

ПРОТОННАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ У ДЕТЕЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ПСИХОРЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ, АССОЦИИРОВАННОЙ С ФОКАЛЬНОЙ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИЕЙ

© А.М. Сергеев¹, А.В. Поздняков^{1,2}, С.В. Гречаный¹, Э.Э. Атаманова⁵, О.Ф. Позднякова^{1,2,3}, О.В. Шокин^{1,4}, В.И. Полищук¹

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия;

² Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М. Гранова, Санкт-Петербург, Россия;

³ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия;

⁴ Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия;

⁵ Клиника «Доктрина», Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Сергеев А.М., Поздняков А.В., Гречаный С.В., Атаманова Э.Э., Позднякова О.Ф., Шокин О.В., Полищук В.И. Протонная магнитно-резонансная спектроскопия у детей с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией // Педиатр. – 2021. – Т. 12. – № 6. – С. 27–34. <https://doi.org/10.17816/PED12627-34>

Поступила: 12.10.2021

Одобрена: 23.11.2021

Принята к печати: 29.12.2021

Актуальность. Одна из причин задержки психоречевого развития — эпилепсия, среди форм которой особое место занимает фокальная височная эпилепсия. Изучение биомаркеров рассматриваемого патологического состояния с помощью протонной магнитно-резонансной спектроскопии как показателей, поддающихся объективной оценке и измерению, определяет практическую актуальность данной работы.

Цель исследования — определить роль и место протонной магнитно-резонансной спектроскопии в клинической практике у детей с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с височной эпилепсией.

Материалы и методы. Исследовано 37 детей в возрасте от 2 до 10 лет, из них 15 детей с диагнозом «Задержка психоречевого развития, структурная фокальная височная эпилепсия» вошли в первую группу сравнения. Вторую группу сравнения составили 12 детей без патологии центральной нервной системы, проходящие обследование методом протонной магнитно-резонансной спектроскопии для исключения соматических заболеваний. Третью группу сравнения составили 10 детей со структурной фокальной височной эпилепсией, без задержки психоречевого развития.

Обсуждение. Для определения концентрации нейрометаболитов в тканях головного мозга у пациентов использовали мультисексельную протонную магнитно-резонансную спектроскопию (методом PRESS). У пациентов с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с височной эпилепсией, выявилось снижение соотношения концентраций NAA/Cr ($p < 0,05$) в постцентральной извилине справа, височной доле справа и гиппокампах и внутренней капсуле с обеих сторон за счет снижения концентрации N-ацетиласпартата; увеличение соотношения концентраций Cho/Cr ($p < 0,05$) в префронтальной коре, постцентральных извилинах и внутренней капсуле с обеих сторон за счет повышения концентрации холина. У двух пациентов также обнаружены пики липидов на стороне поражения при сопоставлении с данными электроэнцефалограммы.

Заключение. Протонная магнитно-резонансная спектроскопия с учетом выявленных метаболических изменений у пациентов с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с височной эпилепсией, может быть использована как дополнительный метод дифференциальной диагностики с другими формами задержки психоречевого развития.

Ключевые слова: задержка психического развития; задержка речевого развития; эпилепсия; магнитно-резонансная томография; протонная магнитно-резонансная спектроскопия.

PROTON MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY IN CHILDREN WITH DELAYED MENTAL AND SPEECH DEVELOPMENT ASSOCIATED WITH FOCAL TEMPORAL LOBE EPILEPSY

© Artur M. Sergeev¹, Alexander V. Pozdnyakov^{1,2}, Severin V. Grechaniy¹, Elina E. Atamanova⁵, Olga F. Pozdnyakova^{1,2,3}, Oleg V. Shokin^{1,4}, Vladimir I. Polishchuk¹

¹ St. Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia;

² Academician A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies, Saint Petersburg, Russia;

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;

⁴ I.P. Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia;

⁵ Clinic "Doctrine", Saint Petersburg, Russia

For citation: Sergeev AM, Pozdnyakov AV, Grechaniy SV, Atamanova EE, Pozdnyakova OF, Shokin OV, Polishchuk VI. Proton magnetic resonance spectroscopy in children with delayed mental and speech development associated with focal temporal lobe epilepsy. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2021;12(6):27-34. <https://doi.org/10.17816/PED12627-34>

Received: 12.10.2021

Revised: 23.11.2021

Accepted: 29.12.2021

Background. The delays in mental and speech development are caused by epilepsy, and a special place among the forms of which is focal temporal epilepsy. The study of biomarkers of the considered pathological condition using proton magnetic resonance spectroscopy as indicators amenable to objective assessment and measurement determines the practical relevance of this work.

Aim. The aim of the study was to determine the role and place of proton magnetic resonance spectroscopy in clinical practice in children with mental and speech retardation associated with temporal lobe epilepsy.

Materials and methods. 37 children aged 2 to 10 years were studied. Of these, 15 children with a diagnosis of "mental and speech development delay, structural focal temporal epilepsy" were included in the first comparison group. The second comparison group consisted of 12 children without CNS pathology undergoing 1H-MRI examination to exclude somatic diseases. The third comparison group consisted of 10 children with "structural focal temporal epilepsy", without mental and speech development delay.

Discussion. Multivoxel proton magnetic resonance spectroscopy (method PRESS) was used to determine the concentration of neurometabolites in the brain tissues of patients. In patients with mental and speech development delay associated with temporal epilepsy, a decrease in the ratio of NAA/Cr concentrations ($p < 0.05$) was revealed in the postcentral gyrus on the right, temporal lobe on the right and hippocampus and inner capsule on both sides, due to a decrease in the concentration of N-acetylaspartate; an increase in the ratio of Cho/Cr concentrations ($p < 0.05$) in the prefrontal cortex, postcentral gyrus and inner capsule on both sides, due to an increase in the concentration of choline. Two patients also showed lipid peaks on the lesion side when compared with EEG data.

Conclusions. The revealed metabolic changes in patients with delayed mental and speech development associated with temporal lobe epilepsy may be useful as an additional method of differential diagnosis with other forms of mental and speech development delay.

Keywords: mental retardation; speech delays; epilepsy; magnetic resonance imaging; proton magnetic resonance spectroscopy.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Задержка психоречевого развития (ЗПРР) — это группа заболеваний, которая обусловлена различными причинами и включает в себя задержку психического и речевого развития. Нарушение формирования и развития основных психических функций у ребенка, таких как память, внимание, мышление, эмоционально-волевая сфера, навыков, задержки в интеллектуальном росте и нарушения познавательной деятельности относится к задержке психического развития. Задержка речевого развития — это более позднее овладение детьми устной речью, с последующими возможными проблемами в освоении навыков чтения и письма, что вызывает сложности в усвоении школьного материала и отражается на общей успеваемости ребенка. Одной из причин возникновения ЗПРР является эпилепсия, особое место среди форм которой занимает фокальная височная эпилепсия [2, 3].

В России в среднем около 5–10 % детей имеют проблемы с речью. В других странах этот показатель может достигать 30 % [5]. В настоящее время наблюдается рост интереса к ранней диагностике нарушения речевого развития у детей.

Большинство научных работ, как правило, посвящены выявлению классических форм эпилепсии. Однако в этих работах не проводилось сопоставление полученных данных с нарушением психоречевого развития. Диагностика пациентов опиралась только на выявление очага эпилептиформной активности. С развитием технологий молекулярной нейровизуализации, к которым от-

носится метод протонной магнитно-резонансной спектроскопии (¹H-MPC), появилась возможность определить место и роль ¹H-MPC в клинической практике у пациентов этой группы.

Цель исследования — определить роль и место протонной магнитно-резонансной спектроскопии в клинической практике у детей с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с височной эпилепсией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовано 37 детей в возрасте от 2 до 10 лет. Из них 15 детей в возрасте от 2 до 8 лет [средний возраст 4,6 года (SD 2,028); 8 мальчиков, 7 девочек] с диагнозом «Задержка психоречевого развития, структурная фокальная височная эпилепсия» вошли в первую группу сравнения. Вторую группу сравнения составили 12 детей в возрасте от 3 до 10 лет [средний возраст 5 лет (SD 2,065); 7 мальчиков, 5 девочек] без патологии центральной нервной системы ЦНС, проходящие ¹H-MPC-обследование для исключения соматических заболеваний. Третью группу сравнения составили 10 детей в возрасте от 4 до 9 лет [средний возраст 6 лет (SD 1,699); 6 мальчиков, 4 девочек] со структурной фокальной височной эпилепсией, без задержки психоречевого развития.

Критерии включения: 1) пациенты, проходившие плановое обследование в частном неврологическом центре с жалобами на отсутствие речи и задержку сроков психического развития; 2) возраст до 10 лет; 3) пациенты, не имеющие противо-

показаний к выполнению процедуры ^1H -МРС, то есть внутривенному наркозу. Критерии не включения: 1) пациенты с грубыми органическими поражениями головного мозга, включая гидроцефалию, аномалии развития мозга, генетические синдромы (хромосомные, метаболические и др.) и пр.; 2) пациенты, находящиеся в неустойчивой ремиссии.

У всех пациентов была выполнена электроэнцефалография (ЭЭГ) с последующим определением типичного для эпилепсии паттерна. Для исключения органических поражений головного мозга использовали рутинную магнитную резонансную томографию (томограф фирмы Philips Ingenia 1.5 Тл) с применением стандартных протоколов исследования (T1-ВИ, T2-ВИ, Flair-ВИ, DWI). Для определения концентрации нейрометаболитов в тканях головного мозга у пациентов использовали мультивоксельную ^1H -МРС (методом PRESS) в префронтальной коре, области постцентральных извилин, височных долей, внутренней капсуле и гиппокампах с обеих сторон. При расчете соотношения концентрации основных метаболитов опирались на показатели N-ацетиласпартата (NAA) и креатина (Cr) с характерными для них химическими сдвигами на 2,0 и 3,0 ppm соответственно. Для анализа спектрограмм использовали программный пакет для ^1H -МРС Philips IntelliSpace Portal. Статистическую обработку и анализ данных исследования осуществляли с помощью программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У пациентов с ЗПРР, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией, при рутинной магнитно-резонансной томографии были выявлены следующие изменения: у одного пациента обнаружены признаки дисмиелинизации в области островков височных долей, у восьмерых — расширение периваскулярных пространств, у шестерых — признаки незавершенной миелинизации, у троих — кисты прозрачной перегородки.

На рис. 1 представлены результаты изменения концентрации основных метаболитов характерных для пациентов с ЗПРР, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией.

У двух пациентов с ЗПРР, ассоциированной с височной эпилепсией, у которых обнаружился пик липидов на стороне поражения, выявлены следующие изменения основных метаболитов (рис. 2).

Данные соотношения концентраций метаболитов, полученные с помощью программы PRESS, у детей с диагнозом «Задержка психоречевого развития, структурная фокальная височная эпилепсия» из первой группы сравнения и детей без патологии центральной нервной системы из второй группы сравнения представлены в табл. 1.

У детей с ЗПРР, ассоциированной с височной эпилепсией, при сравнении с группой детей без патологии центральной нервной системы выявились следующие изменения в метаболизме: снижение соотношения концентраций NAA/Cr ($p < 0,05$)

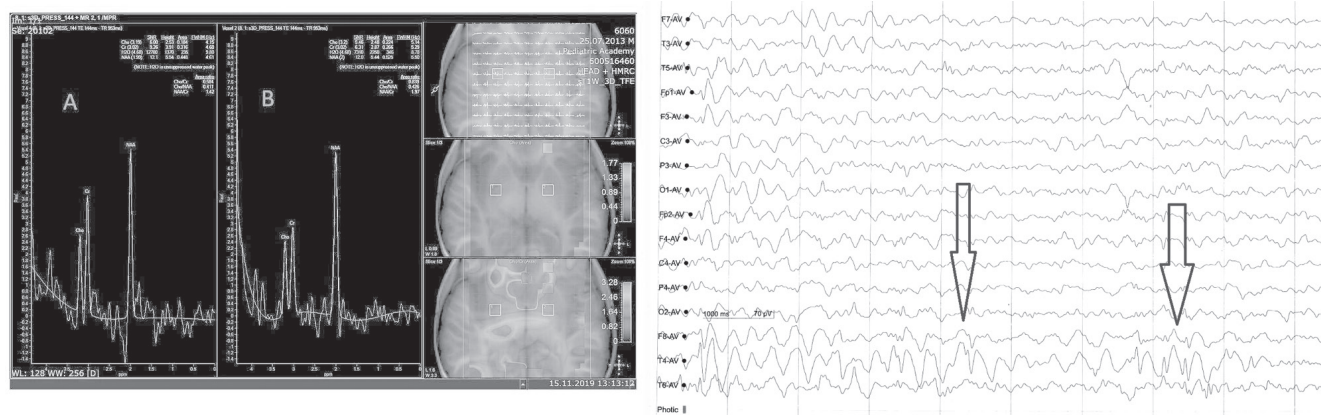


Рис. 1. Слева: протонная магнитно-резонансная спектроскопия головного мозга пациента с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией. Область исследования: полюсы височных долей. Отмечается латерализация патологии в правой височной доле в виде снижения концентрации N-ацетиласпартата (А). Показатели метаболитов в левой височной доле в пределах нормальных величин (В). Справа: на электроэнцефалограмме выявлена эпилептиформная активность в височной области справа (стрелки), без генерализации

Fig. 1. Left: ^1H -MRS of the brain of a patient with mental and speech development delay associated with focal temporal lobe epilepsy. Field of study: poles of the temporal lobes. There is a lateralization of pathology in the right temporal lobe in the form of a decrease in the concentration of N-acetylaspartate (A). The indicators of metabolites in the left temporal lobe are within normal values (B). Right: this patient's EEG revealed epileptiform activity in the temporal region on the right (arrows), without generalization

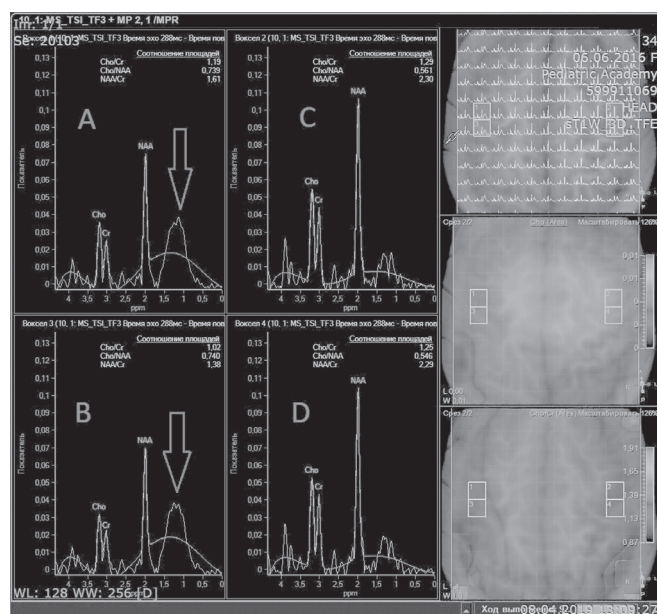


Рис. 2. Протонная магнитно-резонансная спектроскопия головного мозга пациента с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией. Область исследования: центральные и постцентральные извилины с обеих сторон. Отмечается латерализация патологии в правых лобной и теменной долях со снижением концентрации N-ацетиласпартата (A, B). Визуализируются пики липидов (стрелки). В левых отделах головного мозга данных изменений не наблюдается (C, D). С двух сторон прослеживается увеличение концентрации холина

Fig. 2. ^1H -MRS of the brain of a patient with mental and speech development delay associated with focal temporal lobe epilepsy. Research area: central and postcentral gyri on both sides. There is a lateralization of pathology in the right frontal and parietal lobes with a decrease in the concentration of N-acetylaspartate (A, B). Lipid peaks are visualized (arrows). In the left parts of the brain, these changes are not observed (C, D). There is also an increase in the concentration of choline on both sides

в постцентральной извилине справа, височной доле справа и гиппокампах и внутренней капсуле с обеих сторон за счет снижения концентрации N-ацетиласпартата; увеличение соотношения концентраций Cho/Cr ($p < 0,05$) в префронтальной коре, постцентральных извилинах и внутренней капсуле с обеих сторон за счет повышения концентрации холина. У двух пациентов обнаружили пики липидов на стороне поражения при сопоставлении с данными электроэнцефалограммы. Остальные изменения в соотношениях метаболитов оказались статистически не значимы ($p > 0,05$).

Данные соотношения концентраций метаболитов, полученные с помощью программы PRESS, у детей с диагнозом «Задержка психоречевого раз-

вития, структурная фокальная височная эпилепсия» из первой группы сравнения и детей со структурной фокальной височной эпилепсией без задержки психоречевого развития из третьей группы сравнения представлены в табл. 2.

У детей с ЗППР, ассоциированной с височной эпилепсией, при сравнении с третьей группой детей со структурной фокальной височной эпилепсией без задержки психоречевого развития определились следующие альтерации метаболизма в головном мозге: соотношения концентраций NAA/Cr ($p < 0,05$) в гиппокампе справа и во внутренней капсуле слева были снижены; соотношения концентраций Cho/Cr ($p < 0,05$) в гиппокампе слева и внутренней капсуле с обеих сторон, наоборот, повышены. Остальные изменения в соотношениях метаболитов оказались статистически незначимы ($p > 0,05$).

По данным ЭЭГ отмечался патологический паттерн, свойственный для фокальной височной эпилепсии. Данные показывают наличие корреляции между ^1H -МРС и ЭЭГ.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Как правило, в исследованиях, посвященных изучению эпилепсии, основное внимание уделяется только выявлению патологического очага эпилептиформной активности. Данные о взаимосвязи подобных проявлений с течением задержки психоречевого развития не представлены. При обсуждении материала пришлось учитывать вышеуказанные сложности.

У пациентов с ЗППР, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией, было отмечено снижение соотношений концентраций NAA/Cr за счет уменьшения концентрации N-ацетиласпартата в постцентральной извилине справа и правой височной доле, что, наиболее вероятно, указывает на нейрональную дисфункцию данных областей и латерализацию процесса.

В большинстве случаев у пациентов с эпилепсией, которым проводили ^1H -МРС головного мозга, точно так же отмечалась латерализация показателей со снижением соотношения концентрации NAA/Cr на стороне поражения [12]. Подобные изменения были получены в исследовании 100 пациентов с височной эпилепсией. У пациентов наблюдалось снижение концентрации N-ацетиласпартата в определенном по данным ЭЭГ очаге по сравнению с контралатеральной стороной. Степень асимметрии коррелировала с уменьшением концентрации N-ацетиласпартата и патологическим паттерном ЭЭГ [9, 10]. В другой работе определили, что снижение концентрации N-ацетиласпартата не

Таблица 1 / Table 1

Средние значения соотношения метаболитов у пациентов из первой и второй групп сравнения
Average values of the ratio of metabolites in patients from the first and second comparison groups

Область головного мозга / Brain area	Первая группа / First group NAA/Cr (SD)	Вторая группа / Second group NAA/Cr (SD)	Первая группа / First group Cho/NAA (SD)	Вторая группа / Second group Cho/NAA (SD)	Первая группа / First group Cho/Cr (SD)	Вторая группа / Second group Cho/Cr (SD)
Префронтальная кора (справа) / Prefrontal cortex (right)	1,56 (0,732)	2 (0,162), $p = 0,183$	1,08 (0,442)	0,84 (0,231), $p = 0,152$	1,33 (0,42)	0,96 (0,166), $p = 0,01$
Префронтальная кора (слева) / Prefrontal cortex (left)	1,69 (0,755)	2,12 (0,181), $p = 0,167$	1,14 (0,553)	0,8 (0,229), $p = 0,2$	1,38 (0,477)	1 (0,172), $p = 0,037$
Постцентральная извилина (справа) / Postcentral gyrus (right)	1,59 (0,699)	2,09 (0,183), $p = 0,041$	1,16 (0,594)	0,77 (0,226), $p = 0,236$	1,46 (0,356)	0,92 (0,175), $p = 0,021$
Постцентральная извилина (слева) / Postcentral gyrus (left)	1,62 (0,676)	1,98 (0,181), $p = 0,217$	1,11 (0,545)	0,9 (0,267), $p = 0,323$	1,25 (0,375)	0,88 (0,165), $p = 0,01$
Височная доля (справа) / Temporal lobe (right)	1,52 (0,463)	1,99 (0,223), $p = 0,05$	1,06 (0,404)	0,85 (0,197), $p = 0,152$	1,14 (0,394)	0,95 (0,299), $p = 0,347$
Височная доля (слева) / Temporal lobe (left)	1,67 (0,474)	1,89 (0,205), $p = 0,09$	1,12 (0,457)	0,9 (0,241), $p = 0,256$	1,36 (0,517)	1,06 (0,222), $p = 0,126$
Гиппокамп (справа) / Hippocampus (right)	1,47 (0,516)	1,95 (0,214), $p = 0,01$	1,03 (0,361)	0,78 (0,18), $p = 0,126$	1,08 (0,247)	0,98 (0,186), $p = 0,277$
Гиппокамп (слева) / Hippocampus (left)	1,69 (0,58)	2,17 (0,23), $p = 0,032$	1,2 (0,520)	0,89 (0,246), $p = 0,152$	1,26 (0,394)	0,99 (0,19), $p = 0,067$
Внутренняя капсула (справа) / Internal capsule (right)	1,59 (0,46)	2,06 (0,226), $p = 0,05$	0,95 (0,39)	0,79 (0,183), $p = 0,456$	1,28 (0,236)	1,02 (0,191), $p = 0,09$
Внутренняя капсула (слева) / Internal capsule (left)	1,58 (0,334)	1,92 (0,176), $p = 0,03$	0,99 (0,339)	0,75 (0,219), $p = 0,075$	1,34 (0,279)	0,97 (0,175), $p = 0,01$

Примечание. Для сопоставления использовали U-индекс Манна – Уитни. Выделенные значения коэффициента корреляции (p) статистически значимые ($p < 0,5$) для данных областей сравнения. Note. The Mann–Whitney U-index was used for comparison. The selected values of the correlation coefficient (p) are statistically significant ($p < 0,5$) for these comparison areas

только выявляется в ипсилатеральном гиппокампе, но и согласуется с данными позитронно-эмиссионной томографии совмещенной с компьютерной томографией, указывающими на вовлеченные в патологические процессы лимбические и подкорковые ядра [8].

В нашем случае у пациентов с ЗПРР, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией, отмечались метаболические альтерации в гиппокампах, а также во внутренней капсуле с обеих сторон, где проходят основные проводящие пути головного мозга.

Так, с помощью ^1H -МРС удалось латерализовать эпилептический очаг у 19 пациентов. Однако у 57,5 % пациентов из этой группы был выявлен мезиально-височный склероз [8].

В другом исследовании 30 пациентов с височной эпилепсией были обследованы с помощью ^1H -МРС. С помощью индекса асимметрии ^1H -МРС удалось латерализовать процесс у 26 пациентов, из них 16 случаев были латерализованы справа и 10 случаев слева. У оставшихся 4 пациентов не удалось провести латерализацию [6].

При эпилептиформной активности, наиболее вероятно, происходят нарушения в нейромедиатор-

ных системах с последующим истощением концентрации метаболитов. Это приводит к разрыву нейрональных связей не только в корковых центрах праксиса, гнозиса, но и в центрах речи, вызывая характерные для ЗПРР нарушения [1, 13].

Помимо снижения концентрации N-ацетиласпартата у обследованных пациентов с ЗПРР, ассоциированной с височной эпилепсией, отмечалось изменение соотношения концентраций Cho/Cr в префронтальной коре, области постцентральных извилин и внутренней капсуле с обеих сторон за счет увеличения концентрации холина, отвечающего функционированию лимбической и окололимбической системы, что, может быть, связано с нарушениями высших психических функций [4, 11]. У двух пациентов также обнаружили пики липидов на стороне поражения, что только подтверждает факт повреждения нейронов. Подобные изменения были выявлены у 46 пациентов с височной эпилепсией в гиппокампах при помощи ^1H -МРС, где отмечалось значительное повышение концентрации лактата, мио-инозитола, соотношения холина к креатину, глутамина и глутамата на стороне поражения [7].

Таблица 2 / Table 2

Средние значения соотношения метаболитов у пациентов из первой и третьей групп сравнения
The average values of the ratio of metabolites in patients from the first and third comparison groups

Область головного мозга / Brain area	Первая группа / First group NAA/Cr (SD)	Третья группа / Third group NAA/Cr (SD)	Первая группа / First group Cho/NAA (SD)	Третья группа / Third group Cho/NAA (SD)	Первая группа / First group Cho/Cr (SD)	Третья группа / Third group Cho/Cr (SD)
Префронтальная кора (справа) / Prefrontal cortex (right)	1,56 (0,732)	1,97 (0,226), $p = 0,261$	1,08 (0,442)	0,88 (0,193), $p = 0,261$	1,33 (0,42)	1,05 (0,362), $p = 0,144$
Префронтальная кора (слева) / Prefrontal cortex (left)	1,69 (0,755)	1,98 (0,269), $p = 0,723$	1,14 (0,553)	0,87 (0,34), $p = 0,311$	1,38 (0,477)	1,1 (0,349), $p = 0,103$
Постцентральная извилина (справа) / Postcentral gyrus (right)	1,59 (0,699)	1,9 (0,298), $p = 0,311$	1,16 (0,594)	0,88 (0,451), $p = 0,285$	1,46 (0,356)	0,97 (0,258), $p = 0,167$
Постцентральная извилина (слева) / Postcentral gyrus (left)	1,62 (0,676)	1,93 (0,386), $p = 0,338$	1,11 (0,545)	0,93 (0,565), $p = 0,461$	1,25 (0,375)	1,02 (0,319), $p = 0,160$
Височная доля (справа) / Temporal lobe (right)	1,52 (0,463)	1,58 (0,193), $p = 0,261$	1,06 (0,404)	0,85 (0,263), $p = 0,238$	1,14 (0,394)	0,94 (0,368), $p = 0,129$
Височная доля (слева) / Temporal lobe (left)	1,67 (0,474)	1,9 (0,141), $p = 0,129$	1,12 (0,457)	0,97 (0,471), $p = 0,367$	1,36 (0,517)	1,04 (0,442), $p = 0,091$
Гиппокамп (справа) / Hippocampus (right)	1,47 (0,516)	1,87 (0,182), $p = 0,023$	1,03 (0,361)	0,9 (0,368), $p = 0,355$	1,08 (0,247)	0,92 (0,147), $p = 0,103$
Гиппокамп (слева) / Hippocampus (left)	1,69 (0,58)	1,95 (0,299), $p = 0,338$	1,2 (0,520)	1,06 (0,492), $p = 0,495$	1,26 (0,394)	0,98 (0,244), $p = 0,048$
Внутренняя капсула (справа) / Internal capsule (right)	1,59 (0,46)	1,89 (0,338), $p = 0,062$	0,95 (0,39)	0,77 (0,235), $p = 0,338$	1,28 (0,236)	1,07 (0,176), $p = 0,031$
Внутренняя капсула (слева) / Internal capsule (left)	1,58 (0,334)	1,85 (0,302), $p = 0,026$	0,99 (0,339)	0,82 (0,181), $p = 0,129$	1,34 (0,279)	1,08 (0,257), $p = 0,026$

Примечание. Для сопоставления использовали U-индекс Манна – Уитни. Выделенные значения коэффициента корреляции (p) статистически значимые ($p < 0,5$) для данных областей сравнения. Note. The Mann–Whitney U-index was used for comparison. The selected values of the correlation coefficient (p) are statistically significant ($p < 0,5$) for these comparison areas

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что при сравнении концентраций основных метаболитов у детей с ЗПРР, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией, с другими группами пациентов, были выявлены значимые изменения метаболизма в головном мозге. Несмотря на это, утверждать, что снижение концентрации N-ацетиласпартата является патогномоничным для данной патологии не представляется возможным. N-ацетиласпартат позволяет только латерализовать очаг эпилептиформной активности в головном мозге, как и у пациентов с классической фокальной эпилепсией, что не является специфическим признаком ЗПРР, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией. Повышение концентрации холина во внутренней капсуле с обеих сторон на фоне снижения концентрации N-ацетиласпартата — отличительная характеристика для пациентов с ЗПРР, ассоциированной с фокальной височной эпилепсией. Это может быть связано с нарушениями высших психических функций за счет повреждения нейронов, отвечающих за лимбическую и окололимбическую системы. У двух пациентов также

обнаружились пики липидов на стороне поражения, что только подтверждает факт повреждения нейронов.

Таким образом, ^1H -МРС с учетом выявленных метаболических изменений у пациентов с задержкой психоречевого развития, ассоциированной с височной эпилепсией, может быть применена как дополнительный метод дифференциальной диагностики с другими формами задержки психоречевого развития.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы подтверждают ответственность своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гузева В.И., Артемьева С.Б., Батышева Т.Т., и др. Детская неврология: клинические рекомендации. Москва: МК, 2014. 328 с.
2. Гузева О.В., Гузева В.И., Гузева В.В., и др. Результаты оценки качества лечения и жизни детей с эпилепсией // Педиатр. 2017. Т. 8, № 2. С. 32–43. DOI: 10.17816/PED8232-43
3. Заваденко Н.Н. Нарушения нервно-психического развития у детей с эпилепсией // Эпилепсия и пароксизмальные состояния. 2016. Т. 8, № 1. С. 50–54. DOI: 10.17749/2077-8333.2016.8.1.050-054
4. Макаров Л.М., Поздняков А.В., Разинова А.А., и др. Морфометрический анализ структур головного мозга // Визуализация в медицине. 2021. Т. 3, № 3. С. 23–29.
5. Ягунова К.В., Гайнетдинова Д.Д. Речевые нарушения у детей раннего и дошкольного возраста // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018. Т. 63, № 6. С. 23–30.
6. Aun A.A.K., Mostafa A.A., Aboul Fotouh A.M., et al. Role of magnetic resonance spectroscopy (MRS) in nonlesional temporal lobe epilepsy // The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine. 2016. Vol. 47. P. 217–231. DOI: 10.1016/j.ejrn.2015.09.008
7. Aydin H., Oktay N.A., Kizilgoz V., et al. Value of Proton-MR-Spectroscopy in the Diagnosis of Temporal Lobe Epilepsy; Correlation of Metabolite Alterations with Electroencephalography // Iran J Radiol. 2012. Vol. 9, No. 1. P. 1–11. DOI: 10.5812/iranjrad.6686
8. Azab S.F., Sherief L.M., Saleh S.H., et al. Childhood temporal lobe epilepsy: correlation between electroencephalography and magnetic resonance spectroscopy: a case-control study // Ital J Pediatr. 2015. Vol. 41. P. 32. DOI: 10.1186/s13052-015-0138-2
9. Breiter S.N., Arroyo S., Mathews V.P., et al. Proton MR spectroscopy in patients with seizure disorders // AJNR Am J Neuroradiol. 1994. Vol. 15, No. 2. P. 373–384.
10. Cendes F., Caramanos Z., Andermann F., et al. Proton magnetic resonance spectroscopic imaging and magnetic resonance imaging volumetry in the lateralization of temporal lobe epilepsy: a series of 100 patients // Ann Neurol. 1997. Vol. 42, No. 5. P. 737–746. DOI: 10.1002/ana.410420510
11. Garcia P.A., Laxer K.D., van der Grond J., et al. Proton magnetic resonance spectroscopic imaging in patients with frontal lobe epilepsy // Ann Neurol. 1995. Vol. 37, No. 2. P. 279–281. DOI: 10.1002/ana.410370222
12. Hugg J.W., Laxer K.D., Matson G.B., et al. Neuron loss localizes human temporal lobe epilepsy by *in vivo* proton magnetic resonance spectroscopic imaging // Ann Neurol. 1993. Vol. 34, No. 6. P. 788–794. DOI: 10.1002/ana.410340606
13. Lin K., Carrete Junior H., Lin J., et al. Proton magnetic resonance spectroscopy study of juvenile myoclonic epilepsy patients suggests involvement of a specific neuronal network // J Epilepsy Clin Neurophysiol. 2008. Vol. 14, No. 3. P. 99–100. DOI: 10.1590/S1676-26492008000300003

REFERENCES

1. Guzeva VI, Artem'eva SB, Batysheva TT, et al. Detskaya nevrologiya: Klinicheskie rekomendacii. Moscow: MK; 2014. 328 p. (In Russ.)
2. Guzeva OV, Guzeva VI, Guzeva VV, et al. Results of evaluation of the quality of treatment and life of children with epilepsy. *Pediatrician (St. Petersburg)* 2017;8(2):32–43. (In Russ.) DOI: 10.17816/PED8232-43
3. Zavadenko NN. Neurodevelopmental disorders in children with epilepsy. *Epilepsy and paroxysmal conditions*. 2016;8(1):50–54. (In Russ.) DOI: 10.17749/2077-8333.2016.8.1.050-054
4. Makarov LM, Pozdnyakov AV, Razinova AA, et al. Morphometric analysis of brain structures. *Visualization in Medicine*. 2021;3(3):23–29. (In Russ.)
5. Yagunova KV, Gaynetdinova DD. Speech disorders in young and preschool children. *Bulletin of Perinatology and Pediatrics*. 2018;63(6):23–30. (In Russ.)
6. Aun AAK, Mostafa AA, Aboul Fotouh AM, et al. Role of magnetic resonance spectroscopy (MRS) in nonlesional temporal lobe epilepsy. *Egypt J Radiol Nucl Med*. 2016;47(1):217–231. DOI: 10.1016/j.ejrn.2015.09.008
7. Aydin H, Oktay NA, Kizilgoz V, et al. Value of Proton-MR-Spectroscopy in the Diagnosis of Temporal Lobe Epilepsy; Correlation of Metabolite Alterations with Electroencephalography. *Iran J Radiol*. 2012;9(1):1–11. DOI: 10.5812/iranjrad.6686
8. Azab SF, Sherief LM, Saleh SH, et al. Childhood temporal lobe epilepsy: correlation between electroencephalography and magnetic resonance spectroscopy: a case-control study. *Ital J Pediatr*. 2015;41:32. DOI: 10.1186/s13052-015-0138-2
9. Breiter SN, Arroyo S, Mathews VP, et al. Proton MR spectroscopy in patients with seizure disorders. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1994;15(2):373–384.
10. Cendes F, Caramanos Z, Andermann F, et al. Proton magnetic resonance spectroscopic imaging and magnetic resonance imaging volumetry in the lateralization of temporal lobe epilepsy: a series of 100 patients. *Ann Neurol*. 1997;42(5):737–746. DOI: 10.1002/ana.410420510
11. Garcia PA, Laxer KD, van der Grond J, et al. Proton magnetic resonance spectroscopic imaging in patients with frontal lobe epilepsy. *Ann Neurol*. 1995;37(2):279–281. DOI: 10.1002/ana.410370222

12. Hugg JW, Laxer KD, Matson GB, et al. Neuron loss localizes human temporal lobe epilepsy by *in vivo* proton magnetic resonance spectroscopic imaging. *Ann Neurol.* 1993;34(6):788–794. DOI: 10.1002/ana.410340606
13. Lin K, Carrete JH, Lin J, et al. Proton magnetic resonance spectroscopy study of juvenile myoclonic epilepsy patients suggests involvement of a specific neuronal network. *J Epilepsy Clin Neurophysiol.* 2008;14(3):99–100. DOI: 10.1590/S1676-26492008000300003

◆ Информация об авторах

Артур Михайлович Сергеев – аспирант кафедры медицинской биофизики. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: artur5ergeeff@yandex.ru

Александр Владимирович Поздняков – д-р мед. наук, профессор, заведующий отделением лучевой диагностики, заведующий кафедрой медицинской биофизики. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: pozdnyakovalex@yandex.ru

Северин Вячеславович Гречаный – д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой психиатрии и наркологии. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: svgrechany@mail.ru

Элина Эльбековна Атаманова – канд. мед. наук, врач-невролог, вертебролог. Медицинский центр «Доктрина», Санкт-Петербург, Россия. E-mail: atelel@mail.ru

Ольга Федоровна Позднякова – канд. мед. наук, доцент кафедры медицинской биофизики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: radiology@mail.ru

Олег Вячеславович Шокин – старший преподаватель кафедры медицинской биофизики. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: radiology@mail.ru

Владимир Иванович Полищук – старший преподаватель кафедры медицинской биофизики. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: radiology@mail.ru

◆ Information about the authors

Artur M. Sergeev – Postgraduate Student, Department of Medical Biophysics. St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: artur5ergeeff@yandex.ru

Alexander V. Pozdnyakov – MD, PhD, Dr. Med. Sci., Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics, Head of the Department of Medical Biophysics. St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: pozdnyakovalex@yandex.ru

Severin V. Grechaniy – MD, PhD, Dr. Med. Sci., Associate Professor, Head of the Department of Psychiatry and Narcology. St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: svgrechany@mail.ru

Elina E. Atamanova – MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), neurologist, vertebrologist. Medical Center "Doctrina", Saint Petersburg, Russia. E-mail: atelel@mail.ru

Olga F. Pozdnyakova – MD, PhD, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Medical Biophysics, Radiologist of the Department of Radiation Diagnostics. St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: radiology@mail.ru

Oleg V. Shokin – Senior Lecturer of the Department of Medical Biophysics. St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: radiology@mail.ru

Vladimir I. Polishchuk – Senior lecturer of the Department of Medical Biophysics. St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia. E-mail: radiology@mail.ru