

# 犬と猫の輸血療法の基本

Kenichiro Yagi, BS, RVT, VTS (ECC, SAIM)

# Emergency Call



# アメリカ現状：輸血療法



# アメリカ現状：輸血バンク



# 血液成分療法 コンセプト #1

必要な部分だけ、  
意図的に使う

# 血液成分



血液

細胞

血漿

赤血球

白血球

血小板

タンパク質(凝固因子, アルブミン, 免疫グロブリン)

# 血液成分療法 コンセプト #2

不要なリスクを  
防ぐ

免疫反応	原因	徴候	治療
I型過敏症 (アレルギー)	外来血清抗原にレシ ピエントのIgEが結合	発熱, 浮腫, 掻痒, 嘔 吐, 下痢, アナフィラ キシー	中止, 軽度: 抗ヒスタミ ン剤 アナフィラキシー: エピ ネフリン, グルココルチ コイド, 輸液, 昇圧剤
II型過敏症 (AHTR: 急性溶血性 輸血反応)	赤血球上のIgGとIgM	発熱, 嘔吐, 呼吸困 難, 低血圧, ヘモグロ ビン血症, ヘモグロビ ン尿	中止, 静脈点滴, 昇圧 剤, グルココルチコイド, 必要に応じて酸素
II型過敏症 (DHTR: 遅発性溶血 性輸血反応)	感作され生成された IgG	高ビリルビン血症, ビ リルビン尿, PCVの急 落, 臨床症状がない こともある	支持療法. 臨床的な貧 血ならRBCを追加
III型過敏症 (血清病)	免疫複合体の蓄積	発熱, 血管炎, 浮腫, 滑膜炎, リンパ管拡 張症, 糸球体腎炎	支持療法, 症状による
FNHTR: 発熱性非溶 血性輸血反応	レシピエントの白血 球と血小板上のIg, サイトカイン	発熱, 悪心, 嘔吐	輸血を中止 支持療法

# コンポネント療法 リスクを防ぐ



## 全血

- 免疫学的 (HTR, FNHTR, I型, III型)
- 非免疫学的(輸液過多, カリウムイオン, アンモニア, クエン酸)

## 濃厚赤血球

- 血漿のリスク
  - I型
  - III型
- 輸液過多
- クエン酸

## 新鮮凍結血漿

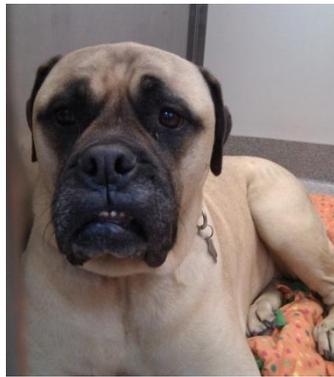
- 赤血球、白血球、血小板のリスク
  - HTR
  - FNHTR
- 輸液過多
- カリウムイオン
- アンモニア

## 濃厚血小板

- 赤血球、血小板のリスク
  - HTR
- 輸液過多
- カリウムイオン
- アンモニア
- クエン酸

# 血液成分療法 コンセプト #3

限られた資源を  
効率よく使う



Whole Blood(全血)



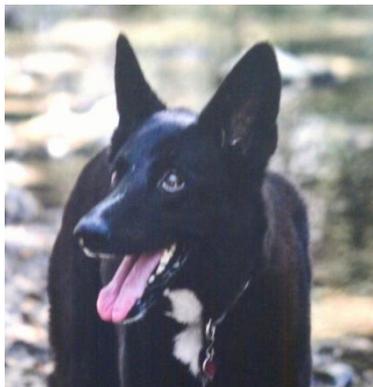
脾臓腫瘍破裂



Whole Blood(全血)



抗凝固剤  
の殺鼠剤



Whole Blood(全血)

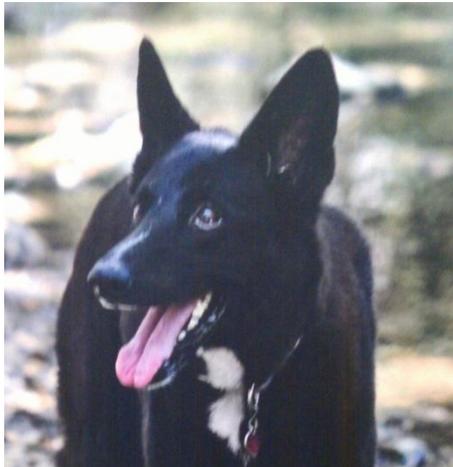
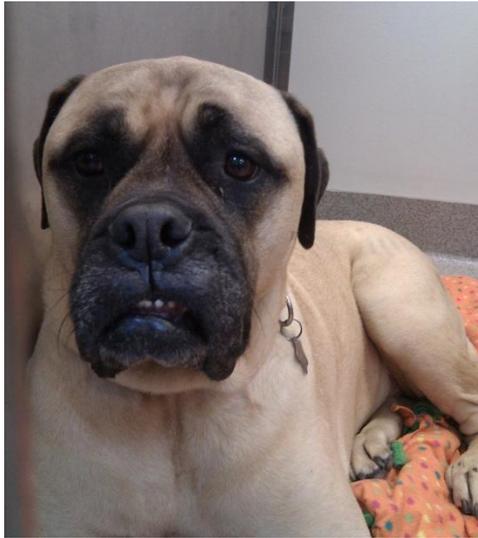


免疫介在性血小板減少症(IMTP)  
による出血

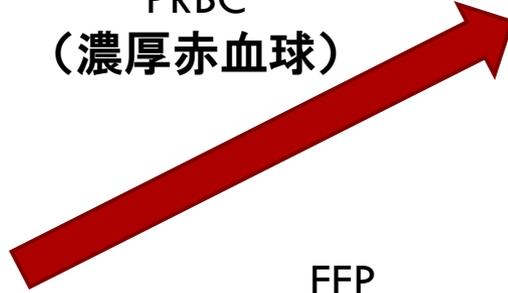


Whole Blood  
(全血)



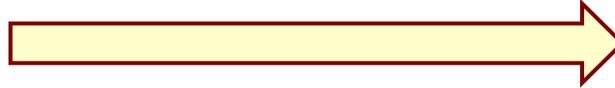


PRBC  
(濃厚赤血球)



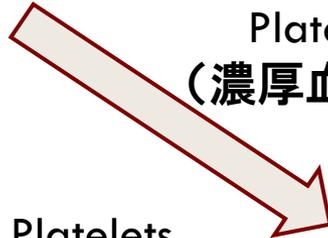
脾臓腫瘍破裂

FFP  
(新鮮凍結血漿)



抗凝固剤  
の殺鼠剤

Platelets  
(濃厚血小板)



Platelets



IMTP



PRBC



1. 一度の献血で数匹の患者を助けられる

2. 成分の比率を自由に調節できる

# 最適な保存環境

成分	保存方法	貯蔵寿命
全血	1-6°C	21-28 日
濃厚赤血球	1-6°C	35-37 日
新鮮凍結血漿	-18°C	1年
凍結血漿	-18°C	5年
血小板	室温, 揺らす	5日
アルブミン	室温	15ヶ月
クリオプレシピテート (寒冷沈降物)	-18°C	1年

# 血液成分療法 を使う輸血医療は...

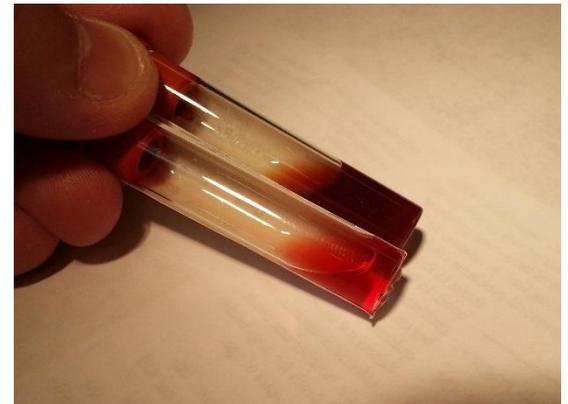
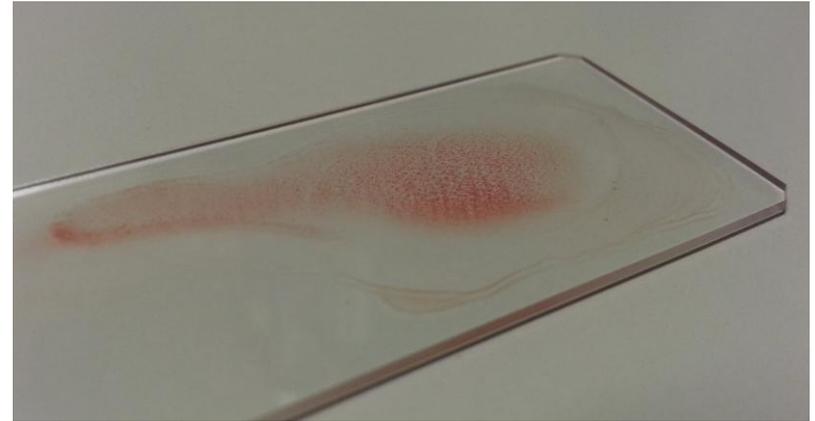
意図的

安全

効率的

# 症例

- 10歳 コッカースパニエル
- 力が出ない, 努力呼吸
- 頻脈, 脈拍: 正常
- わずかな黄疸
- PCV 12%, Alb 3.2g/dL,  
SpO<sub>2</sub> = 98%
- Autoagglutination  
(自己凝集)



# 全血



- すべての血液成分
- 貯蔵寿命
  - 新鮮 (6hr)
  - 保存 21-35日
- 一般的な方法

# 濃厚赤血球 (PRBC)

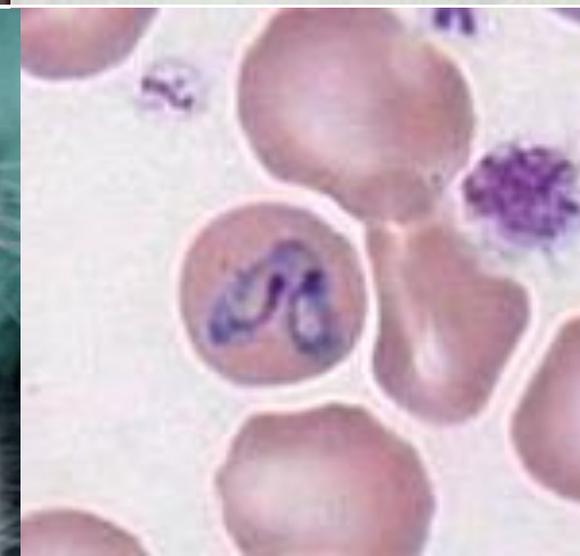
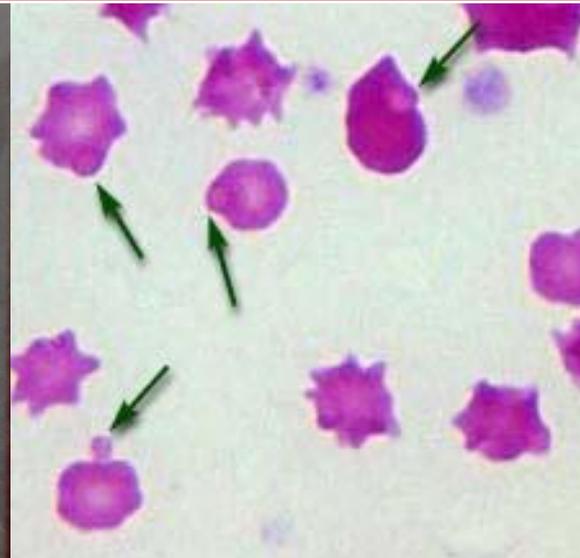
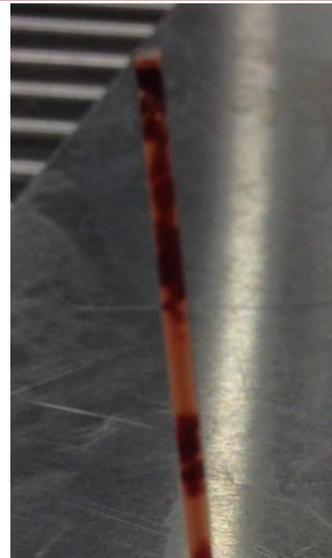


- 全血から血漿を取り除く (60-80% PCV)
- 赤血球の質量(酸素運搬能力)
- 貯蔵寿命:
  - 4°C で 21-42 日

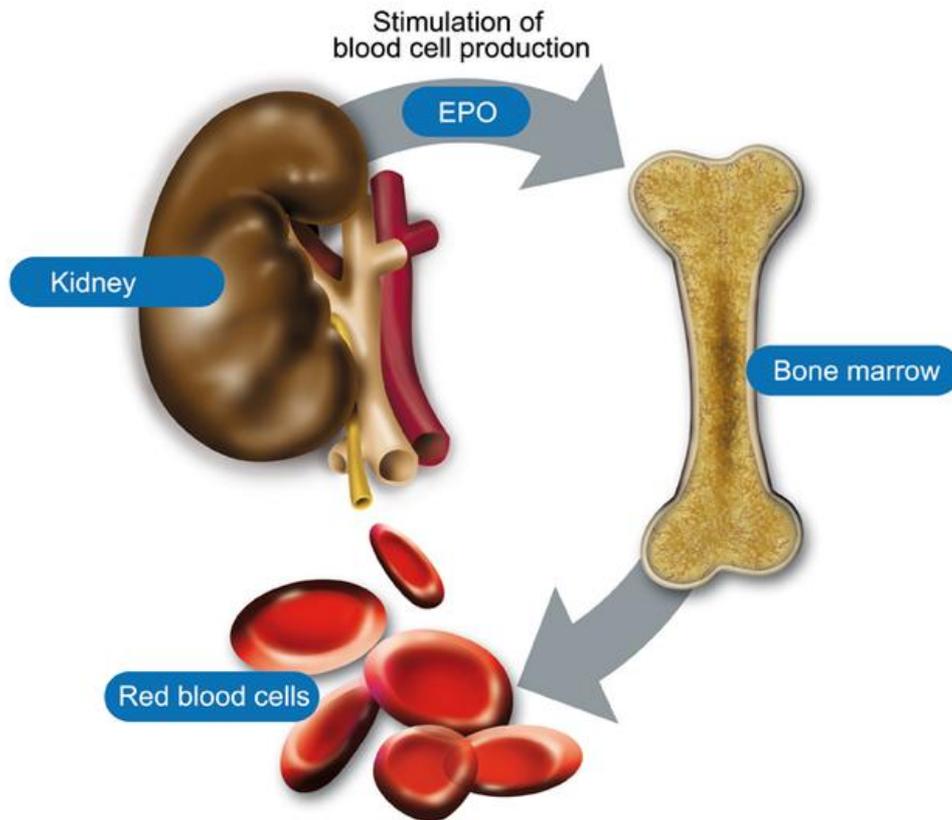
# 出血



# 赤血球の破壊



# 赤血球生成の低下



- ↓エリスロポエチン
  - 生成か反応
  
- 骨髄の機能の低下
  - ウィルス、細菌感染
  - 毒性物質
  - 腫瘍・癌
  
- 栄養素の不足
  - Iron(鉄分)
  - Folic acid(葉酸)
  - ビタミン B<sub>12</sub>

ウソ

OR

ホント

赤血球の必要性はPCVなどの  
テストで判断できる

# 濃厚赤血球 (PRBC)



- 使う理由
  - 赤血球質量の低下
  - ↓PCV, HCT, Hb レベル
  - 貧血による低酸素症の徴候
    - 代償のサイン
    - 脱力感
  - 数字的な“輸血トリガー”は無い

# Anemic Dog Clinical Assessment Score (ADCAS)

## 犬の貧血臨床アセスメントスコア

*J Vet Intern Med* 2014;28:576–582

### Assessment of Clinical and Laboratory Variables as a Guide to Packed Red Blood Cell Transfusion of Euvolemic Anemic Dogs

C. Kisielewicz, I. Self, and R. Bell

**Table 1.** Anemic dog clinical assessment score (ADCAS).

	Normal (0)	Mild (1)	Moderate (2)	Severe (3)
Mucosa color	Salmon pink (Fig 1A)	Slightly pale (Fig 1B)	Moderately pale (Fig 1C)	Severely pale (Fig 1D)
Pulse quality	Normal	Bounding	Weak	Weak
Heart rate	65–109 bpm <sup>21</sup>	110–140 bpm	>140 bpm	>140 bpm
Respiratory rate	15–24 rpm <sup>20</sup>	25–40 rpm	>40 rpm	>40 rpm
Mentation/exercise tolerance	BAR, walking	Quiet, able to walk	Lethargic, able to stand	Lethargic, unable to stand

- 客観的な赤血球輸血の決断
- 客観的な効果の判断

# PRBC 投与量

## Accuracy of formulas used to predict post-transfusion packed cell volume rise in anemic dogs

Jacqueline L. Short, BVMS; Shenandoah Diehl, DVM, DACVECC; Ravi Seshadri, DVM, DACVECC, DAVBP and Sergi Serrano, LV, DACVECC

Formula	Volume to be transfused (VT)
1	$1\text{mL} \times \%PCV\ Rise \times BW(kg)$
2	$2\text{mL} \times \%PCV\ Rise \times BW(kg)$
3	$90\text{mL} \times BW(kg) \times \frac{\text{Desired PCV} - \text{Patient PCV}}{\text{PCV of Donor Blood}}$
4	$1.5\text{mL} \times \%PCV\ Rise \times BW(kg)$

- 最適なPCV
  - ▣ 25-30%
  - ▣ 十分な動脈酸素含有量( $\text{CaO}_2$ )
  - ▣ 徴候の軽減

ウソ

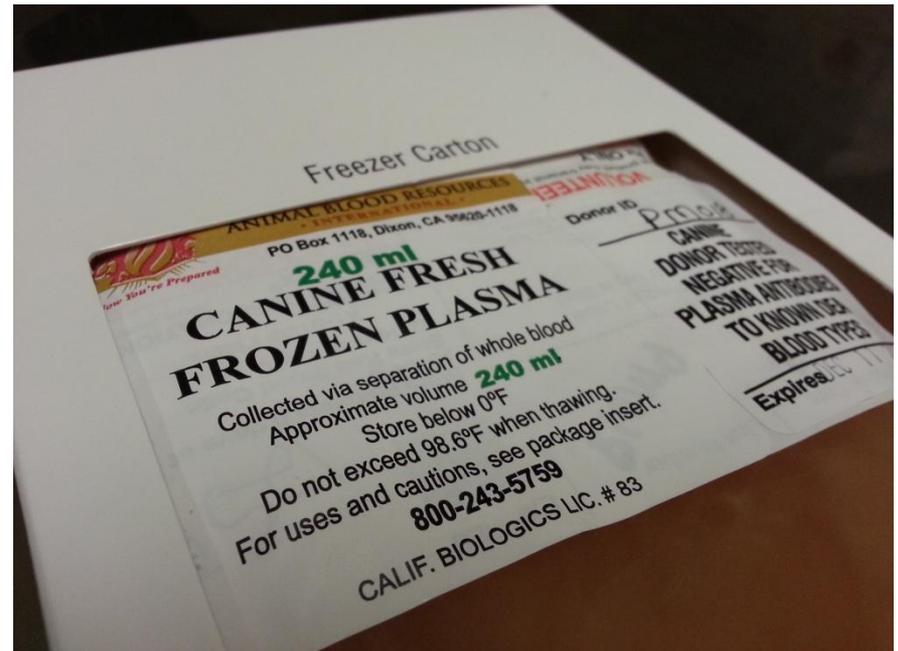
OR

ホント

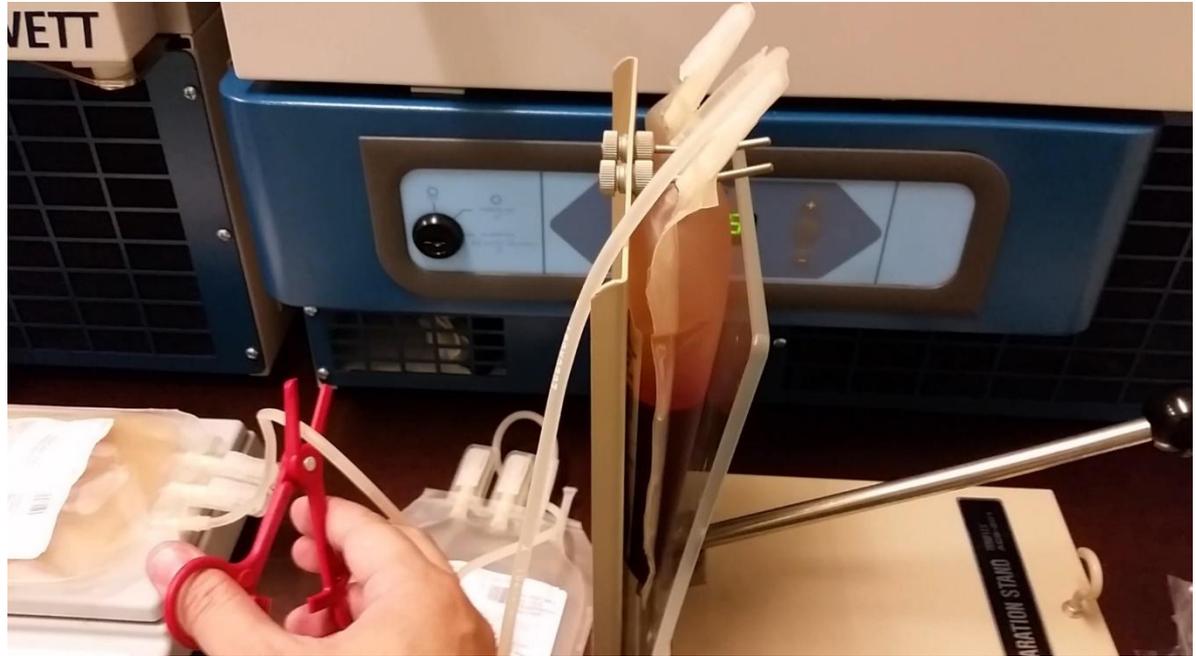
PCVなどのテスト、赤血球のロス  
の速度、徴候を全て考慮

# Plasma(血漿)

- 様々なプロテイン
  - 血液凝固因子
  - アルブミン
  - 免疫グロブリン
  - その他



# 血漿の抽出



# Fresh Frozen Plasma(新鮮凍結血漿)

- 6-8時間以内に凍らせる
- 貯蔵寿命:-18°Cで1年
- 血液凝固因子の量はほぼ献血時と同じ



# Frozen Plasma(凍結血漿)

- 合計5年貯蔵(-18℃以下)
  - FFPを1年以上保存して期限切れ
  - 8時間以内に分離と冷凍できなかった場合
- 不安定な血液凝固因子の低下(V, VIII)
- アルブミン, グロブリンは通常



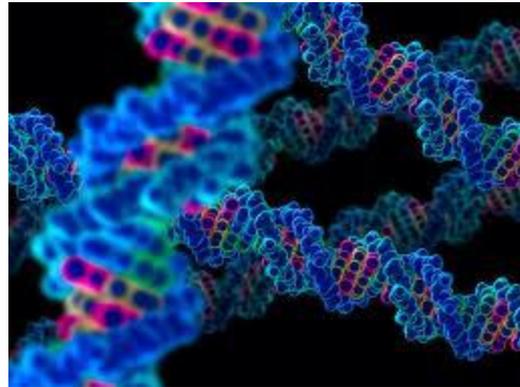
# Plasma(血漿)

## □ 使用の理由

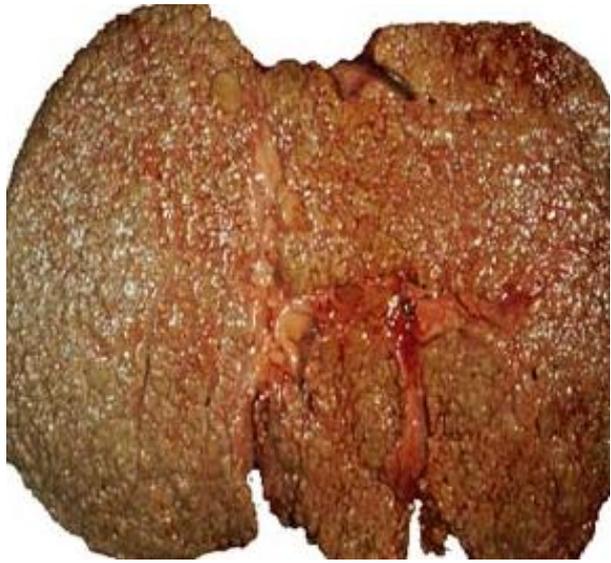
### □ 血液凝固因子の補充

■ 10-20mL/kg

### □ 低アルブミン血症



# 低アルブミン血症

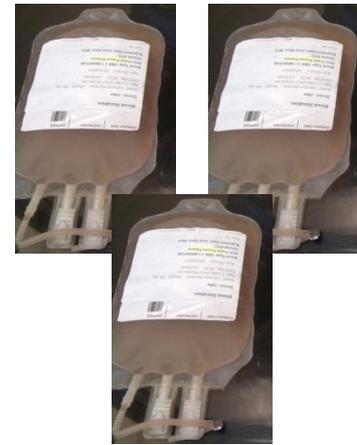
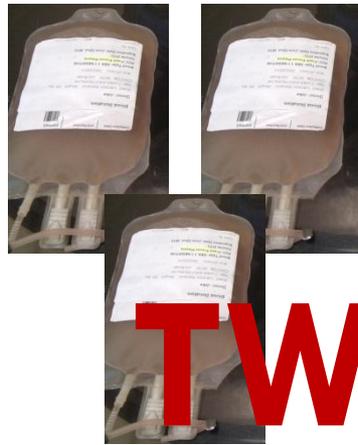


ウソ

OR

ホント

低アルブミン血症の治療のために血漿を使うのは効果的



**TWENTY**



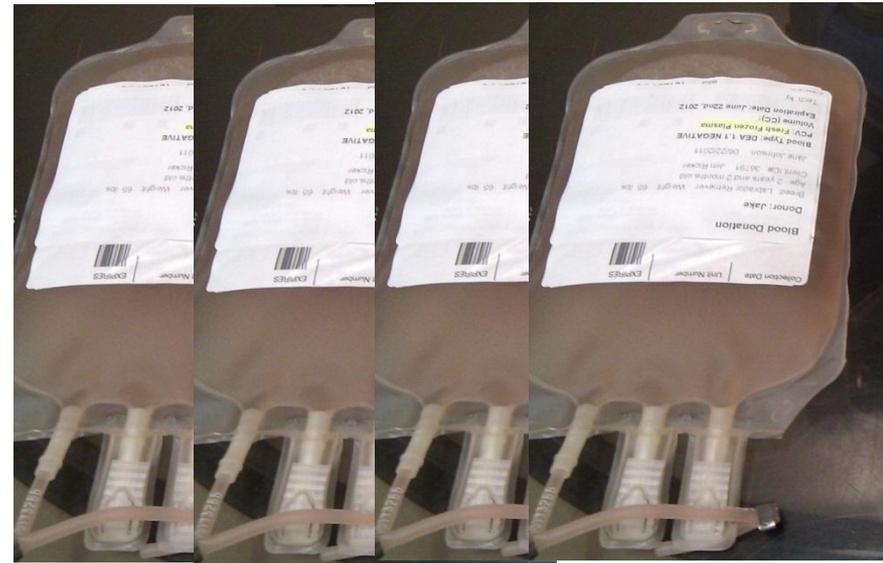
**SEVEN  
UNITS!!!!**

160lb (72.7kg)



# 低アルブミン血症に血漿を使う？

- 投与量
  - 45ml/kgで↑1g/dL
  - 22kgの犬に1L
    - 1g/dL → 2g/dL
    - 消失し続けている場合
- リスク
  - 免疫的副作用
  - 血管内容積オーバーロード
- 費用
- 貯蔵量



ウソ

OR

ホントといえば

ホント

血漿を使うことはできるが  
リスクとコストがかかる

# 輸血副作用

どうい  
う  
リスク？



# 輸血副作用

## □ 感染性

- 血液媒介病原体
- 細菌污染

## □ 非感染性

- 免疫学的
- 非免疫学的

# A patient presents...

- **ダマさん, 7yr 3mo, FS**
- **抗凝固薬中毒**
  - **肺出血**
- **FFP(新鮮凍結血漿)**
- **顔の浮腫**



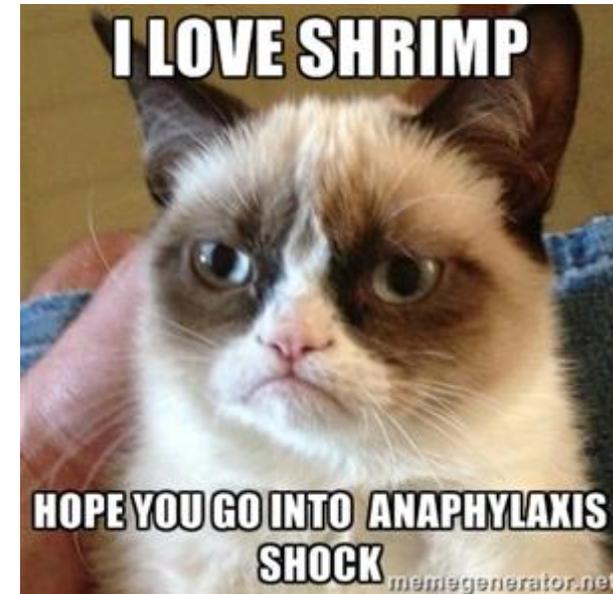
# アレルギー 軽度の症状

- 熱
- 浮腫
- 蕁麻疹
- かゆみ
- 嘔吐
- 下痢



# アナフィラキシー

- Massive degranulation(脱顆粒)
  - 以前に経験
  - 非免疫性アナフィラキシー
- 血行動態の虚脱
- 呼吸困難
- “アナフィラキシー臓器”



# アレルギーの治療



- 輸血を止める
- 抗ヒスタミン薬
- 軽度
  - ゆっくり続ける
- アナフィラキシー
  - グルココルチコイド
  - ショックの治療
    - 静脈輸液
    - エピネフリン
    - 昇圧薬
- 防止
  - コンポーネント療法
  - 副作用予防？

ウソ

OR

ホント

輸血の前の投薬で副作用は防  
げる。

# Cochrane Systematic Review

Pharmacological interventions for the prevention of allergic and febrile non-haemolytic transfusion reactions (Review)

Martí-Carvajal AJ, Solà I, González LE, Leon de Gonzalez G, Rodriguez-Malagon N



THE COCHRANE  
COLLABORATION®

- 人間医療のエビデンス
- アセトアミノフェン
- ジフェンヒドラミン
- ヒドロコルチゾン
- 違いは認められない
  - アレルギー
  - FNHTR

# 悪い効果

- ジフェンヒドラミン
  - 鎮静
  - アルコール摂取時に似た精神活性作用(酔っ払い?)
    - (Human)
- グルココルチコイド
  - 多数の効果
- 治療の遅延
  - 症状をマスクする



# Veterinary Evidence

JOURNAL OF  
Veterinary Emergency  
AND Critical Care



*Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 00(0) 2015, pp 1–10  
doi: 10.1111/vec.12327

**Retrospective Study**

## **Effect of premedication and other factors on the occurrence of acute transfusion reactions in dogs**

Joshua A. Bruce, DVM; Lisa Kriese-Anderson, MS, PhD; Ashley M. Bruce, MS, PhD and Jennifer R. Pittman, DVM, DACVECC

**副作用の頻度に違いはない**

ウソ

OR

ホント

**投薬で副作用は防げない  
治療を遅らせる可能性がある**

# 貧血の患者

- 12yr 1mo DSH
- PCV 12%
- 緊急にA型の濃厚赤血球を輸血
- 直ちに嘔吐、倒れる
  
- 後にB型と判明
  - ヘモグロビン血症
  - ヘモグロビン尿症



# 急性溶血輸血反応 (AHTR)

- 既存抗体による反応
- 急な発症
- 輸血された赤血球の溶血
  - ヘモグロビン血症
  - ヘモグロビン尿症
- 補体の作用
  - マスト細胞脱顆粒
    - ショック
- ICBT, ミスマッチ

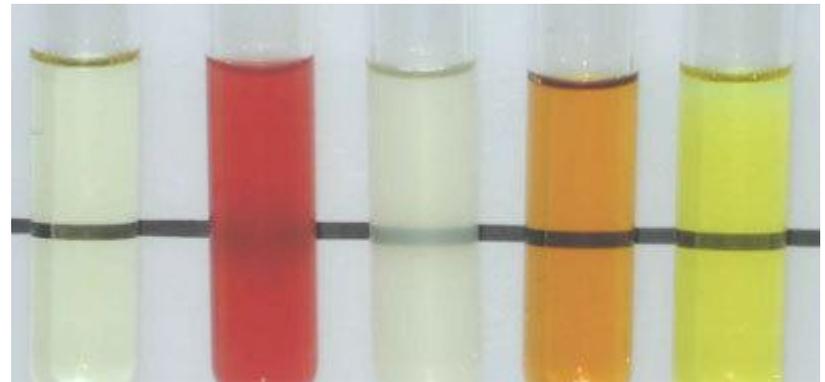


# AHTRの治療

- 輸血を止める
- ショックの治療
  - 血管内容積
  - 昇圧薬
- グルココルチコイド
- 酸素と呼吸器のサポート
- モニタリング
  - 血行動態ステータス
  - 呼吸器
  - 凝固
  - 腎臓機能
- 防止
  - 血液型のマッチング
  - クロスマッチ

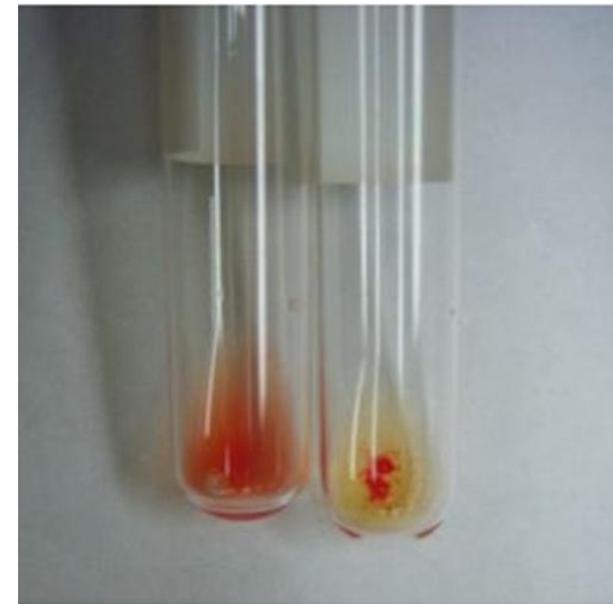
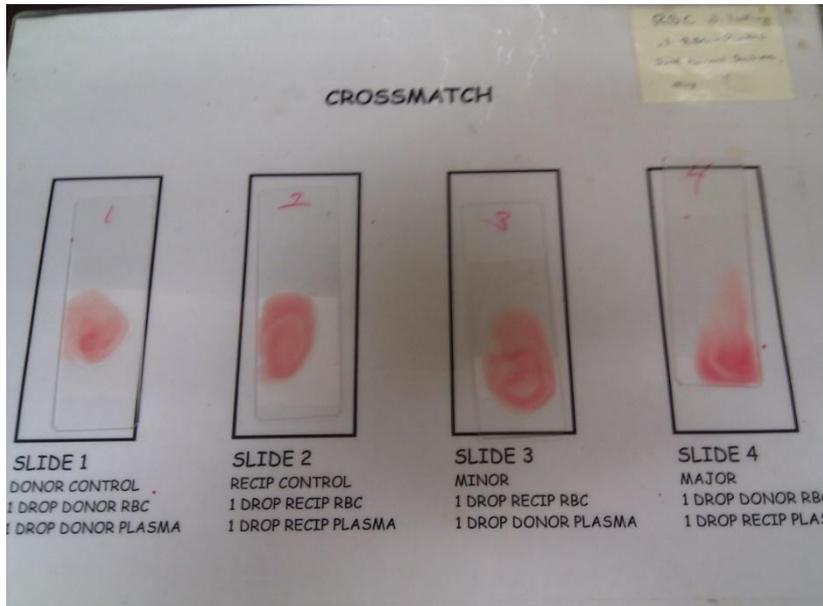
# 遅延溶血輸血反応(DHTR)

- 抗体産生による反応
- 遅延された発症
  - 4-10日
  - 血管外の溶血
- 症状
  - 無症状の場合
  - PCVの急落
  - 高ビリルビン血症
  - ビリルビン尿症



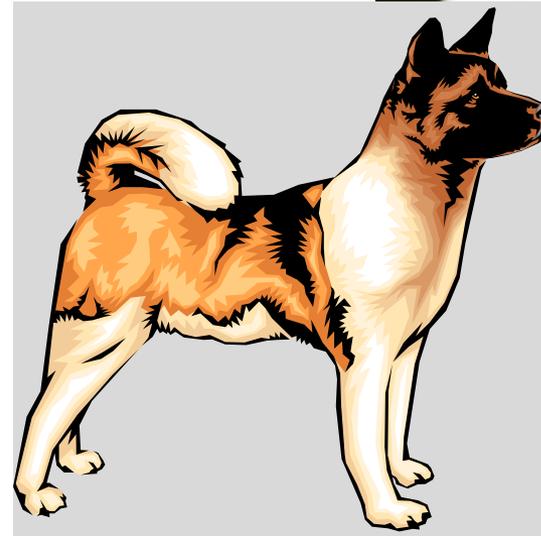
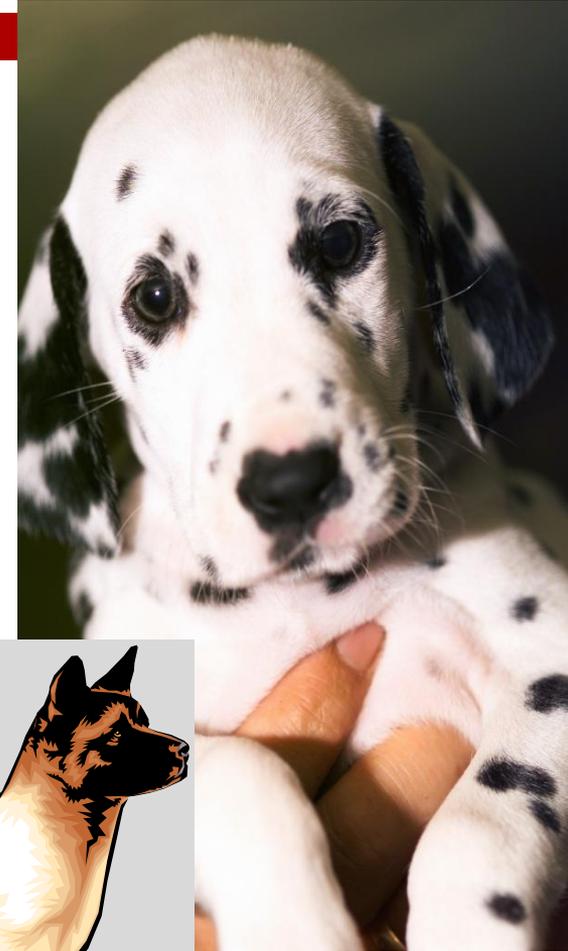
# 犬の血液型

血液型	アルファベット名	表現型	保有率	自然抗体	臨床的関連性
DEA 1	A	強、中、弱、 null	62%	<2%	AHTR, DHTR
DEA 3	B	3, null	5%	8-15%	DHTR
DEA 4	C	4, null	98%	稀	AHTR
DEA 5	D	5, null	15%	10%	DHTR
DEA 6	E	6, null	96%	不明	不明
DEA 7	F	7, 7 <sup>l</sup> , null	40-54%	10-40%	DHTR
DEA 8	Tr	8, null	40-45%	不明	不明
Dal	N/A	Dal, null	99%	稀	AHTR



# 良く解明されていない血液型

- Dal
- N-acetyl/glycolyl neuraminic acid
- Type C
- D1/D2
  
- 免疫的反応がよく知られていない



*Standard Article*

*J Vet Intern Med* 2016;30:1642–1647

## Survey of Two New (Kai 1 and Kai 2) and Other Blood Groups in Dogs of North America

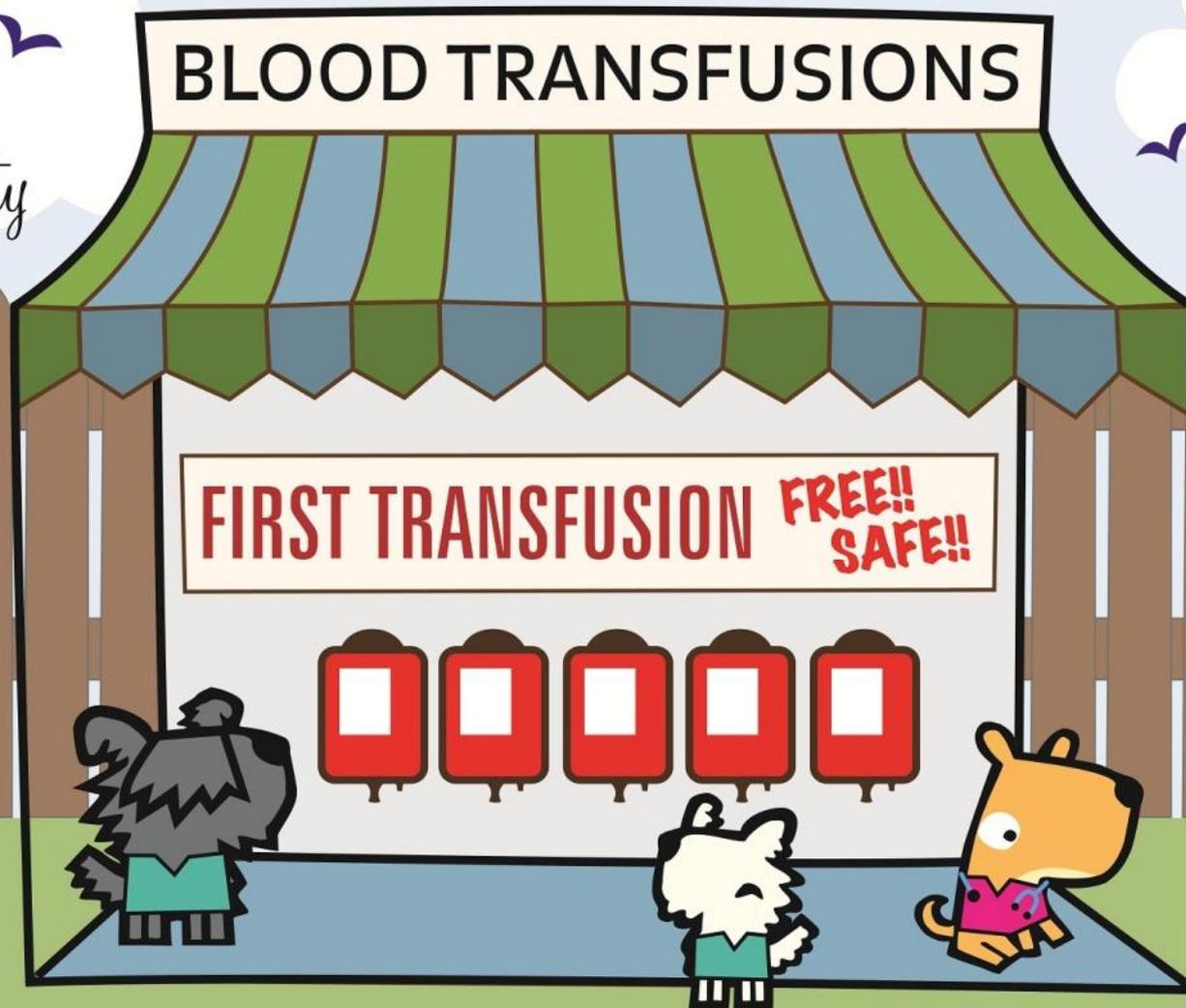
C.C. Euler, J.H. Lee, H.Y. Kim, K. Raj, K. Mizukami, and U. Giger

**溶血反応の報告はある**

**初めての輸血では急性溶血  
輸血反応は起こらない**

# 初めての輸血は“ただ”？

the Yagi san  
“wet nose”  
society



ウソ

OR

ホント

初めての輸血は“ただ”である

# 初めての輸血は“ただ”？

- 犬には既存抗体が無い(DEA 1)
- 初めてのミスマッチで急性反応は起こらない(だからただ！)
- 時代遅れな考え方
  - 次のミスマッチ= AHTR とアナフィラキシー (~4 日)
  - 必ず遅延反応が起こる
  - 正確でない記録
- “隠された手数料”



J Am Vet Med Assoc. 2017 Feb 1;250(3):303-308. doi: 10.2460/javma.250.3.303.

**Incidence of incompatible crossmatch results in dogs admitted to a veterinary teaching hospital with no history of prior red blood cell transfusion.**

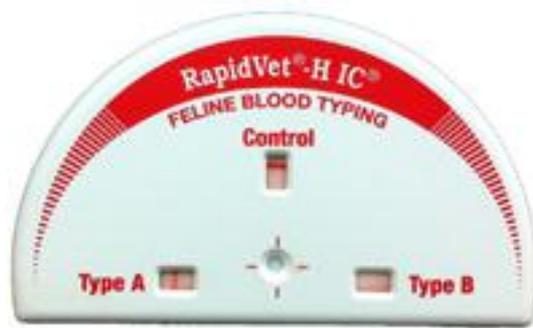
Odunayo A, Garraway K, Rohrbach BW, Rainey A, Stokes J.

**不適合の結果の発生率 17%**

**クロスマッチで適合に見えた場合PCVの増加が大きかった**

**”全ての犬に対して輸血前にクロスマッチを勧める”**

# 猫は前金を要求する



- 既存抗体がある
- 初めてでもAHTRが起る
  - A to B = AHTR
  - B to A = 軽度の症状, 4-5日しか持たない
  - Mik = AHTR
- 血液型検査とクロスマッチが重要

ウソ

OR

ホント

血液型のマッチと  
クロスマッチは重要

# 輸血副作用

## □ 感染性

- 血液媒介病原体
- 細菌污染

## □ 非感染性

- 免疫学的
- 非免疫学的

# 輸血副作用

## □ 免疫学的

- 溶血輸血反応
- アレルギー
- アナフィラキシー
- 非溶血性発熱反応 (FNHTR)
- 免疫
- TRALI(輸血関連急性肺障害)複合体反応
- 輸血関連免疫調節 (TRIM)

## □ 非免疫学的

- 輸血関連循環過負荷 (TACO)
- クエン酸中毒
- 低体温
- 高アンモニア血症
- 塞栓症

# なぜ輸血をするのか？

- 命を救えるから
- 代替を使える時は使う
- リスクを最小限に抑える
  - ▣ 献血者のスクリーニング
  - ▣ 患者のアセスメント
  - ▣ 血液成分療法
- 害を最小限に抑える
  - ▣ モニターリング = 早期発見
  - ▣ 看護師の役割！

# 典型的なプロトコール

## ベースライン

- Time 0
- 輸血前の状況

## 初期速度

- 25% 目標レート
- 0.25-1ml/kg/hr
- モニタリング 毎5-10分

## 中間レート

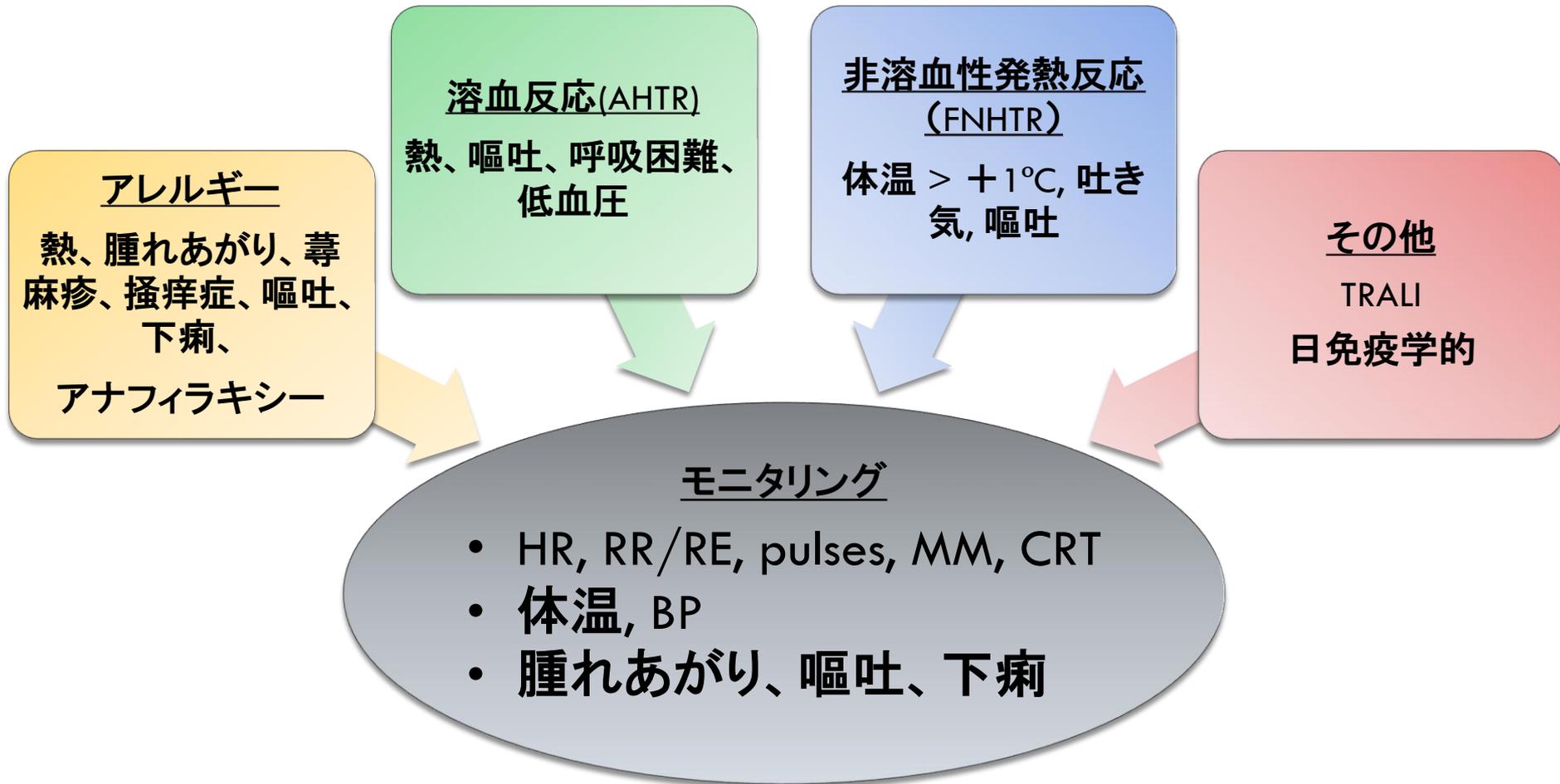
- 50% 目標レート
- モニタリング 毎5-15分
- 使用しないプロトコールもある

## 目標レート

- 残った量を4時間以内に完了
- モニタリング 毎30分-1時間



# モニタリング



# モニタリングレポート

- 正確な記録
- チェックリスト
- 傾向が見えやすい

Transfusion Monitoring Report Administered by: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Recipient Information		Donor Information	
Recipient Label Here		Donor Label Here	

+ Differential Dx: \_\_\_\_\_

Reason for Transfusion: \_\_\_\_\_

Cross Match (circle):	Matched	Not Performed	Azelutinated
-----------------------	---------	---------------	--------------

Pre-transfusion Medications

Drug Name	Time	Dose	Route

PCV (pre)	Start Time:	Volume to be infused:
PCV (post)	Finish Time:	Volume infused:

	Base	5 min	10 min	15 min	30 min	1hr	1.5hr	2 hr	2.5 hr	3 hr	3.5 hr	4 hr
Time												
Admin Rate												
Temp												
HR												
RR/Effort												
MM/CRT												
BP												
Hives												
Vomiting												
Swelling												

\*Start at 1/4 target rate, and increase to full rate after 15 minute vitals (unless otherwise directed by doctor)

Comments: \_\_\_\_\_

ウソ

OR

ホント

PCVなどのテスト、赤血球のロス  
の速度、徴候を全て考慮

ウソ

OR

ホントといえば

ホント

血漿を使うことはできるが  
リスクとコストがかかる

ウソ

OR

ホント

**投薬で副作用は防げない  
治療を遅らせる可能性がある**

ウソ

OR

ホント

血液型のマッチと  
クロスマッチは重要

# Manual of Veterinary Transfusion Medicine and Blood Banking



Edited by **Kenichiro Yagi**  
and **Marie Holowaychuk**

WILEY Blackwell

Kenichiro Yagi, RVT, VTS (ECC, SAIM)

# Questions?

Email: [kenyagirvt@gmail.com](mailto:kenyagirvt@gmail.com)

