24	14/11/30	14/12/01 06:26	14/12/02 13:08
BUN	17.6 ～ 32.8	133.6	乏尿	181.5	77.6	多尿化	18.1	18.8
CRE	0.8 ～ 1.8	11.8		14.1	3.2		1.2	1.3
P	2.6 ～ 6.0	4.6		7.9			5.4	
Na	147.0 ～ 156.0	140.3		140.3	152.4		148.2	148.5
K	3.40 ～ 4.60	5.01		4.68	3.32		3.63	3.57
Cl	107.0 ～ 120.0	109.1		104.4	107.5		115.6	114.1
Ca	2.20 ～ 2.80	2.20		2.62	2.16		2.44	2.26
ALT/GPT	22 ～ 84	35						32
AST/GOT	18 ～ 51	25						24
ALB	2.3 ～ 3.5	2.5		2.6				3.4
TP	5.7 ～ 7.8	6.0						7.3
GLU	71 ～ 148	161		156				145
TBil	0.1 ～ 0.4	0.5						

急性腎不全に対しては腹膜透析で十分に高い効果を得られる

猫／雑種,♂(CAST) 16才 5ヶ月　　慢性腎不全急性憎悪・尿管結石歴あり　　腹膜透析症例

来院時 無尿・脱水・眼球振盪　　透析液はベリセート

項目	基準値	17/11/10 11:57	17/11/10 13:38	17/11/10 15:53	17/11/10 19:22	17/11/11 01:59	17/11/11 03:23	17/11/11 06:17	17/11/11 10:25	17/11/11 10:26	17/11/11 14:22	17/11/11 14:24	17/11/11 18:01	17/11/11 18:12	17/11/12 00:10	17/11/12 00:12	17/11/12 08:43	17/11/12 09:25
		3.65kg						3.8kg									4kg	
腹膜透析頻度		生食200ml IP			2時間毎						1時間毎						2時間毎	
尿量ml/kg/hr		無尿			0ml			0ml	0.26				0.17		0.32		0.52	
		ノボR 1IU			腹膜透析ライン設置													
		20%糖液 1ml/kg								透析液の検査		透析液の検査		透析液の検査		透析液の検査		透析液の検査
BUN	17.6 ～ 32.8	139.0						103.6				72.5	78.7	63.5			62.6	44.8
CRE	0.8 ～ 1.8	14.9						13.1				4.5	11.7	3.8			11.4	3.4
P	2.6 ～ 6.0	7.6						9.8									11.8	
Na	147.0 ～ 156.0	152.7	154.4	153.1	153.4	152.1	152.4	150.7	151.4	140.5	146.9	136.1	148.4	134.4	145.8	132.6	142.0	133.0
K	3.40 ～ 4.60	7.51	5.58	5.91	4.64	5.38	4.49	4.97	4.56	4.68	4.49	3.39	4.39	2.88	4.51	2.42	4.07	2.41
Cl	107.0 ～ 120.0	116.7	119.8	122.2	120.2	116.6	115.9	114.6	114.5	117.0	113.3	109.1	112.7	106.6	107.5	104.6	105.0	103.6
Ca	2.20 ～ 2.80	2.22	2.64	1.90	3.02	2.82	2.74	2.88	2.16	2.14	2.36	2.00	2.14	1.92	2.18	1.92	2.48	1.94
GLU	71 ～ 148	178	118	75	128			70									372	
Hct	24.0 ～ 45.0	41.2						41.7									40.7	
ALB	2.3 ～ 3.5	2.1						2.2									1.8	

急性腎不全に対しては腹膜透析で十分に高い効果を得られる

項目	基準値	17/11/12 22:12	17/11/13 00:20	17/11/13 06:07	17/11/14 02:19	17/11/14 04:11	17/11/14 05:08	17/11/15 00:17	17/11/15 06:24	17/11/15 06:26	17/11/15 12:13	17/11/15 18:22	17/11/15 23:30	17/11/16 07:13	17/11/17 05:50	17/11/18 02:33	17/11/18 18:21
		4kg							4kg					3.9kg			
		回収が上回る													透析終了		
腹膜透析頻度			2時間毎		2時間毎				2時間毎					3時間毎			
尿量ml/kg/hr		0.79		0.87				0.49		1.09	4.25	4.93	7.4	3.6	2.7	2.96	4.1
		透析液の検査				透析液の検査		透析液の検査		透析液の検査		透析液の検査					
BUN	17.6 ～ 32.8			65.6	62.3		57.1		64.7					43.4	39.5		45.5
CRE	0.8 ～ 1.8			11.2	9.9		4.7		8.1					4.1	2.8		2.9
P	2.6 ～ 6.0			13.1	11.2				6.7					3.8	3.4		
Na	147.0 ～ 156.0	133.2	136.9	137.7	143.8	134.4		138.7	139.6	141.7	140.8	141.9	142.2	146.3	149.4	146.5	
K	3.40 ～ 4.60	4.11	4.28	4.27	4.10	3.36		2.90	2.68	3.08	3.16	2.88	2.91	3.39	3.86	4.25	
Cl	107.0 ～ 120.0	105.4	101.5	99.6	106.5	107.4		110.0	106.3	113.7	104.2	115.3	106.5	108.7	113.1	111.8	
Ca	2.20 ～ 2.80	1.96	1.70	2.30	2.74	2.18		2.28	2.32	2.42	2.42	2.36	1.92	2.50	2.58	1.92	
GLU	71 ～ 148			390													
Hct	24.0 ～ 45.0			32.1					27.8					23.9			28.7
ALB	2.3 ～ 3.5								1.8					1.7			2.3

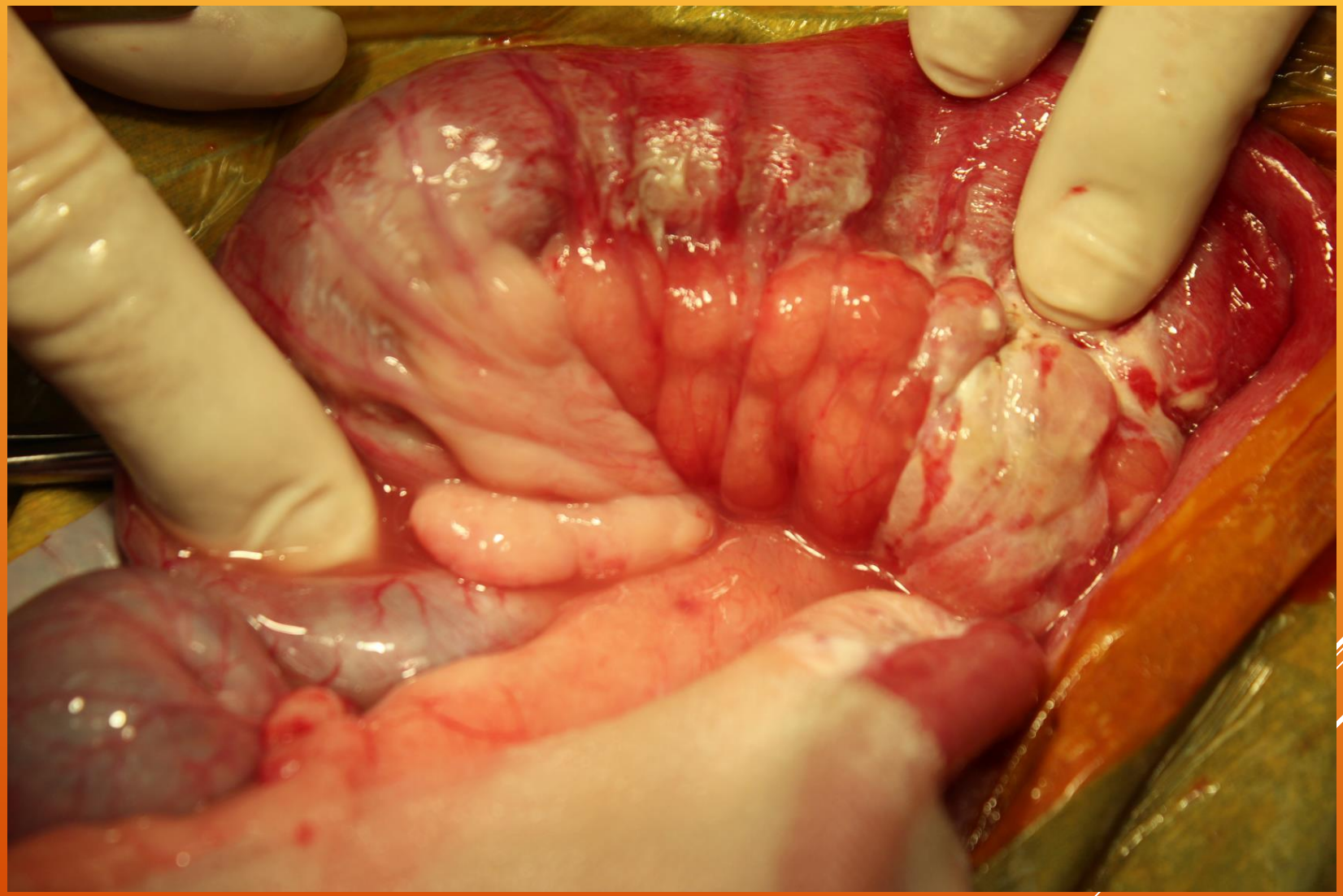
急性腎不全に対しては腹膜透析で十分に高い効果を得られる：糖が入った透析液は禁忌

	猫／ソマリ,♀(SPAY) 6才 5ヶ月			2.3kg	腹膜透析症例		
子宮蓄膿症手術後の術後急性腎不全で紹介							
温生食透析1回100ml		1日6回	1日4回	1日4回	1日4回	1日4回	終了
	尿量	無尿	無尿	無尿	16ml/day	175ml/day	
検査項目名	基準値	14/09/01 21:07	14/09/02 08:15	14/09/02 23:51	14/09/03 08:32	14/09/04 09:43	14/09/05 09:36
BUN	17.6 ～ 32.8	>140	>140	>140	>140.0	137.6	29.4
CRE	0.8 ～ 1.8	15.4	10.8	8.9	7.1	4.7	1.8
P	2.6 ～ 6.0	>15	13.0	>15	12.4	8.2	3.1
ALB	2.3 ～ 3.5	2.3	2.3	2.8	2.6	2.1	1.7
GLU	71 ～ 148	187	305	116	152	202	283
TBil	0.1 ～ 0.4	1				0.6	
Na	147.0 ～ 156.0	136.7	141.4	149.6	146.6	147.3	151.5
K	3.40 ～ 4.60	8.77	6.83	6.97	5.59	5.09	3.52
Cl	107.0 ～ 120.0	107.8	116.4	118.9	121.0	125.6	127.4
Ca	2.20 ～ 2.80	1.96	2.0	2.38	2.34	2.62	2.48

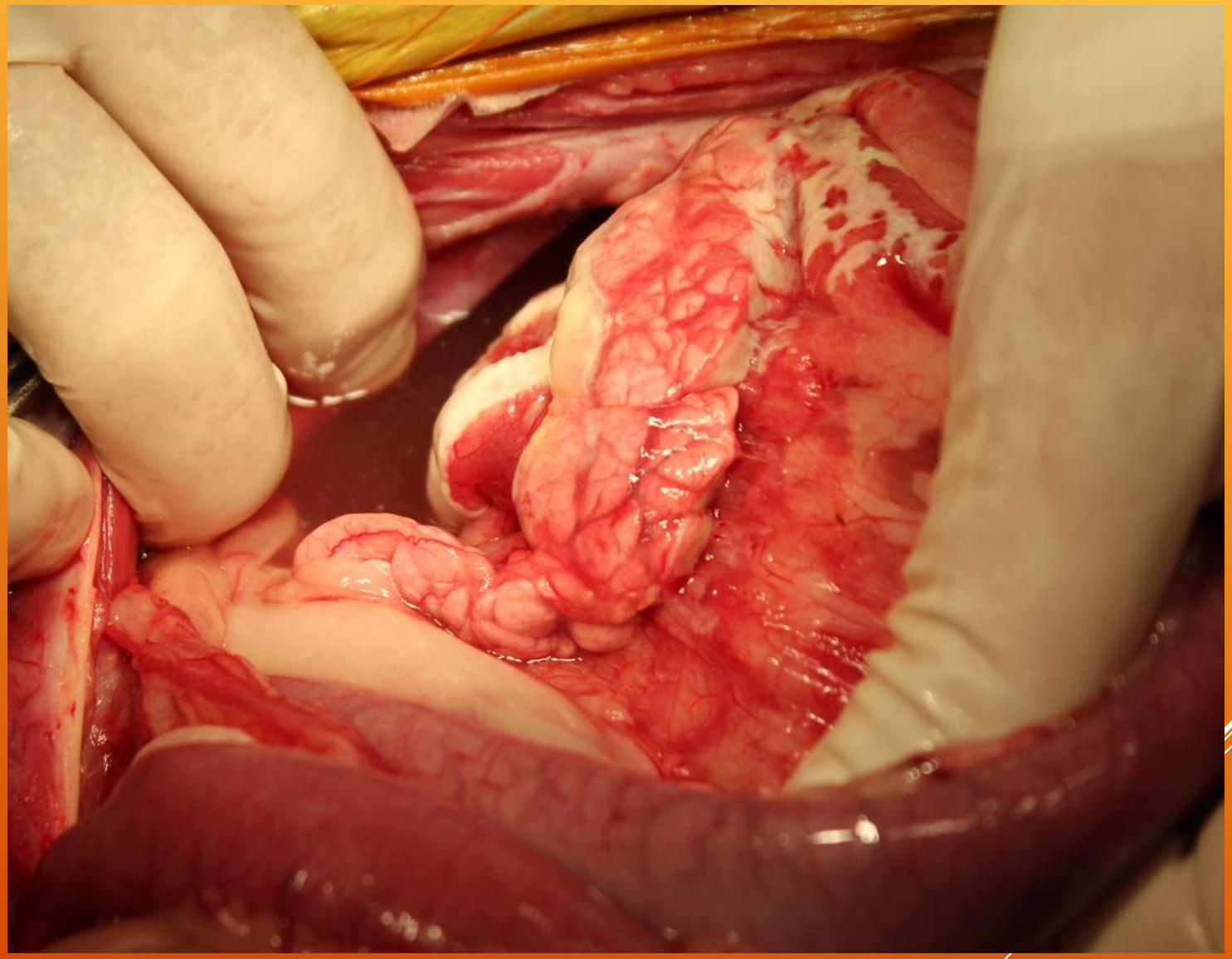
劇症の腹膜炎に対しては血液透析より腹膜透析で簡便に高い効果を得られる：糖が入った透析液は禁忌

犬／ｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ･ﾚﾄﾘｰﾊﾞｰ,♂(CAST) 8才 8ヶ月 38kg				腹膜透析症例：2ヶ月後死亡			
横臥、虚脱、SIRS状態で紹介			劇症膵炎：脾臓血管肉腫自壊後：病理済み				
温生食腹膜透析一回500ml		1日4回	1日4回	1日4回	1日4回	1日4回	抜去
	体温推移	40.6	38.2	39	38.6	38.8	39.7
検査項目名	基準値	17/09/23 15:12	17/09/24 08:42	17/09/25 09:26	17/09/26 05:10	17/09/27 09:03	17/09/29 09:16
Hct	37.0 ～ 55.0	43.8	31.8	30.3	31.6	31.9	26.9
Hgb	12.0 ～ 18.0	15.2	11.0	10.3	11.0	11.2	9.4
WBC	6000 ～ 17000	31900	20700	24900	32700	40500	29400
PLT	20.0 ～ 50.0	19.3	13.2	8.1	12.0	16.0	19.0
V-LIPA	10 ～ 160	1727	476	998	1854	861	208
イヌCRP	0 ～ 0.7	>21.0	>21.0	7.0	7.0	12.6	6.4
ALB	2.6 ～ 4.0	3.6	2.4	2.2	2.6	2.6	2.2
TP	5.0 ～ 7.2	8.1	5.6			5.6	5.6
BUN	9.2 ～ 29.2	23.1	14.3	15.2		16.5	12.2
CRE	0.4 ～ 1.4	1.0	0.7	0.5		0.6	0.6
PT	6.8 ～ 8.6	8.4				8.0	
APTT	13.1 ～ 26.9	17.5				22.0	
Fib	88.0 ～ 336.0	373				492	
PT活性		50.0				>100	
Na	141.0 ～ 152.0	148.6	146.3	140.6	140.9	138.6	140.8
K	3.5 ～ 4.8	3.63	3.95	4.25	4.79	4.91	4.31
Cl	102.0 ～ 117.0	111.5	110.0	103.0	104.3	97.2	105.9
Ca	2.20 ～ 2.80	2.16	2.20	2.12	2.32	2.44	2.14

劇症の腹膜炎に対しては血液透析より腹膜透析で簡便に高い効果を得られる

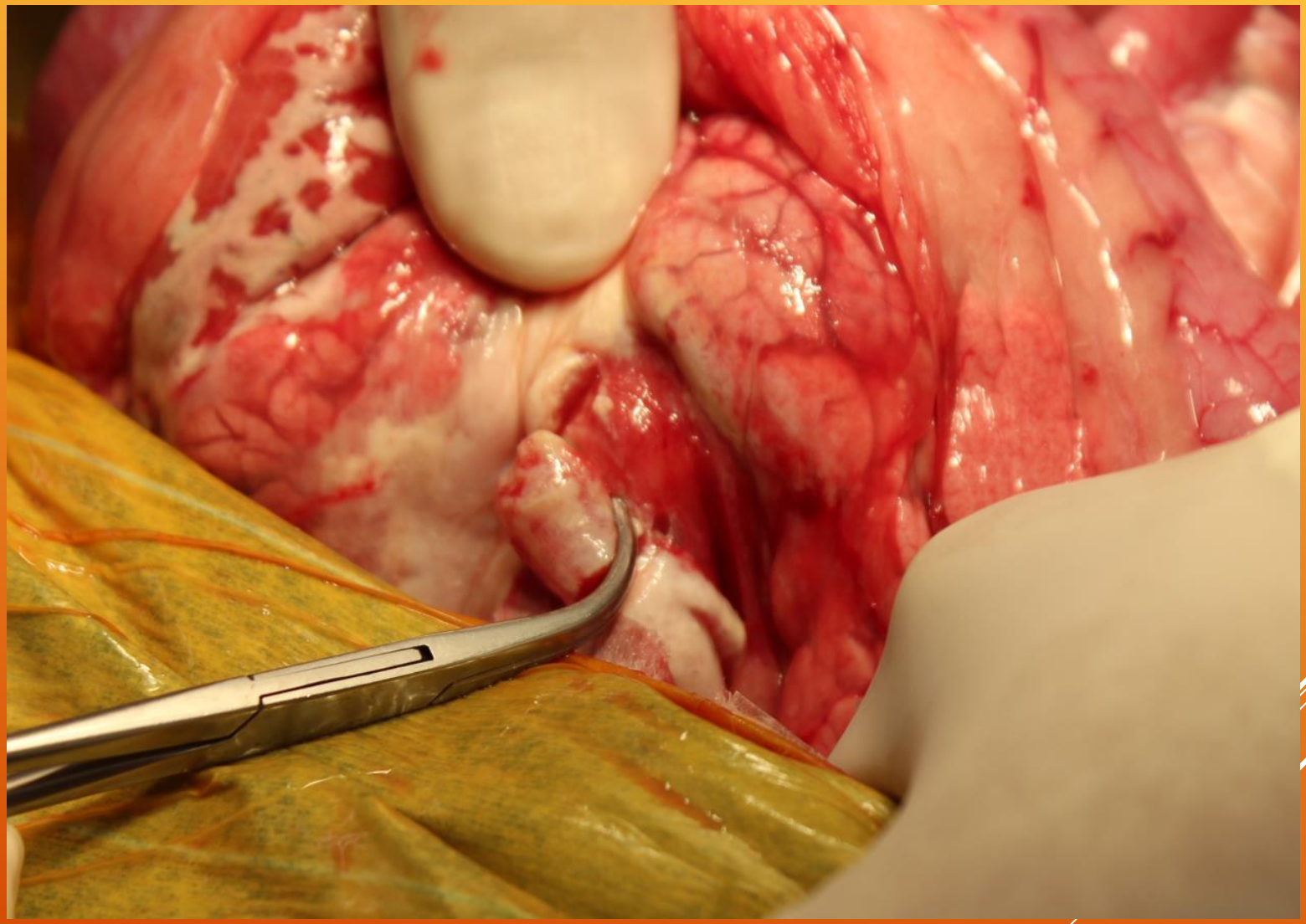


劇症の腹膜炎に対しては血液透析より腹膜透析で簡便に高い効果を得られる

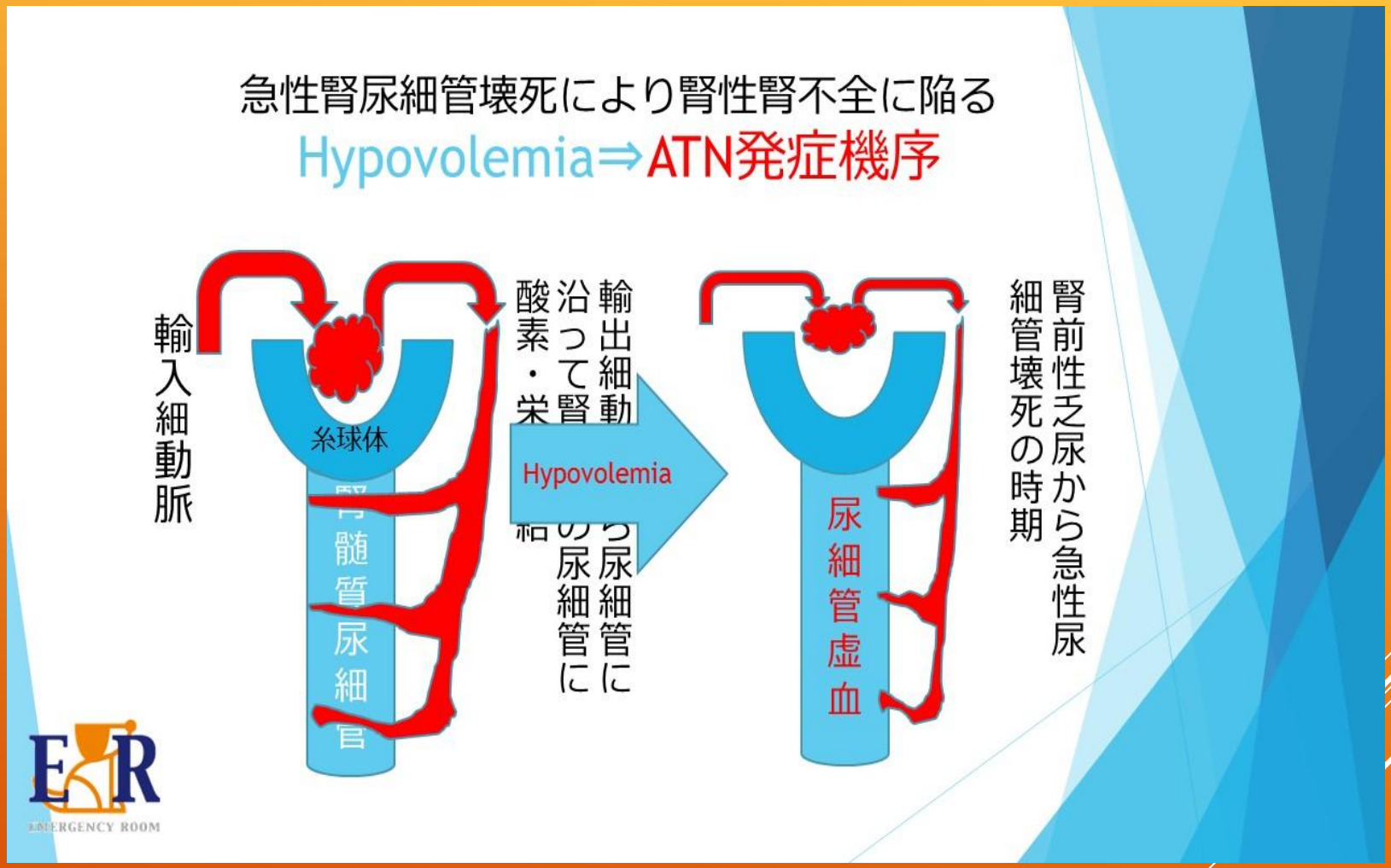


劇症の腹膜炎に対しては血液透析より腹膜透析で簡便に高い効果を得られる

劇症の腹膜炎に対しては血液透析より腹膜透析で簡便に高い効果を得られる

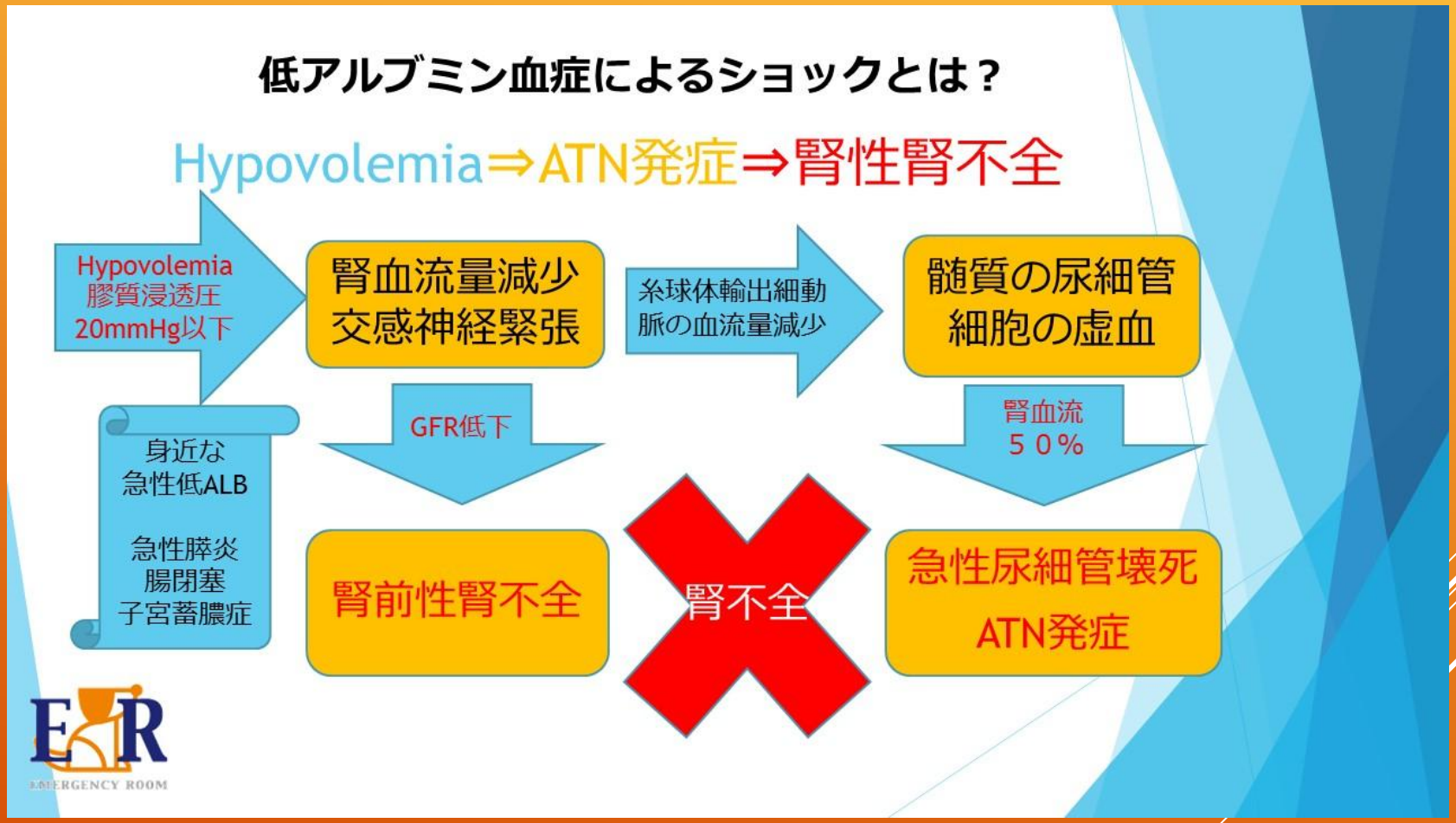


循環不全＝組織低灌流・腎虚血がATNを最も引き起こす



2015/8/16　ERセミナー　西尾里志
低アルブミン血症状態での緊急外科と術後管理

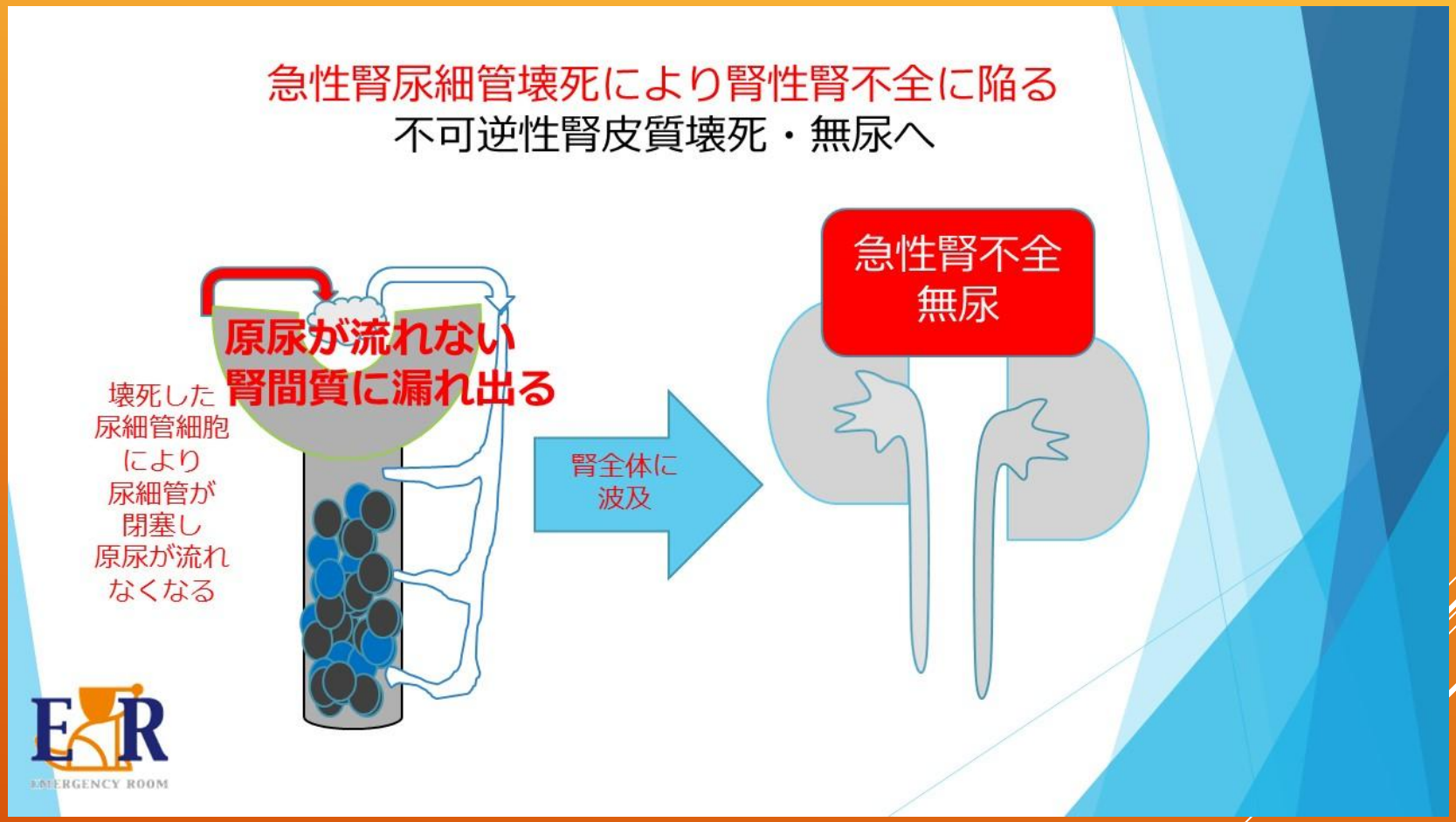
次にNEPHROTOXIN=ｴﾝﾄﾞﾄｷｼﾝ・ﾍﾓｸﾞﾛﾋﾞﾝ・ﾐｵｸﾞﾛﾋﾞﾝ・溶血時の鉄・ｱﾐﾉｸﾞﾘｺｼﾄﾞ・・・そしてNSAIDSは脱水時は本当に注意して欲しい



2015/8/16　ERセミナー　西尾里志

低アルブミン血症状態での緊急外科と術後管理

早期の原因排除ができれば腎予備能力からは可逆的に残存ネフロンが尿をつくる



血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

血漿交換療法・全血交換（交換輸血）療法

１）半透膜を通りにくい分子量の大きな病原因物質の除去

免疫グロブリン　蛋白結合中毒物質　血管内溶血

エンドトキシン　炎症性サイトカイン

血漿交換での置換量は50ml/kg

全血交換では循環血液量×１もしくはdouble V

２）凝固因子補充

血漿交換　FFPを100-150ml/kg

全血交換　double volume(160-180ml/kg)

（FFPはカルチコールを別ラインから1ml/FFP100ml）

血液浄化療法：獣医療での血漿交換療法

TPE to manage immune- mediated neurologic disorders and immune-mediated hemolytic anemia（免疫介在性神経疾患とIMHA)

UC DAVIS VETERINARY MEDICINE

Google Custom Search | Vet Med News | SVM | Search

Vet Med News

Vet Med News | Archives | Publications | School Updates | Impacts and Accomplishments | Awards and Honors

Communications and Marketing | Multimedia | Welcome Packet | Contact

Home > Archives

Current News

Advances in veterinary blood purification

Most people are familiar with the process of hemodialysis—taking impure blood from one's system, purifying it, and returning it to the body. That's a very simple explanation of a highly complicated process. A new, state-of-the-art blood purification procedure—therapeutic plasma exchange (TPE)—is making headway in veterinary medicine, joining the ranks of hemodialysis and another method, hemoperfusion. TPE is an apheresis (removal of impurities from blood) treatment in which plasma contaminated with damaging (pathogenic) antibodies, toxins or abnormal proteins is separated from the patient's flowing blood and exchanged with donor plasma that is returned to the patient to render the patient less susceptible to or free from immunologic attack or other pathologic processes.

Unlike hemodialysis or hemoperfusion (in which impurities are removed from intact blood), therapeutic apheresis separates the blood into its component fractions, and the pathogenic fraction is removed or specifically altered prior to return to the patient. The remainder of the (purified) blood is returned to the patient. The pathologic component is delivered to a waste bag and discarded.

TPE has been used for decades in human medicine to manage a variety of disorders. The indications for, and evidence-based effectiveness of, TPE for these conditions has been grouped into four categories, establishing TPE as: the standard of care (category I), having evidence-based effectiveness (category II), having inconclusive evidence (category III), or having little identified effect (category IV). These categories help clinicians decide whether to use TPE to treat specific disorders. Experience with the use of TPE in animals is limited to date, and it is difficult to predict effectiveness comparable to that achieved for similar diseases in people; however, this classification provides guidance for potential use of TPE to treat animal diseases when the current standard of care is ineffective.

The Hemodialysis and Blood Purification Service at the VMTH now has experience in the use of TPE to manage immune- mediated neurologic disorders (myasthenia gravis and polyradiculoneuropathy) and immune-mediated hemolytic anemia refractory to medical management. TPE has emerged as a viable and promising treatment option for dogs with these two life-threatening conditions. The role of TPE in several other immune-mediated, metabolic, or toxic conditions in animals awaits further investigation. UC Davis researchers and clinicians are hopeful that the broad TPE categorizations and successes seen in human healthcare can soon translate to veterinary medicine for the benefit of animals.

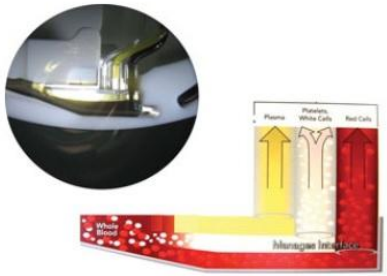


Illustration of the centrifugal separation and collection of blood components in an apheresis machine (right), and photograph of the actual separation cartridge in the spinning centrifuge (left).

To date, TPE has been used on about a dozen dogs and one horse. The treatment on the horse, conducted in May, is (to our knowledge) the first known equine application of TPE in veterinary medicine.

血液浄化療法：獣医療での血漿交換療法

Two distinctly different techniques can be used to perform TPE (centrifugal and membrane filtration).

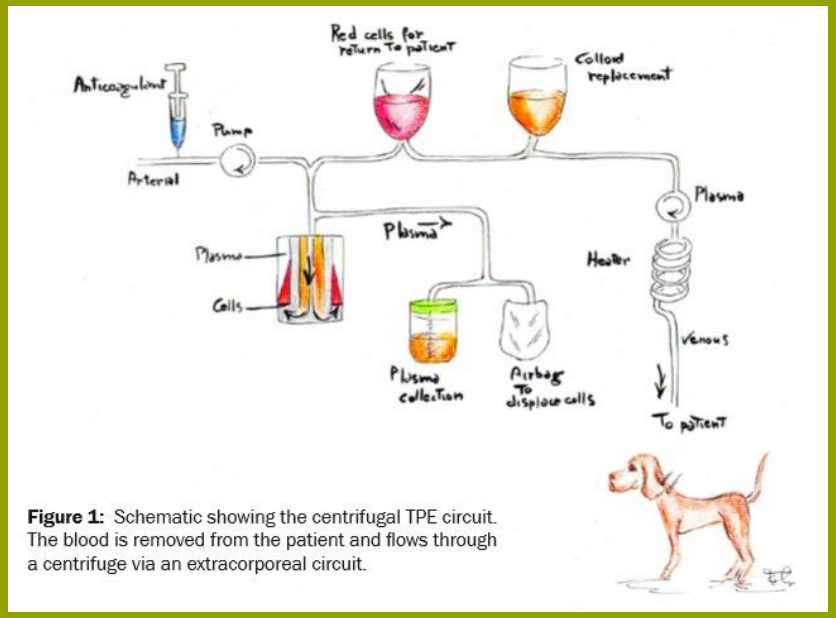


Figure 1: Schematic showing the centrifugal TPE circuit. The blood is removed from the patient and flows through a centrifuge via an extracorporeal circuit.

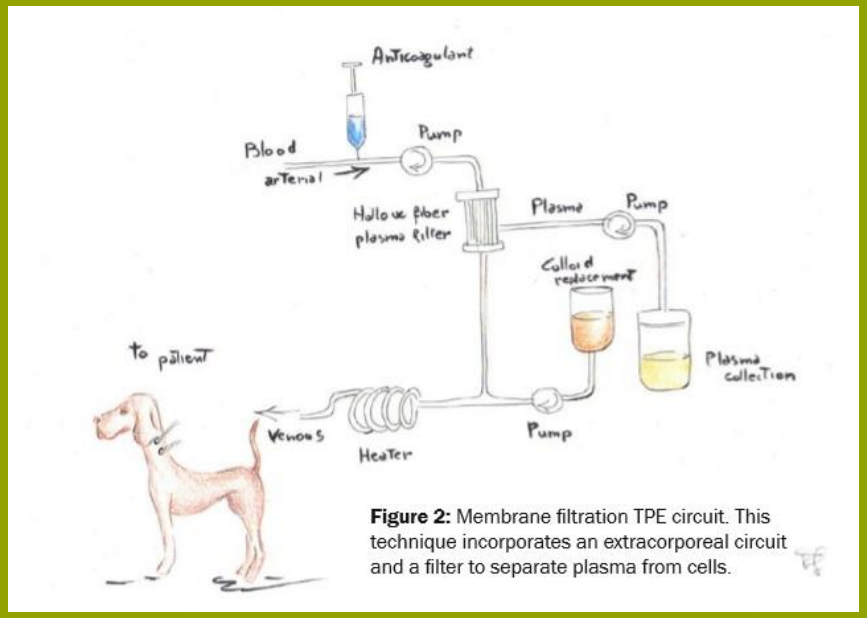
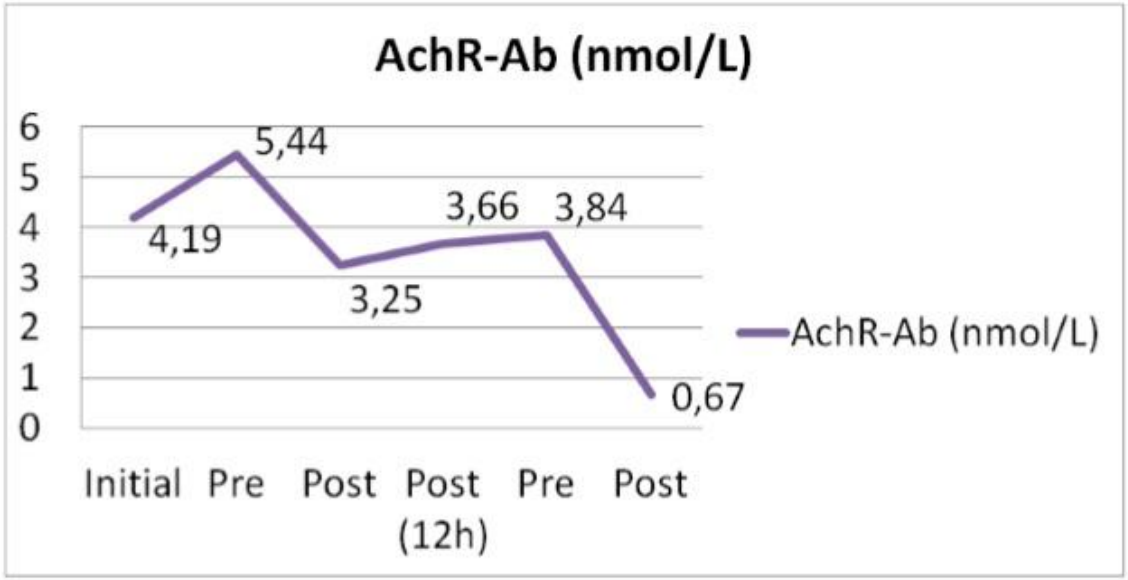


Figure 2: Membrane filtration TPE circuit. This technique incorporates an extracorporeal circuit and a filter to separate plasma from cells.

Concepts and clinical applications for therapeutic plasma exchange and plasmapheresis in small animal critical care medicine.　E Allen　2015;University of Florida

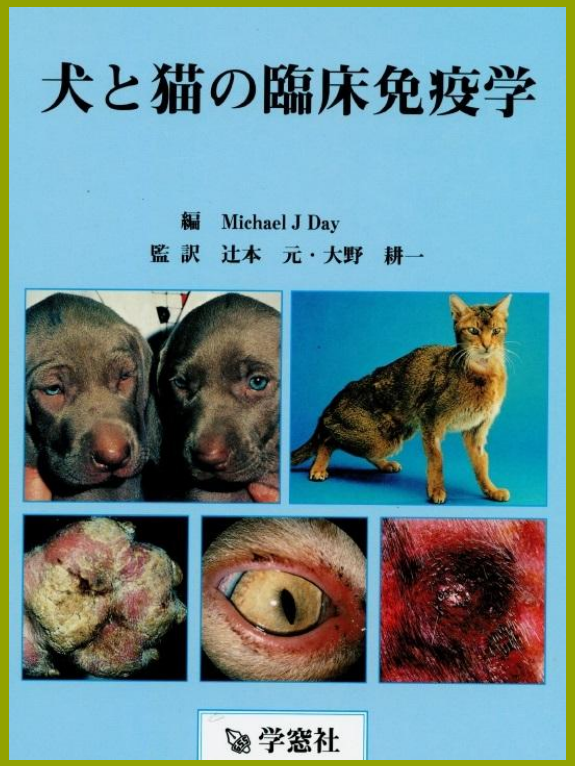
血液浄化療法：獣医療での血漿交換

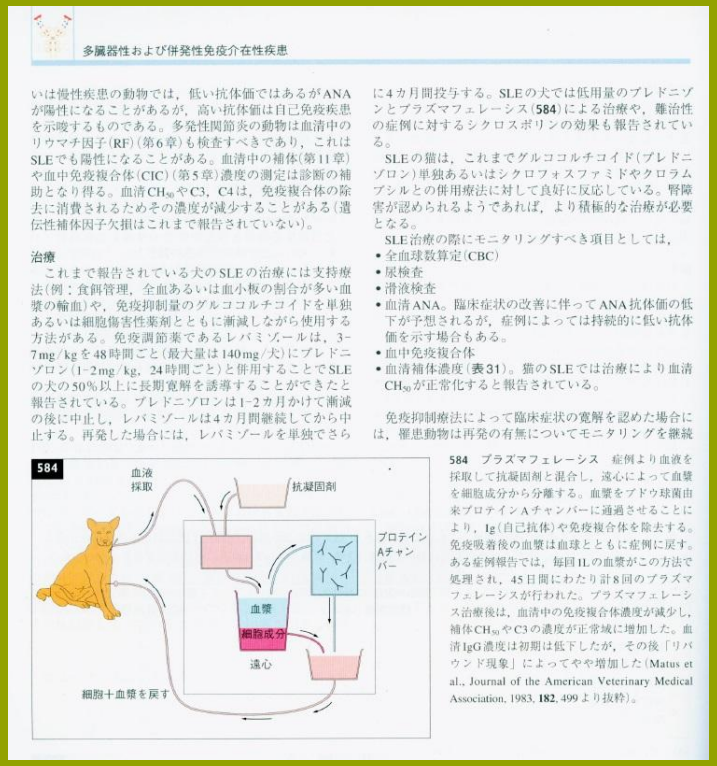
Graph 2: AchR-Ab quantification at diagnosis, prior to 1st mTPE session, immediately after mTPE, 12 hours after mTPE, prior to 2nd mTPE session, and immediately after 2nd mTPE session



Concepts and clinical applications for therapeutic plasma exchange and plasmapheresis in small animal critical care medicine.　E Allen　2015;University of Florida

血液浄化療法：獣医療での血漿交換





多臓器性および併発性免疫介在性疾患

いは慢性疾患の動物では，低い抗体価ではあるがANAが陽性になることがあるが，高い抗体価は自己免疫疾患を示唆するものである。多発性関節炎の動物は血清中のリウマチ因子(RF)(第6章)も検査すべきであり，これはSLEでも陽性になることがある。血清中の補体(第11章)や血中免疫複合体(CIC)(第5章)濃度の測定は診断の補助となり得る。血清CH_{50}やC3，C4は，免疫複合体の除去に消費されるためその濃度が減少することがある(遺伝性補体因子欠損はこれまで報告されていない)。

治療

これまで報告されている犬のSLEの治療には支持療法(例：食餌管理，全血あるいは血小板の割合が多い血漿の輸血)や，免疫抑制量のグルココルチコイドを単独あるいは細胞傷害性薬剤とともに漸減しながら使用する方法がある。免疫調節薬であるレバミゾールは，3-7 mg/kgを48時間ごと(最大量は140mg/犬)にプレドニゾロン(1-2mg/kg，24時間ごと)と併用することでSLEの犬の50%以上に長期寛解を誘導することができたと報告されている。プレドニゾロンは1-2カ月かけて漸減の後に中止し，レバミゾールは4カ月間継続してから中止する。再発した場合には，レバミゾールを単独でさらに4カ月間投与する。SLEの犬では低用量のプレドニゾンとプラズマフェレーシス(584)による治療や，難治性の症例に対するシクロスポリンの効果も報告されている。

SLEの猫は，これまでグルココルチコイド(プレドニゾロン)単独あるいはシクロフォスファミドやクロラムブシルとの併用療法に対して良好に反応している。腎障害が認められるようであれば，より積極的な治療が必要となる。

SLE治療の際にモニタリングすべき項目としては，

- 全血球数算定(CBC)
- 尿検査
- 滑液検査
- 血清ANA。臨床症状の改善に伴ってANA抗体価の低下が予想されるが，症例によっては持続的に低い抗体価を示す場合もある。
- 血中免疫複合体
- 血清補体濃度(表31)。猫のSLEでは治療により血清CH_{50}が正常化すると報告されている。

免疫抑制療法によって臨床症状の寛解を認めた場合には，罹患動物は再発の有無についてモニタリングを継続

584

584　プラズマフェレーシス　症例より血液を採取して抗凝固剤と混合し，遠心によって血漿を細胞成分から分離する。血漿をブドウ球菌由来プロテインAチャンバーに通過させることにより，Ig(自己抗体)や免疫複合体を除去する。免疫吸着後の血漿は血球とともに症例に戻す。ある症例報告では，毎回1Lの血漿がこの方法で処理され，45日間にわたり計8回のプラズマフェレーシスが行われた。プラズマフェレーシス治療後は，血清中の免疫複合体濃度が減少し，補体CH_{50}やC3の濃度が正常域に増加した。血清IgG濃度は初期は低下したが，その後「リバウンド現象」によってやや増加した(Matus et al., Journal of the American Veterinary Medical Association, 1983, **182**, 499より抜粋)。

血液浄化療法：獣医療での血漿交換

2010年動物用透析メーカーによる院内セミナー資料より

小動物透析装置(NCU-A)による血漿分取の試み

〔準備〕
・NCU-A装置　・S-5 (W-5)血液回路1セット　・血漿分離回路セット
・輸液ポンプ1台　・輸液セット1本　・鉗子　5本
・生理食塩水1000ml　1本　・ヘパリン5000U
〔方法〕
NCU-A透析装置を用いて透析療法と同じく体外循環を行う。

Fig-1 血漿交換療法

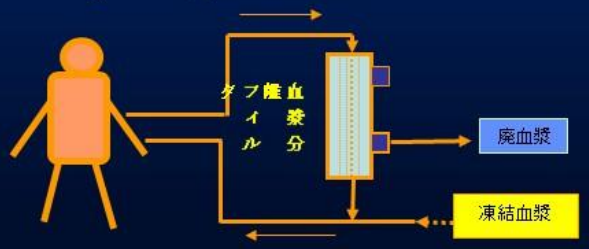
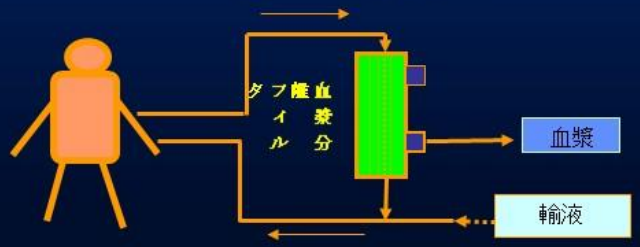


Fig-2 血漿分取法



IMHAは可能な限りRBC輸血をせずに
先に免疫抑制・ステロイド療法を実施
可能なら血漿輸血は積極的に実施

	M,DAX 6kg ♀(SPAY) 9才 6ヶ月				来院時 自己凝集顕著 球状RBC >70% RBC再生像顕著 尿中BIL+++							
		初日のみガンマーガード2.5g 輸血なし プレドニゾロン2mg/kg/day ウリナスタチン5万単位×BID										
検査項目名	基準値	16/04/13 19:13	16/04/14 08:30	16/04/14 17:45	16/04/15 08:31	16/04/16 09:26	16/04/17 09:53	16/04/18 08:43	16/04/19 08:27	16/04/20 10:38	16/04/21 09:38	16/04/23 15:16
Hct	37.0 ～ 55.0	16.7	12.9	13.6	17.9	21.0	22.9	23.2	23.4	22.2	22.0	27.5
Hgb	12.0 ～ 18.0	5.7	4.4	4.7	5.8	6.7	7.6	7.7	7.7	7.4	7.3	8.9
MCV	66.0 ～ 77.0	67.9	68.6	69.7	71.9	72.2	72.7	71.2	71.8	71.2	72.8	74.3
MCHC	32.0 ～ 36.0	34.1	34.1	34.6	32.4	31.9	33.2	33.2	32.9	33.3	33.2	32.4
WBC	6000 ～ 17000	21600	26000	29200	33400	29700	23900	23800	25100	24900	33600	32700
PLT	20.0 ～ 50.0	17.9	12.8	13.4	11.9	19.0	26.1	37.8	45.8	45.6	51.7	68.2
イヌCRP	0 ～ 0.7	>7.0	15.5		15.6	8.9	5.6	4.2	2.7	2.7		2.3
ALT/GPT	17 ～ 78	314	323		274	195						
AST/GOT	17 ～ 44	140	102			47						
ALP	47 ～ 254	1041	1029		1128	1188						
TBil	0.1 ～ 0.5	2.0	0.5		0.4	0.4						
PT	6.8 ～ 8.6	7.8										
APTT	13.1 ～ 26.9	38.7										
Fib	88.0 ～ 336.0	>650										
PT活性		>100.0										

イヌの血漿交換療法実施記録

A　コッカー

2011/11/25　21:00 輸血MAP９０ｍｌ

ドパミン５μg/kg/min ﾌﾟﾚﾄﾞﾆｿﾞﾛﾝ2mg/kg ﾊﾞｲﾄﾘﾙ 5mg/kg ｶﾞｽﾀｰ1mg/kg

ミラクリッド5万 IV

ナファタット0.4mg/kg/hr≒11ml/hr

22:15 アトロピン0.01mg/kg IV 後 プロポフォール 5mg/kg IV　　脱血ドレーン左頚静脈に留置

22:40　PE 1回目（保存）

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ FFP１２０ｍｌ

23:34 PE2回目

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１２０ｍｌ＋返血２０ｍｌ

23:53 気管チューブ抜管

0:36　PE 3回目（保存）

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ

FFP１２０ｍｌ＋返血約１５ｍｌ

HCT１２．６%Plate14.3 ALB2.8

1:36　PE 4回目

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１２０ｍｌ＋返血約１５ｍｌ

2:36　PE 5回目（保存）

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１２０ｍｌ＋返血約１５ｍｌ

3:37　PE 6回目

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１３０ｍｌ＋返血約１５ｍｌ

PIPC30mg/kg IV ビタシミン1000mg IV

4:32　PE 7回目（保存）

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１３０ｍｌ＋返血約２５ｍｌ

5:35　PE 8回目

脱血１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１３０ｍｌ＋返血約２０ｍｌ

6:40　PE 9回目(保存)

脱血　１２０ｍｌ　＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１２０ｍｌ＋返血約２２ｍｌ

8:05　PE 10回目

脱血１２０ｍｌ＆Ｂｏｌｕｓ投与

FFP１１０ｍｌ＋返血約２０ml

8:15　輸血MAP１００ｍｌ　1時間で投与

12:01

HCT２０．０% PLATE9.7 ALB2.7 TBIL4.9

19:00 **HCT１８．８** PLATE10.3 ALB2.9

EMERGENCY ROOM

炎症性サイトカインを激減させるということは
サイトカインストームを止める可能性が高い

	TNF-alpha (pg/mL)		IL-1 beta (pg/mL)		IL-6 (pg/mL)	
	10倍希釈	20倍希釈	10倍希釈	20倍希釈	10倍希釈	20倍希釈
脱血１	1294	1854	2509	2720	745	464
脱血３	1250	1842	3097	3583	769	567
脱血５	1099	1633	2512	2972	486	439
脱血７	957	1445	2763	1898	349	206
脱血９	901	1382	2108	1643	545	293
４時間後	816	1316	1416	1297	315	58
１２時間後	786	1233	1287	1449	253	17

EMERGENCY ROOM

難治性IMHA症例の全血交換：脱血量と同じ量を輸血する

RBCは免疫惹起物質と考え基本は輸血しない

血漿分離できないなら全血交換

	チャイニーズクレステッドドッグ 4.2kg ♂(CAST) 8才10ヶ月						来院時自己凝集ー 球状RBC多数 RBC再生像顕著 クームス陽性								
	免疫抑制	48時間はソルメドロール2.5g/kg/h				プレドニゾロン4mg/kg/day					プレドニゾロン2mg/kg/day アトピカ25mg/head				
	プロテアーゼインヒビター	メシル酸ナファモスタット0.3mg/kg/h CRI									ウリナスタチン5万単位×BID				
	輸血	MAP110ml					MAP100ml				全血交換 250ml				
検査項目名	基準値	17/08/02 17:47	17/08/03 04:36	17/08/03 19:47	17/08/04 13:00	17/08/05 08:39	17/08/06 11:07	17/08/06 22:18	17/08/07 09:02	17/08/08 18:26	17/08/08 20:44	17/08/09 08:13	17/08/10 08:36	17/08/11 08:48	17/08/12 08:55
Hct	37.0 ～ 55.0	10.3	29.0	27.0	19.1	12.3	9.5	17.3	13.7	10.7	30.4	29.4	27.8	33.5	34.9
Hgb	12.0 ～ 18.0	3.7	10.3	9.0	6.7	4.8	3.4	6.3	5.1	4.1	10.6	10.5	9.7	11.2	12.1
WBC	6000 ～ 17000	12800	17500	23800	24800	30700	56600	49100	51200	57300	27800	35600	20900	21100	23500
PLT	20.0 ～ 50.0	13.5	11.5	8.2	5.9	8.6	11.2	5.5	10.2	6.7	15.8	6.9	1.6	2.9	4.1
イヌCRP	0 ～ 0.7	>21.0		16.1	7.0	9.5	10.9		10.0	9.1		6.2	1.4	1.0	0.5
GPT	17 ～ 78	190		537			335			237					
GOT	17 ～ 44	112		209			124			107					
BUN	9.2 ～ 29.2	52.5		29.0	23.1		37.6			37.1					
CRE	0.4 ～ 1.4	0.6		0.4	0.4		0.4			0.5					
TBil	0.1 ～ 0.5	3.7		9.7	6.8		9.4		14.3		5.4	6.7	3.8	3.9	
PT	6.8 ～ 8.6	8.7													
APTT	13.1 ～ 26.9	29.2													
Fib	88.0 ～ 336.0	>650													
PT活性		38.5													

血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

血漿交換療法・全血交換（交換輸血）療法

全血交換　Single volume(犬90ml/kg　猫65ml/kg)を
まず実施してみませんか？

一番リスクが低いのは直前に血液確保し、ゆっくり脱血しながら、
輸血する。この時一番苦労するのは恐らく脱血ライン確保です
頸静脈に20Gの留置針で実施は可能
１７Gの多穴留置針は脱血量がしっかり取れる
抗体やエンドトキシンはゆっくり回数分けて交換したほうが
良いと言われるので脱血ラインが詰まったら慌てず中止して
再度確保してやるくらいがよい

血液浄化療法
獣医療で現実的な手作業での浄化方法

血漿交換療法

ヒトALB製剤をもちいて５％溶液での血漿交換

サリンヘス・デキストラン等血漿代用膠質製剤での血漿交換

⇒犬FFPに勝るものはなし

ではどのようにして

一般開業医でFFPをストックしておくか

もしくは

必要時に自分の飼育犬１０－１２ｋｇ（循環血液量１０００ｍｌ）から

６００ｍｌの脱血を安全に実施できるか

血液浄化療法の安定的実施

○多量の血漿が必要である
○人アルブミン製剤・アルブミナーの4－5%溶液で
　部分的には代用できるがすべては無理
○15kgの犬から1回200mlの全血献血か
　30kgの犬から1回400－600mlの全血献血か
○他の透析などを組込むことはコスト的にも否定的
○長時間の人員の拘束が必要
○処置中に人工呼吸管理が必要な疾病動物もいること
　とから病院の重要設備がこの治療に長時間必要

12kg犬から献血1回に600ML脱血する方法

例：12kgの犬の循環血液量は12kg×90ml＝1080ml
安全採血量は循環血液量の1/4≒22ml/kg
つまり200ml採血バッグ1個
1：200mlをFFP110mlと濃厚RBC90mlに遠心分離
2：200ml脱血とともに濃厚RBC90mlを輸血
FFP110mlと濃厚RBC90mlに遠心分離
3：200ml脱血とともに濃厚RBC90mlを輸血
FFP110mlと濃厚RBC90mlに遠心分離し
合計FFP330mlと濃厚RBC90mlを作成し保存
RBCは200ml脱血の時のロスと同じ
FFP中のTPは1回に0.8-1.0mg/dl希釈される
参考FFP中TP7.0→6．0→5．0の様に希釈される

12kg犬から献血1回に600ML脱血する方法

例：12kgの犬の循環血液量は12kg×90ml＝1080ml
安全採血量は循環血液量の1/4≒22ml/kg
つまり200ml採血バッグ1個

1：200mlをFFP110mlと濃厚RBC90mlに遠心分離し保存

2：2週間後400ml脱血とともに保存RBC+FFPを自己血輸血
400mlをFFPと濃厚RBCに分離し保存
生体の負荷を考慮するとこの400mlを利用するのが理想

3：濃厚RBCを2週間後使用していなければ、
600ml脱血を保存RBC＋FFP輸血とともに実施する
ただし大量輸血の弊害：クエン酸ナトリウム大量投与による低Ca血症・循環血液量に対しての大量輸血による出血傾向等々生体負荷を考慮すると3以降も400ml脱血を基準とすることが望ましい。

ヒト医療に遅れること数十年
血液浄化療法を積極的に行うことに挑戦しませんか？
今の獣医療では救えない子達が助かるのです

奇跡的なのか獣医の努力が及ばないのか・・・

佐賀大高度救命救急センター見学時