

**Я.К. Капущак, , О. Запарина\*, ,  
А.В. Ковнер , М.Ю. Пахарукова**

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

\*e-mail: zp.oksana.93@gmail.com

## ОПИСТОРХОЗ. НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ЭКОЛОГИИ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

Возбудитель описторхоза, трематода *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) – один из наиболее распространенных видов паразитов человека и животных на территории России, Казахстана, стран Восточной Европы. Вместе с близкородственными видами печеночных трематод *O. viverrini* (Poirier, 1886) и *Clonorchis sinensis* (Loos, 1907), ареалы которых расположены в Юго-Восточной Азии и на Дальнем Востоке, *O. felineus* составляет триаду эпидемиологически значимых трематод семейства Opisthorchiidae. Половозрелые особи *O. felineus* паразитируют в гепатобилиарной системе млекопитающих, включая человека и при длительной инфекции провоцируют развитие тяжелых осложнений. Однако, несмотря на значимость, описторхоз относится к группе забытых заболеваний (neglected tropical diseases). Данные заболевания, поражающие 1,65 миллиарда человек в мире, получили свое название не просто так: эти заболевания, люди и регионы, которые они поражают, обычно остаются без внимания.

В обзоре кратко суммированы результаты современных исследований биологии и эпидемиологии трематод семейства Opisthorchiidae, обсуждены результаты исследований, полученных как на модельных животных, так и данные по пациентам. Актуальность исследований трематод подчеркивается их сложным жизненным циклом, длительным бессимптомным периодом заболевания; отсутствием достаточной информации о влиянии гельминтов на органы, не относящиеся к местам их непосредственной локализации, широкое распространение в эндемичных регионах. Открытая миграционная политика и гастрономический туризм расширяет географию проблемы этих инфекций за пределы локальных очагов, когда пациенты с описторхозом и клонорхозом могут обнаруживаться вдали от эндемичных территорий.

**Ключевые слова:** трематоды, описторхоз, системное заболевание.

Y.K. Kapushchak, O. Zaparina\*, A.V. Kovner, M.Y. Pakharukova

Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia

\*e-mail: zp.oksana.93@gmail.com

### Opisthorchiasis. Updates on ecology and epidemiology

The causative agent of opisthorchiasis, the trematode *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) is one of the most common species of human and animal parasites in Russia, Kazakhstan, and Eastern European countries. Together with closely related species of liver flukes *O. viverrini* (Poirier, 1886) and *Clonorchis sinensis* (Loos, 1907), the species endemic to Southeast Asia and the Far East, *O. felineus* makes up a triad of epidemiologically significant trematodes of the Opisthorchiidae family. Adult worms of *O. felineus* parasitize the hepatobiliary system of mammals, including humans, and provoke the development of severe complications during chronic infection. However, despite its importance, opisthorchiasis is considered a neglected tropical disease (NTDs). NTDs, affecting 1.65 billion people around the world, are so named for a reason: these diseases, the people and regions they affect, are usually have been overlooked, receiving very little global attention for research, prevention, and control efforts.

The review briefly summarizes the results of latest research of the biology and epidemiology of trematodes of the Opisthorchiidae family, discusses the results of studies obtained both on model animals and on patients. The significance the research is emphasized by the complex life cycle of the liver flukes, a prolonged time of the human infection with no apparent symptoms; lack of sufficient information on the effect of helminths on organs not related to the places of their immediate localization, wide distribution of trematodes in endemic geographical areas. Open migration policy and gastronomic tourism expands the geography of the problem of these infections beyond local foci, when patients with opisthorchiasis and clonorchiasis can be found far from endemic areas. Overall, opisthorchiasis can be a serious drain on a country's economy.

**Key words:** trematodes, opisthorchiasis, systemic disease.

Я.К. Капущак, О. Запарина\*, А.В. Ковнер, М.Ю. Пахарукова

СБ РГА Цитология және генетика институты, Новосибирск, Ресей

\*e-mail: zp.oksana.93@gmail.com

### **Описторхоз. Экология мен эпидемиологиясы жөніндегі жаңа деректер**

Описторхоз қоздырышы, *Opisthorchis felineus* (Rivolta, 1884) трематодасы – Ресей, Қазақстан және Шығыс Еуропа елдерінде адамдар мен жануарлар арасында кең таралған паразиттер- дің бірі болып табылады. Бұл түр Оңтүстік-Шығыс Азия мен Қыыр Шығыста кездесетін бауыр трематодаларына жататын *O. viverrini* (Poirier, 1886) және *Clonorchis sinensis* (Loos, 1907) түрлерімен бірге *Opisthorchiidae* тұқымдасының эпидемиологиялық маңызы бар үштігін құрайды. *O. felineus*-тің жыныстық жетілген даралары адам мен сұтқоректілердің гепатобилиарлық жүйесінде паразиттік тіршілік етеді және ұзақ мерзімді инфекция кезінде ауыр асқынуларға әкелуі мүмкін. Алайда, осы маңыздылығына қарамастан, описторхоз ұмыт қалған тропикалық аурулар (neglected tropical diseases) тобына жатады. Бұл аурулар әлем бойынша 1,65 миллиард адамды зақымдайды және «ұмыт қалған» деп аталуы да бекер емес: бұл аурулармен ауырған адамдар мен олардың өмір сүретін аймақтары көбіне назардан тыс қалып жатады.

Бұл шолуда *Opisthorchiidae* тұқымдасына жататын трематодалардың биологиясы мен эпидемиологиясы бойынша заманауи зерттеу нәтижелері қысқаша жинақталған, сондай-ақ модельді жануарлар мен науқастарға жүргізілген зерттеу деректері қарастырылған. Трематодаларды зерттеудің өзектілігі олардың күрделі даму циклдерімен, аурудың ұзақ уақыт бойы симптомсыз өтуімен, паразиттердің тікелей орналасу орындарынан тыс ағзаларға әсері туралы жеткілікცіз ақпаратпен, сондай-ақ әндемиялық аймақтарда кең таралуымен байланысты. Ашық көші-қон саясаты мен гастроэнтерологиялық туризм бұл инфекциялар проблемасының географиясын көнектітуде, описторхоз және клонорхоз деректері әндемиялық емес аймақтарда да тіркелген.

**Түйін сөздер:** трематодалар, описторхоз, жүйелі ауру.

## **Введение**

Описторхоз является антропозоонозным паразитарным заболеванием гепатобилиарной системы, которое приводит к выраженной патологии печени [1,2]. Причиной заболевания являются трематоды семейства *Opisthorchiidae*, которое включает три эпидемиологически значимых паразитических вида: *Opisthorchis felineus*, *Opisthorchis viverrini* и *Clonorchis sinensis*.

Основной очаг инфекции *O. felineus* локализован на территории Обь-Иртышского бассейна, в Западной Сибири. Однако, случаи заражения кошачьей двуусткой регулярно отмечаются на территории Западно – Казахстанской области и на севере Республики Казахстан. Кроме того, имеются сведения о единичных случаях инфицирования в Италии, Испании, Португалии и Германии [3], а также Украине и Белоруссии [4,5]. Уровень заражения *O. felineus* оценивается в 1 млн., однако эта оценка, по-видимому, является сильно заниженной. От описторхоза страдает преимущественно сельское население: так уровень заражения сельского населения в Томской области может достигать 60% в отдельных деревнях [6], что значительно превышает среднерегиональную оценку [4]. При этом единственным препаратом для лечения описторхоза остается празиквантел [7,8], хотя и имеются све-

дения о новых эффективных препаратах, например, трибендимидин [9].

*O. viverrini* преимущественно распространен на территории Юго-Восточной Азии. Основной очаг инфекции локализован в Таиланде, однако высокий уровень заражения также отмечается в Лаосе, Камбодже, Мьянме (Бирме), а также во Вьетнаме [10,11]. Уровень заражения в этом регионе достигает 12 млн. человек [12].

*C. sinensis* наиболее распространен на территории Восточной Азии, в первую очередь в Китае и Южной Корее. На данный момент количество людей, зараженных этой трематодой, оценивается в 15 млн. человек [13,14].

Трематоды семейства *Opisthorchiidae* имеют схожий жизненный цикл, включающий двух промежуточных и одного окончательного хозяина. В роли первого промежуточного хозяина выступают пресноводные брюхоногие моллюски, вторым – рыбы семейства карловых (Cyprinidae), которые имеют сельскохозяйственное и промысловое значение. Известно, также, что при заражении 1-2% моллюсков в водоеме, инфицирование язей в том же водоеме может доходить до 98% [4].

Актуальность исследования трематод подчеркивается их сложным жизненным циклом, длительным бессимптомным периодом заболевания; отсутствием достаточной информации о

влиянии гельминтов на органы, не относящиеся к местам их непосредственной локализации, широкое распространение в эндемичных регионах. Открытая миграционная политика и гастроэномический туризм расширяет географию проблемы этих инфекций за пределы локальных очагов, когда пациенты с описторхозом или клонорхозом могут обнаруживаться вдали от эндемичных территорий.

В данной работе рассмотрены основные сходства и различия между тремя близкородственными видами семейства *Opisthorchiidae*, основные клинические признаки заболевания и патологические изменения в органах, в том числе в почках, при описторхозе.

### Описторхоз: сходства и различия

Описторхоз – паразитарное заболевание гепатобилиарной системы, которое приводит к па-

тологии печени [1,2]. Причиной заболевания выступают trematodes семейства *Opisthorchiidae*: *Opisthorchis felineus*, *Opisthorchis viverrini* и *Clonorchis sinensis*. Описторхиды обладают рядом сходств и различий. В целом, жизненный цикл описторхид сходен у всех трех видов, хотя и обладает некоторыми видоспецифическими особенностями. Жизненный цикл включает двух промежуточных хозяев и одного окончательного (Рис. 1A-F) [1]. Начинается цикл с поглощения брюхоногим моллюском семейства *Bithyniidae* (Рис. 1B и 1C) яиц паразита, попавших в окружающую среду с фекалиями окончательного хозяина. Для *Opisthorchis felineus* первым промежуточным хозяином является пресноводные *Bithynia leachi*, *Bithynia troscheli* и *Bithynia inflate* [1], а для *Opisthorchis viverrini* – *Bithynia funiculata* и *Bithynia siamensis* [2]. Для *Clonorchis sinensis* в этой роли выступают моллюски *Parafossarulus manchouricus* и *P. striatulus*. [15].



**Рисунок 1 – Экология кошачьей двуустки *Opisthorchis felineus***

Примечание – А. Пресноводный водоем г. Новосибирск, Западная Сибирь, среда обитания моллюсков и рыбы.  
Б. Моллюски рода *Bithynia*. С. Моллюск рода *Bithynia*, крупный план. Д. Метацеркария. Е. Язи. Ф. Взрослые особи.

В организме моллюска из яйца высвобождается мирадиция, которая через несколько стадий развития превращается в церкарию. Церкария является свободноживущей стадией, она проникает в мышцы и под чешую рыбы семейства карповых, где превращается в метацеркарию – цистную форму паразита (Рис. 1D) [1]. Для *O. viverrini* и *O. felineus* в качестве второго промежуточного хозяина может выступать только рыба семейства карповых (Рис. 1E), в отличие *C. sinensis* круг вторых промежуточных хозяев которого шире и включает также креветок *Macrobrachium nipponense* [15]. Спектр окончательных хозяев для *C. sinensis* также существенно шире, и включает, в том числе, крупнорогатый скот [4].

В качестве окончательных хозяев могут выступать многие виды рыбоядных млекопитающих, преимущественно хищников, хотя заражение описторхозом бурундуков, бобров, ка-спийской нерпы и др. также возможно. В роли окончательного хозяина выступает и человек, заражение которого происходит при употреблении в пищу недостаточно термически обработанной зараженной рыбы семейства карповых – язь, плотва, карась и др. [4]. В желудочно-кишечном тракте окончательного хозяина происходит высвобождение паразита из цисты, после чего он проникает в желчные протоки систему печени, реже в протоки поджелудочной железы.

Помимо особенностей жизненного цикла, между видами описторхид существует ряд более существенных отличий. В первую очередь стоит отметить, что ареалы описторхид географически удалены друг от друга и практически не пересекаются. Другим важным отличием является хромосомный набор. Количество хромосом у *O. viverrini* 12, при этом у *O. felineus* и *C. sinensis* 14 хромосом [16].

Самое важное отличие заключается в канцерогенном потенциале описторхид. Согласно данным, которые представлены международным агентством по исследованию рака (IARC) [17,18], *O. viverrini* и *C. sinensis* признаны канцерогенами 1-ой группы, то есть существуют убедительные доказательства того, что эти trematodes являются канцерогенами для человека, в то время как *O. felineus* был отнесен к группе 3, то есть его канцерогенный потенциал для человека не установлен [17], хотя при исследованиях на модельных животных канцерогенный потенциал описторхид сведен [19].

## Клинические признаки описторхоза

Клиническая картина описторхоза зачастую не имеет каких-либо характерных признаков. В острый период инфекции, наиболее распространённым проявлением описторхоза является развития гепатобилиарного синдрома, который характеризуется болью в правом подреберье (стоит отметить, что эта боль может иррадиировать в область лопатки или даже ключицы, таким образом смазывая клиническую картину), диспепсическими симптомами, например, тошнотой, рвотой и/или изжогой. Заболевание может сопровождаться развитием диареи. При описторхозе возможно развитие холестаза, который обусловлен обтурацией желчных протоков описторхидами. Это приводит к развитию обтурационной желтухи с повышением уровней клинически значимых маркеров (щелочной фосфатазы, гамма-глутамилтранспептидазы и коньюгированного билирубина) в сыворотке крови. Преимущественно в острый период заболевания, до 4-х недель, возможно развитие интоксикационного синдрома, который характеризуется, повышением температуры, колебания которой обычно находятся в диапазоне от 37°C до 39°C и длительностью от трех дней до нескольких недель. Лихорадка часто сопровождается болью в мышцах, суставах и развитием кожных реакций, например, экзантем [3].

Хроническая стадия описторхоза зачастую протекает бессимптомно. При этом описторхоз нередко сочетается с развитием гастродуodenальной патологии. Гастриты, гастродуодениты, язвенная болезнь желудка и 12-ти перстной кишки часто сопровождают описторхоз. Стоит отметить, что на данный момент не до конца очевидно, приводит ли непосредственно заражение описторхидами к заболеваниям желудка и 12-ти перстной кишки или их сочетание связано с особенностями образа жизни людей, страдающих описторхозом. Стоит отметить, что желудок и 12-ти перстная кишка лежат на путях миграции паразита, а заражение описторхами приводит к аномалиям в составе микробиоты желчных протоков [20]. При этом, описторхозом страдают преимущественно люди, проживающие в сельский районах, где качество профилактики, диагностики и медицинской помощи не всегда является оптимальным.

## Изменения в печени при описторхозе

Основные патоморфологические проявления описторхоза включают: пролиферацию желчных протоков, которая, в динамике инфекции, приводит к развитию холангиифиброза; развитие фиброза в периудактальной зоне; выраженную инфильтрацию печени воспалительными клетками; неопластическими изменениями эпителия желчных протоков [2, 17, 21, 22, 19].

При длительном течении заболевания в зонах пролиферации желчных протоков развивается хроническое воспаление и разрастается соединительная ткань – холангиифиброз и периудактальный фиброз (образование соединительной ткани вокруг крупных желчных протоков). Периудактальный фиброз опасное состояние, нарушающие трофику и регенеративный потенциал ткани. Помимо этого, при заражении *O. viverrini* было показано, что наличие крупных очагов периудактального фиброза может быть ассоциировано с повышенным риском развития холангiocарциномы [23].

Холангiocарцинома – это злокачественная опухоль эпителия желчных протоков, которая характеризуется сложностью ранней диагностики и высокой летальностью [21]. Ранним предвестником холангiocарциномы выступает неоплазия эпителия желчных протоков. При неоплазии клетки утрачивают связь с базальной мембраной, межклеточные контакты, а также приобретают высокую пролиферативную активность, что способствует онкогенезу в печени [22, 19, 24].

## Описторхоз как системное заболевание

Системные заболевания – это группа патологий, в которую с каждым годом включают новые заболевания. Традиционно, к системным патологиям относят заболевания иммунной системы или метаболической систем. Например, аутоиммунные заболевания, включая системную красную волчанку [25, 26] или ревматоидный артрит [27, 28] носят системный характер поражая многие органы. Метаболический синдром также наносит ущерб всему организму в целом, включая печень, почки, сетчатку глаза и др. Появляется все больше сведений, что инфекционные агенты также могут воздействовать на организм системно, и несмотря на то, что многие инфекции обладают специфичностью к какому-либо органу, воздействие может быть обнаружено и за его пределами. Обычно это воздействие опос-

редованное и связано с аномалиями со стороны иммунной системы или обмена веществ. Почки в этом плане заслуживают особого внимания. В настоящее время накапливается все больше доказательств об их вовлеченности в патологический процесс при паразитарных заболеваниях, даже если они не являются очагом инфекции. Было продемонстрировано, что заражение *Fasciola hepatica* может приводить к развитию почечной патологии несмотря на то, что эта трематода паразитирует в печени [29]. *Schistosoma mansoni*, которая паразитирует в сосудах брыжейки, и пути миграции которой никак не связаны с почками, тем не менее оказывает на них воздействие. При этом патологический процесс может быть достаточно выражен, вплоть до развития протеинурии, главного признака гломерулонефрита [30].

## Воздействие описторхид на почки

Описторхиды, по-видимому, тоже могут оказывать системное воздействие на организм человека. Тем не менее, количество исследований, способных раскрыть описторхоз как системную патологию, крайне ограничено. Существуют отдельные свидетельства развития патологии почек у людей при заражении всеми тремя видами. В 2013 году, при заражении *O. viverrini* было обнаружено повышение уровня IgG против описторха в моче. Его уровень коррелировал с выраженной фиброза печени [31]. Недавно, команда из Таиланда продемонстрировала отложение антигенов паразита в гломерулах [32]. Данные о воздействии *C. sinensis* за пределами печени крайне ограничены. В частности, в рамках проведенного популяционного исследования в Китае изучили связь клонорхоза и повреждения почек у 4122 человек, из которых 33.8% были заражены исключительно *C. sinensis*, а 5% имели сочетанное заражение *C. sinensis* и *Helicobacter pylori*. Как в группе с моноинфекцией, так и при заражении двумя инфекционными агентами были отмечены изменения уровня креатинина и сывороточного β2-микроглобулина. Скорость клубочковой фильтрации была снижена, но только в группе с коинфекцией [33].

Имеются данные о патологии почек при описторхозе *O. felineus* как на экспериментальной модели *Mesocricetus auratus*, так и при анализе аутоптатов, полученных от пациентов [34, 35]. Было обнаружено повышение содержания белка в моче и креатинина в сыворотке крови, которое

зависело от длительности инфекции, что указывало на вероятность повреждения почек. Были выявлены расширения пространства капсулы Боумена, образование цилиндров в канальцах почки (Рис. 1), соединительная ткань в межканальцевом пространстве почки – интерстициальный фиброз. Окраска с помощью импрегнации серебром позволила выявить пролиферацию мезангиального матрикса, преимущественно за счет отложения коллагена, что является крайне важным признаком, который сопровождает повреждение гломерулярного фильтра и объясняет развитие протеинурии [34]. Повреждающим фактором в гломеруле нефрона могут выступать циркулирующие иммунные комплексы, состоящие из антигена и комплементарного ему антитела, что и было обнаружено по повышенному уровню IgA в гломеруле нефрона. Аналогичным образом патология почек развивается при заражении тритматодами *S. mansoni* [30] и *F. hepatica* [36, 29]. Маркеры почечной патологии при опи-

сторхозе удалось также валидировать при анализе материала почек пациентов. У людей были обнаружены пролиферация соединительной ткани в гломеруле нефрона, которая сопровождалась отложением IgA и развитие интерстициального фиброза [35].

Сравнительный анализ трех видов описторхид *Opisthorchis felineus*, *Opisthorchis viverrini* и *Clonorchis sinensis* позволил сделать вывод, о том, что именно *O. felineus* оказывает наибольшее патологическое воздействие на мочевыделительную систему. Именно при заражении этой тритматодой уровни мезангиального матрикса, интерстициального фиброза и IgA были выше [37].

В совокупности, представленные в научной литературе данные указывают на то, что заражение описторхозом может быть ассоциировано с развитием патологии почек, при этом патологические процессы, лежащие в его основе, связаны с воздействием иммунной системы.

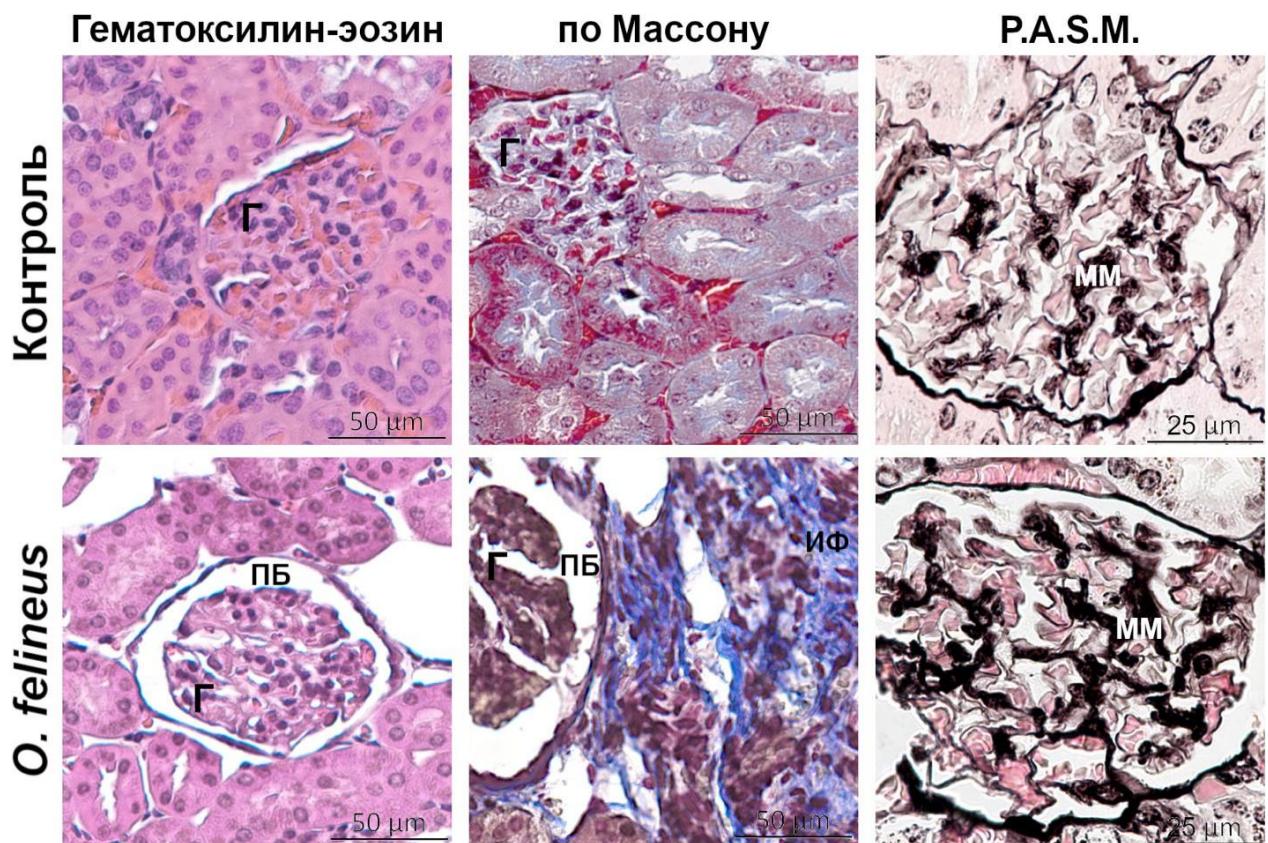


Рисунок 2 – Гистологические признаки развития почечной патологии у хомячков *M. auratus* при заражении *O. felineus*

Примечание – Г – гломерула. Окраска с помощью гематоксилина-эозина позволила выявить расширение пространства Боумена (ПБ). При окраске по Массону на соединительную ткань были обнаружены очаги интерстициального фиброза (ИФ). Импрегнация серебром с помощью Р.А.С.М. вывела увеличение мезангиальной зоны (ММ).

## Описторхоз и метаболические изменения

В литературе описано, что вторым очагом локализации trematod внутри человека может выступать поджелудочная железа. Это связано с тем, что метацеркарии описторхид могут проникать не только в протоки печени, но и в протоки поджелудочной железы и выживать там на протяжении длительного времени. Потенциально, это может приводить к нарушению структуры поджелудочной железы. Более того, воздействие на метаболические процессы может быть опосредовано, в том числе и за счет хронического воспаления, которое характерно для описторхозной инвазии.

Данные по взаимосвязи инфекции *O. felineus* и метаболических нарушений крайне ограничены. Тем не менее, было обнаружено, что заражение этой trematodой может сопровождаться дислипидемией с повышенным уровнем холестерола [38]. В другом исследовании также были обнаружены аномалии липидного обмена, которые зависели от уровня инфицированности животных [39].

На потенциальный продиабетический потенциал кошачьей двуустки *O. felineus* указывают данные, полученные на экспериментальных животных. Так, уровень глюкозы зависел от длительности хронической инфекции и превышал уровень контроля уже с 1-го месяца [34]. Уровень холестерина, хоть и был повышен, но не изменялся в динамике. При исследовании ткани поджелудочной железы только у 10% животных была обнаружена хотя бы одна trematoda в просвете протока поджелудочной железы. Вероятно, такое ограничение связано с особенностями анатомического строения органа. В отличие от человека и других, крупных млекопитающих, у хомяков протоки поджелудочной железы не объединены в один общий крупный проток. Потенциально, это может затруднять попадание метацеркарий описторхид в орган.

Тем не менее, в поджелудочной железе этих животных были выявлены изменения, аналогичные тем, что наблюдаются в печени, а именно фиброз в периудуктальной зоне, инфильтрация воспалительными клетками и изменения эпи-

телия протоков поджелудочной железы. Также было обнаружено слабо выраженное увеличение среднего количества клеток в островках Лангерганса и изменение формы некоторых из них. В отдельных островках были выявлены очаги дистрофии (не опубликованные данные).

На данном этапе данных, указывающих на наличие причинно-следственных связей между описторхозом и развитием метаболических нарушений недостаточно. На текущий момент сложно сделать однозначные выводы, тем не менее эта проблема заслуживает подробного изучения в будущем.

## Заключение

Описторхоз – это широко распространенное заболевание, которое, в первую очередь, ассоциировано с патологией печени. Тем не менее, в настоящее время накапливается все больше данных, указывающих на его системное воздействие. На данном этапе изучения проблемы, с достаточно высокой уверенностью можно утверждать, что описторхиды могут оказывать воздействие на почки. Вопрос о влиянии описторхид на метаболический профиль остается дискуссионным и требует дальнейшего более глубокого изучения. Вероятно, заражение описторхидами не может вызывать метаболический синдром само по себе, однако тяжесть проявления уже имеющихся метаболических нарушений может быть выше, таким образом выступая в качестве отягчающего фактора. Тем не менее, изучение этого аспекта патологии находится на начальном этапе и будет развиваться в будущем.

## Источник финансирования

Работа поддержана Бюджетным Проектом ИЦиГ СО РАН (№FWNR-2022-2021).

## Конфликт интересов

Все авторы прочитали и ознакомились с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

## Литература

1. Беэр С. А. Биология возбудителя описторхоза. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. – 336 с.
2. Petney, T. N., Andrews, R. H., Saijuntha, W., Wenz-Mücke, A., & Sithithaworn, P. (2013). The zoonotic, fish-borne liver flukes *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felineus* and *Opisthorchis viverrini*. *International Journal of Parasitology*, 43(12–13), 1031–1046. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.07.007>
3. Pozio, E., Armignacco, O., Ferri, F., & Gomez Morales, M. A. (2013). *Opisthorchis felineus*, an emerging infection in Italy and its implication for the European Union. *Acta Tropica*, 126(1), 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.01.005>
4. Pakharukova, M. Y., & Mordvinov, V. A. (2022). Similarities and differences among the *Opisthorchiidae* liver flukes: insights from *Opisthorchis felineus*. *Parasitology*, 149(10), 1306–1318. <https://doi.org/10.1017/S0031182022000397>
5. Kiyan, V. S., Bulashev, A. K., & Katokhin, A. V. (2018). *Opisthorchis felineus* and *Metorchis bilis* metacercariae in cyprinid fish *Leuciscus idus* in Nura-Sarysu River, Kazakhstan. *Korean Journal of Parasitology*, 56(3), 267–274. <https://doi.org/10.3347/kjp.2018.56.3.267>
6. Fedorova, O. S., Fedotova, M. M., Zvonareva, O. I., Mazeina, S. V., Kovshirina, Y. V., Sokolova, T. S., Golovach, E. A., Kovshirina, A. E., Konovalova, U. V., Kolomeets, I. L., Gutor, S. S., Petrov, V. A., Hattendorf, J., Ogorodova, L. M., & Odermatt, P. (2020). *Opisthorchis felineus* infection, risks, and morbidity in rural Western Siberia, Russian Federation. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(6), e0008421. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008421>
7. Mordvinov, V. A., Shilov, A. G., & Pakharukova, M. Y. (2017). Anthelmintic activity of cytochrome P450 inhibitors miconazole and clotrimazole: in-vitro effect on the liver fluke *Opisthorchis felineus*. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 50(1), 97–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2017.01.037>
8. Pakharukova, M. Y., Pakharukov, Y. V., & Mordvinov, V. A. (2018). Effects of miconazole/clotrimazole and praziquantel combinations against the liver fluke *Opisthorchis felineus* in vivo and in vitro. *Parasitology Research*, 117(7), 2327–2331. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5895-6>
9. Pakharukova, M. Y., Samsonov, V. A., Serbina, E. A., & Mordvinov, V. A. (2019). A study of tribendimidine effects in vitro and in vivo on the liver fluke *Opisthorchis felineus*. *Parasites & Vectors*, 12(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3288-z>
10. Sripa, B., Kaewkes, S., Intapan, P. M., Maleewong, W., & Brindley, P. J. (2010). Food-borne trematodiases in Southeast Asia: Epidemiology, pathology, clinical manifestation and control. *Advances in Parasitology*, 72, 305–350. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(10\)72011-X](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(10)72011-X)
11. Sripa, B., Suwannatrat, A. T., Sayasone, S., Do, D. T., Khieu, V., & Yang, Y. (2021). Current status of human liver fluke infections in the Greater Mekong Subregion. *Acta Tropica*, 224, 106133. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106133>
12. Zhao, T. T., Feng, Y. J., Doanh, P. N., Sayasone, S., Khieu, V., Nithikathkul, C., Qian, M. B., Hao, Y. T., & Lai, Y. S. (2021). Model-based spatial-temporal mapping of opisthorchiasis in endemic countries of Southeast Asia. *eLife*, e59755. <https://doi.org/10.7554/eLife.59755>
13. Tang, Z. L., Huang, Y., & Yu, X. B. (2016). Current status and perspectives of *Clonorchis sinensis* and clonorchiasis: Epidemiology, pathogenesis, omics, prevention and control. *Infectious Diseases of Poverty*, 5(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s40249-016-0166-1>
14. Xiao, H. Y., Chai, J. Y., Fang, Y. Y., & Lai, Y. S. (2023). The spatial-temporal risk profiling of *Clonorchis sinensis* infection over 50 years implies the effectiveness of control programs in South Korea: A geostatistical modeling study. *The Lancet Regional Health – Western Pacific*, 33, 100697. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100697>
15. Chen, Y., Wen, T., Lai, D. H., Wen, Y. Z., Wu, Z. D., Yang, T. B., Yu, X. B., Hide, G., & Lun, Z. R. (2013). Development and evaluation of loop-mediated isothermal amplification (LAMP) for rapid detection of *Clonorchis sinensis* from its first intermediate hosts, freshwater snails. *Parasitology*, 140(11), 1377–1383. <https://doi.org/10.1017/S0031182013000498>
16. Zadesenets, K. S., Katokhin, A. V., Mordvinov, V. A., & Rubtsov, N. B. (2012). Comparative cytogenetics of opisthorchid species (Trematoda, Opisthorchiidae). *Parasitology International*, 61, 87–89. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2011.07.006>
17. International Agency for Research on Cancer (IARC). (2024). *IARC Monographs*, Volumes 1–138, p. 3.
18. Sripa, B., Brindley, P. J., Mulvenna, J., Laha, T., Smout, M. J., Mairiang, E., Bethony, J. M., & Loukas, A. (2012). The tumorigenic liver fluke *Opisthorchis viverrini*—multiple pathways to cancer. *Trends in Parasitology*, 10, 395–407. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.07.006>
19. Mordvinov, V. A., Minkova, G. A., Kovner, A. V., Ponomarev, D. V., Lvova, M. N., Zaparina, O., Romanenko, S. A., Shilov, A. G., & Pakharukova, M. Y. (2021). A tumorigenic cell line derived from a hamster cholangiocarcinoma associated with *Opisthorchis felineus* liver fluke infection. *Life Sciences*, 277, 119494. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2021.119494>
20. Pakharukova, M. Y., Lishai, E. A., Zaparina, O., Baginskaya, N. V., Hong, S. J., Sripa, B., & Mordvinov, V. A. (2023). *Opisthorchis viverrini*, *Clonorchis sinensis* and *Opisthorchis felineus* liver flukes affect mammalian host microbiome in a species-specific manner. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 17(2), e0011111. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011111>
21. Sripa, B., Kaewkes, S., Sithithaworn, P., Mairiang, E., Laha, T., Smout, M., Pairojkul, C., Bhudhisawasdi, V., Tesana, S., Thinkamrop, B., Bethony, J. M., Loukas, A., & Brindley, P. J. (2007). Liver fluke induces cholangiocarcinoma. *PLoS Medicine*, 4(7), e201. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040201>

22. Pakharukova, M. Y., Zaparina, O., Baginskaya, N. V., & Mordvinov, V. A. (2022). Global changes in gene expression related to *Opisthorchis felineus* liver fluke infection reveal temporal heterogeneity of a mammalian host response. *Food and Waterborne Parasitology*, 27, e00159. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2022.e00159>
23. Mairiang, E., Laha, T., Kaewkes, S., Loukas, A., Bethony, J., Brindley, P. J., & Srija, B. (2021). Hepatobiliary morbidities detected by ultrasonography in *Opisthorchis viverrini*-infected patients before and after praziquantel treatment: A five-year follow-up study. *Acta Tropica*, 217, 105853. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105853>
24. Zaparina, O., Kovner, A., Petrova, V., Kolosova, N., Mordvinov, V., & Pakharukova, M. (2024). Plastoquinone-derivative SkQ1 improved the biliary intraepithelial neoplasia during liver fluke infection. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(2), 1593–1606. <https://doi.org/10.3390/cimb46020103>
25. Athanassiou, P., & Athanassiou, L. (2023). Current treatment approach, emerging therapies and new horizons in systemic lupus erythematosus. *Life*, 13(7), 1496. <https://doi.org/10.3390/life13071496>
26. Bagavant, H., & Fu, S. M. (2009). Pathogenesis of kidney disease in systemic lupus erythematosus. *Current Opinion in Rheumatology*, 21(5), 489–494. <https://doi.org/10.1097/BOR.0b013e32832effff>
27. Ding, Q., Hu, W., Wang, R., Yang, Q., Zhu, M., Li, M., Cai, J., Rose, P., Mao, J., & Zhu, Y. Z. (2023). Signaling pathways in rheumatoid arthritis: Implications for targeted therapy. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8(1), 68. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01331-9>
28. Boers, M., Croonen, A. M., Dijkmans, B. A., Breedveld, F. C., Eulderink, F., Cats, A., & Weening, J. J. (1987). Renal findings in rheumatoid arthritis: Clinical aspects of 132 necropsies. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 46(9), 658–663. <https://doi.org/10.1136/ard.46.9.658>
29. Saric, J., Li, J. V., Utzinger, J., Wang, Y., Keiser, J., Dirnhofer, S., Beckonert, O., Sharabiani, M. T., Fonville, J. M., Nicholson, J. K., & Holmes, E. (2010). Systems parasitology: Effects of *Fasciola hepatica* on the neurochemical profile in the rat brain. *Molecular Systems Biology*, 6, 396. <https://doi.org/10.1038/msb.2010.49>
30. Barsoum, R. S. (2013). Parasitic kidney disease: Milestones in the evolution of our knowledge. *American Journal of Kidney Diseases*, 61(3), 501–513. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2012.09.025>
31. Saichua, P., Sithithaworn, P., Jariwala, A. R., Diemert, D. J., Sithithaworn, J., Srija, B., Laha, T., Mairiang, E., Pairojkul, C., Periago, M. V., Khuntikeo, N., Mulvenna, J., & Bethony, J. M. (2013). Microproteinuria during *Opisthorchis viverrini* infection: A biomarker for advanced renal and hepatobiliary pathologies from chronic opisthorchiasis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(5), e2228. <https://doi.org/10.1371/annotation/22389ccb-213a-4502-a8f5-e1993d885cfa>
32. Tonsawan, P., Intarak, S., Srija, B., Puapairoj, A., Srija, M., Sithithaworn, P., & Anutrakulchai, S. (2022). Association between *Opisthorchis viverrini* infection and glomerular disease in Thailand. *American Journal of Nephrology*, 53(3), 199–206. <https://doi.org/10.1159/000521780>
33. Xie, W., Deng, Y., Chen, S., Wu, Y., Li, Y., & Yang, Q. (2020). Association between renal function and co-infection with *Clonorchis sinensis* and *Helicobacter pylori*: A cross-sectional study. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 868. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05616-0>
34. Kapushchak, Y. K., Zaparina, O. G., Mordvinov, V. A., & Pakharukova, M. Y. (2022). Time-dependent renal pathologies associated with the liver fluke infection, opisthorchiasis feline. *Acta Tropica*, 228, 106282. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106282>
35. Kovner, A., Kapushchak, Y., Hadieva, E., Persidskij, M., & Pakharukova, M. (2025). IgA nephropathy is associated with *Opisthorchis felineus* liver fluke infection: Retrospective 5-year analysis of human kidney samples. *Tropical Medicine & International Health*, 30(4), 292–302. <https://doi.org/10.1111/tmi.14093>
36. Marques, S. M., Scroferneker, M. L., & Edelweiss, M. I. (2004). Glomerulonephritis in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) naturally infected by *Fasciola hepatica*. *Veterinary Parasitology*, 123(1–2), 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.06.011>
37. Zaparina, O. G., Kapushchak, Y. K., Lishai, E. A., Hong, S. J., Srija, B., & Pakharukova, M. Y. (2024). Species-specific renal and liver responses during infection with food-borne trematodes *Opisthorchis felineus*, *Opisthorchis viverrini*, or *Clonorchis sinensis*. *PLoS ONE*, 19(12), e0311481. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311481>
38. Головач Е. А., Федорова О. С., Сапрена Т. В., Иванов В. В., Перина Е. А., Ковширина Ю. В., Огородова Л. М. Метаболический синдром, нарушения углеводного и липидного обмена при гельминтозах: обзор современных данных // Бюллетень сибирской медицины. – 2018. – №4(17). – С. 187–198. – DOI: <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-4-187-198>
39. Kokova, D., Verhoeven, A., Perina, E.A., Ivanov, V.V., Knyazeva, E.M., Saltykova, I.V., Mayboroda, O.A. (2020) Plasma metabolomics of the time resolved response to *Opisthorchis felineus* infection in an animal model (golden hamster, *Mesocricetus auratus*)., PLoS Negl Trop Dis., Vol.14(1):e0008015. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008015>.

## References

- Beer S. A. (2005) *Biologija vozбудителей описторхоза* [Biology of the opisthorchiasis pathogen]. – Moscow: T-vo nauchnykh izdanii KMK. – 336 p. (In Russian)
- Petney, T. N., Andrews, R. H., Saijuntha, W., Wenz-Mücke, A., & Sithithaworn, P. (2013). The zoonotic, fish-borne liver flukes *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felineus* and *Opisthorchis viverrini*. *International Journal of Parasitology*, 43(12–13), 1031–1046. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.07.007>

3. Pozio, E., Armignacco, O., Ferri, F., & Gomez Morales, M. A. (2013). *Opisthorchis felineus*, an emerging infection in Italy and its implication for the European Union. *Acta Tropica*, 126(1), 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.01.005>
4. Pakharukova, M. Y., & Mordvinov, V. A. (2022). Similarities and differences among the Opisthorchiidae liver flukes: insights from *Opisthorchis felineus*. *Parasitology*, 149(10), 1306–1318. <https://doi.org/10.1017/S0031182022000397>
5. Kiyan, V. S., Bulashev, A. K., & Katokhin, A. V. (2018). *Opisthorchis felineus* and *Metorchis bilis* metacercariae in cyprinid fish *Leuciscus idus* in Nura-Sarysu River, Kazakhstan. *Korean Journal of Parasitology*, 56(3), 267–274. <https://doi.org/10.3347/kjp.2018.56.3.267>
6. Fedorova, O. S., Fedotova, M. M., Zvonareva, O. I., Mazeina, S. V., Kovshirina, Y. V., Sokolova, T. S., Golovach, E. A., Kovshirina, A. E., Konovalova, U. V., Kolomeets, I. L., Gutor, S. S., Petrov, V. A., Hattendorf, J., Ogorodova, L. M., & Odermatt, P. (2020). *Opisthorchis felineus* infection, risks, and morbidity in rural Western Siberia, Russian Federation. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(6), e0008421. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008421>
7. Mordvinov, V. A., Shilov, A. G., & Pakharukova, M. Y. (2017). Anthelmintic activity of cytochrome P450 inhibitors miconazole and clotrimazole: in-vitro effect on the liver fluke *Opisthorchis felineus*. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 50(1), 97–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2017.01.037>
8. Pakharukova, M. Y., Pakharukov, Y. V., & Mordvinov, V. A. (2018). Effects of miconazole/clotrimazole and praziquantel combinations against the liver fluke *Opisthorchis felineus* in vivo and in vitro. *Parasitology Research*, 117(7), 2327–2331. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5895-6>
9. Pakharukova, M. Y., Samsonov, V. A., Serbina, E. A., & Mordvinov, V. A. (2019). A study of tribendimidine effects in vitro and in vivo on the liver fluke *Opisthorchis felineus*. *Parasites & Vectors*, 12(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3288-z>
10. Sripa, B., Kaewkes, S., Intapan, P. M., Maleewong, W., & Brindley, P. J. (2010). Food-borne trematodiases in Southeast Asia: Epidemiology, pathology, clinical manifestation and control. *Advances in Parasitology*, 72, 305–350. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(10\)72011-X](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(10)72011-X)
11. Sripa, B., Suwannatrat, A. T., Sayasone, S., Do, D. T., Khieu, V., & Yang, Y. (2021). Current status of human liver fluke infections in the Greater Mekong Subregion. *Acta Tropica*, 224, 106133. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106133>
12. Zhao, T. T., Feng, Y. J., Doanh, P. N., Sayasone, S., Khieu, V., Nithikathkul, C., Qian, M. B., Hao, Y. T., & Lai, Y. S. (2021). Model-based spatial-temporal mapping of opisthorchiasis in endemic countries of Southeast Asia. *eLife*, e59755. <https://doi.org/10.7554/eLife.59755>
13. Tang, Z. L., Huang, Y., & Yu, X. B. (2016). Current status and perspectives of *Clonorchis sinensis* and clonorchiasis: Epidemiology, pathogenesis, omics, prevention and control. *Infectious Diseases of Poverty*, 5(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s40249-016-0166-1>
14. Xiao, H. Y., Chai, J. Y., Fang, Y. Y., & Lai, Y. S. (2023). The spatial-temporal risk profiling of *Clonorchis sinensis* infection over 50 years implies the effectiveness of control programs in South Korea: A geostatistical modeling study. *The Lancet Regional Health – Western Pacific*, 33, 100697. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100697>
15. Chen, Y., Wen, T., Lai, D. H., Wen, Y. Z., Wu, Z. D., Yang, T. B., Yu, X. B., Hide, G., & Lun, Z. R. (2013). Development and evaluation of loop-mediated isothermal amplification (LAMP) for rapid detection of *Clonorchis sinensis* from its first intermediate hosts, freshwater snails. *Parasitology*, 140(11), 1377–1383. <https://doi.org/10.1017/S0031182013000498>
16. Zadesenets, K. S., Katokhin, A. V., Mordvinov, V. A., & Rubtsov, N. B. (2012). Comparative cytogenetics of opisthorchid species (Trematoda, Opisthorchiidae). *Parasitology International*, 61, 87–89. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2011.07.006>
17. International Agency for Research on Cancer (IARC). (2024). IARC Monographs, Volumes 1–138, p. 3.
18. Sripa, B., Brindley, P. J., Mulvenna, J., Laha, T., Smout, M. J., Mairiang, E., Bethony, J. M., & Loukas, A. (2012). The tumorigenic liver fluke *Opisthorchis viverrini*—multiple pathways to cancer. *Trends in Parasitology*, 10, 395–407. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.07.006>
19. Mordvinov, V. A., Minkova, G. A., Kovner, A. V., Ponomarev, D. V., Lvova, M. N., Zaparina, O., Romanenko, S. A., Shilov, A. G., & Pakharukova, M. Y. (2021). A tumorigenic cell line derived from a hamster cholangiocarcinoma associated with *Opisthorchis felineus* liver fluke infection. *Life Sciences*, 277, 119494. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2021.119494>
20. Pakharukova, M. Y., Lishai, E. A., Zaparina, O., Baginskaya, N. V., Hong, S. J., Sripa, B., & Mordvinov, V. A. (2023). *Opisthorchis viverrini*, *Clonorchis sinensis* and *Opisthorchis felineus* liver flukes affect mammalian host microbiome in a species-specific manner. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 17(2), e0011111. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011111>
21. Sripa, B., Kaewkes, S., Sithithaworn, P., Mairiang, E., Laha, T., Smout, M., Pairojkul, C., Bhudhisawasdi, V., Tesana, S., Thinkamrop, B., Bethony, J. M., Loukas, A., & Brindley, P. J. (2007). Liver fluke induces cholangiocarcinoma. *PLoS Medicine*, 4(7), e201. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040201>
22. Pakharukova, M. Y., Zaparina, O., Baginskaya, N. V., & Mordvinov, V. A. (2022). Global changes in gene expression related to *Opisthorchis felineus* liver fluke infection reveal temporal heterogeneity of a mammalian host response. *Food and Waterborne Parasitology*, 27, e00159. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2022.e00159>
23. Mairiang, E., Laha, T., Kaewkes, S., Loukas, A., Bethony, J., Brindley, P. J., & Sripa, B. (2021). Hepatobiliary morbidities detected by ultrasonography in *Opisthorchis viverrini*-infected patients before and after praziquantel treatment: A five-year follow-up study. *Acta Tropica*, 217, 105853. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105853>

24. Zaparina, O., Kovner, A., Petrova, V., Kolosova, N., Mordvinov, V., & Pakharukova, M. (2024). Plastoquinone-derivative SkQ1 improved the biliary intraepithelial neoplasia during liver fluke infection. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(2), 1593–1606. <https://doi.org/10.3390/cimb46020103>
25. Athanassiou, P., & Athanassiou, L. (2023). Current treatment approach, emerging therapies and new horizons in systemic lupus erythematosus. *Life*, 13(7), 1496. <https://doi.org/10.3390/life13071496>
26. Bagavant, H., & Fu, S. M. (2009). Pathogenesis of kidney disease in systemic lupus erythematosus. *Current Opinion in Rheumatology*, 21(5), 489–494. <https://doi.org/10.1097/BOR.0b013e32832efff1>
27. Ding, Q., Hu, W., Wang, R., Yang, Q., Zhu, M., Li, M., Cai, J., Rose, P., Mao, J., & Zhu, Y. Z. (2023). Signaling pathways in rheumatoid arthritis: Implications for targeted therapy. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 8(1), 68. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01331-9>
28. Boers, M., Croonen, A. M., Dijkmans, B. A., Breedveld, F. C., Eulderink, F., Cats, A., & Weening, J. J. (1987). Renal findings in rheumatoid arthritis: Clinical aspects of 132 necropsies. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 46(9), 658–663. <https://doi.org/10.1136/ard.46.9.658>
29. Saric, J., Li, J. V., Utzinger, J., Wang, Y., Keiser, J., Dirnhofer, S., Beckonert, O., Sharabiani, M. T., Fonville, J. M., Nicholson, J. K., & Holmes, E. (2010). Systems parasitology: Effects of *Fasciola hepatica* on the neurochemical profile in the rat brain. *Molecular Systems Biology*, 6, 396. <https://doi.org/10.1038/msb.2010.49>
30. Barsoum, R. S. (2013). Parasitic kidney disease: Milestones in the evolution of our knowledge. *American Journal of Kidney Diseases*, 61(3), 501–513. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2012.09.025>
31. Saichua, P., Sithithaworn, P., Jariwala, A. R., Diemert, D. J., Sithithaworn, J., Sripathi, B., Laha, T., Mairiang, E., Pairojkul, C., Periago, M. V., Khuntikeo, N., Mulvenna, J., & Bethony, J. M. (2013). Microproteinuria during *Opisthorchis viverrini* infection: A biomarker for advanced renal and hepatobiliary pathologies from chronic opisthorchiasis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 7(5), e2228. <https://doi.org/10.1371/annotation/22389ccb-213a-4502-a8f5-e1993d885cfa>
32. Tonsawan, P., Intarak, S., Sripathi, B., Puapairoj, A., Sripathi, M., Sithithaworn, P., & Anutrakulchai, S. (2022). Association between *Opisthorchis viverrini* infection and glomerular disease in Thailand. *American Journal of Nephrology*, 53(3), 199–206. <https://doi.org/10.1159/000521780>
33. Xie, W., Deng, Y., Chen, S., Wu, Y., Li, Y., & Yang, Q. (2020). Association between renal function and co-infection with *Clonorchis sinensis* and *Helicobacter pylori*: A cross-sectional study. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 868. <https://doi.org/10.1186/s12879-020-05616-0>
34. Kapushchak, Y. K., Zaparina, O. G., Mordvinov, V. A., & Pakharukova, M. Y. (2022). Time-dependent renal pathologies associated with the liver fluke infection, opisthorchiasis feline. *Acta Tropica*, 228, 106282. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106282>
35. Kovner, A., Kapushchak, Y., Hadieva, E., Persidskij, M., & Pakharukova, M. (2025). IgA nephropathy is associated with *Opisthorchis felineus* liver fluke infection: Retrospective 5-year analysis of human kidney samples. *Tropical Medicine & International Health*, 30(4), 292–302. <https://doi.org/10.1111/tmi.14093>
36. Marques, S. M., Scroferneker, M. L., & Edelweiss, M. I. (2004). Glomerulonephritis in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) naturally infected by *Fasciola hepatica*. *Veterinary Parasitology*, 123(1–2), 83–91. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.06.011>
37. Zaparina, O. G., Kapushchak, Y. K., Lishai, E. A., Hong, S. J., Sripathi, B., & Pakharukova, M. Y. (2024). Species-specific renal and liver responses during infection with food-borne trematodes *Opisthorchis felineus*, *Opisthorchis viverrini*, or *Clonorchis sinensis*. *PLoS ONE*, 19(12), e0311481. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311481>
38. Golovach E. A., Fedorova O. S., Saprina T. V., Ivanov V. V., Perina E. A., Kovshirina Yu. V., Ogorodova L. M. (2018) Metabolicheskii sindrom, narusheniia uglevodnogo i lipidnogo obmena pri gel'mintozakh: obzor sovremennykh dannykh [Metabolic syndrome, carbohydrate and lipid metabolism disorders in helminthiases: a review of current data] // Byulleten' sibirskoi meditsiny. – №4(17). – P. 187–198. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2018-4-187-198> (In Russian)
39. Kokova, D., Verhoeven, A., Perina, E.A., Ivanov, V.V., Knyazeva, E.M., Saltykova, I.V., Mayboroda, O.A. (2020) Plasma metabolomics of the time resolved response to *Opisthorchis felineus* infection in an animal model (golden hamster, *Mesocricetus auratus*)., *PLoS Negl Trop Dis.*, Vol.14(1):e0008015. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008015>.

### **Биографии авторов**

**Капуцак Ярослав Кириллович** – младший научный сотрудник сектора постгеномной нейробиологии Института цитологии и генетики СО РАН (г. Новосибирск, Россия, [yarikkaps@yandex.ru](mailto:yarikkaps@yandex.ru)).

**Запарина Оксана** (корреспондентный автор) – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярных механизмов патологических процессов Института цитологии и генетики СО РАН (г. Новосибирск, Россия, [zp.oksana.93@gmail.com](mailto:zp.oksana.93@gmail.com)).

**Ковнер Анна Владимировна** – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярных механизмов патологических процессов Института цитологии и генетики СО РАН (г. Новосибирск, Россия, [anya.kovner@gmail.com](mailto:anya.kovner@gmail.com)).

*Пахарукова Мария Юрьевна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярных механизмов патологических процессов Института цитологии и генетики СО РАН (г. Новосибирск, Россия, pmaria@yandex.ru).*

***Information about authors:***

*Kapushchak Yaroslav Kirillovich – Junior Researcher, Postgenomic Neurobiology Sector, Institute of Cytology and Genetic SB RAS (Novosibirsk, Russia, yarikkaps@yandex.ru).*

*Zaparina Oxana (correspondent author) – PhD, Researcher, Laboratory of Molecular Mechanisms of Pathological Processes, Institute of Cytology and Genetic SB RAS (Novosibirsk, Russia, zp.oksana.93@gmail.com ).*

*Kovner Anna Vladimirovna – PhD, Researcher, Laboratory of Molecular Mechanisms of Pathological Processes, Institute of Cytology and Genetic SB RAS (Novosibirsk, Russia, anya.kovner@gmail.com).*

*Pakharukova Maria Yiryievna boldin Temirlan – Doctor of biological science, Leading researcher, Laboratory of Molecular Mechanisms of Pathological Processes, Institute of Cytology and Genetic SB RAS (Novosibirsk, Russia, pmaria@yandex.ru).*