

Е.В. Осипова¹, Л.А. Гребёнкина², В.И. Михнович², М.И. Долгих²

ПРОЦЕССЫ ЛИПОПЕРОКСИДАЦИИ У ДЕТЕЙ С СИНДРОМОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ С ГИПЕРАКТИВНОСТЬЮ И С РАЗЛИЧНЫМИ МЕЖПОЛУШАРНЫМИ ВЗАИМОТНОШЕНИЯМИ МОЗГА

¹ ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», Иркутск, Россия² ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», Иркутск, Россия

Проявления синдрома дефицита внимания с гиперактивностью могут служить причиной нарушения социальной и школьной адаптации. Настоящее исследование направлено на изучение особенностей углеводного и липидного обмена, процессов перекисного окисления у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью и различными межполушарными взаимоотношениями. Установлено, что изменения метаболических реакций имели выраженные индивидуальные различия у больных детей, обусловленные спецификой функциональной активности полушарий головного мозга.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов, липидный обмен, синдром дефицита внимания с гиперактивностью, функциональная асимметрия мозга, дети

THE PROCESSES OF LIPID PEROXIDATION IN CHILDREN WITH THE ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER AND DIFFERENT INTERHEMISPHERIC RELATIONS OF BRAIN

E.V. Osipova¹, L.A. Grebyonkina², V.I. Mikhnovich², M.I. Dolgikh²¹ Irkutsk State University, Irkutsk, Russia² Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk, Russia

In recent years, the number of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) increased, which may be due to the increasing information stress and wide introduction of new information technologies. Manifestations of ADHD may be the cause of impaired social and school adaptation, learning difficulties, reduced academic achievements. The syndrome is believed to cause suffering to the frontal lobe of the brain, subcortical structures of the brain, reticular formation and stem structures. The features of the formation of the metabolic processes underlying the adaptive-compensatory mechanisms in children with different interhemispheric relations of brain and ADHD are studied insufficiently. Lipids form the basis of the central nervous system and the lipid matrix of cell membranes. The processes of lipid peroxidation have damaging effect on a cell by altering the structure of cell membranes. The aim of the study was to investigate peculiarities of the carbohydrate and lipid metabolism, peroxidation that determine the normal functioning of metabolic and cellular homeostasis in children with attention deficit hyperactivity disorder, and different hemispheric relations. 54 children of 7–11 years, living in Irkutsk, were examined. Patients were characterized by the normal level of general mental development, the absence of anemia, endocrine diseases, by the absence in the anamnesis of craniocerebral traumas, neuroinfections, epilepsy, mental illness. Changes of metabolic reactions had distinct individual differences of patients, due to specific functional activity of the cerebral hemispheres.

Key words: lipid peroxidation, lipid metabolism, attention deficit hyperactivity disorder, functional brain asymmetry, children

ВВЕДЕНИЕ

В структуре детских неврологических расстройств выделяют синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ), который встречается, по данным разных авторов, от 1 до 20 % [5, 6, 10]. СДВГ характеризуется триадой симптомов: нарушением внимания, гиперактивностью, импульсивностью и является наиболее распространенным поведенческим расстройством у детей [9]. В последние годы число больных детей, преимущественно мальчиков, увеличивается, что может быть связано с возрастающим информационным стрессом и широким внедрением новейших информационных технологий. Проявления СДВГ могут служить причиной нарушения социальной и школьной адаптации, трудностей обучения, снижения успеваемости. СДВГ обычно рассматривается как расстройство детского возраста, но примерно у 50 % пациентов симптомы заболевания продолжают отмечаться во взрослом возрасте [12].

Полагают, что при синдроме страдает лобная доля головного мозга, и, прежде всего, префронтальная и сенсомоторная кора, подкорковые структуры мозга, ретикулярная формация и стволовые структуры,

причем больше изменений обнаруживается в правой гемисфере [4]. Также у детей с СДВГ по данным ЭЭГ отмечают нарушения основного коркового ритма в виде межполушарной асимметрии, в сравнении с практически здоровыми детьми, что согласуется с клиническими изменениями и выявленными нарушениями в их поведении [2, 11, 15, 16]. Однако эти данные противоречивы, причины и механизмы формирования синдрома дефицита внимания с гиперактивностью остаются не вполне ясными и носят комбинированный характер. Недостаточно изучены особенности формирования метаболических процессов, лежащих в основе адаптационно-компенсаторных механизмов, в организме детей с различными межполушарными взаимоотношениями мозга и СДВГ. Известно, что липидный и углеводный обмены играют ведущую роль в энергетическом обеспечении организма. Липиды и их производные составляют основу центральной нервной системы, образуют липидную матрицу клеточных мембран клеток. Перекисное окисление липидов (ПОЛ) протекает в любых живых системах, функционирующих как при повышенных, так и при физиологических нагрузках. Процессы перекисного

окисления липидов, особенно их интенсификация и накопление продуктов липопероксидации, вызывают многообразное по своим механизмам системное повреждающее действие на клетку, изменяя структуру клеточных мембран [7, 8, 13].

Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей углеводного и липидного обменов, процессов перекисного окисления (ПОЛ), определяющих нормальное функционирование метаболического и клеточного гомеостаза у детей с СДВГ и различными межполушарными взаимоотношениями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С использованием клинико-неврологического, психопатологического, электроэнцефалографического, психофизиологического методов исследования обследованы 54 ребенка 7–11 лет, проживающих в г. Иркутске. Группу сравнения составили 26 детей, отобранных по результатам углубленных медицинских осмотров. Все дети практически здоровы, интеллектуально сохранны, обучались по одинаковым учебным программам. Клиническую группу составили 28 пациентов с СДГВ, прошедшие обследование в стационарных условиях неврологического отделения клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека». Пациенты характеризовались нормальным уровнем общего интеллектуального развития, отсутствием анемии, эндокринных заболеваний, отсутствием в анамнезе черепно-мозговых травм, нейроинфекций (менингит, энцефалит), эпилепсии, психических заболеваний. В работе с пациентами соблюдались этические принципы, предъявляемые Хельсинской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2000 ред.)).

Нейрофизиологические и нейропсихологические исследования здоровых детей и пациентов с СДВГ проводили с помощью методов оценки межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия [1, 13, 16], направленных на выявление сенсорно-мануальной, ручной, слухоречевой и зрительной асимметрии.

В результате проведенного анализа результатов клинико-неврологических, электроэнцефалографических и психологических исследований была дана оценка преобладания функциональной активности одного из полушарий головного мозга, на основании которой дети распределились по следующим группам:

1-я группа – практически здоровые дети с преобладанием функциональной активности левого полушария ($n = 13$);

2-я группа – пациенты с СДВГ с преобладанием функциональной активности левого полушария ($n = 17$);

3-я группа – практически здоровые дети с преобладанием функциональной активности правого полушария ($n = 13$);

4-я группа – пациенты с СДВГ с преобладанием функциональной активности правого полушария ($n = 15$).

Оценка показателей процессов липидного и углеводного обменов, показателей перекисного окисления липидов проведены в лаборатории патофизиологии репродукции ФГБНУ «Научный центр проблем

здоровья семьи и репродукции человека». В качестве материала для исследования использовали плазму крови, взятую натощак из локтевой вены.

Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по содержанию его продуктов – диеновых конъюгатов (ДК) [3] и ТБК-активных продуктов ПОЛ (МДА), которые определяли флуориметрическим методом [4]; количество общего холестерина определяли с помощью наборов фирмы «CORMAY», его фракций – свободного (СХС) и эстерифицированного (ЭХС) холестерина – с использованием реакции Златкиса – Зака [6]; концентрации глюкозы – глюкозооксидазным методом наборами фирмы «CORMAY»; молочную кислоту – ферментным колориметрическим методом наборами фирмы «Bioson»; пировиноградную кислоту – наборами фирмы «Roche» на мультианализаторе «CORMAY».

В исследовании использовали вычислительные процедуры методов математической статистики, реализованные в лицензионном интегрированном статистическом пакете комплексной обработки данных Statistica 6.1 (StatSoft Inc., США) (правообладатель лицензии – ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»). При анализе межгрупповых различий для независимых выборок использовали непараметрический критерий Манна – Уитни (U-тест) и критерий Стьюдента. Выбранный критический уровень значимости равнялся 5 % (0,05).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве группы сравнения для обследуемых детей, страдающих СДВГ с преобладанием функциональной активности левого полушария (2-я группа), служили здоровые дети с преобладанием функциональной активности левого полушария (1-я группа).

В крови пациентов установлено снижение концентрации глюкозы на 17 % ($p < 0,05$) и уменьшение концентрации лактата в крови на 41 % ($p < 0,05$) (табл. 1).

Соотношение уровня лактата к уровню пировиноградной кислоты у детей обследуемой группы составило $7,53 \pm 0,95$ ммоль/л, что на 54 % было меньше показателей группы сравнения ($p < 0,05$). Известно, что нарушение метаболизма пирувата и лактата расценивают как этиологический фактор ряда неврологических и психических заболеваний.

У детей, страдающих СДВГ с преобладанием функциональной активности левого полушария, выявлены нарушения метаболизма холестерина (ХС), касающиеся его фракционного состава. В крови пациентов отмечено увеличение процентного содержания неэстерифицированного ХС на 27 % ($p < 0,05$) и уменьшение соотношения фракции эстерифицированного ХС к свободному ХС на 25 % (табл. 2).

Многообразные функции ХС, его свободной формы и эфиров в метаболизме липидов, обеспечение нормального функционирования мембран клеток, в том числе клеток головного мозга, нарушение синхронности процесса накопления неэстерифицированного ХС являются этиологическими факторами формирования различных вариантов патологии центральной нервной системы.

Исследование процессов ПОЛ в плазме крови показало интенсификацию промежуточных и конечных реакций липопероксидации, которая выражалась в

Таблица 1

Показатели углеводного обмена у здоровых детей и пациентов с СДВГ с различными межполушарными взаимодействиями мозга ($X \pm t$)

Показатели	Преобладание функциональной активности левого полушария		Преобладание функциональной активности правого полушария		p
	1-я группа (здоровые дети)	2-я группа (СДВГ)	3-я группа (здоровые дети)	4-я группа (СДВГ)	
Глюкоза, ммоль/л	5,01 ± 0,19	4,16 ± 0,25	4,82 ± 0,27	3,56 ± 0,26	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{2,4} < 0,05$
МК, ммоль/л	1,95 ± 0,10	1,15 ± 0,18	1,86 ± 0,18	1,72 ± 0,18	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{2,4} < 0,05$
ПВК, ммоль/л	0,15 ± 0,02	0,15 ± 0,04	0,17 ± 0,02	0,15 ± 0,02	–
МК / ПВК	13,90 ± 0,93	7,53 ± 0,95	11,64 ± 0,95	10,97 ± 0,60	$p_{1,2} < 0,05$

Таблица 2

Показатели липидного обмена и процессов ПОЛ у здоровых детей и пациентов с СДВГ с различными межполушарными взаимодействиями мозга ($X \pm t$)

Показатели	Преобладание функциональной активности левого полушария		Преобладание функциональной активности правого полушария		p
	1-я группа (здоровые дети)	2-я группа (СДВГ)	3-я группа (здоровые дети)	4-я группа (СДВГ)	
ОХС, ммоль/л	3,78 ± 0,17	4,20 ± 0,37	3,58 ± 0,28	3,78 ± 0,28	–
СХС, ммоль/л	1,78 ± 0,17	2,26 ± 0,25	1,70 ± 0,15	2,26 ± 0,15	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{3,4} < 0,05$
ЭХС, ммоль/л	2,04 ± 0,09	1,94 ± 0,18	1,94 ± 0,19	1,95 ± 0,19	–
ЭХС / СХС	1,15 ± 0,12	0,86 ± 0,09	1,14 ± 0,16	1,46 ± 0,22	$p_{2,4} < 0,05$
ДК, мкмоль/л	1,54 ± 0,09	1,91 ± 0,06	0,80 ± 0,15	1,54 ± 0,11	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{3,4} < 0,05$
МДА, мкмоль/л	1,24 ± 0,06	1,65 ± 0,04	1,10 ± 0,09	1,01 ± 0,11	$p_{1,2} < 0,05$ $p_{3,4} < 0,05$

увеличению уровня ДК у детей 2-й группы до 1,91 ± 0,06 мкмоль/л, что, в сравнении с аналогичным показателем здоровых детей (1,54 ± 0,09 мкмоль/л), выше на 24 % ($p < 0,05$). Активность свободнорадикального окисления липидов подтверждалась накоплением в крови у больных детей содержания МДА до 1,65 ± 0,04 мкмоль/л, по сравнению с показателями контрольной группы (1,24 ± 0,06 мкмоль/л) ($p < 0,05$), расцениваемых как неблагоприятный фактор в метаболических реакциях адаптации детского организма (табл. 2).

Для обследуемых детей, страдающих СДВГ с преобладанием функциональной активности правого полушария (4-я группа), группой сравнения служили здоровые дети с преобладанием функциональной активности правого полушария (3-я группа). У пациентов выявлено изменение некоторых показателей липидного и углеводного обмена, по сравнению с характеристиками здоровых детей. Отмечено снижение концентрации глюкозы до уровня 3,56 ± 0,26 ммоль/л, что на 26 % меньше ($p < 0,05$) показателей контрольной группы (табл. 1). Однако при этом концентрации лактата, пирувата и их соотношений были сопоставимы с контрольными показателями.

Содержание СХС в плазме больных детей на 32,9 % превышало показатели здоровых детей ($p < 0,05$) (табл. 2). В то же время уровни ОХС и ЭХС были сопоставимы с характеристиками контрольной группы.

У пациентов данной группы установлена высокая активность процессов липопероксидации, по сравнению со здоровыми детьми, на стадии образования промежуточных продуктов. Уровень ДК в крови больных детей повышался на 93 % ($p < 0,05$) (табл. 2). Однако концентрация конечного продукта ПОЛ – малонового диальдегида (МДА) – была сопоставима с показателя-

ми группы сравнения, что свидетельствовало об активации АОЗ и стабилизации каскадного процесса ПОЛ.

Сопоставление характеристик липидного и углеводного обмена показало, что у пациентов с преобладанием функциональной активности левого полушария значимо снижено содержание глюкозы, лактата, соотношения лактата к пирувату, что свидетельствует о преимущественно «углеводном» типе метаболизма на фоне активных процессов липопероксидации и накоплением содержания продуктов ПОЛ – ДК и МДА.

Показатели утилизации углеводов и жиров у детей с СДВГ и преобладанием функциональной активности правого полушария свидетельствует об окислении менее эффективных, но практически не лимитированных запасов липидов. У этих пациентов возрастает доля метаболически более активного эстерифицированного ХС, по сравнению с фракцией свободного ХС, представляющего структурный фонд плазматических мембран.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ полученных результатов позволяет говорить о различных метаболических реакциях и стратегиях адаптивно-компенсаторных процессов в зависимости от особенностей функциональной активности полушарий головного мозга обследованных детей с СДВГ. Они выражались в активации углеводного обмена у пациентов с преобладанием функциональной активности левого полушария и более экономном расходовании энергетических ресурсов у больных с доминированием функциональной активности правого полушария.

С точки зрения функциональной асимметрии полушарий головного мозга характер метаболиче-

ских реакций и процессов ПОЛ у пациентов с СДВГ с преобладанием активности левого полушария характеризуется наличием сложных структурных и функциональных связей, обеспечивающих высокий уровень активации процессов для обеспечения филогенетически более поздних образований высших психических функций.

Для детей с СДВГ и преобладанием активности правого полушария было характерно более экономное расходование энергетических ресурсов, о чем свидетельствует сбалансированность исследованных показателей углеводного обмена. Процессы перекисидации липидов у них более интенсивно протекали на этапе образования первичных гидроперекисей, затем этот процесс стабилизировался, вероятно, благодаря активации антиоксидантной защиты, что приводило к снижению концентрации конечного продукта ПОЛ – малонового диальдегида. Подобный тип реакции связан с блокированием метаболических процессов, уменьшением величины основного обмена и, как результат, со снижением расхода структурной энергии. С таким взглядом согласуются исследования нейрофизиологов и нейропсихологов о роли правого полушария в адаптации как наиболее древнего образования, связанного со стволовыми структурами, активирующими парасимпатическую систему, обеспечивающими жизненно важные функции организма и экономно расходующими энергетические ресурсы.

В целом изложенное дает основание прийти к заключению о том, что изменения метаболических реакций имели выраженные индивидуальные различия у больных детей, обусловленные спецификой функциональной активности полушарий головного мозга.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

1. Ахутина Т.В. Нейропсихология индивидуальных различий детей как основа использования нейропсихологических методов в школе // 10-я международная конференция памяти А.Р. Лурия: Сб. докл. – М.: Изд-во «Российское педиатрическое общество». – 1998. – С. 201–208.

Akhutina TV (1998). Neuropsychology of children individual differences as the basis for neuropsychological methods application at school [Neyropsikhologiya individual'nykh razlichiy detey kak osnova ispol'zovaniya neyropsikhologicheskikh metodov v shkole]. *10-ya mezhdunarodnaya konferentsiya pamyati A.R. Luriya: Sb. dokl.*, 201-208.

2. Баркар А.А., Миаркина Л.Д., Михайличенко Н.В. Особенности показателей электроэнцефалографии и когнитивных вызванных потенциалов у правой и левой с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью (СДГВ) при разном типе адаптационных реакций // Дальневосточный медицинский журнал. – 2012. – № 2. – С. 98–101.

Barkar AA, Markina LD, Mikhaylichenko NV (2012). Features of electroencephalography indicators and cognitive evoked potentials in right-handers and left-handers with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) under different adaptive reactions [Osobennosti pokazateley elektroentsefalografii i kognitivnykh vyzvannykh potentsialov u pravshy i levshy s sindromom defitsita

vnimaniya i giperaktivnost'yu (SDGV) pri raznom tipe adaptatsionnykh reaktsiy]. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*, (2), 98-101.

3. Волчегорский И.А., Налимов А.Г., Яровинский Б.Г., Лифшиц Р.И. Сопоставление различных подходов к определению продуктов перекисного окисления липидов в гептан-изопропанольных экстрактах крови // Вопросы медицинской химии. – 1989. – № 1. – С. 127–131.

Volchegorskiy IA, Nalimov AG, Yarovinskiy BG, Lifshits RI (1989). Comparison of various approaches to the determination of the products of lipid peroxidation in heptane-isopropanol extracts of blood [Sopostavlenie razlichnykh podkhodov k opredeleniyu produktov perekisnogo okisleniya lipidov v heptan-izopropanol'nykh ekstraktakh krovi]. *Voprosy meditsinskoj khimii*, (1), 127-131.

4. Гаврилов В.Б., Гаврилова А.Р., Мажуль Л.М. Анализ методов определения продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови по тесту с тиобарбитуровой кислотой // Вопросы медицинской химии. – 1987. – № 1. – С. 118–122.

Gavrilov VB, Gavrilova AR, Mazhul LM (2012). Methods of determining lipid peroxidation products in the serum using a thiobarbituric acid test [Analiz metodov opredeleniya produktov perekisnogo okisleniya lipidov v syvorotke krovi po testu s tiobarbiturovoy kislotoy]. *Voprosy meditsinskoj khimii*, (1), 118-122.

5. Горбунова В.Н., Вахарловский В.Г. Наследственная предрасположенность к синдрому дефицита внимания и гиперактивности у детей // Нейрохирургия и неврология детского возраста. – 2010. – № 1. – С. 47–53.

Gorbunova VN, Vakharlovskiy VN (2010). Children genetic predisposition to attention deficit hyperactivity disorder [Nasledstvennaya predrasplozhennost' k sindromu defitsita vnimaniya i giperaktivnosti u detey]. *Neyrokhirurgiya i nevrologiya detskogo vozrasta*, (1), 47-53.

6. Заваденко Н.Н. Синдром дефицита внимания и гиперактивности: новое в диагностике и лечении // Вестник северного (арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. – 2014. – № 1. – С. 31–39.

Zavadenko NN (2014). Attention deficit hyperactivity disorder: new developments in diagnosis and treatment [Sindrom defitsita vnimaniya i giperaktivnosti: novoe v diagnostike i lechenii]. *Vestnik severnogo (arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*, (1), 31-39.

7. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. – Минск: Беларусь, 2000. – Т. 2. – С. 127–129.

Kamyshnikov VS (2000). Reference of clinical and biochemical laboratory diagnostics. [Spravochnik po kliniko-biokhimicheskoy laboratornoy diagnostike], (2), 127-129.

8. Колесников С.И., Колесникова Л.И., Долгих В.В., Бугун О.В., Королёва Н.В., Михнович В.И., Немова С.И., Осипова Е.В., Петрова В.А., Поляков В.М., Рычкова Л.В. Функциональная активность мозга и процессы перекисного окисления липидов у детей при формировании психосоматических расстройств. – Новосибирск: Наука, 2008. – 200 с.

Kolesnikov SI, Kolesnikova LI, Dolgikh VV, Bugun OV, Korolyova NV, Mikhnovich VI, Nemova SI, Osipova EV, Petrova VA, Polyakov VM, Rychkova LV (2008). Functional

brain activity and the processes of lipid peroxidation in children during the formation of psychosomatic disorders [Funktional'naya aktivnost' mozga i processy perekisnogo okisleniya lipidov u detej pri formirovaniy psihosomaticheskikh rasstrojstv], 200.

9. Колесникова Л.И., Долгих В.В., Дзятковская Е.Н., Поляков В.М. Особенности психосоматического статуса у детей дошкольного и школьного возраста // Бюллетень СО РАМН. – 2003. – Т. 23, № 2. – С. 17–23.

Kolesnikova LI, Dolgikh VV, Dzyatkovskaya EN, Polyakov VM (2003). Peculiarities of psychosomatic status of children of preschool and school age [Osobennosti psikhosomaticheskogo statusa u detey doshkol'nogo i shkol'nogo vozrasta]. *Vyulleten' SO RAMN*, 23 (2), 17-23.

10. Котов А.С., Борисова М.Н., Пантелеева М.В., Матюк Ю.В., Шаталина А.В. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью. Клиническая лекция // Русский журнал детской неврологии. – 2015. – Т. 1, № 2. – С. 54–58.

Kotov AS, Borisova MN, Panteleeva MV, Matyuk YV, Shatalina AV (2015). Attention deficit hyperactivity disorder [Sindrom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu. Klinicheskaya lektsiya]. *Russkiy zhurnal detskoy nevrologii*, 1 (2), 54-58.

11. Лобанова Н.А., Бохан Н.А., Самарина С.В. Нейрофизиологический и клинические особенности нарушения когнитивных функций у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. – 2009. – № 1. – С. 55–57.

Lobanova NA, Bokhan NA, Samarina SV (2009). Neurophysiological and clinical features of cognitive dysfunction in children with attention deficit hyperactivity disorder [Neyrofiziologicheskii i klinicheskie osobennosti narusheniya kognitivnykh funktsiy u detey s sindromom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu]. *Sibirskiy vestnik psikhiiatrii i narkologii*, (1), 55-57.

12. Панков М.Н., Старцева Л.Ф. Синдром дефицита внимания с гиперактивностью: распространенность, механизмы формирования // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 9, Ч. 2. – С. 226–230.

Pankov MN, Startseva LF (2015). Attention deficit hyperactivity disorder: prevalence, mechanisms of for-

mation [Sindrom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu: rasprostranennost', mekhanizmy formirovaniya]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 9 (2), 226-230.

13. Поляков В.М., Колесникова Л.И. Функциональная асимметрия мозга в онтогенезе (обзор литературы отечественных и зарубежных авторов) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2006. – № 5. – С. 322–331.

Polyakov VM, Kolesnikova LI (2006). Functional asymmetry of the brain in ontogenesis (review of literature domestic and foreign authors) [Funktional'naya asimmetriya mozga v ontogeneze (obzor literatury otechestvennykh i zarubezhnykh avtorov)]. *Bulleten' Vostочно-Sibirskogo nauchnogo centra*, (5), 322-331.

14. Симерницкая Э.Г., Поляков В.М., Москвичу-те Л.И. Нейропсихологический анализ роли биогенных аминов в функциональной организации мозга человека // Современные проблемы нейробиологии. – Тбилиси: Мецниереба, 1986. – С. 329–330.

Simernitskaya EG, Polyakov VM, Moskvichute LI (1986). Neuropsychological analysis of the role of biogenic amines in the functional organization of the human brain [Neyropsikhologicheskii analiz roli biogennykh aminov v funktsional'noy organizatsii mozga cheloveka]. *Sovremennye problemy nevrobiologii*, 329-330.

15. Федотов Д.М., Мелькова Л.А., Грибанов А.В. Возрастные особенности межполушарной асимметрии мозгового кровотока у детей с синдромом дефицита внимания с гиперактивностью // Экология человека. – 2016. – № 2. – С. 13–17.

Fedotov DM, Melkova LA, Gribanov AV (2016). Age peculiarities of interhemispheric asymmetry of cerebral blood flow in children with attention deficit hyperactivity disorder [Vozrastnye osobennosti mezhpolutsharnoy asimmetrii mozgovogo krovotoka u detey s sindromom defitsita vnimaniya s giperaktivnost'yu]. *Ekologiya cheloveka*, (2), 13-17.

16. Хомская Е.Д. Об асимметрии блоков мозга // Нейропсихология сегодня. – М.: Издательство МГУ, 1995. – С. 14–28.

Khomskaya ED (1995). About asymmetries blocks of the brain [Ob asimmetrii blokov mozga]. *Neyropsikhologiya segodnya*, 14-28.

Сведения об авторах Information about the authors

Осипова Елена Владимировна – доктор биологических наук, профессор кафедры естественнонаучных дисциплин Педагогического института ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет» (664025, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1; тел.: 8 (3952) 24-03-99; e-mail: evosipova2010@yandex.ru)

Osipova Elena Vladimirovna – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Natural Sciences of Pedagogical Institute of Irkutsk State University (664025, Irkutsk, Karl Marx str., 1; tel.: +7 (3952) 24-03-99; e-mail: evosipova2010@yandex.ru)

Гребёнкина Людмила Анатольевна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории патофизиологии ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16; тел.: 8 (3952) 20-76-36; e-mail: greblud@mail.ru)

Grebyonkina Lyudmila Anatolyevna – Doctor of Biological Sciences, Chief Research Officer of the Laboratory of Pathophysiology of Scientific Centre for Family Health Problems and Human Reproduction (664003, Irkutsk, Timiryazev str., 16; tel.: +7 (3952) 20-76-36; e-mail: greblud@mail.ru)

Михнович Ванда Иосифовна – заведующая неврологическим отделением клиники ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»

Mikhnovich Vanda Iosifovna – Head of Neurological Department of Scientific Centre for Family Health Problems and Human Reproduction

Долгих Мария Игоревна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории патофизиологии ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (e-mail: irkmaria@yandex.ru)

Dolgikh Maria Igorevna – Candidate of Biological Sciences, Research Officer of the Laboratory of Pathophysiology of Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems (e-mail: irkmaria@yandex.ru)