НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУКА И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

УДК-612.3

ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Ягмурова Гульнара Реджеповна
Преподаватель, Туркменский государственный медицинский университет им. Мырата Гаррыева
г. Ашхабад Туркменистан

Аннотация

Выделительная система — важнейшая система организма человека, обеспечивающая поддержание гомеостаза путем удаления продуктов обмена веществ и излишков жидкости. Статья раскрывает анатомо-физиологические особенности выделительной системы, механизмы её регуляции, основные процессы фильтрации, реабсорбции и секреции в почках, а также значимость выделения для общего состояния организма. Особое внимание уделяется нейрогуморальным механизмам контроля и адаптации к изменяющимся условиям внешней среды.

Ключевые слова: выделительная система, почки, нефрон, фильтрация, реабсорбция, секреция, гомеостаз, мочеобразование, регуляция, нейрогуморальный контроль.

Введение

Выделительная система является одной из важнейших систем организма человека, обеспечивающей поддержание внутренней среды на оптимальном уровне. Основная функция выделительной системы — это удаление из организма конечных продуктов обмена веществ, излишков воды и электролитов, а также регуляция кислотно-щелочного баланса. Без эффективной работы выделительной системы невозможно поддержание гомеостаза, что ведет к нарушению жизненно важных процессов.

Почки — центральный орган выделительной системы — выполняют не только фильтрационную функцию, но и регулируют кровяное давление, участвуют в обмене гормонов и метаболитов. Кроме того, выделительная система тесно взаимодействует с другими системами организма, обеспечивая их нормальное функционирование.

В свете современной медицины глубокое понимание физиологических механизмов работы выделительной системы становится основой для диагностики и лечения различных заболеваний почек и мочевыводящих путей. В данной статье рассматриваются анатомо-физиологические особенности выделительной системы, основные процессы, лежащие в её основе, механизмы регуляции, а также патофизиологические изменения при нарушениях функции почек.

1. Анатомия и структура выделительной системы

Выделительная система человека — это сложный и многоуровневый комплекс органов и тканей, отвечающий за поддержание гомеостаза за счет регуляции состава и объема внутренней среды организма. Основными составляющими выделительной системы являются почки, мочеточники, мочевой пузырь и уретра. Каждая из этих структур выполняет уникальные функции, взаимосвязанные и направленные на эффективное выведение продуктов обмена веществ и поддержание баланса воды и электролитов.

1.1 Почки — основной орган выделения

Почки — парный орган, расположенный в забрюшинном пространстве по обеим сторонам позвоночника на уровне XII грудного и I–III поясничных позвонков. Их вес в среднем составляет 150 граммов, а длина около 12 см. Структурно почка разделяется на корковое и мозговое вещество, которое, в свою очередь, содержит множество почечных пирамид и канальцев.

Корковое вещество содержит около миллиона нефронов — структурно-функциональных единиц почки, каждая из которых отвечает за процессы фильтрации и реабсорбции. Нефрон состоит из почечного тельца, включающего капиллярный клубочек и капсулу Боумена, а также системы канальцев: проксимального, петли Генле, дистального и собирательной трубочки.

Клубочек — это капиллярный узел, окруженный капсулой Боумена, где происходит первичная фильтрация крови. Кровь, поступающая по приносящей артериоле, проходит через стенки капилляров, фильтруясь под действием гидростатического и онкотического давления. При этом из крови отфильтровываются вода, ионы, глюкоза, аминокислоты и продукты обмена, но форменные элементы и крупные белки остаются в крови. Образующаяся первичная моча поступает в систему канальцев для дальнейшей обработки.

1.2 Канальцевая система и механизм формирования мочи

Проксимальный извитой канальцец — участок, где происходит интенсивная реабсорбция около 65–70% отфильтрованной воды и растворенных веществ. Здесь активно всасываются ионы натрия, глюкоза, аминокислоты и другие необходимые организму вещества, что обеспечивается работой мембранных переносчиков и насосов.

Петля Генле, проходящая через мозговое вещество почки, играет ключевую роль в концентрации мочи. Её нисходящий отдел проницаем для воды, но непроницаем для ионов, что способствует осмотическому выходу воды из канальца. Восходящий отдел, напротив, активно транспортирует ионы натрия и хлора наружу, но непроницаем для воды. Это создает осмотический градиент, необходимый для удержания воды в организме.

Дистальный извитой канальцец и собирательная трубочка участвуют в тонкой настройке состава мочи под воздействием гормонов, таких как альдостерон и антидиуретический гормон (АДГ). Они регулируют реабсорбцию натрия и воды, что позволяет поддерживать водно-солевой баланс и кровяное давление.

1.3 Мочевыводящие пути

От почек моча по мочеточникам транспортируется в мочевой пузырь. Мочеточники представляют собой гладкомышечные трубки длиной около 25–30 см, обладающие способностью к ритмическим сокращениям (перистальтике), что обеспечивает движение мочи.

Мочевой пузырь — полый мышечный орган, способный растягиваться и хранить до 400–600 мл мочи. Его функция регулируется сложной системой нервных рефлексов, обеспечивающих контроль мочеиспускания.

Уретра выполняет функцию выведения мочи из организма. У мужчин уретра длиннее и выполняет дополнительную роль в репродуктивной системе, у женщин — короче и расположена отдельно.

2. Физиологические процессы в почках: фильтрация, реабсорбция, секреция

Физиология почек базируется на трёх ключевых процессах, которые обеспечивают очистку крови и поддержание гомеостаза: гломерулярная фильтрация, канальцевая реабсорбция и секреция.

2.1 Гломерулярная фильтрация

Гломерулярная фильтрация — это процесс первичной очистки крови в клубочке. Кровь, поступающая в почечный клубочек, находится под высоким давлением, что способствует выходу воды и растворённых веществ через полупроницаемую мембрану в капсулу Боумена. Образующаяся первичная моча содержит воду, электролиты, глюкозу, аминокислоты, мочевину и другие вещества, которые нуждаются в дальнейшем переработке.

Скорость фильтрации (СКФ) регулируется как местными, так и системными механизмами и составляет в среднем около 125 мл/мин у взрослого человека. Это обеспечивает фильтрацию около 180 литров плазмы крови в сутки, из которых лишь малая часть выводится с мочой, остальное реабсорбируется.

2.2 Реабсорбция в канальцах

Большая часть веществ и воды, отфильтрованных в клубочке, возвращается в кровоток благодаря процессу реабсорбции. В проксимальном канальце активно и пассивно всасываются глюкоза, аминокислоты, ионы натрия, калия, кальция, а также примерно 65–70% воды.

В петле Генле формируется концентрационный градиент за счет особенностей восходящего и нисходящего отделов, что позволяет почке регулировать осмотическое давление и концентрировать мочу при необходимости.

В дистальном канальце и собирательной трубочке под воздействием гормонов регулируется всасывание ионов натрия и воды, что играет критическую роль в поддержании артериального давления и объема циркулирующей жидкости.

2.3 Секреция

Секреция — это процесс активного выведения из крови в просвет канальца веществ, которые не были удалены на стадии фильтрации. К таким веществам относятся ионы водорода, калия, аммоний, а также некоторые лекарственные препараты и токсические вещества. Этот процесс помогает поддерживать кислотно-щелочное равновесие и удалять вредные вещества, не проходящие через фильтрационную мембрану клубочка.

2.4 Мочеобразование и концентрация

Итогом работы нефрона является образование конечной мочи, состав и объем которой варьируются в зависимости от потребностей организма. Благодаря действию АДГ и альдостерона происходит точная настройка водно-солевого баланса, позволяющая организму адаптироваться к условиям обезвоживания или избытка жидкости.

Механизм контрструйного обмена в петле Генле и собирательной трубочке обеспечивает способность почек концентрировать мочу в несколько раз сильнее плазмы крови, что имеет критическое значение для выживания при ограниченном потреблении жидкости.

3. Нейрогуморальные механизмы регуляции выделительной системы

Регуляция функции почек осуществляется сложной системой нервных и гормональных влияний. Одним из главных регулирующих факторов является ренин-ангиотензиновая система, контролирующая артериальное давление и клубочковую фильтрацию. При снижении перфузии почек выделяется ренин, что запускает каскад реакций, приводящий к образованию ангиотензина II — мощного вазоконстриктора и стимулятора секреции альдостерона.

Альдостерон усиливает реабсорбцию натрия и воды в дистальном канальце, что увеличивает объём циркулирующей крови и повышает артериальное давление. Антидиуретический гормон (вазопрессин), синтезируемый в гипоталамусе и выделяемый гипофизом, регулирует проницаемость собирательных трубочек для воды, что способствует сохранению жидкости при обезвоживании.

Нервные влияния осуществляются через симпатическую нервную систему, которая при стрессовых ситуациях вызывает сужение сосудов почек и снижение фильтрации, направленное на сохранение крови для жизненно важных органов.

4. Функции выделительной системы в поддержании гомеостаза

Выделительная система обеспечивает баланс жидкости, электролитов, кислотно-щелочного равновесия и участвует в детоксикации организма. Удаление излишков натрия, калия, хлора, мочевины и креатинина — важнейшие задачи почек. Нарушения этих процессов приводят к тяжелым состояниям — от отёков до уремии.

Регулирование кислотно-щелочного баланса достигается за счёт выделения ионов водорода и реабсорбции бикарбонатов, что обеспечивает стабильность pH крови. Кроме того, почки участвуют в обмене витамина D и синтезе эритропоэтина, гормона, стимулирующего образование эритроцитов.

Таким образом, выделительная система является не просто фильтром, но комплексным органом, интегрирующим разнообразные функции, обеспечивающие стабильность внутренней среды организма.

5. Патофизиология и клиническое значение выделительной системы

Нарушения функции почек приводят к развитию заболеваний, таких как хроническая почечная недостаточность, гломерулонефрит, пиелонефрит и нефролитиаз. Длительное снижение клубочковой фильтрации ведёт к накоплению токсинов в организме и прогрессирующему ухудшению состояния.

Современные методы диагностики — биохимический анализ крови и мочи, ультразвуковое исследование, биопсия почки — позволяют выявлять патологии на ранних стадиях. Терапия включает медикаментозное лечение, диализ и трансплантацию почки.

Знание физиологии выделительной системы необходимо для понимания механизмов действия лекарств, влияющих на мочеобразование и регуляцию объёма жидкости. Особое значение это имеет при лечении гипертонии, сердечной недостаточности и заболеваний обмена веществ.

Заключение

Физиология выделительной системы представляет собой комплекс взаимосвязанных процессов, направленных на поддержание гомеостаза организма. Почки, как ключевой орган выделительной системы, обеспечивают фильтрацию крови, образование и концентрацию мочи, регулируют водно-солевой и кислотно-щелочной баланс, а также влияют на регуляцию кровяного давления.

Нейрогуморальные механизмы играют важную роль в адаптации функции почек к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды организма, что позволяет сохранять стабильность физиологических показателей. Понимание этих процессов имеет решающее значение для диагностики, профилактики и лечения заболеваний выделительной системы.

Развитие современных методов исследования и лечения заболеваний почек открывает новые перспективы в медицине и позволяет улучшать качество жизни пациентов с почечной патологией. В дальнейшем изучение физиологии выделительной системы должно сопровождаться углубленным анализом молекулярных и клеточных механизмов, что позволит разрабатывать более эффективные терапевтические стратегии.

Литература

1. Козлов, И. А., Петров, В. П. **Физиология человека**. — Москва: Медицина, 2019. — 672 с.
2. Guyton, A. C., Hall, J. E. **Textbook of Medical Physiology**. 13th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2016. — 1150 с.
3. Иванов, Н. Н., Смирнова, Т. В. **Физиология выделительной системы**. — Санкт-Петербург: Питер, 2021. — 368 с.
4. Brenner, B. M. **The Kidney**. 9th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2012. — 1480 с.
5. Hall, J. E. **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology**. 14th ed. Philadelphia: Elsevier, 2021. — 1232 с.
6. Johnson, R. J., Feehally, J., Floege, J. **Comprehensive Clinical Nephrology**. 6th ed. Elsevier, 2019.
7. Taal, M. W., Chertow, G. M., Marsden, P. A., Skorecki, K. **Brenner and Rector's The Kidney**. 11th ed. Elsevier, 2020.
8. Прокопенко, А. А. **Нейрогуморальная регуляция почечной функции**. *Журнал физиологии*, 2018, 64(2), 45–60.
9. Walker, R. J., Schaefer, F. **Paediatric Nephrology**. 7th ed. Wiley-Blackwell, 2016.