

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПОЧЕК ОСЕТРОВЫХ И КОСТИСТЫХ РЫБ ВОЛГО-КАСПИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

© Ал. А. Романов, И. Н. Лепилина, Ан. А. Романов

Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань

Методом световой микроскопии изучено морфофункциональное состояние мезонефроса различных видов осетровых и костистых рыб, отловленных из естественных водоемов. Отмечены различные изменения в структурно-функциональных элементах нефронов туловищной почки. К наиболее частым нарушениям можно отнести кровоизлияния в межканальцевую ткань почек, гиалиноз стенок сосудов, отечность эпителия и воспалительные процессы. Выявленные нарушения могут являться ответной реакцией на негативные воздействия внешней среды.

Ключевые слова: осетровые, нефрон, почечные тельца, извитые канальцы, эпителий.

Почки рыб способны выполнять многообразные функции: они регулируют водный обмен, количество и состав электролитов, поддерживают кислотно-щелочное, солевое равновесие в крови и тканевой жидкости (Beuchat, Braun, 1988; Satlin et al., 1994). Через почки путем канальцевой секреции выводятся и фенольные соединения, и продукты их детоксикации (Шмид-Ниельсон, 1982; Наточин, 1983; Хем, Кормак, 1983), а также происходит становление дефинитивного кроветворения (Medvinsky et al., 1993).

Почки у рыб мезонефрические. Отдельный почечный каналец вместе с клубочком является структурной и функциональной единицей (нефрон). Канальцевая часть нефрона состоит из трех последовательных отделов — проксимального, дистального и короткого связующего (Гамбарян, 1985). Задача настоящей работы состоит в том, чтобы с использованием гистологических методик выявить нарушения в мезонефрозе осетровых и костистых рыб в морской и речной периоды жизни в современных экологических условиях.

Материал и методика

Объектами исследования служили: осетр *Acipenser güldenstädti* В., севрюга *Acipenser stellatus* Р., белуга *Huso huso* L., стерлядь *Acipenser ruthenus* L., щука *Exos lucius* и пуголовка *Benthophilus macrocephalus*.

Сбор материала осуществляли в 1996—2003 гг. в Каспийском море во время проведения морских экспедиционных рейсов согласно принятой в КаспНИРХе сетке траловых станций, а также в р. Волге на участке от пос. Цаган-Аман до лицевой (первой от моря) тони «Чкаловская» (Главный банк). Протяженность речного участка, на котором проводили исследования, составила 320 км. Осетровые в морской период жизни преимущественно были представлены особями II стадии зрелости гонад (Трусов, 1964). Доля рыб с переходными стадиями

зрелости гонад (II—III) составила в среднем 7.2 %. Количество рыб на III не превышало 5.7 %. Выборка рыб, находящихся в преднерестовом состоянии (III—IV стадии) — 2.3 %. Количество рыб VI—VII стадии, участвующих в нересте, составило 1.8 % от своей выборки. Все костистые рыбы были представлены особями II стадии развития половых продуктов.

Всего исследовано 742 экземпляра рыб, в том числе 68 белуг, 293 осетра, 184 севрюги, 134 стерляди, 11 шук и 52 пуголовки. Рыбу отлавливали 24.7-9.0-и 4.5-метровыми донными тралами с научно-исследовательских судов, а также набором ставных сетей с ячейей от 40 до 180 мм.

Образцы почек фиксировали в жидкости Буэна и в 10%-ном нейтральном формалине. Материал обрабатывали методами классической гистологии (Ромейс, 1954). Препараты окрашивали гематоксилином—эозином, в отдельных случаях — по Маллори. Изучение морфофункционального состояния мезонефроса проводили под обычным световым микроскопом с окуляр-микрометром. Размеры клубочков для вычисления площади измеряли по большому и малому диаметрам (по 100 измерений у каждого вида). Материалы обработаны статистически с помощью пакета программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Почечная ткань рыб имеет три основных элемента: 1) межканальцевая гемопозитическая ткань, в которой формируются красные и белые клетки крови; 2) рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань; 3) нефроны — структурно-функциональные единицы экскреторной части почек. Особенностью строения почек осетровых рыб в отличие от костистых является неоднородность в структуре нефронов. Это проявляется в варьировании размеров почечных телец, диаметров проксимального и дистального отделов, различиями в строении

и высоте выстилающего эпителия, а также в наличии вставочного (промежуточного) отдела.

Почечное тельце у осетровых рыб образовано клубочком капилляров, заключенных в капсулу. Формы мезонефральных телец — округлая (55 %), эллипсоидная (35 %) или неправильная (10 %). Площадь клубочков на гистологических срезах колебалась в зависимости от исследованного вида осетровых. Наибольшие значения у севрюги — $18\,143.60 \pm 198.44$ мкм², наименьшие — у белуги — $10\,618.95 \pm 717.42$ мкм². Площадь срезов клубочков у осетра и стерляди занимала промежуточное положение — $12\,343.04 \pm 502.63$ и $15\,866.04 \pm 663.29$ мкм² соответственно. Площадь гистологических срезов мочевого пространства у стерляди составила 4174.86 ± 226.44 мкм², у севрюги — 4280.66 ± 487.73 , у белуги — 4515.60 ± 460.36 , у осетра — 4646.76 ± 180.26 мкм². Площадь сосудистых клубочков с патологическими нарушениями была увеличена на 20—25 %, объем мочевого пространства в таких тельцах сокращен или отсутствовал.

Эпителий наружного листка капсулы переходит в эпителий проксимального отдела нефрона. Морфология проксимальных канальцев может быть представлена двумя разновидностями. В одном случае встречается низкий эпителий при широком и округлом просвете канальца, в другом — высокий эпителий при небольшом просвете. Данное состояние (как и промежуточный вариант) зависит от функциональной активности эпителиальных клеток канальца и степени растяжения просвета канальца клубочковым фильтратом. Считается, что о выработке большого количества фильтрата свидетельствуют низкий эпителий и широкий округлый просвет канальца (Хем, Кормак, 1983). Высота эпителиальных клеток проксимального канальца при полиурии уменьшается (эпителий плоский — 6.72—8.96 мкм), при анурии клетки становятся более высокими (19.60—22.40 мкм). В норме клетки призматические. Поверхность клеток, обращенных в просвет канальца, покрыта щеточной каемкой. Цитоплазма эпителиальных клеток проксимального отдела нефрона обычно бывает мутной, так как в ней находится большое количество разнообразных включений (пигменты, ураты и т. д.). Ядра клеток округлой формы, они расположены в базальной части клеток. Хроматин рассеян неравномерными глыбками. В просвете извитых канальцев можно увидеть светлую белковую массу (рис. 1).

Промежуточный участок нефрона выстлан кубическим эпителием и напоминает эпителий проксимального отдела, но клетки несколько ниже и лишены щеточной каемки. Ядра у этих клеток более вытянутые, плотные, гиперхромные. Эпителий отечный, цитоплазма мутная. В большинстве случаев (77 %) просвет этих канальцев чистый, иногда имеются светлые гранулы, но только в морской период жизни. У клеток, образующих стенку дистального отдела нефрона кубической формы, цитоплазма светлая. Клетки дистального канальца лишены щеточной каемки.

У осетровых рыб в морской и речной периоды жизни дистрофические изменения эпителия нефрона сопровождаются сосудистой дистонией: отмечено резкое расширение как артериальных, так и венозных сосудов, особенно приносящих артериол. Наблюдается картина зернистой дистрофии эпителия извитых канальцев. В эпителии почек рыб, выловленных в море, более выражены явления отека, мутной цитоплазмы (рис. 2). В отдельных извитых канальцах обнаружено отслоение эпителиального пласта

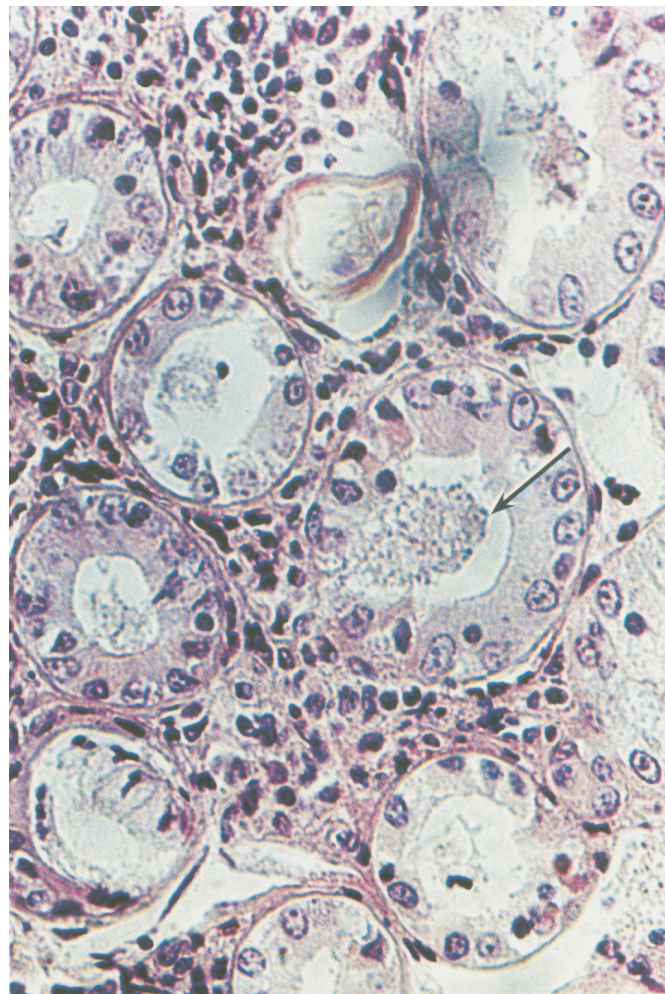


Рис. 1. Извитые канальцы туловищной почки осетра.

Стрелкой отмечено скопление белка в просвете извитого канальца. Окраска гематоксилином—эозином. Об. 22×, ок. 40×.

Fig. 1. Convoluted tubules in the Russian sturgeon mesonephros. Arrow — protein accumulation in the lumen of a convoluted tubule. Lens 22×, eyepiece 40×. Hematoxylin—eosin staining.

от базальной мембраны. Почечные тельца имели дистрофические изменения разной степени: 1) клубочки с резким растяжением петель и переполнением их кровью; 2) увеличенные в объеме клубочки капилляров, заполнявшие почти всю полость почечной капсулы; 3) в полости почечной капсулы имелись эритроциты (только в морской период жизни), обнаружены спайки между капиллярными петлями, их гиалиноз (рис. 3). Иногда «слипшиеся» капиллярные петли примыкали к почечной капсуле только с одной стороны, в этом случае остальная часть почечной капсулы была свободной. Выявлены некробиоз эндотелия капиллярных петель и сегментарный некроз почечного тельца. Некоторые тельца имели несколько сосудистых клубочков, объединенных одной капсулой, идентифицированные как полигломерулярные.

На препаратах обнаружены кровоизлияния в межканальцевую ткань, различные по величине и форме. Особенно значительные кровоизлияния имелись в почках рыб, отловленных в море. У них в межканальцевой ткани отмечены участки отложения кровяного пигмента — гемосидерина.

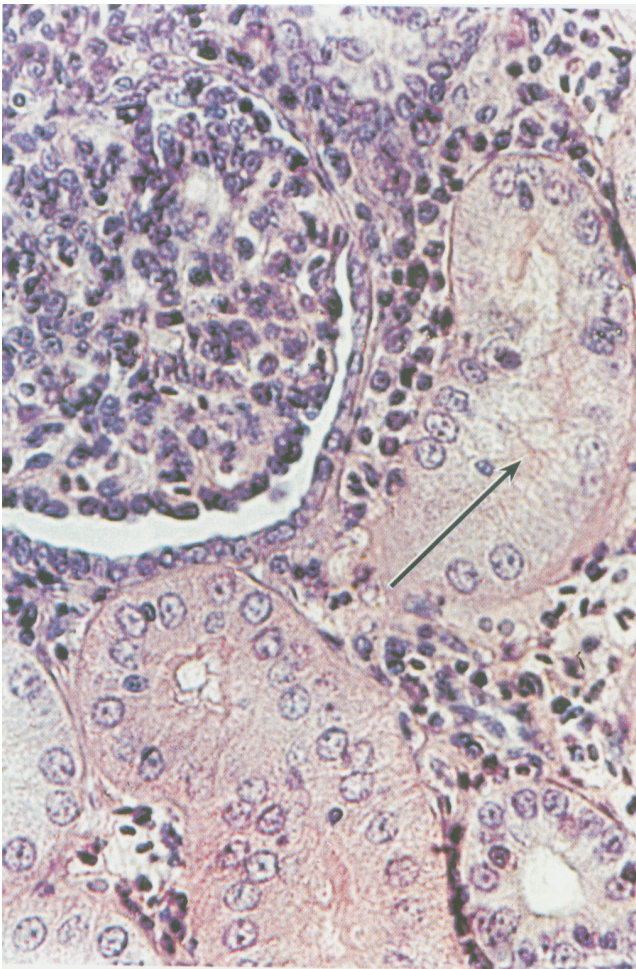


Рис. 2. Извитые каналцы туловищной почки севрюги. Стрелкой отмечена отечность эпителия. Окраска гематоксилином—эозином. Об. 22×, ок. 40×.

Fig. 2. Convoluted tubules in stellate sturgeon mesonephros. Arrow — swollen epithelium of convoluted tubule. Lens 22×, eyepiece 40×. Hematoxylin—eosin staining.

Таким образом, основной адаптации почек осетровых в водоемах с различной соленостью и разным уровнем загрязнения являются структурная гетерохронность нефронов и возможность перестроек клеток почечных телец и каналцев при изменении условий обитания.

Характерные изменения гломерулонефрита в клубочках почек были обнаружены у щуки и пуголовки (бычковые) в опресненной части Северного Каспия (район о-ва Чистая Банка). Структура ткани почек рыхлая, сопровождается очаговыми кровоизлияниями. Эпителий почечных каналцев также в основном изменен. Цитоплазма зернистая, число и размер вакуолей увеличиваются в зависимости от степени патологии. Ядра иногда пикнотические и часто смещены к просвету каналцев. В ткани встречаются скопления пигмента. Наличие пигмента и признаки зернистой дистрофии могут говорить о возможности у этих рыб почечнокаменной болезни (Онищенко, 1991). В некоторых случаях каналцы выглядят отечными. При почечнокаменной болезни (Моисеенко, 1987) структура почек имеет зернистое строение. На гистологических срезах костистых рыб отмечаются

изменения цитоморфологической структуры, вплоть до некроза локальных участков почек.

В почках пуголовки (бычковые) значительно меньше межканальцевой ретикулярной соединительной ткани. Отмечены плазморагии и геморрагии различной величины вплоть до появления пигмента у отдельных рыб. В почечных тельцах в основном выявлено слипание петель капилляров, их увеличение. У пуголовки на гистологических срезах почек представлены все морфологические признаки гломерулонефрита: увеличение объема клубочков, расширение и удлинение капилляров в них; в просветах капилляров обнаружен гомогенный или с сетчатостью экссудат со скоплениями лейкоцитов. Иногда клубочки приобретают своеобразный дольчатый вид, увеличиваясь в объеме и заполняя почти всю капсулу. У пуголовки отмечаются разные варианты нарушений в почечных каналцах: от незначительных (набухание и пролиферация клеток) до дегенеративных изменений клеток эпителия. Вероятно, гистоморфологические изменения в почках рыб тесно связаны с длительностью воздействия токсикантов и их набором. При хрониче-

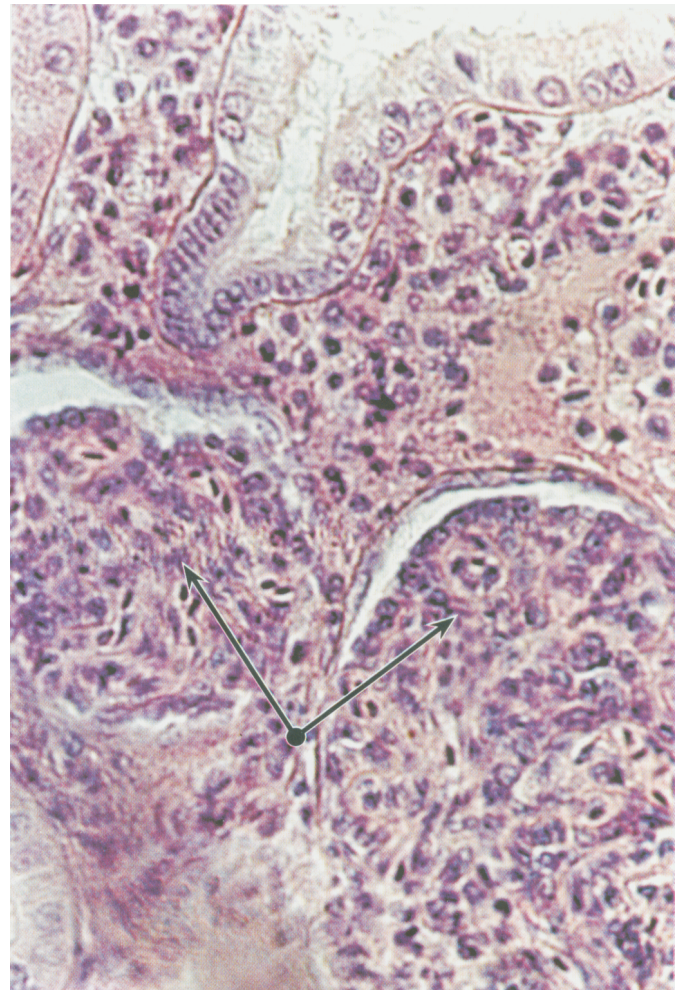


Рис. 3. Почечные тельца туловищной почки севрюги. Стрелками отмечены спайки между капиллярными петлями сосудистого клубочка. Окраска гематоксилином—эозином. Об. 22×, ок. 40×.

Fig. 3. Renal corpuscles in stellate sturgeon mesonephros. Arrow — missures between capillary loops of glomerulus. Lens 22×, eyepiece 40×. Hematoxylin—eosin staining.

Список литературы

ском длительном воздействии разрушаются и исчезают структурные элементы, их место занимает разрастающаяся соединительная ткань. Сосуды почек также значительно утолщаются. В клубочках бычковых обнаружен коллаген. Редко (до 4%), но встречаются процессы некротического характера, развивающиеся в эпителии отделов извитых канальцев почек. Одна из причин (Щерба, 1963) — интоксикация, отравление солями тяжелых металлов (ртуть, свинец, хром и др.). Действие токсических веществ на эпителий извитых канальцев объясняется его реабсорбционной способностью.

В то же время в почках быстро происходит регенерация эпителия канальцев при отравлениях соединениями тяжелых металлов (Саркисов, 1966). Обратимые изменения возможны в клубочковом аппарате. Происходит увеличение размеров сохранившихся телец, их гипертрофия, которая и обеспечивает нормализацию (компенсацию) функций органа.

Таким образом, в почках осетровых и костистых рыб можно выделить следующие адаптивные реакции: изменения в канальцевом эпителии; появление канальцев необычной, атипичной формы; увеличение диаметра канальцев как компенсация уменьшенной фильтрации в клубочках; изменение сосудов системы кровоснабжения и особенно утолщение их стенок; увеличение (гипертрофия) размеров одних клубочков и изменение их формы и дефункционалирование других.

Действие различных токсических веществ в естественных условиях может суммироваться, усиливаясь или ослабляясь. Поэтому дифференцирование отравляющих веществ на фоне их значительного разнообразия, продолжительного воздействия не представляется возможным. В то же время результаты исследований по морфофункциональным нарушениям в почках осетровых и костистых рыб в природных условиях могут служить индикатором неблагоприятного изменения среды обитания, которое приводит к регрессивному состоянию популяций рыб.

Гамбарян С. П. 1985. Микродиссекционное исследование почек осетровых рыб (Acipenseridae) бассейна Каспия. *Вопр. ихтиол.* 25(4) : 647—651.

Моисеенко Т. И. 1987. Диагностика почечнокаменной болезни рыб в естественных водоемах. В кн.: *Методы ихтиотоксикологических исследований.* Л.: Ленуприздат. 102—103.

Наточин Ю. В. 1983. Эволюция водно-солевого обмена и почки. В кн.: *Эволюционная физиология.* Л.: Наука. 2 : 371—426.

Онищенко Л. С. 1991. Гистологическое исследование рыб различных акваторий Ладожского озера: Тез. докл. II Всесоюз. конф. по рыбохозяйственной токсикологии, посвящ. 100-летию проблемы качества воды в России. СПб.: СПбГУ. 81—83.

Ромейс Б. 1954. Микроскопическая техника. М.: Изд-во иностр. лит-ры. 648 с.

Саркисов Д. А. 1966. Материалы к вопросу об обратимости хронических изменений внутренних органов. В кн.: *Очерки по проблеме регенерации.* М.: Медицина. 113—150.

Трусов В. З. 1964. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра. В сб.: *Осетровые южных морей Советского Союза.* Тру. ВНИРО. М.: Пищ. пром-сть. 56: 69—78.

Хем А., Кормак Д. 1983. Гистология. М.: Мир. 5 : 296 с.

Шмид-Нильсон К. 1982. Физиология животных: приспособление и среда. М.: Мир. 2 : 384 с.

Щерба М. Л. 1963. Некротический наркоз. В кн.: *Руководство по внутренним болезням: болезни почек.* М.: Медгиз. 41—114.

Beuchat C. A., Braun E. J. 1988. Allometry of the kidney: implication for the ontogeny of osmoregulation. *Amer J. Physiol.* 255 : 760—767.

Medvinsky A. L., Samoylina N. L., Muller A. M., Dzierzak E. A. 1993. An early pre-liver intraembryonic source of CFU-S in the developing mouse. *Nature.* 364 : 64—67.

Satlin L. M., Yasoshima K., Schwartz G. J. 1994. H⁺-secretion in the rabbit mesonephric collecting tubule. *Amer J. Physiol.* 267 : 979—986.

Поступила 7 X 2004

MORPHOFUNCTIONAL DISTURBANCES IN KIDNEYS OF STURGEONS
AND BONY FISHES OF THE VOLGA-CASPIAN RESERVOIR UNDER NATURAL CONDITIONS

© Al. A. Romanov, I. N. Lepilina, An. A. Romanov

Caspian Fisheries Research Institute, Astrakhan'

By light microscopy, the morphofunctional state of mesonephros was studied for various sturgeons and bony fishes taken from natural waters. Different changes were recorded in structural-functional elements of nephrons of the mesonephros. The most frequent disturbances are hemorrhages in the intertubule tissue of kidneys, hyalinosis of vessel walls, swollen epithelium, inflammations. The revealed disturbances may be regarded as a response to negative environmental impacts.

Key words: sturgeons, nephron, renal corpuscles, convoluted tubules, epithelium.