

Исследование физических свойств и химического состава МОЧИ

Кафедра лабораторной диагностики ИДПО
БГМУ

Доцент, к.м.н. Билалов Ф.С.

Физические свойства мочи

- **Моча – это водный раствор**, в состав которого входит около **1000** веществ сухой остаток ежедневно около **50-70** г.
- Суточное количество мочи зависит от фильтрации и реабсорбции в почках.

Физические свойства мочи

- **Количество мочи** – зависит от возраста и принимаемого количества жидкости.
- Для детей от 1 до 10 лет рассчитывается по формуле:
 $600 + 100 \times (A - 1) = \text{мл мочи за } 24\text{ч.}$
- A – возраст ребенка
- В норме суточное количество мочи в среднем составляет от **1500-1700 мл.**

- **Полиурия** – увеличение суточного объема мочи до **3 л и более**.
- **Причины:**
 - 1. Почечная полиурия** наблюдается при остром и хроническом пиелонефрите, ХПН, гидронефрозе, остром канальцевом некрозе.

Полиурия

2. Внепочечная

А) Физиологическая полиурия при обильном приеме жидкости, употреблении в пищу продуктов, повышающих выделение мочи (арбузы, дыни и др.), после приема диуретиков.

Б) Патологическая полиурия наблюдается при схождении отёков, при сахарном и несахарном диабете. После лихорадочных состояний. У нервных, психически возбудимых детей.

- **Уменьшение суточного диуреза – олигоурия** может быть следствием обильного потения, профузных поносов и рвоты.

Наиболее частая причина уменьшения суточного диуреза — нарастание отёков вне зависимости от их происхождения.

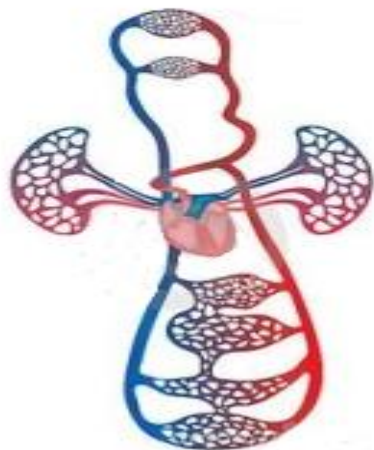
Выраженное снижение диуреза — **олигурия** (менее 600 мл в сутки).

Анурия

- Отсутствие мочи или если количество не более 50 мл в сутки — **анурия**. В соответствии с причиной анурии выделяют следующие её формы.

Анурия

Преренальная



1. тяжёлые кровопотери
2. острая сердечная и сосудистая недостаточности (шок),
3. неукротимая рвота
4. тяжёлой диарее

Ренальная



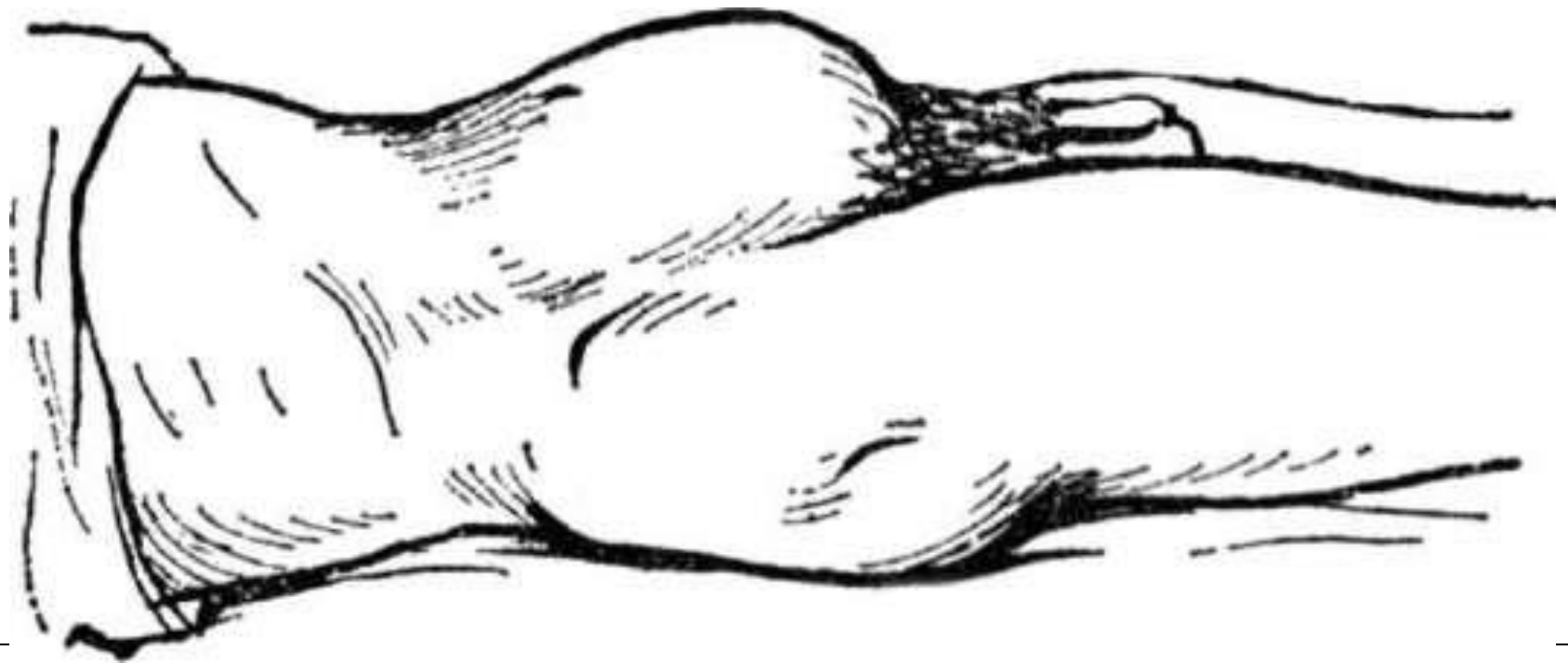
1. острые нефриты,
2. Некронефроз
3. переливание несовместимой крови
4. тяжёлые хронические заболевания почек
5. Отравление ядами и лекарственными препаратами

Постренальная



1. Мочекаменная болезнь
2. Опухоли органов сдавливающие мочеточник (матка, простата, яичники, мочевого пузырь)

Ишурия — задержка мочи в мочевом пузыре
вследствие невозможности или недостаточности
самостоятельного мочеиспускания (аденома, рак
простаты, воспалительные заболевания простаты и
т.д.).



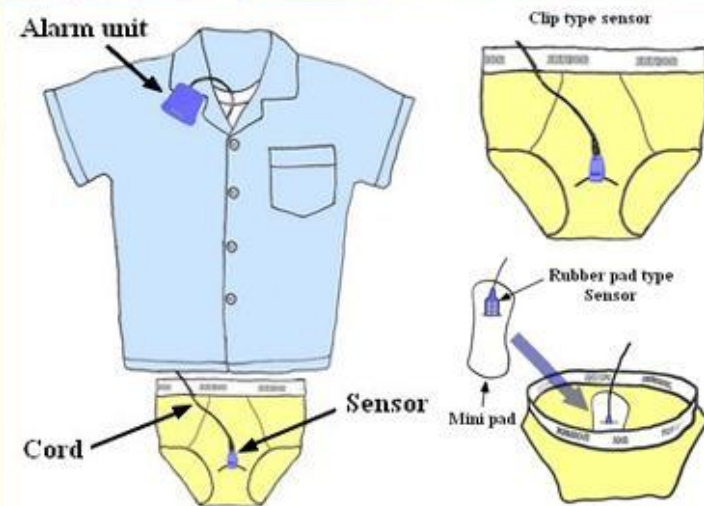
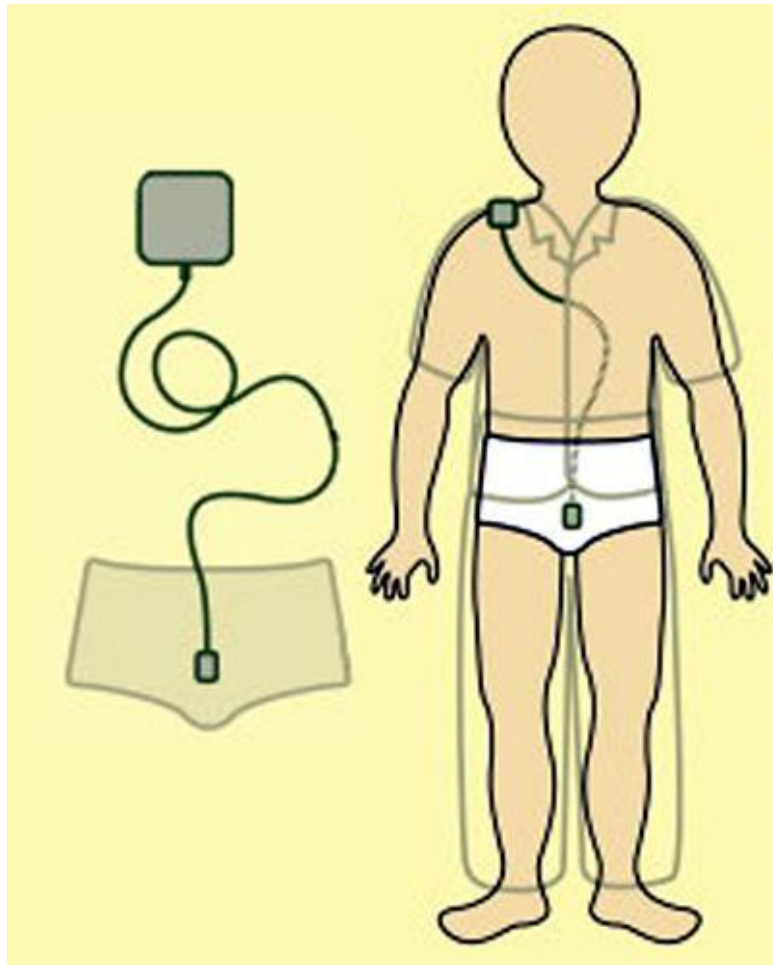
● **Странгурия – болезненное мочеиспускание.**

Частый симптом при различных воспалительных заболеваниях мочеполовой системы:

1. цистит,
2. уретрит,
3. пиелонефрит,
4. вульвовагинит,
5. туберкулез почки.



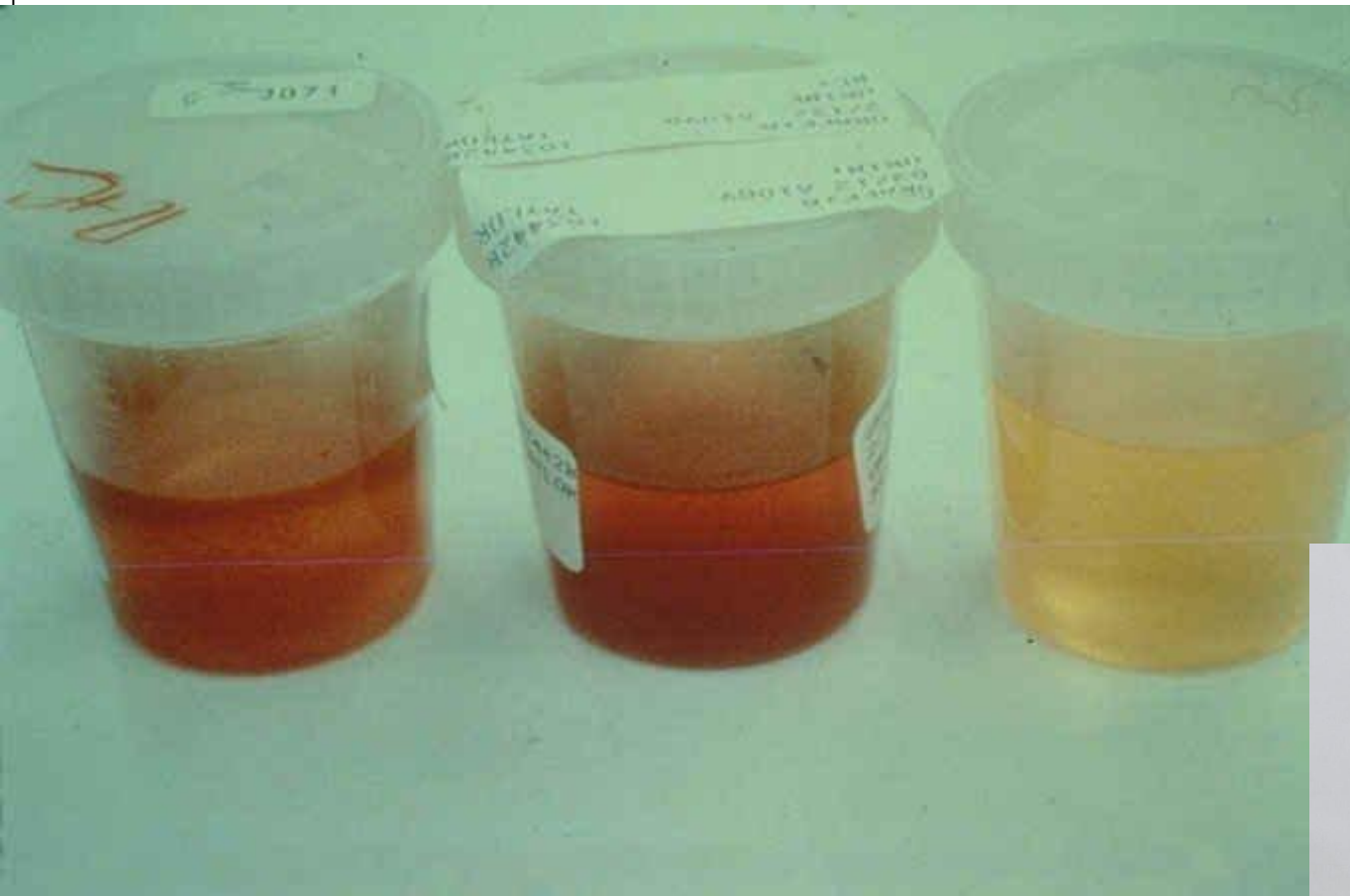
- **Энурез – недержание мочи.** Может быть вследствие поражения ЦНС, судорогах, у детей невропатов, тяжелых лихорадочных состояниях, при воспалении мочевых путей.



- Нарушение ритма мочеиспускания может проявляться уменьшением частоты мочеиспускания – **олакизурия**, и увеличением – **поллакиурия**. При воспалении мочевых путей, простуде, у эмоциональнолабильных детей.

Цвет мочи

- **Цвет мочи** у детей старшего возраста и взрослого имеет различные оттенки от соломенно-желтого до янтарно-желтого и зависит от её концентрации.
- Цвет мочи зависит от содержания в ней пигментов (**урохрома, уробилина, уроэритрина и порфирина**) и тесно связан с её количеством и плотностью.



- Бледно окрашенная моча – **гипохромурия** имеет низкую ОПМ, слабо-кислой или нейтральной реакции и выделяется в большом количестве.
- Интенсивно окрашенная моча – **гиперхромурия**, концентрированная, с высокой ОПМ, кислая выделяется в меньшем количестве.

Цвет мочи

Красный или розово-красный

Зеленый или синий

Оранжевый

Зеленовато-желтый

Лекарственное вещество

Прием красного стрептоцида, амидопирин, сантонина, сульфазола, ацетилсалициловой кислоты. Морковь, свекла.

Прием метиленовой сини

Рибофлавин

Ревень, александрийский лист

- **Розово-красный, красный цвет** преимущественно обусловлен макрогематурией (свежая кровь), например, при почечной колике, инфаркте почки. Также наличием в моче миоглобина, порфирина, ЛС или их метаболитов. **Гематурия** – появление в моче эритроцитов.
- **Цвет «мясных помоев»** - гемоглобинурия, миоглобинурия. При остром нефрите, остром гломерулонефрите, туберкулезе почек, травме.
- **Темно-желтый цвет, буроватый** (цвет «темного пива»), иногда с зеленым или **зеленовато-бурый** оттенком обусловлен выделением с мочой билирубина при паренхиматозной и механической желтухе.

- **Зеленовато-жёлтый цвет** связан с большим содержанием гноя в моче (пиурии).
- **Грязно-коричневый или серый цвет** обусловлен пиурией при щелочной реакции мочи.
- **Темный, почти чёрный цвет** обусловлен гемоглобинурией при острой гемолитической анемии, иногда меланином при меланоме.
- **Беловатый цвет** обусловлен наличием в моче большого количества фосфатов (фосфатурия) или вследствие липурии — выделения с мочой жира при инвазии паразита *Filaria*.

Прозрачность

- Свежевыделенная моча здорового человека **прозрачна.**
- При стоянии мочи в сосуде в ней образуется легкая мутность (облачко).
- **Помутнение мочи вызывается кристаллами солей, клеточными элементами, бактериями, слизью, жирами (хилурия, липурия).**

Осадок. Макроскопия

- Описывают осадок, видимый на глаз, который выпадает при наличии в моче большого количества солей, гноя, слизи, крови.
- Лаборант отмечает характер осадка, цвет объём. Осадок может быть аморфный или кристаллический, белый, розовый или красный; значительный (обильный) или незначительный.



Способы удаления помутнения мочи.

Нагревание мочи,
добавление щелочи.

Добавление 2 – 5 капель
уксусной кислоты (при
нагревании помутнение
увеличивается)

Добавление соляной
кислоты

Добавление смеси эфира
и спирта

Если моча остается мутной, то причиной снижения её прозрачности является гной, что подтверждается при микроскопии осадка, в котором обнаруживается большое количество лейкоцитов и микроорганизмов.

Причины помутнения мочи.

Мочевая кислота,
ураты.

Фосфаты

Оксалаты

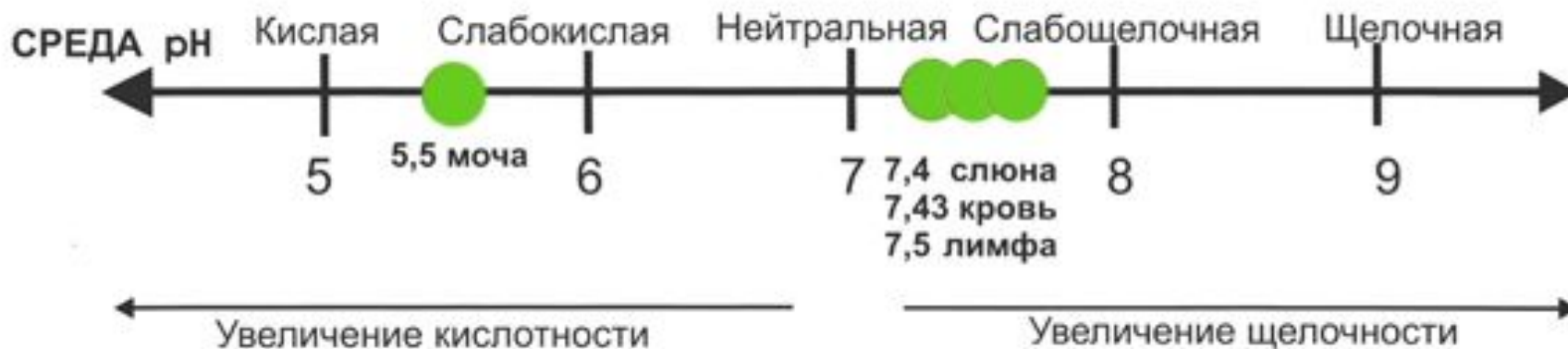
жир

Запах

- **Свежевыпущенная моча запаха не имеет.**
- При стоянии, нормальная моча приобретает не резкий специфический запах и обычно исследователем не отмечается.
- **Аммиачный запах** наблюдается при длительном стоянии нормальной мочи, у больных циститами, пиелитами, пиелонефритами.
- При кетонурии появляется «яблочный» и «плодовый» запах.
- **Резкий запах мочи** – при употреблении чеснока и хрена.

Реакция мочи (кислотность, рН)

- В норме при смешанной пище **слабо-кислая или нейтральная** (рН 5,0-7,0), кислотность определяется в свежесвыпущенной моче, т.к. при стоянии рН сдвигается в щелочную сторону.



Повышение рН (более 7).
Щелочная реакция мочи.

При употреблении
растительной пищи
После обильной рвоты и
поноса.

При гиперкалиемии.
Во время рассасывания
отёков.

Первичный и вторичный
гиперпаратиреоз

Приём ингибиторов
карбоангидразы

Метаболический и
дыхательный алкалоз

Снижение рН
(приблизительно 5).

Кислая реакция мочи.

При употреблении мясной
пищи, обезвоживании,
лихорадке.

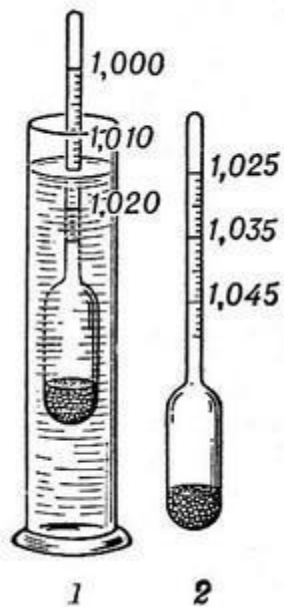
При гипокалиемии.

Сахарный диабет

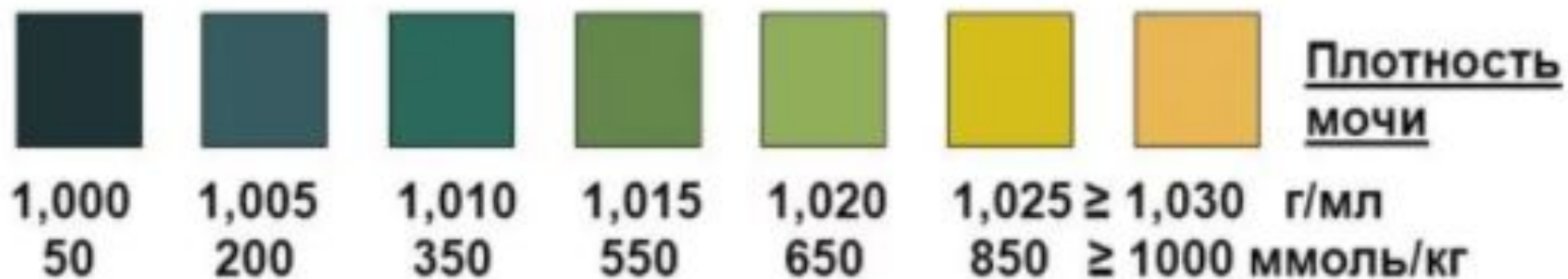
ХПН

Мочекаменная болезнь.

Метаболический и
дыхательный ацидоз



- **Относительная плотность мочи (ОПМ)** колеблется в течение суток от 1,001 – 1,040 у взрослого человека и от 1,002 – 1,030 у ребёнка раннего возраста, а в первые дни после рождения составляет 1,020 – 1,022.
- **В норме колебания ОПМ в утренней порции мочи от 1,010 – 1,025.**



- **ОПМ отражает концентрационную способность почек.**
- **Определение ОПМ имеет большое значение для оценки функционального состояния почек.**
- Для более достоверной оценки концентрационной функции почек и временного диуреза применяют пробу Зимницкого.

Увеличение плотности
более 1,030 г/л

Постоянное снижение
плотности менее 1,015
г/л

Глюкоза в моче.

Почечный диабет.

Белок в моче (в
больших количествах)

ХПН (хроническая
почечная
недостаточность)

Лекарственные
средства и/или их
метаболиты в моче

Острое поражение
почечных канальцев

Виды протеинурий

Преренальные

Характеризуется поступлением в мочу через неповреждённый фильтр патологических белков в плазму с низкой молекулярной массой (миеломная болезнь, гемолиз эритроцитов)

Почечные (ренальные)

Функциональные

Ортостатическая, которая бывает алиментарной (пищевой). Возникает после повышенной физической нагрузки, стресса, резкой перемены температуры

Органические

Канальцевая

При снижении реабсорбции белка в почечных канальцах

Клубочковая

При повышенной проницаемости почечного фильтра

Внепочечные (экстраренальные)

Белок выделяется с воспалительным экссудатом при циститах, простатитах, уретритах, кольпитах, пиелитах.

Протеинурия

- У здоровых людей **белок** в моче отсутствует или его концентрация менее *0,002* г/л. Появление белка в моче называется протеинурией.
- Методы определения протеинурии **тест-полосками и с сульфосалициловой кислотой** дают сходные результаты, но они плохо коррелируют с результатами более точных и сложных аналитических методов.

- Тест-полоски более чувствительны к альбумину, но не улавливают лёгкие цепи Ig (белок Бенс-Джонса), поэтому у больных миеломной болезнью этот метод использовать нельзя.
- Метод с сульфосалициловой кислотой определяет все белки, включая парапротеины. В связи с этим, обнаружение белка в моче методом с сульфосалициловой кислотой в сочетании с отрицательным результатом исследования мочи тест-полосками с большой вероятностью указывает на присутствие в моче лёгких цепей Ig.

- **Ложноположительные результаты** при использовании тест-полосок могут быть обусловлены выраженной гематурией, повышенной плотностью (более 1,025) и рН (выше 8,0) мочи, а также применением асептиков для её сохранения.
- Метод с сульфосалициловой кислотой даёт **ложноположительные результаты** при попадании в мочу рентгеноконтрастных веществ, лечении некоторыми ЛС.

Физиологические протеинурии

- Такая протеинурия возможна у здоровых людей после приёма большого количества пищи, богатой белками, после сильных физических напряжений, эмоциональных переживаний, эпилептических приступов.
- Функциональной считают ортостатическую, или юношескую, протеинурию, нередко наблюдаемую у детей и подростков и проходящую с возрастом. Ортостатическая альбуминурия нередко возникает в период выздоровления от острого гломерулонефрита.

Физиологические протеинурии

- Функциональная протеинурия, связанная с гемодинамическим стрессом, возможна у детей на фоне лихорадки, эмоционального стресса, застойной сердечной недостаточности или артериальной гипертензии, а также после охлаждения.
- Данная протеинурия не связана с первичным поражением почек и исчезает после устранения вызвавшей её причины.

● **Патологические протеинурии разделяют на:**

1. почечные (ренальные)

**2. внепочечные (преренальные и
постренальные).**

- **При почечной протеинурии** белок попадает в мочу из паренхимы почки.
- Почечная протеинурия в большинстве случаев связана с повышенной проницаемостью **гломерул** (клубочков).

Почечная протеинурия

1. наиболее часто связана с: острыми и хроническими гломерулонефритом и пиелонефритом,
2. нефропатией беременных,
3. лихорадочными состояниями,
4. выраженной хронической сердечной недостаточностью,
5. амилоидозом почек,
6. липоидным нефрозом,
7. туберкулёзом почки,
8. геморрагическими лихорадка,
9. гипертонической болезнью.

Почечная протеинурия делится:

- 1. клубочковая протеинурия
- 2. тубулярная протеинурия
- 3. смешанная протеинурия

- При **высокоселективном** типе в моче обнаруживают низкомолекулярные белковые фракции (в основном альбумин).
- При **селективной протеинурии** в моче выявляют как низкомолекулярные белки так и с молекулярной массой до 150 000,
- При **неселективной протеинурии** – выделяются высокомолекулярные белки. Неселективная протеинурия связана с более грубыми изменениями базальной мембраны и возникает при различных морфологических вариантах первично хронического гломерулонефрита.
- *Для характеристики селективности протеинурии определяют индекс селективности, который рассчитывают как отношение клиренсов высокомолекулярных белков (чаще всего IgG) к низкомолекулярным (альбумину или трансферрину).*

Клубочковая протеинурия

- **Клубочковая протеинурия развивается вследствие структурного повреждения гломерулярных капилляров. К нарушению избирательной проницаемости гломерулярного фильтра приводят патологические иммунные (гуморальные, клеточные) реакции, дегенеративные и склерозирующие процессы.**
- **При преимущественном поражении клубочков почек в основном страдает процесс фильтрации, что приводит к гломерулярному типу протеинурии. Способность повреждённого клубочкового барьера пропускать в мочу белковые молекулы различной молекулярной массы меняется в зависимости от степени и характера повреждения.**

- **Тубулярная протеинурия возникает** в результате нарушения канальцевой реабсорбции (заболевания канальцев почек) нескольких фильтруемых в норме белков. В норме низкомолекулярные белки, профильтровавшиеся из плазмы крови, практически полностью реабсорбируются в проксимальных канальцах.
- При тубулярных повреждениях реабсорбция низкомолекулярных белков в проксимальных канальцах почек снижается, что приводит к их повышенной экскреции с мочой. Кроме того, некоторые протеины секретируют в мочу клетки канальцев. Таким образом, тубулярный тип протеинурии характеризуется нарушением реабсорбции белков в проксимальных канальцах почек и преимущественной экскрецией с мочой низкомолекулярных протеинов.

- **Преренальная или «перегрузочная», протеинурия** не связана с поражением почек, а возникает в результате ряда заболеваний или патологических состояний, сопровождающихся повышенным синтезом низкомолекулярных белков, которые циркулируют в крови и фильтруются нормальными клубочками, но полностью не реабсорбируются (из-за их высокой концентрации в плазме).
- **Наиболее часто перегрузочная протеинурия** представлена лёгкими цепями Ig (белок Бенс-Джонса), миоглобином, Hb, лизоцимом и наблюдается при миеломной болезни, некоторых других заболеваниях.

- **Внепочечные постренальные протеинурии** обусловлены попаданием воспалительного экссудата, богатого белком выделяющегося мочевыводящими путями и половыми органами; их наблюдают при циститах, пиелитах, простатитах, уретритах, вагинитах.
- Такие протеинурии редко превышают 1 г/л. **Обнаружение в моче цилиндров свидетельствует,** что выявленная протеинурия, хотя бы частично, имеет почечное происхождение.

Методы определения протеинурии



Методы определения белка в моче

- **1. турбидиметрические методы** (основаны на снижении растворимости белка и образовании взвешенной суспензии под воздействием преципитирующих агентов)
 - - сульфасалициловый метод
 - - трихлоруксусный метод

Методы определения белка в моче

- **2. методы связывания белками красителями.**

В качестве красителей используют – кумасси бриллиантовый голубой, бромфеноловый синий, пирогаллоловый красный (ПГК).

Наиболее удачный метод ПГК, остальные имеют ряд недостатков

Методы определения белка в моче

- 3. Химические методы
- Биуретовый метод и метод Лоури.
- **Биуретовый метод** основан на связи меди с пептидными связями в молекулах белка. Недостаток – низкая чувствительность этого метода.
- **Метод Лоури** – основан на сочетании биуретового метода с реакцией Фолина на тирозин и триптофан

Глюкозурия

- Количество глюкозы, реабсорбируемой при максимальной нагрузке ее переносчиков, служит важным показателем функционального состояния проксимального отдела нефрона.
- **Если содержание глюкозы в крови превышает количество, которое может быть реабсорбировано в канальцах, глюкоза появляется в моче.** При превышении в крови уровня 8,8-9,9 ммоль/л глюкоза выделяется с мочой.

Глюкозурия

- **Показатель гликемии, при котором появляется глюкозурия, называется почечным порогом.**
- С возрастом почечный порог для глюкозы снижается.
- Почечный порог также снижается при хронических заболеваниях почек, при гипертонической болезни, при диабетической нефропатии. При этих заболеваниях глюкозурия может появляться при концентрации глюкозы в крови ниже пороговой (меньше 8,8 ммоль/л).

Глюкозурия

- На выделение глюкозы с мочой влияет скорость клубочковой фильтрации, которая в норме составляет примерно 130 мл/мин. У **больных с почечной недостаточностью или страдающих снижением кровоснабжения почек глюкозурии не будет даже при очень высокой концентрации глюкозы в крови.**
- Из-за низкой скорости кровотока в клубочках фильтруется меньше глюкозы и вся она успевает реабсорбироваться в проксимальном отделе нефрона, поэтому по уровню глюкозы в моче нельзя ставить диагноз сахарный диабет.

Глюкозурия

- Специальные исследования показали, что выявление глюкозурии имеет **99%** клиническую специфичность для диагностики сахарного диабета (если выявляется глюкозурия, у больного сахарный диабет) и только **55%** диагностическую чувствительность (примерно у половины больных сахарным диабетом нет глюкозурии).

Определение глюкозы

- Определение глюкозы в моче следует выполнить не позднее 2 часов после мочеиспускания.
- В течение 8-12 ч (в суточной моче) потеря глюкозы составляет примерно 40%, **если не добавлять стабилизатор**. При истинной бактериурии или загрязнении (контаминации) мочи бактериями и грибами из грязной посуды основной причиной снижения содержания глюкозы в моче у больных сахарным диабетом и полного отсутствия глюкозы в моче здоровых людей является жизнедеятельность бактерий и грибов.

- Если проводится исследование глюкозы в суточной моче, в посуду для сбора мочи необходимо в качестве стабилизатора добавить 0,5 г азидата натрия.
- Для сбора суточной мочи выпускаются специализированные широкогорлые контейнеры с ручкой и градуировкой, имеющие герметично завинчивающуюся крышку.



● Глюкозурии делятся на две большие группы:

1. панкреатические

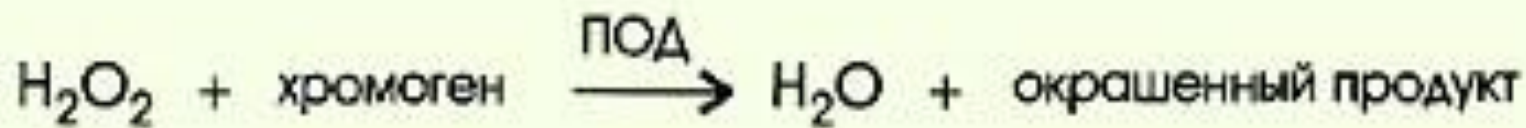
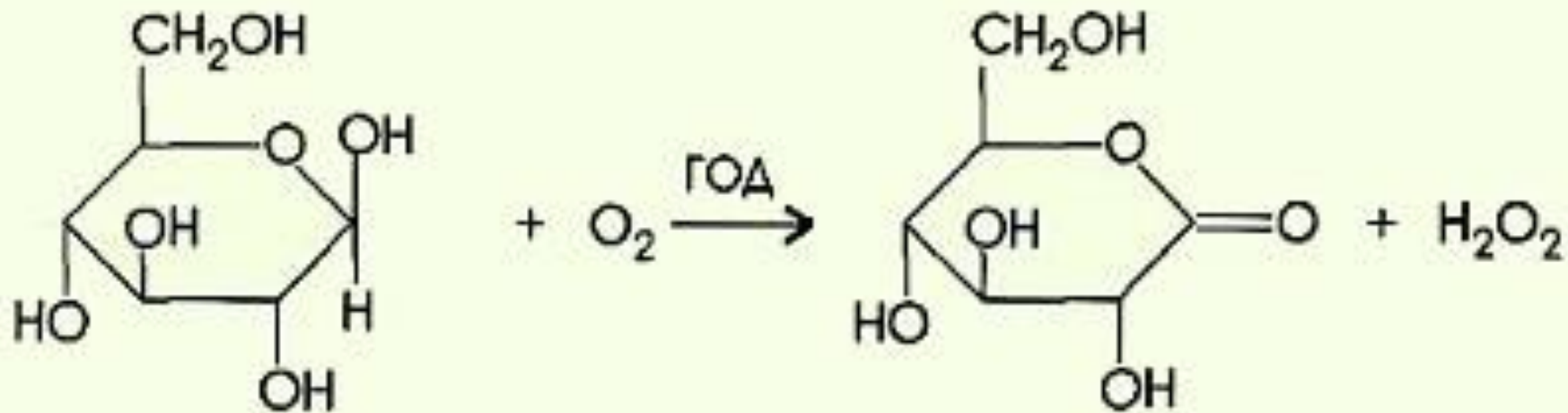
2. внепанкреатические

определения глюкозы в моче с помощью тест-полосок

- Простой и быстрый тест определения глюкозы в моче с использованием тест-полосок "сухая химия" рассматривается как лучший метод при массовом обследовании населения для выявления нарушений обмена глюкозы.

Принцип метода определения глюкозы в моче в тест-полосках ФАН

- Определение глюкозы основано на специфической энзиматической реакции с использованием ферментов глюкозооксидазы (ГОД) и пероксидазы (ПОД).
- Окисление субстрата (D-глюкозы) атмосферным кислородом катализируется ферментом глюкозооксидазой. При этом образуются δ -D-глюкозолактон и перекись водорода, которая в последующей реакции, катализируемой ферментом пероксидазой, окисляет хромогенную систему с образованием интенсивно окрашенных продуктов реакции



Влияющие факторы

- Тест-полоски ФАН предназначены для определения D-глюкозы и практически не реагируют с другими сахарами. Ферментативное определение глюкозы является надежным и более точным методом по сравнению с методами, основанными на восстановлении сахарами (глюкозой) солей тяжелых металлов (метод Фелинга, Бенедикта, Ниландера, Гайнеса).

- **При очень кислой моче ($\text{pH} < 5$) может задерживаться развитие ферментативной реакции.**
- **Снижение $\text{pH} < 5$ может быть обусловлено присутствием в моче ацетоацетата или β -гидроксибутирата.**
- **В случаях отрицательных результатов на глюкозу с использованием тест-полосок, но с клинически ожидаемой глюкозурией необходимо обязательно исследовать мочу на наличие кетоновых тел.**

- **Завышенные или ложноотрицательные** результаты могут быть получены при исследовании мочи пациентов, употребляющих витамин С, салицилаты, антибиотики и большое количество фруктов и т. д.
- **Для уточнения полученных результатов необходимо провести повторное определение глюкозы в моче через 2-3 дня** после последнего употребления витамина С, лекарственных препаратов или фруктов.

- **Ложноположительную реакцию** могут дать остатки моющих средств и дезинфицирующих средств на стенках химической посуды и пероксидазосодержащих продуктов на стенках тары для сбора мочи (например, взятая для сбора мочи плохо вымытая баночка из-под хрена). Избежать этих проблем позволяет использование специализированных одноразовых пластиковых контейнеров для мочи.

Количественные методы определения глюкозы в моче

- Для количественного определения глюкозы в моче в настоящее время рекомендуется использовать **глюкозооксидазный и гексокиназный методы.**
- Оба метода высокоспецифичны для глюкозы и дают надежные количественные результаты по содержанию глюкозы в моче.

- Пожалуй, единственным существенным фактором, снижающим концентрацию глюкозы, является использование глюкозооксидазного метода в моче с рН 5,0-5,5. Такая резкокислая моча ингибирует активность фермента, что можно избежать с помощью забуферивания пробы мочи.

Кетоновые тела

- В организме человека диагностическое значение имеют 3 кетоновых тела:
 1. 2 кислоты - ацетоуксусная (ацетоацетат) и β -гидроксимасляная (β -гидроксибутират), присутствующие в ионизированной форме при физиологических рН,
 2. ацетон
- У здоровых людей в процессе липолиза в жировой ткани образуются жирные кислоты и глицерин, жирные кислоты в свою очередь через ацетил-КоА превращаются в печени в ацетоацетат.

Кетонурия

- У здорового человека с мочой выделяется **20-50** мг кетонов в сутки. Обычные качественные пробы (Легалья, Ланге, Лестраде и др.) такое количество кетонов не обнаруживают. Выделение с мочой большего количества кетонов носит название кетонурия.

Кетонурия

- **Кетонурия** появляется при нарушении углеводного, жирового или белкового обменов.
 1. ацетемическая рвота у детей раннего возраста наблюдается при комбинации углеводного голодания и приема кетогенной пищи
 2. Кетоз в результате приема богатой кетогенными веществами пищи (жиров, белков, содержащих большое количество кетогенных аминокислот) связан с усиленным кетогенезом, вследствие чего возникает транзиторная кетонурия.

3. Кетонурия наблюдается у детей раннего возраста при голодании на фоне истощения (токсикозы, гастроэнтероколиты, дизентерия и т. д.), а также при лихорадке, алкогольной интоксикации, отравлениях, тяжело протекающих инфекционных заболеваниях.

4. Кетонурия после операции, при обширных механических мышечных травмах (краш-синдром) объясняется распадом белка вследствие активации протеолиза, вызванного гормонами стресса (катехоламины, глюкокортикоиды, глюкагон).

Одновременно возникающее ограничение процессов в цикле Кребса ведет к накоплению в тканях двууглеродистых соединений, в том числе ацетил-КоА.

5. Центральная кетонурия развивается после операции на мозговых оболочках, при черепно-мозговых травмах, субарахноидальных кровоизлияниях, энцефалографии, сильном раздражении и возбуждении центральной нервной системы. При ацетонемической рвоте центрального происхождения прием углеводов не помогает.

Резкое улучшение состояния больного наступает при приеме седативных препаратов.

6. Кетоз может развиваться при гликогеновой болезни (первый тип - недостаток глюкозо-6-фосфатазы, третий тип - недостаток амино-1,6-глюкозидазы и шестой тип - недостаток печеночной фосфорилазы) за счет нарушения образования гликогена в печени, накопления ацетил-КоА и усиления его превращения в ацетоуксусную кислоту.

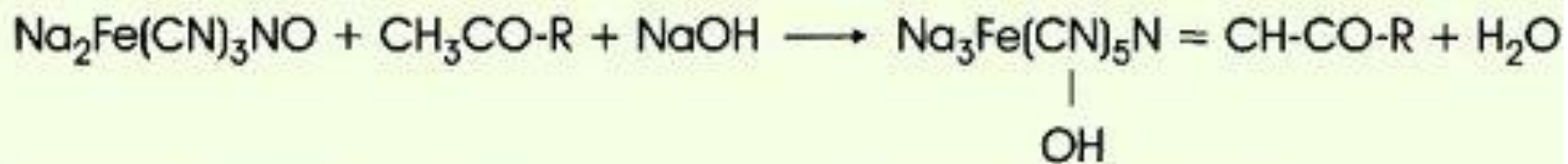
- 7. При тиреотоксикозе кетоз наступает вследствие повышенного расхода углеводов, при резко выраженных ренальных глюкозуриях - за счет потери с мочой углеводов и компенсаторного стимулирования липогенеза, при акромегалии - за счет повышенной продукции гормона роста, при болезни Иценко-Кушинга - глюкокортикоидов.
- При этих заболеваниях отмечается уменьшение использования углеводов и увеличение мобилизации жиров.

- Больной сахарным диабетом в течение суток может выделить с мочой от 10 до 50 г кетонов.
Комбинация кетонурии с глюкозурией является доказательством сахарного диабета, однако отсутствие глюкозурии при кетонурии позволяет с уверенностью исключить диагноз диабет. Кетонурия у больного сахарным диабетом I типа (инсулинзависимым) должна быть ликвидирована быстро, в течение 1-2 дней, при этом рекомендуется исследовать мочу на кетоны каждые 4 часа и, в зависимости от полученных результатов, изменять дозировку инсулина.

Лабораторные методы определения кетоновых тел в моче

- Лабораторные тесты, выявляющие кетонурию, основаны на реакции нитропруссид натрия с ацетоуксусной кислотой и ацетоном. Реакция происходит в щелочной среде с образованием четырехвалентных комплексных анионов красно-коричневого цвета (проба Легалья, Ланге, Лестраде и др.). Так как уровень ацетона в моче по сравнению с уровнем ацетоуксусной кислоты является незначительным, можно говорить, что обычные лабораторные тесты определяют практически только ацетоуксусную кислоту.

Принцип метода



нитропруссид натрия

кетон

окрашенный комплекс

Влияющие факторы

- Ложноположительные результаты могут быть получены при лечении больных каптоприлом (капотен), 2-меркаптоэтансульфонатом натрия (менса) и другими лекарственными препаратами, в состав которых входят свободные сульфгидрильные группы.

- Фенилкетоны окрашивают диагностическую зону в оранжево-красный цвет, четко отличающийся от более красной окраски, обусловленной кетонами.
- Лекарственные препараты и диагностикумы, содержащие фталейны, применяемые для лечения и исследования функции печени и почек, в щелочной среде также окрашивают диагностическую зону в оранжево-красный цвет.

Билирубин

- Билирубин образуется при распаде гемоглобина в клетках ретикулоэндотелиальной системы (РЭС), особенно в селезенке и в купферовских клетках печени. У взрослого человека в сутки образуется примерно 250-350 мг билирубина.

- Билирубин в плазме крови связан с альбумином. Это неконъюгированный, свободный, непрямой билирубин. Неконъюгированный билирубин не растворим в воде и не может проникнуть через неповрежденный почечный фильтр.
- В печени билирубин отделяется от альбумина и переходит на синусоидальную поверхность гепатоцитов. В клетках печени свободный билирубин подвергается ферментативной конъюгации с глюкуроновой кислотой и превращается в билирубинмоно- и билирубиндиглюкоронид (конъюгированный, прямой или связанный билирубин).

- Конъюгированный билирубин водорастворим, он поступает с желчью в желчный пузырь, где под воздействием дегидрогеназ частично восстанавливается в мезобилирубин и *i*-уробилиноген. *i*-уробилиноген вместе с остальным билирубином поступает через общий желчный проток в двенадцатиперстную кишку, где теряет глюкуроновую кислоту, всасывается слизистой двенадцатиперстной кишки и проксимального отдела тонкой кишки; по системе воротной вены вновь возвращается в печень и в печеночных клетках окисляется до дипирролов.

Билирубин

- В норме билирубин в моче есть, но его концентрация настолько мала, что не обнаруживается с помощью общепринятых в КДЛ качественных проб (реакций).
- Нижний предел чувствительности используемых методов позволяет определить конъюгированный билирубин в моче при его концентрации выше 0,25-0,3 мг/дл.

- Непрямой (неконъюгированный) билирубин может попасть в мочу, только если увеличение его концентрации в сыворотке крови сочетается с нарушением проницаемости гломерулярного фильтра.
- Прямой (конъюгированный) билирубин в сыворотке крови в норме отсутствует. При патологии элиминация прямого (конъюгированного) билирубина с мочой значительно варьирует. При остром вирусном (паренхиматозном) гепатите интенсивность билирубинурии усиливается параллельно с тяжестью заболевания.

Патологическая билирубинурия

Патологическая билирубинурия отмечается при следующих заболеваниях:

1. вирусный (инфекционный) гепатит;
2. цирроз печени;
3. заболевания желчного пузыря и желчных протоков;
4. рак печени и метастатическая карцинома печени;
5. токсический гепатит

- Положительная реакция на билирубин в моче свидетельствует об увеличении концентрации конъюгированного билирубина в плазме крови и превышении почечного порога билирубина, что характерно для нарушения поступления желчи в двенадцатиперстную кишку (вне- или внутрипеченочная желтуха). Почечный порог билирубина составляет 30-34 мкмоль/л.

- Одновременное повышение уровня билирубина и уробилиногена в моче является признаком паренхиматозной желтухи на 7-12-й день заболевания и в период выздоровления. Билирубинурия - явление постоянное при обтурационных желтухах. При паренхиматозных желтухах билирубинурия свидетельствует о разгаре заболевания, тяжести процесса, поражении гепатоцитов. В начале болезни и в период выздоровления концентрация билирубина обычно незначительная или умеренная и постепенно снижается в период выздоровления. При гемолитических желтухах билирубин в моче не обнаруживается.

Принцип определения билирубина с использованием тест-полосок ФАН

- **Реактивная зона содержит р-нитрофенилдиазониевый-р-толуолсульфонат, натриевый бикарбонат и сульфосалициловую кислоту (реактив Эрлиха).** Конъюгированный билирубин с триазеном в кислой среде образует продукты, окрашивающие бесцветную диагностическую зону в различные оттенки коричневатого-розового цвета. При контакте с конъюгированным билирубином окраска появляется сразу или через 30-60 с. Интенсивность и время появления окраски зависят от содержания билирубина в моче.

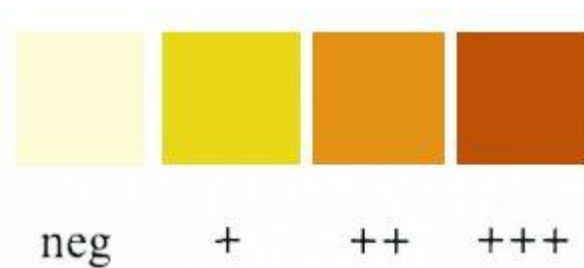
Влияющие факторы

- Аскорбиновая кислота в концентрации выше 500 мг/л снижает или полностью подавляет чувствительность этой зоны. В присутствии уробилиногена в концентрации, превышающей 60 мг/л, окраска зоны индикации для билирубина приобретает оранжевый оттенок. В этом случае рекомендуется оценивать пробу позже, через 2 мин после контакта с мочой.

Влияющие факторы

- При длительном хранении мочи на свету, особенно при нерезко выраженной билирубинурии, билирубин окисляется до биливердина, что приводит к ложноотрицательной реакции.

Ложноположительную реакцию на билирубин могут давать лекарственные препараты, которые окрашивают мочу в красный цвет или приобретают красный цвет под влиянием кислой среды реакционной зоны (например, феназопиридин).



Уробилиноген

- Уробилиногеновые тела являются производными билирубина. Известно 4 уробилиногеновых тела (i-уробилиноген, d-уробилиноген, третий уробилиноген и стеркобилиноген) и 4 уробилиновых тела (i-уробилин, d-уробилин, третий уробилин и стеркобилин).
- Уробилиногены - бесцветные вещества, уробилины окрашены, имеют желтовато-коричневый цвет. Экспресс-методов, позволяющих различить уробилиногены, нет. Поэтому правильнее говорить вообще об уробилиногеновых или уробилиновых телах.

Уробилиноген

- Количество уробилиногенов, образующихся в организме, пропорционально концентрации билирубина, экскретируемого печенью вместе с желчью в кишечник. \dot{i} -уробилиноген реабсорбируется в двенадцатиперстной и частично в тонкой кишке и через систему портальной вены возвращается в печень, где часть его окисляется до дипирролов, а часть вновь экскретируется в желчь (внепеченочная циркуляция \dot{i} -уробилиногена).

Определение уробилиногена в моче с использованием тест-полосок ФАН

- *Принцип определения*
- Метод, заложенный в диагностическую зону для определения уробилиногена, - это реакция уробилиногенов с солью диазония в кислой среде и образование комплекса конденсационных соединений красного цвета.

Влияющие факторы

- Длительное нахождение мочи при комнатной температуре при прямом солнечном свете вызывает окисление уробилиногенов до уробилинов, что приводит к занижению или получению ложноотрицательного результата.

Влияющие факторы

- В присутствии большого количества билирубина реакция на уробилиноген дает ложноотрицательный результат. Уробилиногеновая реактивная зона в присутствии билирубина при нормальном содержании уробилиногена или его отсутствии окрашивается в желтый цвет разной интенсивности. Затем в течение 1 мин желтый цвет меняется на зеленый или голубой в результате окисления билирубина в биливердин, что принципиально не мешает определению уробилиногена, если пробу оценивать на первой минуте после погружения полоски в мочу. Феномен атипичной окраски тест-зоны можно использовать для оценки повышенного содержания билирубина в моче.

Влияющие факторы

- Ложноположительные результаты можно получить при исследовании на уробилиноген мочи больных, принимающих лекарственные препараты, окрашивающие мочу в красный цвет, или препараты, принимающие красную окраску под влиянием кислой среды реакционной зоны (феназопиридин).

Кровь (эритроциты, гемоглобин), миоглобин

- Кровь в моче может быть представлена эритроцитами (синдром гематурии) или продуктами их распада (гемоглобинурия, гемосидеринурия). Кроме того, в моче могут присутствовать такие дериваты гемоглобина, как гематоидин, гемосидерин, метгемоглобин и сульфогемоглобин.

Микрогематурия

- *Микрогематурия.* Цвет мочи не изменен, эритроциты обнаруживаются при микроскопии осадка мочи ориентировочным методом (1 и более эритроцитов в поле зрения). При исследовании мочи камерными методами обнаруживают более 1000 эритроцитов в 1 мл мочи или более 1 000 000 эритроцитов в сутки.

Макрогематурия

- *Макрогематурия* проявляется специфической окраской мочи. Цвет мочи, в зависимости от количества эритроцитов, может быть розовым, красноватым, красным, цветом "мясных помоев". Границей между микро- и макрогематурией считается присутствие в 1 л мочи примерно 0,5 мл крови (около 2500 эритроцитов в 1 мкл нецентрифугированной мочи). Цвет мочи становится красным, когда в литр мочи поступает 1 мл крови (более 5000 в 1 мкл нецентрифугированной мочи).

Гематурии

```
graph TD; A[Гематурии] --> B[почечные]; A --> C[внепочечные]; B --> D[функциональные]; B --> E[органические];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a rounded rectangular box containing the word 'Гематурии'. Two arrows point downwards from this box to two separate rounded rectangular boxes: 'почечные' on the left and 'внепочечные' on the right. From the 'почечные' box, two more arrows point downwards to two more rounded rectangular boxes: 'функциональные' on the left and 'органические' on the right. The 'внепочечные' box has no further arrows pointing to it.

почечные

внепочечные

функциональные

органические

- **Преренальная гематурия**

- Эта, не связанная с органическим поражением паренхимы почек, гематурия осложняет врожденные и приобретенные коагулопатии (тромбоцитопения или тромбоцитопатия, болезнь Верльгофа, Рендю-Ослера, болезнь Шенлейна-Геноха, болезнь Буля, тяжелые анемии, гемофилии, тяжелые повреждения печени). Геморрагический диатез, сопровождающийся гематурией, может быть проявлением побочного эффекта антикоагулянтной терапии.

Постренальные (внепочечные) гематурии

- Постренальные гематурии возникают при воспалении, полипозе, новообразовании или травме мочевыводящих путей, обычно сопровождаются пиурией, лейкоцитурией и бактериурией. Основные заболевания в этой группе гематурии - пиелиты и пиелоститы. Именно при них гематурия сочетается с лейкоцитурией или пиурией и бактериурией.

- Кровь может попасть в мочу из кровоизлияний в половых органах (кровотечение из вульвы, вагины, метроррагии у грудных детей). В неонатальном периоде гематурии вызываются травмой, полученной во время родов, сепсисом, мочекислым инфарктом почек, гемолитической болезнью новорожденных и геморрагическими заболеваниями

Гемоглобинурии

- Гемоглобинурии возникают в результате интравитального и интравазального гемолиза и гемоглобинемии. При внутрисосудистом гемолизе гемоглобин появляется в моче, когда концентрация свободного гемоглобина в плазме крови превысит **60** мкмоль/л (**10** г/л), что составляет "почечный порог" гемоглобина.
- Гемоглобин появляется в моче после того, как насыщаются гаптоглобинсвязывающая способность плазмы крови и тубулярная реабсорбция в почках.

Определение эритроцитов, гемоглобина (миоглобина) в моче с использованием тест-полосок ФАН

- *Принцип метода*
- Тест основан на способности гемоглобина и миоглобина катализировать окисление окрашенного индикатора (хромогена) стабилизированным органическим гидропероксидом.

- Чувствительность метода позволяет обнаружить до 5 эритроцитов в 1 мкл нецентрифугированной мочи и выявить присутствие гемоглобина, образовавшегося при гемолизе 10 эритроцитов, что соответствует 0,3 мг/л. Эритроциты, осаждаюсь на диагностической зоне, в зависимости от их количества в нецентрифугированной моче проявляются в виде точек зеленого цвета, расположенных разрозненно или почти слитно.

Влияющие факторы

- Завышение результатов и ложноположительная реакция наблюдаются в присутствии аскорбиновой кислоты, остатков моющих средств на стенках посуды для сбора мочи, являющихся сильными окислителями.
- Реакция зоны на кровь подавляется (ложноотрицательная) в присутствии продуктов жизнедеятельности бактерий в концентрации, превышающей 10 мг/дл (положительный тест на нитриты), спор и мицелия грибов, гентизиновой кислоты и каптоприла, при добавлении в качестве консерванта формалина.

Гемоглобин



neg



5-10



15-50



≈250 и более

мг/л

Эритроциты



≈5-10



≈15-50



≈250 и более

эритроцитов/мкл

Получение осадка мочи и приготовление нативного препарата

- В пластиковую центрифужную пробирку наливают после размешивания 10-12 мл мочи, центрифугируют со скоростью 1500-2000 об/мин в течение 10-15 минут. Надосадочную мочу сливают быстрым движением (опрокидывают пробирку), а осадок размешивают пипеткой (лучше пластиковой пастеровской) и отбирают ею каплю осадка. Осадок помещают на предметное стекло и покрывают покровным стеклом. Это нативный препарат.

Микроскопическое исследование

- Нативный препарат изучают на малом увеличении (окуляр $\times 10$ или биноккуляр $\times 7$ или $\times 10$, объективы $\times 8$ и/или $\times 10$, $\times 20$), а затем - на большом увеличении (окуляр $\times 10$ или биноккуляр с окулярами $\times 7$ или $\times 10$ и объективом $\times 40$).
- Содержание форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов) подсчитывают в нескольких полях зрения на большом увеличении микроскопа. Ответ дают по количеству клеток в поле зрения (например, 10-15 в п/зр), если клеток мало - 0-2 в п/зр или единичные не в каждом п/зр.

- Если клеточных элементов много и подсчитать их в поле зрения не удастся, отмечают в бланке, что лейкоциты (эритроциты) густо покрывают все п/зр.
- При скудном содержании таких форменных элементов, как цилиндры, исследование проводят на малом увеличении микроскопа и указывают их количество в препарате (2 цилиндра в препарате).

- Для таких элементов, как эпителиальные клетки (многослойный плоский, переходный, почечный эпителий), кристаллы, принято давать оценку "большое", "умеренное", "небольшое" или "незначительное" количество, используя малое увеличение микроскопа.

- **NB!** Нельзя делать препарат из всего осадка, выбивая его на предметное стекло, и микроскопировать без покровного стекла, так как препарат получается многослойный, неравномерной толщины, что искажает оценку количества и качества (морфологии) клеточных элементов и загрязняет оптику.

Количественные методы исследования осадка мочи

- Количественные методы исследования осадка мочи - это метод Каковского-Аддиса и метод Нечипоренко.
- Принцип методов - подсчет количества форменных элементов мочи (эритроцитов, лейкоцитов и цилиндров) в счетных камерах. Количественные методы используются для диагностики скрытого воспалительного процесса и для контроля эффективности проведенного курса лечения больных с заболеваниями почек и/или мочевыводящих путей.

Метод Каковского-Аддиса

- *Метод Каковского-Аддиса* - определение количества эритроцитов, лейкоцитов и цилиндров, выделяемое с мочой в течение суток.

Метод Каковского-Аддиса

- В лабораторию доставляется вся утренняя порция мочи. Мочу тщательно размешивают, измеряют ее количество. В градуированную центрифужную пробирку наливают количество мочи, выделенное пациентом за 12 минут ($1/5$ часа). Это количество рассчитывают по формуле:

Метод Каковского-Аддиса

- $X = V / (T \times 5),$



где

- X - количество мочи в мл, выделенное за $1/5$ часа (12 мин),
- V - объем утренней порции мочи в мл,
- T - время в часах, за которое собрана эта моча (например: t_1 - 23 часа, t_2 - 7 часов, T - 8 часов).

- Пробирку центрифугируют со скоростью 1500 об/мин в течение 10 мин. Отсасывают пипеткой надосадочную жидкость и оставляют 1 мл мочи с осадком. Осадок аккуратно, без пены, смешивают с надосадочной мочой и заполняют камеру Фукса-Розенталя. Считают отдельно лейкоциты, эритроциты и цилиндры.

- **Число Каковского-Аддиса для нормальной мочи:**
- эритроциты - до 1 000 000 / сутки,
лейкоциты - до 2 000 000 / сутки,
цилиндры - до 20 000 / сутки.
- **Норма одинаковая для взрослых и детей**

Метод Нечипоренко

- *Метод Нечипоренко* - определение количества форменных элементов мочи (эритроцитов, лейкоцитов и цилиндров) в 1 мл мочи.
- Исследуется одноразовая, желательно средняя порция мочи. Доставленная в лабораторию моча аккуратно без пены размешивается. В градуированную центрифужную пробирку наливают 3-5-7-10 мл мочи и центрифугируют в течение 10 мин со скоростью 1500 об/мин.

Метод Нечипоренко

- Надосадочную мочу отсасывают пипеткой и оставляют 0,5 мл (500 мкл) или 1,0 мл (1000 мкл) мочи с осадком. Супернатант смешивают с осадком и каплей осадка заполняют камеру Горяева. Считают отдельно лейкоциты, эритроциты и цилиндры. Получают количество форменных элементов 1 мкл мочи.

Метод Нечипоренко

- Количество форменных элементов рассчитывают по формуле Нечипоренко:
- $N = (X \times 1000) / V$ или $N = (X \times 500) / V$,
-
- где N - количество форменных элементов в 1 мл центрифугированной мочи,
- X - количество форменных элементов в 1 мкл мочи (в камере Горяева), 1000 (500) - количество мочи в мкл с осадком, оставленное для исследования,
- V - количество мочи в мл, взятое для центрифугирования.

- *Примечание.* Если при подсчете форменных элементов мочи найден один цилиндр или решается вопрос о скрытой цилиндрурии, необходимо просмотреть еще 4 камеры Горяева, количество найденных цилиндров разделить на количество просмотренных камер (мкл) и полученную цифру вставить в формулу Нечипоренко.

Метод Нечипоренко

- **Нормальное количество форменных элементов в 1 мл мочи по методу Нечипоренко:**
- эритроциты - до 1000 в 1 мл мочи,
лейкоциты - до 2000 в 1 мл мочи,
цилиндры - до 20 в 1 мл мочи.
- **Норма одинаковая для взрослых и детей**