

## 急性腎障害への対応

どうぶつの総合病院 専門医療&救急センター 内科  
 米国獣医内科学専門医(小動物内科)  
 アジア獣医内科学専門医(内科)  
 佐藤雅彦

## 急性腎障害(高窒素血症)の分類

| 腎血流減少* | 腎障害   | 尿路閉塞  |
|--------|-------|-------|
| 脱水     | 薬剤・毒物 | 炎症・結石 |
|        | 感染    | 狭窄    |
|        | 腫瘍    | 腫瘍    |
|        | 虚血・炎症 |       |

\*Volume responsive AKI: 輸液開始後6h以内に尿量1mL/kg/hまたはCreが48時間以内にベースラインに戻る

Troia R et al. JVIM 2018

## 輸液反応性(腎前性)AKI vs 腎性AKI

| 項目           | 輸液反応性 (n=52) | 腎性AKI (n=69) |
|--------------|--------------|--------------|
| Cre (mg/dL)  | 1.8          | 5.2          |
| IRIS AKIグレード | 2(1-4)       | 4(1-5)       |
| BUN/Cre      | 43.3         | 40.5         |
| USG          | 1.028        | 1.016        |
| 収縮期血圧(mmHg)  | 148          | 160          |

Troia R et al. JVIM 2018

## 急性腎障害(高窒素血症)の分類

| 腎血流減少* | 腎障害   | 尿路閉塞  |
|--------|-------|-------|
| 脱水     | 薬剤・毒物 | 炎症・結石 |
|        | 感染    | 狭窄    |
|        | 腫瘍    | 腫瘍    |
|        | 虚血・炎症 |       |

\*Volume responsive AKI: 輸液開始後6h以内に尿量1mL/kg/hまたはCreが48時間以内にベースラインに戻る

Troia R et al. JVIM 2018

## 急性腎障害の診断およびステージ

- 診断は総合的に判断

既往歴  
 身体検査  
 臨床病理学  
 画像

+/- 乏尿 (< 1mL/kg/hr)  
 無尿

## 急性腎障害の診断

### 既往歴

- 急性の症状発症 (~1週間以内)
- 腎毒性物質への暴露の有無
- 生活環(散歩, 他の動物との接触, 渡航歴など)

## 急性腎障害の診断

### 身体検査

- BCS, MCS
- 腎臓・膀胱触診

## 急性腎障害の診断

### 臨床病理学

- CBC: 貧血の有無
- 血液化学: BUN/CRE\*/(SDMA)  
\* 48時間以内に 0.3 mg/dL以上の上昇
- 尿検査: 尿比重, 尿糖, 尿蛋白, 円柱  
細菌尿, 尿培養

## 急性腎障害の尿検査

Comparison of clinicopathological patterns of renal tubular damage in dogs with acute kidney injury caused by leptospirosis and other aetiologies

|      | Lepto-AKI<br>(n=38) | Other-AKI<br>(n=37) |
|------|---------------------|---------------------|
| USG  | 1.014               | 1.014               |
| 尿糖陽性 | 59%                 | 18%                 |
| UPC  | 2.1 (0.4-184)       | 2.4 (0.09-72)       |
| 顆粒円柱 | 2 (0-3)/LPF         | 2 (0-3)/LPF         |

Zamagni S et al. Vet J 2020

## 急性腎障害の診断

### 超音波検査

- 腎臓サイズ・形, 結石
- 腎皮質高エコー, 腎盂拡張, 腫瘍  
腎周囲液体貯留

## 急性腎障害のステージ

- IRIS AKI グレード

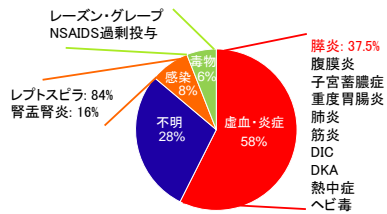
| AKI グレード | Cre<br>(mg/dL) | 臨床的説明     |
|----------|----------------|-----------|
| I        | < 1.6          | 非高窒素血症AKI |
| II       | 1.7 – 2.5      | 軽度AKI     |
| III      | 2.6 – 5.0      | 中程度AKI    |
| IV       | 5.1 – 10       | から        |
| V        | 10 <           | 重度AKI     |

## 急性腎障害(高窒素血症)の分類

| 腎血流減少 | 腎障害   | 尿路閉塞  |
|-------|-------|-------|
| 脱水    | 薬剤・毒物 | 炎症・結石 |
|       | 感染    | 狭窄    |
|       | 腫瘍    | 腫瘍    |
|       | 虚血・炎症 |       |

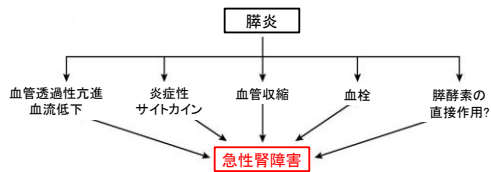
## 急性腎障害の原因 (犬) Acute kidney injury in dogs: Etiology, clinical and clinicopathologic findings, prognostic markers, and outcome

- 急性腎障害と診断された犬249例の回顧的研究



Rimer D et al. JVIM 2022

## 炎症と急性腎障害



American Society of Nephrology

## 急性腎障害を起こす感染 (犬)

- レプトスピラ
- 腎盂腎炎
- (ライム, リーシュマニア)

## レプトスピラ

- グラム陰性, らせん菌
- LPS抗原の違いにより血清型に分けられる
- 血清型は抗原性の似った血清群に分類

例) *L. interrogans serovar canicola*  
血清型

## 犬で問題になる主なレプトスピラ血清型

- Canicola
- Hebdomadis\*
- Icterohaemorrhagiae
- Autumnalis\*
- Grippotyphosa
- Australis\*
- Pomona

\*近年日本で報告が多い

## 大阪でのアウトブレイク2017

Canine Leptospirosis Outbreak in Japan

- 近隣地域において犬11頭のレプトスピラ疑い9頭死亡
- 8頭で同じ河川敷が散歩コース
- L. interrogans serovar Australis*が疑われる

Saeki J et al. Front Vet Sci 2021

## 臨床症状

- 非特異的, 症状の程度も様々
- 急性の臨床症状 (潜伏期 約7日)
  - 腎障害
  - 肝障害 (ALP, T-bil > ALT)
  - ブドウ膜炎
  - 肺出血症候群 (コーロツパで報告多い)
- 軽症～無症状のことも (保菌動物になる)

## 感染経路

- 汚染された土壌・水より経皮・経口感染
- 菌は環境中で数ヶ月生存することも
- ネズミ・アライグマ・**犬**・**猫**などが保菌動物

## レプトスピラの診断

- 臨床基準と検査基準の組み合わせで診断

臨床的基準 & 1つ以上の支持検査基準: **レプト可能性高い**

臨床的基準 & 1つ以上の確定検査基準: **レプト診断**

## レプトスピラの診断: 臨床基準

2023 Updated ACVIM consensus statement on leptospirosis in dogs

- ① 2週間以内に起きた突然の全身症状 (発熱, 元気消失, PUPD, 食欲不振など)  
+/- 消化器, 呼吸器, 眼, 乏尿・無尿, 黄疸, 出血
- ② 2つ以上の臨床病理学的異常
  - a. 好中球増加
  - b. 血小板減少
  - c. 高窒素血症
  - d. 胆道系主体肝酵素上昇
  - e. 膵リパーゼ上昇
  - f. CPK上昇
  - g. 非高血糖性尿糖
  - h. 活動性尿沈渣 (円柱, 白血球)
  - i. 肺出血症候群を示唆するX線
  - j. 腹部超音波で膀胱や急性腎障害所見
  - k. ECGで不整脈, トロポニン上昇

Sykes JE et al. JVIM 2023

## レプトスピラの診断: 検査基準

2023 Updated ACVIM consensus statement on leptospirosis in dogs

- ① 確定検査基準
  - a. 1回以上MATによる血清レプトスピラ抗体価800倍以上
  - b. 急性期における血清IgM陽性
  - c. 尿中レプトスピラPCR陽性
  - d. 血液または尿中レプトスピラを暗視野顕微鏡で確認
- ② 支持検査基準
  - a. 回復期血清で抗体価4倍以上上昇
  - b. 血中レプトスピラPCR陽性
  - c. レプトスピラの培養・分離

Sykes JE et al. JVIM 2023

## 国内でのレプトスピラ抗体(現状)

- 顕微鏡下凝集法 (MAT): 生菌が必要で商業ベースで難
  - 血清型を推定できる
  - 抗体価測定できる
  - IgM or IgG区別なし (IgG > IgM)
- その他検査 (ELISA, IFAなど)
  - 血清型を推定できない
  - 抗体価測定できる会社も
  - IgM, IgG区別して測れる会社も

## 国内でのレプトスピラ抗体(現状)

### 富士フィルムVelシステムズ

レプトスピラIgG抗体 (抗体価640倍まで・・・)

レプトスピラの抗体の抗体価を調べる検査です。レプトスピラ抗体型は、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に対するスクリーニング検査です。各血清型別の抗体価は検出は行ってありません。

### IDEXX

#### レプトスピラ抗体検査(ELISA法)

レプトスピラは、犬、猫、豚、馬、牛、羊、山羊、鳥類のいずれにも感染する細菌です。その中でも、犬に感染するものは、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に分けられます。この検査は、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に対するスクリーニング検査です。各血清型別の抗体価は検出は行ってありません。

※ 検査 犬 Leptospira, Canicola, Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Australis, Autumnalis, Canicola, Hebdomadis の5種類を検出しますが、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に限定して検出は行ってありません。

※ 検査 犬 Leptospira, Canicola, Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Australis, Autumnalis, Canicola, Hebdomadis の5種類を検出しますが、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に限定して検出は行ってありません。

※ 検査 犬 Leptospira, Canicola, Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Australis, Autumnalis, Canicola, Hebdomadis の5種類を検出しますが、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に限定して検出は行ってありません。

※ 検査 犬 Leptospira, Canicola, Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Australis, Autumnalis, Canicola, Hebdomadis の5種類を検出しますが、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に限定して検出は行ってありません。

※ 検査 犬 Leptospira, Canicola, Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Australis, Autumnalis, Canicola, Hebdomadis の5種類を検出しますが、血清型 Icterohaemorrhagiae, Autumnalis, Hebdomadis, Australis, Canicola の5種類に限定して検出は行ってありません。

## 国内でのレプトスピラ抗体(現状)

### アドテック

| 検査項目              | 種別     | 検査時期   | 検出率 | 検体種   | 送付方法 | 検査日数 | 備考       |
|-------------------|--------|--------|-----|-------|------|------|----------|
| レプトスピラ・ネココリ菌属     | Lept.C | 血清(検体) | MAT | D.1ml | 冷蔵   | 3日   |          |
| レプトスピラ・イテロヘモラジエ菌属 | Lept.I | 血清(検体) | MAT | D.1ml | 冷蔵   | 3日   | 検出率約 1ml |
| レプトスピラ・ヘパタリタス菌属   | Lept.H | 血清(検体) | MAT | D.1ml | 冷蔵   | 3日   |          |

### KYOTOBIKEN(現在は不明)

Canicola, Icterohaemorrhagiae, Grippotyphosa, Hebdomadis, Autumnalis, Australis, Pomonaを含む

## レプトスピラの診断:検査基準

2023 Updated ACVIM consensus statement on leptospirosis in dogs

### ① 確定検査基準

- 1回以上MATによる血清レプトスピラ抗体価800倍以上)
- 急性期における血清IgM陽性
- 尿中レプトスピラPCR陽性
- 血液または尿中レプトスピラを暗視野顕微鏡で確認)

### ② 支持検査基準

- 回復期血清で抗体価4倍以上上昇
- 血中レプトスピラPCR陽性
- (レプトスピラの培養・分離)

Sykes JE et al. JVIM 2023

## 治療

### ● 食欲なし

アンピシリン 20 mg/kg/iv/tid



ドキシサイクリン 5 mg/kg/po/bid/2週間

### ● 食欲あり

ドキシサイクリン 5 mg/kg/po/bid/2週間

## 腎盂腎炎

- 腎盂 +/- 腎実質に波及する炎症
- 最も多い原因は上行感染と考えられる
- 両側性(72%)>片側性(28%)
- 多くは暫定診断

Bouillon J. et al., JVIM 2018  
Text Book of Veterinary Internal Medicine

## 腎盂腎炎の診断

- 確定診断には病理 or 腎盂穿刺による尿培養
- 暫定診断

尿検査&培養で細菌感染を確認(10<sup>5</sup>CFU/mL<?)

臨床症状(全身性の炎症兆候, 疼痛など)

高窒素血症

画像検査(超音波)

適切な抗菌薬投与で改善(〜72時間)

Weese JS et al. Vet J 2019

## 腎盂腎炎の超音波所見(犬)

Pyelonephritis in Dogs: Retrospective Study of 47 Histologically Diagnosed Cases (2005-2015)

- 腎盂の拡張 (66%)
- 水腎症, 尿管拡張 (41%)



Bouillon J. et al., JVIM 2018

## 腎盂腎炎の治療

- 尿培養・感受性による
- 感受性結果前または培養得られないが疑わしい場合  
地域のアンチバイオグラムによる  
または  
キノロン or セフトロキジム or セフトラキジム
- 組織移行性 > 尿中移行性
- 治療期間は10-14日
- 治療終了後は1-2週で尿培養検査

Weese JS et al. Vet J 2019

## 腎盂腎炎の治療(医学)

Acute Pyelonephritis in Adults

- キノロンまたはST合剤: 腎組織移行性 & 尿移行性良好  
治療成功率90%<sup>く</sup>
- ホスホマイシンは組織移行性が悪いので推奨しない

Johnson JR and Russo TA. N Engl J Med 2018

## 腎盂腎炎の分離菌

| 細菌                                      | Foster (犬)<br>分離率(%) | Wong (犬)<br>分離率(%) |
|---|----------------------|--------------------|
| <i>E. coli</i> (G-, 桿菌)                 | 75                   | 58.1               |
| <i>Staphylococcus sp.</i> (G+, 球菌)      | 12.6                 | 7.0                |
| <i>K. pneumonia</i> (G-, 桿菌)            | 6.2                  | 7.0                |
| <i>Streptococcus sp.</i> (G+, 球菌)       | 6.2                  | -                  |
| <i>Proteus mirabilis</i> (G-, 桿菌)       | -                    | 5.8                |
| <i>Enterococcus. faecalis</i> (G+, 球菌)* | -                    | 9.3                |
| <i>Pseudomonas sp.</i> (G-, 桿菌)*        | -                    | 2.3                |

\*単純性膀胱炎・腎盂腎炎では極めて稀

Foster JD. et al., JAVMA 2018

Wong C. et al., JVIM 2015

JAID/JSC感染症治療ガイドライン-尿路感染症- 2015

## VSECIにおけるアンチバイオグラム

- 2020-2022年の尿培養で大腸菌41% & 感受性率(%)

| 薬剤                            | <i>E. coli</i> | <i>E. coli</i><br>(ESBL) | <i>E. coli</i><br>(抗菌薬使用過去3ヶ月なし) |
|-------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------------------|
| エンロ・オルビフロキサシン                 | 68             | 5                        | 87                               |
| ST                            | 74             | 52                       | 93                               |
| スルバクタムアンピシリン<br>/クラバン酸アモキシシリン | 84             | 65                       | 87                               |
| セフェゾリン                        | 86             | 0                        | 87                               |
| セフトロキジム                       | 86             | 0                        | 93                               |
| セフトラキジム                       | 88             | 97                       | 93                               |
| ドキシ・ミノサイクリン                   | 88             | 85                       | 93                               |

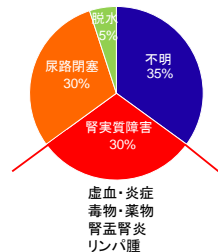
## 腎盂腎炎の経験的初期治療選択(私見)

- 抗菌薬使用歴がない(過去3ヶ月くらい)桿菌 → キノロン or ST合剤
- 抗菌薬使用歴がある(過去3ヶ月くらい)桿菌  
または上記初期選択で48時間以内に改善しない → セフトラキジム

## 急性腎障害を起こす毒物・薬物 (犬)

- レーズン・グレープ
- エチレングリコール
- アミノグリコシド
- 白金化合物
- NSAIDs
- アンホテリシンB
- ビタミンD
- 造影剤
- ヘビ・ハチ毒
- ACEi or ARB

## 猫の急性高窒素血症の原因



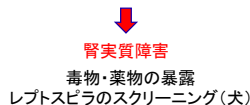
Worwag S et al. JAVMA 2008  
Segev G et al. JVIM 2013

## 急性腎障害を起こす毒物・薬物 (猫)

- ユリ科植物
- エチレングリコール
- アミノグリコシド
- 白金化合物
- NSAIDs
- ホスホマイシン
- アンホテリシンB
- ビタミンD
- 造影剤
- ドキシソルピシン
- ACEi or ARB

## 急性経過で高窒素血症を見つけたら

- 尿検査 → 尿比重、膿尿・細菌尿
- 画像検査 → 尿路閉塞の有無、腎形態、  
その他炎症巣の有無



## 急性腎障害: 予後因子

Acute kidney injury in dogs: Etiology, clinical and clinicopathologic findings, prognostic markers, and outcome

- 生存率: 66%
- 原疾患別

|       | 生存率 (%) |
|-------|---------|
| 虚血・炎症 | 63      |
| 不明    | 64      |
| 感染    | 89      |
| 毒物    | 79      |

Rimer D et al. JVIM 2022

## 急性腎障害: 予後因子

Acute kidney injury in dogs: Etiology, clinical and clinicopathologic findings, prognostic markers, and outcome

- 乏尿は予後不良因子: 生存率50%
- 血液透析症例: 生存率 60%

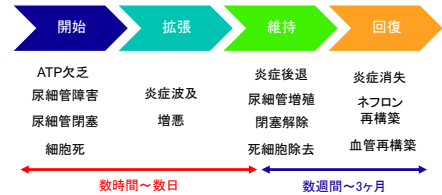
Rimer D et al. JVIM 2022

## 急性腎障害の治療

- 原疾患の治療
- 輸液療法 (脱水・電解質補正)
- 無尿・乏尿時の治療

## 輸液の目的は脱水&電解質補正 腎臓(腎数値)の回復は数週間かかる

- 急性腎障害の経過

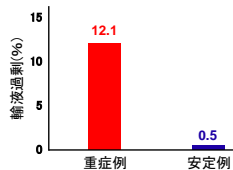


Kockara A et al. Ren Fail 2013

## 輸液過剰はNG

Retrospective evaluation of fluid overload and relationship to outcome in critically ill dogs

- 重症症例(急性腎障害, 交通事故, 敗血症など)は輸液過剰になりやすい



Cavanagh A et al. JVECC 2016

## 輸液過剰はNG

Retrospective evaluation of fluid overload and relationship to outcome in critically ill dogs

- 間質浮腫
  - 酸素および代謝物質の拡散阻害
  - 細胞の代謝障害・回復遅延
- 輸液過剰12% < 死亡率50% vs ≤12% 死亡率11%

Cavanagh A et al. JVECC 2016

## 急性腎障害の輸液治療

Effects of IV Fluids in Dogs and Cats With Kidney Failure

- ショック改善 → Resuscitation Phase: 10 ml/kg over 15 min, up to 3 boluses
- 脱水補正 → Optimization Phase: 5 ml/kg over 20 min
- 維持 → Stabilization Phase\*: Replace insensible loss at 22 ml/kg/day plus replacement of urine volume and additional loss (such as vomiting). The volume of medications and nutrition account for part of the fluid administered; the remaining volume is typically administered as a crystalloid fluid.
- 離脱 → Evacuation Phase: Decrease fluid dose by 10-20% every 12-24 h and monitor for dehydration

Langston C et al. Front Vet Sci 2021

## 無尿・乏尿

- 乏尿の定義

脱水のない症例で <1.0 mL/kg/hr



## 無尿・乏尿の方針

### 1. 脱水補正

- 明らかな脱水がない場合: 約3-5%程度の輸液負荷 (例) 10 kgの症例で10.3 - 10.5 kg程度に増やす
- 尿量モニター

## 無尿・乏尿の方針

### 2. 血圧測定

- 収縮期血圧 < 80 mmHg:  
ノルアドレナリン +/- ドパミン +/- バソプレシン
- 収縮期血圧 80 mmHg < : 血液透析を考慮

## 無尿・乏尿の方針

### 3. 血液透析の適応

- 収縮期血圧 80mmHg<
- 無尿・乏尿
- 高K血症
- 腎数値の持続的上昇

## 無尿・乏尿の方針

- 血液透析の治療成績

犬死亡率: 感染 22%, 非感染 70%

猫死亡率: 感染 30%, 非感染 54%

Text Book of Veterinary Internal Medicine

Legatti SAM et al. PLoS ONE 2018

## 無尿・乏尿への薬物療法

- 代表的薬剤

利尿剤 (マンニトール, フロセミド)

ドーパミン

カルベリチド

ジルチアゼム



## フロセミド

**推奨** AKIの予防を目的としてループ利尿薬を投与しないことを推奨する。また、体液過剰を補正する目的での使用を除き、AKIの治療としてループ利尿薬を投与しないことを提案する。

予 防: 推奨の強さ ① エビデンスの強さ ② B

治 療: 推奨の強さ ② エビデンスの強さ ③ C

エビデンスの強さ

- ① 強く確信がある。
- ② 中: 中程度の確信がある。
- ③ 弱: 確信は限定的である。
- ④ とても弱い: ほとんど確信できない。

推奨の強さ

- ① 強く推奨する。
- ② 弱く推奨する (提案する)。
- ③ 明確な推奨ができない。

AKI診療ガイドライン 2016

## フロセミド

- 輸液・体液過剰・血圧正常～高症例
- 2 mg/kg/iv → 1 mg/kg/h/CRI

## マンニトール

ループ利尿薬以外の利尿薬ではマンニトールについてはAKIの予防を目的としてのRCTが行われている。Yangらが報告したメタ解析では、マンニトールの明確な有効性は示されなかった<sup>15)</sup>。その後に行われたRCTでもマンニトールの投与群でRRTの導入率および院内死亡率の有意な改善は示されなかった<sup>16,17)</sup>。

AKI診療ガイドライン 2016

## マンニトール

- 0.25 - 0.5 g/kg ゆっくり静注
- 尿量増加したら0.25 g/kg q4-6h
- **輸液・体液過剰**の症例では禁忌
- 2 - 4 g/kg/日を超えない

## ドーパミン

**推奨** AKIの予防および治療目的で低用量ドーパミンを使用しないことを推奨する。  
推奨の強さ **1** エビデンスの強さ **A**

AKI診療ガイドライン 2016

## カルペリチド

- 心房性ナトリウム利尿ペプチド  
血管拡張作用  
Na・水再吸収抑制  
GFR増加(輸入細動脈拡張+輸出細動脈収縮)  
RAA/交感神経抑制

## カルペリチド

**推奨** 低用量の心房性ナトリウム利尿ペプチドはAKI予防における有用性が示唆されているが、現時点のエビデンスは不十分である。AKI治療における低用量心房性ナトリウム利尿ペプチドのエビデンスは乏しい。  
推奨の強さ **2C** エビデンスの強さ **D**

AKI診療ガイドライン 2016

## カルペリチド

- 高用量100 ng/kg/分 $\leq$ で使用は全身血圧低下が問題
- 腎保護効果を得るための至適投与量:  $\leq$  50 ng/kg/分

AKI診療ガイドライン 2016

## カルペリチド

Low-dose atrial natriuretic peptide for prevention or treatment of acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis

In addition, the low-dose ANP group showed a significantly reduced RRT requirement in both prevention (RR = 0.17; 95% CI = 0.04-0.64; P = 0.009) and treatment (RR = 0.43; 95% CI = 0.20-0.93; P = 0.03) RCTs. Among secondary outcomes, in some cases, low-dose ANP was associated with a reduction in ICU and in-hospital stay. The risk-of-bias assessment and TSA results indicated that the sample sizes and qualities of the RCTs were insufficient to conclude the efficacy of low-dose ANP.

Yamada H et al. Crit Care 2019

## カルペリチド

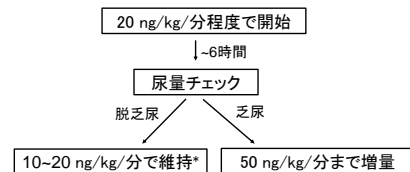
Comparative effect of carperitide and furosemide on left atrial pressure in dogs with experimentally induced mitral valve regurgitation

- 僧帽弁閉鎖不全モデル犬に100 ng/kg/分

左心房圧減少  
RAA系抑制

Suzuki S et al. JVM 2013

## AKIに対するカルペリチド使用案



\*薬12時間毎に半量に減量 → 休薬

## ジルチアゼム

- ジルチアゼム
- カルシウム受容体拮抗薬, 血管拡張・利尿作用
- 犬: 0.1-0.5 mg/kg ゆっくり静注, 1-5  $\mu$ g/kg/min CRI

## 無尿・乏尿の方針

Evaluation of adding diltiazem therapy to standard treatment of acute renal failure caused by leptospirosis: 18 dogs (1998-2001)

- 有意差はなかったが...
- Cre減少はジルチアゼム群で早い
- Cre正常化はジルチアゼム群が多い

Mathews KA et al. JVECC 2007

## 無尿・乏尿への薬物療法

- 代表的薬剤

利尿剤 (マンニトール, フロセミド)

ドーパミン

カルペリチド

ジルチアゼム

## 急性腎障害と高血圧

Hypertension, retinopathy, and acute kidney injury in dogs: A prospective study

- 高血圧 (収縮期血圧160 mmHg) : 75% (56%は重度180mmHg $\leq$ )
- 輸液過多と高血圧に関連あり
- 輸液過多症例は退院率低い

Cole LP et al. JVIM 2020

## 無尿・乏尿への薬物療法初期選択案

- 代表的薬剤

利尿剤 (マンニトール, フロセミド)

ドーパミン

カルペリチド

ジルチアゼム

## 高K血症への対応

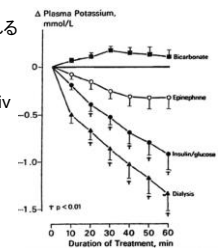
- 利尿剤: マンニトール, フロセミド
- グルコース + インスリン療法
- $\beta_2$ 作動薬 (テルブタリン, アルブテロール)
- 血液透析
- 経口K降下剤

## 高K血症への対応: 利尿剤

- 浸透性利尿またはNa-K-2Cl輸送体阻害
- AKIでの効果は限定的  
乏尿・無尿からの離脱による
- CKDでは脱水の恐れがあるので使用避ける

## 高K血症への対応: グルコース・インスリン

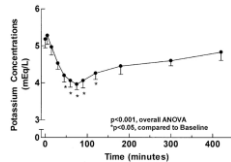
- グルコースと共にKが細胞内に取り込まれる
- 0.5-1U/kg レギュラーインスリン iv
- 1-2 g Glu (5-10ml 20%Glu)/unit insulin iv
- 1時間以内に約~1 mmol/LのK減少
- 血糖値モニター 30分毎



American Journal of Medicine 1988

## 高K血症への対応:テルブタリン

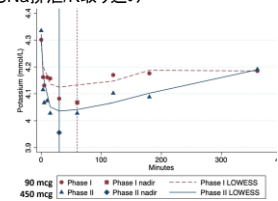
- 細胞内cAMP増加 → 細胞内からNa排泄/K取り込み
- 0.01 mg/kg/iv or im
- 1時間以内に約1 mmol/LのK減少
- 頻脈



Sowinski KM et al., *Am J Kidney Dis* 2005

## 高K血症への対応:アルブテロール

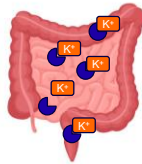
- 細胞内cAMP増加 → 細胞内からNa排泄/K取り込み
- 450µg(5回ブッシュ)/頭/吸入
- 平均0.38 mmol/L減少
- 小児では2.5~5 mgで使用現実的な投与は難しい



Ogrodny A et al., *JVIM* 2022

## 高K血症への対応:経口K降下剤

- 腸内のKを補足(食事のKは補足せず, 消化液中のKを補足し  
その他イオンと交換)し, 糞便と一緒に体外に排出



## 高K血症への対応:経口K降下剤

- ポリスチレンスルホン酸ナトリウム(ケイキサレート)  
結腸壊死, カルシウムやマグネシウムも補足するなど欠点あり
- ジクロニウムシクロケイ酸Na(ロケルマ)  
Kを選択的に補足, 安全域も高い

## 犬猫での ジクロニウムシクロケイ酸Na

Use of Sodium Zirconium Cyclosilicate for the Management of Hyperkalemia in Dogs and Cats

- 回顧的研究(高K血症の犬9例, 猫2例, AKI症例含む)
- 血中K濃度: 7.0 mmol/L(範囲4.6-8.8 mmol/L)
- ロケルマ投与量: 0.11 g/kg(0.08-0.19 g/kg)  
最初2日はtid, その後sid

Foster JD., *ACVIM-forum* 2023

## 犬猫での ジクロニウムシクロケイ酸Na

Use of Sodium Zirconium Cyclosilicate for the Management of Hyperkalemia in Dogs and Cats

- Kの再チェック時間中央値: 20時間(1~288時間)
- 血液透析を受けなかった5/7症例でK低下, 2例増加  
K低下の中央値: -1.31 mmol/L(-2.1~+1.8mmol/L)
- K増加した2例とも投与量0.08 g/kg
- 明らかな有害事象なし

Foster JD., *ACVIM-forum* 2023

## 12歳, ウェルシュ・コーギー, 避妊雌

- CKDステージ2, 高血圧なし, 蛋白尿ありで長期管理中  
慢性の高K血症(約6-6.5mmol)あり
- 急性の全般発作, 血圧200 mmHg<, AKI発症

## 12歳, ウェルシュ・コーギー, 避妊雌

- ロケルマ 0.15 g/kg/投与
- Cre: 3.7 mg/dL → 4.9 mg/dL(9時間後)  
K: 7 mmol/L → 6.1 mmol/L(9時間後)

## 犬猫のジクロニウムシクロケイ酸Naの使用



- 1回投与量: 0.1 ~ 0.2 g/kg(水または食事と)
- 開始2日間はtid(AKI, CKD?)その後sid
- 有害事象は少ない(便秘?)
- 中~大型犬では費用がやや高い(30 kg: 原価約460円/回)

