

В. В. Грачева, И. В. Карпова

# **ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ПОЧКИ**

*Учебное пособие*

Под общей редакцией А. Ф. Якимовского

Санкт-Петербург  
СпецЛит  
2017

УДК 612.46  
Г78

Авторы:

*Грачева Вера Викторовна* — доцент кафедры нормальной физиологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова, кандидат биологических наук;  
*Карпова Инесса Владимировна* — доцент кафедры нормальной физиологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова, кандидат биологических наук

Общая редакция:

*Якимовский Андрей Федорович* — профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой нормальной физиологии ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова.

Рецензент:

*Евлахов В. И.* — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник НИИ экспериментальной медицины.

**Грачева В. В., Карпова И. В.**

Г78 Основы физиологии почки : учебное пособие / под общ. ред. А. Ф. Якимовского. — Санкт-Петербург : СпецЛит, 2017. — 53 с. ISBN 978-5-299-00860-9

Несмотря на большое количество учебной литературы, материал по физиологии почек в рамках учебной программы по курсу нормальной физиологии воспринимается тяжело. Авторы пособия надеются, что их труд поможет разобраться в наиболее сложных вопросах этой темы. В методическом пособии даны современные представления о механизмах гломерулярной фильтрации, реабсорбции и секреции, а также некоторые из методов оценки функционального состояния почек. В отдельных разделах пособия рассмотрены вопросы, касающиеся участия почек в регуляции артериального давления, водно-солевого баланса организма, кислотно-щелочного равновесия. Пособие написано в помощь студентам медицинских вузов, но будет полезно и врачам-практикам.

Авторы благодарят Юрия Ракова — студента 6-го курса лечебного факультета ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова за техническую помощь в подготовке и оформлении пособия.

**УДК 612.46**

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Условные сокращения</b> .....	4
<b>Предисловие</b> .....	5
Выделение .....	6
Функции почек в организме человека .....	7
Строение нефрона .....	8
Классификация нефронов .....	12
Особенности кровоснабжения почки .....	13
Процессы, лежащие в основе мочеобразования .....	15
Клубочковая фильтрация и факторы ее определяющие .....	16
Реабсорбция и ее виды .....	20
Механизмы транспорта веществ через стенку канальца в интерстиций .....	22
Перенос веществ из интерстициального пространства в кровь ...	25
Секреция и ее виды .....	26
Методы оценки функционального состояния нефрона .....	27
Механизм создания концентрационных градиентов в почке	30
Механизмы реабсорбции ионов натрия .....	35
Регуляция кислотно-основного состояния .....	36
Секреция ионов водорода .....	37
Роль почек в регуляции содержания кальция в крови .....	39
Механизмы реабсорбции кальция .....	40
Роль почек в регуляции содержания калия в кров .....	40
Участие почек в эритропоэзе .....	41
Ренин-ангиотензин-альдостероновая система .....	41
Нейрогуморальные механизмы регуляции работы почки ...	44
Нейрогуморальные механизмы регуляции объема и осмотического давления внутренней среды организма .....	48
<b>Приложение</b> .....	51
<b>Литература</b> .....	52

## УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

- АДГ — антидиуретический гормон  
АПФ — ангиотензинпревращающий фермент  
АТФ — аденозинтрифосфат  
ИГФ — индуцируемый гипоксией фактор  
КОС — кислотно-основное состояние  
ЛОТП — люминальный отрицательный трансэпителиальный потенциал  
ЛПТП — люминальный положительный трансэпителиальный потенциал  
ПАГ — парааминогиппуровая кислота  
ПНФ — предсердный натрийуретический фактор  
РААС — ренин-ангиотензин-альдостероновая система  
СКФ — скорость клубочковой фильтрации  
ХКФ — холекальциферол  
цАМФ — циклический аденозинмонофосфат  
ЭПС — эндоплазматическая сеть

## ПРЕДИСЛОВИЕ

С момента выхода пособия «Физиология почки» в 2012 году в структуре учебного процесса произошли существенные изменения, обусловленные принятием нового образовательного стандарта.

В новое учебное пособие «Основы физиологии почки» по просьбе клиницистов включены разделы, касающиеся участия почек в регуляции водно-солевого обмена, артериального давления, баланса кальция и кислотно-основного состояния внутренней среды организма. Вместе с тем опыт использования предыдущего пособия в учебном процессе потребовал изменить некоторые формулировки и порядок изложения материала, чтобы сделать текст более пригодным для самостоятельного изучения. В настоящем издании также приводятся сведения из смежных дисциплин — анатомии, гистологии, биохимии — в объеме, необходимом для наилучшего понимания функции почек.

## ВЫДЕЛЕНИЕ

Физиологический процесс, направленный на выведение из внутренней среды организма конечных продуктов метаболизма, чужеродных, токсических веществ, избытка ионов и воды, называется **выделением**, или **экскрецией**. В состав выделительной системы организма входят почки, легкие, желудочно-кишечный тракт, печень, железы (слюнные, потовые, сальные, молочные).

Процессы газообмена, происходящие в **легких**, обеспечивают удаление из внутренней среды организма летучих метаболитов и экзогенных веществ (углекислого газа, аммиака, ацетона, этанола). Через слизистую оболочку дыхательных путей испаряется значительное количество воды (от 400 мл в покое и до 1 л при усиленном дыхании).

Выделительная функция **печени** реализуется за счет образования и секреции желчи. С желчью экскретируются конечные продукты обмена гемоглобина в виде желчных пигментов и конечные продукты обмена холестерина в виде желчных кислот. В составе желчи из организма выводятся тироксин, мочевины, кальций и фосфор, лекарственные препараты, соли тяжелых металлов.

Выделительная функция **кожи** обеспечивается преимущественно деятельностью потовых желез. С потом из организма выводятся в покое до  $\frac{1}{3}$  общего количества экскретируемой воды, 5–7 % всей мочевины, мочевины, мочевины, мочевины, креатинин, хлориды, натрий, калий, кальций, органические вещества, липиды, микроэлементы.

Выделительная функция **желудка и кишечника** обеспечивает выведение из организма мочевины, мочевины, мочевины, лекарственных и ядовитых веществ (ртуть, йод, салицилаты, хинин).

При нарушении деятельности почек и печени, а также при отравлении различными веществами **через ротовую полость** могут выделяться: мочевины, мочевины, бром, йод, соли тяжелых металлов (ртуть, свинец), алкоголь, цианиды (у курильщиков), некоторые лекарственные препараты. Выделение этих веществ может приводить к поражению слизистой оболочки ротовой полости (например, появление черного окрашивания — «свинцовая кайма» губ при отравлении солями тяжелых металлов), что служит причиной обращения к стоматологу и должно помочь ранней и правильной диагностике указанных состояний. Особенностью экскреции через ротовую полость является то, что выделяемые вещества действуют на расположенные здесь рецепторы. Это может сопровождаться возникновением вкусовых ощущений, чувства жжения («осознаваемая экскреция»), что имеет важное диагностическое значение.

Между органами выделения существуют функциональные и регуляторные взаимосвязи. Например, при нарушении выделительной

функции почек через слизистую верхних дыхательных путей и ротовой полости выделяется много мочевины. Последняя под влиянием уреазы микроорганизмов зубного и язычного налета переходит в аммиак, определяющий соответствующий запах изо рта.

## ФУНКЦИИ ПОЧЕК В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Специализированным органом выделения следует считать почки, поскольку именно эти органы обеспечивают процессы очистки крови от веществ, подлежащих выведению, а также обладают механизмами возврата в организм тех компонентов плазмы крови, которые необходимо сохранить. Уникальная система кровоснабжения почек такова, что за сутки вся кровь организма проходит через них 350 раз. Ни один другой орган, имеющий отношение к функции выделения, не может обеспечить столь интенсивной очистки крови. Поэтому без почек жизнь невозможна.

Почки поддерживают постоянство состава и объема внеклеточной жидкости, омывающей клетки, обеспечивая тем самым оптимальные условия жизнедеятельности последних. Они выводят из организма избыток воды и растворенных в ней веществ. И напротив, при дефиците воды или электролитов начинают действовать процессы, направленные на уменьшение дальнейшей их потери без нарушения экскреции конечных продуктов обмена.

Контролируя состав плазмы крови, почки выполняют **гомеостатическую функцию**. Во внутренней среде организма почками поддерживается рН, ионный состав (**изоиония**), осмотическое давление (**изоосмия**), объем жидкости (**изоволюмия**). Поскольку работа почек возможна только при условии постоянного притока крови, это единственный орган, способный изменять **системное артериальное давление** в зависимости от интенсивности собственного кровотока. Для этого почка включает специальные механизмы, основным из которых является ренин-ангиотензин-альдостероновая система.

Помимо обеспечения экскреции и постоянства параметров внутренней среды, почки:

1) **синтезируют и секретируют** в кровь **гуморальные факторы регуляции**:

- кровообращения (ренин, простагландины, кинины);
- эритропоэза (эритропоэтины);
- свертывания крови (урокиназа, тромбопластин, тромбоксан);
- кальций-фосфорного обмена (кальцитриол);

2) **участвуют в глюконеогенезе**: во время длительного голодания почки синтезируют глюкозу из аминокислот.

Вера Викторовна **Грачева**,  
Инесса Владимировна **Карпова**

## **ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ПОЧКИ**

*Учебное пособие*

Редактор *Пугачева Н. Г.*  
Корректор *Полушкина В. В.*  
Компьютерная верстка *Габерган Е. С.*

Подписано в печать 03.04.2017. Формат 60 × 88 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печ. л. 3,5. Тираж 1000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».  
190103, Санкт-Петербург, 10-я Красноармейская ул., 15  
Тел.: (812) 495-36-09, 495-36-12  
<http://www.speclit.spb.ru>.

Отпечатано в ГП ПО  
«Псковская областная типография»,  
180004, г. Псков, ул. Ротная, д. 34