

*** 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 (холестаза, 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
- * Уролителиаз
- * Отравление этиленгликолем
- * Нарушение обмена кальция

Струвиты

- * при уролителиазе
- * щелочной реакции мочи

Карбонат кальция

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

Аммоний ураты

- * Уролителиаз 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