



【第3回】 犬と猫の急性心不全

VETS ACADEMY 循環器科 Basicコース 2021

高野 裕史 Hiroshi Takano

DVM, PhD, DAiCVIM (Cardiology)

どうぶつの総合病院 専門医療&救急センター (循環器科)

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

1 心不全の病態

2 犬の急性心不全

3 猫の急性心不全

4 急性心不全の初期対応

1 心不全の病態

循環器疾患で一般的な稟告

発咳
呼吸促迫
呼吸困難

腹圧膨満
皮下浮腫

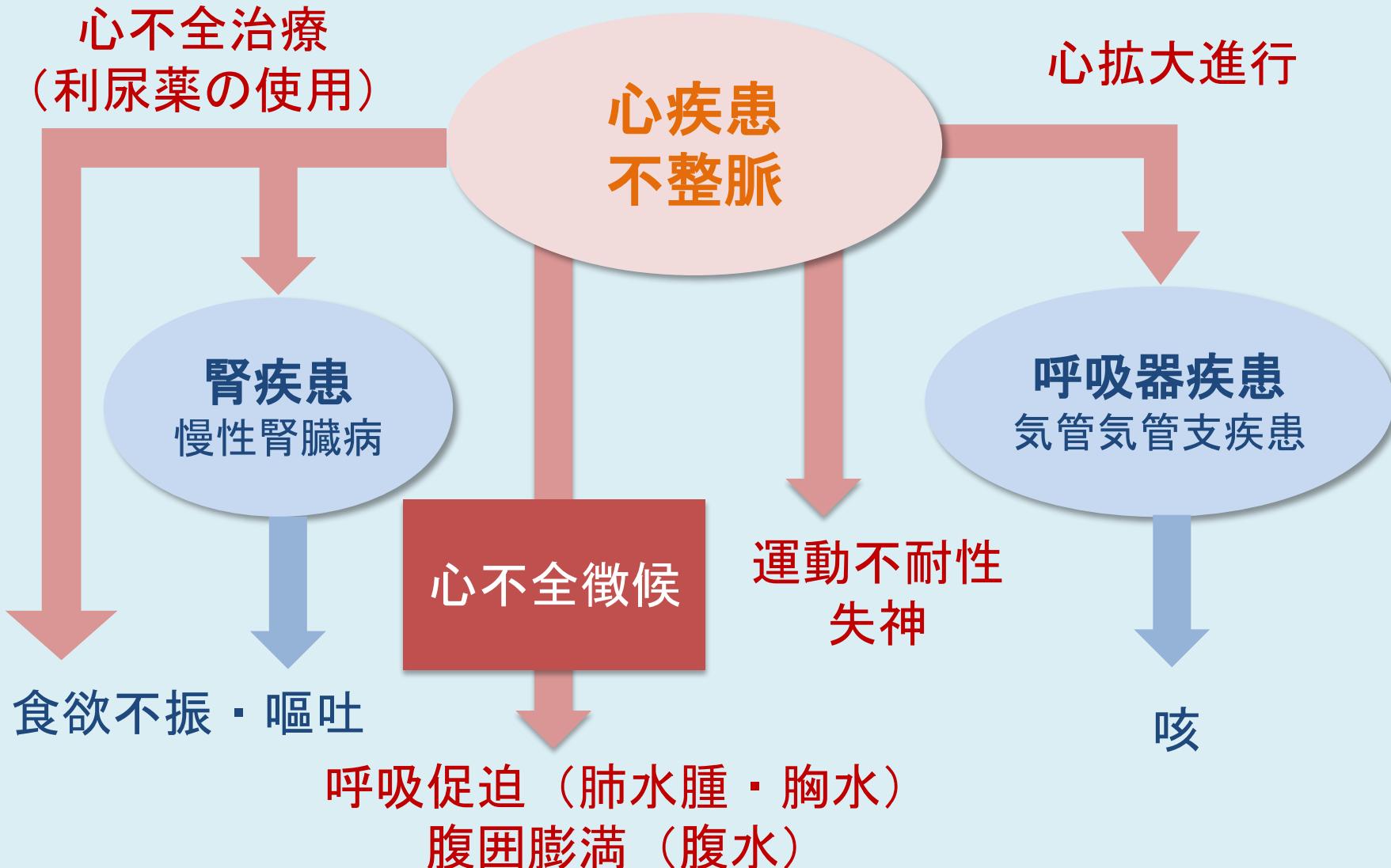
無徵候
心雜音の聴取、
レントゲン検査における心陰影の異常

運動不耐性
ふらつき
失神

食欲不振
元気消失
嘔吐



心疾患症例の症状=心不全徵候？



【心不全の定義】

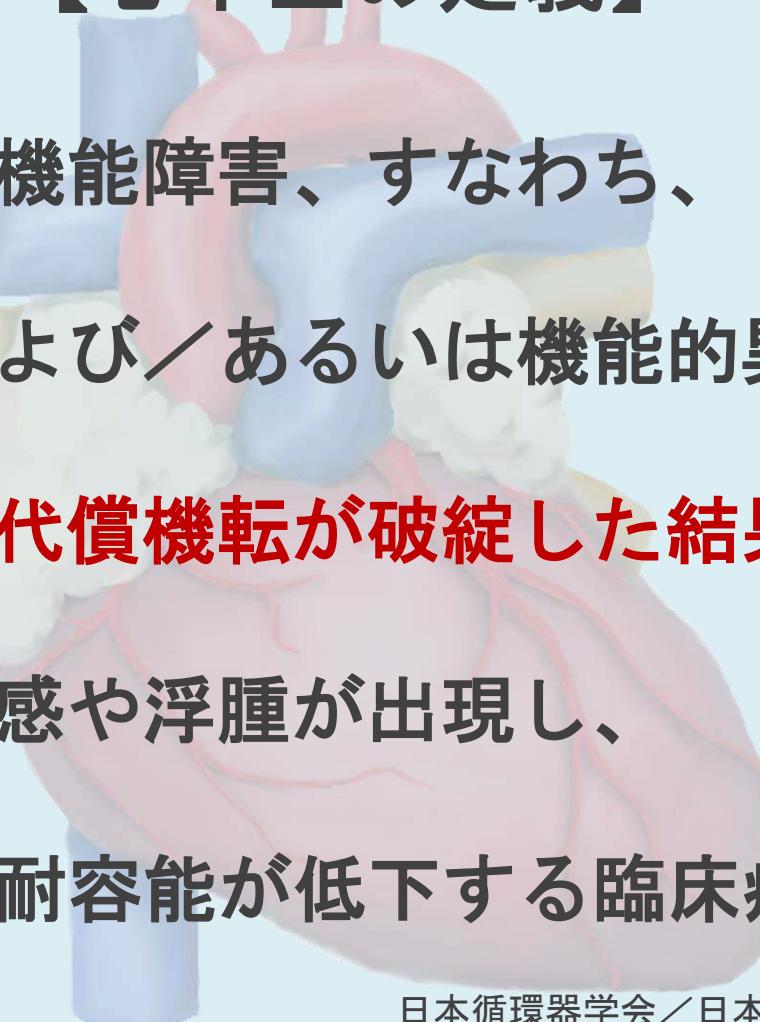
なんらかの心臓機能障害、すなわち、

心臓に器質的および／あるいは機能的異常が生じて

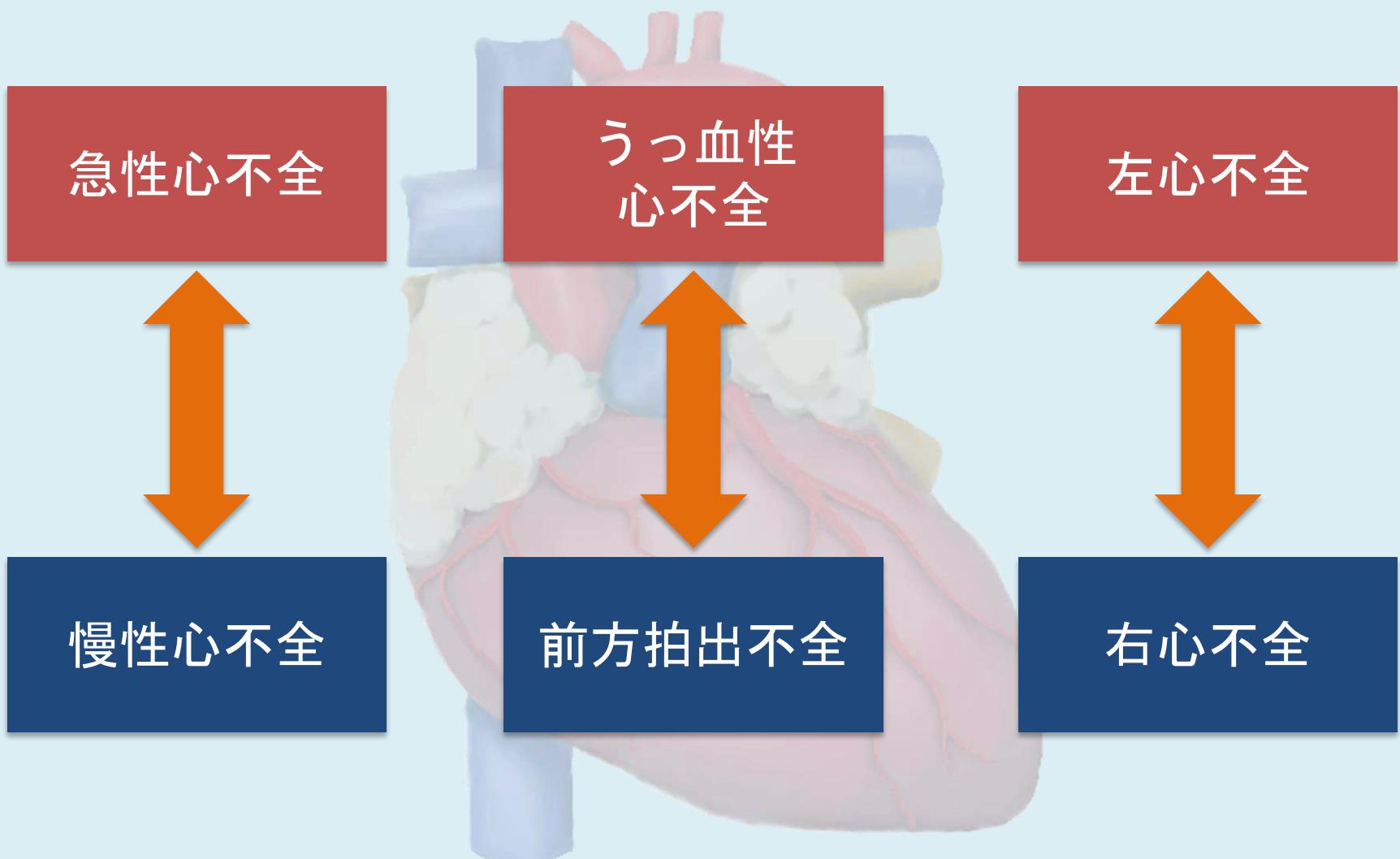
心ポンプ機能の代償機転が破綻した結果、

呼吸困難・倦怠感や浮腫が出現し、

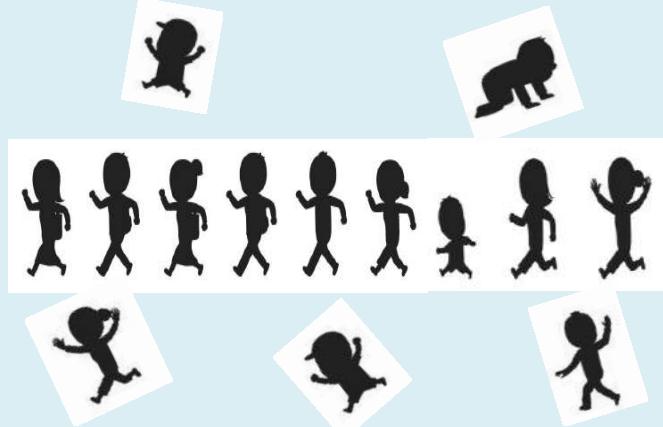
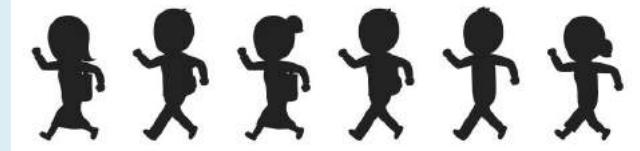
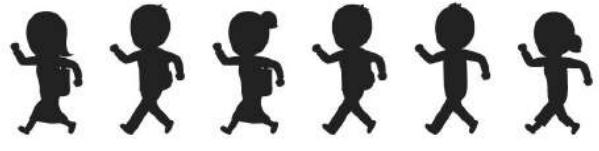
それに伴い運動耐容能が低下する臨床症候群



心不全とは？



うつ血性心不全と前方拍出不全



前方拍出不全

心拍出量を見たいが...
血圧、尿量、体温、末梢循環不全
心拍数などから推測

うつ血性心不全

肺うつ血&体うつ血
X線検査、心&肺エコー、呼吸数
体重、貯留液、CVC、浮腫

犬猫で認められる心不全徵候

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

	前方拍出不全 (低拍出徵候)	うっ血性心不全
左心系	虚弱 運動不耐性 失神 チアノーゼ	肺水腫 (咳嗽、呼吸促迫、努力性呼吸、チアノーゼ) 二次性右心不全 (腹水、胸水、心膜液貯留) 胸水貯留 (ネコ)
右心系		腹水貯留 胸水貯留 (努力性呼吸、呼吸促迫、チアノーゼ) 心膜液貯留 皮下浮腫

うつ血性心不全による呼吸促迫

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

肺水腫時の呼吸



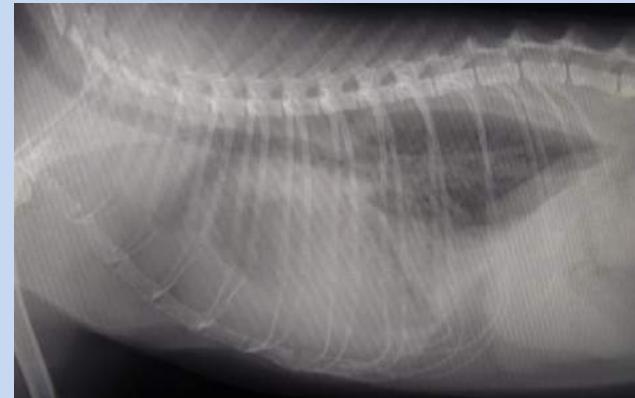
僧帽弁閉鎖不全症



胸水貯留時の呼吸



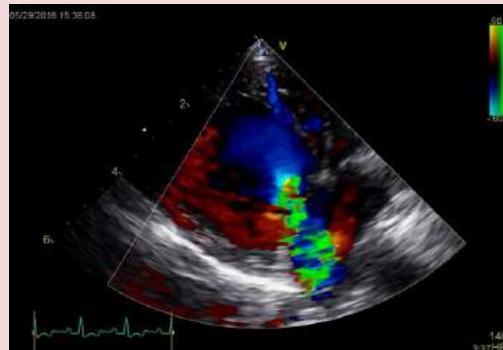
拘束型心筋症



肥大様式から考える心疾患の鑑別

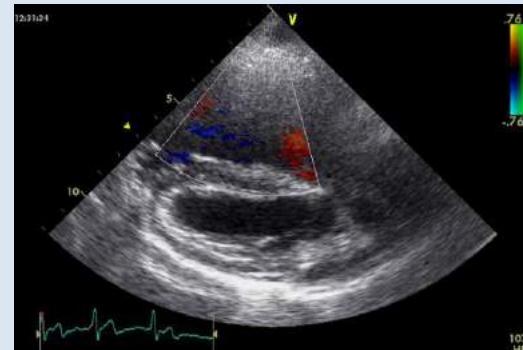
遠心性肥大

左心

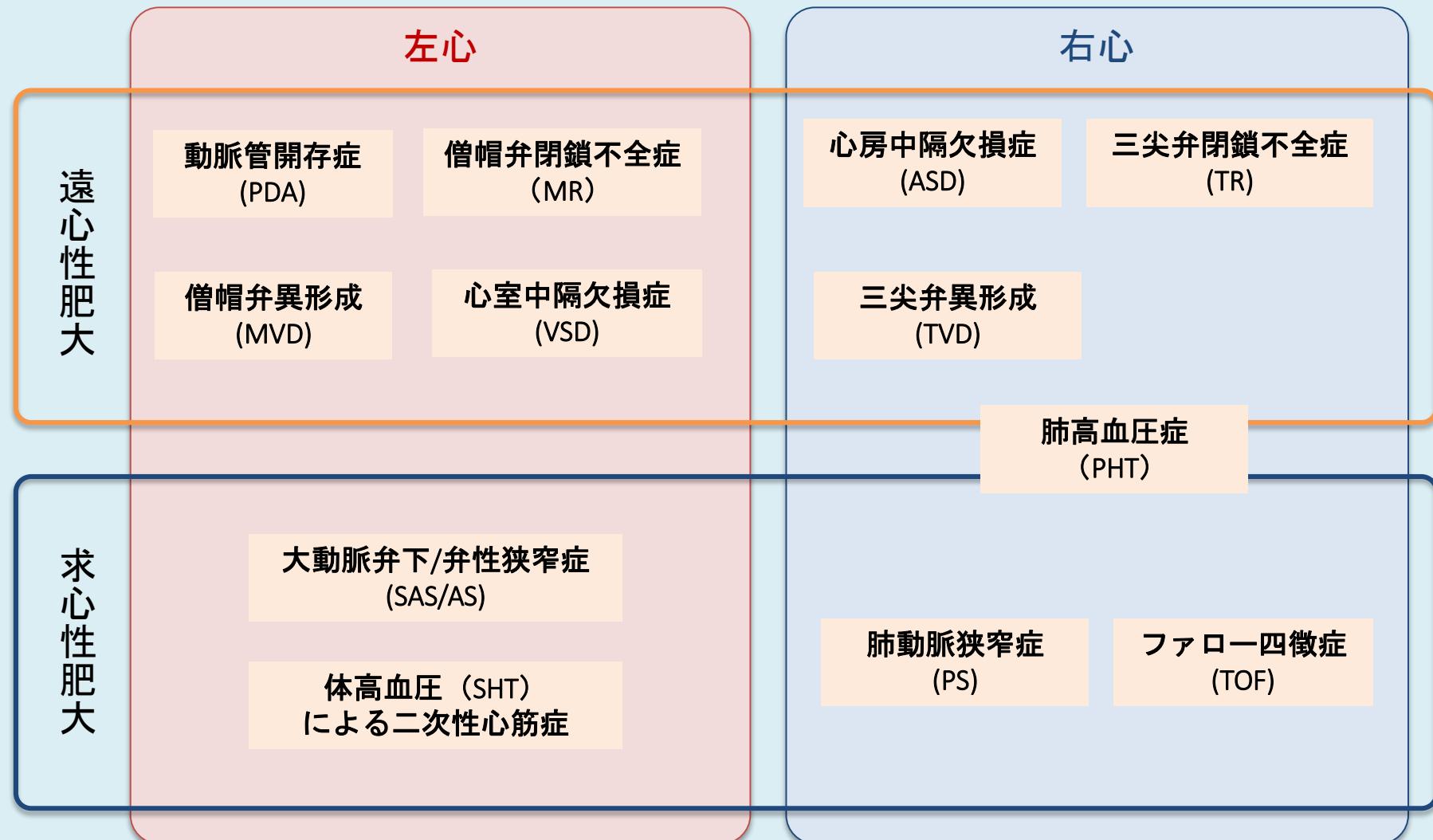


求心性肥大

右心



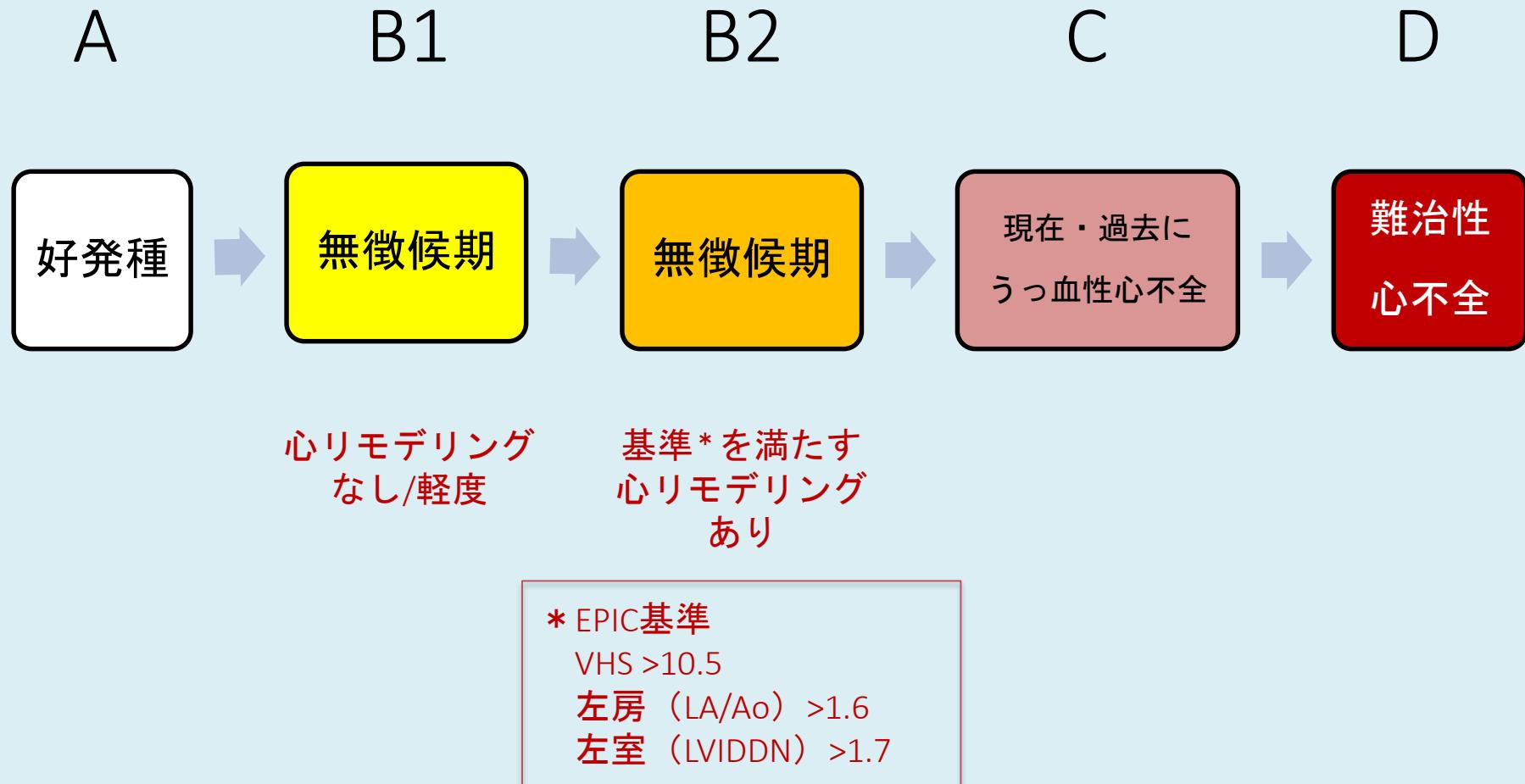
肥大様式から考える心疾患の鑑別



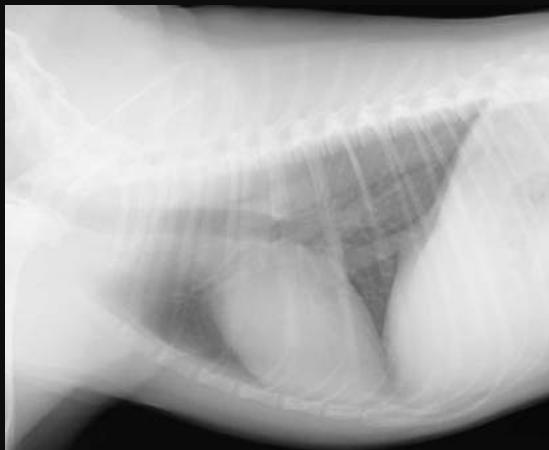
2

犬の急性心不全

犬のMMVDにおける心不分類



心拡大の進行と心不全の発症



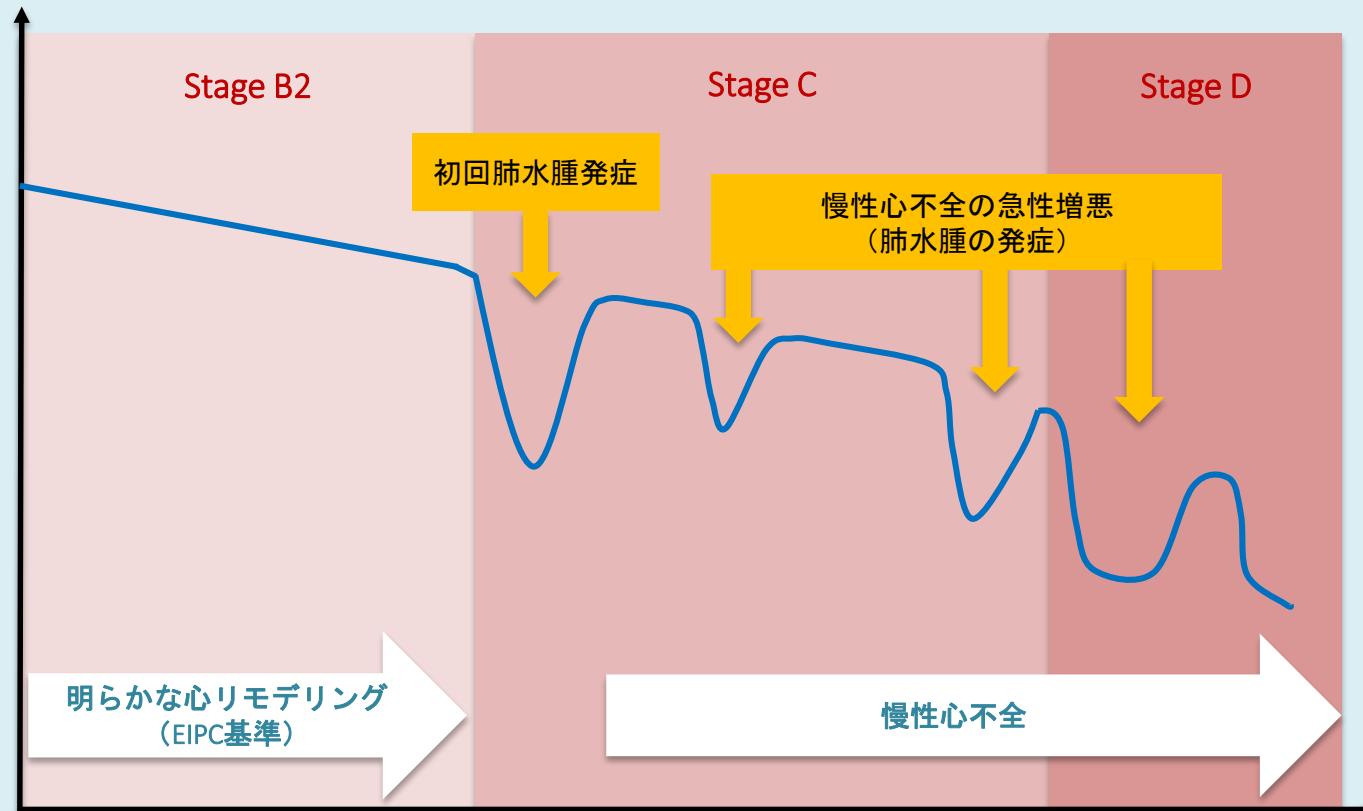
正常

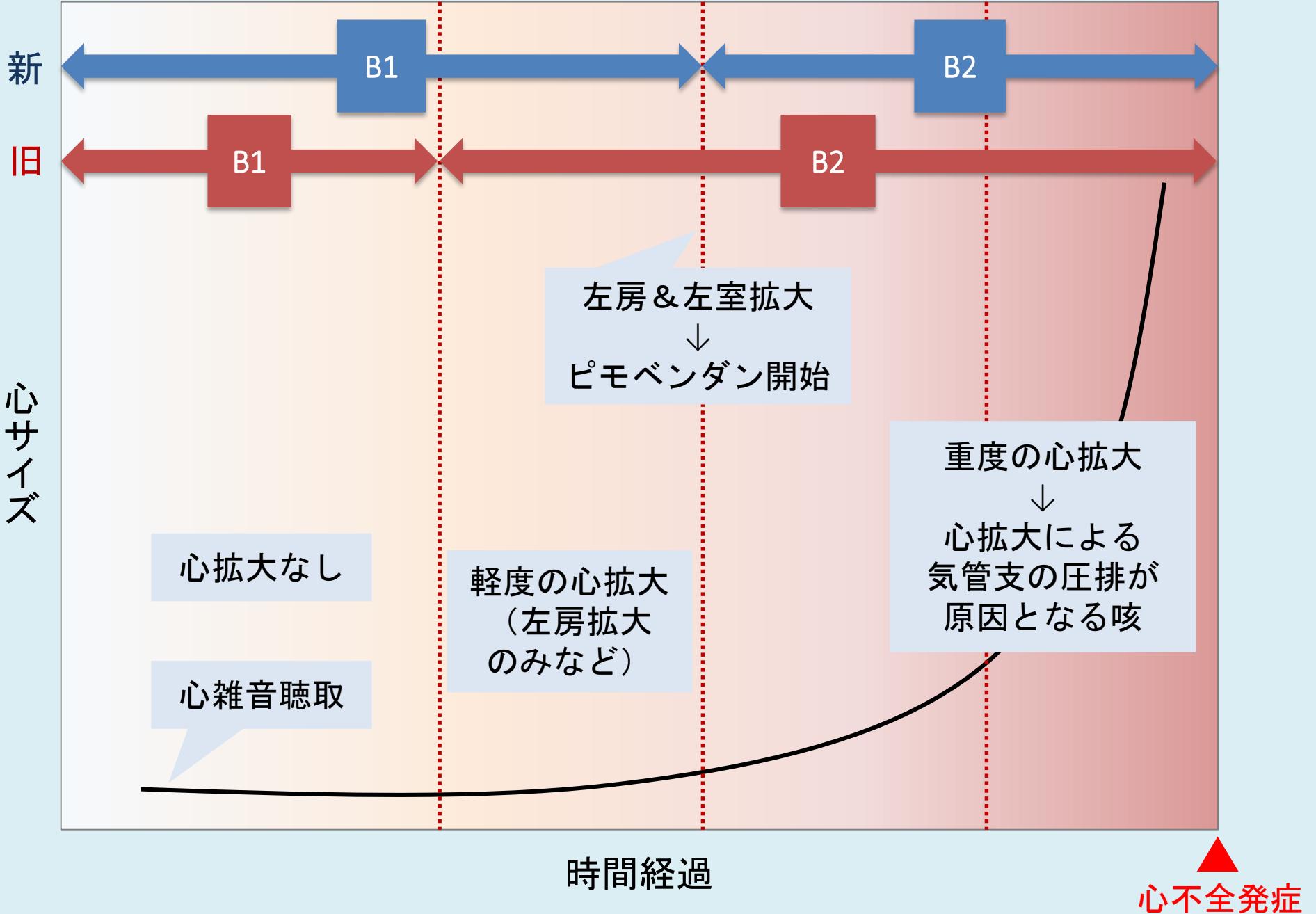
心肥大

肺水腫

心不全ステージの進行と心機能低下

- 肺水腫の発症 = 慢性心不全期の急性増悪





圧負荷＝心拡大とならない場合も

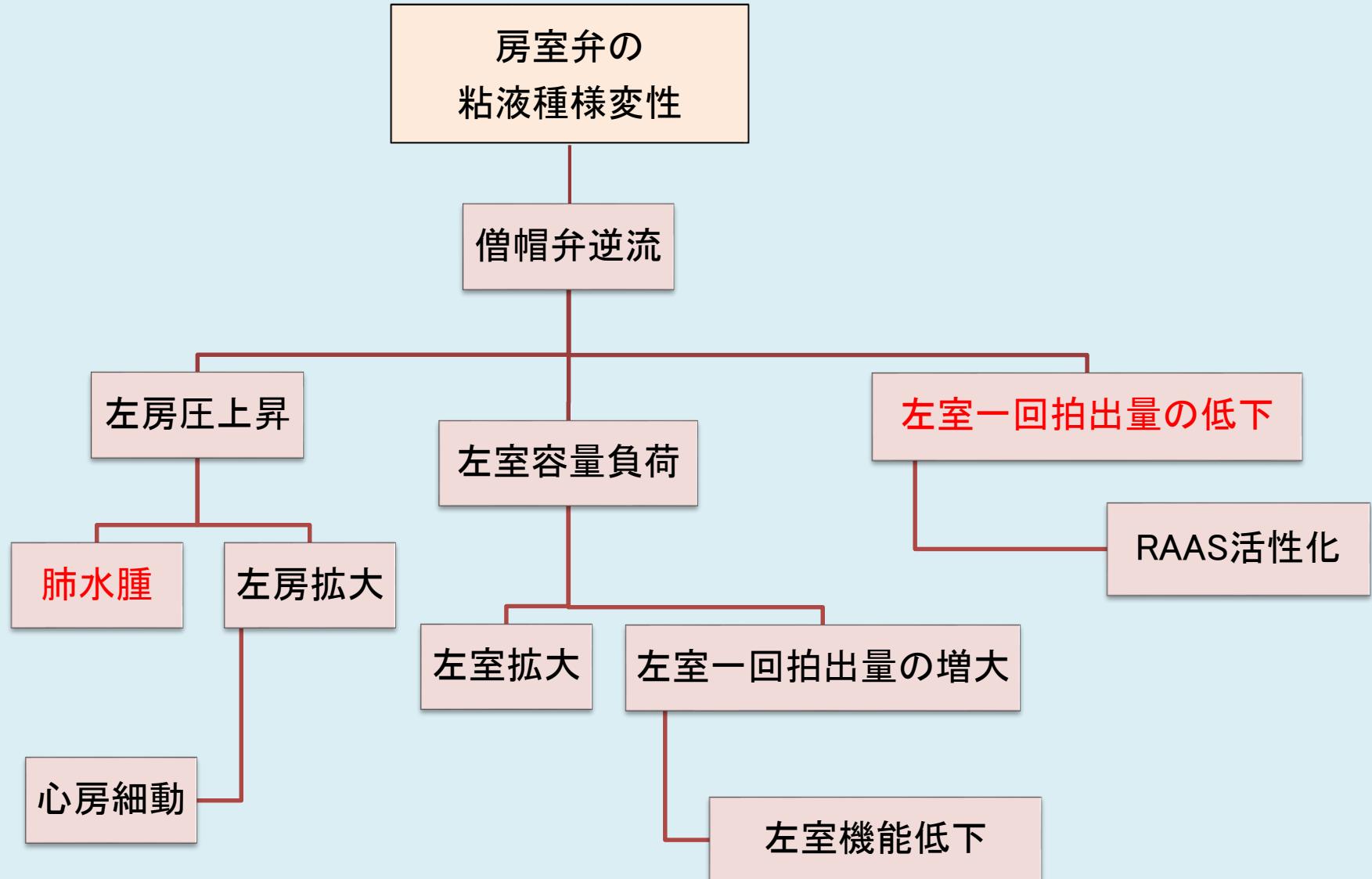
腱索の急性断裂など

- 急性悪化に注意！

- 僧帽弁逆流の悪化→左房圧上昇→左房の伸展→左房拡大
- 急激な僧帽弁逆流の悪化→左房圧上昇

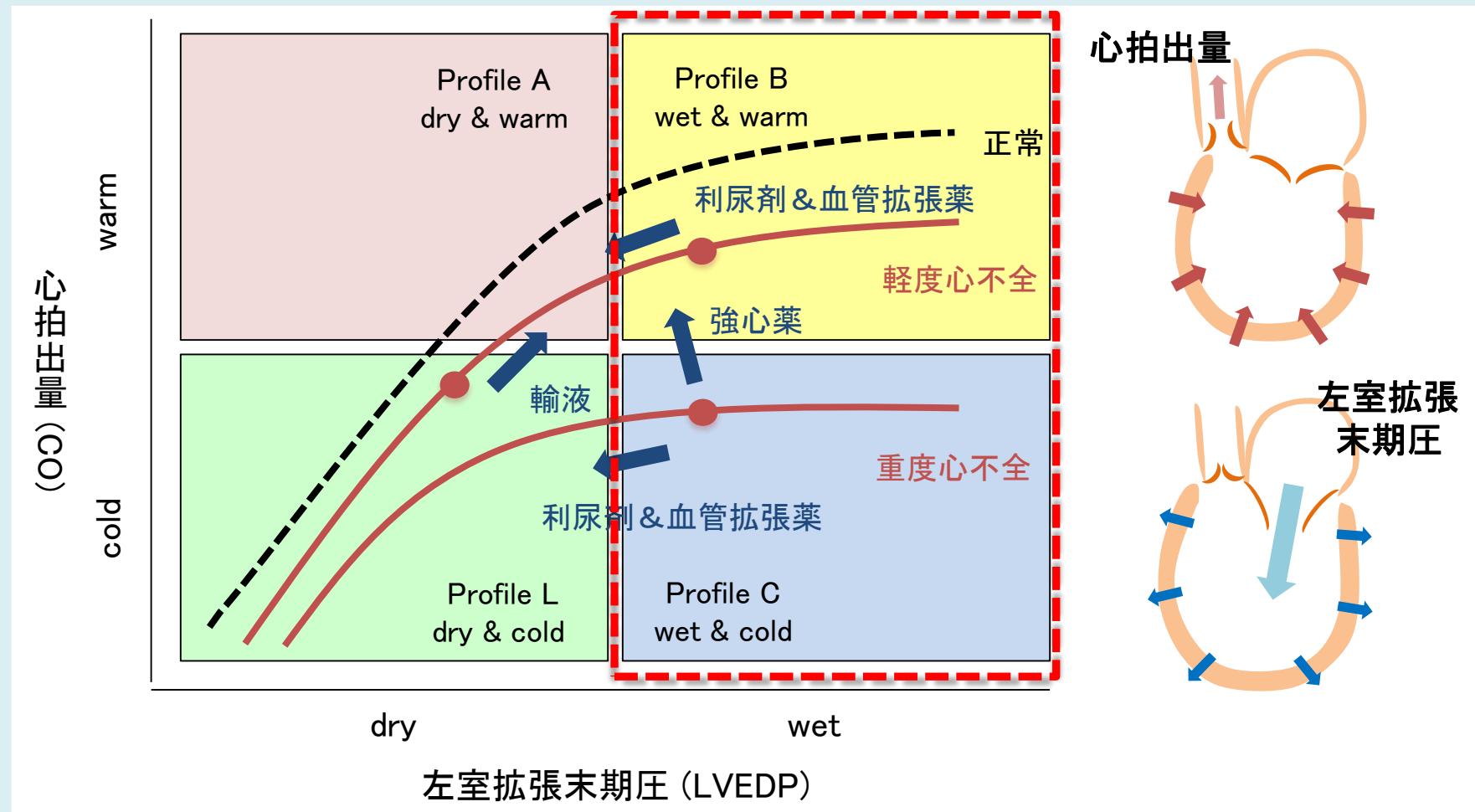
	急性	慢性代償期	慢性非代償期
左室拡張末期径	軽度拡大	拡大	著名な拡大
左室収縮末期径	小	やや小 or 正常	拡大
左房径	軽度拡大	拡大	著名な拡大
駆出率	高度亢進	亢進	低下
右室収縮期圧	上昇	正常	上昇

僧帽弁閉鎖不全症の病態とは？



急性心不全期の治療

Nohria-Stevenson分類



うつ血性心不全による呼吸促迫

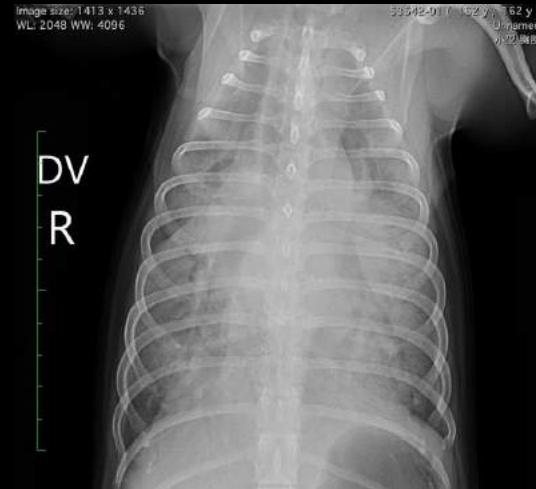
Veterinary
Specialists
Emergency
Center



ネネ、チワワ、避妊メス、9歳

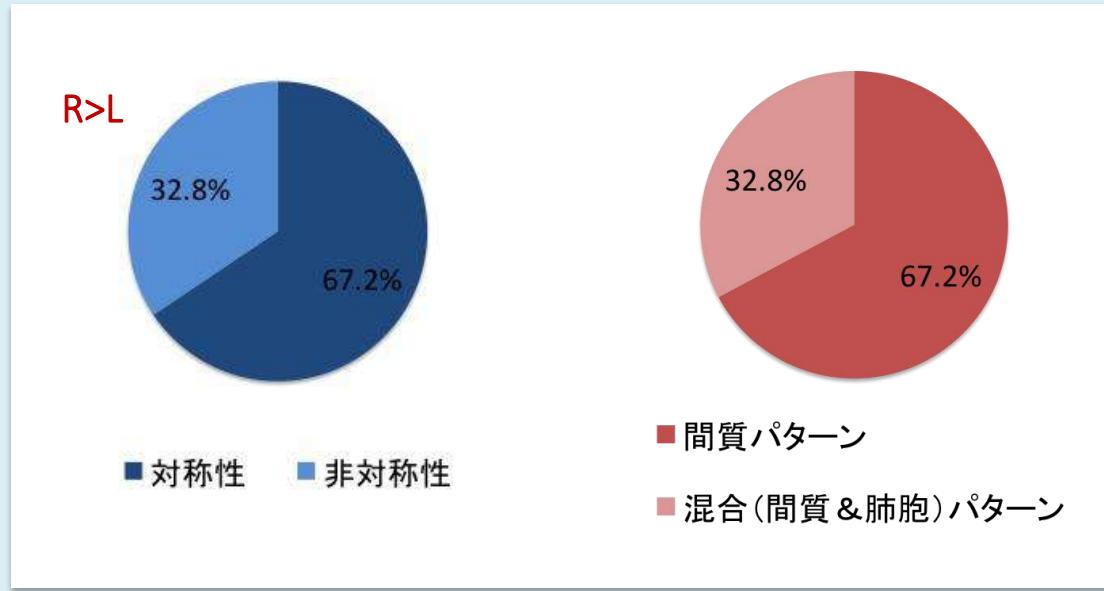
MMVDの心原性肺水腫

- 心原性肺水腫 ≠ 肺門部から
 - 「心原性肺水腫＝肺門部」は医学書からくるもの
 - 小動物では一般的ではない
 - 後葉に所見が出ることが一般的
- 心原性肺水腫 ≠ 肺胞パターン
 - 間質パターンは生じる期間が短く、顕著に肺野不透過性を亢進させない
 - 肺血管構造を不明瞭にする



MRによる心原性肺水腫

- MRによる心原性肺水腫の胸部レントゲン所見(61症例)
 - MMVD (83.6%), DCM (14.8%), HCM (1.6%)



パターン (n=61)	び慢性	肺門周囲	局所		合計
			1葉	2葉	
間質	6	7	18	10	41(67.2%)
間質 & 肺胞	5	0	2	13	20(32.8%)
合計	11(18.0%)	7(11.5%)	20(32.8%)	23(37.7%)	

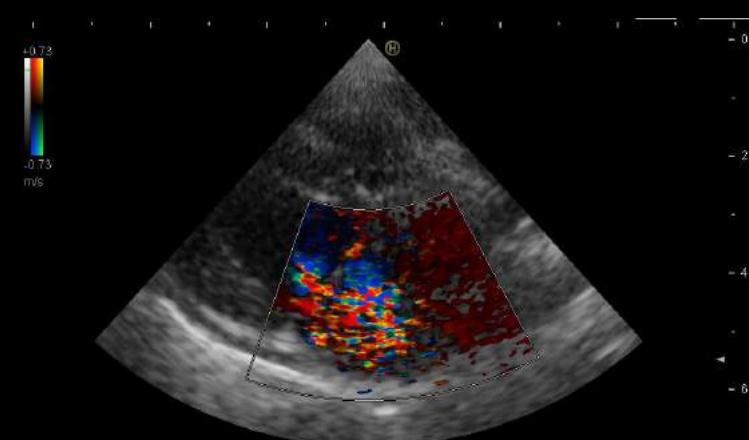
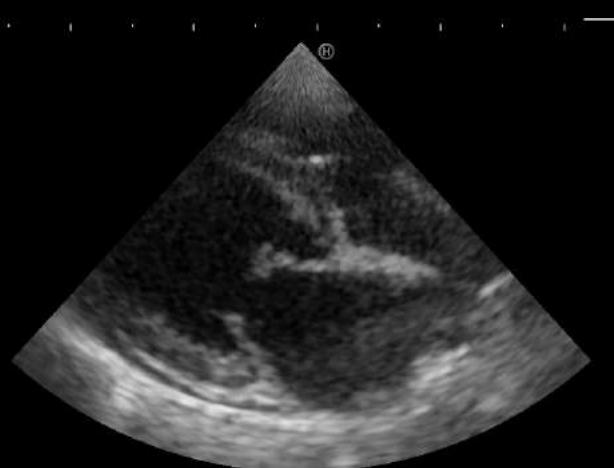
MMVDに一般的な咳



ししまる、ポメラニアン、オス、12歳

臨床檢查

Veterinary
Specialists
Emergency
Center



MR Stage B2, BM

肺水腫の急性治療の話の前に...

その症例、本当に肺水腫ですか？



肺うっ血による症状を見極め、
不要（過剰）な利尿薬投与を
避けることを心がける

MMVDの咳に関連する因子は？

- MMVDに認められる咳に関連する因子を回顧的に調査
- 206頭の症例で検討
 - 無徵候: 34.9%、症候性: 48.5%、肺水腫: 27.3%
- 結果: 咳に関連する因子は、
 - うつ血性心不全の有無ではなく、
 - 左心房のサイズ**
 - レントゲン上の気道疾患の所見**と有意に関連していた

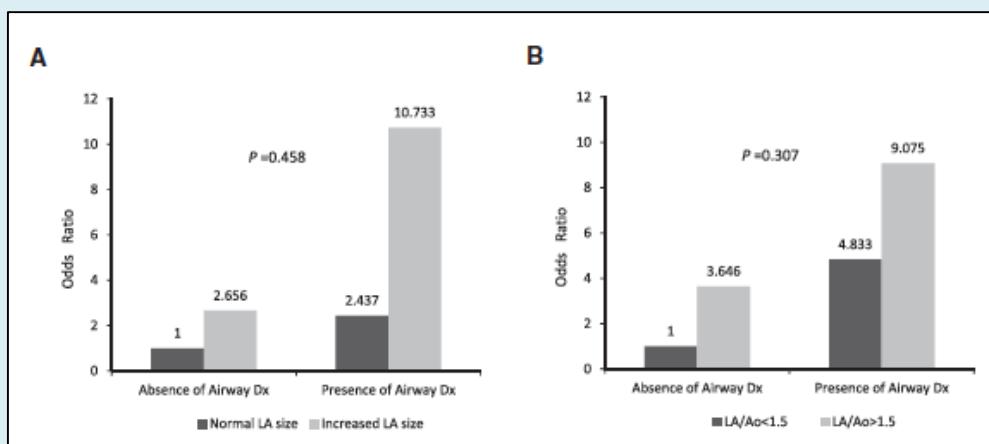


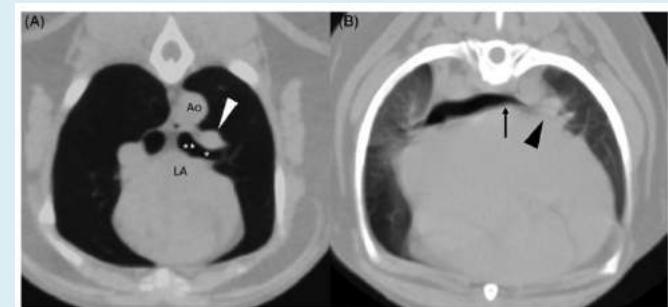
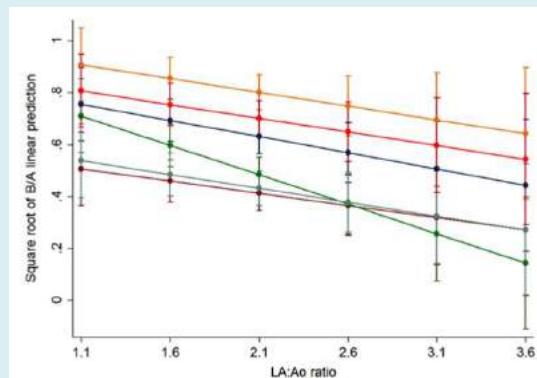
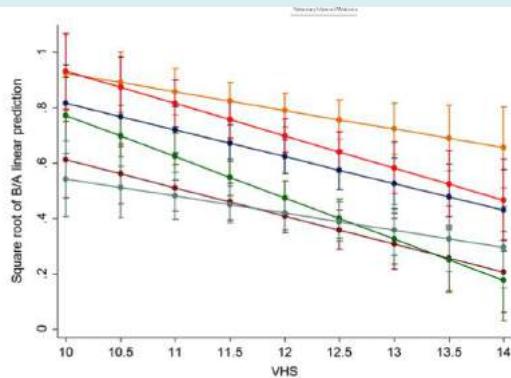
Table 2. Multivariate models relating to radiographic and echocardiographic variables that were significant in the univariate analyses reported in Table 1.

Significant Variables	Adjusted Odds Ratio	Lower 95% CI	Upper 95% CI	P Value
Model 1				
Radiographic assessment				
Cardiogenic pulmonary edema (CHF)	0.663	0.317	1.385	.2739
Increased left atrial (LA) size	3.477	1.605	7.537	.0016
VHS >10.7	1.462	0.702	3.046	.3100
Pattern of airway disease (all causes)	3.505	1.905	6.450	<.0001
Model 2				
Echocardiographic assessment				
LVDd%	1.011	0.996	1.027	.1501
LA/Ao	1.900	1.010	3.573	.0463
Model 3				
Radiographic/echocardiographic assessment				
Pulmonary edema	0.685	0.322	1.485	.3267
Pattern of airway disease (all causes)	4.255	2.285	7.925	<.001
LVDd%	1.015	0.999	1.032	.692
LA/Ao	2.062	1.022	4.159	.0432

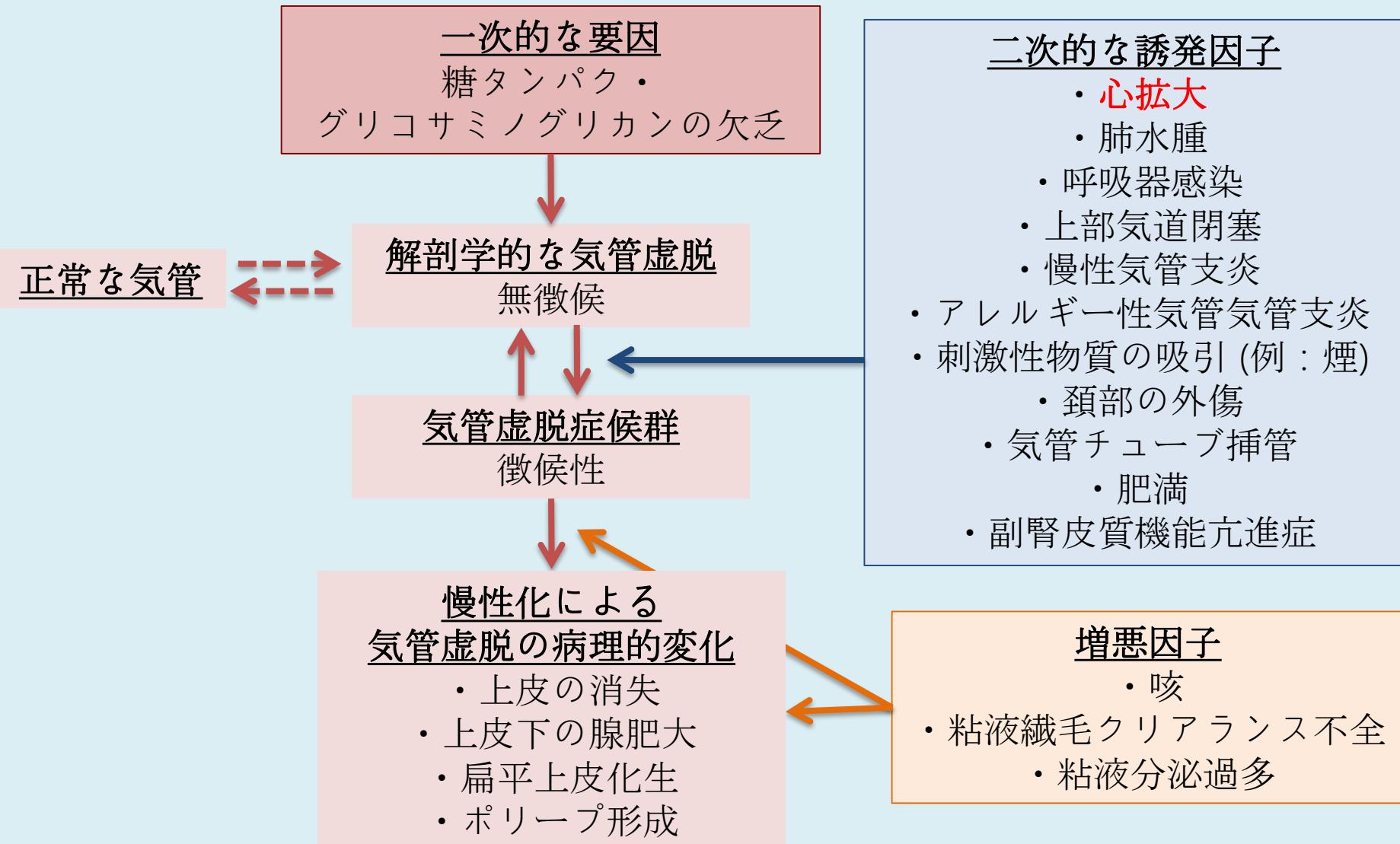
VHS, vertebral heart score; LVDd%, percent increase in left ventricular diameter in diastole; LA/Ao > 1.5 indicates a ratio between left atrial diameter and aortic root diameter greater than 1.5.

CTによる気管支の狭小化の評価

- 心雜音を有する犬に認められる咳の原因は？
- 心拡大の程度と気管支の狭小化の程度をCTを用いて評価
- 対象：21頭の症例と14頭のコントロール犬
- 方法：気管支径/大動脈径の測定と、心拡大指標との比較
- 結果：疾患群はコントロール群より有意に気管が狭小
LAサイズとVHSは左右の気管支の狭小化と関連



気管虚脱進行に関するリスク因子



MMVDの咳への最適な治療戦略は？

- 気管に対する治療

- …気管の炎症・刺激・負荷を緩和
 - 心拡大以外の原因疾患の探索(感染・上部気道疾患・気管支炎)
 - 環境要因に対する対応(刺激因子、湿度、温度)
 - 体重管理
 - 鎮咳薬・抗炎症薬など

- 心臓に対する治療

- …左房サイズを縮小させ、気管支の挙上(圧排)を緩和
 - ピモベンダン
 - 血管拡張薬
 - 外科的修復
 - **利尿剤**…肺水腫がなければなるべく使用は避けている

心サイズの悪化と気管の状態を評価し、
どちらの治療の追加が有用かを見極めることが重要

咳 = 肺水腫ではないが...



マシェリ、ポメラニアン、避妊メス、10歳

画像診断所見

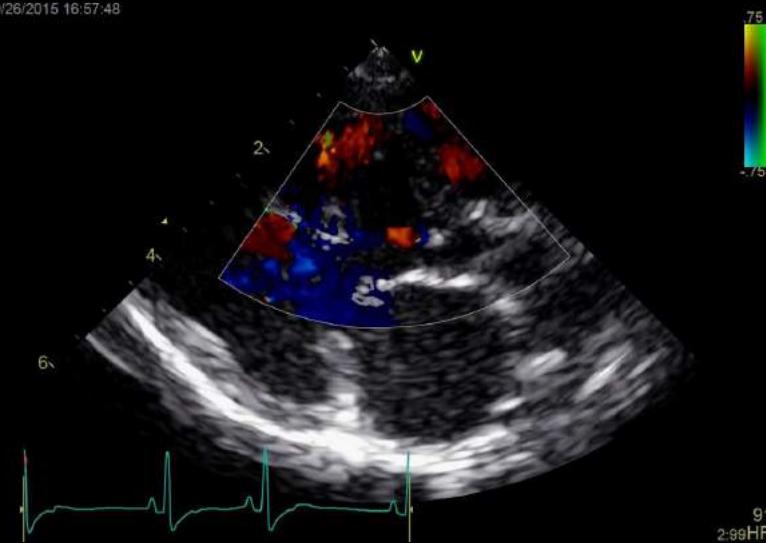
Veterinary
Specialists
Emergency
Center



09/26/2015 16:57:38



09/26/2015 16:57:48



正常犬の安静時呼吸数

- 正常の犬の呼吸数は?
 - 113頭の正常犬で調査したところ…

- 睡眠時呼吸数 (Sleeping Respiratory Rate, SRR)
 - 14 \pm 3 回/分 (mean \pm SD)
 - 個体ごとの平均値では23回/分以上になることはなかった
- 安静時呼吸数 (Resting Respiratory Rate, RRR)
 - SRRより有意に高値
 - (中央値 SRR 14.9回/分 vs RRR 18.9回/分)
 - 個体ごとの平均値では、12/14頭で25回/分以下、30回/分以上になった個体は1頭のみ



安静時呼吸数測定のすすめ

- 慢性うつ血性心不全の状態であっても、
安定していれば呼吸数はほとんど<30回/分

	犬	猫
心疾患	43/51が MMVD	19/22がHCM
SRR_{mean} Median (range)	20 (7-39)	20 (13-31)
RRR_{mean} Median (range)	24 (12-44)	24 (15-45)

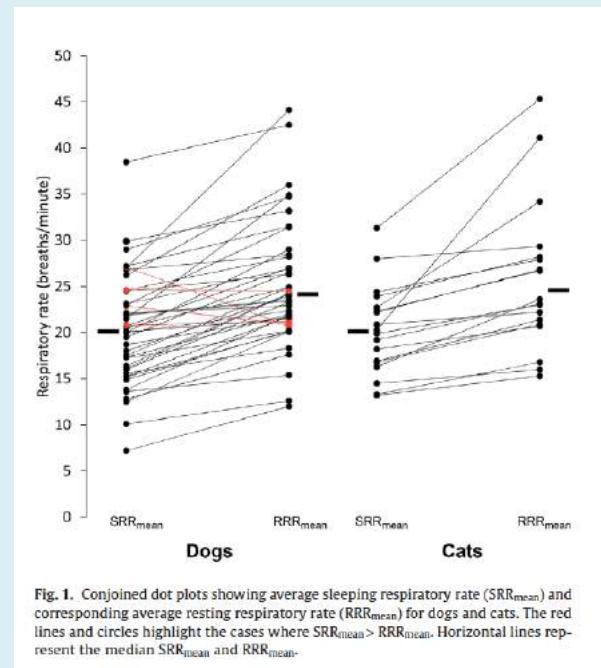
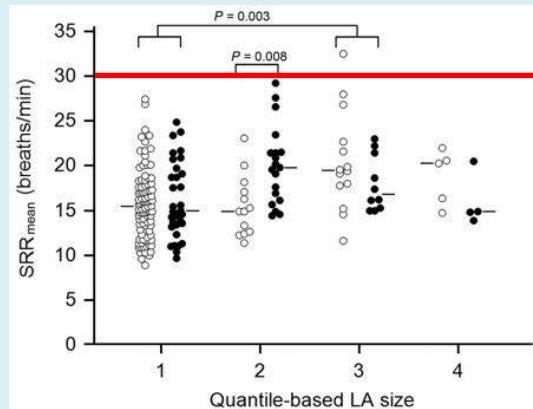


Fig. 1. Conjoined dot plots showing average sleeping respiratory rate (SRR_{mean}) and corresponding average resting respiratory rate (RRR_{mean}) for dogs and cats. The red lines and circles highlight the cases where $SRR_{mean} > RRR_{mean}$. Horizontal lines represent the median SRR_{mean} and RRR_{mean} .

安静時呼吸数測定のすすめ

- 自宅での安静時呼吸数の測定は非常に有用！
 - 無徵候の僧帽弁閉鎖不全症(MMVD)もしくは拡張型心筋症の犬の安静時および睡眠時呼吸回数



安静時も睡眠時も
25回/分を超えること
はほぼない

JAVMA 2013;243:839-843 Dan G. Ohad et al.

- うつ血性心不全治療反応性における安静時呼吸数の有用性

MMVDにおいて ≤ 40 回/分で
高い精度の予測が可能

JAVMA 2011;239:468-479 Karsten E. Schober et al.

肺うつ血の治療

利尿薬を投与する

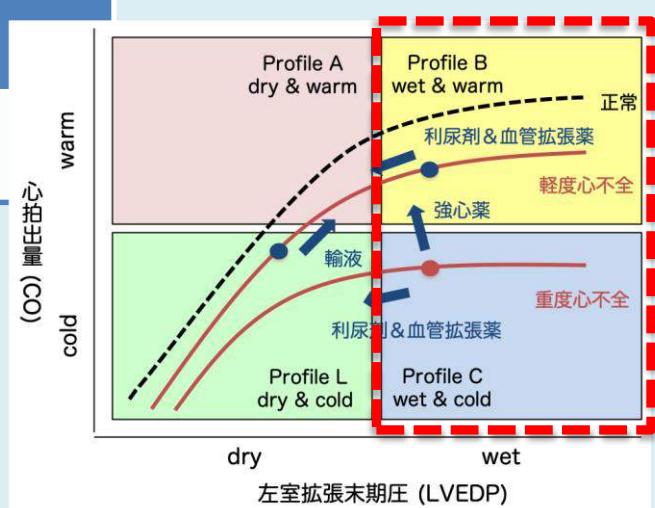
- ・フロセミド、カルペリチド（ハンプ）...

収縮力に見合う血圧にするため血管拡張薬を投与する

- ・ニトロプロルシド、カルペリチド（ハンプ）...

収縮力を亢進させる

- ・ピモベンダン、ドブタミン、ミルリノン...



肺うつ血の治療

利尿薬を投与する

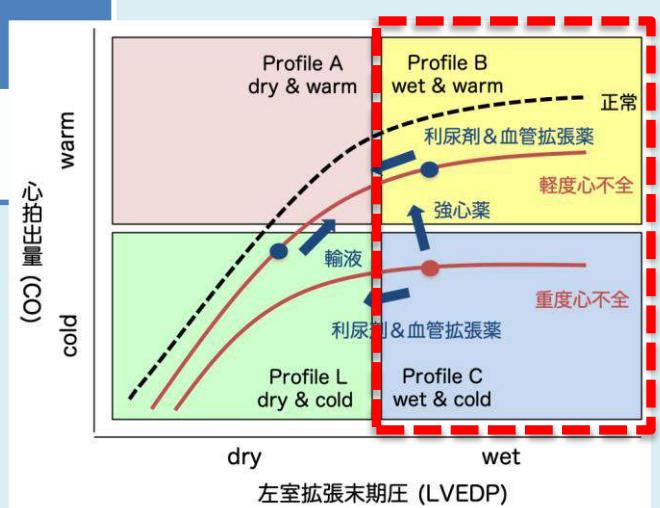
- ・フロセミド、カルペリチド（ハンプ）...

収縮力に見合う血圧にするため血管拡張薬を投与する

- ・ニトロプロルシド、カルペリチド（ハンプ）...

収縮力を亢進させる

- ・ピモベンダン、ドブタミン、ミルリノン...

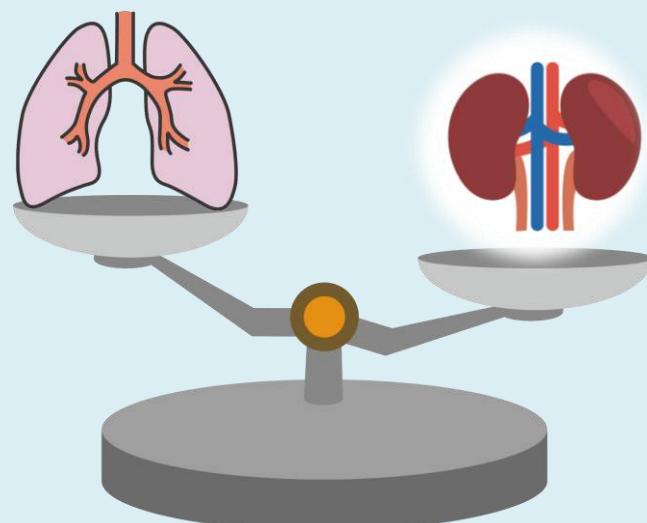


うつ血の残存 vs 腎機能悪化

強くループ利尿薬を使用し、完全にうつ血を解除(decongestion)することを心がけるか...

vs

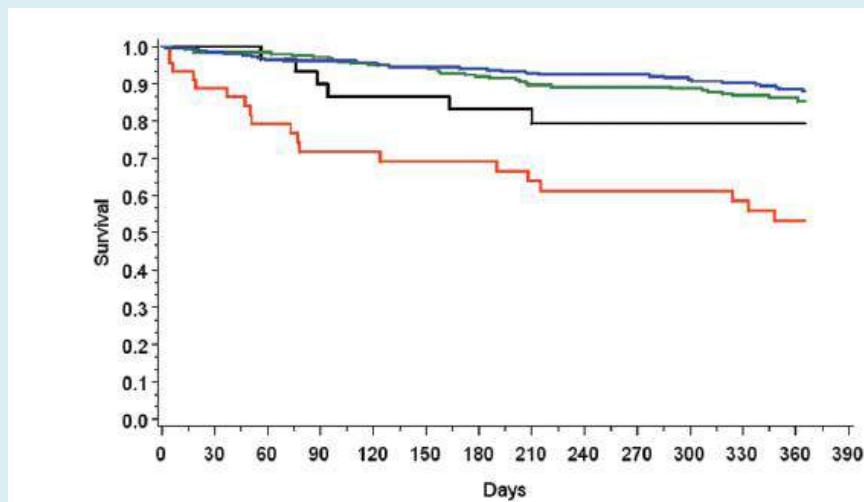
必要最小限の利尿薬使用を心がけ
腎数値の上昇をミニマムに抑えるか...



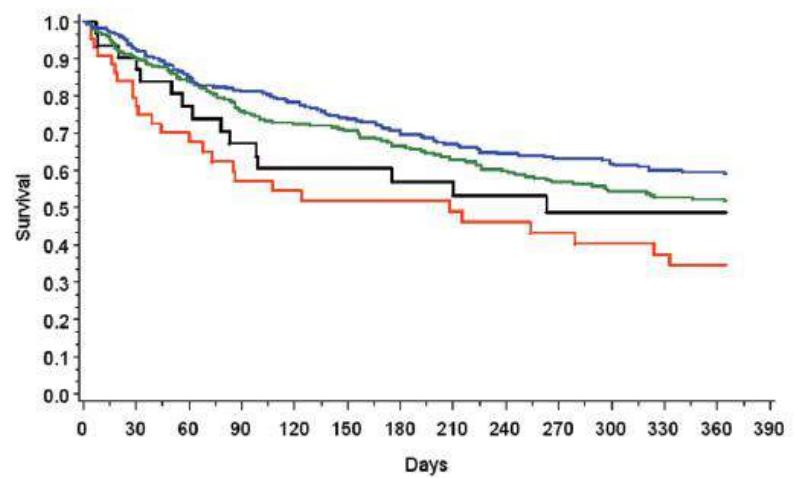
うつ血の残存が予後と関連

- 腎機能悪化 (WRF) とうつ血の残存で予後を比較

1年間での死亡または緊急心移植



1年間での複合エンドポイント
(死亡、心移植、心不全入院)



WFN単独では1年後の予後に関係なく、
退院時のうつ血の残存がより重要な予後規定因子

病期における利尿薬の使い分け

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

急性心不全期

利尿薬の用量が多いと
予後不良？



- 高用量でも十分にうっ血を解除できれば予後には影響ない
- 退院時のうっ血の残存が予後悪化と関連

VS

慢性心不全期

- 必要最小限の利尿を心がける
- 体液量の変動が少なく、RAASを活性化しない長時間作用型のループ利尿薬が妥当？
- 安静時呼吸数の評価
- 定期的な検診で状態把握(特に血液検査)

肺うつ血の治療

利尿薬を投与する

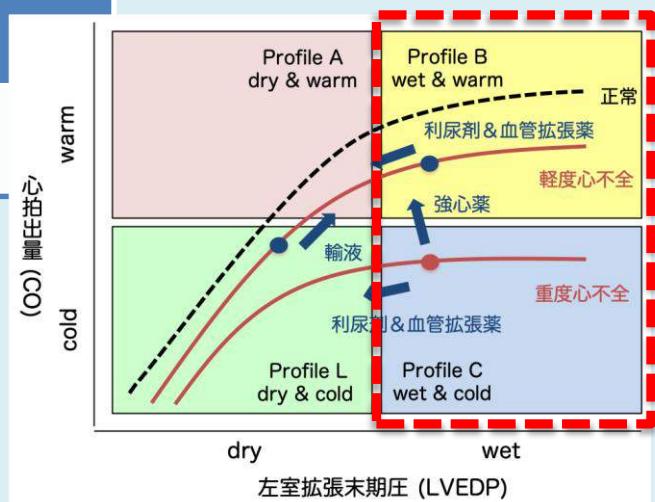
- ・フロセミド、カルペリチド（ハンプ）...

収縮力に見合う血圧にするため血管拡張薬を投与する

- ・ニトロプロルシド、カルペリチド（ハンプ）...

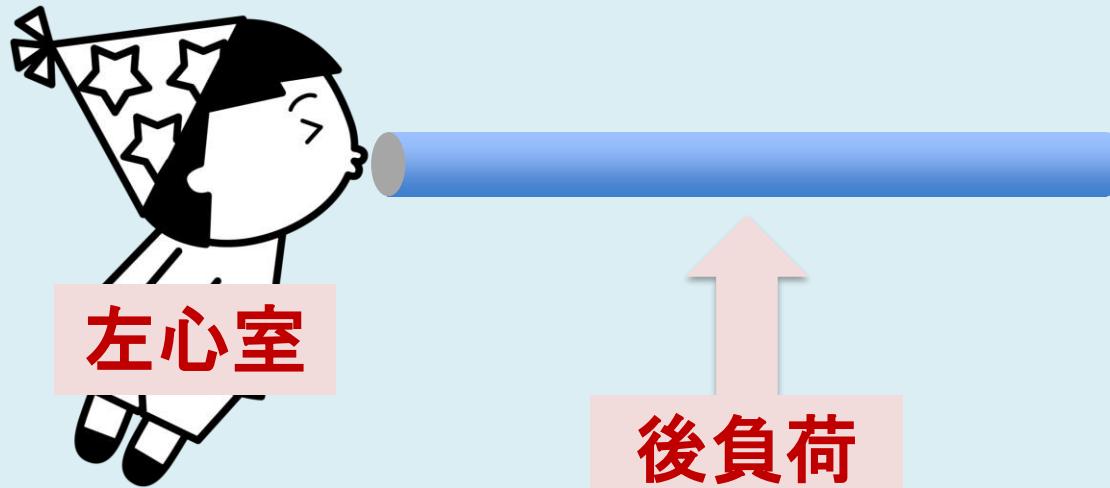
収縮力を亢進させる

- ・ピモベンダン、ドブタミン、ミルリノン...

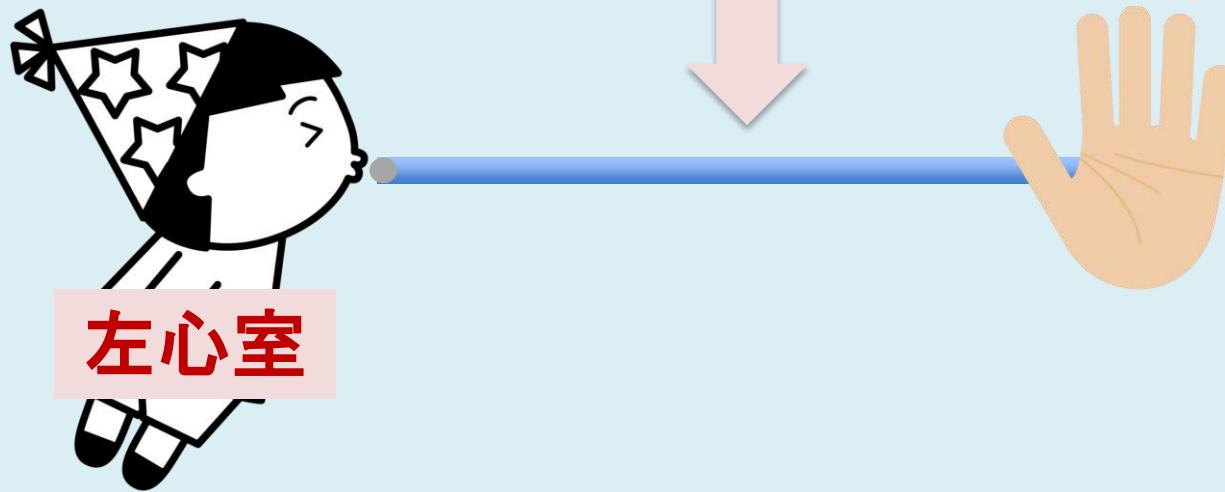


どちらが辛そうですか？

A

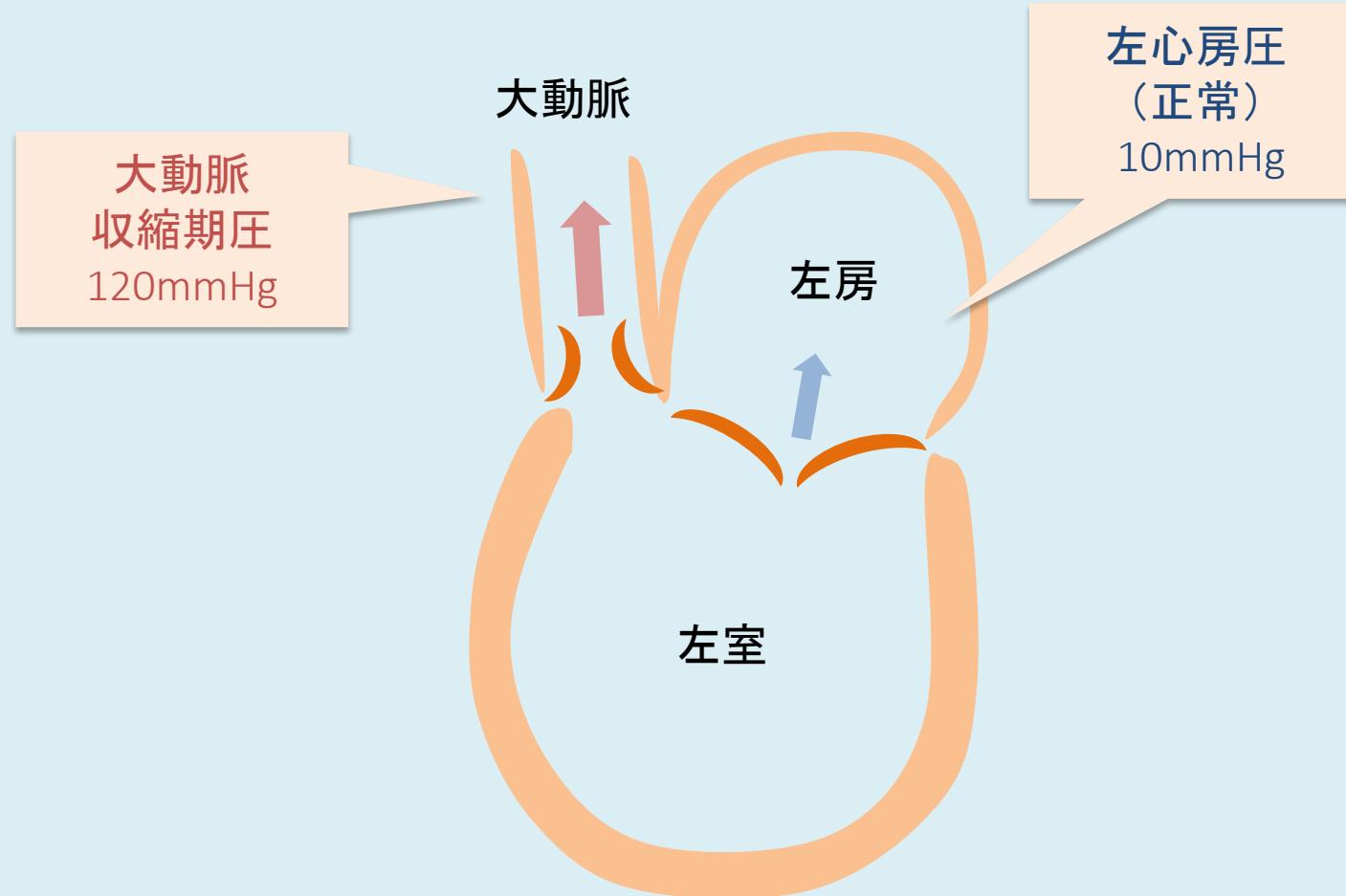


B



僧帽弁逆流と後負荷

- 僧帽弁逆流と後負荷



僧帽弁逆流と後負荷

- 僧帽弁逆流と後負荷



肺うつ血の治療

利尿薬を投与する

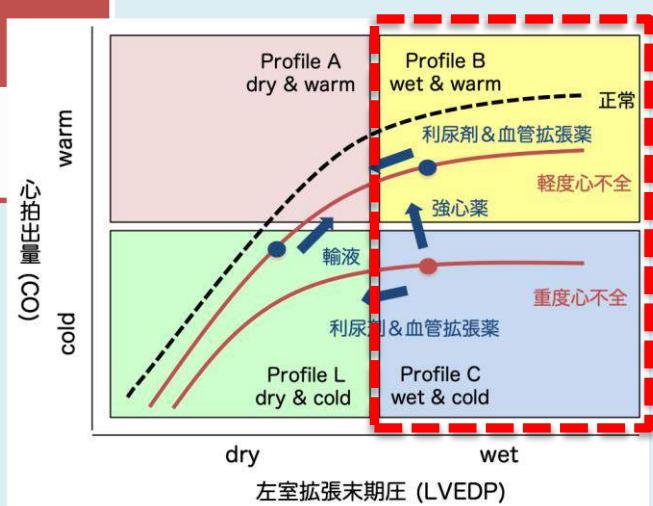
- ・フロセミド、カルペリチド（ハンプ）...

収縮力に見合う血圧にするため血管拡張薬を投与する

- ・ニトロプロルシド、カルペリチド（ハンプ）...

収縮力を亢進させる

- ・ピモベンダン、ドブタミン、ミルリノン...



- **強心薬の適応**

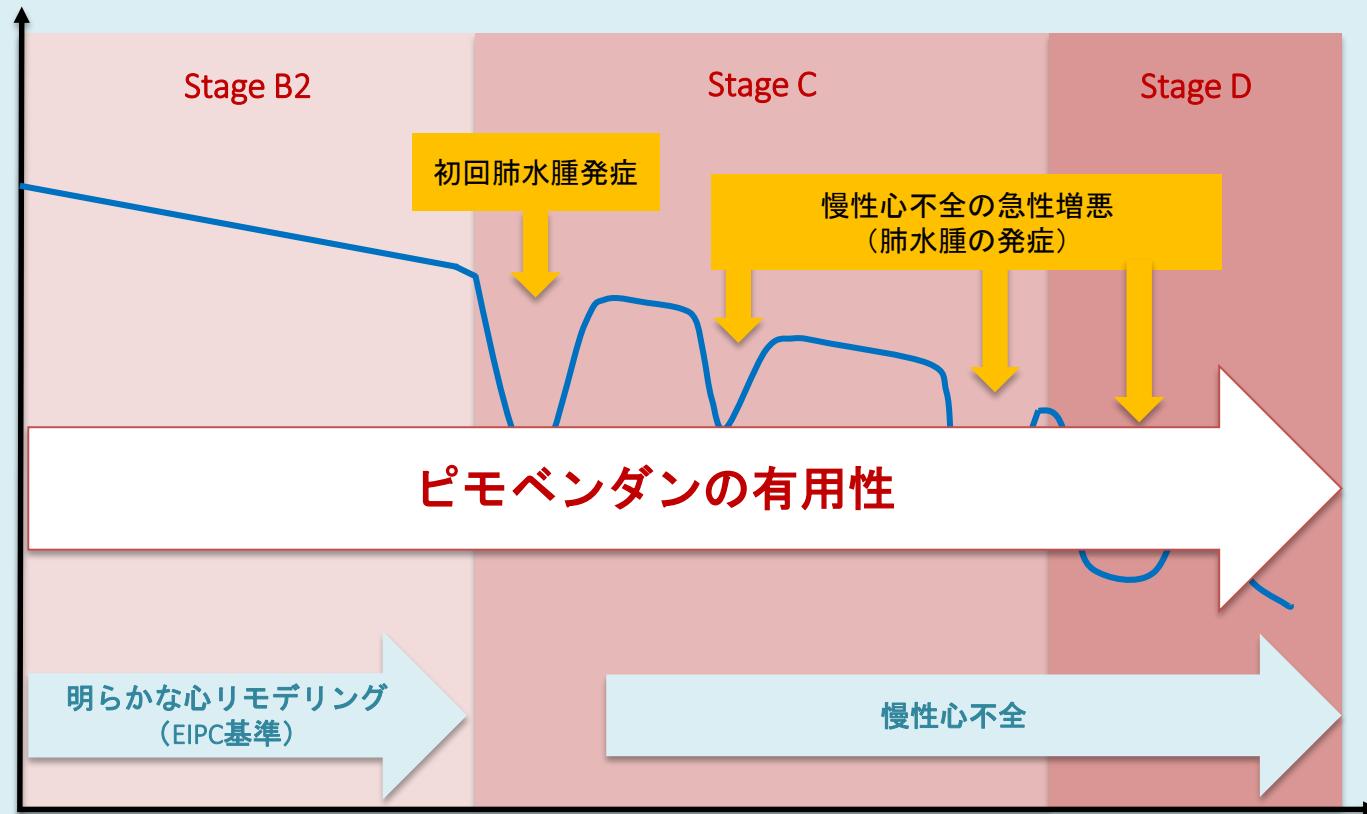
- 血圧低下
- 末梢循環不全
- 循環血液量の補正に対して抵抗性

- **強心薬使用の懸念事項**

- 心筋酸素需要量の増大、心筋カルシウム負荷による
 - 不整脈
 - 心筋虚血
 - 心筋障害

心不全の進行とピモベンダン

- 肺水腫の発症 = 慢性心不全期の急性増悪



3 猫の急性心不全

猫の急性心不全

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

- 症状の多くは呼吸困難/頻呼吸
 - 胸水貯留では奇異呼吸 (paradoxical breathing)を呈することも
 - 代謝性アシドーシス、疼痛、腹水なども原因となる
- 体温は低めであることが多い (<37.5°C)
 - 低体温は予後と関連している可能性

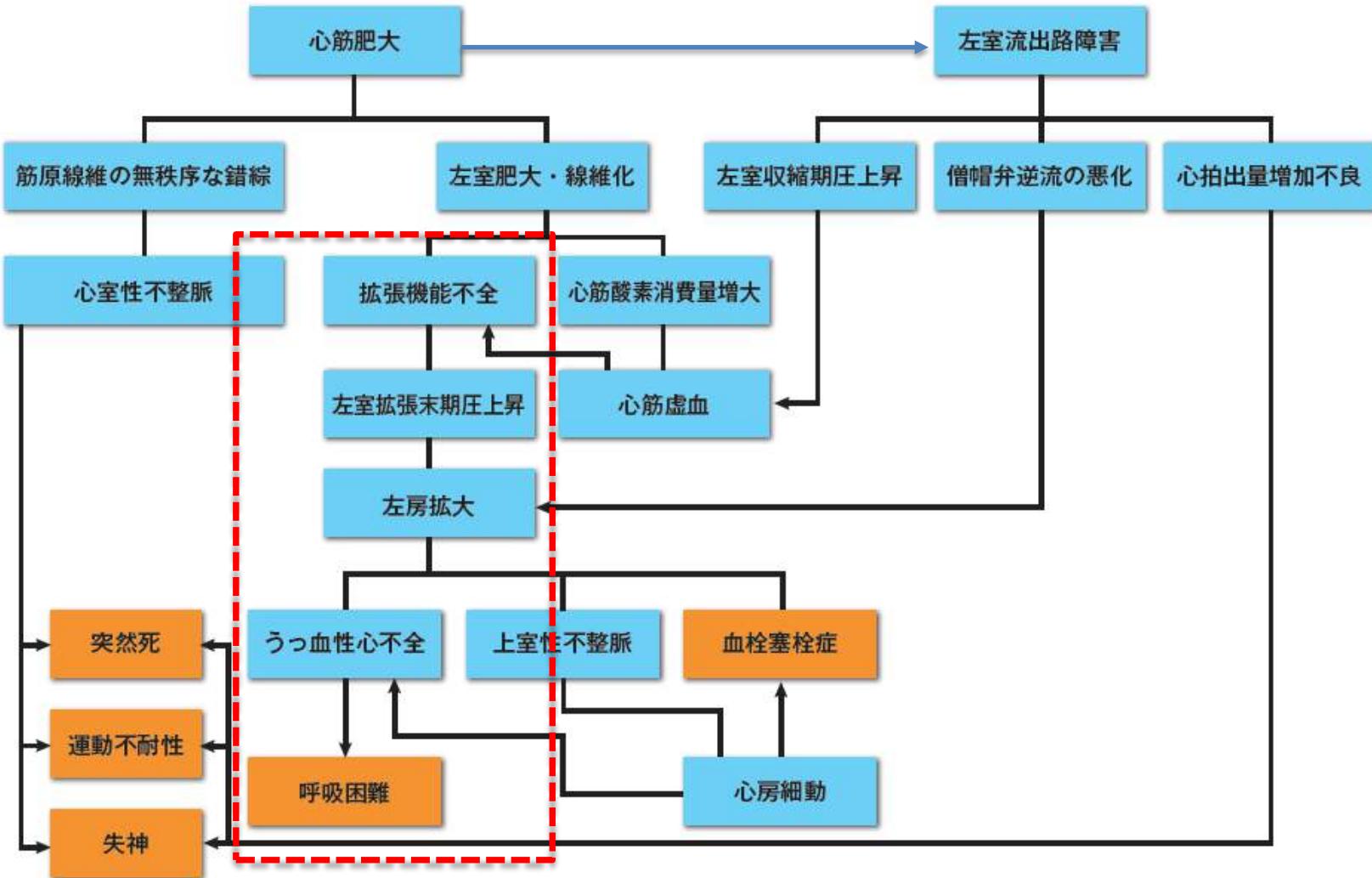


猫の急性心不全

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

- 心拍数は低めであることも
 - 徐脈性不整脈や伝導障害に関連している場合
 - 心房静止、房室ブロックなど
 - 洞性徐脈の考えられる原因として…
 - 低体温
 - 内服している薬剤の影響 (β 遮断薬など)
 - 心筋の β 受容体のダウンレギュレーション
 - 動脈圧反射の感受性変化
 - 何かしらの自律神経障害

肥大型心筋症の病態



正常＆心疾患猫の安静時呼吸数

- 睡眠時呼吸数(SRR_{mean})

- 正常猫

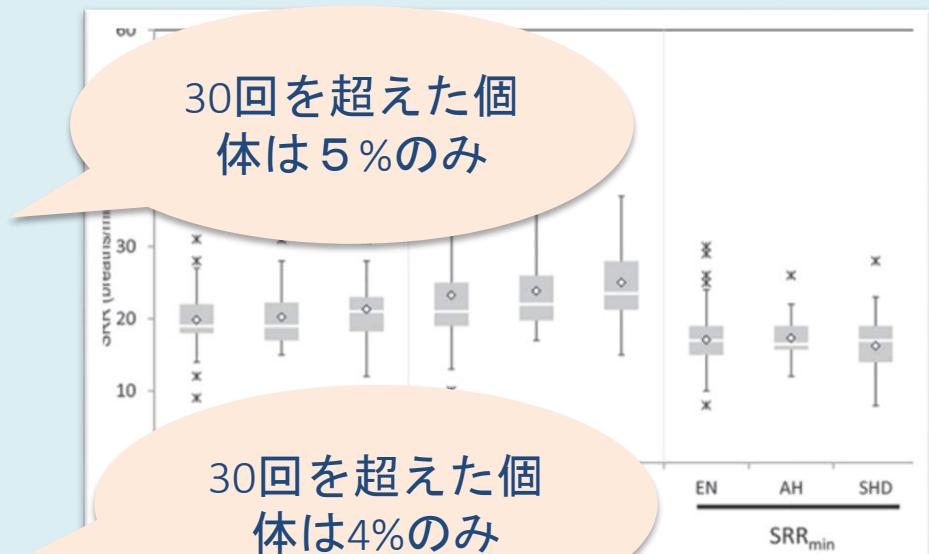
- 中央値 19 回/分

- (range 9–37回/分)

- 無徵候性の心疾患

- 中央値 21 回/分

- (range 12–41回/分)



正常な個体と無徵候の心疾患を保つ個体の
呼吸数は差がない
ほとんどの個体で30回/分以下



正常＆心疾患猫の安静時呼吸数

- 安静時呼吸数(RRR_{mean})

- 正常猫

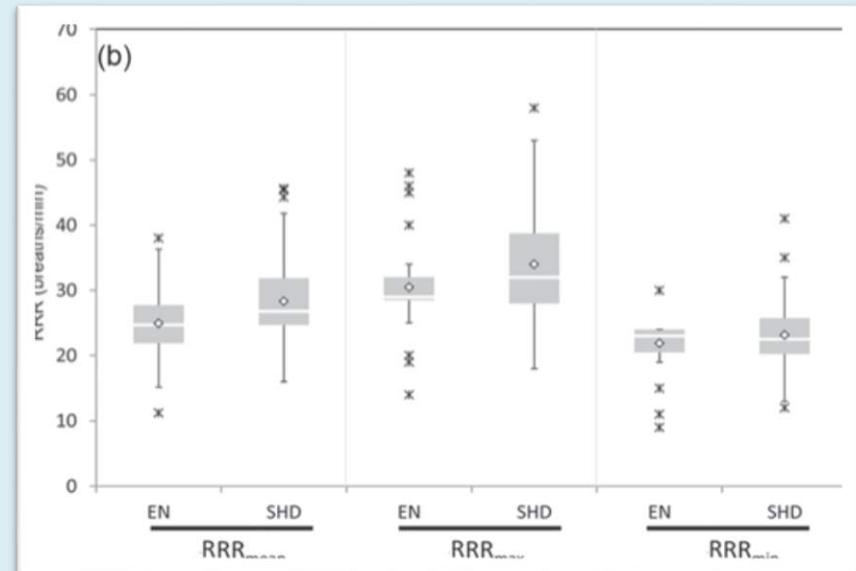
- 中央値 25 回/分

- (range 11–38 回/分)

- 無徵候性の心疾患

- 中央値 27 回/分

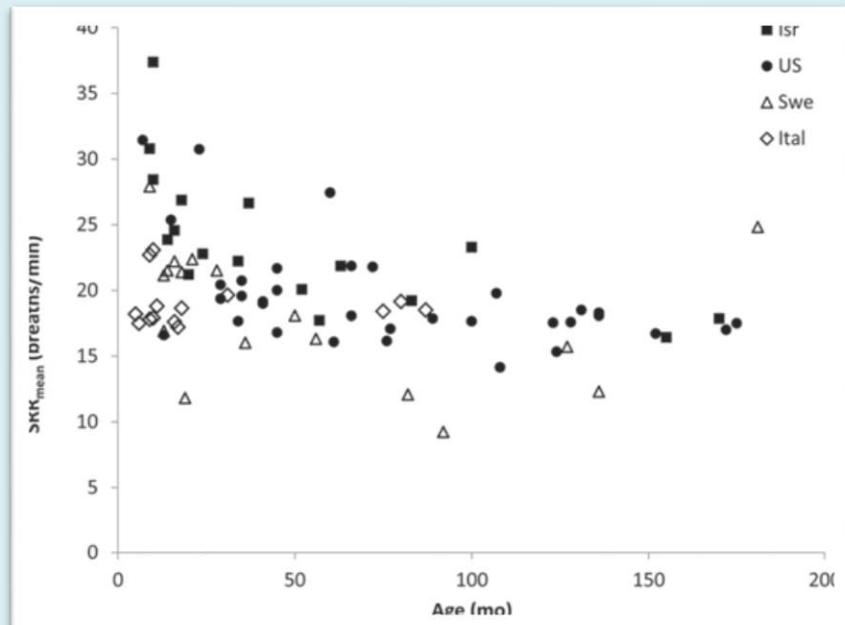
- (range 12–41回/分)



$SRR_{mean} < RRR_{mean}$ 有意な差を認める($p < 0.0001$)

子猫の呼吸数

呼吸が速いとの主訴で受診する子猫がいるが…
心臓精査にて異常は認められず…

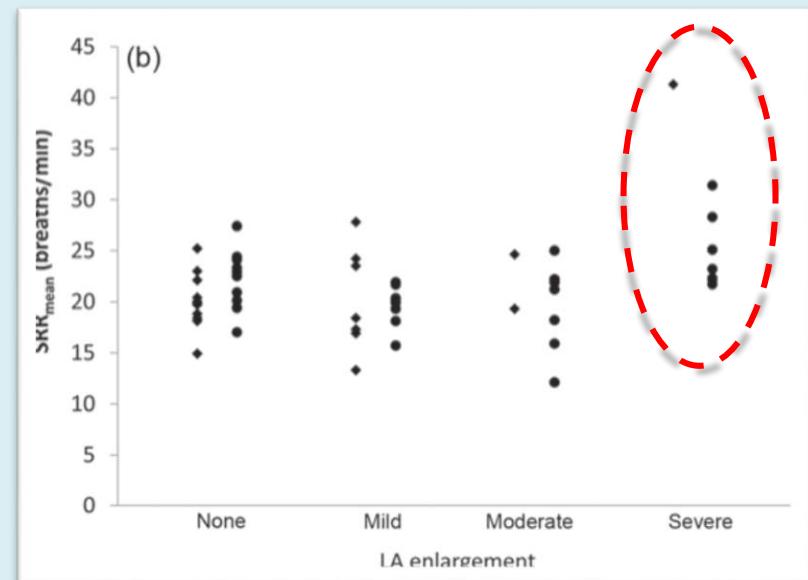
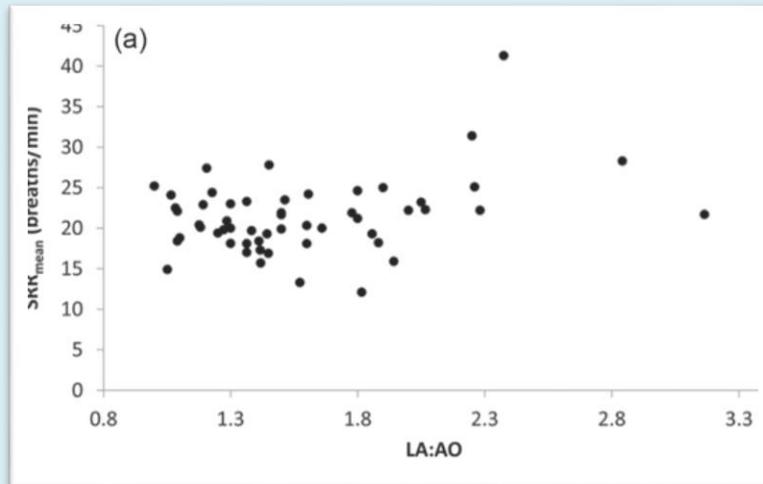


年齢とSRRは有意に関連
($P = 0.0001$)
4-5才までで認められる傾向



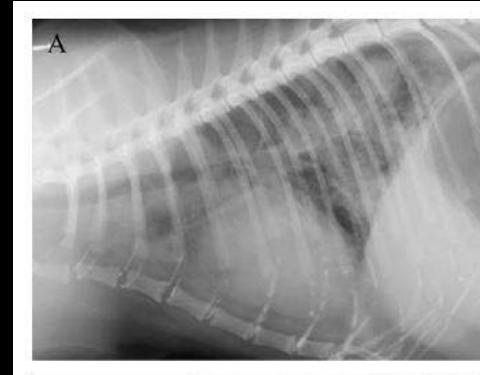
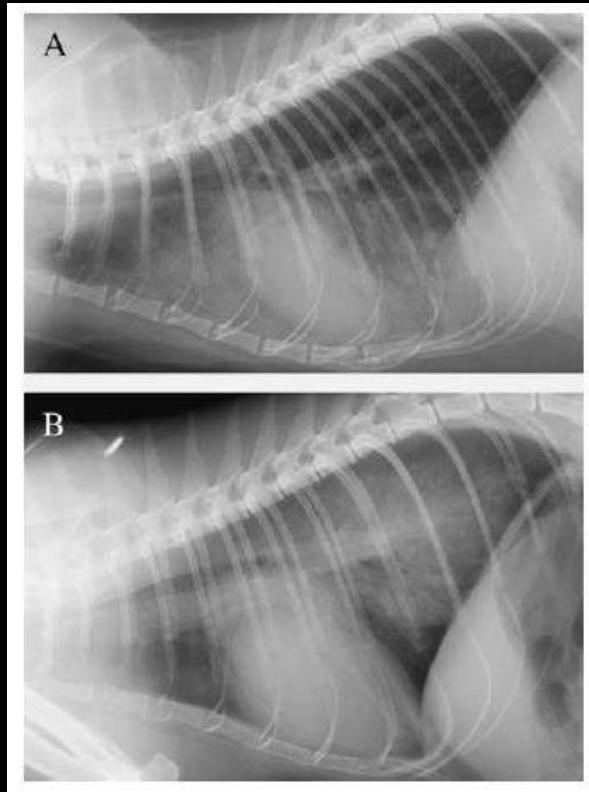
無徵候の心疾患症例における呼吸数

- 左房拡大の程度と呼吸数の関連
 - 重度の左房拡大を呈する個体はその他の個体よりも SRR_{mean} が有意に多い
 - 投薬の有無とも関連



胸部レントゲン検査

- 多様なパターンを呈する肺水腫所見



胸部レントゲン検査

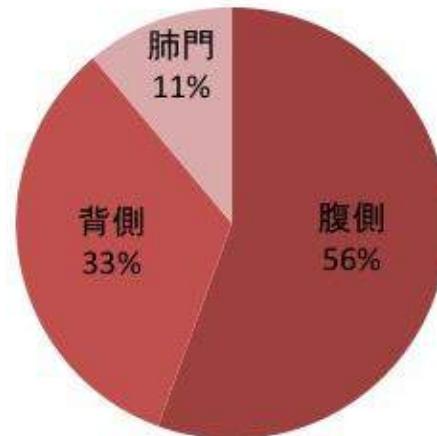
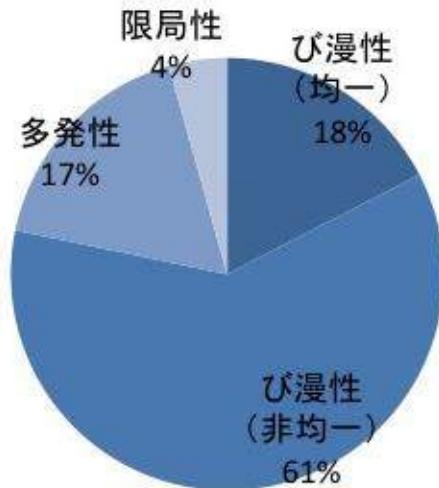
- うつ血性心不全の診断

- 肺水腫

- 心原性肺水腫の猫23頭での検討

L.Bebihni et al. JSAP, 2009;50:9-14

- 全頭で左房拡大(左房径 median 21mm)



胸部レントゲン検査

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

- 多様なパターンを呈する肺水腫所見
 - 散在性の班状肺胞パターン



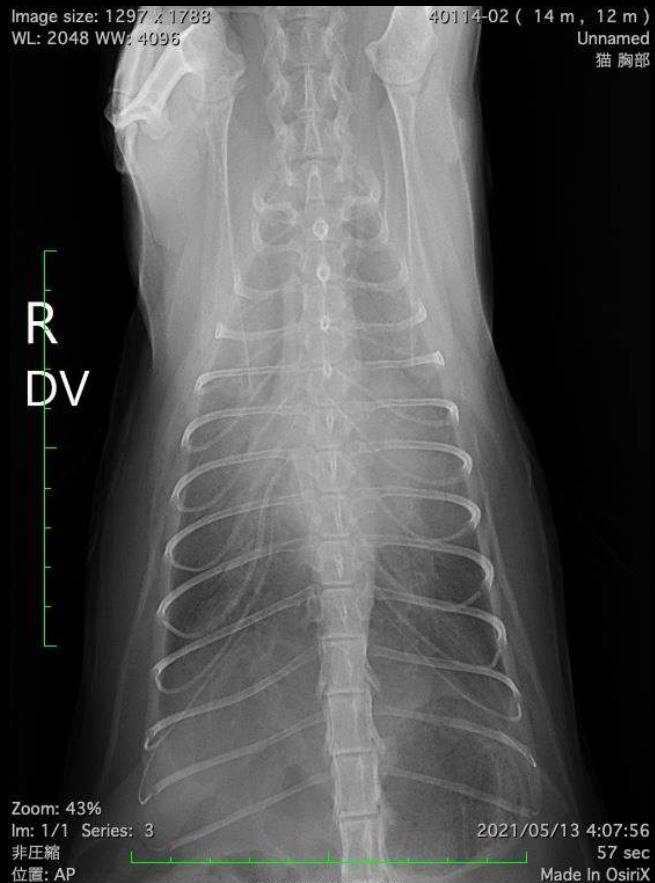
胸部レントゲン検査

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

- 多様なパターンを呈する肺水腫所見
 - 肺門周囲が主体の肺胞パターン



40114-02 (14 m , 12 m)
WL: 2048 WW: 4096
40114-02 (14 m , 12 m)
Unnamed
猫 胸部



胸部レントゲン検査

- 多様なパターンを呈する肺水腫所見
 - 気管支肥厚像 (peribronchial cuffing) ・ 気管支周囲浸潤像



胸部レントゲン検査

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

- 多様なパターンを呈する肺水腫所見
 - 気管支肥厚像 (peribronchial cuffing) ・ 気管支周囲浸潤像



WL: 2048 WW: 4096
Unnamed
猫 胸部



胸部レントゲン検査

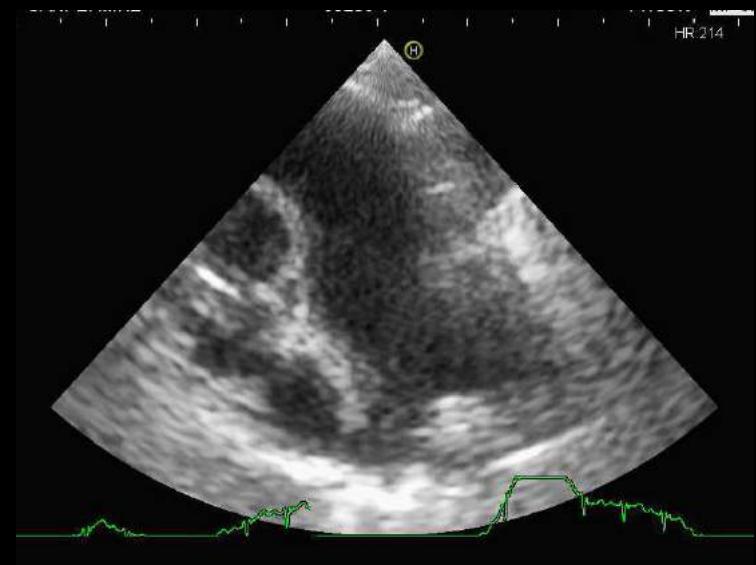
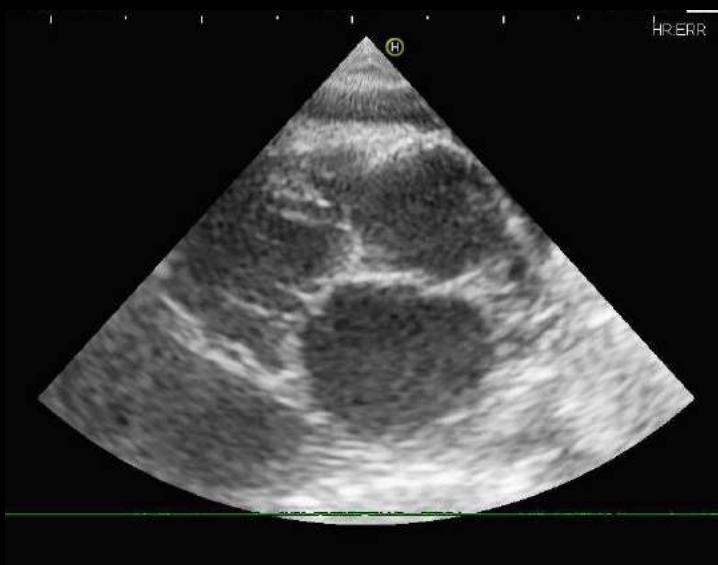
- うつ血性心不全の診断
 - 胸水貯留
 - 初診時には必須(特に抜去後)
 - 原因疾患の鑑別として
 - 再診時の評価としては必須でないことも
 - …エコー検査で十分な場合も



心エコー検査でのうつ血所見の評価

- **胸水貯留**

- 初診時(原因疾患がわかつていない場合)は、同時に心房拡大も評価(迅速エコー診断)
- 再診時は立位や腹臥位での簡易的なエコー検査で十分なことが多い
- 胸腔穿刺の場所決めとして



心エコー検査でのうつ血所見の評価

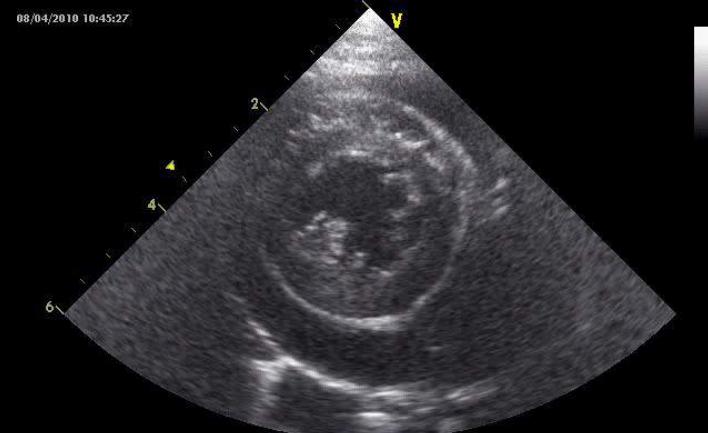
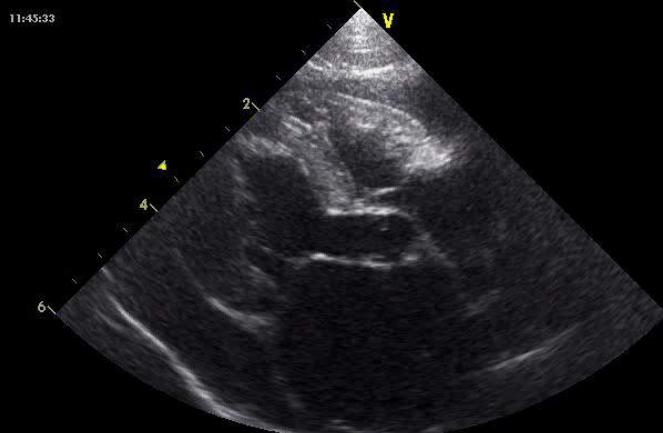
- 心膜液貯留

- 猫における心膜液貯留の原因
→多くが循環不全によるうつ血

- * 心不全、輸液過多など
146頭の猫の報告では、75.4%がうつ血によるもの)

Daniel J. Hall et al. JVIM, 2007

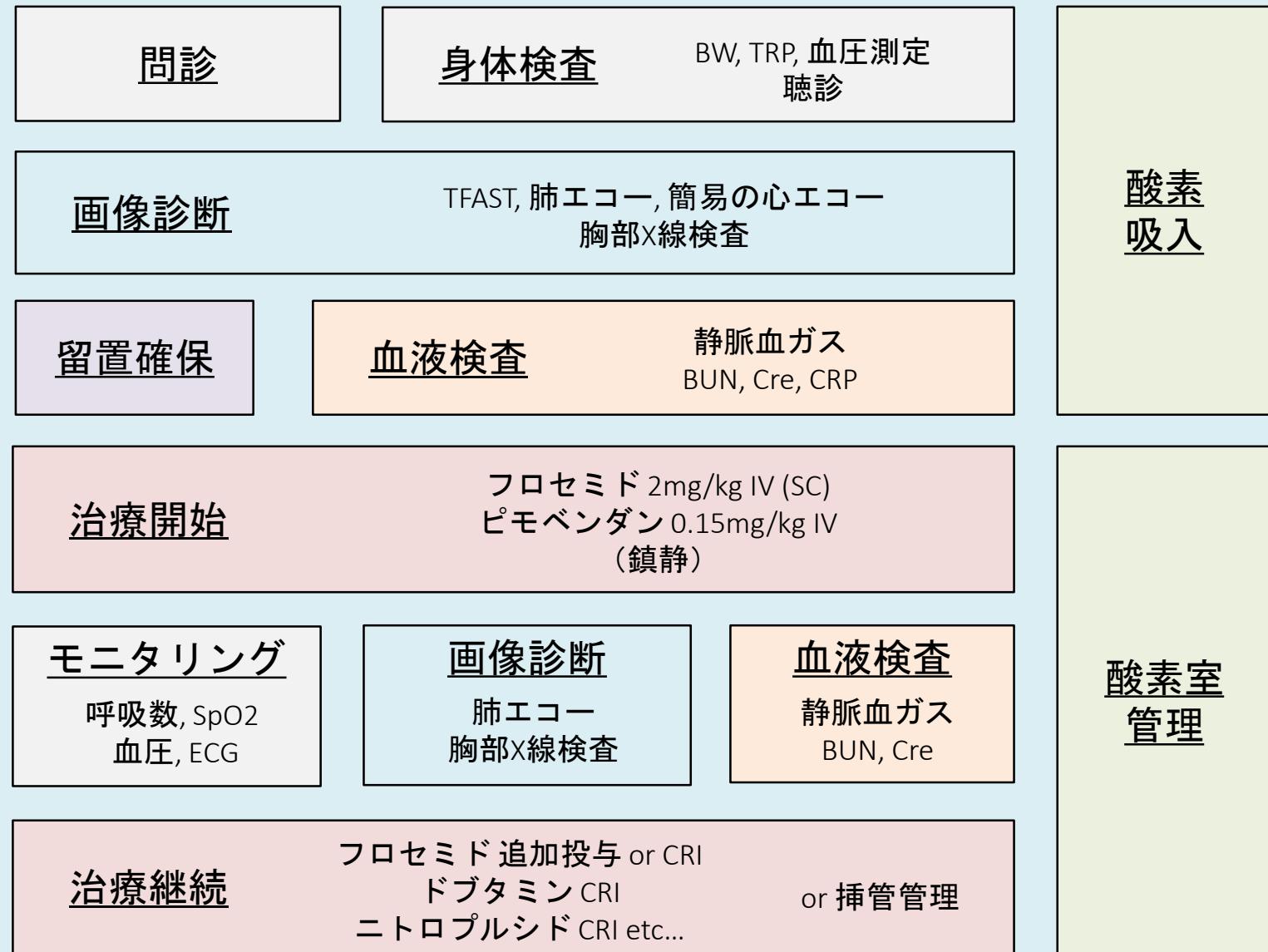
- 心タンポナーデになることはまれ



4

急性心不全の初期対応

急性心不全治療の流れ (特に犬の場合)



犬と猫の急性心不全期の治療

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

1. ストレスの軽減

- ・鎮静
(ブトルファノール、ブプレノルフィン、アセプロマジンなど)
- ・ゲージ内で安静を保つ
- ・自由飲水 (がぶ飲みによる嘔吐は避ける)

猫：犬も同様であるが、特にストレス軽減に努める
エコー検査が必要であっても伏せの状態で、かつ最小限に

2. 酸素化の改善

- ・通常FiO₂ 30-40% (50%以上を継続することは避ける)
- ・症例にストレスを与えるような酸素化の方法は避けるべき
- ・重度の呼吸困難の場合は挿管し人工呼吸管理に移行

犬と猫の急性心不全期の治療

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

3. 内科治療

- ・利尿薬（フロセミド、トラセミドなど）
フロセミドの経路はIV, IM, SC, CRI
- ・血管拡張薬
(ニトロプロルシドNa、ニトログリセリン、ACEi?、カルペリチド、アムロジピンなど)
- ・強心薬（ピモベンダン、ドブタミン、ミルリノンなど）
- ・その他（体腔貯留液の抜去、抗不整脈治療、しゃ血など）

猫：フロセミドの量：重症例 2-4 mg/kg、軽症例 1-2 mg/kg

肺水腫に利尿薬投与は必須であるが、胸水にはまず胸腔穿刺
伏せの状況での胸腔穿刺がベター

穿刺時は局所麻酔、鎮静（低用量ケタミン、低用量アセプロマジンorミダゾラム）も考慮（個人的にはプロポフォールをto effectで）
その他の治療として、気管支拡張薬？

犬と猫の急性心不全期の治療

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

4. バイタルのモニタリング

- ・呼吸数、排尿（±尿量）、心拍数、リズム、血圧、酸素飽和度、和状態、血液検査、血液ガス分析など
- ・必要性と症例へのストレスのバランスを考え、モニタリング項目

猫：低体温や徐脈傾向の場合も

5. 臨床検査

- ・胸部レントゲン検査
(呼吸状態が悪ければDV像のみ。必要に応じて繰り返す)
- ・迅速エコー検査&肺エコー検査
(状態の安定後に必要に応じて立位・伏せの姿勢などで実施)
- ・血液検査&血液ガス分析
(利尿剤による副作用や循環・呼吸不全の評価が主体)

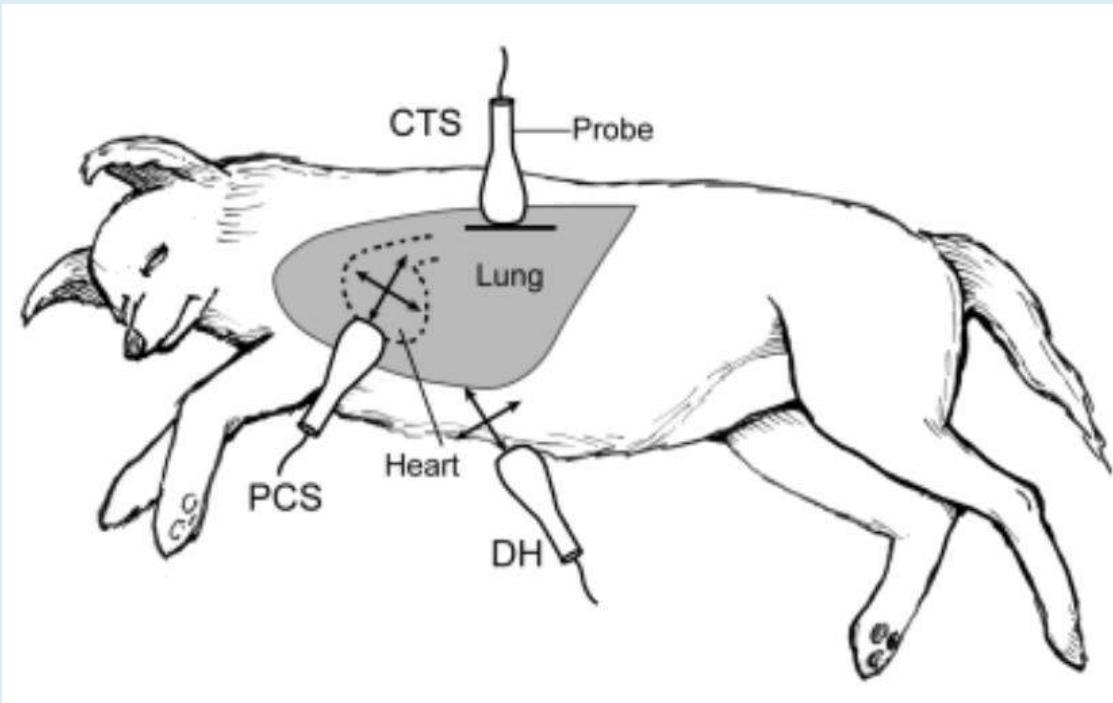
迅速エコー検査と肺エコー検査

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

- 胸部迅速簡易超音波検査法(TFAST)
 - 心膜液、胸水貯留、気胸、肺の迅速評価
- 肺エコー検査
 - 肺実質の障害を評価
 - 肺のwetな状態を検出
- 迅速心エコー検査
 - Point-of-care Ultrasound (POCUS)
 - 心臓に特化したものを「POC心エコー検査」と呼ぶ
 - トリアージ、診断、モニタリングとして利用

迅速エコー検査と肺エコー検査

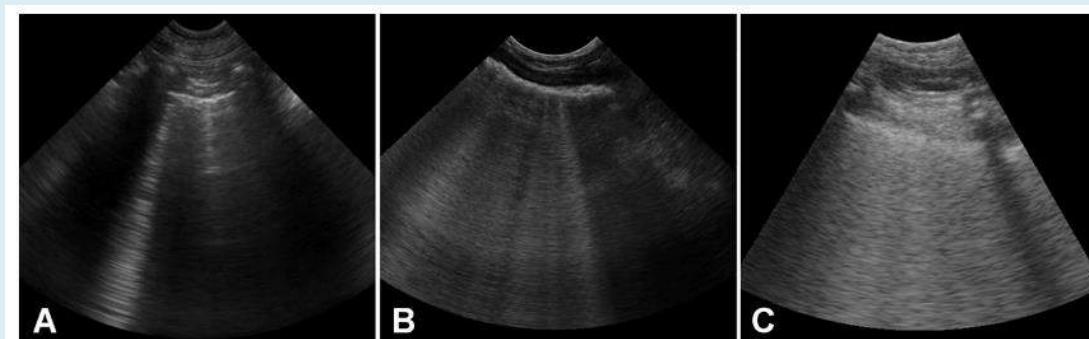
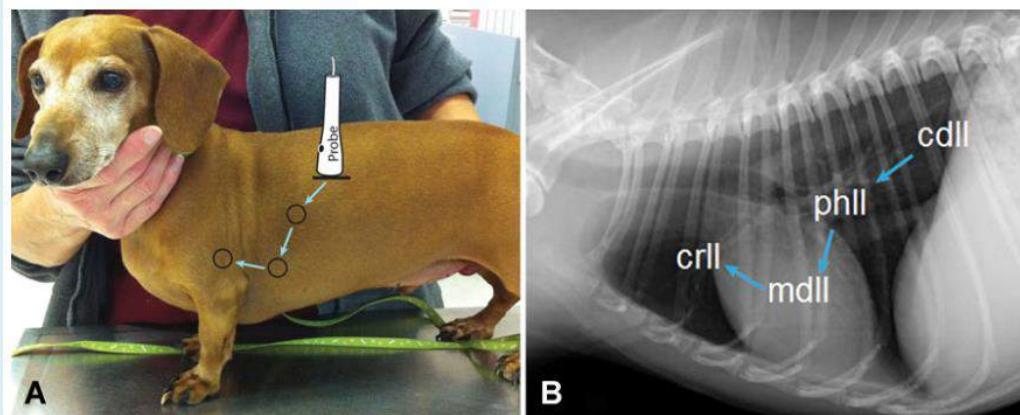
- 胸部迅速簡易超音波検査法(TFAST)
 - 心膜液、胸水貯留、気胸、肺の迅速評価



迅速エコー検査と肺エコー検査

肺エコー検査

- 肺実質の障害を評価
- 肺のwetな状態を検出



POC心エコー検査

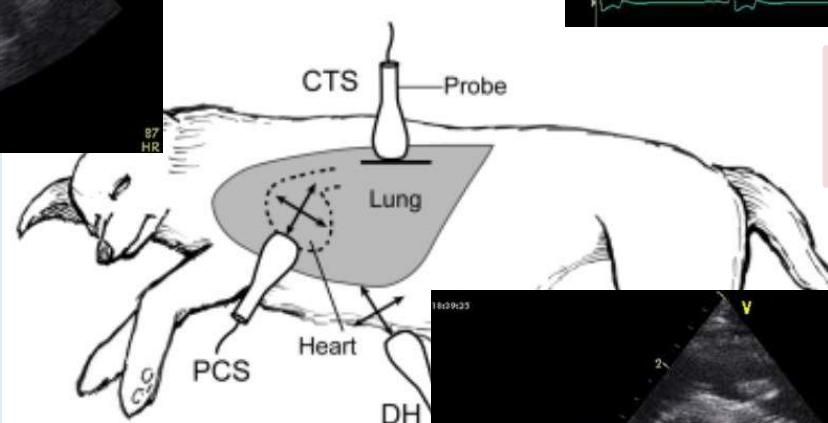
活用する断面像



① 右傍胸骨
長軸四腔像



③ 右傍胸骨
短軸像大動脈レベル



② 右傍胸骨
短軸像左室レベル



活用する断面像その1：右傍胸骨長軸四腔像

所見	鑑別にあがる疾患や病態
左室の円形化	左室の容量負荷を示唆する。犬の僧帽弁閉鎖不全症や拡張型心筋症など
心腔のバランスが右室>左室	右室の容量負荷 and/or 圧負荷を示唆する。右室が有意である場合は肺高血圧症が鑑別にあがる
右室壁の肥厚	右室の圧負荷を示唆する。肺高血圧症が鑑別にあがる
心房中隔の上側への偏位	左房圧の上昇を示唆する。犬の僧帽弁閉鎖不全症や猫の心筋症など
心房中隔の下側への偏位	右房圧の上昇を示唆する。肺高血圧症が鑑別にあがる
カラードプラ法における僧帽弁逆流の検出（特に犬）	犬の僧帽弁閉鎖不全症や、拡張型心筋症などによる二次的な逆流
カラードプラ法において三尖弁逆流>僧帽弁逆流（特に犬）	肺高血圧症が鑑別にあがる。
僧帽弁の肥厚と逸脱（犬）	犬の僧帽弁粘液腫様変性を第一に考慮
【左室流出路像】カラードプラ法における収縮期の流出路の乱流パターン（猫）	左室流出路障害がある場合は閉塞性の肥大型心筋症を第一に疑う

活用する断面像その2：右傍胸骨短軸像左室レベル

所見	鑑別にあがる疾患や病態
左室拡張末期内径の評価 (定性的な評価 or 内径の測定)	拡大で左室の容量負荷、縮小でボリューム不足を示唆
左室収縮末期内径の評価 (定性的な評価 or 内径の測定)	拡大で左室の収縮性低下を示唆
左室収縮性の評価 (定性的な評価 or 左室内径短縮率の算出)	低下で左室の収縮性低下を示唆
心室中隔および左室自由壁の肥厚 <特に猫>	左室肥大を引き起こす疾患（肥大型心筋症）やボリューム不足を考慮
乳頭筋の肥大（猫）	肥大型心筋症を第一に疑う
右室自由壁の肥厚	肺高血圧症が鑑別にあがる。
心室中隔の扁平化	肺高血圧症が鑑別にあがる。

POC心エコー検査

Veterinary
Specialists
Emergency
Center

活用する断面像その3：右傍胸骨短軸像大動脈レベル

所見	鑑別にあがる疾患や病態
左房サイズの評価 (定性的な評価 or 内腔実測値・LA/Aoの測定)	左房圧の上昇を示唆する。 犬の僧帽弁閉鎖不全症や猫の心筋症など
左房内のもやもやエコー像の有無（猫）	血栓傾向を示唆
左房内の血栓を疑う構造物の有無 (特に左心耳)（猫）	血栓傾向を示唆