

Становление и развитие научной школы физиологии почек и водно-солевого обмена под руководством академика Л.Н. Ивановой

А.С. ПАНОВА, Р.И. АЙЗМАН, М.А. СУБОТЯЛОВ

Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия;
subotyalov@yandex.ru

Статья посвящена анализу этапов становления и развития научной школы физиологии почек и водно-солевого обмена на базе лаборатории физиологической генетики Института цитологии и генетики СО РАН, являющейся одной из ветвей крупнейшей физиологической школы И.П. Павлова — Л.А. Орбели — А.Г. Гинецинского. Цель статьи — исследование процесса становления и развития научной школы физиологии почек под руководством академика Л.Н. Ивановой. В ходе написания статьи авторами применялись историко-научные и наукометрические методы исследования. Основные результаты заключаются в выделении и представлении краткой характеристики основных этапов становления и развития данной научной школы. Авторами предложена периодизация истории школы — выделены периоды предпосылок (1950–1960-е гг.), становления (нач. 1970-х гг.), первый период развития (сер. 1970-х — 1980-е гг.), период спада (1990-е гг.), второй период развития (2000-е гг.), а также современный период (2010-е гг.). Изучены ключевые направления деятельности данной научной школы: 1) исследование системной организации механизмов регуляции водно-электролитного гомеостаза; 2) изучение молекулярно-генетических механизмов гормональной регуляции функций в онтогенезе млекопитающих. Лаборатория Л.Н. Ивановой осуществила переход к изучению молекулярно-генетических аспектов регуляции транспорта воды и электролитов в почках. Авторами представлены основные результаты многолетней работы школы, а также её взаимодействия с другими лабораториями и научно-исследовательскими институтами. Проведённое авторами исследование показало, что данная научная физиологическая школа полностью соответствует всем критериям научной школы: наличие лидера, преемственность поколений, единство проблематики, продолжительность существования во времени и пространстве, признание вклада в науку другими членами дисциплинарного научного сообщества.

Ключевые слова: история биологии, история физиологии, научная школа, физиология почек и водно-солевого обмена, Л.Н. Иванова.

Ко второй половине XX в. в отечественной науке сформировалось целостное представление о механизме мочеобразования. В 1950-х гг. Александр Григорьевич Гинецинский (1895–1962) — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент АМН СССР, ученик и яркий представитель научной школы академика Леона Абгаровича Орбели (1882–1958) — начал разработку в Новосибирске нового научного направления — физиологии почек и водно-солевого обмена (Айзман, Суботялов, Панова, 2018). На базе Новосибирского мединститута под его руководством были проведены исследования, доказавшие наличие в организме периферических осморцепторов, а затем под руководством его преемника — д.м.н., проф. Якова Давыдовича Финкинштейна (1922–2009) была сформирована научная школа, представителями которой были изучены все звенья осморегулирующего рефлекса (Айзман и др., 2018).

Одной из главных тенденций дальнейшего развития отечественной физиологии почки стало использование достижений биохимии, биофизики, морфологии, молекулярной биологии и генетики для понимания молекулярных механизмов работы почки, её регуляции в целостном организме (Наточин, 2017). В Новосибирске изучением молекулярно-генетических механизмов регуляции функций почек занимается коллектив научной школы, созданной академиком Л.Н. Ивановой на базе Института цитологии и генетики СО РАН.

Людмила Николаевна Иванова (род. 10 февраля 1929) — доктор медицинских наук (1973), профессор (1976), член-корреспондент РАН (1991), действительный член РАН (1997).



Рис. 1. Лидер школы — академик РАН Людмила Николаевна Иванова
Fig. 1. The leader of the school, the Academician of the Russian Academy of Sciences Lyudmila Nikolaevna Ivanova

В 1953 г. окончила лечебный факультет Новосибирского государственного медицинского института. С 1971 по 2011 г. — заведующая лабораторией физиологической генетики Института цитологии и генетики СО РАН (ИЦиГ СО РАН). Лидер научной школы «Молекулярно-генетические механизмы гормональной регуляции функциональных систем в онтогенезе млекопитающих».

Материалы и методы

Источниковая база исследования включает в себя статьи в научных журналах; авторефераты диссертаций; материалы конференций, симпозиумов и съездов; материалы интервьюирования (акад. Л.Н. Иванова); фото- и видеоматериалы.

В ходе написания работы авторами применялись историко-научные (историко-генетический, историко-сравнительный, историко-типологический, историко-системный) и наукометрические («контент-анализ», тезаурусный метод, метод подсчёта числа публикаций) методы исследования, на основании которых была разработана периодизация процесса становления и развития научной школы физиологии почек и водно-солевого обмена под руководством акад. Л.Н. Ивановой.

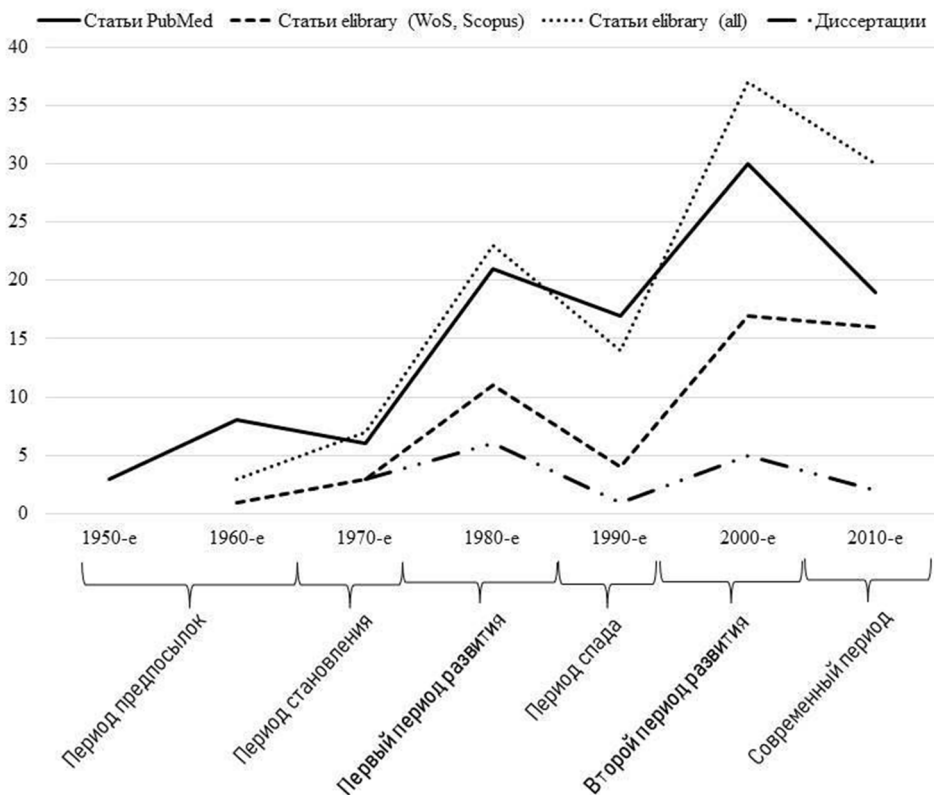


Рис. 2. Наукометрический анализ и периодизация истории научной школы акад. Л.Н. Ивановой

Fig. 2. Scientometric analysis and periodization of the history of the L.N. Ivanova's academic school

Период предпосылок (1950–1960-е гг.)

Основой становления данной научной школы послужили исследования, проведённые на базе кафедры нормальной физиологии Новосибирского государственного медицинского института под руководством А.Г. Гинецинского. Л.Н. Ивановой было установлено, что в моче человека при низком уровне мочеотделения обнаруживается фермент гиалуронидаза, активность которой находится в строгой зависимости от величины диуреза.

В 1958 г. Л.Н. Ивановой защищена кандидатская диссертация «О роли гиалуронидазы в процессе мочеобразования» (1958). Было доказано, что моча человека и животных обладает гиалуронидазной активностью, изменяющейся в обратной зависимости от уровня диуреза. Исследования также показали, что антидиуретический гормон (АДГ) и адреналин одновременно с уменьшением диуреза повышают гиалуронидазную активность мочи, что доказывает участие данного фермента в процессе факультативной реабсорбции воды. При различных заболеваниях почек гиалуронидазная активность мочи меняется в зависимости от формы патологического процесса (Иванова, 1958).

Таким образом, была доказана гипотеза А.Г. Гинецинского о роли гиалуронидазы в развитии антидиуретической реакции при осмотических стимулах.

Полученные в этот период данные определили вектор развития последующих исследований Л.Н. Ивановой и её многочисленных учеников.

Период становления (нач. 1970-х гг.)

В 1971 г. Л.Н. Иванова занимает пост заведующей лабораторией физиологической генетики ИЦиГ СО РАН, а в 1972 г. защищает докторскую диссертацию, посвящённую исследованию действия АДГ на структуры мозгового вещества почек, в том числе в онтогенетическом аспекте («Анализ механизма действия антидиуретического гормона на почку млекопитающих», 1972). Примечательно, что данная работа была выполнена на базе кафедры нормальной физиологии Новосибирского медицинского института, научными консультантами выступили д.м.н., проф. Яков Давыдович Финкинштейн и д.б.н., проф. Юрий Викторович Наточин (1932 г. р.) — основатель научной школы эволюционной физиологии почки в Ленинграде (Санкт-Петербурге). По результатам проведённых Л.Н. Ивановой исследований было показано, что АДГ в почках млекопитающих вызывает развитие антидиуретической реакции, обусловленной нарастанием реабсорбции осмотически свободной воды, с характерными морфологическими изменениями в мозговом веществе почек (Иванова, 1972).

В данный период под руководством Л.Н. Ивановой сотрудниками лаборатории защищены первые диссертации.

В.А. Лавриненко в 1971 г. защищена кандидатская диссертация, посвящённая изучению морфофункциональных особенностей почек у грызунов различной экологической специализации: устойчивых к дегидратации и водяных крыс («Некоторые морфофункциональные особенности почек у грызунов различной экологической специализации», 1971).

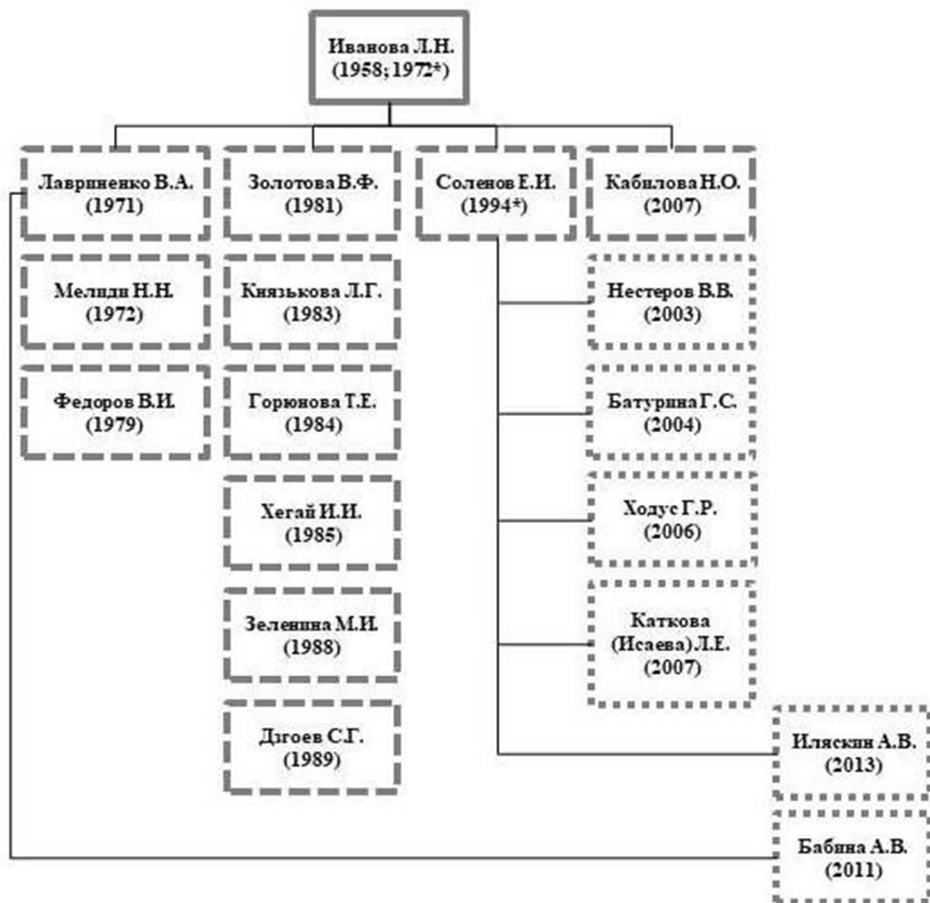


Рис. 3. Генеалогическое древо научной школы почечной физиологии акад. Л.Н. Ивановой (в скобках указаны годы защиты диссертаций; * — докторская диссертация)
 Fig. 3. The family tree of the L.N. Ivanova's scientific school of renal physiology (years of defense of dissertations are indicated in brackets; * — doctoral dissertation)

Н.Н. Мелиди в 1972 г. была защищена кандидатская диссертация о влиянии нейрогипофизарных гормонов на экскрецию натрия почкой («Влияние антидиуретического гормона нейрогипофиза на экскрецию натрия почкой собаки», 1972). Н.Н. Мелиди было доказано, что антидиуретическая реакция при внутривенном введении физиологических доз питуитрина сопровождается увеличением экскреции натрия с мочой (Мелиди, 1970).

Первый период развития (сер. 1970-х — 1980-е гг.)

В 1970-е гг. В.И. Фёдоровым проведено исследование резервной продукции ренина мезангиальными клетками почечного клубочка при экстремальных нагрузках на юктагломерулярный аппарат (Федоров, 1971), которое легло в основу его

кандидатской диссертации («Исследование резервной продукции ренина мезангиальными клетками почечного клубочка при экстремальных нагрузках на юктагломерулярный аппарат (некоторые вопросы резервирования в организме)», 1979). В ходе исследования было показано, что в отдельных фрагментах почечных клубочков обнаруживается рениноподобная активность, совпадающая по времени с активацией секреторных процессов в мезангиальных клетках, что позволяет считать данные клетки источником рениноподобной активности (Федоров, 1977).

В это же время В.Ф. Золотовой проводились исследования, легшие в основу кандидатской диссертации («Кинетика тканевого обмена натрия при артериальной гипертонии у крыс», 1981). В рамках работы было установлено, что при солевой нагрузке и почечной гипертонии наблюдается накопление ионов натрия и калия в аорте и замедление выхода внутриклеточного натрия и калия в коже (Золотова, Штеренталь, Прядеина, 1976).

Начало 1980-х гг. характеризуется продолжением исследований функций почек грызунов в зависимости от их экологической специализации. В частности, Л.Г. Князьковой были проведены исследования постнатального развития осморегулирующей функции почки у *Arvicola terrestris* L., показавшие, что у водяных крыс ранее, чем у лабораторных грызунов, происходит созревание систем, регулирующих осмотический и объёмный гомеостаз (Иванова, Князькова, 1981). Результаты данной работы легли в основу кандидатской диссертации («Постнатальное развитие структурно-функциональных элементов почки у низкоконцентрирующего вида грызунов (*Arvicola terrestris* L.)», 1983).

Приоритетным направлением исследований лаборатории в данный период стало изучение системы цАМФ-зависимых протеинкиназ, участвующих в реализации антидиуретического эффекта вазопрессина. В частности, Т.Е. Горюновой было показано, что введение крысам цАМФ в условиях действия АДГ вызывает повышение активности гиалуронат гидролазы в ткани сосочка, торможение диуреза и нарастание осмотической концентрации мочи (Ivanova, Goryunova, 1981). Позднее М.Н. Зелениной, С.Г. Дзгоевым, Е.И. Соленовым и Н.С. Логвиненко была исследована роль цАМФ-зависимых протеинкиназ в процессе развития чувствительности почек крыс к АДГ в условиях нормального онтогенеза (Соленов и др., 1986). Совместно с И.И. Хегай были исследованы молекулярные механизмы реакции почек на АДГ у животных после неонатальной инъекции гидрокортизона, что вызывает задержку развития концентрирующей функции почек (Хегай, 1983).

Результаты проведённых в этот период исследований легли в основу множества кандидатских диссертаций: Т.Е. Горюнова «Гиалуронат гидролазы почки млекопитающих и их роль в механизме действия антидиуретического гормона» (1984); И.И. Хегай «Влияние гидрокортизона на формирование системы осморегуляции у крыс» (1985); М.Н. Зеленина «Исследование цАМФ-зависимых протеинкиназ почки в постнатальном онтогенезе у крыс» (1988); С.Г. Дзгоев «Вазопрессин — регулируемое фосфорилирование белков в развивающейся почке крыс» (1989).

Период спада (1990-е гг.)

Социально-экономические сложности, возникшие в стране на рубеже веков, не могли не повлиять на работу лаборатории — последнее десятилетие данного пери-

ода было ознаменовано только защитой Е.И. Соленовым докторской диссертации «Развитие клеточных механизмов действия АДГ в постнатальном онтогенезе почки млекопитающих» (1994).

Второй период развития (2000-е гг.)

В начале 2000-х гг. коллективом исследователей (Г.С. Батурина, Г.Р. Ходус, Л.Е. Каткова (Исаева), В.В. Нестеров) была изучена водная проницаемость базолатеральной мембраны эпителия собирательных трубок внутреннего и наружного мозгового вещества почки в ходе постнатального онтогенеза млекопитающих в условиях водной депривации и при действии десмопрессина (dDAVP) (Solenov et al., 2003). Была показана роль протеинкиназы С (PKC) (Каткова, Соленов, Иванова, 2009), внутриклеточного кальция и аквапорина-2 (Соленов и др., 2006) в регуляции водной проницаемости базолатеральной мембраны клеток эпителия собирательной трубки почки крыс. Кроме того, было исследовано влияние dDAVP на экспрессию генов, кодирующих ферменты метаболизма гиалуронана в почке крыс (Иванова, Кабилова, Бондарь, 2007).

В это же время были проведены исследования, посвящённые изучению влияния альдостерона на кинетику внутриклеточного натрия в почке крыс, в том числе возрастные особенности регуляции (Логвиненко и др., 2007).

Эти исследования легли в основу ряда защищённых кандидатских диссертаций: Г.С. Батурина «Гидроосмический эффект вазопрессина в собирательных трубках почки крыс и его формирование в постнатальном онтогенезе» (2004); Г.Р. Ходус «Исследование механизмов регуляции водной проницаемости клеток эпителия собирательных трубок почки в постнатальном развитии незрелорождающих млекопитающих» (2006); Н.О. Кабилова «Гормональная регуляция экспрессии генов, кодирующих ферменты метаболизма гиалуронана в почке крыс» (2007); Л.Е. Каткова «Роль протеинкиназы С и кальция в регуляции водной проницаемости клеток эпителия собирательных трубок почки крысы вазопрессинном в постнатальном онтогенезе» (2007).

Современный период (2010-е гг.)

Позднее коллективом исследователей (В.А. Лавриненко, А.В. Бабина, Л.В. Шестопалова, Н.Ф. Бейзель) была изучена концентрирующая функция почек крыс с разным нейрогипофизарным статусом на фоне подавления синтеза простагландина E₂ — модулятора клеточного эффекта вазопрессина в эпителии собирательных трубок (Babina et al., 2011), а также введения диклофенака и dDAVP (Lavrinenko, Babina, Shestopalova, 2012).

В данный период сотрудниками лаборатории разработана математическая модель, позволяющая проводить анализ экспериментальных данных по динамике клеточного объёма и внутриклеточных концентраций осмолитов (Ilyaskin et al., 2011).

Совместно с иностранными коллегами (Ларисса, Греция) исследовано влияние гипоосмического шока на объём клеток эпителия собирательных трубок крыс с наследственным дефектом синтеза вазопрессина (Zarogiannis et al., 2013).

По результатам работ, проведённых в данный период, защищены кандидатские диссертации: А.В. Бабина «Морфофункциональное исследование взаимодействия вазопрессина и простагландинов в почке крыс Вистар и вазопрессин-дефицитных крыс Браттлборо» (2011); А.В. Иляскин «Экспериментально-теоретическое исследование водно-электролитного обмена клетки транспортного эпителия» (2013).

Таким образом, в лаборатории Л.Н. Ивановой впервые был осуществлён переход от изучения организменного и системного уровней регуляции транспорта воды и электролитов в почках к исследованию молекулярно-генетических аспектов данного процесса.

Научная школа, сформировавшаяся благодаря многим десятилетиям работы в области физиологии почек и внёсшая свой вклад в развитие данного направления, в настоящее время расширяется за счёт сотрудничества с другими лабораториями и институтами и проведения междисциплинарных работ.

Заключение

Научная физиологическая школа, созданная под руководством ученицы А.Г. Гинецинского — академика Л.Н. Ивановой, соответствует всем критериям научной школы (наличие лидера, преемственность поколений, единство проблематики, продолжительность существования во времени и пространстве, признание вклада в науку со стороны других членов дисциплинарного научного сообщества).

1. Наличие лидера.

Лидер школы — Л.Н. Иванова руководила лабораторией физиологической генетики ИЦиГ СО РАН более 45 лет. Под её руководством защищено 4 докторских и 26 кандидатских диссертаций, среди которых одна докторская и 16 кандидатских диссертаций — в области физиологии почек и водно-солевого обмена. Активная научная работа под руководством Л.Н. Ивановой осуществляется и в настоящее время.

2. Преемственность поколений.

Научная физиологическая школа акад. Л.Н. Ивановой объединяет 3 поколения исследователей.

3. Единство научной проблематики.

Можно выделить следующие ключевые направления работы научной физиологической школы акад. Л.Н. Ивановой:

- 1) исследование системной организации механизмов регуляции водно-электролитного гомеостаза;
- 2) изучение молекулярно-генетических механизмов гормональной регуляции почечной функции в онтогенезе млекопитающих.

4. Продолжительность существования во времени.

Данная научная школа существует более 45 лет. В её истории нами было выделено шесть периодов: период предпосылок, период становления, первый период развития, период спада, второй период развития и современный период.

5. Признание вклада в науку другими членами дисциплинарного научного сообщества.

За почти полувековой период существования физиологической научной школы под руководством Л.Н. Ивановой опубликовано свыше 250 научных работ.

Научная школа акад. РАН Л.Н. Ивановой не только в России, но и в мире стала одним из авторитетнейших научных коллективов в области физиологии почек и водно-солевого обмена, получившая признание благодаря своим научным результатам и перспективным направлениям исследований.

Коллектив авторов выражает благодарность академику Людмиле Николаевне Ивановой за подробное интервью и предоставленные материалы (авторефераты диссертаций, фотографии).

Литература

Айзман Р.И., Панова А.С., Сорокина Т.С., Суботьялов М.А. Становление и развитие научной школы по физиологии почек и водно-солевого обмена в Новосибирске // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2018. Т. 26. № 4. С. 247–251.

Айзман Р.И., Суботьялов М.А., Панова А.С. Роль проф. Гинецинского А.Г. в становлении физиологии почек и водно-солевого обмена в Новосибирске // Материалы международной научной конференции «Сточиковские чтения». М., 2018. С. 12–13.

Золотова В.Ф., Штеренталь И.Ш., Прядеина Т.Е. Выход натрия из парацеллюлярного пространства тканей под действием ангиотензина 2 // Физиологический журнал СССР. 1976. № 4. С. 631–635.

Иванова Л.Н. К вопросу о роли гиалуронидазы в процессе мочеобразования // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1958. Т. 45. № 3. С. 22–27.

Иванова Л.Н. О механизме действия антидиуретического гормона на эпителий собирательных трубок в почке у собак // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1972. Т. 1. С. 16–21.

Иванова Л.Н., Кабилова Н.О., Бондарь А.А. Влияние dDAVP, агониста V2 рецепторов вазопрессина, на экспрессию генов гиалуронидазы 1 и 2 типов в почке крыс Вистар и Браттлборо // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2007. Т. 93. № 5. С. 494–504.

Иванова Л.Н., Князкова Л.Г. Формирование концентрирующего механизма почки водяных крыс в процессе постнатального развития // Известия СО АН СССР. Серия биол. наук. 1981. Вып. 2. С. 101–107.

Каткова Л.Е., Соленов Е.И., Иванова Л.Н. Роль протеинкиназы С в становлении механизма антидиуретического эффекта вазопрессина в почке крысы в постнатальном онтогенезе млекопитающих // Онтогенез. 2009. Т. 40. № 6. С. 442–448.

Логвиненко Н.С., Соленов Е.И., Кабилова Н.О., Каткова Л.Е., Иванова Л.Н. Возрастные особенности регуляции альдостероном экспрессии и функциональной активности эпителиального натриевого канала в почке крысы // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2007. Т. 93. № 4. С. 420–428.

Мелиди Н.Н. Влияние антидиуретического гормона нейрогипофиза на экскрецию натрия в почке собаки // Известия Сибирского отделения АН СССР. Новосибирск. 1970. Т. 15. № 3. С. 135–140.

Наточин Ю.В. 100 лет изучения физиологии почки в России // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2017. № 1. С. 39–51.

Соленов Е.И., Каткова Л.Е., Нестеров В.В., Иванова Л.Н. Роль Ca²⁺ и аквапорина-2 в регуляции водной проницаемости базолатеральной мембраны собирательной трубки почки крысы // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2006. Т. 92. № 11. С. 1358–1364.

Соленов Е.И., Логвиненко Н.С., Зеленина М.Н., Дзгоев С.Г., Иванова Л.Н. Изменение рецепторного звена в процессе развития чувствительности почек к альдостерону и антидиуре-

тическому гормону // Физиологический журнал СССР им. И.М. Сеченова. 1986. Т. LXXII. № 12. С. 1673–1679.

Федоров В.И. К методике определения активности ренина в отдельных почечных клубочках и их фрагментах // Бюллетень экспериментальной биологии. 1977. Т. 84. № 11. С. 632–635.

Федоров В.И. О резервных источниках ренина в почках и об отношении мезангиальных клеток к юкстагломерулярному аппарату // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 1971. Т. 7. № 5. С. 548–552.

Хегай И.И. Модификация осмотического концентрирования у взрослых крыс линии Вистар после введения гидрокортизона в различные сроки постнатального онтогенеза // Известия СО АН СССР. 1983. Вып. 2. С. 133–137.

Babina A.V., Lavrinenko V.A., Shestopalova L.V., Ivanova L.N. Morphological characteristics of the inner medullary zone in the kidneys of Brattleboro and Wistar rats during blockade of prostaglandin synthesis // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2011. Vol. 151. No. 2. P. 268–272.

Ilyaskin A.V., Baturina G.S., Solenov E.I., Ershov A.P., Medvedev D.A., Karpov D.I. Mathematical model of the regulatory cell volume decrease // Biophysical Journal. 2011. Vol. 100. No. 3. P. 132a – 133a.

Ivanova L.N., Goryunova T.E. Mechanism of the renal hyaluronate-hydrolases activation in response to ADH // Kidney and Body Fluids (pp. 587–591). Budapest, 1981.

Lavrinenko V.A., Babina A.V., Shestopalova L.V., Beizel N.F., Ivanova L.N. Effects of sodium diclofenac on the concentration function in animals with different neurohypophyseal status // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2012. Vol. 152. No. 6. P. 728–730.

Solenov E.I., Nesterov V.V., Baturina G.S., Khodus G.R., Ivanova L.N. Effect of dDAVP on basolateral cell surface water permeability in outer medullary collecting duct // European Biophysics Journal. 2003. Vol. 32. No. 7. P. 614–619.

Zarogiannis S.G., Ilyaskin A.V., Baturina G.S., Katkova L.E., Solenov E.I., Medvedev D.A., Karpov D.I., Ershov A.P. Regulatory volume decrease of rat kidney principal cells after successive hypo-osmotic shocks // Mathematical Biosciences. 2013. Vol. 244. No. 2. P. 176–187.

The formation and development of the scientific school of renal physiology and salt and water metabolism, led by Academician L.N. Ivanova

ANASTASIYA S. PANOVA, ROMAN I. AIZMAN, MIKHAIL A. SUBOTYALOV

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia; subotylov@yandex.ru

The article analyses the formation and development of the scientific school of renal physiology and salt and water metabolism at the Laboratory of Physiological Genetics of the Institute of Cytology and Genetics (Siberian Branch of the USSR/Russian Academy of Sciences), led by Academician L.N. Ivanova. This school is a branch of a great physiological school of I.P. Pavlov / L.A. Orbeli / A.G. Ginetsinsky. Several stages have been identified in the history of this scientific school: the background period (1950s–1960s), the formation period (early 1970s), the first development period (mid-1970s–1980s), the recession period (1990s), the second development period (2000s), and the present period (2010s). The key directions in the work of this scientific school are described: (1) the study of the systemic organisation of the water and electrolyte homeostasis regulation mechanisms;

and (2) the study of molecular-genetic mechanisms of the hormonal regulation of renal functions in the ontogenesis of the mammals. L.N. Ivanova's laboratory was the first in Novosibirsk to explore molecular-genetic aspects of water and electrolyte transport regulation in kidneys. This physiological school satisfies the criteria for a scientific school: the presence of a leader, intergenerational continuity, the unity of problems, the duration of existence in time and space, and the recognition of its contribution to science by the relevant scientific community.

Keywords: history of biology, history of physiology, scientific school, kidney physiology of salt and salt and water metabolism, L.N. Ivanova

References

Aizman R.I., Panova A.S., Sorokina T.S., Subotyalov M.A. (2018). Stanovlenie i razvitie nauchnoĭ shkoly po fiziologii pochek i vodno-solevogo obmena v Novosibirsk [The becoming and development of the Scientific School of physiology of kidneys and water-salt Metabolism in Novosibirsk], *Problemy sotsial'noĭ gigieny, zdravookhraneniia i istorii meditsiny* [Problems of social hygiene, healthcare and medical history], 26 (4), 247–251.

Aizman R.I., Subotyalov M.A., Panova A.S. (2018). Rol' prof. Ginetsinskogo A.G. v stanovlenii fiziologii pochek i vodno-solevogo obmena v Novosibirsk [The role of prof. Ginetsinsky A.G. in the development of renal physiology and water-salt metabolism in Novosibirsk], *Materialy mezhdunarodnoĭ nauchnoĭ konferentsii "Stochkovskie chteniia"* [Materials of the international scientific conference "Stochkov Readings"], Moscow.

Babina A.V., Lavrinenko V.A., Shestopalova L.V., Ivanova L.N. (2011). Morphological characteristics of the inner medullary zone in the kidneys of Brattleboro and Wistar rats during blockade of prostaglandin synthesis, *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 151 (2), 268–272.

Fedorov V.I. (1971). O rezervnykh istochnikakh renina v pochkakh i obtnoshenii mezangial'nykh kletok k iukstaglomerularnomu apparatu [On reserve sources of renin in the kidneys and on the ratio of mesangliotic cells to the juxtaglomerular apparatus], *Zhurnal evoliutsionnoĭ biokhimii i fiziologii* [Journal of evolutionary biochemistry and physiology], 7 (5), 548–552.

Fedorov V.I. (1977). K metodike opredeleniia aktivnosti renina v otdel'nykh pochechnykh klubochkakh i ikh fragmentakh [To the procedure for determining renin activity in individual renal glomeruli and their fragments], *Biulleten' eksperimental'noĭ biologii* [Bulletin of experimental biology], 84 (11), 632–635.

Ilyaskin A.V., Baturina G.S., Solenov E.I., Ershov A.P., Medvedev D.A., Karpov D.I. (2011). Mathematical model of the regulatory cell volume decrease, *Biophysical Journal*, 100 (3), 132a – 133a.

Ivanova L.N. (1958). K voprosu o roli gialuronidazy v protsesse mocheobrazovaniia [To the question of the role of hyaluronidase in the process of urination], *Biulleten' eksperimental'noĭ meditsiny i biologii* [Bulletin of experimental medicine and biology], 45 (3), 22–27.

Ivanova L.N. (1972). O mekhanizme deĭstviia antidiuretičeskogo gormona na epiteliĭ sobiratel'nykh trubok v pochke u sobak [On the mechanism of action of antidiuretic hormone on the epithelium of collecting tubes in the kidney in dogs], *Biulleten' eksperimental'noĭ biologii i meditsiny* [Bulletin of experimental biology and medicine], 1, 16–21.

Ivanova L.N., Goryunova T.E. (1981). Mechanism of the renal hyaluronat-hydrolases activation in response to ADH. In *Kidney and Body Fluids*, Budapest.

Ivanova L.N., Kabilova N.O., Bondar A.A. (2007). Vliianie dDAVP, agonista V2 retseptorov vazopressina, na ekspressiiu genov gialuronidazy 1 i 2 tipov v pochke krysa Vistar i Brattlboro [Effect of dDAVP, the V2 receptor agonist vasopressin, on the expression of genes of hyaluronidase 1 and 2 types in the kidney of Wistar and Brattlboro rats], *Rossiiskii fiziologičeskii zhurnal im. I.M. Sechenova* [I.M. Sechenov's Russian physiological journal], 93 (5), 494–504.

Ivanova L.N., Knyazkova L.G. (1981). Formirovanie kontsentriruiushchego mekhanizma pochki vodianykh krysh v protsesse postnatal'nogo razvitiia [Formation of the concentrating mechanism of the kidney of water rats in the process of postnatal development], *Izvestiia SO AN SSSR. Seriiia biol. nauk* [Proceedings of the Siberian Branch AN SSSR. Series biol. of sciences], 2, 101–107.

Katkova L.E., Solenov E.I., Ivanova L.N. (2009). Rol' proteinkinazy C v stanovlenii mekhanizma antiuretičeskogo efekta vazopressina v pochke krysy v postnatal'nom ontogeneze mlekopitaiushchikh [The role of protein kinase C in the establishment of the mechanism of vasopressin antiuretic action in the rat kidney during mammalian postnatal development], *Ontogenez* [Ontogenesis], 40 (6), 442–448.

Khegay I.I. (1983). Modifikatsiia osmotičeskogo kontsentririvaniia u vzroslykh krysh linii Vistar posle vvedeniia gidrokortizona v razlichnye sroki postnatal'nogo ontogeneza [Modification of osmotic concentration in adult Wistar rats after administration of hydrocortisone at various times of postnatal ontogenesis], *Izvestiia SO AN SSSR* [Proceedings of the Siberian Branch AN SSSR. Series biol. of sciences], 2, 133–137.

Lavrinenko V.A., Babina A.V., Shestopalova L.V., Beizel N.F., Ivanova L.N. (2011). Effects of sodium diclofenac on the concentration function in animals with different neurohypophyseal status, *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 152 (6), 728–730.

Logvinenko N.S., Solenov E.I., Kabilova N.O., Katkova L.E., Ivanova L.N. (2007). Vozrastnye osobennosti reguliatsii al'dosteronom ekspressii i funkcional'noi aktivnosti epitelial'nogo natrievogo kanala v pochke krysy [Developmental peculiarities of aldosterone regulation of rat epithelial Na channel expression and functional activity], *Rossiiskii fiziologičeskii zhurnal im. I.M. Sechenova* [I.M. Sechenov's Russian physiological journal], 93 (4), 420–428.

Melidi N.N. (1970). Vliianiye antiuretičeskogo gormona neirogipofiza na ekskretsiuu natriia v pochke sobaki [Influence of the antiuretic hormone neurohypophysis on the excretion of sodium in the dog's kidney], *Izvestiia Sibirskogo otdeleniia AN SSSR. Novosibirsk* [Proceedings of the Siberian Branch AN SSSR. Series biol. of sciences. Novosibirsk], 15 (3), 135–140.

Natochin Y.V. (2017). 100 let izučeniia fiziologii pochki v Rossii [100 Years of the Kidney Physiology Research in Russia], *Vestnik Rossiiskogo fonda fundamental'nykh issledovaniĭ* [Bulletin of the Russian fund for fundamental research], 1, 39–51.

Solenov E.I., Logvinenko N.S., Zelenina M.N., Dzgoev S.G., Ivanova L.N. (1986). Izmenenie retseptornogo zvena v protsesse razvitiia chuvstvitel'nosti pochek s al'dosteronu i antiuretičeskomu gormonu [A change in the receptor link in the development of sensitivity of the kidneys with aldosterone and antiuretic hormone], *Fiziologičeskii zhurnal SSSR im. I.M. Sechenova* [I.M. Sechenov's Russian physiological journal], LXXII (12), 1673–1679.

Solenov E.I., Nesterov V.V., Baturina G.S., Khodus G.R., Ivanova L.N. (2003). Effect of dDAVP on basolateral cell surface water permeability in outer medullary collecting duct, *European Biophysics Journal*, 32 (7), 614–619.

Solenov E.I., Katkova L.E., Nesterov V.V., Ivanova L.N. (2006). Rol' Ca²⁺ i akvaporina-2 v reguliatsii vodnoi pronitsaemosti bazolateral'noi membrany sobiratel'noi trubki pochki krysy [Role of Ca²⁺ and aquaporin-2 in regulation of basolateral water permeability of collecting ducts in the rat kidney], *Rossiiskii fiziologičeskii zhurnal im. I.M. Sechenova* [I.M. Sechenov's Russian physiological journal], 92 (11), 1358–1364.

Zarogiannis S.G., Ilyaskin A.V., Baturina G.S., Katkova L.E., Solenov E.I., Medvedev D.A., Karpov D.I., Ershov A.P. (2013). Regulatory volume decrease of rat kidney principal cells after successive hypo-osmotic shocks, *Mathematical Biosciences*, 244 (2), 176–187.

Zolotova V.F., Shterental I.Sh., Pryadeina T.E. (1976). Vыход natriya iz paratselliulyarnogo prostranstva tkaney pod deĭstviem angiotenzina 2 [The exit of sodium from the paracellular space of tissues under the action of angiotensin 2], *Fiziologičeskii zhurnal SSSR* [Physiological Journal of the USSR], 4, 631–635.