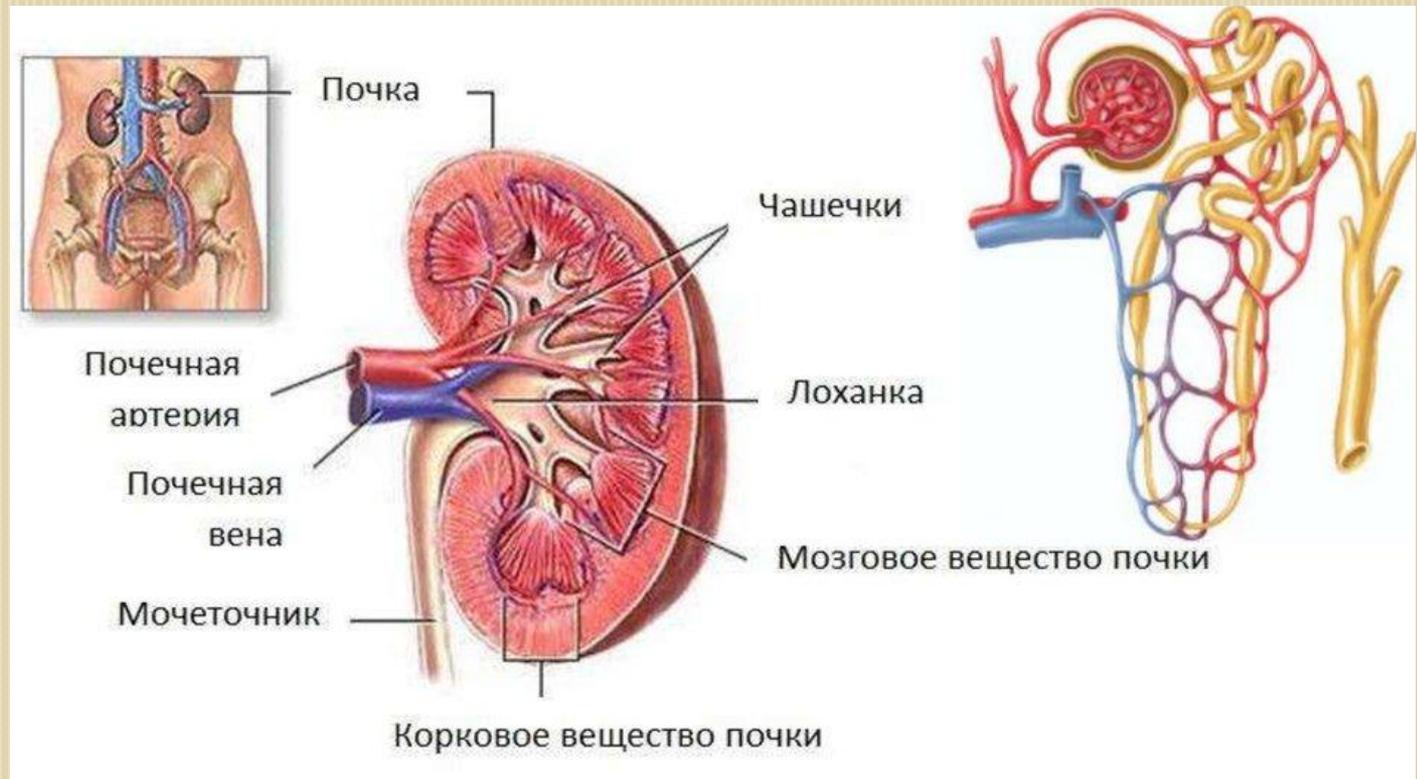


КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Х. М. БЕРБЕКОВА

# Биохимия мочи



Беева Д.А.

# Функции почки

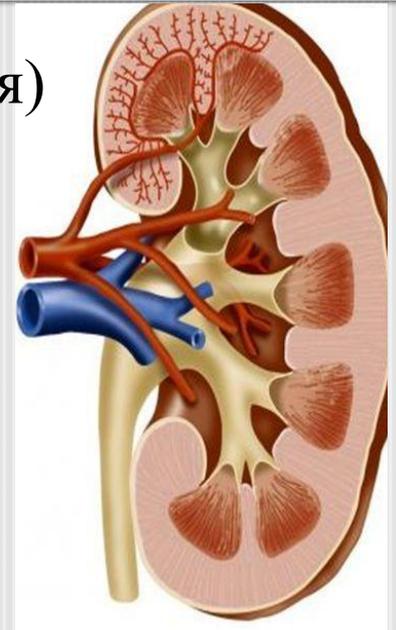
**1. Мочеобразовательная** – образование (фильтрация) и концентрирование (реабсорбция) мочи;

**2. Гомеостатическая:** регуляция осмотического давления, регуляция кровяного давления, регуляция кислотно-основного равновесия, регуляция водно-солевого баланса;

**3. Выделительная** (выделение с мочой продуктов Обмена (мочевина, мочева кислота, креатинин, аммонийные соли и др).

**4. Эндокринная** (синтез кальцитриола, эритропоэтина, простагландинов)

**5. Метаболическая** -синтез и наличие ферментов (глюкозо-6 фосфокиназы, ренина, глутаминазы)



# Механизм образования мочи

Согласно современной *теории Кешни* образование конечной мочи является результатом 3х процессов: 1) фильтрации, 2) реабсорбции и 3) секреции и 2х этапов: 1) образование первичной мочи и 2) образование вторичной мочи.

1. Процесс фильтрации происходит в почечных клубочках. В результате образуется 150-170 л фильтрата.
2. В почечных канальцах происходит второй процесс мочеобразования – реабсорбции – в результате чего из фильтрата (первичной мочи) по мере ее движения в канальцах происходит вторичное всасывание воды и растворенных в ней веществ. Происходит концентрирование мочи, уменьшение ее объема до 1,5-2 л в сутки. Концентрация выделяемых продуктов обмена увеличивается: аммиака – в 40 раз(!), креатинина – в 45 раз (!).
3. Третий процесс – канальцевая секреция – происходит в 2-х вариантах. 1) Клетки эпителия нефрона захватывают некоторые вещества из крови и межклеточной жидкости и переносят их в просвет канальца. 2) Клетки эпителия синтезируют в своей цитоплазме новые органические вещества, которые переносят в просвет канальцев вместе с  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{H}^+$ .

# МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ МОЧИ

**Клиренс** – количество миллилитров плазмы, которое за 1 минуту полностью освобождается от определенного вещества при протекании через почки.

$$C = (K_m / K_{кр.}) \times V,$$

где  $K_m$  – концентрация данного вещества в моче;

$K_{кр.}$  – концентрация данного вещества в крови;

$V$  – объем мочи в 1 мин., в мл

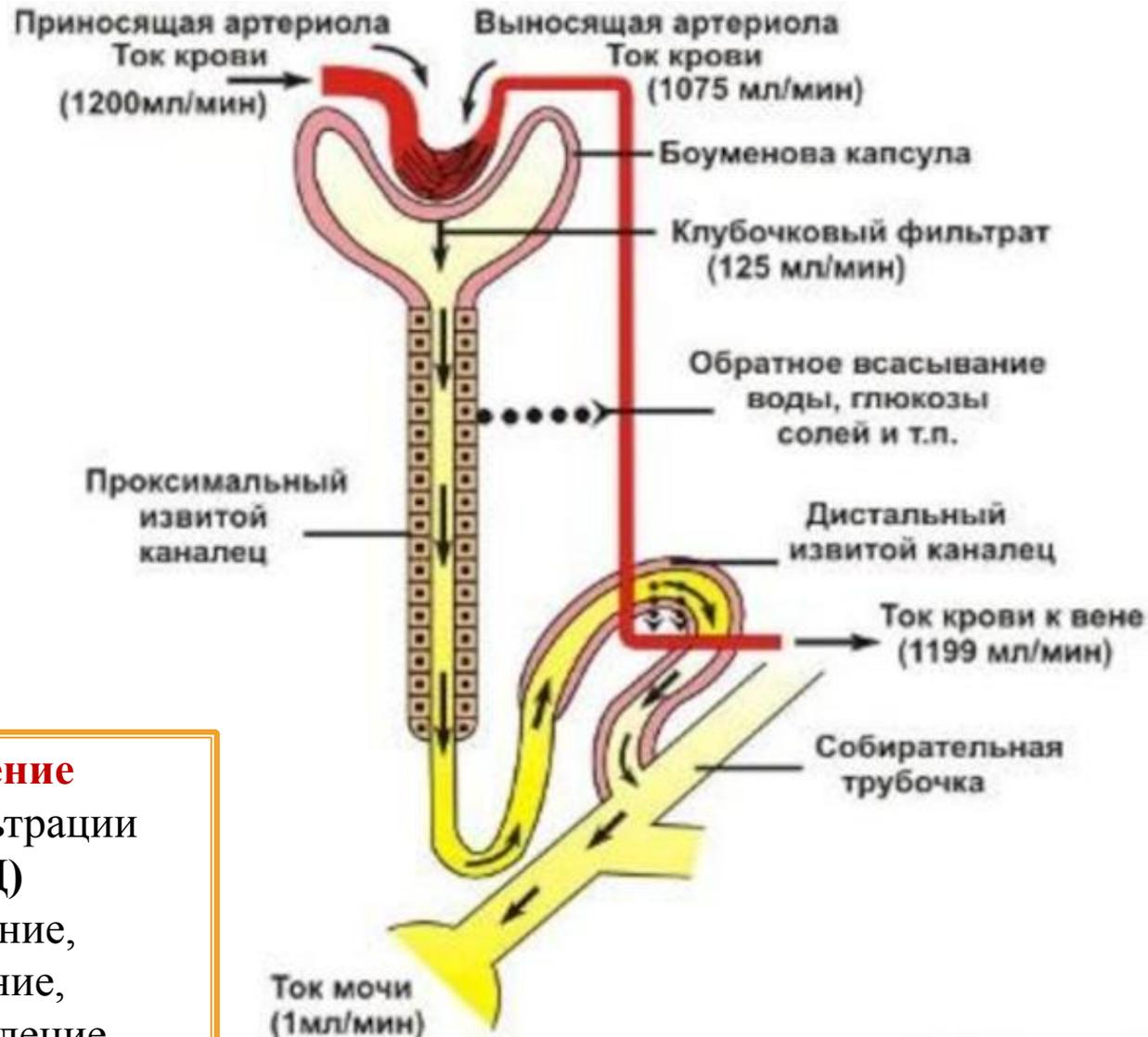
**Фильтрационное давление**  
обеспечивает скорость фильтрации

$$ФД = КД - (ОД + К_{капсД})$$

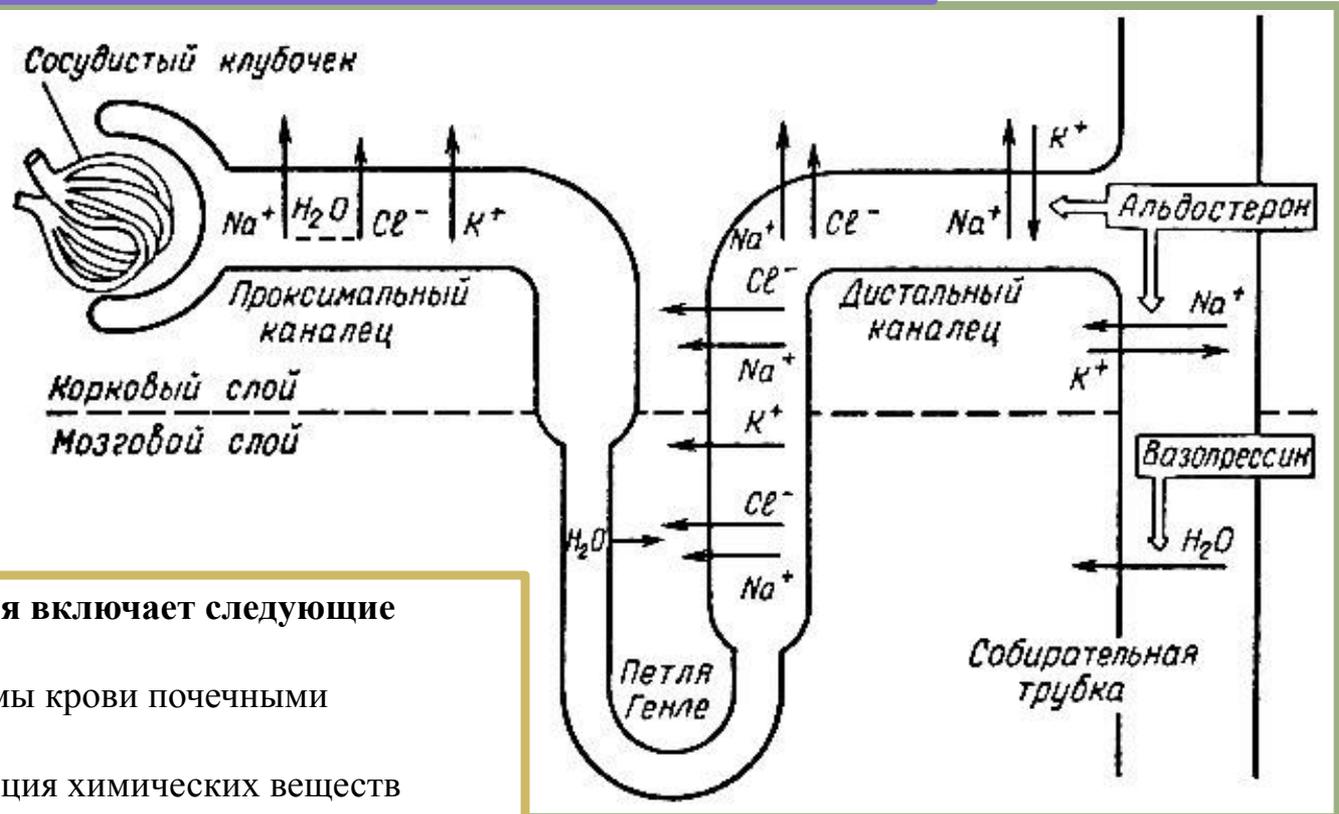
$ОД$  – онкотическое давление,

$КД$  – капиллярное давление,

$К_{капсД}$  – капсулярное давление



# Строение нефрона. Этапы реабсорбции. Гормональная регуляция.



**Процесс мочеобразования включает следующие этапы:**

1. ультрафильтрация плазмы крови почечными клубочками;
2. избирательная реабсорбция химических веществ почечными канальцами;
3. секреция из крови в просвет почечных канальцев веществ, предназначенных для экскреции с мочой;
4. секреция протонов и продукция ионов аммония (аммонигенез).

# Биохимические процессы в почках

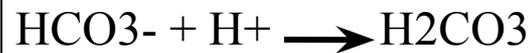
1. Реакции глюконеогенеза (при длительном голодании поставляет глюкозу)
2. Высокая интенсивность энергетического обмена. Почки потребляют 8-10 % вдыхаемого кислорода. Основной источник энергии – жирные кислоты.
3. Гликолиз. Глюкоза обеспечивает около 10% потребностей почек в энергии. В мозговом слое – анаэробный, в корковом – аэробный гликолиз.
4. Интенсивный биосинтез белков.
5. Распад белков с малой молекулярной массой 5000-6000 Да.
6. Катаболизм гормонов (инсулина, др. пептидных гормонов).
7. Первый этап синтеза креатина
8. Синтез ренина, ангиотензина I.
9. Обезвреживание аммиака с помощью глутаминазы, образование аммонийных солей

# Поддержание кислотно-основного равновесия почками

1. Реабсорбция натрия и связывание  $H^+$  кислыми фосфатными солями в почечных канальцах:



2. Реабсорбция натрия и превращение бикарбонатов в угольную кислоту с поглощением  $H^+$ :



3. Образование аммиака с помощью глутаминазы и его связывание с  $H^+$  с образованием аммонийных солей



4. Выведение кетоновых тел с мочой (органические кислоты)

# Свойства мочи

## 1. Диурез (объем мочи за сутки):

Мужчины – около 1500 мл, женщины – 1200 мл за сутки (норма)

**анурия** - менее 100 мл в сутки

**олигоурия** - менее 400 мл в сутки

**полиурия** - более 2100 мл в сутки

**никтурия** –превышение ночного диуреза над дневным

## 2. Плотность мочи **1,015 -1,022 г/мл или г/ куб.см**

Понижение плотности: хронический нефрит, несахарный диабет

Повышение плотности: острый нефрит, сахарный диабет

Изостенурия- плотность вторичной мочи равна плотности первичной мочи (1,010 г/мл)

## 3. Цвет мочи –**соломенно-желтый (норма)** *(подробнее на следующем слайде)*

Розово-красный- кровяные пигменты, гематурия;

Коричневый , красно-коричневый – билирубин, уробилиноген

Черный –алкаптонурия

Синий –индиканурия

## 4. pH мочи **5,3-6,5 (норма)**

Понижение –сахарный диабет, голодание, лихорадка

Повышение – воспалительные процессы в мочевыводящих путях, циститы

## 5. В норме прозрачная,

**мутная** – при содержании слизи, бактерий, крови, солей, жира (липурия)

# Цвет мочи в норме и при патологии

Цвет мочи	Причины, вызывающие окраску мочи и ее изменение
<i>Нормальная моча</i>	
Янтарно- или соломенно-желтый	Урохром А и В, уроэритрин, урозерин, уробилиноген, гематопорфирин
Насыщенно- желтый (гиперхромурия физиологическая)	Малый объем мочи (ограниченное питье, усиленное потоотделение, потребление моркови и других окрашенных продуктов)
Бледно-желтый (гипохромурия физиологическая)	Большой объем мочи (усиленное питье, мочегонные продукты питания)
<i>Моча при патологии</i>	
Темно-желтый (гиперхромурия патологическая)	Поносы, токсикозы, лихорадочные состояния, рвота, заболевания печени, сердца, гемолитические состояния
Бледно-желтый (гипохромурия патологическая)	Сахарный диабет, несахарный диабет, нефросклероз и др.
Красный или розовый цвет	Гематурия, гемоглобинурия, порфирурия, при приеме красного стрептоцида, амидопирина, антипирина, сантонина, сульфазола
Зеленый или синий	Прием метиленовой сини, при выраженной желтухе (биливердин)
Коричневый	Билирубинурия, метгемоглобинурия, порфирурия. Прием в пищу ревеня, александрийского листа
Молочно-белый	Липурия, хилурия
Черно-бурый, образуется при стоянии на воздухе (в раннем возрасте)	Алкаптонурия, меланома, прием салола, нафтола
Оранжевый	Прием витаминов (рибофлавина).

# Состав мочи

**Плотные вещества**  
Около 60 г в сутки

**Органические вещества**  
35-45 г в сутки

**Неорганические вещества**  
15-25 г в сутки

**азотсодержащие**

1. Мочевина -12-36 г
2. Креатинин – 10-32 мг
3. Мочевая кислота -0,7 г
4. Аминокислоты 1,1 г
5. Гиппуровая кислота -0,7 г

**безазотистые**

- 1.Щавелевая к-та
2. Молочная к-та
3. Лимонная к-та
4. Масляная к-та
5. Янтарная к-та
- 6.Ацетоуксусная к-та
- 7.*b*-гидроксимасляная к-та

**Катионы:**  
натрий, калий,  
кальций, магний  
**Анионы:** хлориды,  
фосфаты, бикарбонаты,  
сульфаты, гидро- и  
дигидрофсфаты.  
Аммиак

# Минеральные компоненты мочи

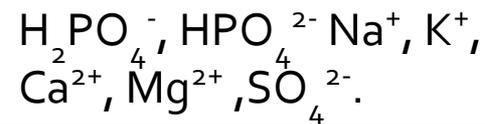
Минеральные вещества		
Na <sup>+</sup>	3-6г/сут	120-261 ммоль/сут
K <sup>+</sup>	1,5-3,0 г/сут	38-76 ммоль/сут
Ca <sup>2+</sup>	0,1-0,3 г/сут	2.5-7.5 ммоль/сут
Mg <sup>2+</sup>	0,1-0,2 г/сут	8-16 ммоль/сут
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,6-1,3 г/сут	36-78 ммоль/сут
Cl <sup>-</sup>	3,5-9,0 г/сут	120-170 ммоль/сут
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0-3 г/сут	19-25 ммоль/сут
фосфаты	2,5-4,0 г/сут	20-50 ммоль/сут
Неорганические сульфаты	0,6-1,8 г S	40-120 ммоль/сут

## Неорганические (минеральные) компоненты мочи

**Ионы натрия и хлора.** В норме около 90% принятых с пищей хлоридов выделяется с мочой (**8–15 г NaCl в сутки**).

**Ионы калия, кальция и магния.** с мочой выделяется лишь около 30% всего количества ионов Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, подлежащего удалению из организма. **Основная масса щелочноземельных металлов выводится с калом.**

**Бикарбонаты, фосфаты.** Количество бикарбонатов в моче в значительной мере коррелирует с величиной pH мочи. При pH 5,6 с мочой выделяется 0,5 ммоль/л, при pH 6,6 – 6 ммоль/л, при pH 7,8 – 9,3 ммоль/л бикарбонатов. **Уровень бикарбонатов повышается при алкалозе и понижается при ацидозе. Обычно с мочой выводится менее 50% всего количества выделяемых организмом фосфатов.**



## Причины повышения уровня фосфатов в моче:

Повышение уровня фосфатов в моче может быть вызвано потреблением в пищу таких продуктов как: рыба, икра, молоко, кефир, овсяная, перловая, гречневая каши.

Причиной выпадения солей фосфатов бывает щелочная реакция мочи и высокое содержание кальция в моче.

# Патологические компоненты мочи

- 1. Белки (протеинурия).** Почечная протеинурия- белки плазмы крови попадают в мочу при повреждении нефрона и нарушения процессов фильтрации. **Внепочечная протеинурия-** поражение мочевых путей или предстательной железы
- 2. Кровь (гематурия, гемоглобинурия).** Почечная гематурия – острый нефрит, внепочечная гематурия –травмы мочевых путей, воспалительные процессы.
- 3. Глюкоза (глюкозурия) –** сахарный диабет. Другие моносахариды: врожденные патологии: фруктозурия, пенттозурия, галактозурия
- 4. Кетоновые тела (кетонурия) –** сахарный диабет. В норме ежедневно выделяется 0,01 г, при сахарном диабете до 150 г.
- 5. Билирубин (билирубинурia) –**желтухи, желчно-каменная болезнь, закупорка желчных протоков, заболевания паренхимы печени.
- 6. Уробилин, стеркобилин –** возрастает при гемолитической и печеночной желтухах
- 7. Порфирины (порфирурия) –** заболевания печени, пернициозная анемия
- 8. Креатин (креатинурия) –** при мышечной дистрофии
- 9. Фенилаланин, фенилпируват -** фенилкетонурия
- 10. Гомогентизиновая кислота -** алкаптонурия

# Патологические компоненты мочи

компонент	норма	патологии
Глюкоза	следы	<b>Глюкозурия:</b> сахарный диабет, гипертиреоз, синдром Иценко-Кушинга, акромегалия, отравления органическими веществами, инсульты, поражения ЦНС, потребление большого количества углеводов, стресс
Белки	следы	<b>Протеинурия, альбуминурия:</b> поражение мочевых путей и предстательной железы, лихорадочные состояния, анемия и заболевания печени, физические нагрузки, переохлаждение, стресс, эпилепсия. Юношеская и физиологическая протеинурия
Кетоновые тела	20-50 мг в сутки	<b>Кетонурия:</b> голодании, кахексии, при приеме значительных количеств щелочных веществ, в послеоперационном периоде, при гликогенозах I, II и IV типов, гиперинсулинизме, тиреотоксикозе, акромегалии, гиперпродукции глюкокортикоидов, инфекционных болезнях и интоксикациях, при повторных рвотах, после общего наркоза, а так же у лиц, страдающих стенозами пищевода и при раке желудка
Креатин	-	<b>Креатинурия:</b> беременность, ранний послеродовой период, голодание, сахарный диабет, гипертиреоз, лихорадка, атрофия мышц, миопатия и прогрессирующая мышечная дистрофия, инфекционные заболевания, переломы костей, красная волчанка, ожоги, гиповитаминоз B.
Желчные пигменты	-	<b>Билирубинурия:</b> печеночно-клеточная и обтурационная желтухи, желтуха новорожденных. Моча окрашивается в темный цвет (цвет крепкого чая), коричневый или зеленый.
Кровь	-	<b>Гематурия:</b> острые и хронические диффузные нефриты, туберкулез почек, пиелонефриты, инфаркт почек, недостаточность кровообращения с выраженными застойными явлениями, почечно-каменную болезнь, опухоли мочеполовых органов: травмы почек и мочевыводящих путей. <b>Гемоглобинурия:</b> отравлениях уксусной кислотой, сульфаниламидными препаратами, фенолом, аммиаком, йодоформом, ядовитыми грибами, после приступов малярии, после переливания несовместимой крови, при пароксизмальной гемоглобинурии, наступающей под влиянием охлаждения, при длительных маршевых переходах и после верховой езды.
Индол	-	<b>Индолурия:</b> нарушение обезвреживающей функции печени.
Индикан	следы	<b>Индиканурия:</b> усиленное гниение белков в толстом кишечнике (запоры, большое поступление белка с пищей, рак прямой кишки).