

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 616-092.9:612.123

Н.П. Судаков^{1, 2}, И.В. Клименков², М.В. Пастухов³, В.В. Пастухов⁴,
С.Б. Никифоров¹, Б.Г. Пушкарёв¹, В.А. Фялков⁴

**ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНЫХ СПЕКТРОВ КРОВИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ
БЫЧКОВЫХ РЫБ ОЗЕРА БАЙКАЛ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
МЕХАНИЗМОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ДИСЛИПОПРОТЕИДЕМИИ И АТЕРОСКЛЕРОЗУ**

¹ ФГБУ «Научный центр реконструктивной и восстановительной хирургии» СО РАМН (Иркутск)

² ФГБУН Лимнологический институт СО РАН (Иркутск)

³ ФГБУН Институт геохимии им А.П. Виноградова СО РАН (Иркутск)

⁴ Байкальский музей ИНЦ СО РАН (Иркутск)

**SPECIES PECULIARITIES OF LIPID SPECTRA OF BLOOD IN REPRESENTATIVES
OF GOBY FISH IN LAKE BAIKAL: NEW OPPORTUNITIES OF RESEARCH
OF MECHANISMS OF RESISTANCE TO DYSLIPOPROTEIDEMIA AND ATHEROSCLEROSIS**

N.P. Sudakov^{1, 2}, I.V. Klimenkov², M.V. Pastukhov³, V.V. Pastukhov⁴, S.B. Nikiforov¹,
B.G. Pushkarev¹, V.A. Fialkov⁴

¹ Scientific Center of Reconstructive and Restorative Surgery SB RAMS, Irkutsk

² Limnology Institute SB RAS, Irkutsk

³ Institute of Geochemistry named after A.P. Vinogradov SB RAS, Irkutsk

⁴ Baikal museum SB RAS, Irkutsk

Различные виды животных обладают индивидуальными особенностями системы липидного обмена крови, определяющими степень устойчивости к развитию дислипидотеидемии и атеросклероза [1]. Такие видоспецифичные различия в системах обмена липидов крови являются уникальным материалом для выявления механизмов резистентности к дислипидотеидемии и атеросклерозу и в дальнейшем могут способствовать созданию новых технологий лечения атеросклероза у человека. С этой целью изучаются различные модели данного заболевания на животных (млекопитающие, птицы, рыбы), вызываемые атерогенной диетой, или нокаутом генов [2, 4, 5–8]. В рамках поиска новых модельных объектов для изучения механизмов устойчивости липидного обмена крови к дислипидотеидемии нам представляется перспективным комплекс эндемичных близкородственных представителей бычковых рыб озера Байкал (*Cottoidei*). Потенциальная уникальность данной модели определяется: широким разнообразием родственных видов *Cottoidei*, адаптировавшихся к различным условиям обитания и пищевому рациону с различным уровнем атерогенного риска; обитанием в условиях озера Байкал, отличающегося минимальным антропогенным загрязнением [3].

МЕТОДИКА

В качестве объектов исследования было выбрано несколько видов рогатковидных рыб: *Procottus major*, *Cottocomephorus inermis*, *Limnocottus bergianus* и *Batrachocottus baicalensis*. Животные отловлены в прибрежной зоне Южного Байкала в количестве 7 особей для каждого вида. Показатели липидного обмена крови (концентрацию общего холестерина – Хс, ХсЛПОНП, ХсЛПНП и ХсЛПВП) оценивали на биохимическом анализаторе Beckman synhron 4 (Beckman coulter, США) с использованием наборов реагентов «Human GmbH» (Германия) согласно инструкции производителя. Коэффициент атерогенности (Ка) рассчитывали, используя формулу: $Ka = (ХсЛПНП + ХсЛПОНП) / ХсЛПВП$. Для анализа данных использовали непараметрическую статистику, межгрупповые различия оценивали критерием Краскела-Уоллиса.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Установлено, что липидные спектры изучаемых представителей *Cottoidei* обладают четко выраженными видоспецифичными особенностями (табл. 1).

Показано, что наименьшим уровнем общего холестерина обладает пелагический вид – *C. inermis*. Донные виды (*P. major*, *L. bergianus* и *B. baicalensis*) характеризуются более высокими значениями

Таблица 1

Показатели липидного спектра крови *Cottoidei* озера Байкал

Вид	Показатели липидного спектра крови	Медиана	25-й процентиль	75-й процентиль
<i>Cottocomephorus inermis</i>	Общий Хс (ммоль/л)	3,70	3,18	3,90
	ХсЛПВП (ммоль/л)	1,55	1,33	1,63
	ХсЛПНП (ммоль/л)	1,65	1,40	1,83
	ХсЛПОНП (ммоль/л)	0,35	0,23	0,53
	Ка (ед)	1,40	1,39	1,43
<i>Procottus major</i>	Общий Хс (ммоль/л)	12,40	12,13	12,51
	ХсЛПВП (ммоль/л)	8,00	7,82	8,11
	ХсЛПНП (ммоль/л)	2,30	2,19	2,42
	ХсЛПОНП (ммоль/л)	2,10	2,01	2,23
	Ка (ед)	0,60	0,58	0,61
<i>Limnocottus bergianus</i>	Общий Хс (ммоль/л)	14,40	13,50	14,98
	ХсЛПВП (ммоль/л)	5,40	5,05	5,65
	ХсЛПНП (ммоль/л)	7,60	7,10	7,85
	ХсЛПОНП (ммоль/л)	1,40	1,25	1,45
	Ка (ед)	0,90	0,80	0,95
<i>Batrachocottus baicalensis</i>	Общий Хс (ммоль/л)	8,40	7,95	8,62
	ХсЛПВП (ммоль/л)	3,40	3,20	3,75
	ХсЛПНП (ммоль/л)	4,20	3,95	4,60
	ХсЛПОНП (ммоль/л)	0,8	0,75	0,90
	Ка (ед)	1,5	1,45	1,60

данного показателя (от 8,40 до 14,40 ммоль/л). Наибольший уровень Хс антиатерогенной фракции ЛПВП (8,00 ммоль/л) выявлен у *P. major*, наименьший – у *C. inermis* (1,55 ммоль/л). Содержание ХсЛПНП более низкое у *C. inermis* и *P. major*, высокое – у *L. bergianus* и *B. baicalensis*. Концентрация ХсЛПОНП крови изучаемых видов варьирует в небольшом диапазоне: от 0,35 (*C. inermis*) до 2,10 ммоль/л (*P. major*). Обнаруженные особенности липидных спектров определяют различную степень антиатерогенного потенциала крови: преобладанием уровня ХсЛПВП над атерогенными фракциями холестерина (ХсЛПНП и ХсЛПОНП) характеризуются *P. major* и *L. bergianus*, а более высокий уровень атерогенного холестерина, чем антиатерогенного выявлен у *C. inermis* и *B. baicalensis*. В целом, ярко выраженная видовая специфичность показателей холестерина крови может быть следствием адаптации метаболизма к особенностям питания и условиям обитания этих животных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изученные нами родственные эндемичные виды *Cottoidei* озера Байкал обладают индивидуальными особенностями липидного спектра крови. Несмотря на общность происхождения данных видов, среди них встречаются организмы с широким диапазоном уровня общего холестерина, фракционный состав которого также в значитель-

ной степени варьирует. Большой интерес представляет разделение данных видов по соотношению атерогенной и антиатерогенной фракции Хс: среди них встречаются представители с преобладанием как антиатерогенных, так и атерогенных липопротеидов. Все это характеризует исследованные объекты как уникальный комплекс модельных организмов, позволяющий изучать генетические, физиологические и экологические механизмы устойчивости к развитию дислипидотеидемии и атеросклероза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-04-01231-а, стипендии Президента Российской Федерации (проект СП-285.2012.4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов А.Н., Никульчева Н.Г. Обмен липидов, липопротеидов и его нарушения. – СПб.: Питер Ком, 1999. – 512 с.
2. Структурно-функциональные нарушения митохондрий печени при атеросклерозе в эксперименте / Н.П. Судаков [и др.] // Изв. ИГУ, серия «Биология. Экология». – 2008. – Т.1, № 2. – С. 15–19.
3. Талиев Д.Н. Бычки-подкаменщики Байкала (*Cottoidei*). – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 603 с.
4. Ультра- и наноструктурные нарушения митохондрий клеток печени при экспериментальной дислипидотеидемии / Н.П. Судаков [и др.] // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2010. – № 5. – С. 197–201.

5. Atherosclerosis associated with pericardial effusion in a central bearded dragon (*Pogona vitticeps*) / L. Schilliger [et al.] // J. Vet. Diagn. Invest. – 2010. – Vol. 22. – P. 789–792.

6. Arteriosclerosis in Atlantic salmon. Effects of dietary cholesterol and maturation / A.P. Farrell [et al.] // Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. – 1986. – Vol. 6. – P. 453–461.

7. Coronary Myointimal Hyperplasia in Freshwater Lake Michigan Salmon (Genus *Oncorhynchus*) / R.P. Eaton [et al.] // Am. J. Pathol. – 1984. – Vol. 116. – P. 311–318.

8. Vascular Lipid Accumulation, Lipoprotein Oxidation, and Macrophage Lipid Uptake in Hypercholesterolemic Zebrafish / K. Stoletov [et al.] // Circ. Res. – 2009. – Vol. 104. – P. 952–960.

Сведения об авторах

Судаков Николай Петрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1)

Никифоров Сергей Борисович – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1)

Пушкарев Борис Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор, старший научный сотрудник ФГБУ «НЦРВХ» СО РАМН (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1)