

# ВОПРОСЫ ШКОЛЬНОЙ И УНИВЕРСИТЕТСКОЙ МЕДИЦИНЫ И ЗДОРОВЬЯ 4-2017

16+

*Научно-практический рецензируемый журнал  
Выходит 4 раза в год*

## УЧРЕДИТЕЛЬ

Всероссийское общество развития школьной и университетской медицины и здоровья  
*при поддержке НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков  
ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации и участия Российской сети школ здоровья*

**Главный редактор В.Р. Кучма,  
д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.А. Баранов, д.м.н., профессор, академик РАН (Москва)  
Е.Н. Байбарина, д.м.н., профессор (Москва)  
Н.К. Барсукова, к.м.н. (Москва)  
М.М. Безруких, д.б.н., профессор, академик РАО (Москва)  
И.В. Брагина, д.м.н. (Москва)  
Н.Е. Веракса, д.псих.н., профессор (Москва)  
Т.С. Иванова, к.п.н., профессор (Москва)  
А.М. Кондаков, д.п.н., профессор, академик РАО (Москва)  
О.Ю. Милушкина, д.м.н. (Москва)  
Л.С. Намазова-Баранова, д.м.н., профессор,  
академик РАН (Москва)  
И.К. Рапопорт, д.м.н., профессор (Москва)  
Н.П. Сетко, д.м.н., профессор (Оренбург)  
Н.А. Скоблина, д.м.н., профессор (Москва)  
М.И. Степанова, д.м.н., профессор (Москва)  
А.Г. Сухарев, д.м.н., профессор, академик РАН (Москва)  
Л.М. Сухарева, д.м.н., профессор (Москва)

*заместитель главного редактора*

П.И. Храмцов, д.м.н., профессор (Москва)

*исполнительный директор*

Ю.Г. Мовшин (Москва)

*ответственный секретарь*

А.С. Седова, к.м.н. (Москва)

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

G. Vuijs (Амстердам, Нидерланды)  
К. Vukachev, M.Sc., B.Sc. (Куопио, Финляндия)  
Е.С. Богомолова, д.м.н. (Нижний Новгород)  
А.Р. Вирабова, д.м.н. (Москва)  
М.Ю. Галактионова, д.м.н., профессор (Красноярск)  
Е.О. Гузик, к.м.н. (Минск, Республика Беларусь)  
М.П. Гурьянова, д.п.н., профессор (Москва)  
Г.Н. Дегтева, д.м.н., профессор (Архангельск)  
Н.В. Ефимова, д.м.н., профессор (Иркутск)  
Н.Х. Жамлиханов, д.м.н., профессор (Чебоксары)  
Л.А. Жданова, д.м.н., профессор (Иваново)  
Е.П. Ильчинская, к.п.н. (Москва)  
Э.Н. Мингазова, д.м.н., профессор (Казань)  
Т.Ш. Миннибаев, д.м.н., профессор (Москва)  
Л.Н. Нагирная, к.м.н. (Владивосток)  
А.Г. Платонова, д.м.н. (Киев, Украина)  
Н.С. Полька, д.м.н., профессор, член-корреспондент НАМНУ  
(Киев, Украина)  
Е.Б. Романцова, д.м.н., профессор (Благовещенск)  
А.Г. Сетко, д.м.н., профессор (Оренбург)  
С.А. Токарев, д.м.н. (Надым)  
С.А. Уланова, к.б.н. (Сыктывкар)  
V. Hazinskaya (Таллинн, Эстония)  
Н.Л. Чёрная, д.м.н., профессор (Ярославль)  
В.Н. Шестакова, д.м.н., профессор (Смоленск)  
О.И. Янушанец, д.м.н., профессор (Санкт-Петербург)

Журнал «Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья»  
является преемником журнала «Школа здоровья» (издавался с 1994 года)

Воспроизведение или использование другим способом любой части издания без согласия редакции является  
незаконным и влечет за собой ответственность, установленную действующим законодательством РФ

Подписной индекс в агентстве «Роспечать» 70084

Свидетельство о регистрации средства массовой информации: ПИ № ФС77-53561,

выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 4 апреля 2013 г.

Издатель «ВСЕРОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНОЙ И УНИВЕРСИТЕТСКОЙ МЕДИЦИНЫ И ЗДОРОВЬЯ»:

105064, Москва, Малый Казенный пер., д. 5, стр. 5, тел.: (495) 917-48-31, факс: (499) 764-95-96, e-mail: vor\_health@mail.ru

Отпечатано в типографии «Artique Print». Адрес: 117105, Москва, Варшавское шоссе, д. 9, стр. 1Б, тел.: (495)609-52-72, www.ar4.ru. Тираж: 1000 экз.

# PROBLEMS OF SCHOOL AND UNIVERSITY MEDICINE AND HEALTH

## 4-2017

*Scientific and practical peer-reviewed journal*  
*4 issues per year*

---

### FOUNDER

Russian society of school and university health and medicine

*with the support of the Research institute of hygiene and health care of children and adolescents of National Medical Research Center of Children's Health of the Ministry of Health of the Russian Federation with the participation of the Russian network of Schools for health*

**Editor-in-chief V.R. Kuchma,  
MD, professor, corresponding member of RAS**

### EDITORIAL BOARD:

A.A. Baranov, MD, professor, academician of RAS (Moscow)  
E.N. Baibarina, MD, professor (Moscow)  
N.K. Barsukova, MD (Moscow)  
M.M. Bezrukikh, PD, professor, academician of RAE (Moscow)  
I.V. Bragina, MD (Moscow)  
N.E. Veraxa, PsD, professor (Moscow)  
T.S. Ivanova, PD (Moscow)  
A.M. Kondakov, PD, professor,  
academician of RAE (Moscow)  
O.Yu. Milushkina, MD (Moscow)  
L.S. Namazova-Baranova, MD, professor,  
academician of RAS (Moscow)  
I.K. Rapoport, MD, professor (Moscow)  
N.P. Setko, MD, professor (Orenburg)  
N.A. Skoblina, MD, professor (Moscow)  
M.I. Stepanova, MD, professor (Moscow)  
A.G. Sukharev, MD, professor, academician of RAS (Moscow)  
L.M. Sukhareva, MD, professor (Moscow)

deputy editor-in-chief

P.I. Khramtsov, MD, professor (Moscow)

executive director

Yu.G. Movshin (Moscow)

responsible secretary

A.S. Sedova, MD (Moscow)

### EDITORIAL BOARD:

G. Buijs (Amsterdam, Netherlands)  
K. Bykachev, M.Sc., B.Sc. (Kuopio, Finland)  
E.S. Bogomolova, MD, professor (Nizhnij Novgorod)  
A.R. Virabova, MD (Moscow)  
M.Y. Galaktionova, MD, professor (Krasnoyarsk)  
E.O. Guzik, MD (Minsk, Republic of Belarus)  
M.P. Guryanova, PD, professor (Moscow)  
G.N. Degteva, MD, professor (Arkhangelsk)  
N.V. Efimova, MD, professor (Irkutsk)  
N.H. Zhamlikhanov, MD, professor (Cheboksary)  
L.A. Zhdanova, MD, professor (Ivanovo)  
E.P. Ilchinskaya, PD (Moscow)  
E.N. Mingazova, MD, professor (Kazan)  
T.S. Minnibaev, MD, professor (Moscow)  
L.N. Nagirnaya, MD (Vladivostok)  
A.G. Platonova, MD (Kiev, Ukraine)  
N.S. Polka, MD, professor,  
corresponding member of NAMSU (Kiev, Ukraine)  
E.B. Romantsova, MD, professor (Blagoveschensk)  
A.G. Setko, MD, professor (Orenburg)  
S.A. Tokarev, MD (Nadym)  
S.A. Ulanova, BD (Syktyvkar)  
V. Hazinskaya (Tallinn, Estonia)  
N.L. Chernaya, MD, professor (Yaroslavl)  
V.N. Shestakova, MD, professor (Smolensk)  
O.I. Yanushanets, MD, professor (St. Petersburg)

Journal "Problems of school and university medicine and health"  
is the successor of the journal "School health" (published in 1994)

No part of this issue may be reproduced without permission from the publisher

Subscription index in the catalogue "Rospechat" 70084

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

|   |   |
|---|---|
| <i>Кучма В.Р., Степанова М.И., Шумкова Т.В., Александрова И.Э., Иванов В.Ю.</i> Гигиеническая экспертиза инновационных архитектурно-планировочных решений зданий образовательных организаций . . . . .  | <i>V.R. Kuchma, M.I. Stepanova, T.V. Shumkova, I.E. Aleksandrova, V.Yu. Ivanov</i> Hygienic examination of innovative architectural and planning solutions of buildings for educational institutions . . . . .  |
| <i>Храмцов П.И.</i> Физиолого-гигиенические предпосылки повышения здоровьесформирующей эффективности физического воспитания детей в образовательных организациях. . . . .   | <i>P.I. Khramtsov</i> Physiological and hygienic preconditions for increasing health-forming efficiency of physical education of children in educational organizations . . . . .  |
| <i>Орлова С.В., Горелова Ж.Ю., Андреев А.А., Никитина Е.А., Горяинов С.В., Акоева Д.Ю., Соловьева Ю.В., Летучая Т.А.</i> Применение биологически активных фосфолипидов в коррекции липидного обмена у детей с задержкой психического развития . . . . . | <i>S.V. Orlova, Zh.Yu. Gorelova, A.A. Andreev, E.A. Nikitina, S.V. Goryainov, D.Yu. Akoyeva, Yu.V. Solovyova, T.A. Letuchaya</i> Application of biologically active phospholipids in the correction of lipid metabolism in children with delayed mental development . . . . . |
| <i>Кучма В.Р., Седова А.С., Лапонова Е.Д., Башурина Е.А.</i> Функциональное состояния организма детей в зимний период в круглогодичной организации отдыха и оздоровления . . . . .  | <i>V.R. Kuchma, A.S. Sedova, E.D. Laponova, E.A. Bashurina</i> Functional state of children's organism in winter in year-round recreation and rehabilitation . . . . .  |
| <i>Березина Н.О., Степанова М.И., Лашнева И.П.</i> Особенности физического развития современных дошкольников . . . . .  | <i>N.O. Berezina, M.I. Stepanova, I.P. Lashneva</i> Features of physical development modern preschoolers . . . . .  |
| <i>Михайлова С.В., Болтачева Е.А., Кузмичев Ю.Г., Крылов В.Н., Жулин Н.В.</i> Сравнительная оценка физического развития и здоровья сельских школьников нижегородской области . . . . .  | <i>S.V. Mikhaylova, E.A. Boltacheva, Y.G. Kuzmichev, V.N. Krylov, N.V. Zhulin</i> Comparative evaluation of physical development and health of rural schoolchildren in nizhny novgorod region in 1946, 1968 and 2016. . . . .   |
| <i>Балаева Ш.М., Сулейман-заде Н.Г.</i> Влияние новых форм обучения на уровень физического развития детей . . . . .   | <i>Sh.M. Balayeva, N.G. Suleyman-zadeh</i> Influence of new forms of learning on the physical development of junior children . . . . .  |
| <i>Платонова А.Г.</i> Оценка частоты и продолжительности контакта дошкольников с игрушками для обоснования безопасных условий их использования . . . . .  | <i>A.G. Platonova</i> Evaluation of frequency and duration of contact of preschoolers with toys for justification of safe conditions of their use . . . . .   |
| Пленум Научного совета «Научные основы гигиены и охраны здоровья подростков в системе начального и среднего профессионального образования . . . . .   | The Plenum of the Scientific Council "Scientific foundations of hygiene and health care for children and adolescents in the system of primary and secondary professional education" . . . . .   |
| К Юбилею академика РАН А.Г. Сухарева . . . . .  | To the jubilee of academician of RAS A.G. Sukharev. . . . .   |
| Сведения об авторах . . . . .   | Information about the authors. . . . .  |
| Статьи, опубликованные в журнале в 2017 году. . . . .   | Articles published in the journal in 2017 . . . . .   |

## ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ФОСФОЛИПИДОВ В КОРРЕКЦИИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Орлова С.В.<sup>1</sup>, Горелова Ж.Ю.<sup>2</sup>, Андреев А.А.<sup>3</sup>, Никитина Е.А.<sup>1</sup>, Горяинов С.В.<sup>1</sup>, Акоева Д.Ю.<sup>2</sup>, Соловьева Ю.В.<sup>2</sup>, Летучая Т.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

<sup>2</sup>ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

<sup>3</sup>ГБКУЗ ЯО «Городская больница им. Н.А. Семашко», Ярославль

**Контактная информация:** Горелова Жанетта Юрьевна. E-mail: nczdlep@gmail.com

Для улучшения интеллектуальных способностей детей с задержкой психического развития (ЗПР) необходима адекватная нутритивная коррекция. В статье представлены результаты исследования возможности применения биологически активных фосфолипидов (БАФ) в коррекции липидного обмена детей с ЗПР. Обследовано 85 детей, из которых 42 ребенка с ЗПР (коррекционная школа-интернат) – основная группа – получали БАФ, выделенные из яичного желтка, на протяжении 12 недель. Контрольную группу составили 43 ребенка с нормативным психическим развитием, обучающиеся в средней общеобразовательной школе. Проведена оценка влияния БАФ на состояние липидного обмена у детей с ЗПР. Изучались липидные спектры мембран эритроцитов и сыворотки крови до коррекции и в динамике через 4 и 12 недель нутритивной поддержки. Отмечены положительные сдвиги в липидном спектре у детей с ЗПР с наиболее выраженными изменениями к 12-й неделе: формирующийся динамичный липидный гомеостаз на уровне клеточных мембран характеризуется адаптивными изменениями. Применение БАФ является обоснованным средством нутритивной коррекции нарушений метаболизма фосфолипидов у детей с ЗПР.

**Ключевые слова:** задержка психического развития; дети; нутритивная коррекция; биологически активные фосфолипиды; липидный обмен у детей.

## APPLICATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE PHOSPHOLIPIDS IN THE CORRECTION OF LIPID METABOLISM IN CHILDREN WITH DELAYED MENTAL DEVELOPMENT

S. Orlova<sup>1</sup>, Zh. Gorelova<sup>2</sup>, A. Andreev<sup>3</sup>, E. Nikitina<sup>1</sup>, S. Goryainov<sup>1</sup>, D. Akoyeva<sup>2</sup>, Yu. Solovyova<sup>2</sup>, T. Letuchaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University Of Russia, Moscow

<sup>2</sup>National Medical Research Center of Children's Health of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

<sup>3</sup>City Hospital named N.A. Semashko, Yaroslavl

**Contact:** Gorelova Zhanetta Yu. E-mail: nczdlep@gmail.com

To improve the intellectual abilities of children with delay of mental development (DMD) requires an adequate nutritional correction. The article presents the results of the study of the possibility of using biologically active phospholipids (BAPs) in the correction of lipid metabolism of children with DMD. 85 children were examined, of which 42 children with DMD (correctional boarding school) – the main group which received BAPs isolated from egg yolk for 12 weeks. The control group consisted of 43 secondary schoolchildren with normative mental development. An assessment of the effect of BAPs on the state of lipid metabolism in children with DMD was carried out. Lipid spectra of erythrocyte and serum membranes were studied before the correction and in the dynamics after 4 and 12 weeks of nutritional support. Positive shifts in the lipid spectrum in children with DMD with the most pronounced changes had been observed by the 12th week: the dynamic lipid homeostasis at the level of cell membranes was characterized by adaptive changes. The use of BAPs is a justified means of nutritional correction of metabolic disorders of phospholipids in children with DMD.

**Keywords:** delay of mental development; children; nutritional correction; biologically active phospholipids; lipid metabolism in children

Психическое развитие ребенка – сложный, генетически обусловленный процесс последовательного созревания высших психических функций, реализующийся под влиянием различных факторов внешней среды. Распространенность задержки психического развития (ЗПР) среди детского населения как самостоятельной группы

состояний составляет до 10% в общей структуре психических заболеваний [1, 2].

Липиды имеют особое значение в физиологии нервной системы, являясь основным строительным материалом для всех клеточных мембран. Они составляют более 50% сухого вещества головного мозга. 70% представлены

фосфолипидами (ФЛ) и около 15% – гликолипидами (цереброзидами) и холестерином [2, 3]. С точки зрения биохимии питания наиболее активным среди всех липидов является фосфатидилхолин (ФХ). Входящие в состав ФЛ эссенциальные, то есть незаменимые для человеческого организма, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – линолевая,  $\alpha$ -линоленовая, а у детей еще эйкозапентаеновая и докозагексаеновая, повышают биологическую активность ФХ, создавая явление синергизма [4]. Благодаря особенностям химической структуры и наличию цис-двойных связей в ПНЖК обеспечивается большая текучесть и эластичность мембран, что необходимо для оптимального функционирования большинства клеток. Посредством этого механизма эссенциальные ФЛ воздействуют на части мембраны, которые являются рецепторами для гормонов или нейротрансмиттеров, регулируя, таким образом, обмен веществ [5]. ФЛ принимают участие в обмене липидов, превращая нейтральные жиры и холестерин в транспортируемые формы и увеличивая емкость захвата холестерина липопротеидами высокой плотности (ЛПВП). Экзогенные молекулы ФЛ оказывают антиоксидантное действие и нейтрализуют свободные радикалы, подавляя окислительный стресс и уменьшая повреждение клеток [6].

При пероральном употреблении усваивается более 90% ФХ, период его полувыведения составляет 30 ч. Около 40-80% абсорбированного ФХ включается в ЛПВП, которые проявляют сосудозащитные и антиатерогенные свойства. ФХ является источником холина, который необходим для синтеза ацетилхолина, что влияет на развитие когнитивных способностей ребенка.

Повреждение биологических мембран является одним из наиболее универсальных патогенетических механизмов при различных психоневрологических состояниях [2, 5]. Под действием фосфолипаз происходит повреждение фосфолипидного компонента клеточных мембран и активация перекисного окисления липидов, в результате чего запускается каскад биохимических аномалий (окислительный стресс), который повреждает клетки головного мозга. При органических поражениях головного мозга различного генеза обнаружены изменения содержания различных фракций ФЛ и нарушение синтеза и распада ФХ, сфингомиелина (СМ) и фосфатидилсерина (ФС). Под действием раз-

личных факторов (инфекции, гипоксии, гипертермии и др.) снижается уровень ФЛ и гликолипидов.

Данных о применении биологически активных фосфолипидов (БАФ) в качестве нутритивной поддержки для восстановления структурной целостности и функциональной полноценности мембран в настоящее время мало, и они носят разрозненный характер, что и представляло интерес для наших исследований.

**Цель исследования** – оценить возможности использования БАФ в коррекции липидного обмена у детей с ЗПР.

**Материалы и организация исследования.** В исследовании приняло участие 42 ребенка с ЗПР (25 мальчиков и 17 девочек) в возрасте от 7 до 15 лет (средний возраст  $13,2 \pm 0,8$  года), обучающихся в специальной (коррекционной) школе-интернате г. Ярославля. Контрольную группу составили 43 ребенка с нормативным психическим развитием аналогичного возраста ( $12,9 \pm 0,6$  лет), обучающихся в средней общеобразовательной школе.

Критериями исключения детей из обследования являлись наличие острой инфекционной патологии и обострение сопутствующих хронических заболеваний. На участие в исследовании было получено письменное добровольное информированное согласие от родителей (или иных законных представителей) детей в возрасте до 15 лет и от самих подростков, которым уже исполнилось 15 лет.

Изучались липидные спектры мембран эритроцитов и сыворотки крови у детей с ЗПР и типично развивающихся детей. У детей с ЗПР проводилось сравнение исходных показателей до коррекции с показателями, полученными через 4 и 12 недель после начала приема БАФ.

Выделение липидов из сыворотки проводили с помощью методики твердофазной экстракции, позволяющей удалить из образцов холестерин. Каждый образец был подвергнут анализу методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрической детекцией (ВЭЖХ-МС), после чего полученные хроматограммы обрабатывали с использованием метода главных компонент (МГК) и кластерного анализа.

Концентрация общего холестерина (ОХС), триглицеридов (ТГ), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) в сыворотке крови определялась ферментативным методом с

использованием тест-систем фирмы «Cormay» (Польша).

С целью изучения влияния БАФ на липидный обмен у детей с ЗПР использовался препарат, содержащий биологически активные фосфолипиды (БАФ), который является холиномиметиком с преимущественным влиянием на холинергические рецепторы в ЦНС. При приеме БАФ не было отмечено диспептических расстройств, аллергических явлений и других побочных реакций. Дети получали по 2 капсулы БАФ ежедневно.

Достоверность результатов оценивалась с использованием критериев Стьюдента, метода Фишера и непараметрических критериев Вилкоксона и Манна-Уитни. Для статистической обработки данных использовался программный пакет «Стадия».

**Результаты и их обсуждение.** Изучение липидного спектра мембран эритроцитов (табл. 1) показало, что у детей с ЗПР содержание общих фосфолипидов (ОФЛ) было достоверно ниже ( $p<0,001$ ), а содержание свободного холестерина (СХ) и соотношение между диглициридами / триглицеридами (ДГ/ТГ) – выше ( $p<0,05$ ) по сравнению с показателями в контрольной группе. Процесс деструкции мембранных фосфолипидов подтверждался нарастанием ЛФХ

( $p<0,01$ ) и повышением соотношения лизофосфатидилхолина к фосфатидилхолину (ЛФХ/ФХ) ( $p<0,05$ ).

Параллельно деструктивным процессам в мембранах было обнаружено повышение стабилизирующего компонента – сфингомиелина (СМ) ( $p<0,001$ ), вследствие чего коэффициент СМ/ФХ был достоверно повышен ( $p<0,001$ ).

Среди легкоокисляемых фракций ФЛ регистрировалось равномерное снижение уровня фосфатидилсерина (ФС), фосфатидилинозитола (ФИ) и фосфатидилэтаноламина (ФЭ) ( $p<0,05$ ). Величина окисляемости липидов (ВОЛ) и соотношение ОФЛ/СХ были достоверно снижены у детей с ЗПР по сравнению со здоровыми детьми ( $p<0,01$ ).

В плазме крови у детей с ЗПР наблюдалась выраженная дислипидемия (табл. 2), что проявлялось повышенными уровнями ХС и ТГ по сравнению со здоровыми детьми ( $p<0,05$ ).

Через 4 недели после коррекции БАФ (табл. 1, 2) были отмечены положительные сдвиги в липидном спектре у детей с ЗПР: содержание ОХС и соотношение липидных фракций приближались к показателям здоровых детей и достигали наиболее выраженных изменений к 12-й неделе.

В мембранах эритроцитов происходило выраженное повышение содержания ОФЛ и

Таблица 1

Показатели липидных спектров мембран эритроцитов и ОХС ЛПВП у детей с ЗПР и здоровых детей

| Липидный спектр  | Здоровые (n=30) | ЗПР (n=33)     |                 |                 |
|------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                  |                 | До коррекции   | После коррекции |                 |
|                  |                 |                | 4 недели        | 12 недель       |
| ОФЛ, %           | 28,9±0,67       | 20,2±0,8 ***   | 24,5±0,8#       | 25,4±0,6####    |
| ДГ/ТГ, отн. ед.  | 18,9±0,8        | 22,5±1,0*      | 20,1±0,5 #      | 19,7±0,3        |
| СХ, %            | 52,6±0,7        | 69,8±0,9***    | 55,6±0,8#       | 54,5±0,6####    |
| ЛФХ, %           | 3,8±0,1         | 7,9±0,2**      | 5,4±0,2         | 4,0±0,1####     |
| ФХ, %            | 33,4±0,6        | 36,6±0,7**     | 35,5±0,9        | 35,5±0,8        |
| СМ, %            | 13,7±0,4        | 20,7±1,2***    | 16,9±0,9#       | 15,9±0,5####    |
| ФС+ФИ+ФЭ, %      | 46,7±0,7        | 36,6±1,5**     | 41,5±2,1        | 43,3±1,1##      |
| ОФЛ/СХ, отн. ед. | 0,600±0,020     | 0,435±0,018*** | 0,529±0,019     | 0,550±0,015     |
| ЛФХ/ФХ, отн. ед. | 0,140±0,030     | 0,162±0,080*   | 0,158±0,080     | 0,143±0,060     |
| СМ/ФХ, отн. ед.  | 0,395±0,015     | 0,572±0,039*** | 0,475±0,021     | 0,452±0,018 #   |
| ВОЛ, отн. ед.    | 0,990±0,029     | 0,647±0,037*** | 0,815±0,069 #   | 0,849±0,035#### |

Достоверность различий с группой здоровых: \* –  $p<0,05$ ; \*\* –  $p<0,01$ ; \*\*\* –  $p<0,001$ .  
 Достоверность различий по сравнению с данными до лечения: # –  $p<0,05$ ; ## –  $p<0,01$ ; #### –  $p<0,001$ .

Таблица 2

Динамика показателей липидного спектра у здоровых детей и детей с ЗПР до и после коррекции

| Показатель    | Здоровые дети (n=30) | Дети с ЗПР (n=33) |                 |            |
|---------------|----------------------|-------------------|-----------------|------------|
|               |                      | До коррекции      | После коррекции |            |
|               |                      |                   | 4 недели        | 12 недель  |
| ОХС, ммоль/л  | 4,88±0,29            | 5,26±1,33**       | 4,91±0,29       | 4,29±0,40  |
| ЛПВП, ммоль/л | 1,24±0,22            | 0,9±0,31*         | 0,9±0,27#       | 1,13±0,33  |
| ТГ, ммоль/л   | 0,89±0,02            | 1,80±0,03***      | 1,44±0,69#      | 1,48±0,50# |
| ЛПНП, ммоль/л | 2,16±0,29            | 3,39±0,49***      | 2,95±0,93       | 2,5±0,14#  |

Достоверность различий с группой здоровых: \* – p<0,05; \*\* – p<0,01; \*\*\* – p<0,001.  
 Достоверность различий по сравнению с данными до коррекции: # – p<0,05

снижение СХ и СМ. Соотношение ДГ/ТГ приблизилось к показателю у здоровых детей. На фоне почти не изменившегося уровня ФХ отмечается существенное снижение уровня его лизоформ. Содержание легкоокисляемых фракций ФЛ достоверно возросло.

Структурно-функциональные изменения в фосфолипидном спектре клеточных мембран являются существенным звеном и даже пусковым фактором, инициирующим молекулярную дезорганизацию и последующее нарушение функциональной деятельности мембранных структур клеток организма, в том числе нервной ткани [7, 8].

Потеря мембраной ОФЛ, ассоциированная с нарастанием соотношения ЛФХ/ФХ, отражает наиболее выраженную степень деструкции липидного бислоя. Известно, что лизофосфолипиды – это не только вещества, вызывающие серьезные нарушения структуры и функций клеток, их ультраструктур, но и являющиеся обязательными компонентами всех мембранных образований. Они принимают активное участие в синтезе некоторых молекулярных форм лецитинов и других фосфатидов, определяют подвижность мембран, их проницаемость, явления секреции, экзоцитоза, адгезии клеток, связанных с мембранными ферментами, развитие физиологических реакций и патологических процессов, старение и гибель клеток [9, 10]. Можно полагать, что выявленное ослабление механизмов поддержания уровня ФЛ, структурного пула ФХ связано с нарушением биосинтеза ФЛ в печени [9, 11].

Повышение уровня СМ, известного как наиболее насыщенный трудноокисляемый ФЛ, обладающий наибольшим сходством с холестерином, является определяющим моментом для увеличения жесткости мембран. СМ обеспечи-

вает электрическую изоляцию клетки и является одним из звеньев поддержания высокой активности ферментов гликолиза и генерации АТФ [11, 12]. Достаточная активность этих процессов важна для защиты ФЛ бислоя от действия фосфолипаз [4]. Поэтому наблюдаемое в нашем исследовании повышение СМ может служить той компенсаторной реакцией, которая обеспечивает обнаруженную сохранность фракции ФХ в мембранах у детей с ЗПР.

Снижение ВОЛ наряду с низкими соотношениями ОФЛ/СХ и ФХ/СМ может определять увеличение микровязкости мембран. Снижение показателя ВОЛ свидетельствует об уменьшении легкоокисляемых ФЛ и увеличении СМ. Равномерное снижение уровней ФС, ФИ и ФЭА также отражает закономерные изменения в содержании легкоокисляемых фракций фосфолипидов [13, 14]. В процессе обмена липидами между плазмой и тканями снижение доли легкоокисляемых липидов в липопротеидах будет замедлять механизм их окислительных превращений в клетках за счет потери ПНЖК.

Выявленные у детей с ЗПР нарушения метаболизма ФЛ, наряду с действием алиментарного фактора, могут указывать на дестабилизацию клеточных мембран нейронов и изменение проницаемости гематоэнцефалического барьера [5, 15]. Низкий уровень ФЛ у детей с ЗПР, возможно, связан с активацией липаз и фосфолипаз, а также усилением перекисного окисления липидов в условиях хронического стресса [12]. Более высокая доля СМ, наиболее важного структурного компонента мембраны нервной клетки, в крови у детей с ЗПР может отражать структурно-метаболические изменения нейромембран при данной патологии и повреждение цитоскелета нейронов [8, 16].

Следовательно, метаболические изменения, обнаруженные у детей с ЗПР, свидетельствуют о наличии связи между нарушениями обмена ФЛ и ЗПР. Повышение уровня ТГ, вероятно, связано с усилением использования их в качестве энергетического субстрата, необходимого для обеспечения адаптационно-компенсаторных реакций организма в условиях хронического стресса [5, 15, 17, 18].

Наблюдаемая после применения БАФ перестройка липидного метаболизма создает условия для активизации функционирования мембранных ферментов и повышения обратного транспорта холестерина в печень. На фоне кор-

рекции БАФ формируется динамичный липидный гомеостаз, который на уровне клеточных мембран подчиняется адаптивным изменениям.

Результаты коррекции, свидетельствующие об активации метаболизма ФЛ, могут расцениваться как запуск адаптивных процессов в организме детей с ЗПР в связи с выраженными антиоксидантными свойствами ФЛ [15, 18].

Таким образом, коррекция БАФ улучшает передачу нервных импульсов в холинергических нейронах, положительно воздействует на пластичность нейрональных мембран и на функцию рецепторов и является обоснованным средством коррекции нарушений метаболизма ФЛ у детей с ЗПР.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Литвицкий П.Ф. Патолофизиология. М.:ГЭОТАР-Медиа, 2010. 997 с.
2. Болдырев А.А., Кяйвярйнен Е.И., Илюха В.А. Биомембранология: учебное пособие Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2006. 226 с.
3. Armstrong D.L., Borchardt D.B., Zidovetzki R. Cholesterol and Sphingomyelin Modulate Diacylglycerol-induced perturbation of Phosphatidylcholine Membrane Structure. *Biophysical Journal. Annual Meeting Abstracts.* 2002; 82: 154.
4. Terova B., Heczko R., Slotte J. Phosphoethanolamine. *Biophysical Journal.* 2005; 4(88): 2661–69.
5. Воробьева Е.А., Долотова Н.В., Кочерова О.Ю., Кузьменко Г.Н., Курбанова Е.Н., Попова И.Г. и др. Особенности перекисного окисления липидов и антиоксидантной активности у детей раннего возраста с задержкой нервно-психического развития и перинатальными поражениями ЦНС в анамнезе. *Вестник новых медицинских технологий.* 2011; 18: 1.
6. Maxfield F.R., Wüstner D.J. Intracellular cholesterol transport. *Journal of Clinical Investigation.* 2002; 110: 891–98.
7. Ревин В.В., Ревина Э.С., Девяткин А.А., Громова Н.В. Роль липидов в функционировании возбудимых биологических мембран. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2012. 220 с.
8. Pasenkiewicz-Gierula M., Rog T., Kitamura K., Kusumi A. Cholesterol Effects on the Phosphatidylcholine Bilayer Polar Region: A Molecular Simulation Study. *Biophysical Journal.* 2000; 78: 1376–89.
9. Карпунин Д.В. Исследование свойств бислоевых липидных мембран, содержащих лизолипиды и холестерин: дис. кандидата физико-математических наук. М., 2005. 109 с.
10. Торховская Т.Н., Ипатов О.М., Захарова Т.С., Кочетова М.М., Халилов Э.М. Клеточные рецепторы к лизофосфолипидам как промоторы сигнальных эффектов (обзор). *Биохимия.* 2007; 2(Т. 72): 149–58.
11. Diatta A., Diallo F., Sarr N. et al. Defects in peroxidation of erythrocyte phospholipids in sickle cell trait. *Dakar Med.* 2002; 1(47): 33–37.
12. Кудинов А.Р. Роль липидов в процессах нейропластичности и нейродегенерации : дис. доктора биол. наук. М., 2007. 211 с.
13. Contreras F., Basanez G., Alonso A., Herrmann A., Goni F. Asymmetric Addition of Ceramides but not Dihydroceramides Promotes Transbilayer (Flip-Flop) Lipid Motion. *Membranes. Biophysical Journal.* 2005; 1(88): 348–59.
14. Deeba F., Tahseen H., Sharad K., Ahmad N., Akhtar S., Saleemuddin M. et al. Phospholipid diversity: correlation with membrane-membrane fusion events. *Biochimica et Biophysica Acta.* 2005; 2(20): 170–81.
15. Васильева Е.М., Баканов М.И., Поддубная А.Е., Шор Т.А. Перекисное окисление липидов при неврологической патологии у детей. *Клиническая лабораторная диагностика.* 2005; 2: 8–12.
16. Read J., Anderson T., Ritchie P. Mechanism of Membrane Neutral Lipid Acquisition by the Microsomal Triglyceride Transfer Protein. *Journal of Biological Chemistry.* 2000; 275: 30372–77.
17. Лохов М.И., Фесенко Ю.А., Фесенко Е.В. Интеллект ребенка. СПб: ЭЛБИ СПб, 2007. 218 с.
18. Говорин Н.В., Злова Т.П., Ахметова В.В. Нейроиммунные показатели как маркеры эффективности лечебно-реабилитационных мероприятий у детей с задержками психического развития органического генеза. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2007; 6(Т. 107): 36–38.