

**\* ЛЕКЦИЯ 5. БИОХИМИЧЕСКОЕ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ ПОЧЕК**

# Функции почек

## \* Экскреция и регуляция

- Удаление водорастворимых конечных продуктов метаболизма (мочевины, креатинина, уратов, сульфатов, фосфатов)
- Поддержание водно-электролитного и кислотно-основного баланса

## \* Метаболическая

- Глюконеогенез

## \* Эндокринная

- Продукция ренина
- Продукция эритропоэтина
- Синтез 1,25-дигидроксихолекальциферола
- Катаболизм полипептидных гормонов (например паратгормона, инсулина)

Функциональной единицей почек является **нефрон**.

В нем происходит превращение профильтрованной из крови жидкости в **мочу**.

Выведение веществ с мочой зависит от:

- фильтруются ли они в клубочках,
- реабсорбируются ли из канальцев обратно в кровь
- секретируются ли обратно из крови в канальцы.

# Почечная недостаточность

- \* Под почечной недостаточностью понимают нарушение функции почек вплоть до полной ее утраты.
- \* При острой почечной недостаточности (ОПН) почки утрачивают функциональную способность в течение нескольких часов или суток.
- \* Хроническая почечная недостаточность (ХПН) развивается в течение месяцев или лет и иногда приводит к терминальной стадии почечной недостаточности.
- \* ОПН может быть обратимой, и нормальная функция почек может быть восстановлена, тогда как ХПН необратима.

# Признаки почечной недостаточности

- \* Полиурия, полидипсия (в терминальной стадии олигурия и анурия)
- \* Азотемия (повышение уровня мочевины и креатинина в сыворотке крови)
- \* Угнетение, слабость
- \* Рвота, диарея, обезвоживание
- \* Уремические язвы
- \* Поражение ЦНС
- \* Гиперкалиемия
- \* Метаболический ацидоз с высокой анионной разницей
- \* Гиперфосфатемия
- \* Гипонатриемия

# Азотемия



Продукционная азотемия обусловлена поступлением в кровь продуктов распада тканевых белков. Функция почек при этом не нарушена (кахексия, лейкозы, обширные ранения, инфекции, злокачественные опухоли, лечение глюкокортикоидами).

# Ретенционная азотемия подразделяется на:

- **Преренальная:** почки перестают получать достаточное кровоснабжение.
  - Снижение объема циркулирующей крови (обезвоживание, кровопотери)
  - Сердечно-сосудистая недостаточность (нарушение кровоснабжения почек, тромбозы)
- **Постренальная:** уринарный дренаж почек (отток мочи) нарушен вследствие обструкции мочевыводящих путей (уролитиаз, разрыв мочевого пузыря, обструкция мочевыводящих путей новообразованиями).
- **Ренальная:** внутреннее повреждение почечной ткани. Это может быть результатом различных заболеваний или повреждений почек, развивающихся вслед за длительной преренальной или постренальной недостаточностью.
  - Гломерулонефрит
  - Острый кортикальный некроз
  - Острый тубулярный некроз
  - Острый пиелонефрит
  - Острый интерстициальный нефрит

# Мочевина

Повышение:

- \* Преренальная азотемия (обезвоживание)
- \* Почечная азотемия
- \* Постренальная азотемия (уролитиазис, затек мочи в брюшную полость)
- \* Желудочно-кишечное кровотечение (богатый белком источник)

Снижение:

- \* Дисфункция печени
- \* Портосистемный шунт
- \* Низкобелковая диета



# Креатинин

Повышение:

- \* Преренальная азотемия (обезвоживание)
- \* Почечная азотемия
- \* Постренальная азотемия (уролитиазис, затек мочи в брюшную полость)
- \* Высокая мышечная масса, взятие крови сразу после серьезных физических нагрузок

Снижение:

- \* Снижение мышечной массы
- \* Низкая мышечная масса (молодые и старые животные)

# Клиренс креатинина

Клиренс креатинина из плазмы прямо отражает скорость гломерулярной (клубочковой) фильтрации (СГФ) при соблюдении следующих условий:

- моча собрана аккуратно в полном объеме;
- в моче отсутствуют кетоны и нет значительной протеинурии (присутствие указанных веществ может мешать определению креатинина).

Скорость клубочковой фильтрации рассчитывается по формуле:

$$\text{СГФ} = \frac{U \times V}{P}, \text{ где}$$

U — концентрация креатинина в моче;

P — концентрация креатинина в сыворотке или плазме;

Необходимо отметить, что эти величины должны быть выражены в одинаковых единицах. Концентрация креатинина в моче обычно выражается в ммоль/л, а сывороточного креатинина в мкмоль/л, поэтому результат должен быть умножен на 1000 или позднее разделен на 1000 при расчете.

V — дебит мочи в мл/мин. Дебит представляет собой количество мочи, собранной за 24 часа. Эта величина, разделенная на 24х60, будет равна количеству мочи, продуцируемому за 1 минуту.

# Биохимический анализ мочи

Полный анализ мочи состоит из:

- \* Исследования физических свойств (относительная плотность, цвет, запах, прозрачность)
- \* Биохимического исследования (рН, глюкоза, билирубин, белок, кетоны, уробилин, кровь)
- \* Микроскопического исследования (лейкоциты, эритроциты, эпителиальные клетки, кристаллы, цилиндры, бактерии, жир и различные вещества, такие как сперматозоиды и грибы).

# Относительная плотность мочи (ОП)

У животных моча может быть:

- \* разбавленной ( $ОП < 1,007$ ) - норма, несахарный диабет, или полидипсия,
- \* изостенурической ( $1,008-1,012$ ) - норма (при отсутствии азотемии) или почечная недостаточность (при наличии азотемии),
- \* концентрированной ( $> 1,030$  у собак,  $> 1,035$  - у кошек,  $> 1,025$  у КРС и лошадей) - норма или обезвоживание.

Поэтому не существует «нормальной» ОП мочи.

Интерпретация ОП конкретного образца мочи зависит от статуса гидратации, уровня мочевины и креатинина в сыворотке крови и анамнестических данных потребления воды и введения препаратов и жидкостей.

# pH мочи

Кислая: <7,0

- \* Белковая/мясная диета
- \* Парадоксальная ацидурия

Щелочная: >7,0

- \* Растительная/зерновая диета
- \* Инфекция мочевыводящих путей (уреазопродуцирующие бактерии)

# Белок мочи

Норма:

- \* Отсутствует - следы (в зависимости от относительной плотности, осадка)

Повышение:

- \* Гломерулонефрит
- \* Амилоидоз почек
- \* Патологии урогенитального тракта
- \* Гематурия (патологическая или ятрогенная)

# Расчет соотношения белок/ креатинин

Повышение  $>1$  до  $<5$

- \* Ранняя стадия клубочкового заболевания
- \* Повышение уровня белков в плазме
- \* Острое тубулярное повреждение почек
- \* Врожденное тубулярное заболевание почек
- \* Болезни сердца
- \* Сильное истощение
- \* Гиперадренокортицизм
- \* Лихорадка

Повышение  $>5$

- \* Гломерулярные заболевания (гломерулонефрит, амилоидоз почек, нефроз гиперандренокортицизм)

# Глюкоза

Норма:

\*Отсутствует

Повышение:

\*Гипергликемия (может быть временной при возбуждении/стрессе у кошек)

\*Тубулярный дефект почек



# Кетонурия

Норма:

- \* отсутствуют

Повышение:

- \* Отрицательный энергетический баланс

- \* Голодание

- \* Сахарный диабет

- \* Диета с высоким содержанием жира

- \* Кетоз

Кетонурия предшествует выявляемой кетонемии.

# Конъюгированный (несвязанный) билирубин

Норма:

\* Отсутствует

\* 1-2+ (собаки, КРС)

Повышение:

\* Гипербилирубинемия (холестааз, гемолиз эритроцитов)

Уровень билирубина в моче должен всегда интерпретироваться с учетом уровня билирубина в сыворотке, результатов дополнительных биохимических тестов и данных анамнеза и физикальных находок, особенно у собак.

# Гематурия, гемоглобинурия и миоглобинурия

Норма:

\* Отсутствует

Повышение:

- \* Гематурия (патологическая или ятрогенная) - неравномерное изменение цвета (интактные эритроциты)
- \* Гемоглобинурия - равномерное окрашивание мочи и сыворотки и плазмы крови в красный цвет
- \* Миоглобинурия - равномерное окрашивание мочи в темно-красный цвет, наличие повреждения мышц, повышение креатинкиназы и АСТ.

# Лейкоциты

Норма:

\* < 5 в поле зрения

Повышение:

\* Воспаление мочевыводящих путей

\* Воспаление половых органов

\* Контаминация образца из нижних отделов уrogenитального тракта

Не повышается (несмотря на бактериурию):

\* Гиперадренокортицизм

\* Сахарный диабет

\* Иммунодефицитные состояния

# Другие составляющие осадка мочи

## Клетки эпителия

- \* При инфекциях половых органов и уретры
- \* При новообразованиях
- \* Как артефакты при взятии мочи

## Кристаллы

### оксалат кальция

- \* В норме
- \* Уролитиаз
- \* Отравление этиленгликолем
- \* Нарушение обмена кальция

### Струвиты

- \* при уролитиазе
- \* щелочной реакции мочи

### Карбонат кальция

- \* В норме у лошадей, рацион которых состоит из сена

### Аммоний ураты

- \* Уролитиаз у собак породы далматин
- \* Портосистемные шунты у других пород

### Билирубин (кристаллы)

- \* У собак в норме

# Фракционная экскреция электролитов

Расчет фракционной экскреции помогает при дифференцировании двух основных типов канальцевого ацидоза почек, которые обусловлены либо потерей бикарбонатов, либо задержкой ионов водорода.

$$\text{ФЭЭ} = \frac{\text{Вещество в моче} \times \text{Креатинин плазмы}}{\text{Вещество в плазме} \times \text{Креатинин мочи}}$$

# Интерпретация результатов исследования функции почек

- \* Нерегенеративная анемия может присутствовать при ХПН
- \* При воспалении нижних отделов мочевыводящих путей воспалительная лейкоцитарная формула отсутствует, но она может наблюдаться при пиелонефрите, как и гиперфибриногенемия у КРС.
- \* Интерпретация изменений электролитного баланса проводится с учетом статуса гидратации животного.
- \* При определении функциональной активности почек обязательно обращают внимание на уровень фосфора, мочевины и креатинина в крови; значения этих показателей оценивают с учетом статуса гидратации животного и ОП мочи.
- \* Всегда старайтесь получить образец мочи до начала жидкостной терапии.
- \* Нельзя оценивать функцию почек, базируясь только на степени повышения уровня фосфора, мочевины и креатинина в крови.
- \* Гиперкальциемия наиболее часто встречается у лошадей и молодых собак с почечной недостаточностью.
- \* Не существует «нормальной» относительной плотности мочи.
- \* У животных может наблюдаться значительная нефропатия с потерей белка без азотемии.
- \* Мочевина не является чувствительным маркером заболевания почек у КРС