

ВЛИЯНИЕ ПАРАЗИТИРОВАНИЯ ЦЕСТОДЫ *Alcataenia armillaris* (Cestoda: Dilepididae) НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОЛСТОКЛЮВОЙ И ТОНКОКЛЮВОЙ КАЙР БАРЕНЦЕВА МОРЯ

М.М. КУКЛИНА

кандидат биологических наук

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН,
183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17, e-mail: MM_Kuklina@mail.ru

Проведен сравнительный анализ биохимических показателей белкового, липидного, углеводного и минерального обменов толстоклювой (*Uria lomvia*) и тонкоклювой (*U. alge*) кайр при инвазии ленточными червями *Alcataenia armillaris* (Cestoda: Dilepididae). Показано, что паразитирование дилепидид вызывает изменения в углеводном и липидном обменах птиц. Отмечено снижение концентрации общих липидов, триглицеридов, глюкозы, а также увеличение активности лактатдегидрогеназы в плазме крови зараженных кайр.

Ключевые слова: кайра, *Alcataenia armillaris*, биохимия, плазма крови.

Вопросы о влиянии гельминтов на организм животных природных популяций до настоящего времени остаются малоизученными. Не представляют исключения и морские птицы. Согласно ранее проведенным исследованиям биохимических показателей морских птиц при заражении цестодами установлено, что степень влияния на организм определяется интенсивностью инвазии, систематической принадлежностью ленточных червей, а также возрастом хозяина [4–6, 8]. Заражение цестодами из семейств Dilepididae, Tetrabothriidae, Hymenolepididae приводит к изменениям в белковом, липидном, углеводном и минеральном обменах веществ моевки, морской и серебристой чаек Баренцева моря. Паразитирование кишечных гельминтов вызывает нарушение физиологического состояния и функционирования печени и почек птиц. Толстоклювая и тонкоклювая кайры в этом аспекте не изучались. Однако, кайры в силу своей экологии, биологии, особенностей питания и способов добывания кормов представляет собой интересный объект исследования [12].

Целью работы было определение особенностей влияния ленточных червей *Alcataenia armillaris* (Cestoda: Dilepididae) на биохимические показатели плазмы крови толстоклювой (*Uria lomvia*) и тонкоклювой (*U. alge*) кайр.

Материалы и методы

Материал для настоящей работы собран в ходе береговых экспедиций Мурманского морского биологического института на территории, прилегающей к Гавриловскому архипелагу (Кандалакшский государственный природный заповедник), а также на полуострове Рыбачий в июне–июле 2008 г. В качестве объектов исследования служили толстоклювые (n = 20) и тонкоклювые (n = 18) кайры. Для биохимических исследований использовали плазму крови, при анализе которой измеряли показатели белкового, липидного, углеводного и минерального обменов. Концентрацию общего белка определяли биуретовым методом, а содержание белковых фракций – с помощью

электрофореза на бумаге [3]. Путем переосаждения в системе «трихлоруксусная кислота–этанол» измеряли уровень модифицированной формы альбумина [13]. Методом осаждения полиэтиленгликоля устанавливали концентрацию циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) [7]. Активности кислот и щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы (ЛДГ), аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ), гамма-глутамил-аминотрансферазы (γ -ГТФ), α -амилазы, а также концентрации мочевины, мочевой кислоты, креатинина, триглицеридов, холестерина, холестерина ЛПВП, глюкозы, кальция, меди и хлоридов измеряли с помощью наборов для биохимических исследований НПТ «Абрис+» (Россия). Уровни общих липидов, меди, фосфолипидов, фосфора неорганического и активность холинэстеразы исследовали биотестами фирмы «Lachema» (Чехия).

Одновременно проводили паразитологическое вскрытие птиц. Определяли видовую принадлежность найденных гельминтов, подсчитывали количественные показатели заражения – интенсивность инвазии (ИИ) и индекс обилия (ИО). Статистическую обработку результатов провели общепринятыми методами, достоверность различий между сравниваемыми значениями биохимических параметров оценивали по t-критерию Стьюдента [9].

Результаты и обсуждение

По результатам исследований всех птиц разделили на 5 групп. I группу составили толстоклювые кайры, свободные от инвазии, II группу – толстоклювые кайры, зараженные *A. armillaris* с ИИ 1–6 экз. и ИО 1,3 экз., III группу – птицы, инвазированные *A. armillaris* с ИИ 11–64 экз. и ИО 8,45 экз. Незараженные тонкоклювые кайры составили IV группу, а тонкоклювые кайры, инвазированные *A. armillaris* с ИИ 2–61 экз. и ИО 3,6 экз. – V группу. Биохимические параметры плазмы крови незараженных кайр использовали в качестве контрольных значений.

Биохимические исследования показателей обмена веществ толстоклювой и тонкоклювой кайр при заражении цестодами не выявили заметных изменений в метаболизме белков (табл. 1). Концентрация общего белка, содержание белковых фракций и модифицированной формы альбумина в плазме крови кайр, инвазированных *A. armillaris*, не отличались от контрольных значений. Активность ферментов белкового обмена (АлАТ, АсАТ, γ -ГТФ) также не изменялась при заражении дилепидами. Уровни небелковых азотистых компонентов плазмы крови (концентрации мочевины, мочевой кислоты и креатинина) у инвазированных кайр соответствовали показателям нормы. Обращает на себя внимание лишь снижение активности щелочной фосфатазы у толстоклювых кайр, зараженных дилепидами, на 30,0 % по сравнению с интактными птицами ($P < 0,05$).

Сравнительный анализ показал, что наиболее заметные изменения отмечены в липидном и углеводном обменах кайр обоих видов, зараженных *A. armillaris*. Показано снижение концентрации общих липидов в плазме крови толстоклювых и тонкоклювых кайр в среднем на 18,2 % по сравнению с контрольными значениями ($P < 0,05$) (табл. 2). Вместе с тем установлено уменьшение содержания триглицеридов в плазме крови толстоклювых в 2,0 раза и тонкоклювых кайр в 2,9 раза ($P < 0,05$). Кроме того, уровень глюкозы в плазме крови кайр, зараженных дилепидами, также снижался в среднем на 24,9 % ($P < 0,05$). В тоже время активность ЛДГ увеличивалась в плазме крови инвазированных и толстоклювых, и тонкоклювых кайр ($P < 0,05$) (табл. 1).

Показатели минерального обмена у кайр, зараженных дилепидами, не отличались от аналогичных параметров птиц, свободных от инвазии (табл. 2).

1. Показатели белкового обмена по результатам анализа плазмы крови зараженных и незараженных толстоклювой и тонкоклювой кайр

Показатель	Группы				
	I	II	III	IV	V
Общий белок, г/л	52,8±2,3	51,6±2,3	49,9±3,5	49,5±1,3	55,6±3,3
Альбумин, г/л	20,9±1,1	22,0±1,6	20,6±2,0	21,2±0,9	21,2±0,6
Альфа-глобулины, г/л	9,3±1,0	9,0±1,1	8,4±1,0	8,0±0,3	10,1±0,9
Бета-глобулины, г/л	11,7±1,1	10,6±0,7	10,5±1,5	10,3±0,3	12,8±3,3
Гамма-глобулины, г/л	10,9±0,9	10,0±1,2	10,4±2,1	10,0±0,47	11,5±1,9
Модиф. форма альбумина, %	32,5±3,9	30,7±4,2	32,6±2,1	28,1±1,8	31,7±1,1
ЦИК, опт.ед.	155,9±10,0	164,0±16,9	118,0±12,6	146,5±15,6	119,7±11,8
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	23,6±0,7	16,2±0,7*	17,1±0,8*	21,9±2,0	21,2±2,3
Кислая фосфатаза, МЕ/л	23,2±1,2	21,2±1,1	19,8±1,0	28,5±0,5	28,1±1,1
α-амилаза, мг/схл	14,6±1,1	15,7±1,6	15,0±1,1	19,3±0,65	17,5±0,43
ЛДГ, МЕ/л	1958,9±35,8	2794,6±157,7*	2377,8±241,5*	1905,5±195,0	3248,7±170,7*
Холинэстераза, мккат/л	95,1±0,6	88,4±0,4	87,7±0,6	64,5±0,5	52,0±0,7
γ-ГТФ, МЕ/л	13,3±0,7	9,2±0,9	10,3±0,6	8,2±0,72	8,1±0,71
АлАТ, МЕ/л	2,0±0,2	2,2±0,18	2,3±0,17	2,1±0,28	2,6±0,24
АсАТ, МЕ/л	3,3±0,3	3,3±0,3	3,2±0,36	2,7±0,28	2,9±0,28
Мочевина, ммоль/л	4,2±0,36	3,0±0,23	3,7±0,47	3,7±0,34	3,9±0,3
Мочевая кислота, ммоль/л	0,9±0,16	0,6±0,04	0,6±0,08	0,8±0,09	0,8±0,1
Креатинин, мкмоль/л	9,0±1,3	10,5±1,3	10,5±1,5	9,2±0,56	9,0±0,6

Примечание. * – различия достоверны относительно показателей незараженных птиц (I и IV группа, $P < 0,05$).

Известно, что характер изменений обмена веществ при гельминтозах определяется как воздействием паразитов на организм хозяина, так и особенностями ответных реакций самих хозяев. В данном случае выявлено влияние цестодной инвазии *A. armillaris* на ряд важнейших показателей липидного и углеводного обменов толстоклювой и тонкоклювой кайр. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что цестодная инвазия вызывает серьезные изменения в метаболизме липидов и полисахаридов организма хозяина. Влияние заражения гельминтами на обмен липидов и углеводов различных видов животных складывается по-разному и находится в зависимости от интенсивности и длительности инвазии, а также морфологии гельминтов. При экспериментальном дифиллоботриозе установлены существенные изменения в липидном обмене инвазированных хомяков: в печени наблюдали накопление липидов (общих липидов, холестерина, триглицеридов и фосфолипидов) при одновременном снижении их концентрации в плазме крови [2].

2. Показатели липидного, углеводного и минерального обменов по результатам анализа плазмы крови зараженных и незараженных толстоклювой и тонкоклювой кайр

Показатель	Группы				
	I	II	III	IV	V
Общие липиды, г/л	8,4±0,5	6,8±0,4*	7,2±0,3*	7,0±0,4	5,5±0,3*
Фосфолипиды, ммоль/л	5,6±0,5	5,3±0,35	5,6±0,45	5,6±0,2	5,8±0,49
Триглицериды, ммоль/л	3,5±0,2	1,7±0,2*	1,8±0,2*	3,4±0,17	1,05±0,16*
Холестерин, ммоль/л	9,5±0,46	8,4±0,3	9,3±0,3	9,9±0,35	7,6±0,2
Холестерин ЛПВП, ммоль/л	5,7±0,1	6,6±0,2	7,1±0,5	6,0±0,2	5,3±0,5
Глюкоза, ммоль/л	17,1±0,1	12,9±0,27*	12,3±0,2 *	16,0±0,9	12,5±0,26*
Фосфор неорганический, ммоль/л	3,4±0,37	2,9±0,52	3,9±0,3	2,7±0,62	3,8±0,54
Кальций, ммоль/л	2,8±0,18	2,6±0,2	3,0±0,3	2,7±0,06	2,6±0,29
Магний, ммоль/л	1,15±0,09	1,16±0,09	1,2±0,03	1,1±0,03	1,3±0,22
Хлориды, ммоль/л	107,9±5,6	100,8±2,0	104,3±4,3	108,2±0,76	103,2±4,5
Медь, мкмоль/л	22,7±2,0	22,7±4,1	26,3±1,4	24,2±2,1	20,7±4,1

Примечание. * – различия достоверны относительно показателей незараженных птиц (I и IV группа, $P < 0,05$).

Снижение содержания общих липидов и триглицеридов в плазме крови зарегистрировано как для толстоклювой и тонкоклювой кайр, зараженных дилепидами, так и для птенцов моевки при инвазии *A. larina* (Cestoda: Dilepididae) [6]. Авторы предполагают, что выявленные колебания в липидном обмене животных связаны с нарушениями функций печени. По-видимому, продукты метаболизма паразитов оказывают антилипотропное действие на печень, что приводит к накоплению липидов в ней и, как следствие этого, к снижению их уровня в крови. Кроме того, изменения ферментативной активности кишечника под влиянием инвазии ленточных червей также могут способствовать нарушению всасывания липидов и продуктов их распада.

Конкуренция за углеводы между паразитом и хозяином при гельминтной инвазии происходит особенно остро, так как для большинства гельминтов углеводы – единственный источник энергии [11]. Исследования при ряде гельминтозов человека и животных показали, что, помимо нарушения белкового и липидного обменов, наблюдают также изменения в метаболизме углеводов. Это может быть связано со снижением ферментативной деятельности пищеварительного тракта, нарушениями процесса всасывания в кишечнике продуктов расщепления углеводов, а также с пониженной функцией печени и избирательным потреблением углеводов многими гельминтами. Установленные изменения в углеводном обмене (снижение концентрации глюкозы и увеличение активности ЛДГ) инвазированных кайр ранее показаны для некоторых форм дифиллоботриозов. Уменьшение уровня глюкозы в сыворотке крови отмечено у золотистых хомячков, инвазированных *Spirometra erinacei* (Cestoda: Diphylobothriidae) [14]. При экспериментальном исследовании песцов определено, что активность ЛДГ была выше в 2 раза у подопытных животных, чем у контрольных, через 2 мес после заражения [1]. Изменения в углеводном обмене зараженных животных, по мнению авторов, связаны с активацией гликолитических процессов, которые вызваны инвазией.

Необходимо заметить, что при инвазии ленточными червями из семейств Dilepididae, Tetrabothriidae, Hymenolepididae морских птиц (моевок, серебристых и морских чаек) активизируются процессы белкового обмена (увеличение концентрации мочевой кислоты), усиливается деятельность иммунной системы (повышение содержания гамма-глобулинов, ЦИК и С-реактивного

белка) [4, 6]. В то время как показатели липидного и углеводного обменов соответствовали показателям нормы. У толстоклювой и тонкоклювой кайры, зараженных дилепидидами, наблюдали обратную тенденцию. Выявленные различия влияния ленточных червей на обмен веществ могут объясняться несколькими причинами. Во-первых, толстоклювая и тонкоклювая кайры представляют собой ихтиофагов, рацион питания которых составляет рыба, в то время как морская и серебристая чайки относятся к полифагам, а моевка – к умеренным полифагам. Во-вторых, при поиске и добывании пищи на больших глубинах (в среднем 50–60 м) толстоклювая и тонкоклювая кайры затрачивают значительное количество энергии [10]. По всей видимости, обедненная углеводами диета кайры, высокие энергетические затраты птиц при поиске и добыче пищи, а также паразитирование ленточных червей приводят к изменениям в липидном и углеводном обменах.

Авторы выражают благодарность администрации и сотрудникам Кандалакшского государственного природного заповедника за помощь в проведении полевых работ.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 10-04-00204а).

Литература

1. Аникиева Л.В., Берестов А.А., Берестов В.А. и др. Дифиллоботриоз песцов. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. – 143 с.
2. Белова Л.В., Слепенков Ю.Д. Некоторые особенности липидного обмена при экспериментальном дифиллоботриозе // Мед. паразитол. и паразит. бол. – 1978. – Т. 47, № 3. – С. 68–72.
3. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической диагностике. – Мн.: Беларусь, 2000. – В 2 т. – 495 с.
4. Куклина М.М., Куклин В.В. Влияние гельминтной инвазии на биохимические показатели чаек рода *Larus* Баренцева моря // Докл. Академии Наук. – 2006. – Т. 411, № 2. – С. 278–281.
5. Куклина М.М., Куклин В.В. Динамика физиологических параметров птенцов морской чайки (*Larus marinus*) при экспериментальном заражении цестодами *Microsomacanthus ductilus* (Cestoda: Hymenolepididae) // Паразитология. – 2008. – Т. 42, № 1. – С. 21–30.
6. Куклина М.М., Куклин В.В. Биохимические аспекты взаимоотношений в системе паразит-хозяин на примере моевки и ленточных червей из разных систематических групп // Докл. Академии Наук. – 2011. – Т. 438, № 1. – С. 129–133.
7. Лабораторные методы исследования в клинике. Под ред. В.В. Меньшикова. – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
8. Мазур О.В., Пронин Н.М., Толочко Л.В. Гематологические и иммунологические характеристики птенцов серебристой чайки (*Larus argentatus*) при экспериментальном заражении *Dipyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Pseudophyllidae) // Изв. РАН. Сер. биологическая. – 2007. – № 4. – С. 420–427.
9. Матюшичев В.Б. Элементы статистической обработки результатов биохимического эксперимента. – Л., 1990. – 132 с.
10. Мордвинов Ю. Е. Энергетические траты при плавании под водой у некоторых водных птиц // Соврем. орнитол. – 1998. – М., 1998. – С. 285–291.
11. Сопрунов Ф.Ф. Молекулярные основы паразитизма. – М.: Наука, 1987. – 223 с.
12. Состояние популяций морских птиц, гнездящихся в регионе Баренцева моря. Под ред. Т. Анкера-Нильссена, В. Бакена, Х. Стрема и др. – Норвежский полярный ин-т., 2003. – 206 с.
13. Троицкий Г.В., Борисенко С.Н., Касимова Г.А. Инвертированный метод обработки электрофореграмм для выявления модифицированных форм альбумина // Лаб. дело. – 1986. – № 4. – С. 229–231.

14. Hirai K., Tsuboi T., Torii M., Nishida H. Carbohydrate metabolism in intact golden hamsters infected with plerocercoids of *Spirometra erinacei* (Cestoda: Diphylobothriidae) // Parasitol. Res. – 1987. – V. 74. – P. 183–187.

Influence of infection by cestodes on biochemical parameters of thick-billed murre (*Uria lomvia*) and common murre (*U.aalge*) of the Barents Sea

M.M. Kuklina

The comparative analysis of biochemical parameters at thick-billed murre (*Uria lomvia*) and common murre (*U. aalge*) infected by cestodes *Alcataenia armillaris* (Cestoda: Dilepididae) and noninfected was carried out. Negative impact of tape-worms *A. armillaris* on a metabolism in an organism of thick-billed and common murres was shown. It was established that concentrations of total lipids, triglycerides and glucose in plasma of blood were decreased. Also activity of the lactatdegidrogenase was increased in plasma of blood of infected birds.

Keywords: thick-billed murre, common murre, *Alcataenia armillaris*, biochemistry, plasma of blood.